



# 2020 지방도 설계요령

2020. 2.



충청남도

# 목 차

## I. 기본사항

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 1.01 유의사항             | 2 |
| 1.02 공통사항             | 4 |
| 1.03 사업계획 수립 단계별 유의사항 | 7 |

## II. 도로공사 설계요령

|                  |     |
|------------------|-----|
| 2.01 도로의 구조·시설기준 | 24  |
| 2.02 토 공         | 55  |
| 2.03 비탈면 안전공     | 79  |
| 2.04 배 수 공       | 93  |
| 2.05 구조물공        | 110 |
| 2.06 터 널 공       | 173 |
| 2.07 포 장 공       | 224 |
| 2.08 교통안전시설공     | 268 |
| 2.09 부 대 공       | 299 |

## III. 수량산출요령

|              |     |
|--------------|-----|
| 3.01 토 공     | 330 |
| 3.02 비탈면 안전공 | 346 |
| 3.03 배 수 공   | 354 |
| 3.04 구조물공    | 369 |
| 3.05 터 널 공   | 395 |
| 3.06 포 장 공   | 438 |
| 3.07 교통안전시설공 | 448 |
| 3.08 부 대 공   | 480 |

## IV. 참고자료

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 1. 감사지적사례(충청남도 종합건설사업소) | 480 |
| 2. 도로공사 업무 흐름도          | 517 |

# I. 기본 사항

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 1.01 유의사항-----             | 2 |
| 1.02 공통사항-----             | 4 |
| 1.03 사업계획 수립 단계별 유의사항----- | 7 |

## 1.01 유 의 사 항

# 1. 유 의 사 항

- 설계예산의 적정공사비 산출을 위한 가장 중요한 사항은 사업 예산을 충분히 확보하는 것이고 이를 위한 신중한 검토는 물론 단순히 사업승인 및 예산통과를 위한 과소예산이 편성되지 않도록 함이 무엇보다 중요한 사항임.
- 본 설계요령은 도로(지방도)공사 수행을 위한 설계도서 작성시 적용한다.
- 이 지침은 국토교통부 발행 토목공사 일반표준시방서, 도로공사 표준시방서, 도로의 구조·시설기준에 관한규칙 해설 및 지침, 도로교 시방서 등 각종 도로관련 시방서, 참고문헌에 근거하여 일반적인 사항을 기술하였으며 특별히 규정하지 않은 부분에 대하여는 해당 지역 여건을 감안하여 충분한 사전조사와 검토 조정을 거쳐 최적의 설계가 될 수 있도록 적용.

**※ 본 설계요령은 참고로 사용하고 절대시 하여서는 안 됩니다.**

- 토량환산계수(F)와 단위중량(W) 및 중기작업효율(E)값 등은 보편적인 현장 상태를 기준하여 적용한 것이므로 각 현장별 토질조사 결과 등 여건에 따라 신축성 있게 조정하여 적용
- 장비, 자재, 골재 등 제반운반거리(소운반 포함)는 현지 실정에 부합토록 조정
- 흙 운반중 토사, 리핑, 발파암의 구성 비율 및 운반거리는 토공 분배표 및 유토곡선표에 의거 조정
- 장비규격은 표준품셈상 공사 규모별로 적용하고 운반거리에 따른 기종 및 규격을 비교 검토 후 시행
- 가설건물은 직접노무비규모에 따라 산정하되 산정면적의 70%만 계상적용 검토하고, 시험실은 건설기술 진흥법의 규정에 따라 구분 계상
- 제반기초 자료는 시험결과 및 현지 지형여건에 따라 조정시행

## 1.02 공통 사항

## 2. 공통 사항

- 국가건설기준센터(KCSC) : · 설계기준 KDS(Korean Design Standard)  
· 표준시방서 KCS(Korean Construction Standard)
- 기하구조 : 『도로의구조·시설기준에관한규칙-2009,12,30』에 의거 계획 및 설계  
『도로의구조·시설기준에관한규칙-2011,12,23』 일부개정  
『도로의구조·시설기준에관한규칙-2013,03,23』 타법개정  
『도로의구조·시설기준에관한규칙-2014,07,15』 타법개정  
『도로의구조·시설기준에관한규칙-2015,07,22』 일부개정
- 포장설계 : 한국형 포장설계법의 적용을 원칙으로 하며 부득이한 경우 여건에 따라 AASHTO 포장 설계법을 적용할 수 있으며, 동상방지층 설치 두께 및 구간을 검토하여 포장단면을 산정한다.  
『2011 도로포장 구조설계 요령 및 해설서, 2011.11, 국토해양부』  
『도로 동상방지층 설계지침, 2012.08, 국토해양부』  
『도로설계기준 및 도로공사표준시방서-2019,07,29, 일부개정 국토교통부』
  - 도로설계기준 (KDS 44 50 00)
  - 도로공사 표준시방서 (KCS 44 50 15)
  - 교량설계기준 (KDS 24 10 11)
  - 교량설계기준 (KDS 24 14 21)
- 환 율 : 설계예산서 작성시를 기준으로 한국은행 기준환율을 적용토록 한다.
- 자재단가 등
  - 기획재정부장관이 정한 단위당가격, 거래실례가격 감정가격등 사용  
<지방자치단체를당사자로하는계약에관한법률시행규칙>
    - 제5조(거래실례가격 및 실적공사비에 의한 예정가격(해당년 전.후반기)결정)
    - 제7조(원가계산을 할 때 단위당 가격의 기준)
    - 제10조(감정가격 등에 의한 예정가격의 결정)
- 노임단가 : 대한건설협회 2020. 1월 공표한 시중노임단가
- 기계인부 : 시중노임단가 × 1/8 × 16/12 × 25/20
- 원가계산 : 지방자치단체 원가계산 및 예정가격 작성요령에 따라 산출
- 유류단가 : '2020. 1월 한국석유공사 전국 평균 대리점 가격 적용  
(조달청 발표 단가 적용)
- 동원인원 : 세부공종별 산출근거 및 인원투입계획서 작성
- 사용중기 : 소요산출근거 및 장비투입계획 작성
- 현장사무실 : **직접노무비 규모에 따라 계상하되 현장여건 감안 산정면적 70%적용**
  - 장기계속 공사시에는 전체사업을 대상 사무실 설치기준
  - 설치부지는 도차 정리비만 계상
  - **현장사무실 가설비는 경비로 일괄 산정한다.**  
(현장사무실 비품, 선풍기, 전화기, 난로 등 손료계상)

- 중기운반비는 경비로 일괄 산정한다.
- 품질관리시험 :
  - 『충청남도 건설공사 품질관리 조례』 제4조제2하에 따라 품질시험·검사를 실시
  - 별지 제1호서식 참조
- 준공 표지판 : 공사 실명제 실시로 책임시공 유도를 위한 별첨 기준에 따라 설계에 반영
- 시공상세도 작성비, 도로대장작성비, 기존도로유지관리비, 시공측량비, 가옥철거비 등은 현장여건에 맞추어 반영
- 『충청남도 구지방도관리에 관한 업무처리지침』에 의한 구지방도 처리계획을 반드시 수립해야 한다.
- 충격흡수시설, 긴급제동시설, 깎기부 점검로 등은 현장여건에 따라 반영
- 행정안전부 지침에 의한 자생식물식재 사업 추진요령을 참고하여 지역별 특색 있는 향토자생식물 선정으로 전통적 야생경관 복원 및 고유이미지 창출로 지역관광 자원으로 활용(2003년 행자부 지침)
- 중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률고시 제12조(공사용 자재의 직접구매 증대)
  - 공사용자재 직접구매 대상품목 지정내역 고시.(붙임)
- 녹색제품 구매촉진에 관한 법률 제6조(공공기관의 녹색제품 구매의무)
  - 도내 친환경 건설자재 생산업체 현황(붙임)
  - ※ 사용되는 자재는 가격, 품질, 성능 등을 비교 도내생산품 우선구매 방안 검토
- 토공구간의 용지경계는 유지관리와 사유지 근접시공에 따른 민원해소 등을 감안하여 특별한 사유가 없는 한 다음과 같이 적용한다.
  - 쌓기부 : 측구 및 비탈면 끝에서 1m,
  - 깎기부 : 측구 및 비탈면 끝에서 2m
  - 부체도로 : 측구 및 비탈면 끝,
  - 도시부 : 사안별로 검토 결정
- 교량부 용지경계는 교량가설 시 시공공간 확보와 일조권 침해에 따른 간접피해보상 차원에서 다음사항을 기초로 적용한다.
  - 교고 $\geq$ 20m : 교량 끝에서 10m,
  - 교고 $<$  20m : 교량 끝에서 5m를 표준
    - 도로, 철도, 하천 등 공공시설 교차부는 교량 순폭원
    - 시가지 또는 건물 밀집지역은 사안별로 검토하여 결정
- 표준시장단가 적용(국토교통부 2020,1.1)
  - 100억원 미만사업은 실적공사비 적용을 영구적 배제
  - 100억원 이상 건설공사에 표준시장단가 적용

### 1.03 사업계획 수립 단계별 유의사항

### 3. 단계별 유의사항

#### 1. 현장조사

- 종·횡배수관, 측구, 하수도, 옹벽, 진입로 등이 누락되지 않도록 조사
- 특히 마을 진입로 포장은 기존 콘크리트 포장까지 연결
- 현장조사시는 유관기관 및 면사무소, 마을 관계자등 합동조사로 민원발생 사전 방지
- 책임기술자는 반드시 종합적 검토 필요
- 농경지 진·출입로는 2필지를 중심으로 하여 반드시 설치(종배수관 2분이상)

| 항 목        | 주요 조사 내용  |
|------------|---|
| 현지조사 및 답사  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 토지이용현황</li> <li>● 각종 시설물 조사</li> <li>● 문화재(민속문화, 무형문화 등) 조사</li> <li>● 기존 및 계획노선 주변 접속시설물 조사</li> <li>● 인근 공사현장 답사 및 자료 분석</li> <li>● 농경지 구간의 경작현황 및 주민 이동경로(동선) 조사</li> <li>● 농업용수 이용현황 조사</li> <li>● 교육시설 및 통학경로 조사</li> <li>● 응급·구호시설 현황조사</li> <li>● 기타 지역주민의견 및 사전민원발생 요인 조사</li> </ul> |
| 교통량 및 시설조사 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 교통량 조사</li> <li>● 교통시설 조사</li> <li>● 교통량 특성 파악</li> <li>● 교통사고 및 병목구간 현황조사</li> </ul>  |
| 수리·수문조사    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 하천 상태 및 자료수집</li> <li>● 하천정비계획 조사</li> <li>● 저수지, 소류지 등 수리현황 조사</li> <li>● 관정, 펌프장, 배수지 등 조사</li> </ul>  |
| 기상 및 해상조사  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 기상 및 해상 자료조사</li> <li>● 안개, 결빙, 직광 등 교통안전과 관련된 기후조사</li> <li>● 최근 기상변화(태풍, 집중호우, 지진, 해일등)에 따른 재해현황 조사</li> </ul>   |
| 선박운항조사     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 통행 선박 및 부두시설 관련 조사</li> </ul>  |
| 환경영향조사     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 주민생활에 미치는 영향 조사</li> <li>● 동·식물에 미치는 영향 조사</li> <li>● 습지, 늪 및 양서류, 파충류 등에 미치는 영향조사</li> <li>● 지하수 영향조사</li> <li>● 문화재 파악 및 지표조사</li> </ul>   |
| 측 량        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 현황 및 중심선 측량</li> <li>● 드론 측량</li> </ul>  |
| 지표 및 지질조사  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 지표 및 지반조사</li> </ul>   |
| 지장물조사      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 지상 및 지하 지장물 조사</li> <li>● 폐광 및 광업권 조사</li> </ul>   |
| 재료원조사      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 재료원, 토취장, 사토장 등 조사</li> </ul>  |

## 2. 노선 선정

- 노선선정은 도로 계획 중에서 도로망계획조사, 경제·사회조사, 교통조사, 환경조사, 기술적 조사(토질, 지질, 해양조사 등) 등을 통해, 노선대 선정 및 최적 노선 선정 등을 포함하여 도로의 중심선과 도로의 구조를 개략적으로 결정하는 과정을 말한다.
- 따라서 기술적, 환경적, 경제적, 사회적 측면 등을 검토하여 최적의 노선이 선정되도록 계획한다.
- 도로계획에 있어 가장 중요한 최적의 노선선정을 위한 일반적인 고려사항은 아래와 같다.
  - 우선 노선의 기능을 먼저 설정한 다음 지역 및 지형여건 등을 고려하여 선정하되, 반드시 장거리 축에 대한 기본설계 등을 실시하여 노선을 선정하고 이에 따라 구간을 설정하여 실시설계를 시행한다.
  - 최적노선 선정은 현지여건과 노선이 통과하게 될 지역의 도시계획, 토지이용계획 등 각종 관련계획을 종합적으로 검토하여 2~3개의 비교노선을 선정하고 선정된 각 노선에 대한 사회적·경제적·기술적 타당성과 교통 및 환경적 고려사항 등을 종합적으로 비교하여 검토한 후 결정한다.
  - 비교노선을 검토할 때에는 각 노선에 대한 현지답사 및 드론 측량을 실시하여 도상에서 알기 어려운 종단경사·주변여건, 토지이용상황 등의 조사를 면밀히 실시하고, 도면에 표시되어 있지 않은 밀집가옥, 공장 등 대형 시설물, 기타 지장물 등을 도면에 표기하여 이를 충분히 고려한다.
  - 계획노선 주변지역의 중요한 유적, 문화재 등에 대한 현황을 면밀히 조사하여 이들이 훼손 되지 않도록 하되 편입이 불가피한 경우에는 관계기관과 사전에 충분한 협의를 거쳐 계획한다.
  - 계획노선은 「환경친화적인 도로건설 지침」에 따라 자연환경과 조화되며 환경훼손이 최소화 되도록 선정하고, 깎기량 및 쌓기량이 지나치게 많은 구간은 평면 또는 종단선형을 분리하거나 교량 및 터널 등으로 처리하는 등 환경을 고려하여 계획한다.
  - 계획노선은 상수원 보호구역을 가급적 우회토록 하고, 상수원 보호구역 통과가 불가피한 경우에는 교량난간 보강 등 차량 추락방지를 위한 별도의 안전조치를 하고 비점오염물질 저감시설 등 수질오염 방지대책을 강구한다.
  - 계획노선은 높은 쌓기부 등으로 주민 생활권의 분리가 발생되지 않도록 선정한다. 부득이한 경우 주거환경에 대한 악영향이 최소화 되도록 한다.
  - 계획노선은 가급적 농업진흥지역 및 경지정리가 완료된 우량 농경지를 통과하지 않도록 한다. 불가피한 경우 농경지 편입 및 자투리 농경지 발생이 최소화 되도록 계획한다.
  - 계획노선이 연결도로에 미치는 영향과 연계성, 효율성을 면밀히 검토하여 노선을 계획하며, 연결도로의 정비가 필요한 경우에는 본선 도로 개통시기에 맞추어 연결도로를 정비하도록 도로관리청과 협의한다.
  - 계획노선은 과거 홍수이력 등을 면밀히 조사하여 홍수 발생의 경우 도로침수를 예방할 수 있는 노선으로 계획한다.

- 집중호우로 인한 산사태 취약구간, 토석류 피해예상구간 등을 파악하여 우회통과 방안을 수립하고, 통과가 불가피한 경우에는 피해방지대책을 마련한다.
- 노선선정 과정에서 지역주민, 지방자치단체, 관계기관 등의 의견을 수렴하고, 그 의견이 타당하다고 인정될 경우에는 이를 반영하여 공사시행 중 노선이 변경되는 일이 없도록 한다. 다만, 도로의 기능유지와 지형 및 교통특성 등에 따라 의견반영이 곤란한 경우에는 미리 이러한 내용을 충분히 설명하여 공사 시행과정에서 불필요한 민원 등이 다시 발생되지 않도록 한다.

### 3. 평면 및 종단 선형

- 가능한 전 구간을 규정속도로 주행할 수 있도록 과감히 개량하여 원활한 교통소통 도모
- 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙에 맞도록 설계
- 선형계획은 주행의 안전성 및 기하구조에 적합하며 목표서비스 수준에 적합하도록 계획
- 선형은 연속성 및 일관성을 갖도록 하고 접속도로와 교차방안 등을 검토하여 계획
- 평면 및 종단선형의 크기와 균형을 고려하여 시각적으로 안전성을 확보토록 계획
- 종단 및 평면곡선 설계시 충분한 정지시거가 확보되도록 설계
- 대절토부는 터널, 계곡 대성토부는 가급적 교량으로 설계검토
- 폐도 부지에 대한 활용계획 반영
  - 현장 크기나 모양 또는 지역여건에 따라 계획 수립
  - 버스정차대, 차량대피공간, 적사장, 간이주차장, 휴게소, 가로공원 등

### 4. 토공 및 기초조사

- 교량의 구조물위치의 암반기초조사는 정확한 위치에서 시행하여 주상도 작성
- 횡단상 암반조사는 지표지질조사 지반조사 등을 종합적으로 검토하여 표시하고 절취 방법은 주위 여건을 감안
- 대절토 및 대성토구간 횡단면은 감독관 확인 후 설계반영
- 연약지반은 누락되지 않도록 조사하고 대책공법을 철저히 수립
- 실계시 시추가 불가한 지역에 대하여 위치를 명시하고 공사전 시행하도록 내역에 조사비를 반영
- 비탈면 보호공은 토질 및 토양조건, 기상조건, 비탈면 경사와 높이 등을 충분히 고려하여 최적 공법을 선정하고 특히 지하수, 용출수 등을 유공관, 맹암거 등으로 처리한다.
- 콘크리트, 아스팔트 깨기 재활용은 폐기물처리, 관계기관의 재활용가능협의 등을 비교 검토하여 이동식 크랏샤 설치검토

- 토량환산계수(f)의 적산은 단가 보정을 원칙으로 하고 필요한 경우 수량 보정을 하여도 좋으나 중복 적용하지 않도록 주의.
- 토량배분(운반)시 흙(토사, 리핑암, 발파암)의 구성 비율 및 운반거리는 토적표(토량계산서)와 토적곡선(유토곡선, MASS CURVE)에 의하여 계산(Computer계산)
- 토취장 및 사토장은 지역 여건에 부합되도록 선정하고 완공 후 토지이용계획(도로부지, 기타의 용도 등)을 검토 가능한 공사구간내의 지형을 면밀히 조사 활용.
- 위 토취장 및 사토장은 이용토량, 조정면적, 조정방식, 임대료 등 경제적인 측면을 고려하여 비용을 감안 설계.
- 깎기부와 쌓기부의 비탈면 경사는 비탈면 안정검토를 실시하여 적용하고 부득이 표준 경사를 적용 할 경우 공사중 검토 후 변경이 가능하도록 시방서에 명시.
- 사토발생 현장은 현장암 유용 및 사토처리에 대한 경제성을 검토 적용

## 5. 구조물의 설계

### 가. 배 수 공

- 배수구조물 (배수관, 배수암거, 측구 등)의 위치와 크기는 현지지형, 강우특성, 배수량, 배수목적, 경제성 등 현장의 특성을 면밀히 검토 후 결정.
- 종·횡배수관 및 맹암거용 배수관은 상부차량 하중에 의하여 손상되지 않도록 최저 토피 이상을 유지하도록 하고 필요할 경우 관보호공을 설계에 반영.
- L형측구 등 선형(線形)구조물의 경우 신축이음을 명시 (얇은벽기준 6~9m간격)  
 ※ 현지여건을 고려하여 인력시공 보다는 기계식 시공방안 우선 검토
- 횡단배수관의 경우, 침전 퇴적물 등 이물질의 처리 및 유지 관리를 고려해서 최소관경 1000mm 이상으로 한다. 다만, 지형 및 지역여건을 고려하여 부득이할 경우에는 800mm이상으로 할 수 있다.(노면 및 중분대 배수시설의 규격은 현지여건을 고려하여 적용 한다.)
- 산악지 구간에 도로를 신설하거나 개량시에는 산악지의 도로 기능을 원활히 유지하고 이용자의 편의 도모와 안전성 확보, 수해를 대비한 도로 조성계획이 될 수 있도록 하여야 하며, 『수해예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼(2007.7),건설교통부』에 따른 적용을 검토 하여야 한다.

### 나. 구 조 물 공

- 안전하고 견고하게 설계하되 현지지형에 맞도록 설계
- 확일적이고 경직된 외관을 지양하고 미적 감각을 살릴 수 있도록 난간, 교명주, 무너 거푸집 등 사용.
- 구조물의 설계는 설계방법 및 인용된 기초자료 근거 등을 알기 쉽게 명시.

- 교량의 구조형식 및 설치위치는 지형과 주위경관을 고려 경제적이고 미려한 구조가 되도록 한다.
- 하천의 유수로 인하여 세굴의 염려가 있는 교대 및 교각의 기초부는 보강설계를 하여야 한다. (강널말뚝기초, 콘크리트 블록공 등)
- 교량의 상부공사비와 하부공사비를 비교 적정공사비를 산정 최적 교량경간을 결정.
- 지반조건이 불리하고 가설조건이 나쁜 곳은 강교를 채택하는 것이 좋으나 부식방지 대책, 유지점검이 용이한 구조 형식을 갖도록 하여야 한다.
- 도로교는 자동차 주행의 쾌적성을 확보하기 위하여 신축이음장치가 적은 상부구조로 검토한다. (연속교 형식)
- 교량기초의 설계시 단단한 지지층에 고정시키기 위한 공법 적용의 문제는 없는지 충분히 검토하여야 하고, 매 기초부의 지질조사서 (Boring Log) 또는 물리적탐사(탄성과 검사, 전기탐사 등)결과를 평가하여야 한다.
- 물막기, 물푸기, 가도 등 현실에 맞게 계상
- 교량은 내진 설계를 검토.
- 구조물의 유지관리를 위한 관리시설 설치(교량점검 통로, 대절취부 점검용 사다리 등)
- 철근 순간격 및 피복두께 유지토록 설계
- 옹벽 등 구조물의 신축, 수축 조인트를 정확히 명시
- 구조물 접속부 마무리 철제 - 석축 옹벽 등 배수시설이 연결되도록 하여 주변환경과 조화를 이룰 수 있도록 할 것
- 교량 가시설에 따른 가도, 가축도 및 동바리 설치에 따른 바닥 버림 콘크리트 누락이 없도록 할 것
- 교량 가설시 검토 및 반영사항
  - 교면방수 및 배수
    - 교면방수는 경간장, 교면포장 재질 등을 검토하여 선정한다.
    - 교면포장 및 배수처리는 『교면포장\_설계\_및\_시공\_잠정지침,2009.11 국토해양부』 지침에 따른다.
    - 종단경사가 있는 경우 가장 낮은 곳에는 배수관 필히 설치
    - 배수관 덮개 설치 지양(낙엽, 짚, 비닐 등에 덮여 막힘)
  - 신축이음 장치
    - 신축이음장치는 방수성이 양호한 종류 선정
    - 신축이음장치 설치는 평탄성 확보를 위해 아스콘 포장 완료 후 시행
    - 우수에 의한 차수 이음부 설치
    - 이음간격이 큰 연속교의 경우 소음이 적은 신축이음을 사용하고, 자전거도로가 있는 교량의 경우 자전거바퀴가 신축이음에 끼지 않은 신축이음을 사용

- 난 간

- 난간은 차량 이탈방지를 위하여 가급적 콘크리트 방호벽 채택
- 알미늄 난간인 경우 책형 난간은 측면에서 진입하는 차량 운전자의 시거 확보에 지장이 많으니 시야확보가 양호한 난간으로 선택
- 무늬형 난간 등 특수한 형식의 난간은 파손될 경우 구입이 어려우니 설치 지양

- 안전점검시설

- 교각뿐만 아니라 높은 교대에 대해서도 교량 점검시설(알미늄합금제) 설치
- 교대 점검시 진입이 용이 하도록 비탈면에 계단설치
- 교량에 상수도관, 전선관, 케이블관 등 부착시설 설치 지양
- 교각번호판, 교좌장치, 방향표지판, 통과하중 표지판 설치

다. 터 널 공

- 도로 터널의 경우 NATM설계를 원칙으로 하고 유한요소 해석(FEM : Finite Element Method)에 의하여 지보 형식을 채택한다.
- 터널 원지반의 암반 평가는 물리적 탐사 (탄성파, 전기탐사)결과를 토대로 암의 공학적 분류방식에 의하여 등급을 판정한다.
- 도로터널의 단면 결정은 터널등급(설계속도), 시설한계, 환기 유무, 방재설비, 미관 및 소음대책 등을 판단하여 채택하되 지형 및 지질조건을 충분히 고려하여야 한다.
- 터널 갱구는 지형적으로 가장 불리한 곳이므로 갱구 자체가 변형을 일으키지 않도록 외력에 대하여 충분히 저항할 수 있는 구조로 설계하여야 하고 낙석, 붕락, 사태(Land Slip) 등으로부터 보호하여야 한다.
- 터널 방재시설은 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(2016.08.08, 국토교통부)에 따라 방재시설을 설치하여야 한다.
- 벽면 내장재 설치
  - 조명효과를 향상, 전방차선이나 장애물의 배경이 되며, 운전자의 인지성 향상 등 터널 내 시선유도 효과와 시각환경을 높임
  - 내장재는 타일과 특수도료를 검토하여 선정한다.

| 터널 연장     | 설치높이 | 비 고 |
|-----------|------|-----|
| 1,000m 미만 | 2.0m |     |
| 1,000m 이상 | 3.0m |     |

- ※ 단 연장 300m미만의 터널이라도 종단경사 3%이상, 평면곡선반경 500m이하, 대형차 혼입율이 높을 것으로 예상되는 경우, 터널이 연속되어 있는 구간에서는 내장재를 설치할 수 있다.
- ※ 검사원 통로 설치시 검사원 통로 하단 20cm, 상단 20cm와 일반구간의 공동구 상단 20cm는 터널 청소차량의 청소 가능범위를 고려하여 타일을 부착하지 않음

## 6. 포장 설계

- 곡선부의 길어깨 편경사는 본선구간 편경사로 연장하는 것이 차량 주행에 안전하나 이 경우 도로 배수에 지장이 없도록 대책을 강구하도록 한다.
- 포장 횡단면상 본선부와 길어깨의 경계면은 구조적으로 취약함으로 동일재료 시공을 원칙으로 하여 경제적인 시공 두께를 갖도록 설계하여야 한다.
- 도로포장의 설계방법은 한국형 포장설계법의 적용을 원칙으로 하며 부득이한 경우 여건에 따라 AASHTO 포장 설계법의 적용과 소로 또는 단기목표로 하는 도로구조개선등 부득이한 경우에 TA설계법을 적용할 수 있다. 『2011 도로포장 구조설계 요령 및 해설서, 2011.11, 국토해양부』
- 포장설계를 위한 교통량조사와 재료선정 및 시험 등은 사전계획하여 수행하여야 한다.
- 동상방지층의 설계는 흙쌓기 높이, 동상수위차, 암반지반, 조상토의 재료조건 등을 고려하여 구간별 설치여부 및 두께를 산정한다. 『도로 동상방지층 설계지침, 2012.08, 국토해양부』
- 설계CBR과 노상지지력의 신뢰도를 높이기 위하여 사전 조사와 현장 시험을 충분히 하여야 한다.
- 아스콘포장 표층에서 일반지역은 WC-1, WC-2, WC-3, WC-4,의 입도를 적용하고, 소성변형발생 가능성이 높은 지역은 내유동성 입도인 WC-5, WC-6, 입도를 적용한다. 중간층은 입도중에서 MC-1(20mm)를 주로 사용하고, 표층 없이 임시개방을 하려면 WC-5를 적용한다. 기층은 입도(BB-1, BB-2, BB-3, BB-4)중에서 BB-1은 운반 및 포설시 재료분리 우려가 있으므로 사용을 지양하고, 소성변형 발생 가능성이 높은 지역에서는 내유동성 입도인 BB-4 입도를 적용한다.  
※BB는 Bituminous Base Course(기층), WC는 Wearing Course(표층), MC는 InterMeita Course(중간층)  
※국도설계실무요령(2016.6) p585~, 아스팔트혼합물 배합설계 입도기준 참고
- 길어깨 포장은 본선과 동일하거나 비상차량의 주.정차, 자전거, 보행자, 긴급차량의 통행성 등을 고려하여 적정 포장공법 등을 검토하여 적용한다.
- 마을, 학교부근 등 필요한 구간은 보도설치 검토 『보도설치 및 관리지침, 국토해양부』
- 각 현장별 필요시 자전거도로 별도 설치 검토 『자전거이용시설 설치 및 관리지침, 국토해양부』
- 현장여건에 맞추어 길어깨다이크 및 도수로 설치

- 본선에 비해 통행량이 현격히 감소하는 진·출입로는 이에 맞는 설계교통하중을 별도로 적용하고 본선 포장단면과 차등을 두어 포장단면 설계
- 포장계획시 재생아스콘과 신재의 경제성을 검토하여 반영여부를 결정하며 이때 재생아스콘은 신재와 동일한 조건을 갖고 있어야 한다.
- 일반 토공부에 비하여 암반구간 포장의 특징은 노상을 이루고 있는 암반의 지지력이 증대되는 장점을 가지고 있으므로 암반구간의 지지력 특성에 맞는 포장설계가 될 수 있도록 『암반구간 포장설계 지침, 국토해양부, 2012.08』을 검토하여 발주처와 협의 반영
- 비 법정도로(마을안길, 농로)에 대한 콘크리트 포장설계는 『소규모(간이)콘크리트 포장 공사 유형별 적용단면 및 기준에 관한 연구, 2008.11, 충청남도. 한양대학교』에 준하여 적용토록 한다.

## 7. 교통안전시설 확충

- 도로표지판 및 각종 표지판 누락되지 않게 충분히 설치
  - 도로표지규칙 (2014. 07, 국토교통부)
  - 도로표지제작·설치지침 (‘2015. 11. 국토교통부)+
  - 출구정보 안내표지 제작·설치 지침 (2012. 07, 국토해양부)
  - 도로명 안내표지 제작·설치 지침 (2014. 09, 국토교통부)
  - 도로설계편람 (2012, 국토해양부)
  - 도로표지관련 규정집(2006.5 국토해양부)
  - 교통안전표지설치 관리 매뉴얼(2011.12 경찰청)
  - 도로안전시설 설치 및 관리지침(2014.02 국토교통부)
  - 교통안전표지 일람표 (2014.07 경찰청)
  - 조명식 및 발광형 교통안전표지 표준지침(2015.04., 경찰청)
- 교통표지판 및 신호등은 반드시 관할경찰서 및 도로교통공단과 협의하여 설계에 반영
- 교차로 지점에는 신호등 또는 점멸등 설치 검토.
- 가드레일, 미끄럼방지시설, 표지병, 텔리네이터 등 확충
- 버스정차대 누락되지 않도록 조사 철저
- 마을, 학교, 마을진입로, 정차대 부근에 가로등 설치.
- 주택가, 학교에 인접된 도로는 방음벽 설치를 검토하고 횡단보도 전후에는 가드레일, 난간 등을 설치하여 무단횡단에 의한 안전사고 방지.

- 4차로도로 공사중 안전사고를 방지 할 수 있도록 확장되는 구간별 Fence 및 안전등 설치를 설계에 반영
- 도로가 분기, 교차되는 각각 부분에 교통섬, 통로암거, 부체도로, 가,감속차로, 좌회전 대기차로 등 반영.
- 철도횡단 과선 도로교 설치시 차량 방호책과 낙하물 방지용 휀스 설치.
- 대성토부에는 농경지 및 기타 진입을 위한 부체도로 설치 검토
- 기존도로와 교차지점의 교차로 세부 상세도 작성
- 상위도로 접속시 진입차선 설계는 관련 도로관리청과 공문 협의 후 시행
- 도로와 다른도로 등과의 연결에 관한 규칙에 의거 반드시 협의 할 것
- 도로의 안전시설은 「도로안전시설 설치 및 관리지침, 국토해양부」에 의거 검토한다.

## 8. 수량 및 단가 산출

- 자재단가는 공사 발주시점에 맞추어 작성하고 가격정보 등 근거를 명확히 명기할 것.
- 도면 및 수량은 감독의 확인검토 후 수량 확정
- 수량 누락 및 산출근거 오류로 인한 설계변경 사례 발생치 않도록 주의
- 단가산출은 각 현장별 작성하여 감독관 확인 후 제출

## 9. 기타 유의사항

- 폐기물처리비 계상(아스콘, 콘크리트), 노체흙쌓기용은 토적표 명시
- 문화재 지표조사 및 전략환경영향평가, 환경영향평가, 소규모환경영향평가 사항에 대하여는 설계서에 반드시 반영



※두개의 법률에 따라 규정되어 있던 환경평가제도를 하나로 통합한 ‘환경영향평가법이 12년7월22일부터 시행

당초 사전환경성검토 규정을 전략환경영향평가와 소규모 환경영향평가로 개편

- 설계의 용역업체 등은 건설기술진흥법에 의거 성실하고 정당하게 업무를 수행
- 도면 작성
  - 평면도 및 토공 횡단면도는 주변 지형, 지물을 빠짐없이 표기하고 기존교량과 신설되는 교량명을 반드시 명기할 것
  - 구조물의 상세도는 철근의 위치 및 가공상세도 등 시공에 필요한 사항이 명시되어야 하며 시공방법 등 도면표기가 곤란한 사항은 문자로 표기
- 폐기물 처리 - 관련법에 따라 100ton 이상은 별도발주 한다.
- 시방서 작성
  - 일반시방서는 시공자가 알 수 있도록 기준을 명기
  - 특별시방서는 물량명세서, 도면에 표시되지 않는 사항과 기술적인 사항 및 시공자가 특별히 유의하여야 할 사항을 작성
  - 도급자가 건설공사의 진행단계별로 작성할 시공 상세도면의 목록 명시
  - 공사시행 단계별로 시공상태를 검토 확인 받아야 하는 대상공종 명시
- 예정공정표는 NetWork 기법으로 작성하며 공기작성에 기초한다. (PERT, CPM)
- 시공측량결과와 상이한 사항 및 설계상 중대한 하자가 발생하지 않도록 설계

## 10. 행정절차이행 및 유관기관 협의

- 현지 노선측량 실시전 해당시군 담당부서 및 읍면동장과 노선협의 후 측량실시
- 도로표지판, 교통표지판 등 교통안전시설 설치는 관계 전문가 및 관련기관의 의견을 수렴하여 효과적이고 체계적인 시설이 되도록 계획수립
- 배수공의 용배수관은 지역주민 및 관내 리.통장과 공동으로 현지 조사하여 조사자 주소, 성명 및 조사의견을 첨부 제출하고 이를 설계에 필히 반영
- 노선선형 결정 및 교량형식 결정등 기타 협의결정 할 사항은 사전 발주처와 승인을 받은 후 결정시행
- 착공과 동시에 분야별 참여기술자 명단과 세부공정 계획서를 작성 제출
- 관련법 협의서류 작성기준 (해당기관과 공문으로 사전협의 후 설계서 납품시 첨부)
  - 하천법의 규정에 의한 하천공사 시행의 허가 및 점용허가에 관한 제반서류 작성
  - 공유수면 관리법의 규정에 의한 점용 및 사용의 허가에 관한 제반서류 작성
  - 공유수면 매립법의 규정에 의한 매립허가에 관한 제반서류 작성
  - 산지관리법의 규정에 의한 산지점용허가에 관한 제반서류 작성
  - 산림법의 규정에 의한 벌목의 허가에 관한 제반서류 작성

- 사방사업법 규정에 의한 벌목의 벌채 등의 허가에 관한 제반서류 작성
- 도시계획 구역내 도로는 도시계획 변경절차 이행에 관한 제반서류 작성
- 농지법의 규정에 의한 농지전용의 허가 및 협의에 관한 제반서류 작성  
(시·군, 한국농촌공사 관할 구역 별로 구분 작성)
- 초지법의 규정에 의한 초지전용의 허가에 관한 제반서류 작성
- 군사시설 보호법의 규정에 의한 사전협의
- 환경정책법에 의한 사전환경성 검토 협의 및 협의결과 반영
- 우·오수처리 대책 수립시 하수도 기본계획수립 여부를 확인 후 사전협의 절차이행
- 공원구역에 대한 공원계획 변경절차 및 공원관련기관 사전협의 이행
- 문화재 보호구역 접촉여부 조사 후 관련기관 협의 후 제반서류 작성
- 농촌공사 및 농업관련시설물의 변경, 이설시 해당기관과 현지합동조사 협의 후 결정
- 경지정리 예정지구는 사업 시행부서와 협의하여 선형결정
- 사토장, 토취장 부지에 대한 형질변경 허가 등의 서류작성(토지주 사용승락 첨부)
- 실시설계용역 참여기술자 분야별 명단제출(도면작성자 포함-책임한계 명확히 구분)
- 보조기층재
  - 하천골재 : 현지조사 후 해당시군과 사전협의
  - 석산골재 : 허가사항 확인하고 골재상태 조사(규격별 견적서 첨부)
- 공공측량 시행 대상사업은 용역기간내 측량수로조사 및 지적에 관한 법률 제17조 및 제 18조의 규정에 의거 공공 측량작업 규정 승인 및 심사 절차 이행
- 기타 타 법령과의 저촉여부를 빠짐없이 협의하여 성실한 과업수행에 임할 것

■ 환경·재해·교통 평가대상 및 협의 시기

1) 소규모 환경영향평가

- 환경보전이 필요한 지역이나 난개발이 우려되어 계획적 개발이 필요한 지역에서 개발 사업을 시행할 때에 입지의 타당성과 환경에 미치는 영향을 미리조사·예측·평가하여 환경보전방안을 마련하기 위해 도입된 제도
- 관련 법률 : 「환경영향평가법」 제43조, 동법 시행령 제59조에 의거
- 소규모 환경영향평가 검토의 대상

| 구 분                |          | 평가대상 범위    | 비 고        |
|--------------------|----------|------------|------------|
| 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 | 보전관리지역   | 5,000㎡ 이상  | 계획관리지역(공장) |
|                    | 생산관리지역   | 7,500㎡ 이상  | 농림지역       |
|                    | 계획관리지역   | 10,000㎡ 이상 | 준농림지역 포함   |
|                    | 농림지역     | 7,500㎡ 이상  |            |
|                    | 자연환경보전지역 | 5,000㎡ 이상  |            |

- 협의요청시기 : 개발사업의 허가(허가, 인가, 승인, 면허, 결정, 지정 등)전
- 환경부장관과 협의를 거쳐 확정된 최하위 실행계획성격의 개발기본계획(『국토의계획 및 이용에 관한 법률』 제2조 제4호 마목에 따른 지구단위계획구역의 지정·변경 또는 지구단위계획에 관한 도시·군관리계획의 경우에는 지구단위계획을 말한다)에 정해진 지역에서의 개발사업은 소규모 환경영향평가 대상에서 제외한다.

2) 전략환경영향평가

- 환경에 영향을 미치는 상위계획을 수립할 때에 환경보전계획과의 부합 여부 확인 및 대안의 설정·분석 등을 통하여 환경적 측면에서 해당 계획의 적정성 및 입지의 타당성 등을 검토하여 국토의 지속가능한 발전을 도모하기 위해 도입된 제도임
- 관련 법률 : 「환경영향평가법」 제9조, 동법 시행령 제7조에 의거
- 전략환경영향평가 대상계획 및 협의 요청 시기(「환경영향평가법 시행령」 별표2참조)

① 정책계획

| 구분     | 정책계획의 종류                     | 협의 요청시기                                       |
|--------|------------------------------|---|
| 도로의 건설 | • 「도로법」 제6조제1항에 따른 도로건설·관리계획 | • 「도로법」 제6조제5항에 따라 도로 관리청이 관계 행정기관의 장과 협의하는 때 |

② 개발기본계획

| 구분     | 개발기본계획의 종류   | 협의 요청시기  |
|--------|--|--|
| 도로의 건설 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 「농어촌도로 정비법」 제6조에 따른 도로기본계획</li> <li>• 「도로법」 제2조 제1호 및 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제13호에 따른 도로(고속국도는 제외한다)의 건설공사 계획(별표 3 제5호에 따른 환경영향평가 대상사업 규모 이상인 경우로 한정한다)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 「농어촌도로 정비법」 제6조제1항에 따라 시·도지사가 승인하기 전</li> <li>• 「건설기술 진흥법 시행령」 제71조 또는 제73조에 따른 기본설계 또는 실시설계의 도로노선을 선정하는 때</li> </ul> |

4) 개발기본계획이 다른 전략환경영향평가, 환경영향평가 또는 소규모 환경영향평가 협의를 통해 환경영향평가등의 분야별 세부 평가항목에 대한 검토가 충분히 이루어졌다고 협의기관의 장이 인정하는 경우에는 전략환경영향평가 대상계획에서 제외한다.

3) 환경영향평가

- 관련 법률 : 「환경 영향평가법」 시행령 및 시행규칙, 환경영향조사 등에 관한 규칙에 의거
- 환경영향평가 대상(제22조 5항)

| 구분     | 평가 대상 기준   | 비고  |   |
|--------|--|---|---|
| 도로의 건설 | 신설   | • 연장 4km 이상(도시지역 폭 25m이상 도로)  | - 도로법 제2조 1호, 제7조, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제2조 13호 |
|        | 확장   | • 2차로 이상으로서 10km 이상   |   |
|        | 신설+확장  | • $\frac{\text{신설구간 길이의 합}}{4km} + \frac{\text{확장구간 길이의 합}}{10km} \geq 1$ |   |
|        | 도시+비도시   | • $\frac{\text{비도시구간 길이의 합}}{4km} + \frac{\text{도시구간 길이의 합}}{4km} \geq 1$ |   |
| 재협의    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 협의내용이 통과된 날부터 5년 이내 착공하지 않은 사업</li> <li>• 공사가 7년 이상 중지되었다가 다시 착공하는 사업</li> <li>• 변경규모가 30%이상 증가 확대된 사업</li> </ul> |   |   |
| 변경 협의  | • 재협의 대상에 해당되지 않으며 변경규모가 10%이상 증가 확대된 사업   |   |   |

※ 「자연환경보전법」에 의거 자연경관영향의 협의내용 포함

- 협의요청시기
  - 도시계획사업 : 실시계획 인가 전(국토의 계획 및 이용에 관한법률 제88조 제2항)
  - 그 밖의 경우 : 도로법 제24조의 규정에 의한 도로구역 결정전

3) 사전재해영향성검토협의

- 관련 법률 : 「자연재해대책법」 제4조, 동법시행령 제6조에 의거
- 사전재해영향성검토협의 대상(제6조)

| 구 분      | 평 가 대 상 기 준                               | 비 고                             |
|----------|---|---------------------------------|
| 교통시설의 건설 | • 도로법 제23조의 규정에 의한 도로공사<br>(신설 및 개축만 해당됨) | • 공사시행전<br>• 협의대상<br>:재난안전대책본부장 |

※ 1) 재해영향평가를 받은 대상사업은 제외한다.

2) 사전재해영향성검토협의 실무지침서(중앙재난안전대책본부, 소방방재청) 참조

- 협의요청시기 : 공사 시행

4) 교통영향평가(개정 2015.7.24)

- 관련 법률

- 「도시교통정비 촉진법」 15조, 동법시행령13조의 2에의거
- 교통영향 대책 수립 지침

- 교통영향대상사업의 범위

(도시교통정비촉진법 시행령 제13조의2 제3항 및 제13조의3 제1항 관련)

| 구 분             | 대 상 사 업 의 범 위   | 제출시기 또는 심의요청시기         |
|-----------------|---|------------------------|
| 도 로<br>의<br>건 설 | 「도로법 제8조에 따른 도로의 건설」<br>• 총길이 5km 이상인 신설노선 중 인터체인지·분기점·교차부분 및 다른 간선도로와의 접속부 | 도로법 제24조에 따른 도로구역의 결정전 |

※ 기타항목은 해당 법조문 참조

- 변경심의(도시교통정비촉진법 제21조 및 동법 시행령 제13의6)

| 변경심의요건   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 협의내용이 통보된 날부터 5년 이내에 착공하지 않은 경우</li> <li>• 변경되는 사업·건축물의 규모의 증가가 통보된 개선필요사항 등에 포함된 규모보다 100분의 30이상 증가하는 경우 및 교통영향 수립대상의 사업규모 이상 증가하는 경우</li> <li>• 공사가 7년이상 중지된 후 다시 공사를 시작하는 경우</li> <li>• 토지의 이용을 변경하거나 건축물의 배치를 변경하여 개선필요사항 등에 포함된 교통개선 대책의 실효성이 현저히 감소된 경우와 사업지구의 외부교통개선대책의 이행이 불가능한 경우</li> <li>• 교통개선대책의 변경허용 인정 범위를 초과하여 교통개선대책을 변경하는 경우</li> </ul> |

● 변경신고(교통영향 대책 수립지침 제29조 2항)

| 변경신고요건  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 교통영향평가의 변경허용 인정범위내에서 교통개선대책을 변경하는 경우</li> <li>● 대상사업의 규모를 수립대상사업의 범위 미만으로 축소할 경우</li> <li>● 해당 사업지구 또는 인근 지역에 천재지변이 발생하거나 해당 사업지구 또는 인근지역에 교통개선사업 등 공익사업(관계법률에 따라 공익을 목적으로 허가·인가·승인 등을 받은 사업을 말한다)의 시행으로 교통개선대책의 내용이 변경되는 경우</li> <li>● 도시계획도로의 확폭, 도로의 선형 변경 등으로 이미 수립된 교통개선대책이 필요하지 않은 경우</li> <li>● 해당 사업의 심의내용에서 제시된 교통개선대책이 다른 사업의 시행에 따라 교통개선대책의 내용이 변경된 경우</li> <li>● 산업단지에서 진출입로 개설 또는 폐지하는 경우 「산업입지 및 개발에 관한 법률」에 따라 설치된 산업단지관리기관 또는 해당 시장·군수·구청장의 의견을 수렴한 경우</li> <li>● 토지의 합병 또는 분할에 따라 변경되는 교통개선대책의 내용이 경미하다고 승인관청이 판단한 경우</li> <li>● 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에서 정한 제1종 지구단위계획과 관련한 도시관리계획의 정비시 변경되는 교통개선대책의 내용이 경미하다고 승인관청이 판단한 경우</li> <li>● 교통개선대책의 변경허용 인정범위를 초과하여 교통개선대책을 변경하는 경우라도 교통소통과 안전에 지장이 없다고 해당 위원회 위원 등 교통전문가에게 확인서 받은 경우</li> <li>● 교통안전시설 심의위원회(경찰서) 심의결과에 따라 교통안전시설에 대한 교통개선대책이 변경되는 경우</li> </ul> |

● 심의요청시기

- 도로의 건설 : 도로법 제24조의 규정에 의한 도로구역 결정전

**11. 공사시방서 작성방법**

- 공사시방서는 공사의 질적 요구조건인 계약도서(계약도서의 하나로서 공사에 사용될 자재(성능, 규격 및 시험 등)에 관한 사항과 시공방법 시공상태 및 허용오차등 시공에 관한사항, 해당공종과 관련되는 다른 공종과의 관계 및 공사전반에 걸친 유의사항과 절차 등의 기술적인 사항을 규정하여 작성
- 설계도면에 표시된 공사의 범위, 시공상세도, 규모, 배치 등 도형으로 설명할 수 없는 내용의 보완 역할이 충분히 되도록 해당공사를 확실히 이해할 수 있도록 작성
- 공사수행 과정에 도급자가 이행하여야 할 절차 등을 명확히 규정하여 원활한 계약 이행을 도모하도록 작성
- 설계도면과 상충되지 않도록 작성하여 시설물별 시공기준 인용시 중복 또는 상충되는 내용이 없도록 유의하여 작성
- 당해 공사조건에 적합하게 시방서에서 불필요한 내용의 삭제와 필요한 내용의 추가가 반드시 필요하다.

(불필요하거나 적용할 수 없는 본문을 수록하는 것은 공사 기간중 도급업자가 시방서를 무시하는 요인이 되고 입찰자가 공사비에 불필요한 비용을 추가 시키는 원인이 되어 이로 인하여 본래의 공사 범위가 모호해 진다.)

## Ⅱ. 도로공사설계요령

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 2.01 도로의 구조·시설기준----- | 24  |
| 2.02 토 공 -----        | 55  |
| 2.03 비탈면 안전공 -----    | 79  |
| 2.04 배 수 공-----       | 93  |
| 2.05 구조물공 -----       | 110 |
| 2.06 터 널 공 -----      | 173 |
| 2.07 포 장 공 -----      | 224 |
| 2.08 교통안전시설공 -----    | 268 |
| 2.09 부 대 공 -----      | 299 |

## 2.01 도로의 구조·시설기준

### 1. 도로의 구분

- 도로는 고속도로 및 일반도로로 구분한다.

- 지방지역에 소재하는 일반도로의 기능별 구분에 상응하는 도로법 제11조의 규정에 의한 도로의 종류는 다음 표와 같다.

| 일반도로(지방지역 소재) | 도로의 종류                         |
|---------------|--------------------------------|
| 주간선도로         | 일반국도,<br>특별시도·광역시도             |
| 보조간선도로        | 일반국도,<br>특별시도·광역시도,<br>지방도, 시도 |
| 집산도로          | 지방도, 시도,<br>군도, 구도             |
| 국지도로          | 군도, 구도                         |

### 2. 설계기준자동차

도로의 구분에 따른 설계기준자동차는 다음 표와 같다. 다만, 우회할 수 있는 도로(당해 도로의 기능 이상의 도로에 한한다)가 있는 경우에는 도로의 구분에 관계없이 대형자동차 또는 소형자동차를 설계기준자동차로 할 수 있다.

| 도로의 구분        | 설계기준자동차         |
|---------------|-----------------|
| 고속도로 및 주간선도로  | 세미트레일러          |
| 보조간선도로 및 집산도로 | 세미트레일러 또는 대형자동차 |
| 국지도로          | 대형자동차 또는 승용자동차  |

### 3. 설계속도

설계속도는 도로의 구분에 따라 다음 표의 속도 이상으로 한다. 다만, 지형상황 및 경제성 등을 고려하여 필요한 경우에는 다음 표의 속도에서 시속 20킬로미터 범위안의 속도를 뺀 속도를 설계속도로 할 수 있다.

| 도로의 구분 | 지방지역(킬로미터/시간) |     |    | 도시지역 |
|--------|---------------|-----|----|------|
|        | 평지            | 구릉지 | 산지 |      |
| 주간선도로  | 80            | 70  | 60 | 80   |
| 보조간선도로 | 70            | 60  | 50 | 60   |
| 집산도로   | 60            | 50  | 40 | 50   |
| 국지도로   | 50            | 40  | 40 | 40   |

#### 4. 횡단구성

##### 가. 차 로

차로의 폭은 차선의 중심선에서 인접한 차선의 중심선까지로 하며, 도로의 구분, 설계속도 및 지역에 따라 다음 표의 폭 이상으로 한다. 다만, 설계기준자동차 및 경제성을 고려하여 필요한 경우에는 차로 폭을 3미터 이상으로 할 수 있다.

| 설계속도(킬로미터/시간) | 차로의 최소 폭(미터) |      |       |
|---------------|--------------|------|-------|
|               | 지방지역         | 도시지역 | 소형차도로 |
| 80 이상         | 3.50         | 3.25 | 3.25  |
| 70 이상         | 3.25         | 3.25 | 3.00  |
| 60 이상         | 3.25         | 3.00 | 3.00  |
| 60 미만         | 3.00         | 3.00 | 3.00  |

- \* 교통 특성과 지역 여건 등에 따라 필요한 경우 회전차로의 폭과 설계속도가 시속 40킬로미터 이하인 도시지역 차로의 폭은 2.75미터 이상으로 할 수 있다.
- \* 설계기준자동차 및 경제성을 고려하여 필요하다고 인정된 경우 : 3m 이상
- \* 접경지역 지원 특별법 제2조제1호에 따른 접경지역에서 폭 3.5m 이상 군용차량의 통행이 빈번하여 교통사고 위험성이 높은 경우 : 3.5m 이상

##### 나. 차로의 분리

- 도로에는 차로를 통행의 방향별로 분리하기 위하여 중앙선을 표시하거나 중앙분리대를 설치하여야 한다. 다만, 4차로 이상인 도로에는 도로기능과 교통 상황에 따라 안전하고 원활한 교통을 확보하기 위하여 필요한 경우 중앙분리대를 설치하여야 한다.
- 중앙분리대 내에는 시설물을 설치할 수 있으며 중앙분리대의 폭은 도로의 구분에 따라 다음 표의 값 이상으로 한다. 다만, 자동차 전용도로의 경우는 2미터 이상으로 한다.

| 도로의 구분  | 중앙 분리대의 최소폭(미터) |      |         |
|---------|-----------------|------|---------|
|         | 지방지역            | 도시지역 | 소형차전용도로 |
| 일 반 도 로 | 1.5             | 1.0  | 1.0     |

- 중앙분리대에는 측대를 설치하여야 한다. 이 경우 측대의 폭은 설계속도가 시속 80킬로미터 이상인 경우는 0.5미터 이상으로, 시속 80킬로미터 미만인 경우는 0.25미터 이상으로 한다.

- 중앙분리대의 분리대에 노상시설을 설치하는 경우 중앙분리대의 폭은 제18조의 규정에 의한 시설한계가 확보되도록 정하여야 한다.
- 차로를 왕복방향별로 분리하기 위하여 노면표시를 하는 경우 각 노면표시의 중심간의 간격은 0.5미터 이상으로 한다.

다. 길 어 깨

- ① 도로에는 차도와 접속하여 길어깨를 설치하여야 한다. 다만, 보도 또는 주정차대가 설치되어 있는 경우에는 설치하지 아니할 수 있다.
- ② 차도의 오른쪽에 설치하는 길어깨의 폭은 도로의 구분과 설계속도에 따라 다음 표의 폭 이상으로 하여야 한다. 다만, 오르막차로 또는 변속차로 등의 차로와 길어깨가 접속되는 구간에서는 0.5미터 이상으로 할 수 있다.

| 설계속도(킬로미터/ 시간) | 차도 오른쪽 길어깨의 최소폭(미터) |      |       |
|----------------|---------------------|------|-------|
|                | 지방지역                | 도시지역 | 소형차도로 |
| 80 이상          | 2.00                | 1.50 | 1.00  |
| 60 이상 - 80 미만  | 1.50                | 1.00 | 0.75  |
| 60 미만          | 1.00                | 0.75 | 0.75  |

- ③ 일방통행도로 등 분리도로의 차도 왼쪽에 설치하는 길어깨의 폭은 도로의 구분과 설계속도에 따라 다음 표의 폭 이상으로 한다.

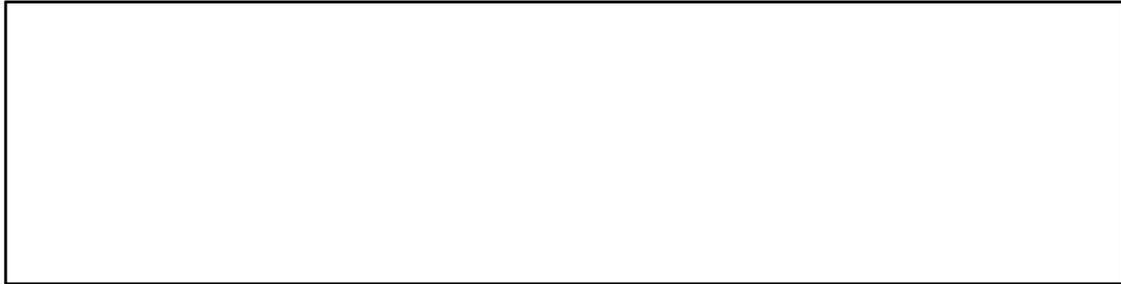
| 설계속도(킬로미터/ 시간) | 차도 왼쪽 길어깨의 최소폭(미터) |       |
|----------------|--------------------|-------|
|                | 지방지역 및 도시지역        | 소형차도로 |
| 80 이상          | 0.75               | 0.75  |
| 80 미만          | 0.50               | 0.50  |

- ④ 제2항 및 제3항에도 불구하고 터널, 교량, 고가도로 또는 지하차도에 설치하는 길어깨의 폭은 일반도로의 경우에는 0.5미터 이상으로 할 수 있다. 다만, 길이 1천 미터 이상의 터널 또는 지하차도에서 오른쪽 길어깨의 폭을 2미터 미만으로 하는 경우에는 최소 750미터의 간격으로 비상주차대를 설치하여야 한다.
- ⑤ 길어깨에는 측대를 설치하여야 한다. 이 경우 측대의 폭은 설계속도가 시속 80킬로미터 이상인 경우에는 0.5미터 이상으로 하고, 80킬로미터 미만이거나 터널인 경우에는 0.25미터 이상으로 한다.
- ⑥ 차도에 접속하여 노상시설을 설치하는 경우 노상시설의 폭은 길어깨의 폭에 포함되지

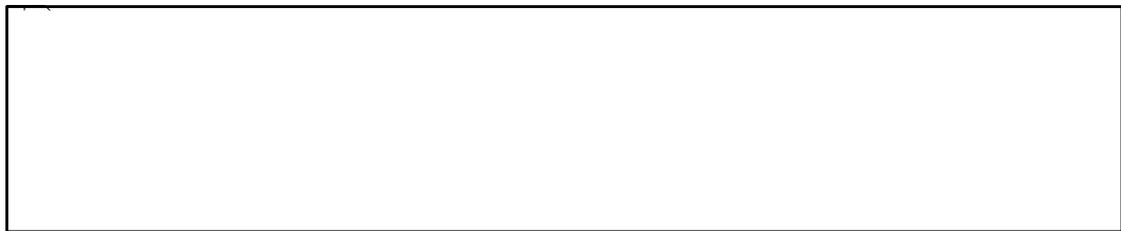
아니한다.

■ 횡 단 구 성 (예)

○ 4차로 지방도 : 설계속도 80km/h



○ 2차로 지방도 : 설계속도 60km/h



- ※ 지역여건, 전후 도로조건, 보행자 여건 등 감안 차로 및 길어깨 폭원 등을 결정하여 설계방침 시 조정 시행 가능
- ※ 도로의 이용 상황, 보행자 보호, 주변 여건 등을 고려하여 중앙선을 복선(분리폭 0.5m)으로 설치 할 수 도 있다.

라. 보 도

보행자의 안전과 자동차 등의 원활한 통행을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 도로에 보도를 설치하여야 하며 「보도의 설치 및 관리지침 2011,07, 국토해양부」에 준하도록 한다.

보도는 연석(緣石)이나 방호울타리 등의 시설물을 이용하여 차도와 분리하여야 하고, 필요하다고 인정되는 지역에는 「교통약자의 이동편의 증진법」에 따른 이동편의시설을 설치하여야 한다.

차도와 보도를 구분하는 경우에는 차도에 접하여 연석을 설치하는 경우 그 높이는 25센티미터 이하, 횡단보도에 접한 구간으로서 필요하다고 인정되는 지역에는 「교통약자의 이동편의 증진법」에 따른 이동편의시설을 설치하여야 하며, 자전거도로에 접한 구간은 자전거의 통행에 불편이 없도록 하여야 한다.

보도의 유효폭은 보행자의 통행량과 주변 토지 이용 상황을 고려하여 결정하되, 최소 2미터 이상으로 하여야 한다. 다만, 지방지역의 도로와 도시지역의 국지도로는 지형상 불가능하거나 기존 도로의 증설·개설 시 불가피하다고 인정되는 경우에는 1.5미터 이상으로 할 수 있다.

보도는 보행자의 통행 경로를 따라 연속성과 일관성이 유지되도록 설치하며, 보도에 가로수 등

노상시설을 설치하는 경우 노상시설 설치에 필요한 폭을 추가로 확보하여야 한다.

마. 자전거도로

안전하고 원활한 교통을 확보하기 위하여 자전거, 자동차 및 보행자의 통행을 분리할 필요가 있는 경우에는 자전거도로를 설치하여야 한다. 다만, 지형 상황 등으로 인하여 부득이하다고 인정되는 경우에는 예외로 한다.

자전거도로의 구조와 시설기준에 관하여는 「자전거 이용시설의 구조 · 시설기준에 관한 규칙」 및 「자전거 이용시설 설치 및 관리지침, 2015.1, 국토교통부 및 행정안전부」에서 정하는 바에 따른다.

「자전거 이용 활성화에 관한 법률」 제3조에 의한 자전거도로의 유형은 횡단구성에 따라 다음과 같이 세가지로 구분한다.

1) 자전거 전용도로

자전거전용도로의 설계 시 일방향은 배제하고, 양방향을 고려한 설계 원칙을 준용한다. 단, 차로에 분리형으로 설치되는 자전거전용도로의 경우 일방향 양측 설계를 원칙으로 한다.

가) 자전거 전용도로의 폭과 유형

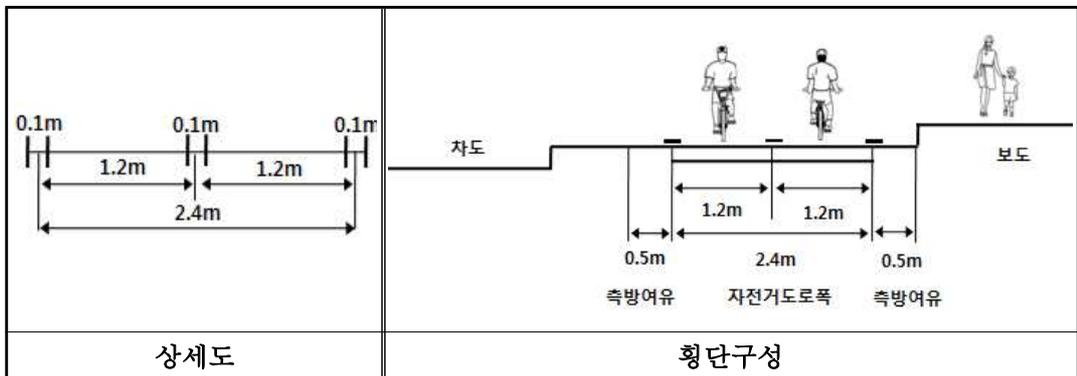
① 자전거전용도로 폭 기준

| 구분  | 자전거전용도로 폭(m) |      |         |
|-----|--------------|------|---------|
|     | 도시지역         | 지방지역 | 공원 및 하천 |
| 양방향 | 2.4          | 3.0  | 3.0     |
| 일방향 | 1.5          | 1.5  | 1.5     |

주) 일방향 설계 시 도로폭은 1.5m 적용. 단, 1.5m를 확보할 수 없는 부득이한 경우 m 적용. 최소폭 1.2

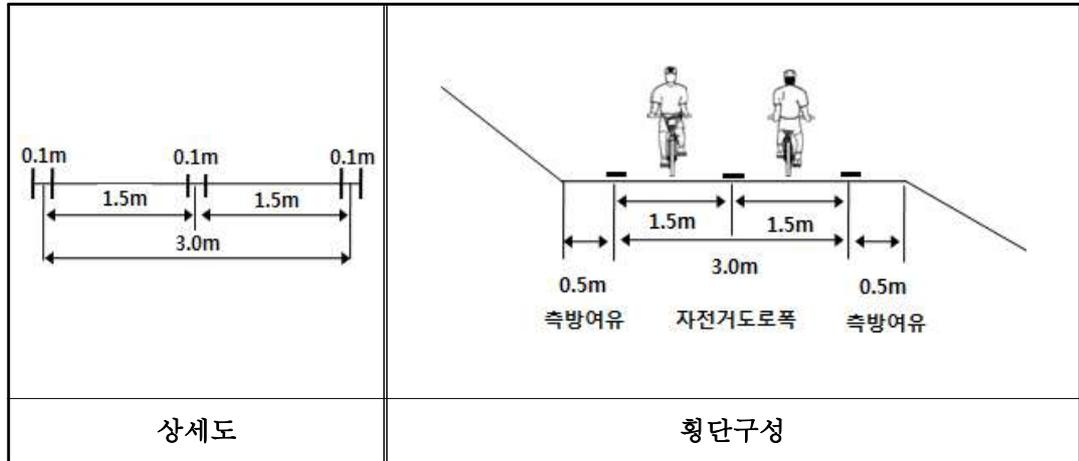
② 자전거전용도로 유형별 횡단구성

○ 도시지역 자전거전용도로



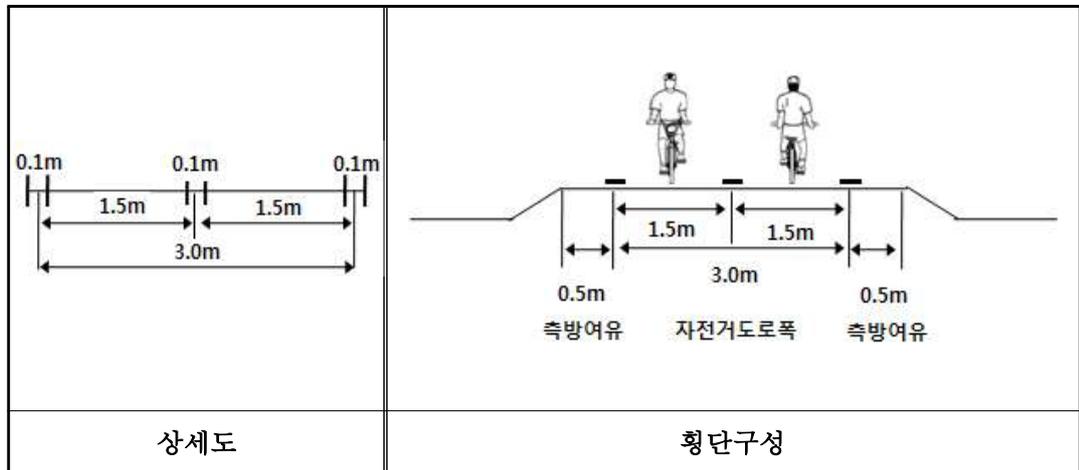
주) 측방여유는 최소 기준임.

○ 지방지역 자전거전용도로



주) 측방여유는 최소 기준임.

○ 공원 및 하천 자전거전용도로



주) 측방여유는 최소 기준임(양방향 원칙).

③ 기존 차도에 분리형 자전거 전용도로 설치

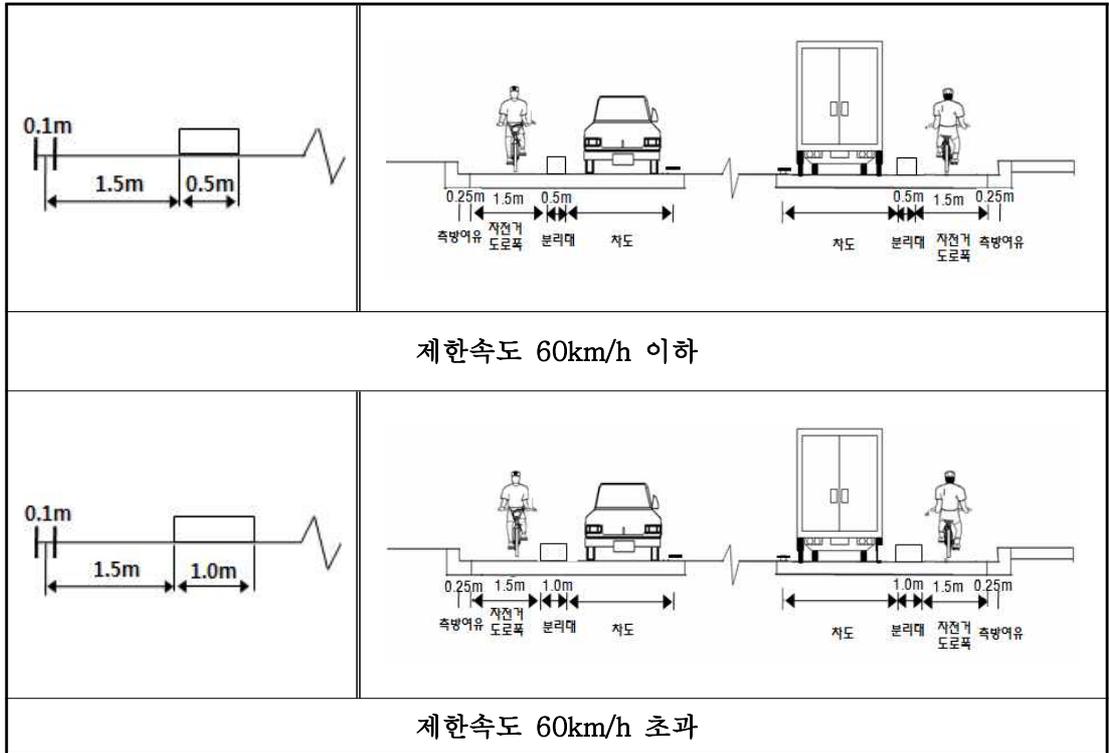
○ 측풍을 고려한 분리대 설치 기준

중차량이 자전거 운전자에게 미치는 측풍을 고려한 분리대 폭은 제한속도 60km/h 이하 도로의 경우 0.5m, 60km/h 초과일 경우 1.0m를 적용한다.

< 분리대 폭 기준 >

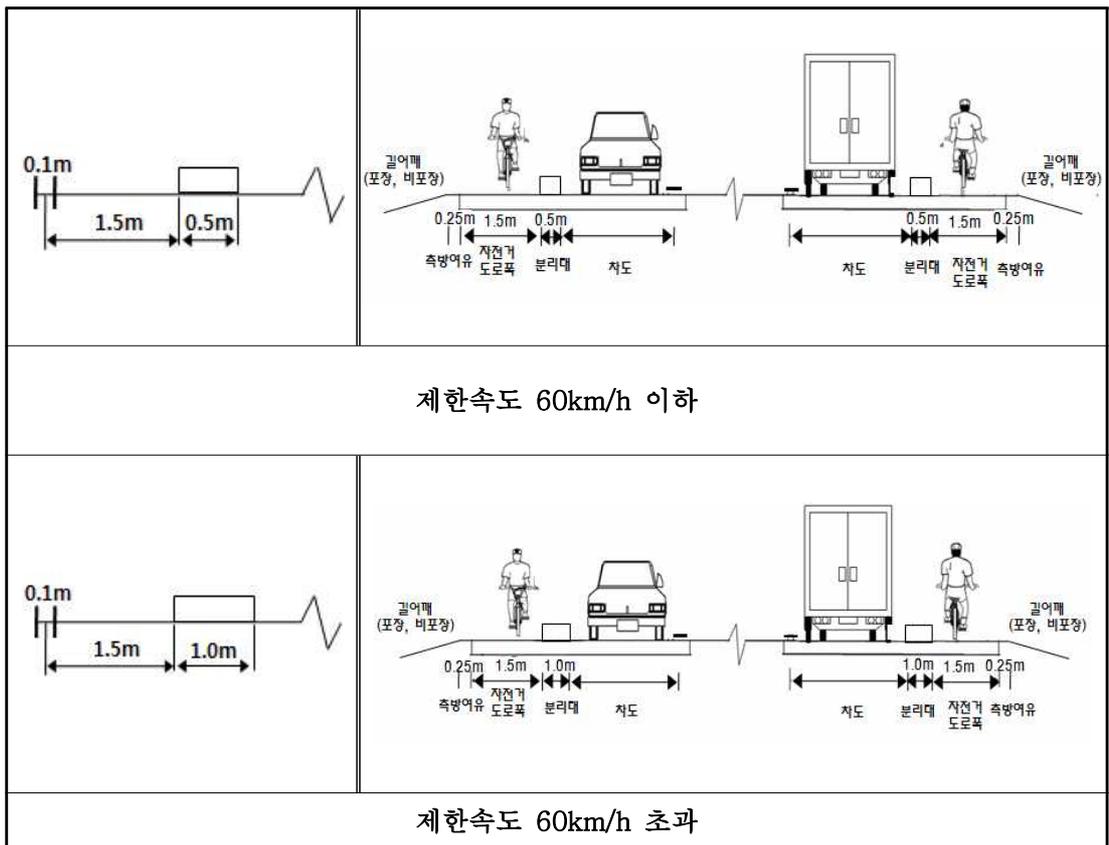
| 제한속도별 구분  | 분리대 폭(m) |
|-----------|----------|
| 60km/h 이하 | 0.5m     |
| 60km/h 초과 | 1.0m     |

○ 분리형 자전거전용도로 횡단구성(도시지역)



분리형 자전거전용도로 횡단구성(도시지역)

○ 분리형 자전거전용도로 횡단구성(지방지역)



분리형 자전거전용도로 횡단구성(지방지역)

## 2) 자전거보행자겸용도로

자전거보행자겸용도로는 분리 시 자전거도로 폭 1.5m를 적용하고 보행자도로의 경우는 유효보도폭 2.0m이고, 비분리시는 3.0m로 설치한다. 자전거보행자겸용도로는 측면에 0.25m 이상의 측방여유를 확보한다. 자전거보행자겸용도로의 선형, 경사, 기타 구조는 자전거·보행자가 안전하고 원활하게 통행하는 것이 가능하도록 해야 한다.

### 가) 자전거보행자겸용도로의 횡단구성 요소

#### ① 유효보도 폭 고려

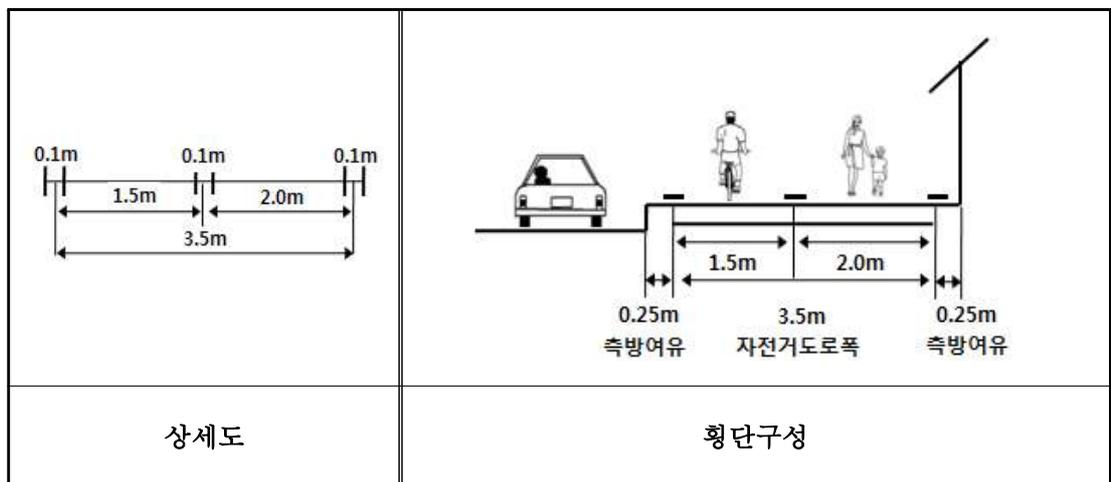
자전거보행자겸용도로에서 보도의 유효폭은 보행자의 교통량과 주변 토지 이용 상황을 고려하여 결정하되, 최소 2.0m 이상으로 해야 한다. 다만, 도시지역의 국지도로와 지방지역 도로는 기존 도로의 증설·개설시 및 주변 지형 여건, 지장물 등으로 유효보도폭 2.0m를 확보할 수 없는 경우에는 1.2m까지 유효보도폭을 축소할 수 있다.

### 나) 자전거보행자겸용도로 구분 기준

#### ① 도시지역 자전거보행자겸용도로 폭(분리)

| 자전거보행자겸용도로 폭 (m) |     |     |
|------------------|-----|-----|
| 자전거도로            | 보도  | 합계  |
| 1.5              | 2.0 | 3.5 |

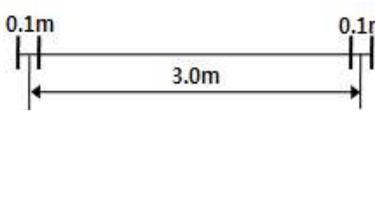
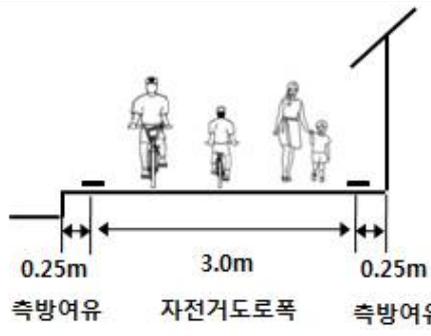
주) 도시지역 보도폭은 부득이한 경우 1.2m까지 축소 할 수 있음.



주) 측방여유는 최소 기준임.

도시지역 자전거보행자겸용도로 횡단구성(분리)

② 도시지역 자전거보행자겸용도로 폭(비분리)

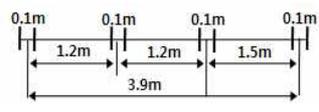
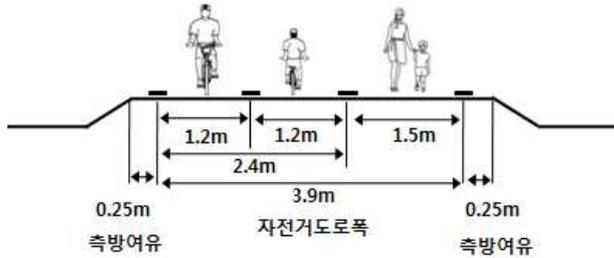
| 자전거보행자겸용도로 폭(m)   |  | 3.0 |
|---|--|-----|
|  |  |     |
| 상세도   | 횡단구성   |     |

주) 측방여유는 최소 기준임.  
도시지역 자전거보행자겸용도로 횡단구성(비분리)

③ 하천변 자전거보행자겸용도로(분리)

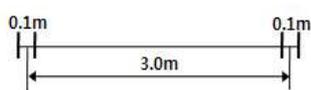
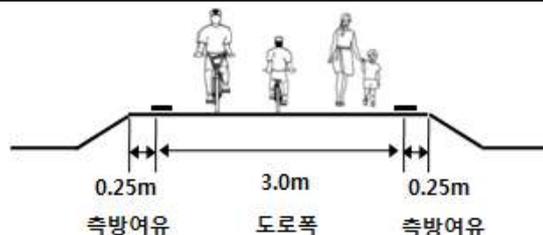
| 자전거보행자겸용도로 폭 (m) |     |     |
|------------------|-----|-----|
| 자전거도로            | 보도  | 합계  |
| 2.4              | 1.5 | 3.9 |

주) 도시지역 보도폭은 부득이한 경우 1.2m까지 축소 할 수 있음.

|   |  |  |
|---|--|--|
|  |  |  |
| 상세도   | 횡단구성   |  |

주) 측방여유는 최소 기준임.  
하천변 분리 자전거보행자겸용도로 횡단구성

④ 하천변 자전거·보행자 겸용도로(비분리)

| 자전거보행자겸용도로 폭(m)   |  | 3.0 |
|---|--|-----|
|  |  |     |
| 상세도   | 횡단구성   |     |

주) 측방여유는 최소 기준임.  
하천변 비분리 자전거보행자겸용도로 횡단구성

### 3) 자전거 전용차로

#### 가) 자전거전용차로 폭

자전거전용차로는 자전거 외에 다른 차와 도로를 공유하면서 안전표지나 노면표시 등으로 자전거통행구간을 구분한 차로이다.

##### ① 자전거전용차로 폭 기준

자전거전용차로의 폭은 1.5m로 설치한다. 단 부득이한 경우는 최소폭 1.2m까지 설치할 수 있다.

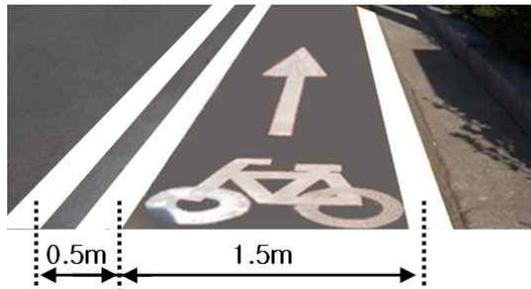
#### 자전거전용차로 폭 기준

|           |      |
|-----------|------|
| 자전거전용차로 폭 | 1.5m |
|-----------|------|

주) 단, 1.5m를 확보할 수 없는 부득이한 경우, 최소폭 1.2m로 설치할 수 있음.

##### ② 자전거전용차로에 측풍을 고려한 분리공간 고려

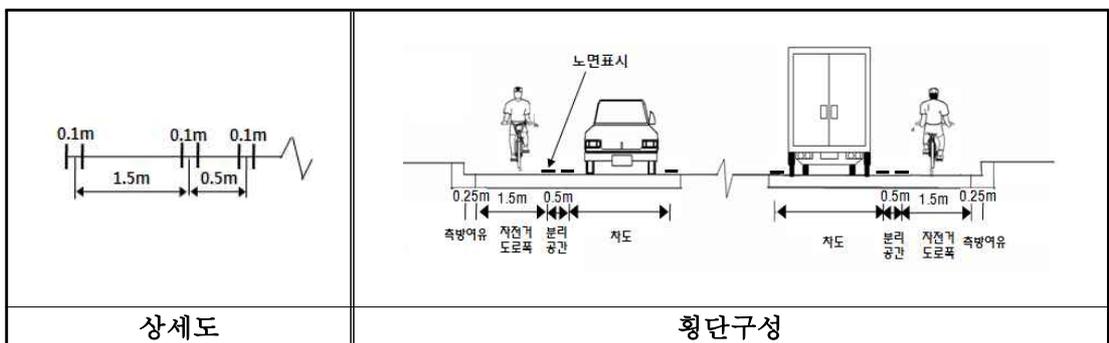
중차량이 자전거 운전자에게 미치는 측풍을 고려하여 제한속도 60km/h 이하의 경우 0.5m, 50km/h 이하의 경우 0.2m의 분리공간을 자전거전용차로와 차도 사이에 확보해야 한다. 분리공간은 백색 복선(실선 또는 점선) 또는 단선(0.2m)으로 표시하며, 차선과 차선의 중앙까지의 폭으로 설치한다. 제한속도 60km/h 초과인 도로에서는 자전거전용차로를 설치하지 않는다.



<그림 3-11> 자전거전용차로 폭 구성

#### 나) 자전거전용차로 횡단구성폭

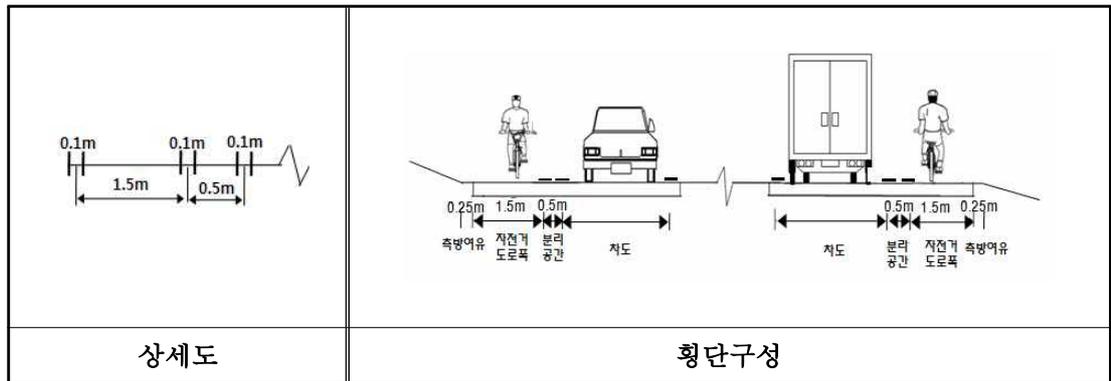
##### ① 도시지역



주) 측방여유는 최소 기준임.

도시지역 자전거전용차로(복선) 횡단구성

② 지방지역



주) 측방여유는 최소 기준임.

지방지역 자전거전용차로(복선) 횡단구성

4) 자전거 도로 폭 특례적용

① 특례의 기본원칙

자전거도로 폭은 1.5m(최소 1.2m)를 확보해야 하나 부득이한 경우 자체 건설기술심의위원회 등의 심의절차를 거쳐 도로관리권자는 측구를 포함하여 1.2m까지 설치할 수 있다. 이 때, 측구는 자전거통행이 가능한 구조로 설계되어야 한다.

② 특례 인정요건

자전거도로 폭의 특례 인정요건은 다음과 같다.

- 보상비 등 공사비용의 현격한 증가가 예상되는 구간
- 기존 건물이나 터널, 교량 등으로 인해 자전거도로 폭 확보가 어려운 구간
- 자전거도로의 설치구간이 편도 1차로로서, 도로 다이어트를 통한 자전거도로 폭 확보가 어려운 구간

② 특례 적용 유형

자전거도로 폭의 특례 적용 유형은 다음과 같다.

- 기존 차도에 분리형 자전거전용도로
- 자전거전용차로

## 바. 환경시설대 등

도로건설로 인한 주변 환경피해를 최소화하기 위하여 필요한 경우에는 생태통로(生態通路) 등의 환경영향저감시설을 설치하여야 한다.

교통량이 많은 도로 주변의 주거지역, 정숙을 요하는 시설이나 공공시설 등이 위치한 지역과 환경보존을 위하여 필요한 지역에는 도로의 바깥쪽에 환경시설대나 방음시설을 설치하여야 한다.

### 1) 설치요건

① 도로교통이 도로 주변 생활환경에 미치는 영향은 당해 도로의 성격, 교통상황(교통량, 대형차 혼입률, 주행속도 등)과 밀접한 관계를 갖고 있으며, 이러한 것을 고려하여 다음에 해당하는 4차로 이상 도로가 대상이 된다.

- 고속도로
- 일반국도 또는 지방도(시도 포함)
- 자동차 전용도로 또는 간선도로

② 도로 주변 토지이용에 대해서는 계획시점에는 택지예정지가 아니더라도 장래 택지로서 양호한 주거환경보전의 필요가 인정되는 지역이면 다음 지역을 대상으로 한다.

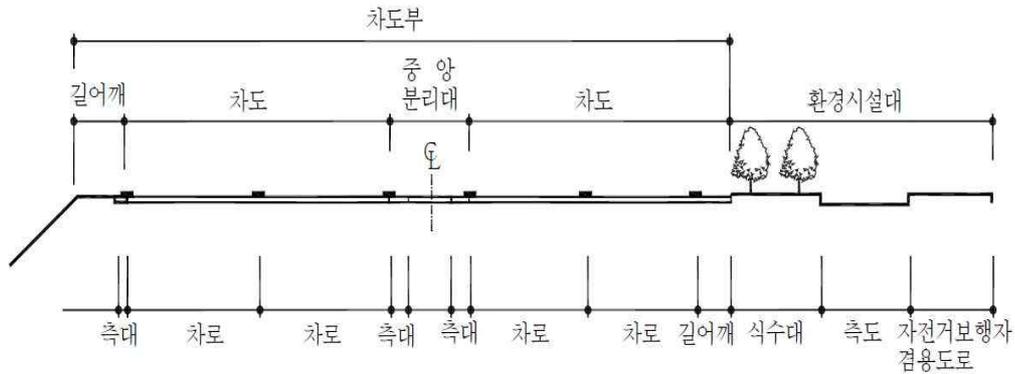
- 주거 전용지역
- 기타지역으로 도로주변 주택의 입지상황, 기타 토지이용의 지정을 감안하여 양호한 주거환경을 보전할 필요가 있는 지역

### 2) 환경시설대의 폭

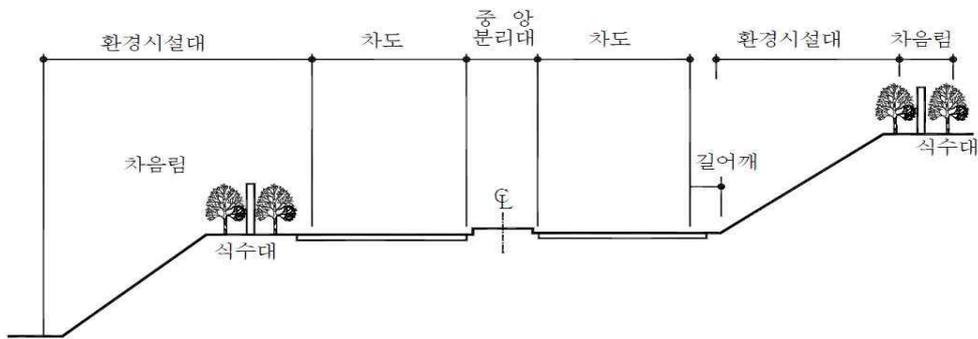
① 일반평면도로 및 고가도로에서는 도로 주변의 생활환경을 보전하기 위하여 차도와 거리를 두어 거리감쇄 효과를 고려하여 도로의 양측 끝에서 폭 10m 정도의 환경시설대를 설치하는 것이 바람직하다.

② 자동차 전용도로에서 도로의 구조가 성토, 절토 또는 다른 도로의 위로 설치되는 고가구조이며 교통량이 많아지는 야간에는 교통상황에 따라 차음벽 등의 시설대 설치 폭을 고려하여 도로의 양측 차도 끝에서부터 폭 20m의 환경시설대를 설치하는 것으로 한다. 단, 도로 주변 건축물이 높게 지어져 차음효과가 있거나, 아니면 도시지역으로서 용지취득이 어렵거나 지가가 높아 경제성이 문제될 경우에는 환경시설대의 폭을 10m 정도로 축소할 수 있다.

- ③ 하천, 철도 등의 지형상황으로 환경시설대의 폭을 10m 또는 20m를 설치하기가 매우 곤란한 경우에는 절토, 성토 등의 경사면을 이용하여 적절한 폭을 취할 수 있다.



(a) 도시지역



(b) 지방지역

#### 사. 시설 한 계

차도, 보도 및 자전거도로의 시설한계는 도로의 종단경사 및 횡단경사를 고려하여 시설한계를 확보하여야 한다.

차도의 시설한계 높이는 4.5미터 이상으로 한다. 다만, 다음의 경우에는 시설한계 높이를 축소할 수 있다.

1. 집산도로 또는 국지도로서 지형 상황 등으로 인하여 부득이하다고 인정되는 경우: 4.2미터까지 축소 가능
2. 소형차도로인 경우: 3미터까지 축소 가능
3. 대형자동차의 교통량이 현저히 적고, 그 도로의 부근에 대형자동차가 우회할 수 있는 도로가 있는 경우: 3미터까지 축소 가능

1) 차도의 시설한계

|                               |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 차도에 접속하여 길어깨가 설치되어 있는 도로      |                                  |
| 터널 및 100미터 이상인 교량을 제외한 도로의 차도 | 터널 및 100미터 이상인 교량의 차도            |
|                               |                                  |
| 차도에 접속하여 길어깨가 설치되어 있지 않은 도로   | 차도 또는 중앙분리대 안에 분리대 또는 교통섬이 있는 도로 |
|                               |                                  |

- a 및 e : 차도에 접속하는 길어깨의 폭. 다만, a가 1미터를 초과하는 경우에는 1미터로 한다.
- b : H (4미터 미만인 경우에는 4미터)에서 4미터를 뺀 값. 다만, 소형차도로는 H(2.8미터 미만인 경우에는 2.8미터)에서 2.8미터를 뺀 값
- c 및 d : 분리대와 관계가 있는 것이면 도로의 구분에 따라 각각 다음 표에서 정하는 값으로 하고, 교통섬과 관계가 있는 것이면 c는 0.25미터, d는 0.5미터로 한다.
- H : 시설한계높이

(단위 : 미터)

| 구 분    | c              | d               |
|--------|----------------|-----------------|
| 고속도로   | 0.25 이상 0.5 이하 | 0.75 이상 1.00 이하 |
| 도시고속도로 | 0.25           | 0.75            |
| 일반도로   | 0.25           | 0.5             |

2) 보도 및 자전거도로의 시설한계

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| 노상시설을 설치하지 않은 보도 및 자전거도로 | 노상시설을 설치하는 보도 및 자전거도로 |
|                          |                       |

( 도로의 구조 시설에 관한 규칙 참조)

## 5. 기하구조

도로의 기하구조는 “도로의 구조·시설기준에 관한 규칙”에서 정한 값을 기준으로 하며  
가급적 여유 있는 값을 적용하여 미래 지향적 설계가 되도록 하여야 한다.

### 가. 도로의 선형

| 구 분              |                             | 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 |          |          |          |          |           |       | 비 고            |                      |
|------------------|-----------------------------|---------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-------|----------------|----------------------|
| 설계속도(Km/hr)      |                             | 80                  | 70       | 60       | 50       | 40       | 30        | 20    |                |                      |
| 평<br>면<br>선<br>형 | 최소곡선반경(m)                   | 280                 | 200      | 140      | 90       | 60       | 30        | 15    | 최대편경사6%<br>적용시 |                      |
|                  | 곡 선 의<br>최 소 길 이            | 5°미만                | 450/θ    | 400/θ    | 350/θ    | 300/θ    | 250/θ     | 200/θ | 150/θ          | 2°미만인<br>경우는 2°적용    |
|                  |                             | 5°이상                | 90       | 80       | 70       | 60       | 50        | 40    | 30             |                      |
|                  | 편경사접속설치비율(m/m)              | 1/150               | 1/135    | 1/125    | 1/115    | 1/105    | 1/95      | 1/85  |                |                      |
|                  | 완화곡선 및 완화구간<br>최소길이(m)      | 50                  | 40       | 35       | (30)     | (25)     | (20)      | (15)  | ( )는 완화구간      |                      |
|                  | 완화곡선 생략 가능한<br>곡선반경(m)      | 1,300               | 1,000    | 700      |          |          |           |       |                |                      |
|                  | 정 지 시 거 (m)                 | 110                 | 95       | 75       | 55       | 40       | 30        | 20    |                |                      |
|                  | 앞지르기시거(m)                   | 540                 | 480      | 400      | 350      | 280      | 200       | 150   |                |                      |
| 중<br>단<br>선<br>형 | 중 단 경 사<br>(%)              | 평지                  | 4<br>(6) | 5<br>(7) | 5<br>(7) | 5<br>(7) | 6<br>(8)  | -     | -              | 간선도로기준<br>( )는 소형차기준 |
|                  |                             | 산지등                 | 7<br>(8) | 7<br>(8) | 8<br>(9) | 8<br>(9) | 9<br>(10) | -     | -              |                      |
|                  | 최소중단곡<br>선<br>변화비율<br>(m/%) | 볼록곡선                | 30       | 25       | 15       | 8        | 4         | 3     | 1              |                      |
|                  |                             | 오목곡선                | 25       | 20       | 15       | 10       | 6         | 4     | 2              |                      |
|                  | 중단곡선최소길이(m)                 | 70                  | 60       | 50       | 40       | 35       | 25        | 20    |                |                      |

## 나. 종 단 경 사

차도의 종단경사는 도로의 구분, 지형상황과 설계속도에 따라 다음 표의 비율 이하로 하여야 한다. 다만, 지형상황, 주변지장물 및 경제성을 고려하여 필요하다고 인정되는 경우에는 다음 표의 비율에 1퍼센트를 더한 값 이하로 할 수 있다.

| 최대종단경사(퍼센트)       |      |      |            |      |      |      |
|-------------------|------|------|------------|------|------|------|
| 설계속도<br>(킬로미터/시간) | 간선도로 |      | 집산도로 및 연결로 |      | 국지도로 |      |
|                   | 평 지  | 산지 등 | 평 지        | 산지 등 | 평 지  | 산지 등 |
| 80                | 4    | 7    | 6          | 9    |      |      |
| 70                | 5    | 7    | 7          | 10   |      |      |
| 60                | 5    | 8    | 7          | 10   | 7    | 13   |
| 50                | 5    | 8    | 7          | 10   | 7    | 14   |
| 40                | 6    | 9    | 7          | 11   | 7    | 15   |
| 30                |      |      | 7          | 12   | 8    | 16   |
| 20                |      |      |            |      | 8    | 16   |

※ 산지 등 : 산지, 구릉지, 지하차도 및 고가도로 설치가 필요한 평지

※ 소형차도로의 종단경사는 도로의 구분, 지형 상황과 설계속도에 따라 적용하며 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」 참조

## 다. 시 거

시거란 운전자의 안전을 위하여 그 도로의 설계속도에 따라 필요한 길이를 전구간에 걸쳐서 확보하여야 하는 정지시거와 양방향 2차로 도로에서 그 도로의 효율적인 운영을 위한 앞지르기시거가 있다.

도로의 선형 계획시 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」에 의거 그 도로의 설계속도에 따라 제시된 기준값 이상의 정지시거 및 앞지르기 시거를 확보하여 계획하여야 하며 장래 도로주변의 개발, 도로의 시설 및 구조물(중앙분리대, 방현망, 방음벽, 옹벽 등)로 인한 운전자의 시야가 가리지 않도록 시거를 확보하여야 한다.

### 1) 정지시거

정지시거란 운전자가 같은 차로상에 있는 고장차 등의 장애물 또는 위험요소를 알아차리고 제동을 걸어서 안전하게 정지하거나 혹은 장애물을 피해서 주행하기 위하여 필요한 길이를 말한다.

| 설계속도<br>(km/h) | 노면 습윤상태        |      |            | 노면 동결시         |      |            | 터널 내 구간        |      |            |
|----------------|----------------|------|------------|----------------|------|------------|----------------|------|------------|
|                | 적용속도<br>(km/h) | f    | 적용치<br>(m) | 적용속도<br>(km/h) | f    | 적용치<br>(m) | 적용속도<br>(km/h) | f    | 적용치<br>(m) |
| 100            | 85             | 0.29 | 155        | 60             | 0.15 | 140        | 100            | 0.56 | 140        |
| 90             | 76.5           | 0.30 | 130        | 60             | 0.15 | 140        | 90             | 0.57 | 120        |
| 80             | 68             | 0.30 | 110        | 60             | 0.15 | 140        | 80             | 0.58 | 100        |
| 70             | 63             | 0.31 | 95         | 60             | 0.15 | 140        | 70             | 0.59 | 85         |
| 60             | 54             | 0.32 | 75         | 50             | 0.15 | 100        | 60             | 0.60 | 70         |
| 50             | 45             | 0.34 | 55         | 40             | 0.15 | 70         | 50             | 0.61 | 55         |
| 40             | 36             | 0.37 | 40         | 30             | 0.15 | 45         | 40             | 0.63 | 40         |
| 30             | 30             | 0.44 | 30         | 20             | 0.15 | 25         | 30             | 0.64 | 30         |
| 20             | 20             | 0.44 | 20         | 20             | 0.15 | 25         | 20             | 0.65 | 20         |

- 정지시거 계산식

$$D = d_1 + d_2 = \frac{V}{3.6} t + \frac{V^2}{254f} = 0.694V + \frac{V^2}{254f}$$

$$= 0.694V + \frac{V^2}{254(f \pm s/100)} \text{ (종단경사를 고려할 경우)}$$

D : 정지시거 (m)

d<sub>1</sub> : 반응시간 동안의 주행거리

d<sub>2</sub> : 제동정지거리

V : 주행속도 (km/h)

t : 반응시간 (2.5초)

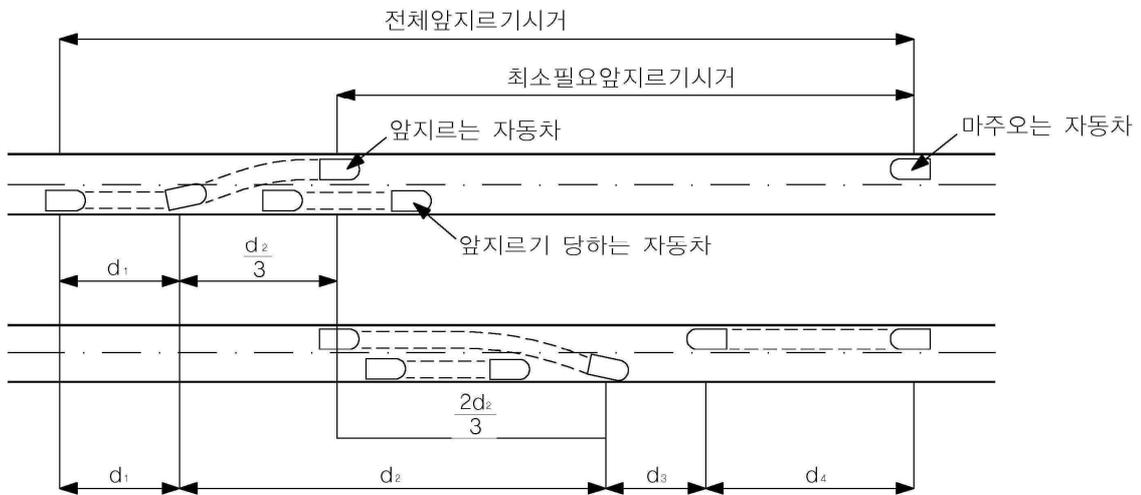
f : 노면 상태에 따른 종방향 미끄럼마찰계수

s : 종단경사 (%)

2) 앞지르기 시거

양방향 2차로 도로에서는 고속 자동차가 저속 자동차를 안전하게 앞지를 수 있도록 충분한 시거가 확보되는 구간을 적정한 간격으로 두어야 한다.

| 설계속도<br>(km/h) | V<br>(km/h) | V <sub>0</sub><br>(km/h) | d <sub>1</sub>             |                         |                       | d <sub>2</sub>          |                       | d <sub>3</sub><br>(m) | d <sub>4</sub><br>(m) | 앞지르거시거(m) |            |
|----------------|-------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|------------|
|                |             |                          | a<br>(m/sec <sup>2</sup> ) | t <sub>1</sub><br>(sec) | d <sub>1</sub><br>(m) | t <sub>2</sub><br>(sec) | d <sub>2</sub><br>(m) |                       |                       | 계산치       | 규정치        |
| 80             | 80          | 65                       | 0.65                       | 4.3                     | 83.6                  | 10.4                    | 231.1                 | 70                    | 154.1                 | 538.8     | <b>540</b> |
| 70             | 75          | 60                       | 0.64                       | 4.0                     | 71.8                  | 10.0                    | 208.3                 | 60                    | 138.9                 | 479.0     | <b>480</b> |
| 60             | 65          | 50                       | 0.63                       | 3.7                     | 55.7                  | 9.6                     | 173.3                 | 50                    | 115.6                 | 394.6     | <b>400</b> |
| 50             | 60          | 45                       | 0.62                       | 3.4                     | 46.1                  | 9.2                     | 153.3                 | 40                    | 102.2                 | 341.6     | <b>350</b> |
| 40             | 50          | 35                       | 0.61                       | 3.1                     | 33.1                  | 8.8                     | 122.2                 | 35                    | 81.5                  | 275.6     | <b>280</b> |



① 앞지르기시거는 다음과 같은 가정 아래에서 계산한다.

- 앞지르기 당하는 차는 일정한 속도로 주행한다.
- 앞지르기 하는 자동차는 앞지르기를 하기 전까지는, 앞지르기 당하는 차의 속도와 같다.
- 앞지르기가 가능하다는 것을 인지한다.
- 앞지르기할 때에는 최대 가속도 및 앞지르기를 당하는 자동차보다 빠른 속도로 주행한다.
- 대향 자동차는 설계속도로 주행하는 것으로 가정하고, 앞지르기가 완료된 경우 대향 차와 앞지르기하는 차 사이에는 적절한 여유 거리가 있으며, 서로 엇갈려 지나간다.

② 앞지르기 시거의 계산식

앞지르기 시거 :  $d_1 + d_2 + d_3 + d_4$

최소필요한 앞지르기시거 :  $\frac{2}{3}d_2 + d_3 + d_4$

- $d_1$  : 앞지르기를 하려는 차가 앞지르기가 가능하다고 판단하여 가속하면서 대향차로로 이행하기 직전까지 주행하는 거리

$$d_1 = \frac{V_0}{3.6} t_1 + \frac{a}{2} t_1^2$$

$V_0$  : 앞지르기 당하는 차의 속도(km/h)

$a$  : 평균 가속도(m/sec<sup>2</sup>)

$t_1$  : 가속시간(설계속도에 따라 2.7~4.3초)

- $d_2$  : 앞지르기를 시작하면서부터 앞지르기를 완료할 때까지 앞지르기를 하는 차가 대향차로를 주행하는 거리

$$d_2 = \frac{V}{3.6} t_2$$

$V$  : 고속 자동차의 반대편 차로에서의 주행속도(km/h)

$t_2$  : 앞지르기를 완료할 때까지의 시간(sec, 8.2~10.4초 적용)

- $d_3$  : 앞지르기 완료시에 앞지르기를 마친 차와 대향차와의 차간거리

$$d_3 = \text{주행속도에 따라 } 15.0 \sim 70.0m \text{ 적용}$$

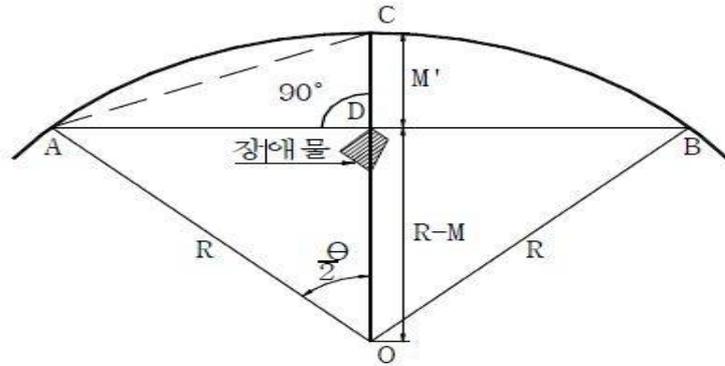
- $d_4$  : 앞지르기를 하는 자동차가 앞지르기를 완료할 때까지 대향 자동차가 주행하는 거리

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} \times \frac{V}{3.6} t^2$$

### 3) 시거 확보

- ① 국도의 평면선형 설계시 설계속도에 따른 최소곡선반경과는 별도로 정지시거를 확보할 수 있는 평면곡선반경 또는 횡단폭원으로 계획하여야 한다.
- ② 국도에서 중앙분리대의 방호벽 및 방현망, 땅깍기 비탈면의 옹벽형 측구, 방음벽 등의 도로의 시설 및 구조물 등에 의해 장애가 되어 충분한 시거가 확보되지 못하는 경우에는 장애물의 후퇴, 중앙분리대 및 길어깨 확폭 등의 방법으로 시거를 확보하도록 한다.
- ③ 종단선형은 볼록(凸)형 및 오목(凹)형 종단곡선에서 각 설계속도에 따른 시거가 시설한계 내에서 확보되도록 최소 종단곡선 변화 비율이 정해져 있어 규정을 따를 경우 시거에 문제가 없으나, 평면선형의 기준 값들은 시거와 무관하게 규정된 값으로 측방의 장애물까지의 시선확보 폭과의 관계에 따라 시거확보가 가능한 평면곡선 반경을 산정하여 한계 평면곡선 반경 이하 구간에서 합리적, 능률적인 시거확보 방안을 검토하여 계획한다.

④ 시거 확보 폭 계산식(차도 중심에서 장애물까지의 시거 확보 폭)



$$M(=CD) = R(1 - \cos \frac{\theta}{2}) = R(1 - \frac{D}{2R} - \cos)$$

D : 시거(m)

R : 차도 중심의 원곡선 반경(m)

M : 장애물과 차도 중심과의 거리(m)

$$M = \frac{D^2}{8R} - \frac{D^4}{384R^3} \cdots \frac{D^2}{8R} (1 - \frac{D^2}{78R^2} + \cdots) \cong \frac{D^2}{8R}$$

$$\therefore R = \frac{D^2}{8M} \text{ (차도 중심과 곡선반경의 편심을 고려 적용)}$$

4) 시거 확보 방안

- ① 주행안전을 위하여 정지시거 및 시거확보를 고려하여 계획한다.
- ② 앞지르기 시거는 저속차량에 의한 교통정체 및 차량군이 예상되는 구간에 설계자의 판단에 따라 도로의 용량증대 및 교통안전을 위하여 적절한 간격으로 앞지르기시거를 확보한다. 단 지형 및 선형 등의 여건을 고려하여 앞지르기시거를 확보할 수 있는 구간이 일정간격 이상일 경우 양보차로, Turn-out, 오르막차로 등을 계획할 수 있다.
- ③ 도로의 시거확보를 위해 방호벽, 옹벽 등의 장애물 후퇴, 중앙분리대 및 길어깨의 확폭을 고려하고 교량, 고가차도, 지하차도, 터널구간 및 지형 조건상 시거확보가 어려운 구간은 안전표지, 미끄럼방지 포장, 방현망 철거 등의 안전대책을 강구한다.

## 라. 오르막 차로

### 1) 일반사항

오르막 구간에서 속도 감소가 큰 대형차의 혼입률이 커 교통용량의 감소가 크게 예상되는 경우나, 대형 자동차가 허용된 최저 속도 이상으로 주행할 수 있도록 하기 위하여는 도로의 노선 선정 및 구조적 형상면에서 경제성이 없거나 불합리한 경우, 또는 고속 자동차의 안전하고 원활한 주행을 확보시켜 주어야만 도로의 성격상 합리적인 경우에는 부가차로로 오르막차로의 설치를 검토하여 필요시 주행차로에 붙여 설치하여야 한다.

오르막차로의 설치시 검토할 유의사항은 다음과 같다.

- ① 도로용량 - 교통용량과 교통량의 관계
  - 고속 자동차와 저속 자동차의 구성비
- ② 경제성 - 오르막경사의 낮춤과 오르막차로 설치의 경제성
  - 고속주행에 따른 편의 및 쾌적성 향상과 사업비 절감에 따른 경제성
- ③ 교통안전 - 오르막차로 설치에 따른 교통사고 예방효과

그러나 우리나라와 같이 산지부가 많은 지역적 조건을 감안할 때, 설계속도 40km/h이하의 도로에서는 설계속도와 주행속도의 차가 심하지 않으므로 그 필요성을 검토하여 설치하지 아니할 수 있다.

### 2) 양방향 2차로 도로에서의 오르막차로

양방향 2차로 도로에서는 고속 자동차를 위한 앞지르기시거의 확보 정도와 현저한 속도저하를 초래하는 긴 오르막 구간에서의 오르막차로의 설치여부가 교통의 원활하고 안전한 주행에 큰 영향을 미친다.

그러므로 양방향 2차로 도로에서는 오르막 구간의 속도저하 및 경제성을 검토하여 서비스수준이 “E” 이하가 되지 않을 경우 이거나, 또는 2단계 이상의 서비스수준 저하가 되지 않을 경우에는 설치하지 아니할 수 있다.

### 3) 다차로 도로에서의 오르막차로

다차로 도로에서 오르막차로의 설치여부는 다음과 같은 사유로 양방향 2차로 도로에서 보다 신중한 검토가 필요하다.

- ① 양방향 2차로 도로에서는 고속 자동차가 저속 자동차를 앞지르기할 경우 반대편 방향의 차로를 이용하여야 하나, 다차로 도로에서는 같은 방향의 다른 차로를 이용하

게 되어 교통안전 측면에서 유리하다.

- ② 양방향 2차로 도로의 오르막차로는 항시 이용되나 다차로 도로에서는 교통량이 많은 시간대 외에는 이용이 많지 않다.
- ③ 도로는 통산 20년의 장래 교통량을 이용하여 설계하므로 양방향 2차로 도로에서는 확장시기를 고려하여 교통용량면에서 오르막차로의 단계건설을 검토할 필요가 있다. 이와 같은 점을 고려할 때 4차로 도로에서의 오르막차로 설치하는 양방향 2차로 도로에서의 오르막차로 설치의 필요성만큼 요구되지는 않으나 오르막차로의 설치여부를 대형차의 속도저하, 교통용량, 경제성 등을 검토하여 결정하도록 하고, 6차로 이상의 도로에서는 고속자동차가 저속자동차를 앞지를 수 있는 공간적인 여유가 2~4차로보다 많으므로 오르막차로를 설치하지 아니할 수 있다.

#### 4) 오르막차로의 설치구간 설정

##### ① 설치구간 산정의 전제조건

오르막차로의 설치구간은 오르막 구간을 주행하여야 하는 대형 자동차에 대하여 다음과 같이 가정하여 그 구간을 결정하여야 한다.

- 오르막 구간에서 대형 자동차의 오르막 성능은 총중량/엔진성능 100kg/kw (170lb/hp)를 표준으로 하며 사업대상지역의 화물차 구성비를 관측한 자료가 있을 경우에는 지역별 특성을 감안하여 표준트럭을 달리 적용할 수 있다.
- 앞쪽 경사의 영향에 따른 대형 자동차의 오르막 구간 진입속도는 설계속도 80km/h 이상인 경우는 모두 80km/h, 설계속도 80km/h 미만인 경우는 설계속도와 같은 속도로 한다.
- 대형 자동차의 허용 최저속도는 설계속도 100~80km/h인 경우는 60km/h, 설계속도 80km/h 미만인 경우는 설계속도에 20km/h를 감한 값으로 한다.
- 단, 설계속도가 높은 도로의 오르막차로 시종점부는 본선 이용 자동차와 오르막차로 이용 트럭의 속도 차이가 커 교통사고의 위험이 크다. 따라서, 설계속도 120km/h인 경우에는 오르막차로 시점부는 65km/h, 종점부는 75km/h를 허용최저속도로 한다.

##### ② 속도-경사도의 작성

종단경사구간에서 경사길이에 대한 대형 자동차의 속도변화는 감속과 가속을 구분하여 속도-경사도를 작성하고 허용 최저속도 보다 낮은 속도의 주행구간을 오르막

차로의 설치구간으로 정한다.

속도-경사도의 작성시 종단곡선구간은 다음과 같이 직선경사구간이 연속된 것으로 가정한다.

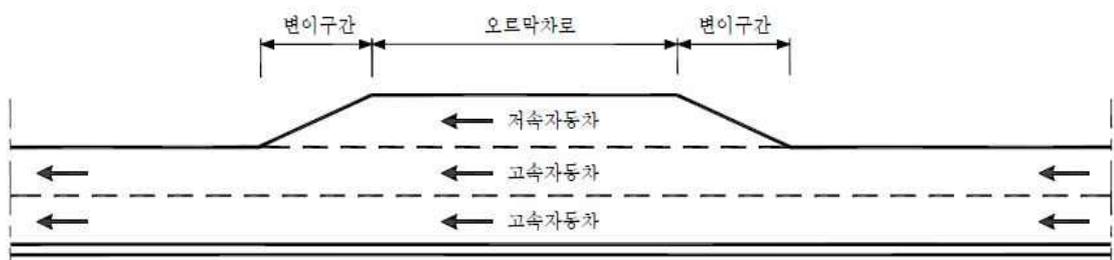
- 종단곡선길이가 200m 미만인 경우는 종단곡선길이를 반으로 나누어 앞뒤의 경사로 정한다.
- 종단곡선의 길이가 200m 이상이며 앞뒤의 경사차가 0.5% 미만인 경우에는 종단곡선길이를 반으로 나누어 앞뒤의 경사로 정한다.
- 종단곡선길이가 200m 이상이며 경사차가 0.5%이상인 경우는 종단곡선길이를 4등분하여, 양끝의 1/4구간은 앞뒤 경사로 하고 가운데 1/2구간은 앞뒤 경사의 평균값으로 가정한다.

#### 5) 오르막 차로의 설치

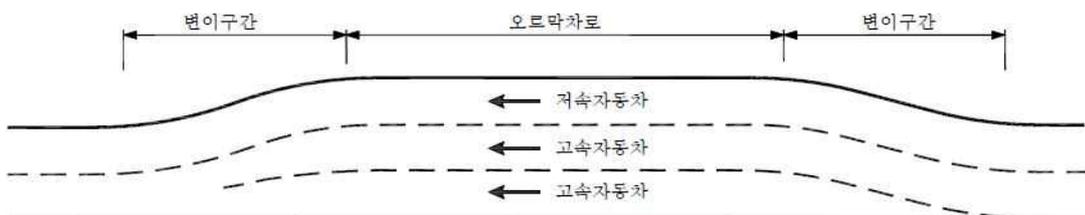
속도-경사도를 작성하여 허용 최저 속도 이하로 주행하는 구간이 200m 이상일 경우 오르막차로를 설치한다.

단, 계산된 길이가 200~500m 일 경우 그 길이는 최소 500m로 연장하여 설치한다. 오르막차로 설치시는 그 도로의 교통특성 및 지역여건에 따라 다음의 방법을 비교하여 설치한다.

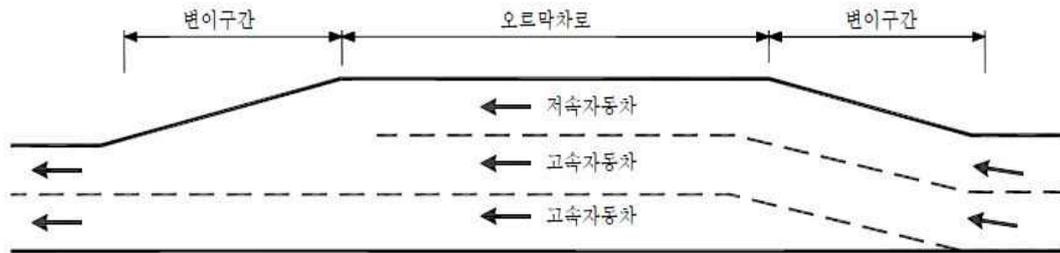
##### ① 오르막차로를 주행차로에 변이구간으로 접속시키는 방법



##### ② 오르막차로를 주행차로와 독립하여 접속시키는 방법



- ③ 오르막차로를 주행차로와 연속하여 접속시키며 변이구간을 늘이고 종점부 합류구간의 차선을 삭제하는 방법



마. 턴아웃(turnout) 설치

- ① 턴아웃은 2차로도로의 한쪽 차로에 설치하여 저속차량의 양보를 유도하기 위한 시설로써, 상향경사 및 하향경사는 물론 평지에서도 교통류의 서비스수준을 높이기 위해 설치한다.

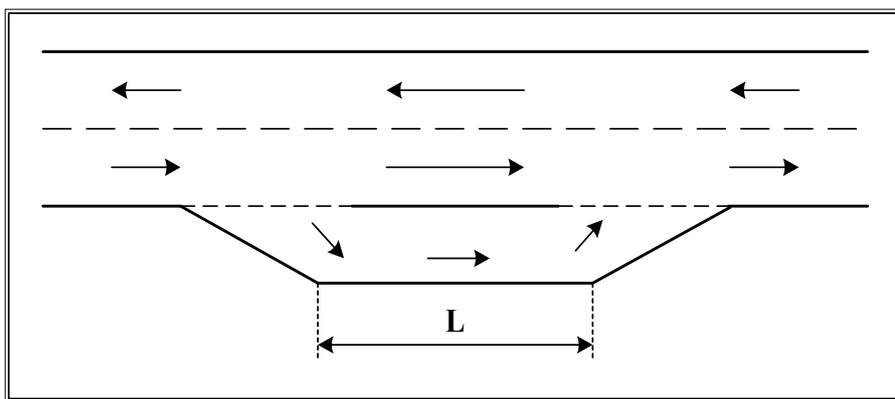
턴아웃을 적절히 사용한 경우 상당량의 자동차 지체시간이 감소되며, 이에 대한 안전성도 인정되고 있으며 아래 내용은 턴아웃(Turnout) 설치 예이다.

- ② 2차로 도로에서의 턴아웃(Turnout) 최소길이

|            |      |      |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| 접근속도(km/h) | > 40 | > 48 | > 64 | > 80 | > 88 | > 96 |
| 최소길이(m)    | 60   | 60   | 75   | 115  | 130  | 160  |

※ 미국의 도로 교통용량 편람

- ③ 턴아웃의 설치 예



바. 양보차로 설치

- 양보차로란 추월금지구간에서 차량소통을 증진시킴과 동시에 도로 안전성을 제고하기 위하여 저속차량을 위해 설치하는 차로를 말한다.

- 양보차로의 설치 지역은 양보차로 진입 전에 운전자들이 충분히 인식할 수 있도록 표지판 등을 설치하여 양보차로를 효율적으로 이용할 수 있도록 해야 한다.
- 2차로도로에서 앞지르기시거가 확보되지 아니하는 구간으로서 교통용량 및 안전성 등을 검토하여 필요하다고 인정되는 경우에는 저속자동차가 다른 자동차에게 통행을 양보할 수 있는 양보차로를 설치한다.
- 양보차로는 교통용량 및 안전성 등을 검토하여 적절한 길이 및 간격이 유지되도록 한다.
- 다음은 양보차로 설계시 고려해야 할 사항이다.

① 양보차로의 설치 조건

우리나라의 경우 양보차로에 관한 연구가 정립되지 않고 있으므로 당분간은 외국의 기준을 참고로 하고 우리나라 2차로 도로의 시설현황을 고려하여 추월기회의 백분율 30%가 확보되지 않는 도로구간에 양보차로를 설치하는 것이 적절하다고 본다.

② 양보차로의 위치

양보차로의 결정에 가장 중요한 것은 추월 금지구간으로부터 어느 정도 거리를 지나면 추월 요구횟수가 한계에 이르는 지를 분석하는 것이다. 이 외에도 운전자들이 느끼는 위치의 타당성과 양보차로 설치에 소요되는 공사비, 그리고 전후의 도로상황 등이 고려되어야 한다.

③ 양보차로의 길이

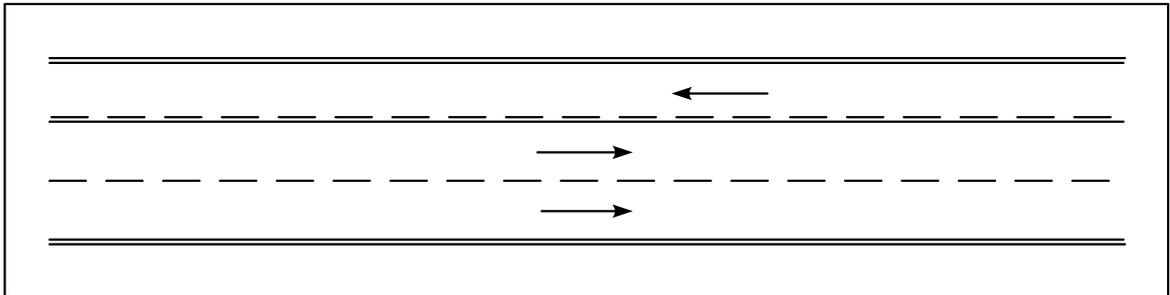
양보차로는 원칙적으로 자동차군을 형성하고 있는 자동차들이 모두 지나갈 수 있는 만큼의 길이를 갖도록 설계되어야 한다. 그러나 2차로 도로에서 너무 긴 구간을 양보차로로 설치하는 경우, 운전자들은 양보차로를 4차로 도로로 착각하여 교통사고 발생의 위험을 유발시키게 되므로 적절한 길이를 설치하는 것이 매우 중요하다. 이와 같은 관점을 고려하여 『도로의 구조.시설기준에 관한 규칙』에서는 실무자들이 적용할 수 있는 양보차로의 길이를 다음 표와 같이 제시하고 있다.

| 한방향당 교통량<br>(대/시간) | 양보차로의 길이<br>(계산치, m) | 실무용 양보차로의 길이<br>(설계 적용치, m) |
|--------------------|----------------------|-----------------------------|
| 100                | 731                  | 800                         |
| 200                | 898                  | 800~1,200                   |
| 400                | 1,316                | 1,200~1,600                 |
| 700                | 2,220                | 1,600~2,000                 |

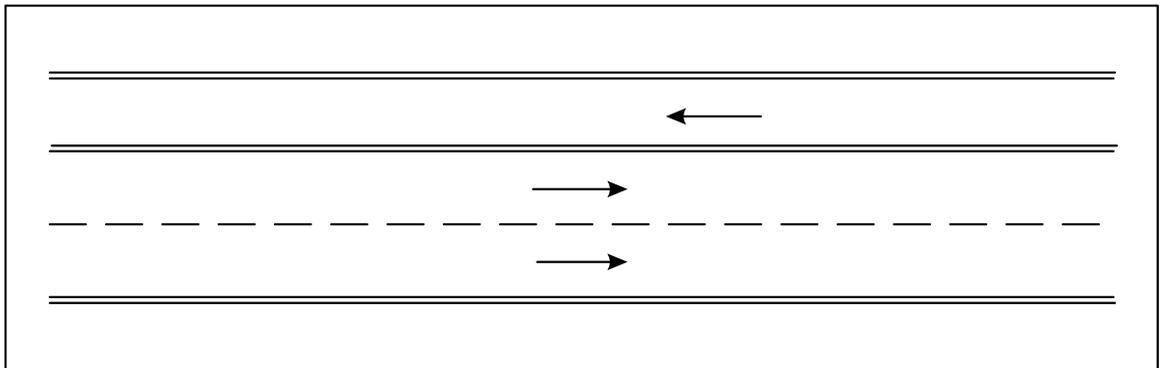
③ 양보차로의 설치 간격

| 구 분                            | 양보차로의 설치간격(km) |
|--------------------------------|----------------|
| 저속 자동차에 의한 교통류의 지연시간이 많지 않은 경우 | 16~24          |
| 교통량이 많고 추월 기회가 확보되지 않은 경우      | 5~8            |

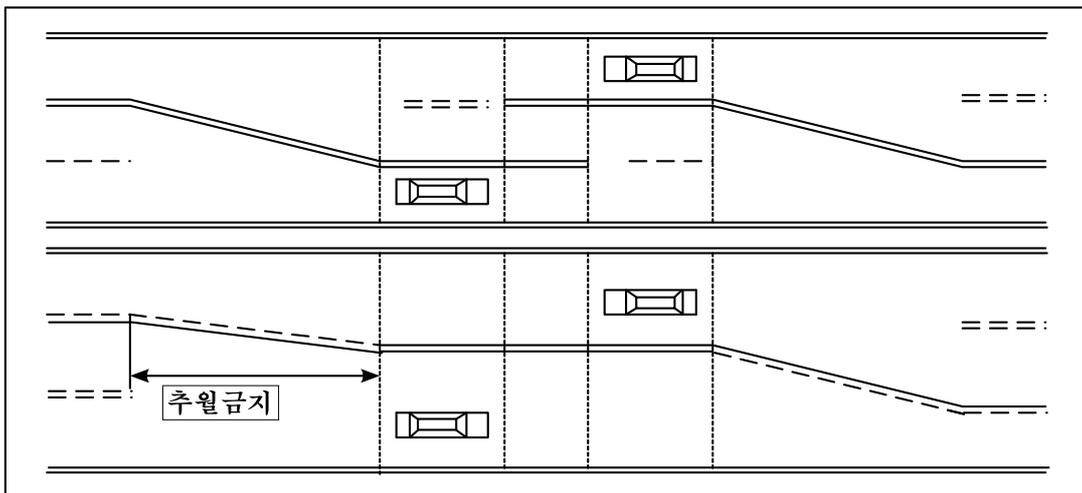
• 양보차로의 노면표시 예



(a) 전형적인 2차로 노면표시 : 대향 방향에 대해 추월허용



(b) 전형적인 2차로 노면표시 : 대향 방향에 대해 추월금지



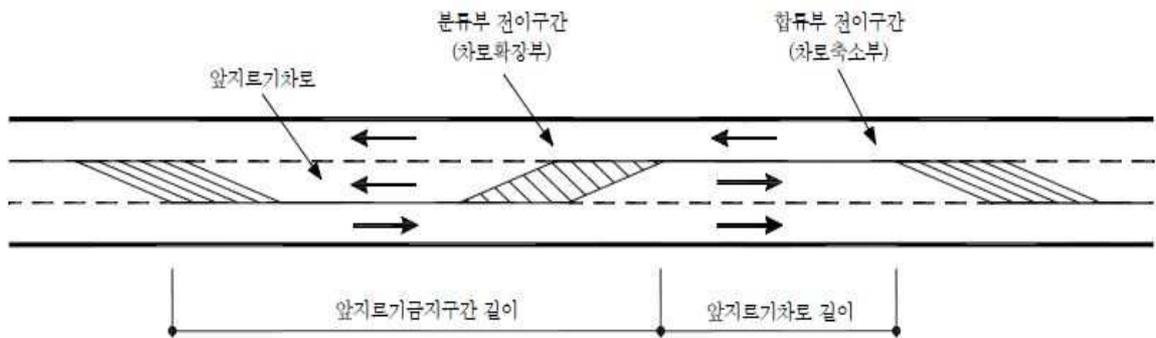
(c) 전형적인 전이구간 노면표시

사. 2+1차로 도로

2+1차로 도로는 2차로 도로의 교통량이 용량 기준을 초과하고 4차로 용량 기준에는 미치지 못하는 일정구간에서 지형여건 및 예산제약, 환경적 관심 증가 등으로 인해 4차로 도로 설치가 용이하지 않을 때 설치하기에 적합한 형태의 도로로, 중앙차로 부분에 앞지르기 차로를 교대로 제공하는 연속적인 3차로 도로를 말한다.

① 2+1차로 도로의 설치기준 및 효과

- 일방향의 앞지르기차로의 연장은 전이구간을 포함하여 최소 1.4km, 최대 1.9km 정도 확보 필요
- 양방향 1회 교대 추월을 위한 도로의 연장은 전이구간을 포함하여 2.8km~3.8km 정도 확보 필요
- 2+1차로 도로에서의 교차로 설치는 최소화하며, 평면교차로를 설치할 경우 운전자가 교차로를 인지하기 용이한 곳에 설치
- 가능한 직선부에 교차로를 위치시키며 교차로 구간에 앞지르기차로의 설치는 지양



< 2+1차로 도로의 개요도 >

## 6. 평면교차

### 1) 기본방향

- 평면교차로를 계획할 때에는 교차로의 인지성, 조망성, 이해성과 통행성을 고려하며, 교차로 이용자가 편리하고 안전하게 이용토록 계획한다.
- 평면교차로 설계 시 기하구조와 교통관제 운영방법이 상호 조화를 이루도록 하며, 가능한 회전차로는 별도 차로로 설치하여 교통특성이 서로 다른 교통류를 분리한다.
- 각종 교통안전시설은 운전자나 보행자가 명확히 알아 볼 수 있도록 적정한 위치를 선정하여 설치한다.

### 2) 계획기준

- 평면교차로의 형태와 구조 등은 본선 교통의 흐름에 지장이 최소화되도록 하고, 보행자를 보호할 수 있도록 계획하여야 하며 좌·우회전차로, 가·감속차로 길이를 충분히 계획한다.
- 계획노선에 여러개의 기존마을 진입로, 가로망 등이 빈번하게 접속 교차되는 경우에는 측도를 설치하여 본선과 직접 연결을 피한다.
- 설계속도가 70km/h 이하인 도로에서 교통량이 적은 교차지점에서는 교통안전의 증진 및 지체감소효과를 고려하여 회전교차로(Roundabout)를 계획할 수 있다.  
회전교차로의 설계는 「회전교차로 설계지침, 2014. 12, 국토교통부」에서 정하는 바에 따른다.
- 평면교차로를 계획할 경우 용량감소 및 교차로 내 상충횟수를 최소화하고, 상충이 발생하는 교통류간의 속도차이를 작게 한다.
- 같은 지점에서 서로 다른 상충이 발생하지 않도록 하고, 발생하는 지점(면적)을 최소화 한다.
- 교차하는 도로의 교차각은 직각에 가깝게 하여야 한다.
- 교차로의 종단경사는 3퍼센트 이하이어야 한다. 다만, 주변지장물과 경제성을 고려하여 필요하다고 인정되는 경우에는 이를 6퍼센트 이하로 할 수 있다.
- 평면으로 교차하거나 접속하는 구간에서는 필요에 따라 회전차로, 변속차로, 교통섬 등의 도류화시설을 설치하여야 한다.
- 교차로에서 좌회전차로가 필요한 경우에는 직진차로와 분리하여 이를 설치하여야 한다.

※ 평면교차로의 설계는 「평면교차로 설계지침, 2004.12, 건설교통부」 및 「도로구조 시설 기준에 관한 규칙, 2009」 참조

## 7. 입 체 교 차

### 1) 기본방향

- 교차 방법은 평면교차 또는 입체교차 형식을 판단하되, 교차점의 교통량, 교통의 안전, 도로의 등급, 교차점의 간격, 지형조건, 설계조건, 병목지점 및 국지 혼잡의 해소, 경제성 등에 대해 사전 면밀한 조사와 종합적으로 검토를 통하여 조정 적용하며, 입체교차를 전제로 한 평면교차의 방식의 단계건설이 타당할 경우에는 사전 용지확보를 통해 계획할 수 있다.
- 입체교차는 단순입체교차(교차부에 단순한 지하차도, 고가차도를 설치하여 일정방향의 교통류를 분리시키고 지상부는 일반적으로 평면교차하는 형식) 형식과 인터체인지로 구분하며, 단순 입체교차는 주로 도시지역의 교차로에 설치할 수 있으며 평면교차에 대한 개념이 필요하고, 인터체인지는 입체교차 구조와 교차도로 상호간에 연결로를 갖는 도로의 부분을 말한다.
- 교차방법 및 형식을 결정하는 경우 도로의 기능, 주변개발계획에 따른 교통량의 변화, 지형조건 및 인접한 교차로의 형식 등을 고려토록 한다.
- 고속도로나 주간선도로의 기능을 가진 도로가 다른 도로와 교차하는 경우 그 교차로는 입체교차로 하여야 한다. 다만, 교통량 및 지형상황 등을 고려하여 부득이하다고 인정되는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 고속도로 또는 주간선도로가 아닌 도로가 서로 교차하는 경우로서 교통의 원활한 처리를 위하여 필요하다고 인정되는 경우 그 교차로는 입체교차로 할 수 있으며 교차로의 서비스수준 및 경제성분석을 준수하여 교차방식을 결정한다.

### 2) 계획기준

- 도로의 기능, 역할 및 교차도로의 등급, 교통량, 서비스수준 등을 고려하여 교차방식(평면교차, 단순입체교차, 불완전입체교차, 완전입체교차 등)을 적정하게 선정할 수 있다.
- 교차지점에서 횡단 또는 회전하는 교통량이 본선의 교통량보다 많을 경우 또는 교차하는 도로 상호의 교통량 조합이 신호교차점의 교통용량으로부터 산정해서 신호에 의하여 처리될 수 있는 범위를 초과하는 경우 입체화를 고려할 수 있다.
- 입체화 결정 과정은 도로 및 교통 조건을 설정하고 주도로와 부도로의 접근 교통량에 따라 서비스 수준을 분석하여 서비스 수준을 만족하지 못할 경우 입체화를 고려할 수 있다.
- 입체교차 계획 시 주변 교통 조건, 도로의 형태, 용지 조건, 경제성 등을 고려하며, 해당 지역 또는 해당 시설에 대해, 편익 등을 검토하여 입체화에 대한 경제성 분석을 통하여 입체교차의 여부와 유형 결정한다.

※ 입체교차로의 설계는 「입체교차로 설계지침,2005.12,건설교통부」 및 「도로구조 시설 기준에 관한 규칙,2009」 참조

## 8. 철도와의 교차

- 도로와 철도의 교차는 입체교차를 원칙으로 한다. 다만, 주변 지장물이나 기존의 교차 형식 등으로 인하여 부득이하다고 인정되는 경우에는 그러하지 아니하다.
- 도로와 철도가 평면교차하는 경우 그 도로의 구조는 다음 각 호의 기준에 의한다.
  1. 철도와의 교차각을 45도 이상으로 할 것
  2. 건널목의 양측에서 각각 30미터 이내의 구간(건널목 부분을 포함한다)은 직선으로 하고 그 구간 도로의 종단경사는 3퍼센트 이하로 할 것. 다만, 주변지장물과 기존 도로의 현황을 고려하여 부득이하다고 인정되는 경우에는 그러하지 아니하다.
  3. 건널목 앞쪽 5미터 지점의 도로중심선상 1미터의 높이에서 가장 멀리 떨어진 선로의 중심선을 볼 수 있는 곳까지의 거리를 선로방향으로 측정한 길이(이하 "가시구간의 길이"라 한다)는 철도차량의 최고속도에 따라 다음 표의 길이 이상으로 할 것. 다만, 건널목차단기 기타 보안설비가 설치되는 구간에 있어서는 그러하지 아니하다.

| 건널목에서의 철도차량의 최고속도(킬로미터/시간) | 가시구간의 최소길이(미터) |
|----------------------------|----------------|
| 50 미만                      | 110            |
| 50 이상 70 미만                | 160            |
| 70 이상 80 미만                | 200            |
| 80 이상 90 미만                | 230            |
| 90 이상 100 미만               | 260            |
| 100 이상 110 미만              | 300            |
| 110이상                      | 350            |

- 철도를 횡단하여 교량을 가설하는 경우에는 철도의 확장 및 보수와 제설 등을 위한 충분한 경간장을 확보하여야 하며, 교량의 난간부에 방호울타리 등을 설치하여야 한다.

## 9. 기 타 사 항

- 기타 도로의 시설기준은 「도로의 구조·시설기준에 관한규칙」 및 관련 개정법규 또는 설계지침 등에 따라 설계 적용토록 한다.

## 2.02 토 공

## 1. 기본방향

- 토공계획은 노선선정에 의해 좌우됨으로 노선 선정시 각 노선별 토공계획상의 특징 및 장·단점을 비교 검토한다.
- 토공계획은 평면 및 종단선형 계획시 「환경친화적인 도로건설 지침」에 따라 가능한 토공량을 최소화하고, 깎기 및 쌓기량의 평형이 되도록 하여 자연환경과의 조화 및 환경훼손이 최소화되도록 하며 교량, 터널 등 구조물과의 관련성을 종합적으로 고려하여 경제적인 도로로 계획한다.
- 토공설계는 과거의 도면과 자료를 활용하고 현지답사 결과를 토대로 지반조사 및 토질시험을 통해 땅깎기, 흙쌓기, 구조물 및 각종 대책공법 등의 상세한 설계를 실시토록 한다.

## 2. 계획기준

- 곡선부 내측, 종단경사가 급한 구간, 높은 쌓기부, 한쪽깎기부, 한쪽쌓기부 등에는 길어깨 측구와 적정규모의 도수로를 계획한다.
- 연약지반에 대하여는 사전에 지반조사와 현장 및 실내시험을 실시하여 연약지반에 대한 정확한 설계정수를 얻도록 한다. 특히 시공성과 경제성이 확보될 수 있도록 다음사항을 검토하고 대책을 수립한다.
  - 도로체의 상재하중에 의한 연약지반의 파괴발생 방지
  - 과도한 횡방향 변위 발생억제
  - 과도한 잔류침하에 의한 부등침하발생 억제
  - 쌓기부 관리방안과 현장계측계획
- 지형과 지반조건, 계곡부와 하천유역 등을 고려하여 토석류의 발생, 시공여건, 장애물 등에 따른 안전시설 적용 여부를 고려한다.
- 토공 계획시 고려사항은 다음과 같다.
  - 지형, 지질, 기후, 홍수흔적, 계곡부 등의 자연조건
  - 도로, 철도, 하천, 문화재, 국립공원 등의 사회조건
  - 공사비, 공사기간, 사토장, 토취장 등 경제성 및 지역조건
  - 연약지반, 산사태, 비탈면 붕괴지역, 토석류피해 예상지역, 대규모 깎기 구간, 경사지 쌓기 구간 등 안정성 및 환경조건
  - 집단주거지역, 특수지역 등의 예상민원

### 3. 흙 및 암의 분류

#### 1) 흙의 분류

##### (1) 분류방법

흙의 분류는 원칙적으로 흙의 공학적 분류방법(KSF 2324)인 통일 분류법에 따른다.

##### (2) 통일 분류법

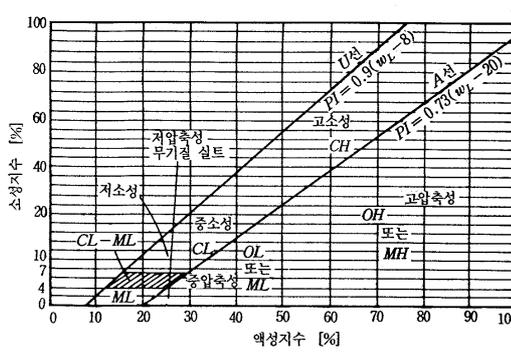
###### ① 개요

통일 분류법은 흙의 입도시험방법(KSF 2302), 흙의 액성한계·소성한계 시험방법(KSF 2303)에 따른 시험결과를 근거로 분류하는 것으로서 흙의 종류를 2개의 로마문자 조합으로 나타낸다.

###### ② 통일 분류법에 사용되는 기호

| 토질의 종류    |      | 제1문자 | 제2문자 | 토 질 의 속 성                           |
|-----------|------|------|------|-------------------------------------|
| 조립토       | 자갈   | G    | W    | 입도분포 양호, 세립분 거의 없음 (0.075mm이하 < 5%) |
|           |      |      | P    | 입도분포 불량, 세립분 거의 없음 (0.075mm이하 < 5%) |
|           |      |      | M    | 자갈, 실트, 모래의 혼합토 (0.075mm이하 > 12%)   |
|           |      |      | C    | 자갈, 점토, 모래의 혼합토 (0.075mm이하 > 12%)   |
| 토         | 모래   | S    | W    | 입도분포 양호, 세립분 약간 (0.075mm이하 < 5%)    |
|           |      |      | P    | 입도분포 불량, 세립분 약간 (0.075mm이하 < 5%)    |
|           |      |      | M    | 모래와 실트의 혼합토 (0.075mm이하 > 12%)       |
|           |      |      | C    | 모래와 점토의 혼합토 (0.075mm이하 > 12%)       |
| 세립토       | 실트   | M    | H    | 소성이 큼, LL > 50%                     |
|           |      |      | L    | 소성이 작음, LL < 50%                    |
|           | 점토   | C    | H    | 소성이 큼, LL > 50%                     |
|           |      |      | L    | 소성이 작음, LL < 50%                    |
|           | 유기질토 | O    | H    | 소성이 큼, LL > 50%, 유기질 함유             |
|           |      |      | L    | 소성이 작음, LL < 50%, 유기질 함유            |
| 고유기질토(이탄) |      | Pt   |      |                                     |

③ 통일분류법에 의한 흙의 공학적 분류방법 (KS F 2324)

| 구 분                                 |                                     | 분류<br>기호                   | 대 표 명   | 분 류 방 법   |  |  |                                       |                   |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|---|--|--|---------------------------------------|-------------------|
| 조립토<br>(0.074mm<br>체 통과율<br>50% 이하) | 자 갈<br>(4.76mm<br>체 통과율<br>50% 이하)  | 깨끗한<br>자갈                  | GW  | 입도분포 양호한<br>자갈, 자갈 모래 혼<br>합토                                     | $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4,$<br>$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1 \sim 3$ | 입도곡선으로<br>모래와 자갈의<br>비율을 결정  | GW 분류기준에 맞지 않는 경우                     |                   |
|                                     |                                     |                            | GP  | 입도분포 불량한<br>자갈, 자갈 모래 혼<br>합토                                     |  |  |                                       |                   |
|                                     |                                     | 세립분<br>을<br>함유한<br>자갈      | GM  | 실트질 자갈, 자갈<br>모래 실트 혼합토   | 세립분(0.074mm<br>이하)의 백분율<br>에 따라 다음과<br>같이 분류   | 소성도에서 A선 아<br>래 또는 $PI < 4$  | 소성도에서<br>사선 부<br>분은 이중기<br>호로 분류      |                   |
|                                     |                                     |                            | GC  | 점토질 자갈, 자갈<br>모래 점토 혼합토   |  | 소성도에서 A선 위<br>또는 $PI > 7$  |                                       |                   |
|                                     | 모 래<br>(4.76mm체<br>통과율<br>50% 이하)   | 깨끗한<br>모래                  | SW  | 입도분포 양호한<br>모래, 자갈섞인 모래   | 5% 이하 :<br>GW, GP, SW,<br>SP   | $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6,$<br>$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1 \sim 3$ | 5%~12% :<br>경계선에서<br>이중기호 사용          | SW 분류기준에 맞지 않는 경우 |
|                                     |                                     |                            | SP  | 입도분포 불량한<br>모래, 자갈섞인 모래   |  |  |                                       |                   |
|                                     |                                     | 세립분<br>을<br>함유한<br>모래      | SM  | 실트질 모래,<br>실트섞인 모래  | 12% 이상 :<br>GM, GC, SM,<br>SC  | 소성도에서 A선 아<br>래 또는 $PI < 4$  | 소성도<br>에서 사선 부<br>분은 이중<br>기호로 분<br>류 |                   |
|                                     |                                     |                            | SC  | 점토질 모래,<br>점토섞인 모래  |  | 소성도에서 A선 위<br>또는 $PI > 7$  |                                       |                   |
|                                     | 세립토<br>(0.074mm<br>체 통과율<br>50% 이상) | 실트 및 점토<br>(액성한계 <<br>50%) | ML  | 무기질 점토,<br>극세사, 암분, 실트<br>및 점토질 세사                                |              | 소성도  |                                       |                   |
|                                     |                                     |                            | CL  | 저-중소성의 무기질<br>점토, 자갈섞인 점<br>토, 모래섞인 점토,<br>실트섞인 점토, 점성<br>이 낮은 점토 |  |  |                                       |                   |
| OL                                  |                                     |                            | 저소성 유기질점토,<br>유기질 실트 점토                       |   |  |  |                                       |                   |
| 실트 및 점토<br>(액성한계 ><br>50%)          |                                     | MH                         | 무기질 실트, 운모질<br>또는 규조질 세사<br>또는 실트, 탄성있는<br>실트 |   |  |  |                                       |                   |
|                                     |                                     | CH                         | 고소성 무기질 점토,<br>점질많은 점토                        |   |  |  |                                       |                   |
|                                     |                                     | OH                         | 중 또는 고소성<br>유기질 점토                            |   |  |  |                                       |                   |
|                                     |                                     | 유 기 질 토                    | pt  | 이탄토 등 기타<br>고유기질토   |  |  |                                       |                   |

주)  $C_u$  : 균등계수,  $C_c$  : 곡률계수,  $PI$  : 소성지수(%)

2) 암의 분류

(1) 분류기준

- ① 토층과 리핑암의 경계를 시추자료로 판단할 때, N치가 50일때 10cm를 경계로 하여 더 많이 관입하면 도저로 굴착이 가능한 토층으로 구분하고, 더 적게 관입하면 리핑암으로 구분한다.
- ② 리핑암과 발파암의 경계를 시추자료로 판단할 때, T.C.R이 25% 이하(NX기준)로 불량하고, R.Q.D가 10% 이하(NX기준)이면 발파보다 리핑작업이 유리하므로 리핑암으로 구분한다. 또한, 리핑암과 발파암은 암반의 굴착특성을 결정하는 불연속면의 발달빈도와 탄성파속도를 기준으로 하여 다음 표에 따라 구분한다.
- ③ 토공작업을 기준으로 흙 및 암석을 토사, 리핑암, 발파암으로 구분하며, 표토 및 풍화잔류토는 토사, 풍화암은 리핑암, 연·경암을 발파암으로 규정한다.
- ④ 토사, 리핑암, 발파암의 분류는 표준관입시험(N치), 탄성파속도(P파), T.C.R, R.Q.D, 일축압축강도, 암석의 풍화정도 등을 종합적으로 검토하여 구분한다.
- ⑤ 별도의 시험, 검토 등을 수행하지 않는 경우는 다음을 기준하여 토사, 리핑암, 발파암을분류한다.
- ⑥ 표준관입시험, 불연속면의 발달빈도, 탄성파속도 등은 별개의 고려 조건이 아니므로 분류시 이 요소들을 종합적으로 검토한다.

(도로설계편람, 2012. 04 ,국토교통부)

| 구 분  |      | 토 공 작 업      |                              |                               |
|--|------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
|  |      | 토 사(도 차)     | 리 핑 암                        | 발 파 암                         |
| 표준관입시험(N치)   |      | 50 / 10 미만   | 50 / 10 이상                   |                               |
| 불연속면의 발달빈도   | BX크기 | -            | T.C.R=5%이하이고<br>R.Q.D=0%정도   | T.C.R=5~10%이상이고<br>R.Q.D=5%이상 |
|  | NX크기 | -            | T.C.R=25%이하이고<br>R.Q.D=10%정도 | T.C.R=25%이상이고<br>R.Q.D=10%이상  |
| 탄성파속도  | A 그룹 | 700m/sec미만   | 700~1,200m/sec               | 1,200m/sec이상                  |
|  | B 그룹 | 1,000m/sec미만 | 1,000~1,800m/sec             | 1,800m/sec이상                  |
| A 그룹 암종 : 편마암, 사질편암, 녹색편암, 석회암, 안산암, 현무암, 유문암, 감람암, 화강암<br>B 그룹 암종 : 흑색편암, 휘록응회암, 셰일, 이암, 응회암, 집괴암 |      |              |                              |                               |

※ · TCR : 코야회수율 · RQD : 암반양호도 · BX : 직경 58mm · NX : 직경 74mm

#### 4. 조사 및 시험

##### 1). 관련기준

- 국토설계업무 매뉴얼 - 토질조사 및 시험기준(2008. 12, 국토해양부)
- 건설공사 비탈면 설계기준 - (2011. 12, 국토해양부)
- 도로설계편람(2012. 04, 국토해양부)

##### 2) 현장조사 및 시험

###### ① 기본설계

| 조사위치 | 조사항목      | 조사빈도  | 조사심도  | 비 고  |                                       |
|------|-----------|---|---|--|---------------------------------------|
| 쌓기부  | 일반구간      | 핸드오거  | 300m  | 3~5m   | -전답토 통과 구간<br>-지반상태 변화가 예상되는 곳은 추가 시행 |
|      | 연약지반      | 핸드오거  | 200m  | 3~5m   | -지반상태 변화가 예상되는 곳은 추가 시행               |
|      |           | 시추조사  | 개소당 2공 이상   | 풍화잔류토층 N=30까지 또는 지지층(풍화암)확인  | -SPT(1.0m 간격)<br>-지하수위조사              |
|      |           | 자연시료채취  | 공당 1개소 이상   | 필요깊이   | 시추공 5m마다 채취                           |
|      |           | 베인시험  | 800m  | -연약층 전심도<br>-5m마다  | 최소 2개소                                |
|      |           | 콘관입시험   | 200m  | -연약층 전심도<br>-5m마다  |                                       |
|      |           | 간극수압소산시험                                      | 400m  | -연약층 전심도<br>-5m마다  | -1회/CPTu 2회                           |
| 깎기부  | 지표지질조사    | 깎기부 전체 길이                                     | -   |  |                                       |
|      | 시추조사      | 깎기높이 20m 이상 비탈면인 경우 1개소 이상(길이 200m이상 1개소 추가)  | 계획고하 2m(단, 1개소에 2공 이상 시추하는 경우는 1공 외는 경암 2m가 계획고하 위에서 출현하면 종료) | -불안정요인 <sup>1)</sup> 을 갖는 비탈면으로써 횡단 지층상태 변화가 심할 것으로 예상되는 구간은 개소당 횡단 방향으로 1공씩 추가<br>-단층대 등 지질이상대 출현시 분포심도 확인<br>-지하수위조사 |                                       |
|      | 시험굴조사     | 깎기높이 20m 이상 비탈면 1~2개소                         | 1~3m  | 불교란시료채취  |                                       |
|      | 굴절법 탄성파탐사 | -   | -   | 미시추구간  |                                       |
| 교량부  | 시추조사      | 11경간 이상 8개소, 6-10경간 6개소, 3-5경간 4개소, 1-2경간 2개소 | 풍화암 7m, 연암 3m, 경암 1m 이상 도달하면 시추조사 중단                          | -SPT(1.0m 간격)<br>-지하수위조사<br>-교량당 1개소이상 연암 확인   |                                       |
| 터널부  | 지표지질조사    | 터널 전체 길이                                      | -   |  |                                       |
|      | 시추조사      | 입출구부 각 1개소 이상<br>계곡부/저토피구간 1개소 이상             | 계획고하 2m 또는 터널 최대직경의 0.5배                                      | -SPT(1.0m 간격),<br>-수압 및 공내재하시험   |                                       |
|      | 탄성파탐사     | 입출구부/저토피구간                                    | -   | 가탐심도 50m 내외  |                                       |
|      | 전기비저항탐사   | 터널 전체 길이(병렬터널은 일방향만)                          | -   | 가탐심도 200m 내외   |                                       |
| 재료원  | 석산        | 시추조사  | 필요시   | 필요깊이   |                                       |
|      | 하상골재원     | 시험굴조사   | 필요시   | 필요깊이   |                                       |
|      | 토취장       | 시추조사  | 필요시   | 필요깊이   |                                       |
|      |           | 시험굴조사   | 필요시   | 3~5m   |                                       |

1) 건설공사 비탈면 설계기준 3.5의 불안정 요인을 갖는 지형·지질 조사 대상인 비탈면을 말한다.

② 실시설계

| 조사 위치 | 조사항목           | 조사반도   | 조사심도   | 비 고   |                                    |
|-------|----------------|--|--|---|------------------------------------|
| 쌓기부   | 일반 구간          | 핸드오거   | 300m   | 3~5m  | -전답토 통과 구간<br>-지반상태 변화가 예상되는 곳은 추가 |
|       | 연약 지반          | 핸드오거   | 200m   | 3~5m  | -최소 2개소 이상<br>-지반상태 변화가 예상되는 곳은 추가 |
|       |                | 시추조사   | 100m   | 풍화잔류토층 N=30 까지<br>또는<br>지지층(풍화암)확인  | -SPT(1.0m 간격)<br>-지하수위조사           |
|       |                | 자연시료채취   | 공당 2개소 이상  | 필요깊이  | 시추공 5m마다 채취                        |
|       |                | 베인시험   | 200m   | -연약층 전심도<br>-5m마다   | -최소 2개소                            |
|       |                | 콘관입시험  | 100m   | -연약층 전심도<br>-5m마다   |                                    |
|       |                | 간극수압소산시험   | 200m   | -연약층 전심도<br>- 5m마다  | -1회/CPTu 2회                        |
| 깎기부   | 지표지질조사         | 깎기부 전체 길이  | -  |   |                                    |
|       | 시추조사           | -깎기높이20m이상인 비탈면구간 2개소 이상(길이 200m마다 1개소씩 추가)<br>-깎기높이20m미만인 비탈면구간 1개소 (길이 200m마다 1개소씩 추가) | 계획고하 2m(단, 1개소에 2공 이상 시추하는 경우 비탈면 중간부 시추는 계획고 위에서 경암노출시 2m 아래까지) | -불안정 요인을 갖는 비탈면으로써 횡단 지층상태 변화가 심할 것으로 예상되는 구간은 개소당 횡단 방향으로 1공씩 추가, 필요시 2공씩 추가 |                                    |
|       | 시추공전단시험        | 풍화암층이 두꺼운 지층인 경우   |  |   |                                    |
|       | 시험굴조사          | 개소당 1~2개소  | 1~3m   |   |                                    |
|       | 굴절법 탄성파탐사      | 깎기높이20m이상인 비탈면구간   | -  | -시추조사와 병행<br>-미시추조사구간   |                                    |
|       | 시추공내 화상정보시험    | 깎기높이10m이상 비탈면구간 1공이상   | 암반구간   |   |                                    |
|       | 공내재하시험         | 깎기높이20m이상 비탈면구간 1공이상   | 층별(풍화암,연암,경암) 각각 1회  |   |                                    |
|       | 투수시험 또는 암반수압시험 | 용출수 산정 필요시   | -  |   |                                    |
| 교량부   | 시추조사           | 교대 및 교각마다 1개소 (분리교량일 경우 교량마다 시행)   | 풍화암 7m,연암 3m,경암 1m이상에 도달하면 시추조사 중단                               | -SPT(1.0m 간격)<br>-교량당 1개소이상 연암 확인   |                                    |

| 조사위치 | 조사항목        | 조사빈도   | 조사심도                     | 비 고                       |  |
|------|-------------|--|--------------------------|---------------------------|--|
| 교량부  | 공내재하시험      | -풍화대가 깊어 직접기초 심도 결정시 침하량산정이 필요한 경우<br>-연약층이 깊어 말뚝기초의 수평방향변위, 반력계수 산정이 필요한 경우   | 층별(풍화암, 연암, 경암) 각각 1회    |                           |  |
|      | 굴절법탄성파탐사    | -직접기초 위치의 풍화암 심도가 급변 하는 경우   | 직접기초 예상심도이상 깊이 까지        |                           |  |
|      | 시추공 토모그래피탐사 | 상부구조물에 큰 영향을 미칠 공동 발견되어 필요한 경우   | 필요깊이까지                   | 탄성파 또는 전기비저항 방식           |  |
| 터널부  | 지표지질조사      | 터널 전체 길이   | -                        |                           |  |
|      | 시추조사        | -입출구부(단선터널은 각각 3개소, 병렬터널은 각각 5개소)<br>-계곡부/저토피구간 1개소 이상 (길이 100m마다 1개소 추가)<br>-기타구간 1개소 이상 (길이 300m 마다 1개소 추가, 수직갱 등 중요구조물 위치 추가) | 계획고하 2m 또는 터널 최대직경의 0.5배 | -SPT(1.0m 간격),<br>-지하수위조사 |  |
|      | 시추공전단시험     | -입출구부의 풍화암층이 두꺼운 지층인 경우  |                          |                           |  |
|      | 굴절법탄성파탐사    | 입출구부/저토피구간   | -                        | 가탐심도 50m내외                |  |
|      | 전기비저항탐사     | 터널 전체 길이   | -                        | 가탐심도 200m 내외              |  |
|      | 시추공화상정보시험   | 입출구부 각각 2공   | 암반구간                     |                           |  |
|      | 공내재하시험      | 입출구부, 본선 각각 1공   | 층별(풍화암, 연암, 경암) 각각 1회    |                           |  |
|      | 암반수압시험      | 용출수 산정 필요시   | -                        |                           |  |
| 재료원  | 석 산         | 시추조사   | 2개소 이상                   | 필요깊이까지                    |  |
|      | 하상 골재원      | 시험굴조사  | 필요시                      | 필요깊이까지                    |  |
|      | 토취장         | 시추조사   | 2개소 이상                   | 필요깊이까지                    |  |
|      |             | 시험굴조사  | 2개소 이상                   | 3~5m                      |  |

- 1) 터널부 지반조사시 복잡한 지질 및 취약암반에 위치한 경우 터널의 안전성 확보를 위하여 정밀한 조사를 위한 추가 조사 실시 가능
- 2) 여건에 의해 보링조사를 실시하지 못하는 경우(지형조건, 민원 등) 발주처의 승인을 받아 비파괴검사(탄성파탐사 등)로 대체할 수 있다.

3. 실내시험

| 조 사 내 용           |  | 실 내 시 험 항 목   |   |
|-------------------|--|---|---|
|                   |  | 기본설계  | 실시설계  |
| 시추조사              | 깎기부  | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험<br>-깎기높이 20m 이상 비탈면 등은 암석의 비중시험·흡수율·단위중량시험·포아송 시험·일축압축시험·삼축압축시험 추가 | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험<br>-이암, 세일은 풍화내구성지수시험, 팽윤 시험 추가<br>-깎기높이 20m 이상 비탈면 등은 암석의 비중시험·흡수율·단위중량시험·포아송 시험·일축압축시험·삼축압축시험·주요 절리면 전단시험 추가 |
|                   | 연약지반   | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험, 일축압축시험, 직접전단시험, 압밀시험, 삼축압축시험                                      | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험, 일축압축시험, 직접전단시험, 압밀시험, 삼축압축시험  |
|                   | 터 널 부  | -비중시험, 흡수율시험, 단위중량시험, 포아송비시험, 일축압축시험, 삼축압축시험, 탄성파속도시험, 탄성계수시험, 인장강도시험, 전단강도시험                           | -비중시험, 흡수율시험, 안정성시험, 마모 시험, 단위중량시험, 포아송비시험, 일축 압축시험, 삼축압축시험, 탄성파속도시험, 탄성계수시험, 인장강도시험, 전단강도시험, 주요 절리면 전단시험   |
|                   | 교 량 부  | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험, 암석의 일축압축 시험 또는 점하중시험  | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험, 암석의 일축압축 시험 또는 점하중시험  |
| 시험굴조사 (Test pit)  | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험, 다짐시험, 실내 C.B.R시험 | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험, 다짐시험, 실내 C.B.R시험, 불교란시료 직접전단시험                                    |   |
| Hand Auger-Boring | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험                   | -함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도 시험, 액·소성한계시험  |   |
| 재료원 조사            | -비중시험, 흡수율시험, 체가름시험, 안정성시험, #200체통과량시험, 마모시험 등         | -비중시험, 흡수율시험, 체가름시험, 안정성시험, #200체통과량시험, 마모시험 등  |   |

\* 실시설계 실내시험은 기본설계에서 시행한 결과를 활용할 수 있거나 중복되는 경우는 제외한다.

## 5. 토량 변화율

### 1) 개요

- (1) 흙이나 암석을 굴착하거나 다짐할 때의 토량 변화율은 시험에 의해 산정하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 소량의 토공작업일 때에는 건설교통부 표준품셈에서 제시하는 토량 변화율을 적용할 수도 있다.
- (3) 토량 변화율은 자연상태의 토량, 흐트러진 상태의 토량, 다짐상태의 토량을 조합하여 표현한다.

$$L = \frac{\text{흐트러진 상태의 토량(m}^3\text{)}}{\text{자연상태의 토량(m}^3\text{)}} \qquad C = \frac{\text{다짐상태의 토량(m}^3\text{)}}{\text{자연상태의 토량(m}^3\text{)}}$$

### 2) 토량환산계수(f) 표

| 구하는 Q<br>기준이 되는 q | 자연상태의<br>토 량 | 흐트러진상태의<br>토 량 | 다져진후의<br>토 량 |
|-------------------|--------------|----------------|--------------|
| 자연상태의 토량          | 1            | L              | C            |
| 흐트러진상태의 토량        | 1/L          | 1              | C/L          |

### 3) 토량환산계수

- (1) 토공사의 토량 환산계수에 적용되는 기준치는 다음과 같다.

| 구 분   | C    | L     | 비 고       |
|-------|------|-------|-----------|
| 토 사   | 0.90 | 1.30  | 1/L=0.77  |
| 리 핑 암 | 1.10 | 1.35  | 1/L=0.74  |
| 발 파 암 | 1.28 | 1.625 | 1/L=0.615 |
| 콘크리트  | 1.00 | 1.00  |           |
| 아 스 콘 | 1.00 | 1.00  |           |
| 깬 돌   | 1.00 | 1.00  |           |

## 6. 흙쌓기

### 1) 관련기준

- 도로공사 표준시방서(2016, 국토교통부)

### 2) 흙쌓기 재료의 품질기준

| 규격기준 \ 공 종     | 노 체    | 노 상    | 비 고                  |
|----------------|--------|--------|----------------------|
| 최 대 치 수 (mm)   | 300 이하 | 100 이하 | -                    |
| 수정CBR(시방다짐)    | 2.5 이상 | 10 이상  | KS F 2320            |
| 5mm체 통과율(%)    | -      | 25~100 | KS F 2302            |
| 0.08mm체 통과율(%) | -      | 0~25   | KS F 2302, KS F 2309 |
| 소 성 지 수        | -      | 10 이하  | KS F 2303            |

※ 암버력을 흙쌓기 재료로 사용할 경우에는 노체완성면 600mm 이하 부분에서만 사용하  
여야 한다.

※ 노체부분의 최대치수가 150mm 이상인 암버력을 흙쌓기할 경우에는 암쌓기 규정에 따른다.

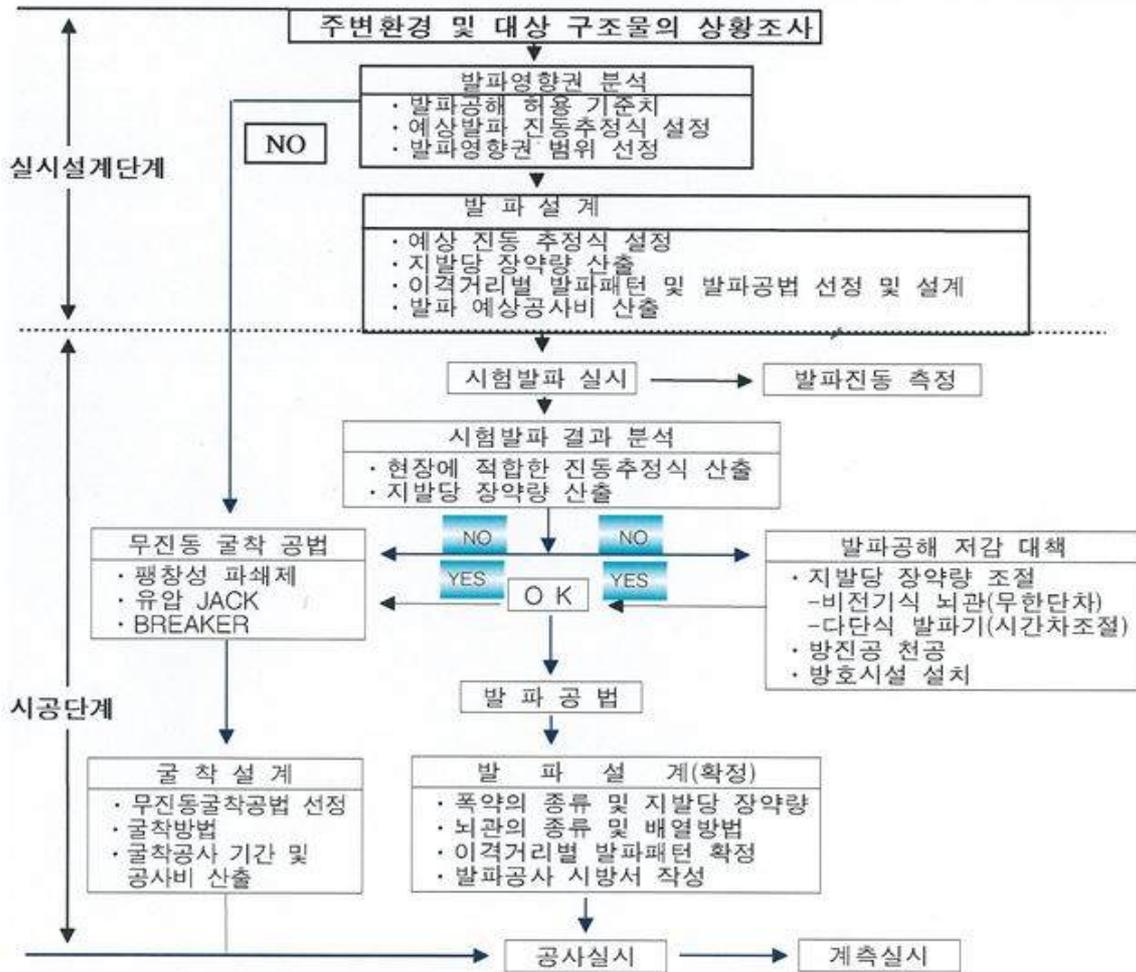
## 7. 암발파 공법

### 1) 개요

건설공사에 있어 불가피하게 수행되어지는 암발파공사는 발파원의 영향권으로부터 소  
음, 진동, 비석등의 환경공해가 발생되어, 민원의 원인이 되므로 환경공해를 저감시킬  
수 있는 적정 발파공법의 적용이 필요하며, 보안시설물의 허용진동규제기준과 이격거리  
에 따라 적용되도록 『거리~지발당장약량조건표』에 의거 설계자가 쉽게 현지여건에  
맞는 적정 발파공법을 적용하는데 있다.

2) 도로공사 노천발파 설계시공 지침(국토교통부), 일반국도공사 전문시방서(국토교통부),  
소음·진동관리법 시행규칙(환경부) 등에 의거 설계 및 시공시 적용한다.

### 3) 암반발파 설계 흐름도



### 4) 발파공법 설계적용 순서

- ① 현장조사를 거쳐 보안시설물(가옥, 상가, 축사, APT 등)에 대한 허용발파 소음·진동 규제기준 참조하여 정한다.
- ② 이격거리는 발파원으로부터 보안시설물까지의 이격거리를 기준으로 측정하여 적용한다.
- ③ 설계발파 진동 추정식을 이용한 「거리~지발당 장약량 조건표」를 참고하여 보안시설물의 발파진동허용기준 및 이격거리에 맞는 지발당장약량을 구하고, 이에 적합한 발파공법을 선정한다.
- ④ 선정된 발파공법은 해당 TYPE(6가지유형)별 표준발파패턴을 설계도면에 첨부하고, 포함설계도에는 설계에 반영한 Type별 표준발파 패턴을 첨부하며, 발파공법별 수량산출은 ‘국도건설공사 설계실무 요령 II.수량산출기준’을 참고하여 공법별로 각각 발파수량을 산출하고, 단가적용은 발파공법별 표준품셈에 따라 계상한다.
- ⑤ 발파공사 시행전에는 반드시 설계에 적용된 표준발파패턴 공법을 기준으로 하여 시험발파를 시행하여야 하며, 그 결과에 따라 현지 암반별 발파진동추정식(K, n)을 구하여 발파설계를 수정·보완하여 변경한다.

- ⑥ 시험발파 적용대상은 일반발파, 대발파를 제외한 암파쇄굴착, 정밀진동제어, 진동제어 (소규모, 중규모)를 적용하되, 일반발파, 대발파인 경우에도 보안물건에 발파영향을 미친다고 판단되는 경우에는 시험발파를 실시할 수 있다.
- ⑦ 시험발파는 발파영향권내에 보안물건이 있는 경우, 실시설계 단계에서 도로공사 연장 4km 범위 내에서 1회를 설계에 반영하고, 시공단계에서는 암반특성 및 현장 여건에 따라 조정할 수 있다.

5) 표준발파공법 및 진동규제기준별 적용되는 이격거리(m)

단위 : cm/sec,kine

| TYPE | 발파공법       | v=0.1   | 0.2     | 0.3     | 0.5    | 1.0    | 5.0   |
|------|------------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|
| I    | 미진동 굴착공법   | 40m까지   | 25m까지   | 20m까지   | 15m까지  | 5m까지   | 3m까지  |
| II   | 정밀 진동제어발파  | 40~80   | 25~50   | 20~40   | 15~30  | 5~20   | 3~7   |
| III  | 소규모 진동제어발파 | 80~140  | 50~90   | 40~70   | 30~50  | 20~30  | 7~10  |
| IV   | 중규모 진동제어발파 | 140~260 | 90~170  | 70~130  | 50~90  | 30~60  | 10~25 |
| V    | 일반발파       | 260~450 | 170~290 | 130~220 | 90~160 | 60~110 | 25~40 |
| VI   | 대규모발파      | 450m이상  | 290m이상  | 220m이상  | 160m이상 | 110m이상 | 40m이상 |

6) 보안물건별 진동속도 설계적용기준

| 구 분          | 가축류 등 | 문화재 및 진동예민구조물 | 가 옥 (조적) | 가옥 (RC조) | 공업용 건 물 | 철골구조 |
|--------------|-------|---------------|----------|----------|---------|------|
| 진동치 (cm/sec) | 0.1   | 0.2~0.3       | 0.3      | 0.5      | 1.0     | 5.0  |

※ 발파는 보안물건별 진동속도 설계적용기준을 초과하지 않도록 시행하여야 한다. 단, 발파소음에 민감한 가축사육시설, 요양원 또는 종교시설 등 현장 조사 결과 설계적용기준을 적용하는 것이 곤란한 경우 별도의 설계기준을 적용한다.

7) 일반적인 건설현장 생활 소음·진동 규제 기준 (소음진동 규제법 시행규칙 제20조의항)

◦ 생활소음 규제기준

(단위 : dB(A))

| 대상지역                       | 시간대별 소음원  |                            | 아침,저녁<br>(05:00~07:00,<br>18:00~22:00) | 주간<br>(07:00~18:00) | 야간<br>(22:00~05:00) |
|----------------------------|---|----------------------------|--|---------------------|---------------------|
|                            | 주거지역, 녹지지역,<br>관리지역중 취락지구<br>및 관광·휴양개발 진<br>흥지구, 자연환경보전<br>지역, 그밖의 지역안<br>에 소재한 학교·병<br>원·공공도서관 | 확성기                        | 옥외설치                                   | 60 이하               | 65 이하               |
| 옥내에서 옥<br>외로 소음이<br>나오는 경우 |   |                            | 50 이하                                  | 55 이하               | 45 이하               |
| 공장                         |   | 50 이하                      | 55 이하                                  | 45 이하               |                     |
| 사업장                        |   | 동일 건물                      | 45 이하                                  | 50 이하               | 40 이하               |
|                            |   | 기타                         | 50 이하                                  | 55 이하               | 45 이하               |
| 공사장                        |   | 60 이하                      | 65 이하                                  | 50 이하               |                     |
| 그 밖의 지역                    | 확성기   | 옥외설치                       | 65 이하                                  | 70 이하               | 60 이하               |
|                            |   | 옥내에서 옥<br>외로 소음이<br>나오는 경우 | 60 이하                                  | 65 이하               | 55 이하               |
|                            | 공장  |                            | 60 이하                                  | 65 이하               | 55 이하               |
|                            | 사업장   | 동일 건물                      | 50 이하                                  | 55 이하               | 45 이하               |
|                            |   | 기타                         | 60 이하                                  | 65 이하               | 55 이하               |
|                            | 공사장   |                            | 65 이하                                  | 70 이하               | 50 이하               |

- ※ ① 소음의 측정 및 평가기준은 환경오염공정시험기준에서 정하는 바에 따른다.
- ② 대상지역의 구분은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따른다.
- ③ 규제기준치는 생활소음의 영향이 미치는 대상지역을 기준으로 하여 적용한다.
- ④ 공사장의 소음 규제기준은 주간의 경우 특정공사 사전신고 대상 기계·장비를 사용하는 작업시간이 1일 3시간 이하일 때는 +10dB을, 3시간 초과 6시간 이하일 때는 +5dB을 규제기준치에 보정한다
- ⑤ 발파소음의 경우 주간에만 규제기준치(광산의 경우 사업장 규제기준)에 +10dB을 보정한다

◦ 생활진동 규제기준

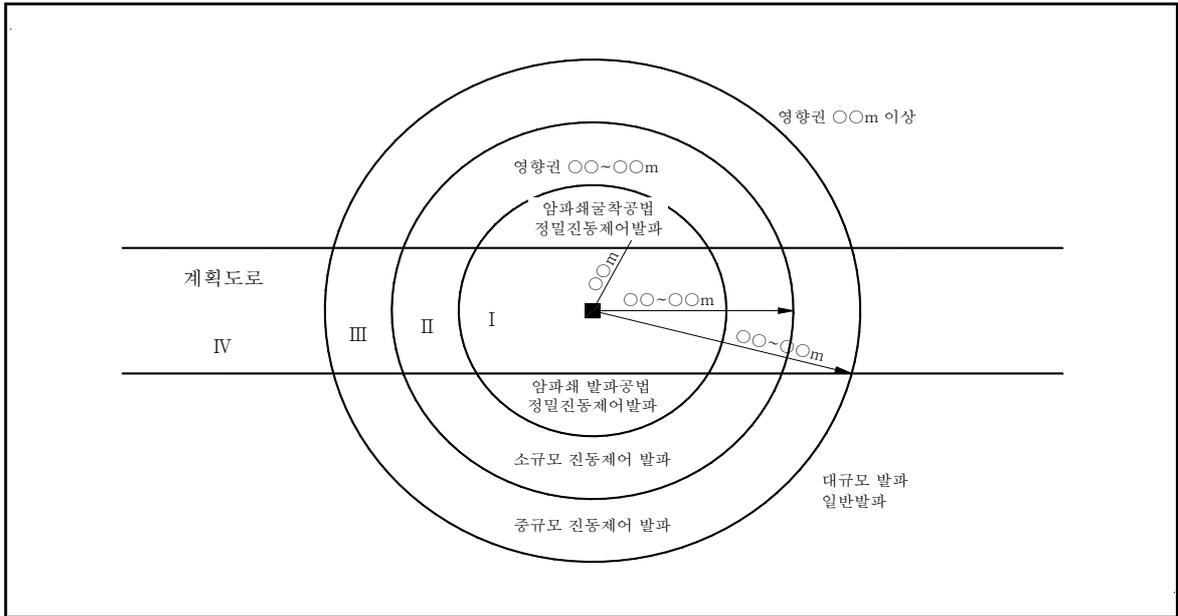
(단위 : dB(V))

| 대 상 지 역  | 시 간 별                |                      |
|--|----------------------|----------------------|
|  | 주 간<br>(06:00~22:00) | 심 야<br>(22:00~06:00) |
| 주거지역, 녹지지역, 관리지역중 취락지구 및 관광·휴양개발지구, 자연환경보전지역, 그 밖의 지역 안에 소재한 학교·병원·공공도서관 | 65 이하                | 60 이하                |
| 그 밖의 지역  | 70 이하                | 65 이하                |

- ※ ① 진동의 측정 및 평가기준은 「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조제 1항제2호에 해당하는 분야에 대한 환경오염공정시험기준에서 정하는 바에 따른다.
- ② 대상 지역의 구분은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른다.
- ③ 규제기준치는 생활진동의 영향이 미치는 대상 지역을 기준으로 하여 적용한다.
- ④ 공사장의 진동 규제기준은 주간의 경우 특정공사의 사전신고 대상 기계·장비를 사용하는 작업시간이 1일 2시간 이하일 때는 +10dB을, 2시간 초과 4시간 이하일 때는 +5dB을 규제기준치에 보정한다.
- ⑤ 발파진동의 경우 주간에만 규제기준치에 +10dB을 보정한다.

8) 암발과 공법적용 이격거리 산정 개요도

이격거리는 보안물건으로부터 발파원까지의 이격거리 기준으로 적용한다.



- ※ ① 발파원 영향권내 보안물건 저축에 따른 적용공법은 상기 도표를 근거로 「거리~지발당 장약량 조건표」에 맞게 이격거리별 기준으로 적용하여 설계한다.
- ② 실시설계시 암발파구간에 발생하는 지역은 별도의 도면에 발파패턴에 따라 수량을 산출하고 계산 근거를 첨부하도록 한다.
- ③ 이격거리는 보안시설물 허용진동규제 기준에 따라 설계발파 진동추정식으로 「거리~지발당 장약량 조건표」를 참조하여 적용한다.

8. 연약지반 처리공

1) 연약지반 기준-건설공사 비탈면 설계기준(2011.12. 국토교통부)

- (1) 연약지반의 판정은 흙쌓기 규모나 구조물 목적에 따라 상대적인 의미로 평가된다.
- (2) 연약지반의 상대적인 의미의 평가란 시공성(Trafficability), 지반의 활동파괴, 구조물 지지력확보 여부, 장기적인 압밀침하 등에 대한 안정성 평가이며, 불안정한 경우는 연약지반으로 취급하여 대책을 강구하여야 한다.
- (3) 일반적인 의미의 연약지반은 아래와 같이 구분한다.

| 구 분            | 점성토, 유기질토 |       | 사질토  |
|----------------|-----------|-------|------|
| 연약층두께          | 10m미만     | 10m이상 | -    |
| N치             | 4이하       | 6이하   | 10이하 |
| $q_c(kg/cm^2)$ | 8이하       | 12이하  | 40이하 |
| $q_u(kg/cm^2)$ | 0.6이하     | 1.0이하 | -    |

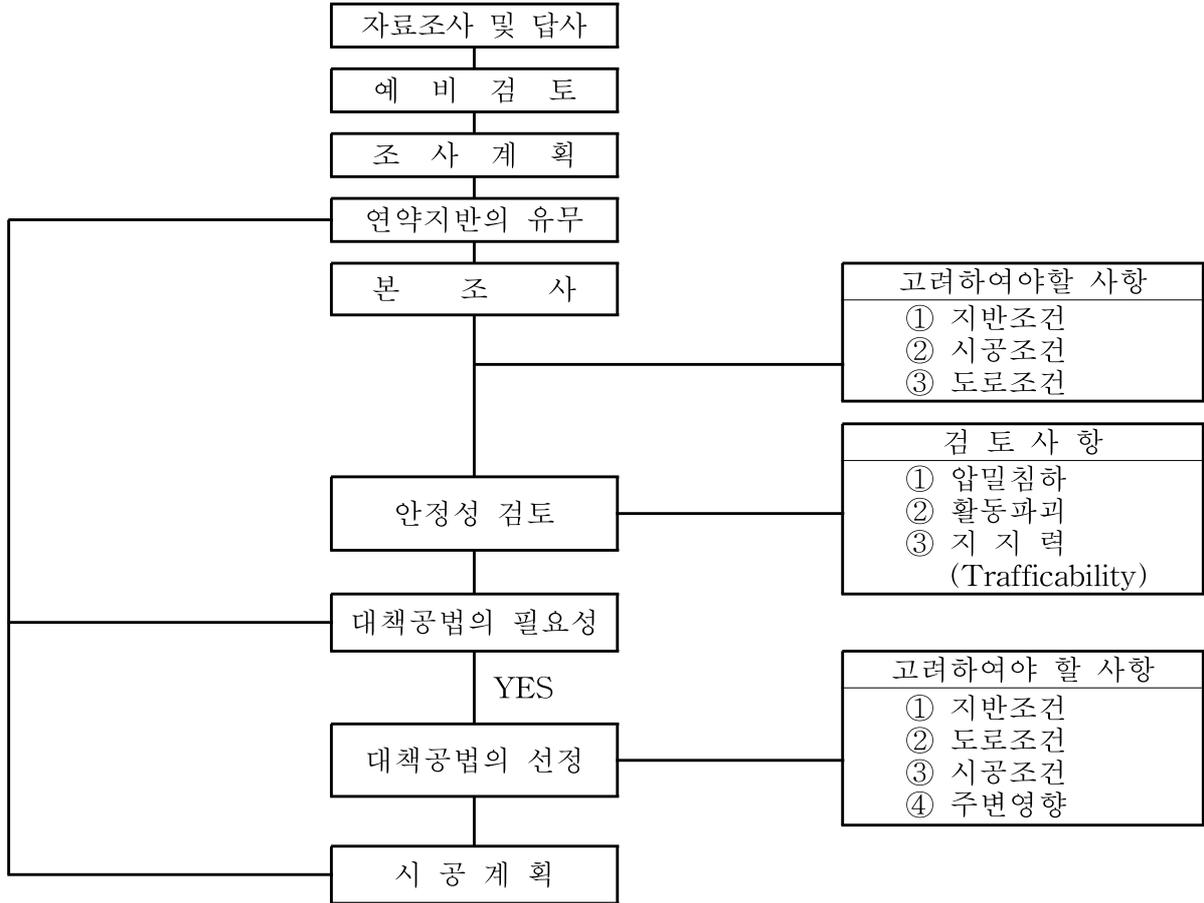
$q_c$  : 콘관입저항  $q_u$  : 일축압축강도

2) 연약지반 조사, 시험 및 계측

| 구 분              |                      | 조사, 시험, 계측의 목적 및 배치기준   |
|------------------|----------------------|---|
| 현<br>장<br>조<br>사 | 시 추 조 사              | - 연약지반 구간 및 신설 구조물<br>- 연약지반에서의 조사간격 : 1공/100m  |
|                  | 자 연 시 료              | - 연약지반 시추조사에서 심도 2~3m마다, 층이 바뀔때 마다<br>- 연약층이 균일하거나, 분포의 두께가 얇은 경우는 공당 2개소   |
|                  | 핸 드 오 거              | - 쌓기부에서는 100~250m 당 1개소<br>- 연약층이 두꺼운 경우는 제외한다.   |
| 현<br>장<br>시<br>험 | 표준관입시험               | - 시추조사시 매 1.5m마다 또는 토층이 바뀔 때마다<br>- KSF 2307에 의거 연속성 있게 실시(표준관입시험 개정2002년)  |
|                  | 베 인 시 험              | - 상부연약층의 비배수 전단강도(Cu)를 측정하기 위하여 실시<br>- 연약지반에서 100~250m 간격<br>- 쌓기지역 연약층(최대 5.0m 까지)의 전단강도 측정<br>- 측정심도는 연약층 전체 또는 시료채취위치 |
|                  | 콘관입시험<br>(CPT, PCPT) | - 연약한 표층의 지지력 특성 및 주행성 예측을 위하여 실시<br>- 연약지반에서 100~250m당 1회<br>- 연약지반 표층의 지지력 및 강도, 간극수압 파악<br>- 필요시 소산시험 실시               |
| 실내<br>시험         | 물리시험                 | - 비중시험, 함수량시험, 입도시험, 액성한계, 소성한계   |
|                  | 역학시험                 | - 투수시험, 압밀시험, 일축압축시험, 삼축압축시험  |
| 현<br>장<br>계<br>측 | 침하관                  | - 전침하량측정, 흠쌓기속도 조절, 프리로딩 제거시기 판정<br>- 연약지반 흠쌓기시 100m 간격으로 흠쌓기단면 중앙에 설치  |
|                  | 경사계                  | - 흠쌓기 비탈면부의 수평방향 변형, 교대부 측방유동 안정성검토<br>- 진단과파괴가 우려되는 쌓기부 좌·우 비탈면, 교대 중앙부에 설치  |
|                  | 간극수압계                | - 흠쌓기하중에 의한 간극수압 변화, 과잉간극수압 소산정도<br>- 200m 간격으로 흠쌓기단면 중앙에 설치, 연약층 두께에 따라 동일지점에 공당소자 1~3개씩 설치                              |
|                  | 지하수위계                | - 흠쌓기에 의한 간극수압 변화, 과잉간극수압 소산정도<br>- 200m 간격으로 흠쌓기에 의한 영향을 받지 않도록 비탈면과 이격하여 설치   |
|                  | 층별침하계                | - 연약지반 쌓기의 심도별 압밀침하량 측정과 지표면 침하량 분석<br>- 200m 간격으로 흠쌓기단면 중앙에 설치, 연약층 두께에 따라 동일지점에 공당소자 1~3개씩 설치                           |

### 3) 연약지반의 검토

#### (1) 연약지반 안정 분석과정



#### (2) 연약지반 안정 검토기준

- ① 허용침하량
  - 도로공용시 : 10cm
  - 배수박스 : 30cm(도로외 지역)
- ② 허용안전율

| 구분    | 단기       | 장기       |          |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|
|       |          | 건기       | 우기       | 지진시      |
| 기준안전율 | FS > 1.1 | FS > 1.3 | FS > 1.2 | FS > 1.1 |

#### (3) 연약지반 계층 관리기준

- ① 침하관리
  - 쌍곡선법, Hoshino법( $\sqrt{t}$ 법), Asaoka법
  - Simulation법(淺岡法), Moden법(門田法)
- ② 안정관리
  - MATSUO-KAWAMURA법(松尾-川村法)
  - TOMINAGA-HASHIMOTO법(富永-橋本法)
  - KURIHARA법(栗原法), Shibata-Sekiguchi법(시전-관구법)
  - Stress Path에 의한 관리기준

4) 대책공법의 적용 및 설계

(1) 연약지반 대책공법

- 지반의 표층처리를 대상으로 하는 대책공법
  - Mat 공법(Sand Mat, P.P Mat)
  - 천층 혼합처리 공법
- 활동파괴에 대한 대책공법
  - Sand Compaction Pile 공법
  - 치환공법(부분제거)
  - 압쌓기 공법
  - Protection Pile 공법
  - Pile Net 공법
  - 심층 혼합처리 공법
- 압밀침하에 대한 대책공법
  - Vertical Drain 공법(Sand Drain, Board Drain, Pack Drain)
  - 동다짐 공법
  - 단계쌓기 공법
  - 진공 압밀 공법
- 활동방지 및 압밀침하에 대한 대책공법
  - 치환공법(전면제거)
  - Sand Compaction Pile 공법
  - 경량재료 이용 공법(Polystyrene Block)
- 측방유동에 대한 대책공법
  - 단계쌓기 공법
  - 경량재 뒷채움공법
  - 치환공법
  - Sand Compaction Pile 공법
  - 약액 주입공법
  - 토목섬유 보강공법

(2) 연약지반처리공법의 조합(예)

| 대 상 목 적                          | 공 법 의 조 합   |
|----------------------------------|---|
| 쌓기지반 Trafficability 및 활동방지       | Mat 공법 + 압채움 + 재하중                                      |
|                                  | Mat 공법 + Sand Compaction Pile + 재하중                     |
| 쌓기지반 Trafficability 및 침하축진       | Mat 공법 + Vertical Drain + 재하중                           |
| 쌓기지반 Trafficability 및 활동방지, 침하축진 | Mat 공법 + Vertical Drain + 압채움 + 재하중                     |
|                                  | Mat 공법 + Vertical Drain + Sand Compaction Pile          |
| 구조물의 활동방지 및 침하축진                 | 재하중 공법 + Vertical Drain + Sand Compaction Pile          |
|                                  | Mat 공법 + 재하중 공법 + Vertical Drain + Sand Compaction Pile |

## 9. 기타 (공종별 설계요령)

### 1) 기존 구조물 깨기

#### (1) 구조물 하부구조

유수부는 하상면까지 제거하여야 하며, 지표면에서 최소 30cm 깊이까지 제거한다.

(2) 도로완성면에서 최소 1m 깊이까지 모든 구조물을 제거하되 포장층의 두께가 1.0m를 넘는 경우에는 포장층 내의 모든 구조물을 제거한다.

(단, 아스팔트 포장은 현지여건을 감안하여 제거)

(3) 연약지반처리가 필요한 구간은 깊이에 관계없이 모든 구조물을 제거한다.

(4) 기존 도면입수 가능한 것은 도면에 의하여 수량 산출한다.

#### (5) 기존 아스팔트콘크리트 포장깨기 시

확장공사의 중단 개량으로 인한 기존도로 굴착시 기존 포장체가 신설 포장부에 보조기층 또는 동상방지층 내에 위치할 경우 골파기 수량을 반영하고, 골파기는 1m폭에 아스팔트 콘크리트 포장두께 깊이로 하고 1차로당 1 line을 설치한다.

### 2) 측구뚫쌓기

쌓기부 하단에 설치하는 측구는 콘크리트측구 설치를 원칙으로 하되, 지형조건 및 현장여건을 고려하여 토사 측구를 설치할 수도 있다.

### 3) 표토제거

연약지반 구간의 표토 등 유기물질을 다량으로 함유하고 있는 토량은 쌓기 재료로 부적절하므로 발주처와 협의하여 제거 후 처리하여야 한다.

### 4) 별개제근 및 가로수 제거

(1) 별개제근 시 산림지역에 적용하며 기존 도로폭은 제외한다.

(2) 별개·가로수 제거 시 발생한 임목폐기물은 현장 내 처리하여(파쇄,분쇄) 우드칩, 톱밥, 퇴비원료 등으로 사용하되, 현장여건에 따라 탄력적으로 적용한다.

※ 「폐기물 관리법 시행규칙(2016.1.21, 환경부)」 적용

### 5) 땅깍기

(1) 깎기·쌓기부 비탈면경사는 토질별 비탈면안정 검토결과에 따라 적용하며, 소규모 현장일 경우는 표준기준을 고려하여 설계에 반영한다.(평면계획상 비탈면경사 조정은 비탈면 안정공 참조)

(2) 암발파 깎기부 비탈면 경사는 비탈면 안정검토 결과에 따라 적용하며 공사의 효율성과 민원발생 방지를 위하여 발파원에서부터 보안시설까지의 이격거리 기준으로 산출한다.

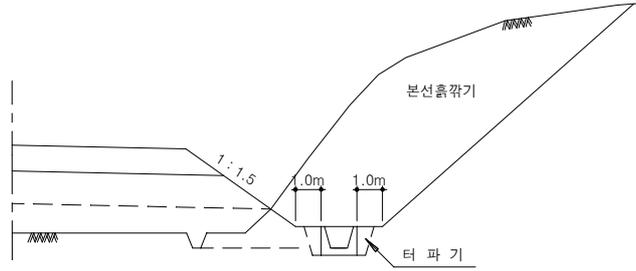
(3) 진동 허용속도는 각 보안시설물과 이격거리를 고려하여 적용공법을 선정하고, 공사 시행 시 시험발파를 실시하여 지반 진동상수 및 지발당 허용 장약량을 결정한 발파량을 감안하여 발파공법을 조정·적용할 수 있다.

- 천공제원                      - 진동허용 기준치                      - 지발당 허용 장약량

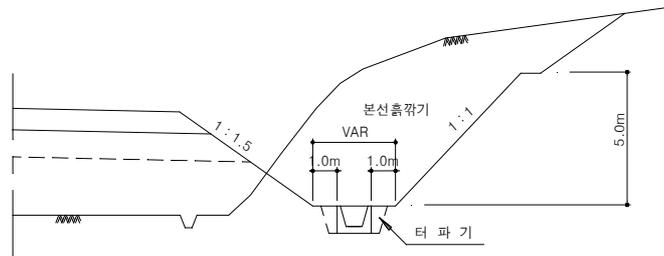
- 발파원에서 보안시설까지의 사거리                      - 적용 발파공법 등

(4) 땅깎기와 터파기의 구분 “예”

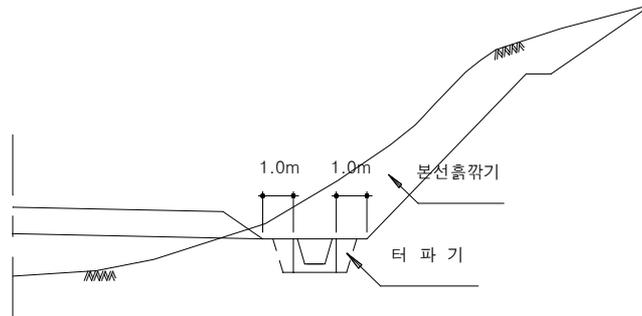
①



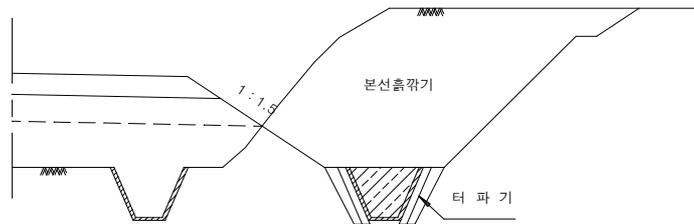
②



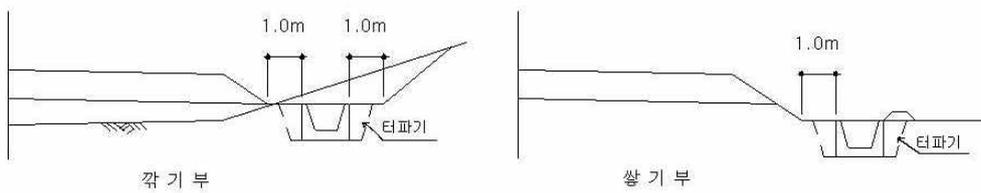
③



④



⑤



6) 순쌓기 운반(m<sup>3</sup>)

(1)토취장의 위치는 가능지역을 선정하여 토지이용계획 확인원 및 토지소유자의 동의서를 보고서에 첨부시키고, 추후 정산이 가능토록 설계변경조건에 명시한다.

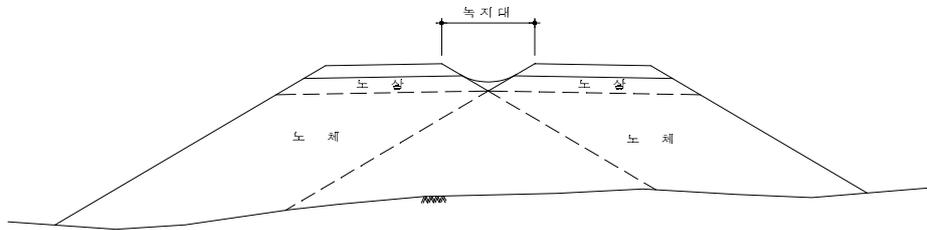
7) 사 토(m<sup>3</sup>)

(1)사토장의 위치는 가능지역을 선정하여 토지이용계획 확인원 및 토지소유자의 동의서를 보고서에 첨부시키고, 추후 정산이 가능토록 설계변경조건에 명시한다.

8) 흙쌓기(m<sup>3</sup>)

(1)쌓기비탈면 표준경사는 0~5m까지는 1:1.5로 하고, 그 후에는 1:1.8로 하되 비탈면 안정검토 후 적용한다.

(2)최종 다짐두께 1.0m를 노상으로 분류한다.(동상방지층 두께를 노상층에 포함함.)



(3)녹지대 쌓기

① 분리구간 녹지대는 토공균형 및 배수조건 등을 고려하여 볼록형(凸) 또는 오목형(凹)을 선정 적용한다.

9) 측도(부체도로) 및 기타사항

(1)측도(부체도로)의 폭은 5.0m를 표준으로 하되 접속도로 현장여건등을 종합적으로 검토하여 적용한다.

(단, 군도 및 농어촌도로, 농로 등은 관계기관과 협의하여 폭을 결정한다.)

(2)측도(부체도로)에는 산마루측구의 설치여부를 검토하여 반영 한다.

(3)본선과 측도(부체도로)사이에는 필요한 경우 L형측구, U형측구 또는 반원형관을 설치할 수 있다.

10) 토석정보시스템(www.tocycle.com)활용

(1) 기본 및 실시설계 완료시 토공사에 대한 토석정보시스템(www.tocycle.com)입력현황을 조사하여 공사시 부족토와 사토량을 파악하고 토공 유동계획을 수립하여야 한다.

① 인접공구 골재 최우선 활용방안 검토.

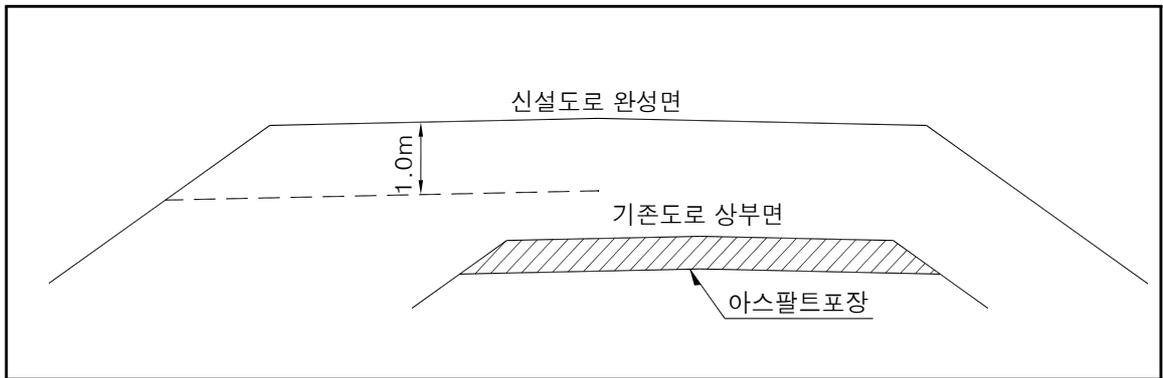
② 암판매에 따른 사업비 절감방안 검토.

## 10. 폐기물 존치 여부에 따른 설계(기존구조물 철거 등)

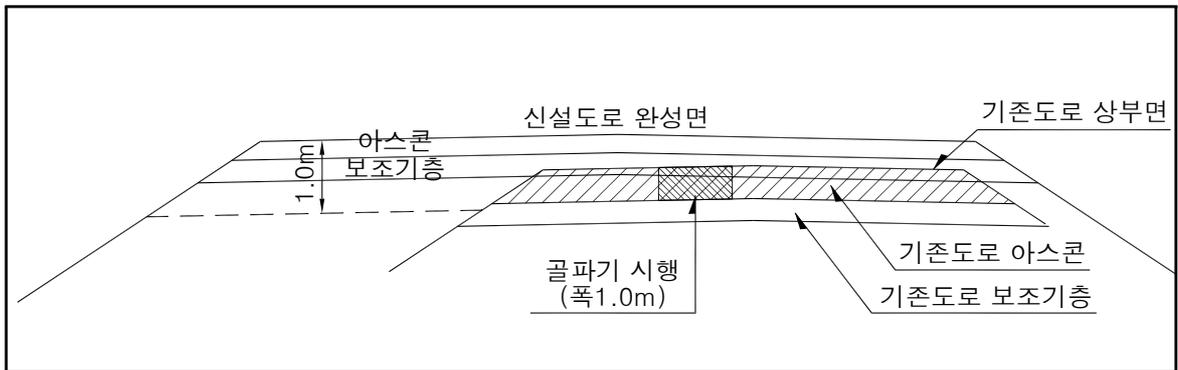
※ 국토건설공사 설계요령(2016. 06/국토교통부)

- 기존도로 확장시 신설노선의 도로완성면 이하 1.0m이내(기존 포장체가 신설포장부에 보조기층 또는 동상방지층 내에 위치)하는 경우는 「국토건설공사 설계 실무 요령」에 의거 아래 예시사항을 참조하여 검토·보완

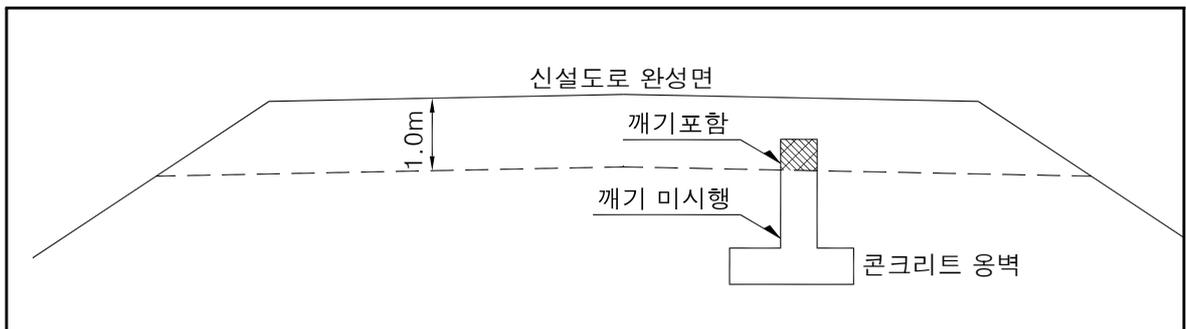
예시1) 기존 아스팔트 포장에 신선투로 완성면 1.0m이하 아랫부분에 위치하는 경우는 깨기물량에서 제외토록 규정.



예시2) 기존 아스팔트 포장에 신선투로 보조기층 내에 위치하는 경우는 깨기물량에서 제외하되 골파기를 시행토록 규정.



예시3) 기존콘크리트 구조물은 도로 완성면 1.0m 이하 부분만 깨기를 시행토록 규정



## 11. 용지경계

### (1) 토공구간

토공구간의 용지경계는 유지관리와 사유지 근접시공에 따른 민원해소 등을 감안하여 특별한 사유가 없는 한 다음과 같이 적용한다.

- 쌓기부 : 측구 및 비탈면 끝에서 1m
- 깎기부 : 측구 및 비탈면 끝에서 2m
- 부체도로 : 측구 및 비탈면 끝
- 도시부 : 사안별로 검토 결정

### (2) 교량구간

교량부 용지경계는 교량가설 시 시공공간 확보와 일조권 침해에 따른 간접피해보상 차원에서 다음사항을 기초로 적용한다.

- 교고
  - 교고 ≥ 20m : 교량 끝에서 10m,
  - 교고 < 20m : 교량 끝에서 5m를 표준
- 도로, 철도, 하천 등 공공시설 교차부는 교량 순폭원
- 시가지 또는 건물 밀집지역은 사안별로 검토하여 결정

## 12. 측도(부체도로) 및 기타사항

(1) 측도(부체도로)의 폭은 5.0m를 표준으로 하되 접속도로 현장여건 등을 종합적으로 검토하여 적용한다.

(단, 발주처 및 관계기관과 협의하여 폭을 결정한다.)

(2) 측도(부체도로)에는 배수시설물의 설치여부를 검토하여 반영 한다.

(3) 본선과 측도(부체도로)사이에는 필요한 경우에는 L형 측구, U형 측구 또는 반원형 관을 설치할 수 있다.

(4) 토공 유동표상 지반선위의 공제토 작성기준

| 구분       | 순쌓기현장                          | 사토현장   |
|----------|--------------------------------|--|
| 공제토 작성기준 | ① 순쌓기란에 ⊖공제토량<br>② 흠쌓기란에 ⊖공제토량 | ① 유동표 운반에 ⊖공제토량<br>② 흠쌓기란에 ⊖공제토량<br>③ 사토란에 ⊕공제토량 |
| 단면예      |                                |  |

## 2.03 비탈면 안전공

## 1. 비탈면 경사

- 비탈면의 경사는 「건설공사 비탈면 설계기준, 2011. 12, 국토해양부」에 따라 깎기 높이가 높고 비탈면의 지반조건이 불량하며 절리, 단층대, 용출수의 출현 등으로 인해 비탈면의 불안정이 우려되는 구간은 장기적인 안전성이 확보 되도록 비탈면 안전 검토를 거쳐 비탈면 기울기를 결정한다.

### 1) 땅깎기 비탈면 경사

- (1) 땅깎기 구간의 비탈면 경사는 지질, 토질, 암반특성 등을 합리적으로 고려하며, 이때 탄성파탐사, 시추조사, 코아회수율, 암반절리, 풍화정도 조사와 시험을 실시하고, 그 결과를 고려하여 결정하는 것을 원칙으로 한다. 특히 비탈면이 다음과 같은 경우에는 비탈면 안정 대책을 검토하여 반영한다.
  - ① 지반이 두꺼운 붕적층 또는 퇴적층으로 구성되어 불안정한 상태를 나타내는 구간
  - ② 붕괴력이 있고 비탈면 붕괴 발생 가능성이 있는 구간
  - ③ 지하수위가 높고 용출수가 많은 구간
  - ④ 갈라진 틈이 있고 지반의 활동 가능성이 있는 구간
  - ⑤ 액상화 발생이 예측되는 지반
  - ⑥ 비탈면 부근에 기존구조물이 위치하는 구간
  - ⑦ 기타 땅깎기 비탈면의 불안정 요인이 있는 것으로 판단되는 구간
- (2) 흙깎기 비탈면의 경사는 별도의 안정해석을 실시하여 결정하는 것이 원칙이나 풍화암 이하의 강도를 갖는 비탈면의 경우, 지반분야 책임기술자의 판단에 따라 아래표와 같이 표준경사를 적용할 수 있다.

#### < 흙깎기 표준경사 >

| 토 질 조 건               |                      | 비탈면 높이(m) | 경 사           | 비 고            |
|-----------------------|----------------------|-----------|---------------|----------------|
| 모 래                   |                      |           | 1:1.5 이상      | SW, SP         |
| 사 질 토                 | 밀실한 것                | 5 이하      | 1:0.8 ~ 1:1.0 | SM, SP         |
|                       |                      | 5~10      | 1:1.0 ~ 1:1.2 |                |
|                       | 밀실하지 않고<br>입도분포가 나쁨  | 5 이하      | 1:1.0 ~ 1:1.2 |                |
|                       |                      | 5~10      | 1:1.2 ~ 1:1.5 |                |
| 자갈 또는<br>암괴 섞인<br>사질토 | 밀실하고 입도분포가<br>좋음     | 10 이하     | 1:1.8 ~ 1:1.0 | SM, SC         |
|                       |                      | 10~15     | 1:1.0 ~ 1:1.2 |                |
|                       | 밀실하지 않거나<br>입도분포가 나쁨 | 10 이하     | 1:1.0 ~ 1:1.2 |                |
|                       |                      | 10~15     | 1:1.2 ~ 1:1.5 |                |
| 점 성 토                 |                      | 0~10      | 1:0.8 ~ 1:1.2 | ML, MH, CL, CH |
| 암괴 또는 호박돌 섞인 점성토      |                      | 5 이하      | 1:1.0 ~ 1:1.2 | GM, GC         |
|                       |                      | 5~10      | 1:1.2 ~ 1:1.5 |                |
| 풍 화 암                 |                      | -         | 1:1.0 ~ 1:1.2 | 시편이 형성되지 않는 암  |

- 주) 1. 실트는 점성토로 간주. 표에서 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.  
2. 위 표의 경사는 소단을 포함하지 않는 단일비탈면의 경사이다.

- ① 연암 이상 암반비탈면의 경사는 암반내에 발달하는 단층 및 주요 불연속면의 경사 및 방향을 이용한 평사투영해석을 실시하고 발생 가능한 파괴형태에 대한 안정해석을 실시하여 비탈면의 경사를 결정한다.
- ② 깎기비탈면의 높이가 10m 이상인 비탈면에서는 비탈면 유지관리를 위한 점검, 배수시설의 설치공간으로 활용하기 위하여 원칙적으로 소단을 설치하며, 비탈면 중간에 5~20m 높이마다 폭은 1~3m의 소단을 설치한다. 장비 진입 등과 같은 작업공간의 확보가 필요한 경우에는 소단 폭을 여건에 맞게 조정할 수 있다.
- (3) 리핑암 및 토사구간에서는 H=5.0m 마다 소단을 설치하고, 소단은 일정한 높이(5의 배수)에 설치하는 것이 바람직하며, 미관 및 현장여건을 고려하여 설치한다.
- (4) 소단과 소단사이에 토사와 리핑암의 구분선이 발생할 경우에는 많은 쪽 비탈면의 경사 적용을 원칙으로 하며, 미관 및 현장 시공여건을 고려하여 조정 설치한다.
- (5) 흙깎기구간의 평면도상 종방향으로 암과 토사 등이 불규칙하게 분포되어 경관을 훼손할 경우 주변미관 및 비탈면안정 검토에 의한 안정경사로 완화하여 조정할 수 있다.  
 ※ 이 경우 비탈면안정 검토는 토사구간을 기준으로 검토하고 검토결과에 의한 안정경사는 암구간에 대하여도 동일하게 적용한다.
- (6) 지반이 치밀하지 못하고 지하수의 통로역할을 하는 경우가 많아 지속적인 문제가 발생하는 붕적토 지반에서의 깎기비탈면은 안정해석을 통하여 경사를 결정하는 것이 원칙이지만, 과거실적을 바탕으로 안정성이 확보되는 경사로서 아래표와 같은 경험적인 경사기준을 사용할 수 있다.

**<붕적토층 지반의 흙깎기 표준경사>**

| 대 상 목 적                    | 경 사               |
|----------------------------|-------------------|
| 강우시에 지하수위가 깎기 바닥면보다 낮은 경우  | 1 : 1.2           |
| 강우시에 지하수위가 깎기 바닥면보다 높아질 경우 | 1 : 1.5           |
| 평상시 지하수위가 깎기 바닥면보다 높은 경우   | 1 : 1.8 ~ 1 : 2.0 |

2) 깎기 비탈면 안전율기준(「건설공사 비탈면 설계기준, 2011,12 국토해양부」 참조)

| 구 분   |          | 기준안전율  | 참 조  |
|---|----------|--|--|
| 장기  | 건기       | FS > 1.5   | · 지하수가 없는 것으로 해석   |
|   | 우기       | FS > 1.2<br>또는<br>FS > 1.3   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 연암 및 경암 등으로 구성된 암반비탈면의 경우, 인장균열 내 지하수 포화 높이나 활동면을 따라 지하수로 포화된 비탈면 높이의 1/2심도까지 지하수를 위치시키고 해석을 수행하며 이 경우 FS=1.2를 적용</li> <li>· 토층 및 풍화암으로 구성된 비탈면의 안정해석은 지하수위를 결정하여 해석하는 방법 또는 강우의 침투를 고려한 방법 사용 가능</li> <li>· 지하수위를 결정하여 해석하는 경우에는 현장 지반조사 결과, 지형조건 및 배수조건 등을 종합적으로 고려하여 지하수위를 결정하고 안정해석을 수행하며, 지하수위를 결정한 근거를 명확히 기술 (FS=1.2적용)</li> <li>· 강우의 침투를 고려한 안정해석을 실시하는 경우에는 현장 지반조사 결과, 지형조건, 배수조건과 설계계획빈도에 따른 해당 지역의 강우강도, 강우지속시간 등을 고려하여 안정해석을 실시하며, 해석시 적용한 설계정수와 해석방법을 명확히 기술 (FS=1.3적용)</li> </ul> |
|   | 지진시      | FS > 1.1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 지진관성력은 파괴토체의 중심에 수평방향으로 작용시킴</li> <li>· 지하수위는 우기시 조건과 동일하게 적용</li> </ul>  |
| 단기  | FS > 1.1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 1년 미만의 단기적인 비탈면의 안정성 (시공중 포함)</li> <li>· 지하수 조건은 장기안정성 검토의 우기시 조건과 동일하게 적용</li> </ul> |  |
| * 비탈면 상부 파괴범위 내에 1, 2종 시설물의 기초가 있는 경우 : 별도 검토 |          |  |  |

3) 흩쌓기 비탈면 경사

- (1) 쌓기비탈면의 경사는 별도의 비탈면 안정해석을 통해 결정하는 것이 원칙이나, 높이 10m미만일 경우에는 지반분야 책임기술자의 판단에 따라 다음의 표준경사를 적용할 수 있다.

**<쌓기 비탈면의 표준경사 >**

| 쌓기 재료  | 비탈면 높이<br>(m) | 비탈면 상하부에 고정<br>시설물이 없는 경우<br>(도로, 철도 등) | 비탈면 상하부에 고정<br>시설물이 있는 경우<br>(주택, 건물 등) |
|--|---------------|---|---|
| 입도 분포가 좋은<br>양질의 모래, 모래자갈,<br>암괴, 암버럭                              | 0 ~ 5         | 1:1.5                                   | 1:1.5                                   |
|  | 5 ~ 10        | 1:1.8                                   | 1:1.8~1:2.0                             |
|  | 10초과          | 별도검토                                    | 별도검토                                    |
| 입도분포가 나쁜 모래,<br>점토질 사질토, 점성토                                       | 0 ~ 5         | 1:1.8                                   | 1:1.8                                   |
|  | 5 ~ 10        | 1:1.8~1:2.0                             | 1:2.0                                   |
|  | 10초과          | 별도검토                                    | 별도검토                                    |
| 1) 상기표는 기초지반의 지지력이 충분한 경우에 적용함.<br>2) 비탈면 높이는 비탈어깨에서 비탈끝까지 수직높이 임. |               |   |   |

(2) 비탈면 높이가 5m 이상인 비탈면에서는 비탈면 유지관리를 위한 점검, 배수시설의 설치 공간으로 활용하기 위하여 원칙적으로 소단을 설치하며, 비탈면 중간에 5~10m높이에 폭 1~3m의 소단을 설치한다. 장비진입 등과 같은 작업공간의 확보가 필요한 경우에는 소단폭을 여건에 맞게 조정할 수 있다.

4) 쌓기 비탈면 안전율기준

- (1) 안전율은 비탈면 내부에 가정된 파괴면 또는 실제 발생한 파괴면에서의 전단강도와 전단응력 비율, 저항력과 작용하중의 비율 또는 저항모멘트와 작용모멘트의 비율로 계산한다.
- (2) 기준안전율은 일반 쌓기비탈면과 연약지반 쌓기비탈면으로 구분하며 안정해석방법과 입력변수가 내포하는 불확실성을 감안하여 경제성을 확보하면서 보수적인 설계를 유도하고자 설정하는 값으로서, 비탈면의 안정성을 확보하기 위한 해석에서 적용하는 기준안전율은 다음과 같다.

**< 쌓기 비탈면 안정 해석시 적용하는 기준안전율 >**

| 구 분  | 기준안전율    | 참 조  |
|--|----------|--|
| 장기   | 건기       | FS > 1.5<br>· 쌓기체 내에 지하수가 없는 것으로 해석  |
|  | 우기       | FS > 1.3<br>· 지하수 조건은 지반조사 결과, 지형조건 및 배수조건 등을 종합적으로 판단하여 안정성에 가장 불리한 상태가 발생하는 조건에 대하여 수행<br>· 한쪽쌓기 한쪽각기 비탈면에서는 상기조건에 따라 산정한 지하수위 또는 침투해석을 통한 지하수위를 이용하여 해석<br>· 쌓기 표면에 강우침투가 발생하는 경우에는 설계계획빈도에 따른 해당지역의 강우강도, 강우지속시간 등을 고려하여 강우침투를 고려한 해석 실시 |
|  | 지진시      | FS > 1.1<br>· 지진관성력은 파괴토체의 중심에 수평방향으로 작용시킴<br>· 지하수위는 우기시 조건과 동일하게 적용  |
| 단기   | FS > 1.1 | · 1년 미만의 단기적인 비탈면의 안정성 (시공중 포함)<br>· 지하수 조건은 장기안정성 검토의 우기시 조건과 동일하게 적용   |
| * 비탈면 상부 파괴범위 내에 1, 2종 시설물의 기초가 있는 경우: 별도 검토 |          |  |

**< 연약지반 쌓기 비탈면 안정 해석시 적용하는 기준안전율 >**

| 구 분 | 기준안전율    | 참 조  |
|-----|----------|--|
| 장기  | 건기       | FS > 1.3<br>- 쌓기체 내에 지하수가 없는 것으로 해석  |
|     | 우기       | FS > 1.2<br>- 지하수 조건은 지반조사 결과, 지형조건 및 배수조건 등을 종합적으로 판단하여 안정성에 가장 불리한 상태가 발생하는 조건에 대하여 수행<br>- 한쪽쌓기 한쪽각기 비탈면에서는 상기조건에 따라 산정한 지하수위 또는 침투해석을 통한 지하수위를 이용하여 해석<br>- 쌓기 표면에 강우침투가 발생하는 경우에는 강우침투를 고려한 해석 실시 |
|     | 지진시      | FS > 1.1<br>- 지진관성력은 파괴토체의 중심에 수평방향으로 작용시킴<br>- 지하수위는 우기시 조건과 동일하게 적용  |
| 단기  | FS > 1.1 | - 1년 미만의 단기적인 비탈면의 안정성(시공중 포함)<br>- 지하수조건은 장기안정성 검토의 우기시 조건과 동일하게 적용   |

#### 4. 비탈면 안정 해석

##### 1) 일반 비탈면안정 해석

- (1) 토사 및 풍화암을 대상으로 한계평형이론을 이용하여 안정해석을 실시한다.
- (2) 한계평형이론은 아래와 같다. (Bishop Method, Fellenius Method, Janbu Method)

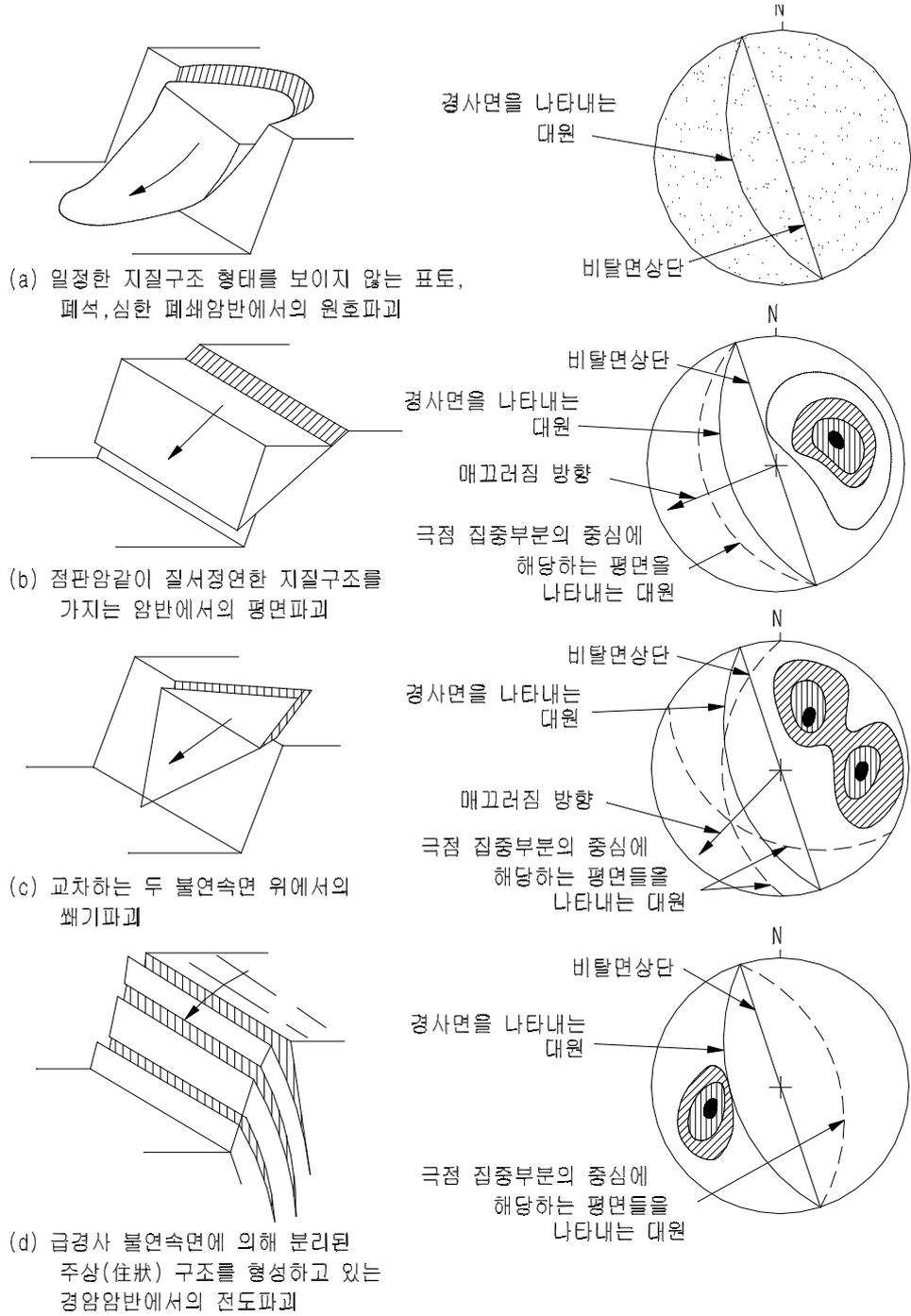
$$F_s = \frac{1}{\sum W \sin \alpha_n} \sum (c' b_n + (W - ub_n) \tan \phi') \times \frac{1}{m(\alpha_n)}$$

$$m(\alpha_n) = \cos \alpha_n \left( 1 + \tan \alpha_n \times \frac{\tan \phi'}{F_s} \right)$$

- (3) 비탈면안정에 사용되는 강도정수는 각종시험 및 문헌을 참고하여 산정한다.

##### 2) 암반의 비탈면안정 해석

- (1) 평사투영법 및 한계평형식을 이용하여 안정해석을 실시한다.
- (2) 평사투영법 : 불연속면과 같은 3차원적인 형태를 2차원적인 평면상에 투영하는 방법
  - 해석방법 : 대원(GREAT CIRCLE)과 극점(POLE) 투영 방법
  - 안정성평가 : 원형과괴, 평면과괴, 썪기과괴, 전도과괴에 대한 안정성 평가



(3) 한계평형식 : 미끄러짐을 유발하는 힘에 대한 미끄러짐에 저항하는 힘의 비 평면파괴와 썩기파괴 해석을 통한 안정성을 평가하여야 한다.

- 평면파괴 안전율 : 
$$F = \frac{cA + (W \cos \psi_p - U - V \sin \psi_p) \tan \phi}{W \sin \psi_p + V \cos \psi_p}$$

- 썩기파괴 안전율 : 
$$F = \frac{\sin \beta}{\sin \frac{1}{2} \xi} \frac{\tan \phi}{\tan \psi_i}$$

## 5. 비탈면 보호공

### 1) 식생 보호공

#### (1) 개요

① 비탈면보호공은 현지 비탈면의 지형 및 지질, 토양조건, 경사, 방향, 강우량, 시공조건, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 다수의 공법을 선정, 시험시공을 실시하여 현지에 잘 부합하는 식생보호공을 선정하는 것을 원칙으로 한다.

② 식생 보호공에 대한 비탈면 보호공법은 다음과 같다.

(설계단계에서는 공사비 기초금액 산출을 위해 다음과 같은 식생보호공을 적용할 수 있다.)

| 구 분     |                | 보 호 공   | 비 고 |
|---------|----------------|---|-----|
| 흙쌓기 비탈면 |                | · 줄떼, 종자뿌어붙이기, 거적덮기 등   |     |
| 땅깎기 비탈면 | 토 사            | · 보통토사 : Seed-spray<br>· 심각한 세굴예상 구간 : Seed-spray + 거적덮기<br>· 건조 척박한 토양, 견고한 점토질 (모래, 실트질모래, 화강풍화토(마사토) 구간 : 얇은식생기반재취부공 |     |
|         | 리 핑 암          | · 종자뿌어붙이기, 얇은 식생기반재 취부 등  |     |
|         | 발 과 암          | · 두꺼운 식생기반재 취부, 덩굴식물류, 자생종묘식재 등   |     |
|         | 산성암, 특수암, 이암 등 | · 두꺼운 식생기반재 취부 등  |     |

③ 깎기부 발과암 구간중 미관이 요구되는 주요 경관지역은 발주처와 협의후 별도의 법면 보호를 실시한다.

④ 식생만으로 비탈면의 안정을 확보할 수 없는 경우에는 지질, 경사안정성, 경제성, 미관, 유지관리, 기타 현지여건을 검토하여 대상지역에 적합한 보호공법을 선정하여야 한다.

⑤ 깎기 비탈면의 토질 특성에 따라 적절한 식생 보호공법을 적용하여야 한다.

⑥ 「비탈면 녹화설계 및 시공 지침(국토해양부, 2009.6)」을 참조하여 공법을 적용하여야 한다.

### 2) 구조물 보호공

#### (1) 개요

① 비탈면 경사조정을 통하여 비탈면 안정 경사를 선정함을 원칙으로 한다.

② 식생에 의한 보호공만으로 비탈면의 안정이 유지될 수 없을 경우에 적용한다.

③ 비탈면의 경사를 급하게 해서 깎기면적을 줄이고 자연환경의 훼손을 최소화 시켜 비탈면의 안정을 확보하고자 할 경우에 적용한다.

④ 썩기형과괴 예상지역은 구조물에 의한 국부보강공법을 적용한다.

(2) 적용가능한 비탈면보호공

| 구 분     | 보 호 공  | 비 고                                    |
|---------|--|--|
| 흙쌓기 비탈면 | 비탈면 돌망태공   | 토사가 유출할 위험성이 있을 경우                     |
|         | 보강토공법, 보강토 옹벽공법, 개비온옹벽 등                             | 지형적 제약을 받아서 흙쌓기 안정 비탈면 경사를 확보할 수 없는 경우 |
| 땅깎기 비탈면 | 콘크리트 블록 격자공, 모르타르 뿔어 붙이기공, 블록 붙임공, 돌붙임공 등            | 비탈표면의 풍화 침식 및 동상등의 방지                  |
|         | 현장타설 콘크리트 격자공, 콘크리트 붙임공, 비탈면 앵커공, 쏘일네일링공, 비탈면 록볼트공 등 | 비탈표면부의 붕락방지, 약간의 토압을 받는 흙막이            |
|         | 비탈면 돌망태공, 콘크리트 블록 정형공 등                              | 용수가 많은곳, 부등침하가 예상되는 곳                  |

① 콘크리트 블록 격자공

콘크리트의 직육면체 블록을 비탈면상에 격자상으로 조립하여 그 골조에 의하여 비탈면의 붕괴나 세굴등을 방지하고, 격자들 내에 흙의 표면을 유수의 세굴로부터 보호하기 위하여 식생공법을 병행하는 것이 보통이다.

② 모르타르 뿔어 붙이기공

비탈면에 전체적으로 용수가 없고 풍화를 받기 쉬운 암질, 풍화하여 붕괴할 위험이 있는 암질, 균열 및 절리가 많아 낙석의 위험성이 있는 암질과 식생에 부적합한 지역 등에 사용한다. 모르타르 뿔어 붙이기공에서는 5~10cm, 콘크리트 뿔어 붙이기공에서는 10~20cm 두께를 표준으로 한다.

③ 현장타설 콘크리트 격자공

본 격자공은 자갈섞인 토사, 풍화암 및 풍화되기 쉬운 혹은 절리나 균열이 많은 연암에 용수가 있고, 장대 비탈면이며 장기간 안정이 어렵다고 판단되는 비탈면에 콘크리트 블록 격자공 등에서 붕괴 가능성내지 안정이 우려될 때 사용한다. 현장타설 철근 콘크리트 격자공은 격자의 교점이 일체화되어 있기 때문에 콘크리트 블록 격자공에 비하여 경사 및 전단면의 강도가 크므로 표층 붕괴에 대해 어느정도 억지력을 기대할 수 있다. 이 격자공은 철근콘크리트보의 교점등에 앵커나 록 볼트를 병용하는 경우가 많고 충분한 시공관리가 필요하다.

④ 블록 붙임공, 돌 붙임공

비탈면의 풍화 및 침식 등의 방지를 주목적으로해서 1:1 이상의 완경사 비탈면에 점착력이 없는 토사 및 허무러지기 쉬운 비탈면에 적용한다.

⑤ 비탈면 앵커공

경암 또는 연암의 비탈면에 있어서 암반의 절리 등이 있어 붕괴할 염려가 있는 경우나 불안정한 암반 비탈면의 안정을 꾀할 경우에 사용한다. 앵커공은 단독으로 사용하는 것보다 현장타설 철근 콘크리트 격자공, 옹벽, 말뚝공 등과 병용시키는 경우가 많다. 앵커와 지반의 정착방식에 따라 다음과 같이 크게 3종류로 대별된다.

| 종 류   | 정 착 방 식  |
|-------|--|
| 마 찰 형 | 앵커 주변면과 기초와의 마찰저항에 의해 앵커 인발력을 기반에 전달한다.          |
| 지 압 형 | 앵커의 일부 혹은 대부분을 크게 넓혀 뚫고 앵커체 수동토압으로 앵커 인발력에 저항한다. |
| 복 합 형 | 마찰형 및 지압형의 복합형                                   |

⑥ 쏘일네일링공

지반의 전단 또는 활동 저항력을 증대시키기 위한 방법으로 원지반 자체 강도를 증가시키기 공법이다. 철근이나 강봉을 가상파괴면보다 깊게 비탈면내에 삽입하여 비탈면의 안정효과를 갖는 공법으로 최근 많이 사용되고 있는 공법중의 하나이다. 이 공법의 장점으로서는 억지말뚝과는 정반대로 시공장비가 소규모라는 점을 들 수 있다. 그러나, 비탈면의 지하수위가 높ی 존재할 시에는 효과가 불확실하므로 배수공을 특히 주의하여 시공해야 한다.

⑦ 비탈면 록볼트공

Rock Bolt는 암반과 보강공과의 일체화 혹은 불연속면을 경계로 하여 암반이 일체화 되도록 보강하는 것을 목적으로 사용한다. Rock Bolt의 작용효과는 부재의 전단강도나 원지반과의 인발저항에 의한 직접적인 원지반의 보강뿐만 아니라 간접적인 원지반의 물성을 강화하는 효과도 있으므로 보강토공법과도 유사하다.

일반적으로 Rock Bolt를 사용하는 경우에는 비탈면표면의 얇은 위치에 견고한 암반이 존재하여야 하며 정착력을 정확히 추정하는 것은 곤란한 경우가 많기 때문에 사전에 인발시험을 실시하여 정착력을 확인하는 것이 중요하다. 록볼트공은 일반적으로 암반 보강 기구에 의한 분류에서는 ①접속식, ②전면 접촉식, ① 및 ②의 병용식으로 나누어진다. 비탈면에 사용하는 경우는 전면 시멘트 접촉형이나 전면 수지 접촉형 등의 접촉제를 사용하는 것이 광범위한 지질에 적용할 수 있다.

⑧ 비탈면 돌망태공

비탈면에 용수가 있어서 토사가 유출할 위험성이 있는 경우 또 붕괴한 곳을 복구할 경우, 동상으로 비탈면이 붕괴할 위험성이 있는 경우, 흩쌓기 비탈면이 수로와 접하는 경우에 적용한다.

⑨ 피암터널

도로 인근에 여유폭이 없고 낙석 발생의 가능성이 있는 급경사 절개면 지역이나, 낙석 규모가 커서 낙석 울타리나 옹벽으로 막을 수 없는 지역에 적용한다.

⑩ 수평배수공

지하수 용수가 빈번한 장소에서 강제적으로 절개면 내부에 유로를 형성함으로써 상시 지하수위의 증가를 억제시킬 필요가 있는 지역에 적용한다.

※ 구조물에 의한 비탈면 보호 적용공법은 상기공법 외 다수 있으므로 설계 및 시공시 발주청과 협의하여 공법을 적용한다.

⑪ 기대기 옹벽공

부분적으로 불안정한 깎기비탈면 표면을 보호하기 위한 목적으로 콘크리트 벽체를 설치하여 지지시키는 옹벽으로 합벽식과 계단식이 있다.

합벽식 옹벽은 깎기비탈면 중간부분 또는 상부에 대규모 절리나 파쇄대로 인하여 길게 파괴되는 구간 또는 표면의 풍화진행으로 인하여 공간이 발생하였을 때 주변 암반부의 추가파괴 또는 암반의 이탈을 방지하기 위한 목적으로 설치되는 옹벽이다.

계단식 옹벽은 비탈면 전체적으로 소규모의 파괴가 가능한 구간이나 이미 파괴가 발생한 구간에서 추가파괴가 예상되는 경우 표면의 풍화로 인한 암괴이탈의 우려가 있는 경우에 옹벽의 자중으로 이탈하는 암괴를 지지시키고 추가파괴를 방지하기 위한 목적으로 설치되는 옹벽이다.

기대기 옹벽 적용시 대규모 지질구조에 의한 파괴가 예상되는 구간은 반드시 활동방지를 위한 보강공법과 병행하여 적용하여야 한다.

⑫ 토석류 대책시설

토석류로 인한 시설물의 피해를 방지 또는 저감시키기 위한 대책의 설계에 적용한다. 토석류 대책시설은 발생 억제시설, 흐름완화 및 제어시설, 퇴적 및 유도시설로 나눌 수 있다.

- 발생 억제시설 : 계곡막이 등
- 흐름완화 및 제어시설 : 사방댐, 토석류 포획망, 유로보강시설 등
- 퇴적 및 유도시설 : 퇴적지, 토석류 흐름 유도를 위한 제방 등

토석류 발생 억제시설 중 계곡막이는 경사완화구간의 범위, 단수, 단의높이, 단의경사, 길이 등을 검토한다. 토석류 흐름완화 및 제어시설은 설치위치의 토석류 특성을 고려하여 대책시설의 종류, 규모, 구조적 안정성 등을 검토한다. 토석류 퇴적 및 유도시설은 퇴적부 경사, 저사용량, 수로단면의 규모 및 안정성을 검토한다.

※ 구조물에 의한 비탈면 보호 적용공법은 상기 공법 외 다수 있으므로 설계 및 시공시 발주처와 협의하여 공법을 적용한다.

## 5. 비탈면 내진설계

### 1) 설계 일반사항

- (1) 비탈면이 속한 주구조물이 활성단층이 지나가는 구역, 활성단층 인접지역, 지진시 액상화 또는 과도한 침하가 예상되는 지역에 있고 비탈면에도 그 영향이 있는 경우에는 지반을 보강 또는 개량하여 비탈면의 붕괴가능성을 감소시켜야 한다.
- (2) 비탈면의 내진설계는 설계 지반가속도에 대하여 내진성능수준을 만족시키도록 설계하여야 한다. (“내진설계기준연구”(건설교통부, 1997.12) 참조)
- (3) 비탈면의 내진설계는 다음의 항목에 대하여 검토한다.

- ① 비탈면 기초지반의 액상화 가능성
- ② 비탈면 자체의 활동에 대한 안정성

### 2) 비탈면의 내진등급

- (1) 비탈면의 내진등급은 상위개념 내진설계기준을 준용하여 비탈면이 속해있는 주구조물의 내진등급에 따라 I 등급, II 등급으로 구분한다.
  - ① 비탈면의 붕괴가 주구조물의 구조적 안정성에 직접적인 영향을 미치는 경우에는 비탈면의 내진등급은 주구조물의 내진등급을 적용한다.
  - ② 비탈면의 붕괴가 주구조물의 구조적 안정성에 직접적인 영향을 미치지 않지만, 주구조물의 기능 또는 정상적 운영상에 상당한 영향을 미치는 경우에는 주구조물 보다 한 등급 아래의 내진등급을 적용한다.
  - ③ 비탈면의 붕괴가 주구조물의 구조적 안정성에 직접적인 영향을 미치지 않으며, 주구조물의 정상적인 운영이 가능한 상태에서 비탈면의 복구가 가능한 경우에는 내진설계 여부를 발주자와 협의하여 결정한다.
- (2) 비탈면의 붕괴로 인하여 비탈면 상부 또는 하부의 영향범위 내에 주구조물이 없어 영향을 받지 않는 경우는 비탈면 내진설계를 적용하지 않는다.

### 3) 내진설계 절차

- (1) 비탈면의 내진설계는 비탈면과 비탈면 하부 기초지반의 지반조건에 따라 우선적으로 액상화 발생가능성을 검토하고 비탈면 안정성 검토를 수행한다.
- (2) 액상화 및 지진하중을 고려한 비탈면의 활동에 대한 기준안전율은 다음과 같다.

| 구 분      |      | 기준안전율    | 참 조   |
|----------|------|----------|---|
| 액상화      | 간편법  | FS > 1.5 | ·FS > 1.5 인 경우는 액상화에 대한 안전<br>·FS < 1.5 인 경우는 액상화 상세검토 수행   |
|          | 상세검토 | FS > 1.0 | ·진동삼축압축시험 결과 이용하여 검토  |
| 지진시 안정해석 |      | FS > 1.1 | ·지진관성력은 파괴토체의 중심에 수평방향으로 작용<br>·지하수위는 실제 측정 또는 평상시의 지하수위 적용 |

(3) 안정성 해석은 “내진설계기준연구”(건설교통부, 1997.12)에 준용하여 수행한다.

## 2.04 배 수 공

# 1. 개 설

배수시설의 설계는 「도로 배수시설 설계 및 관리 지침, 2012.11, 국토해양부」을 기준으로 한다.

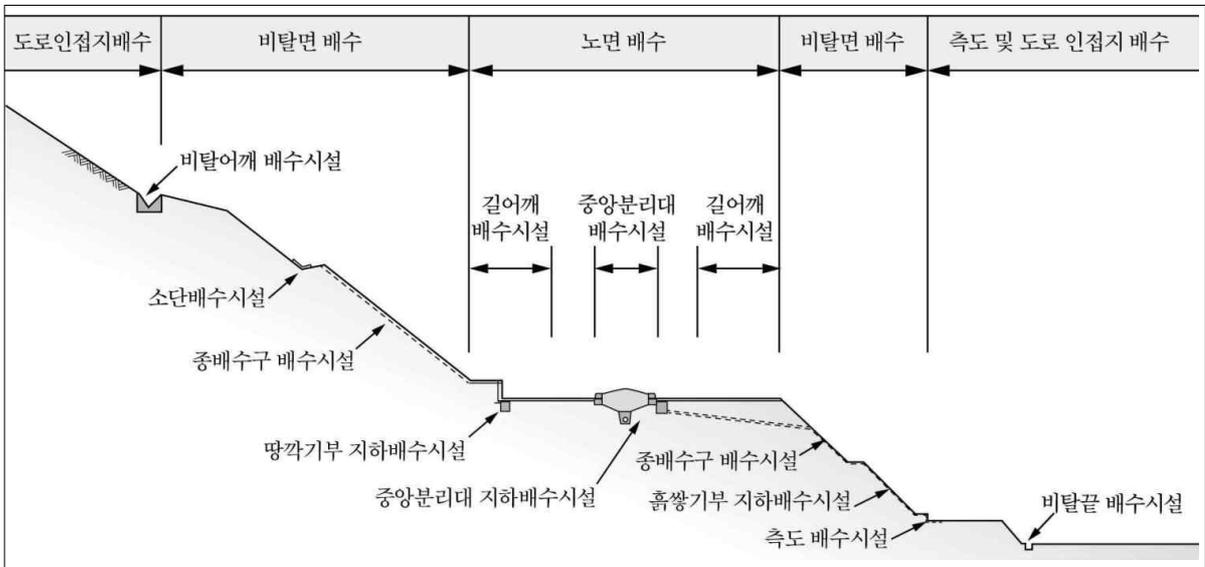
## 1) 배수 시설의 목적

도로 배수는 노면수의 흐름지체, 월류, 지하수의 유입 등으로 도로 하부지반이 약화되거나 포장의 손상 등을 방지하고, 배수시설의 불량으로 발생할 수 있는 미끄러짐에 의한 교통사고를 방지하는 등의 도로기능 유지와 교통안전에 중요한 기능을 하므로 도로의 배수계획은 도로노면의 우수와 도로로 유입되는 우수를 신속하게 처리하며, 도로 공용기간 중 우수의 정체를 방지하도록 배수시설을 설치 및 관리가 이루어지도록 계획한다.

## 2) 배수의 구분

도로 배수시설의 종류는 <그림>과 같이 노면배수, 비탈면배수, 지하배수, 횡단배수, 구조물배수, 측도 및 도로 인접지배수 등으로 구성된다.

<그림 > 배수시설의 명칭 및 구분



### 가) 노면배수

노면 배수는 도로 노면의 우수를 원활히 처리하고 , 교통안전을 도모하기 위하여 설치하며, 배수시설은 L형측구, U형측구, 집수정, 배수관, 배수구등 있다.

### 나) 비탈면 배수

비탈면 배수는 비탈면의 우수를 처리하기 위하여 땅깎기부 및 흠쌓기부의 비탈면끝과 비탈면에 설치한다. 배수시설은 횡방향으로 설치되는 흠쌓기부 중배수구와 중배수구 설치시 접속되는 등 부속 구조물을 포함하며, V형측구 및 U형측구 등이 있다.

### 다) 지하배수

지하 배수시설은 지하수위로 인하여 노상 또는 노체의 지지력이 약화되어 도로 하부지반 파손을 방지하기 위해 설치하며, 배수시설은 맨암거, 유공배수관, 배수층 등의 시설이 있다.

라) 횡단 배수

횡단 배수시설은 도로와 도로 인접지역으로부터 유입되는 우수를 횡단하여 하천 또는 수로 등으로 배수시키기 위하여 설치하며, 배수시설은 암거, 배수관 등이 있다.

마) 구조물 배수

구조물의 배수를 원활하게 하기 위하여 설치하며, 교량 및 고가, 터널, 옹벽의 등의 배수시설을 말한다.

라) 측도 및 인접지 배수

측도 및 인접지 배수는 측도의 노면이나 비탈면 및 인접지역의 배수를 위해 설치하는 것으로, 배수시설은 배수구, 집수정, 관거 등이 있다.

3) 배수계획

- 배수구조물은 수문조사, 기존 배수구조물 조사를 바탕으로 집중호우에 대비하여 충분한 통수단면을 확보한다.
- 산지 계곡부 구간은 유송잡물, 토석류 등의 피해를 대비하여 유송차단시설, 암거의 교량화 등 유실방지와 통수능력 확보를 위한 대책을 마련한다.
- 수문조사 및 분석 (HYDROLOGIC ANALYSIS)  
현지조사와 수문자료 수집 및 분석을 하여 강우량, 설계 홍수량, 통수량 등을 산정한다.
- 배수시설 계획시 고려사항
  - 계획노선과 연관되는 타 사업(철도, 도로, 단지조성, 경지정리 등)과 연계하여 통수단면을 검토한다.
  - 높은 깎기부와 높은 쌓기부에는 우수 유도시설(산마루측구, 도수로 등)을 설치하고 유송잡물 및 토석류에 의해 도로가 유실 또는 손괴 될 우려가 있는 곳은 감세공 및 차단시설 등을 검토하여 설치한다.
  - 시가지구간 통과노선에 대한 배수계획은 노면수 및 인접 주거지 등에서 발생될 우수까지를 고려하여 계획한다.
  - 산지 계곡부를 관통하는 구간에서 유송잡물이나 토석류 피해가 예상되는 지점은 유송잡물 차단시설 및 암거의 교량화 등 도로 유실 방지와 통수단면 확보를 위한 대책을 마련한다(「수해 예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼, 건설교통부, 2007.7」 참조).
  - 배수시설 계획은 지형 및 지질, 하천 및 수로, 기존의 배수시설, 홍수흔적 등 주변 현지 조건을 고려하여 설계하며, 특히, 도로횡단 배수관은 토석류 등의 이물질을 고려하여 최소 관경 1,000 mm 이상을 사용한다.
  - 도로 건설이 현재의 배수형태 및 홍수발생에 미치는 영향과 홍수현상이 도로에 미치는 영향 등을 고려하여 계획한다.
  - 배수시설의 통수능력저하 현상과 유로, 유역 변경 등에 따른 하류지역 배수시설의 영향 등을 고려하여 민원발생이 없도록 계획한다.
  - 과거 수해원인 및 홍수 흔적 등을 조사하여 노선을 선정하고 적정한 규모로 배수시설 등을 계획한다.

## 2. 수문조사 및 분석

### 1) 유역면적

- 유역의 크기와 형태에 따라 1/25,000 ~ 1/50,000 또는 1/5,000 지형도를 이용하여 현장조사를 통해 유역면적을 산출한다.

### 2) 설계발생빈도

| 구 분                                 |           | 설계빈도                   | 적용위치 및 적용 방법   | 비고 |
|-------------------------------------|-----------|------------------------|--|----|
| 교<br>량                              | 국가하천 주요구간 | 200년 이상                | ·기 수립된 하천기본계획시의 기준과 비교<br>·하천관련 기관의 계획에 따라 결정<br>·하천이설 또는 교각 설치에 따른 수리<br>영향 검토할 때 |    |
|                                     | 국 가 하 천   | 100~200년               |  |    |
|                                     | 지 방 하 천   | 50~200년                |  |    |
|                                     | 농경지 하천 제방 | 50~100년                |  |    |
|                                     | 도시 하천 제방  | 50~200년                |  |    |
| 본선 횡단암거 및 배수관<br>(도시지역)<br>(산지부)    |           | 30년<br>(50년)<br>50년 이상 | ·일반구간<br>·도심지, 도시계획구간<br>·국지성 집중호우가 빈번히 발생하는 경우로<br>조사된 경우                         |    |
| 노면 및 흠쌓기 비탈면<br>배수시설                |           | 10년<br>산지 : 20년        | ·길어깨 및 중분대 등 노면 배수시설<br>·흠쌓기부 도수로, 땅깍기흠쌓기경계부 측구 등                                  |    |
| 측도 및 도로 인접지<br>배수시설<br>땅깍기 비탈면 배수시설 |           | 10년<br>산지 : 20년        | ·산마루 측구, 땅깍기부 도수로, 소단 측구<br>·흠쌓기 비탈끝 배수시설, 수로이설                                    |    |
| 집수정 등 배수구조물 간<br>접속부                |           | 접속하는 시설물 중 빈도가 큰 값 적용  |  |    |

※ 집중호우 등에 의한 재해 발생지역으로 홍수위 흔적, 산사태, 토석류 피해 규모등을 고려하여 도로관리청의 설계자문위원회를 통하여 설계발생빈도를 상향조정하여 적용할 수 있다.

### 3) 강우도달시간

- (1) 강우(홍수)도달시간은 배수구역(집수구역)의 가장 멀리 떨어진 점에서부터 강우량(홍수량) 산정지점까지 강우가 도달하는 시간을 의미하며, 강우지속시간이라고도 한다.
- (2) 강우도달시간은 유입시간과 유하시간의 합으로 표시되며, 유입시간은 배수구역의 가장 먼 지점에서 배수공 최상단류까지 강우가 유입되는 시간을 의미하고 유하시간은 횡단배수 암거/관거를 유하하는 시간이고, 수로의 수리계산을 경우는 설치될 수로를 횡단하는 시간이다.

(4) 강우강도는 강우지속기간 5분을 적용하며, 강우강도-지속기간-빈도(I-D-F)곡선 또는 강우강도 공식으로부터 결정한다.

4) 강우강도

(1) 설계 강우강도는 확률강우량도를 이용한다.(www.k-idf.re.kr)

(2) 관측된 분 단위 강우 자료가 시·공간적으로 부족한 현실에서 가능한 높은 정도의 시간단위 이하 강우강도-지속기간-빈도(I-D-F)곡선 관계식은 다음과 같은방법을 통해 산정한다.

가. 분 단위 강우자료를 직접 해석하여 강우강도 식을 산정하는 방법

나. 시간단위 강우자료를 분 단위 자료로 변환하여 이용하는 방법

다. 시 단위 자료와 분 단위 자료의 관계를 통계적으로 정량화 하여 분 단위 자료의 특성을 추정하여 이용하는 방법

(3) 단, 중요한 배수시설물은 관계부서 및 감독관과 협의 후 설계강우강도를 정해야 한다.

5) 계획홍수량

(1) 계획홍수량을 추정 방법은 유역면적에 따라 아래와 같이 구분하여 적용한다.

- 유역면적이 4.0km<sup>2</sup> 이하일 때 : 합리식
- 유역면적이 4.0km<sup>2</sup> 이상일 때 : 단위유량도법 또는 합성단위유량도법

(2) 합리식(Rational Method)

합리식은 강우유출과 직접연관을 가지며 유역면적이 4.0km<sup>2</sup>이내일 때 사용되고 다음식으로 표시된다.

$$Qd = \frac{1}{3.6} C.I.A$$

여기서 Qd : 설계유량(m<sup>3</sup>/sec)

C : 유출계수(표 참조)

I : 강우강도(mm/h)

A : 유역면적(km<sup>2</sup>)

<합리식에서의 C값>

| 유역면적의 상태 C값           | 유역면적의 상태 C 값        |
|-----------------------|---------------------|
| 포장면 ..... 0.9         | 도시지역..... 0.7       |
| 가파른 산지 및 법면 ..... 0.8 | 잡지 ..... 0.6        |
| 가파른 계곡 경작지 ..... 0.8  | 경작하는 평작지 ..... 0.5  |
| 논 ..... 0.8           | 경작하는 평계곡 ..... 0.6  |
| 완만한 산지 ..... 0.7      | 수림 ..... 0.3        |
| 완만한 경작지 ..... 0.7     | 밀림수림과 덩불숲 ..... 0.2 |

(3) 단위유량도법

유역면적이 4.0km<sup>2</sup>이상인 중규모 유역에서 적용하며, 유역의 강수량 및 유출량 자료가 다수 존재해야 하고, 관측된 유출량 자료를 바탕으로 한 유역의 대표 단위도가 존재하는 경우에 사용한다.

(4) 합성단위유량도법

유역면적이 4.0km<sup>2</sup>이상인 중규모 유역에 대해서는 합성단위유량도법을 이용하여 계획홍수량을 산정한다. 계획홍수량 산정시 합성단위유량도법에 의한 유출량 산정결과를 비교하여 유역특성에 맞는 최적의 방법을 선택하도록 한다.

합성단위유량도법에는 다음과 같은 방법이 있다.

- Snyder 합성단위유량도
- SCS(Soil Conservation Service) 무차원 수문곡선법
- Nakayasu 무차원수문곡선법
- Clark의 유역홍수추적법
- Nash 단위도법

(5) 본 기준 이외의 하천의 수문조사 및 분석 등은 「하천공사설계실무요령」에 따른다

6. 소요통수단면

(1) 홍수 흐름은 수로단면을 채우고 흐른 관수로의 흐름과 자연수면을 갖는 개수로의 흐름으로 구분할 수 있다.

(2) 도로 배수시설은 단면 형상에 관계없이 자유수면이 존재하는 개수로의 상태가 일반적이며, 통수단면 설계시에는 유지관리의 효율성, 퇴적의 정도 등을 고려하여 충분한 단면을 갖도록 산정한다.

(3) 평균유속

개수로의 평균 유속은 Manning공식을 사용하여 산정한다.

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

여기서, V : 평균유속(m/sec)

S : 수로경사(m/m)

(4) 소요통수단면

$$Q_i = A \cdot V = A \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

여기서, Q<sub>i</sub> = 통수유량(m<sup>3</sup>/sec)

A = 통수단면적(m<sup>2</sup>)

**<Manning 조도계수 n값>**

| 수 로 상 태 |          | n값        |       |       |
|---------|----------|-----------|-------|-------|
|         |          | 양호        | 보통    |       |
| 폐 수 로   | 콘크리트 파이프 | 0.013     | 0.015 |       |
|         | 강관       | 0.011     | -     |       |
|         | 콘크리트 수로  | 0.015     | 0.017 |       |
| 개수로     | 콘크리트 수로  | 바닥에 자갈 산재 | 0.015 | 0.017 |
|         |          | 양호한 단면    | 0.016 | 0.019 |
|         | 아스팔트 수로  | 매끈함       | 0.013 | -     |
|         |          | 거칠음       | 0.016 | -     |
| 도로배수시설  | 콘크리트 수로  | 매끈한 표면처리  | 0.013 |       |
|         |          | 거친표면 처리   | 0.015 |       |
|         | 아스팔트 수로  | 매끈한 표면처리  | 0.013 |       |
|         |          | 거친 표면 처리  | 0.016 |       |
|         | 콘크리트포장수로 | 미장마감      | 0.014 |       |

**7. 암거 및 배수관**

- 암거의 수리계산은 수리계산 도표를 이용하여 배수구조물의 크기, 형상, 필요한 유입수 두, 유출속도, 다른 수로보호시설의 설치 유무등을 검토적용 한다.
- 산악지 도로의 횡단배수시설의 수리계산은 토석류 및 유송잡물 등을 고려한 유량을 적용한다.
- 횡단배수관의 경우 침전 및 유지관리를 고려하여 최소관경은 1,000mm 이상으로 하 되, 지형 및 지역여건상 부득이한 경우에는 800mm이상으로 할 수 있으며, 동물이동 경로 등이 예상되는 곳에는 동물이동경로, 배수능력, 경제성 등을 고려하여 관경을 결정하여야 한다

### 3. 콘크리트 사용기준

| 설계기준 강도 (MPa) | 골재 최대치수 (m/m) | 적 용   |
|---------------|---------------|---|
| 40            | 20            | · P.S.C BEAM  |
| 35            | 25            | · 현장타설말뚝  |
| 27            | 25            | · 라멘교 (SLAB, 측벽, 기초, 날개벽)<br>· R.C SLAB교  |
|               | 25            | · GIRDER교 상부 SLAB (ST.BOX, ST.PLATE, PREFLEX, P.S.C BEAM)   |
| 24            | 20            | · 중분대 구체, 난간방호벽   |
|               | 25            | · 교량하부구조 (교대, 날개벽)<br>· 암거 (구체, 날개벽)<br>· 암거유출입부 접속저판<br>· 역T형 옹벽, L형 옹벽<br>· 접속슬래브 (교량 및 암거)<br>· 방음벽 기초<br>· 버스정차대 계단   |
|               | 25(수중)        | · 수중콘크리트(현장타설말뚝)  |
| 21            | 20            | · L형 측구 (형식1)<br>· 콘크리트 다이크   |
|               | 25            | · L형 측구 (형식1, 2, 3)<br>· U형 측구 (형식1, 2, 3, 4)<br>· V형 측구 및 산마루측구<br>· 절성토부 도수로, 도수로 집수거, 방수거, 다이크 집수거<br>· 우수받이<br>· U형개거<br>· 콘크리트 포장 (부체도로)<br>· 경계표주<br>· 낙석방책기초, 가드웬스 기초<br>· 복주식, 편지식, 문형식 표지판기초 |
|               | 25            | · U형 측구 (형식5, 6)<br>· 배수관 기초, 날개벽, 차수벽, SURROUNDING, 접속저판<br>· 집수정<br>· 차수벽 받침 콘크리트   |
| 18            | 25            | · 중력식 옹벽<br>· 단주식 표지판기초   |
|               | 25            | · MASS 콘크리트   |
| 16            | 25            | · 버림 콘크리트   |

※ NOTE :

1. 구조계산 및 장비사용에 따라 골재치수와 슬럼프치는 변경될 수 있으며, 슬럼프치는 펌프 카 타설시 15, 인력타설시 8, 슬리폼페이퍼장비 사용시 별도 슬럼프치로 적용할 수 있다.
2. 지역특성을 감안하여 구조기술사와 상의, 사용장비 등의 특성에 따라 조정 가능.
3. 구조물별 사용 콘크리트 강도기준은 꼭 지켜야 할 원칙이 아니며, 현지여건과 구조 검토결과에 따라 조정 적용 할 수 있다.
4. 해안구간에 근접 설치되는 콘크리트 구조물은 염해방지 대책을 검토 후 반영 (암거의 기준강도는 암거표준도에 따라 적용)

#### 4. 측구공

측구의 형상과 구조는 지형, 배수의 목적, 배수량, 배수위치, 경제성 등 여러 가지 조건에 따라 적절한 형태와 크기를 선정한다.

##### 1) L형 측구

(1) 노면 및 깎기 비탈면의 배수 및 도로보호의 목적으로 설치하며, 지형 여건(토사, 리핑암, 발파암)을 감안하여 5개 형식으로 구분하여 설치한다

(2) 측구 바닥경사는 포장포설의 시공성을 고려하여 4%~10%를 적용한다

(단, L형측구 단부(포장면쪽) 높이는 현장여건에 따라 조정시공 가능하며 측구경사에 따른 수리검토 실시)

(3) L형측구 만으로 배수량이 과다할 때 측구용량을 계산하여 L형측구 밑으로 종방향 배수관을 설치하여 배수처리 한다.

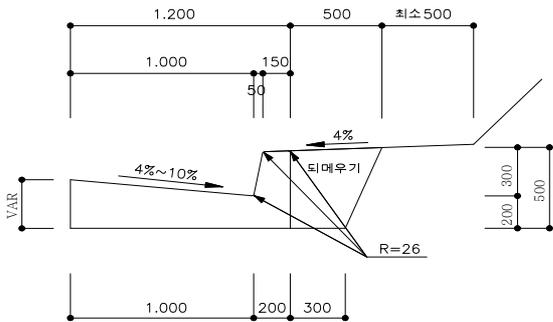
※ 신축이음재(스치로폴) 간격 : 30m, 수축줄눈 간격 : 6m (형식-1,2,4,5)

신축이음재(스치로폴) 간격 : 12m, 수축줄눈 간격 : 6m (형식-3)

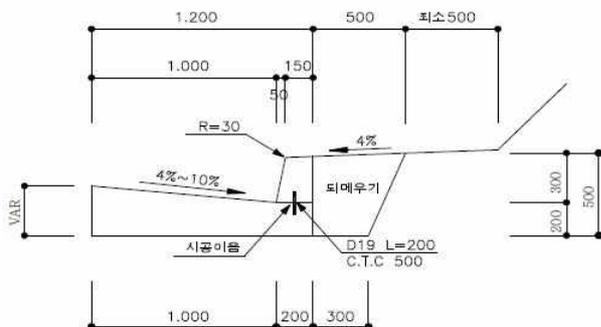
(4) 각 형식별 적용기준은 아래와 같다.

(형식 - 1)

· 기계화

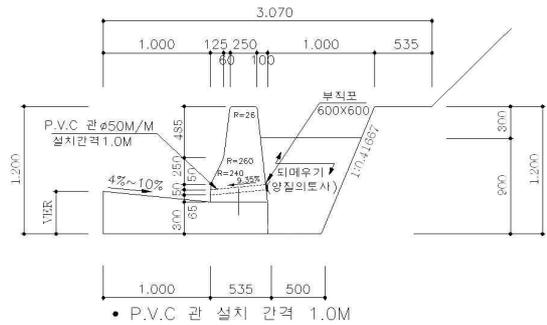


· 인력

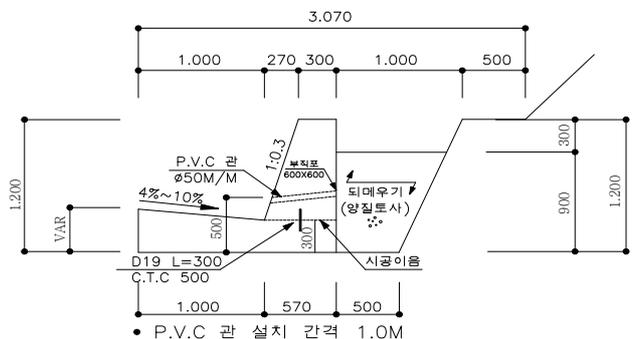


(형식 - 2)

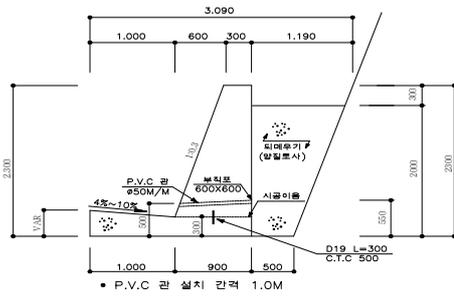
· 기계화



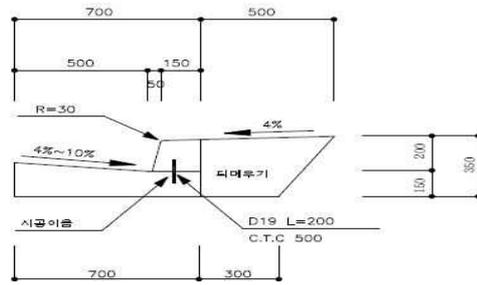
· 인력



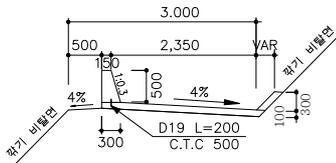
(형식 - 3)



(형식 - 4)



(형식 - 5)



\* 되메우기 재료는 투수성 재료를 사용한다.

- 형식-1 (H=0.5m) : 토사 및 리핑암 전구간, 발파암 H=10m 미만
- 형식-2 (H=1.2m) : 리핑암+발파암 H=10m 이상, 발파암 H=10~30m
- 형식-3 (H=2.3m) : 발파암 H=30m 이상 중 연장 20m 이상구간.
- 형식-4 (H=0.35m) : 측도(부체도로)
- 형식-5 (H=0.3m) :
  - 깎기 비탈면 소단측구(토사, 암구간)
  - 측구의 연결은 산마루 측구 또는 자연 방류하여 비탈면이 유실되지 않도록 설치한다.
  - 측구의 바닥판 폭은 통수량 및 길어께 폭등을 고려하고 결정한다.
  - L형측구는 길어께 폭원 내에 설치한다. (단, 시거불량 구간은 제외)

(5) 산악지 도로에서 쌓기와 깎기가 함께하는 구간으로 노면수의 유입으로 쌓기부의 유실이 우려되는 지역은 깎기부의 L형 측구와 함께 U형 측구를 TYPE-1과 같이 설치하거나, TYPE-2와 같이 깎기면을 보강하고 측구를 설치하여 노면수의 유입을 최대한 억제시켜 포장체로의 유입을 막는다.

| TYPE-1                      | TYPE-2  |
|-----------------------------|---|
|                             |   |
| <p>L형 측구 뒷채움구간의 U형개거 설치</p> | <p>L형측구 대신 석축으로 경사면을 보강하고, U형개거 설치후 노면수배수 원활을 고려한다.</p> |

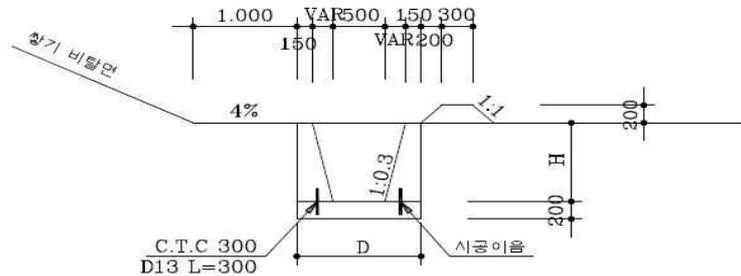
### 3) 토사측구

흙쌓기부의 전·답 구간은 토사 측구설치를 고려하되 용지확보가 유리한 구간에 설치하고 농경지 측구 유실이 예상되는 구간에는 일반적으로 콘크리트 측구로 적용한다.

### 4) V형 및 기성콘크리트 측구

땅깎기·흙쌓기 경계 지점에서 쌓기부 비탈면 단차경사가 심하고 세굴 될 가능성이 많거나 용지경계를 명확히 할 필요가 있는 곳에 설치하는 구조물로서 측구규격은 수리계산 결과를 감안하여 결정하고 측구의 형식은 지형 및 경제성 등을 고려하여 결정토록 한다.

특히 지형이 완만하거나 변화가 심하지 않은 구간에서는 인접측구형식에 따른 연속성, 시공성, 사용성, 경제성, 유지관리측면 등을 고려하여 기성콘크리트 측구계획을 적극 검토하여 반영 하여야 한다.



### 5) U형 측구

(1) IC, 분리차로 녹지대 및 부체도로 등 지형여건을 감안하여 설치하며 본선에서도 부득이한 경우 L형측구 대신 사용할 수 있다.

(2) 본선 접속부에 설치하는 U형측구는 뚜껑 설치를 원칙으로 한다.

### 6) 산마루 측구

땅깎기 비탈면 정상 끝단에서 2.0m 벗어난 지점에 설치하며, 지형여건 및 수리계산 결과 등을 고려하여 측구 형식을 결정한다. 또한 산마루측구는 유지관리 등을 감안하여 현지 콘크리트타설로 설치함을 원칙으로 한다.

단, 특별한 경우 현지 여건에 따라 조정할 수 있다.

### 7) 맹암거

노면아래의 지하수위를 저하시켜 도로의 지지력을 확보시키기 위한 지하 배수시설로서 땅깎기부의 길어깨, 깎기·쌓기 경계부 및 용수다발지역 등에 설치하며, 내경은 200mm를 표준으로 하고, 종단경사는 0.5% 이상이 바람직하나 최소 0.2% 이상으로 한다.

(1) 땅깎기 비탈면에 용수가 있을 때 부직포를 사용하지 않는 맹암거로 한다.

(2) 도로 횡방향으로 설치하는 맹암거는 유공관을 두지 않는 것으로 하며 도로 중심선과 60°의 각도로 설치한다.

(3) 도로 종방향의 맹암거는 유공관을 두는 것을 원칙으로 하고, 암구간(리핑암과 발파암)에는 부직포를 두지 않아도 된다.

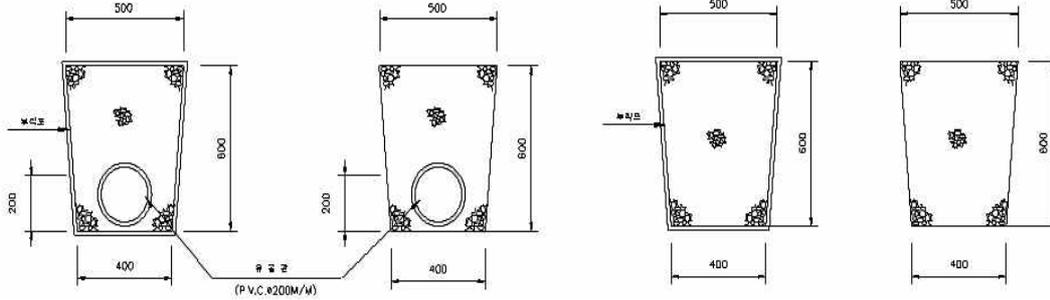
(토사구간)

(암 구 간)

(깎기, 쌓기 경계부)  
<토사>

(깎기, 쌓기경계부)  
<암구간>

(지하수유출 및  
용수다발지역)



형식-1

형식-2

형식-3

형식-4

형식-5

<각 형식별 적용기준>

| 구 분  | 사 용 구 간   | 구 분                 |
|------|---|---------------------|
| 형식-1 | 길어깨 깎기부 L형측구 아래에 유공관 맹암거를 토사구간에 설치  | 유공관, 부직포 사용         |
| 형식-2 | 길어깨 깎기부 L형측구 아래에 설치, 리핑암 발파암 구간   | 유공관 사용, 부직포 사용하지 않음 |
| 형식-3 | · 편질, 편성구간 및 깎기, 쌓기 경계구간에 설치 (토사구간), 중분대쪽 맹암거 유출부는 도로중심선과 60°각도로 100m마다 설치 단, Sag구간은 40m 마다 설치<br>· 깎기부 비탈면 통수부에 설치(토사구간)<br>· 기존포장 확장부 및 방음벽 기초하단부에 설치 | 부직포 사용              |
| 형식-4 | 형식-3와 적용구간은 동일하며 리핑암, 발파암 구간에 설치  | 부직포 사용하지 않음         |
| 형식-5 | 지하수 유출 및 용수다발 지역에 설치  | 비탈면 보호공             |

(4) 산악지 도로에 설치되는 지하 배수시설은 유입되는 지하수와 침투수를 차단하여 도로의 쌓기부 및 깎기부의 지반붕괴를 최소화 할 수 있는 시설로서 기존의 일반 도로보다 용량을 확대하여 적용한다.

| 일반도로의 맹암거 설치규격         | 산악지 도로의 맹암거 설치규격       |
|------------------------|------------------------|
| <p>유공관<br/>Ø 200mm</p> | <p>유공관<br/>Ø 400mm</p> |

#### 8) 소단 측구

절취고 20m이상의 땅깁기 비탈면에 설치되는 소단(B=3m)에 측구를 설치하여 우수 등에 의하여 비탈면이 침식되거나 활동하는 것을 방지한다. 종단경사에 따라 배수 처리하는 것을 원칙으로 하고 집수면적 및 종단경사를 고려하여 소단측구 저판 경사를 10%로 하고 유출방지턱을 설치하며, 산마루측구와 연결하거나 도수로로 설치하여 비탈면이 유실되지 않도록 설치한다.

#### 9) 쌓기부 도수로

길어깨 또는 길어깨 측구를 흐르는 물을 배제하기 위하여 쌓기 비탈면에 설치하는 것으로 경우 최대 200m를 적용한다. 그러나, 계곡부의 우수를 처리하기 위하여 임의로 도수로 간격을 조정할 수 있다. 단 도수로 간격이 30m이하인 경우는 인근 도수로의 규격을 키우거나 길어깨 측구등 별도의 대책을 강구한다.

또한 오목형 종단곡선의 최저점에 T형 집수거를 설치하고, 전후 25m, 50m, 100m 간격으로 L형 집수거와 도수로로 추가 설치한다

#### 10) 소형동물이동 경사로 설치

- 설치장소 : 측구와 횡단배수관 접합부에 설치하는 집수정 등 단차로 인하여 탈출이 불가능한 장소에 설치한다

- 설계기준 : 경사로 폭 - 20cm , 경사각도 - 30°

(경사로바닥은 미끄러지지 않도록 요철 처리함)

11) L형측구 하부에 설치하는 집수정의 간격은 청소와 유지관리를 고려할 때 최대 50m, 시공성을 고려할 때 최소 5m로 한다(단, 수리계산결과 집수정 간격이 최소값 이하인 경우 길어깨에 설치된 측구의 형태를 재 검토함)

### 5. 배수암거 및 배수관

배수암거 및 배수관은 도로를 횡단하는 소하천 또는 수로를 위한 시설로서 도로본체의 보존상으로도 도로 인접지의 호우에 대한 피해를 적절히 방지하는데 중요한 비중을 차지한다.

#### 1) 관련기준

- 수해예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼(2007. 7, 건설교통부)

- 도로 설계기준(2012. 6, 국토해양부)

- 국토설계업무 매뉴얼(2007. 6, 건설교통부)

- 도로배수시설 설계 및 관리지침(2012. 11, 국토해양부)

2) 암거 및 배수관은 일반적으로 토사 등의 퇴적에 의한 단면의 축소 등을 고려하여 20%이상 여유를 두어야 한다.

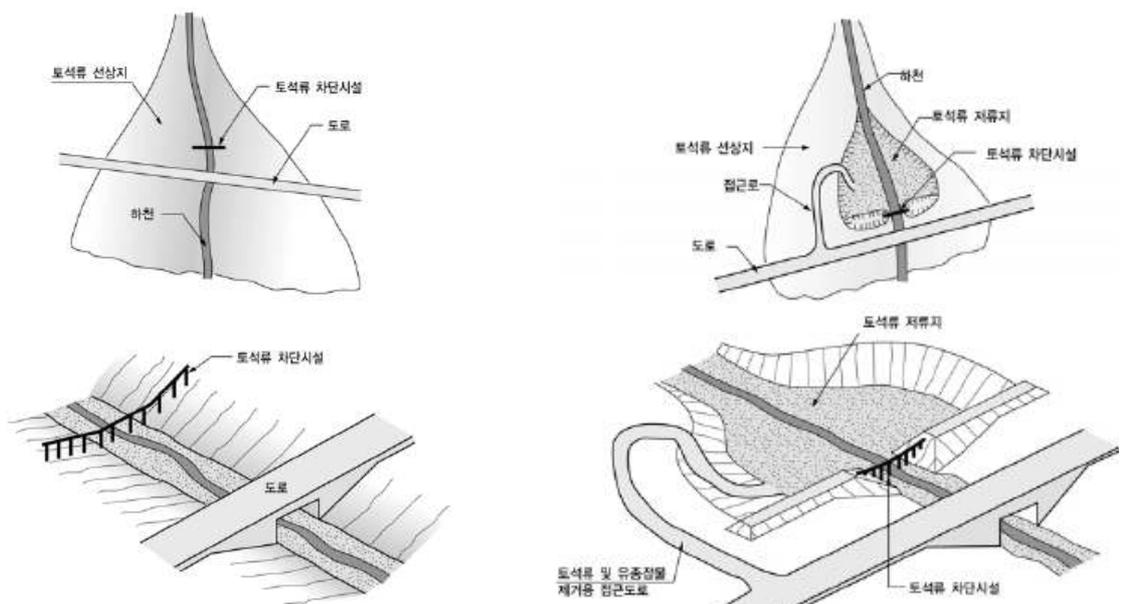
3) 암거의 최고수위는 포장층보다 낮아야 한다.

4) 암거의 경사는 자연경사로 하되 0.5%보다 완만하게 하지 않는 것이 좋다. (최소경사

0.2%)

- 5) 배수관의 최소규격은 종배수관은 450mm이상을 적용하고, 횡배수관은 1000mm이상을 적용하되 지형 및 지역여건 그리고 도로의 중요도를 고려하여 800mm이상으로 할 수 있다.
- 6) 산악지 도로에서 토석류의 유입이 예상되는 지역에서는 흙관 또는 VR관 등 원형배수관의 사용보다는 최소규격 2.0m×2.0m의 수로암거를 사용한다.
- 7) 산악지 도로에서 수로 폭이 6m 이상이 되는 구간은 2련 암거의 형태로 설치할 경우 유송잡물 및 토석류 등에 의한 암거의 통수단면 부족이 발생할 수 있으므로, 대형수로는 라멘교 등의 소규모 교량으로 계획 설계함으로써 유송잡물 및 토석류의 흐름을 원활하게 한다. 다만, 지형적인 여건 등 암거의 설치가 불가능할 경우, 최소규격 1,500mm이상의 파형강관 등을 사용하며, 유송잡물 및 토석류 등이 유입되는 경우, 유송잡물 및 토석류 등의 하중을 고려하여 배수관의 구조적 안정성과 통수 단면을 확보한다.
- 8) 산악지 도로 계곡부를 인접 관통하는 구간에서 유송잡물이나 토석류 피해가 예상되는 지점은 유송잡물 및 토석류 차단시설 및 암거의 교량화 등 도로 유실방지와 통수단면 확보를 위한 대책을 마련하여야 하며, 세부검토결과 도로부지 밖에 대규모 산사태 및 토석류 발생에 의한 토사유입 방지시설의 설치가 필요할 것으로 판단될 경우 산림청 등 관계기관이 설치하도록 협의한다.
- 9) 토석류 차단시설의 설치 예정지는 산악지가 많은 국도 및 지방도의 비탈면 계곡부에 위치하는 시설 중 상류로부터 토석류 및 유송잡물의 발생이 예상되는 곳을 선정하며, 집중호우시 도로 등에 피해를 끼칠 우려가 많은 지역을 우선적으로 선정한다.

<그림> 도로 주변에 토석류 차단시설 설치(안)

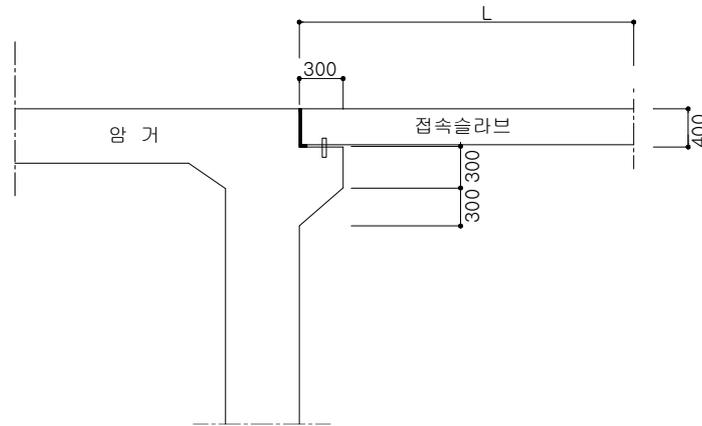


<유송잡물 차단시설 종류>



- 10) VR관 및 원심력철근콘크리트관의 토피고가 6m이상 되면 서라운드를 설치한다.  
단, 연약지반 및 포장층 내에 위치할 경우는 배수관을 보강(서라운드)해야 한다.
- 11) 횡배수관, 종배수관 및 가배수관은 재료의 특성과 시공성 및 공사비 등을 비교 검토 (VR관, 흡관 및 파형강관) 후 적용하여야 한다.  
·파형강관의 경우 호칭지름별 최소 관두께 이상을 적용하여야 하며, 흡쌓기고 등이 증가할 경우 적정 최소 관두께를 검토하여 증가시켜야 한다.
- 12) 사각 15°이상인 암거는 보강철근을 추가하며, 기준은 수량산출기준에 명시한대로 적용한다.
- 13) 암거구조물의 경사  $S=25\%(\theta=14^\circ)$  이상인 경우에는 미끄럼방지 전단키를 설치하여야 한다.  
·전단키 단면 제원 : 높이=0.6m, 폭=0.4m, 길이=암거폭과 동일  
·설치위치 : 암거경사가 높은측 및 신축이음부에 각각 설치
- 14) 암거 및 배수관이 포장층 내에 있을 경우 포장층 보강을 해야 한다.
- 15) 암거는 국토해양부 「암거표준도」를 사용하되 구조검토 후 적용한다.
- 16) 시가지 및 기존도로 확장구간의 암거는 프리캐스트(precaster)를 검토 후 적용 할 수 있다.
- 17) 배수암거 및 배수관 설치시 다음과 같은 인접부의 현황을 고려하여 계획한다.
  - (1) 현재 매설되어 있거나 장차 매설 예정인 지하매설물
  - (2) 기존 구조물과의 근접시공 여부

- (3) 도심지의 경우 암거시공시 교통처리 등
- 18) 연약지반 위에 설치되는 암거는 침하가 발생할 경우 도로의 건축한계 부족, 수로의 통수단면 부족등 기능상 각종 지장을 받게 되므로 침하방지 및 관리대책을 수립한다.
  - 19) 콘크리트의 건조 수축에 의한 균열을 줄이기 위한 신축이음 간격은 15~30m정도로 하며 토피두께가 얇을 때는 중앙분리대 또는 차선과 나란하게 설치하고, 토피두께가 두꺼울 때는 측벽과 직각으로 한다.
  - 20) 암거의 접합부 모서리는 응력집중이 생기기 쉬우며, 또한 접합부 구조 해석시 가정한 강절점으로서의 역할에 충실하도록 헌치를 두는 것을 원칙으로 한다.
  - 21) 암거의 경우 암거상단이 포장층 내에 위치할 경우 다음과 같이 보강(접속슬라브)을 해야 한다. (부등침하 방지 및 시공성을 고려)



\* 접속슬라브 길이(L) = 암거뒷채움 상단폭 + 0.5m  
 설치폭(B) = 차로폭 + 내외측 양측대

- 22) 산악지 횡단배수 암거에는 도수로 및 유출부에 감세공 및 세굴 방지시설을 한다.
- 23) 횡단배수구조물의 유입·유출부가 콘크리트 측구로 연결된 구간은 차수벽을 설치하지 않는다.

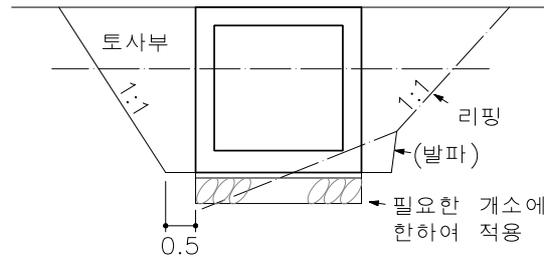
## 6. 통로암거

- 1) 통로암거의 설치는 가설되는 위치 목적에 따라 만족해야 할 조건이 각각 다르므로, 내공단면의 크기, 기초지반의 상태, 시공성, 공사비 등을 고려하여 다음 기준으로 범위를 정한다.

| 구조물 규격                      | 적 용 기 준  |
|-----------------------------|--|
| 6.0m × 4.5m<br>(규격은 검토후 반영) | 기준도로 폭원고려, 교량설치 불합리한 곳 또는 경제성 확보 필요위치          |
| 4.5m × 4.5m                 | 현재 대형차량이 통행하고 있거나, 장차 통행가능성이 있는 곳              |
| 4.0m × 4.0m                 | 위의 규정에서 부득이 축소해야 할 경우                          |
| 3.5m × 3.5m                 | 산간지대에서 차량의 통행이 없을 곳 또는 위의 기준에 만족하는 우회 도로가 있는 곳 |
| 3.0m × 3.0m                 | 위의 기준외에 부득이 한 곳                                |

- 2) 통로암거의 양측이 비포장도로인 경우 양측 20m씩 콘크리트 포장을 한다.
- 3) 단구간에 여러개의 대형 통로암거 계획은 가능한 지양하고 측도를 설치하여 한곳으로 대형차량을 유도처리하고 그 외는 소규격 암거로 계획한다.

- 4) 암거 입·출구는 대형차량의 통행이 가능하도록 곡선반경과 시거를 확보하여야 한다.(평행식 날개벽 적용 등)
- 5) 통로암거는 차수벽을 설치하지 않으며 지역여건, 경제성 등을 검토하여 조명시설을 설치한다.
- 6) 땅깍기 및 쌓기 경계부, 연약지반을 통과하는 구간은 지반조사를 충분히 실시하여 적정한 지반개량공법을 계획하고 지반 유동, 압밀침하, 포장단차 등이 발생하지 않도록 하여야한다



## 7. 흠쌓기부 다이크

- 노면에 내린 우수가 흠쌓기 비탈면으로 흘러들어 비탈면이 유실되는 것을 방지하기 위하여 설치한다.
- 다이크 저판폭은 땅깍기부와 동일하게 적용한다 「표준도 참조」

## 8. 기타공

### 1) 수로보호공

- 유속 2.5m/sec 이상인 경우 입·출구부에 수로보호시설(차수벽등)을 설치하여야 한다.  
 $2.5\text{m/sec} < V < 4.0\text{m/sec}$  : 수로보호공,  $4.0\text{m/sec} < V < 6.0\text{m/sec}$  : 감쇄공  
 $6.0\text{m/sec} < V$  : 침전조

### 2) 배수구조물이 토사측구, V형측구, 용수개거 등과 평행하지 않게 교차접속될 때는 월류방지를 위하여 편측 측구높이를 30cm 이상 조정하여 보강 한다.

- 3) 보강토 옹벽 상부 및 뒷채움부 배수시설(건설공사 보강토옹벽 설계·시공 및 유지관리 잠정지침 개정(안)-2012.8 국토해양부)  
 보강토체에 이용되는 뒷채움재료로는 비교적 배수성이 양호한 양질의 토사를 사용하지만, 다량의 배면 유입무호 뒷채움흙이 포화되면 흙의 전단강도가 급격히 저하되어 불안한 상태가 될 수 있으므로 배면 용출수의 유무, 수량의 과다에 따라 적절한 배수 시설을 하여야 한다.

### 4) 암반구간 포장 배수시설의 설계

필터층에서 배수되는 침투수는 유공관을 통하여 배수구로 배수되어야 한다.

## 2.05 구조물공

## 1. 일반사항

- 교량계획은 가설지점, 교량길이, 지장물 현황, 다리밑 공간, 주변 환경과의 조화, 시공 조건 및 유지관리 등을 고려하여 계획한다.
- 교량계획을 위해 기존자료조사, 기존구조물조사, 지반조사, 하천조사, 기상조사, 매설물조사 등의 예비조사와 보링, 토질시험, 지하수조사 등의 본조사를 시행한다.
- 교량 계획시에는 사용목적에 충족시키고, 안전성, 경제성, 시공성, 내구성, 유지관리 및 조형미 등을 고려한다.

## 2. 적용 기준

본 내용은 구조물 설계 전반에 대한 통일성과 합리적이고 경제적인 구조물 설계를 도모하고자 설계 기준은 다음에서 인용하였다.

|                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 도로교 설계기준(한계상태설계법) .....       | 국토교통부(2016. 8, 부분개정)                |
| 도로교 설계기준(한계상태설계법) 해설 .....    | 한국교량및구조공학회,<br>교량설계핵심기술연구단(2015. 5) |
| 도로교 표준시방서 .....               | 국토교통부(2015. 5)                      |
| 콘크리트 구조기준 · 해설 .....          | 국토교통부(2012. 12)                     |
| 콘크리트 표준시방서 .....              | 국토교통부(2009. 10)                     |
| 도로설계요령 .....                  | 한국도로공사(2009. 12)                    |
| 강도로교 상세부 설계지침 .....           | 국토교통부(2006. 6)                      |
| 도로설계편람 .....                  | 국토교통부(2012. 4)                      |
| 고속도로 교량의 내진설계지침 .....         | 한국도로공사(2015. 8)                     |
| 하천설계기준 · 해설 .....             | 국토교통부(2016. 6)                      |
| 도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙 해설 ..... | 국토교통부(2015. 7)                      |
| 구조물 기초설계기준 · 해설 .....         | 국토교통부(2009. 3)                      |
| 국도건설공사 설계실무요령 .....           | 국토교통부(2016. 8)                      |
| 기타 건설교통부에서 제정한 관련시방서 등 .....  | 국토교통부                               |

본 설계요령에 규정하지 않은 사항은 상기의 시방서 혹은 지침에 의하되 그 인용근거를 명시하도록 한다.

### 3. 교량형식 선정

- 교량은 산과 농지, 접속도로, 철도 및 하천 계곡부를 통과하게 되므로 주변 환경과 조화를 이루면서 구조물의 가설 목적에 부합되는 안전하고 경제적인 구조물로 설계하여야 한다.
- 교량형식의 선정은 기능성, 구조적 안전성, 조형미, 환경친화성, 내구성과 도로의 선형(평면 및 종단선형), 통과시설의 사회·문화적 여건, 시공성 및 현장조건, 교량건설 경험과 유지보수 등을 감안하여 종합적으로 고려하여 선정한다.
- 교량형식의 선정은 지방서 및 제기준의 범위 내에서 생애주기비용(초기건설비, 유지관리비 포함)이 최소가 되도록 하며, 가능한 상부구조는 연속구조를 원칙으로 한다.
- 교량의 경간 분할은 유로, 유속, 하상, 유목, 유빙 및 기초지반 등 통과지점의 하천에 대한 제반여건과 미관을 고려하고 상부구조와 하부구조의 건설비를 검토하여 경제적인 경간분할이 되도록 한다.
- 교량의 상부구조 및 하부구조(교대 및 교각)의 형식을 선정할 때에는 서로의 연관을 고려하여 경제성, 안전성, 시공성 및 유지관리가 좋고 주변경관과 조화되는 구조물로 계획한다.
- 교량의 기초형식 선정은 하천변의 지반여건, 기초지반의 지질조건, 수심, 유속, 상부구조형식 등을 고려하여 구조적으로 안전성하고 수상구간에서의 시공성이 좋은 기초형식으로 계획한다.

### 4. 계획 기준

#### 가. 일반사항

- 1) 교량의 내진설계는 「도로교설계기준」에 따른다.
- 2) 구조와 형식은 초기건설비, 유지관리비, 시공성, 미관, 안전성, 부유목 등을 종합적으로 고려하여 경제적이며 유지관리가 용이하고 안전한 구조와 형식으로 계획한다.
- 3) 받침은 400mm이상의 다리 밑 공간을 확보하여 받침의 이상 유무를 용이하게 점검할 수 있도록 계획한다.
- 4) 신축이음장치 및 받침장치에는 누수침투 방지공을 설치한다.
- 5) 하부공 기초는 충분한 지지층에 근접시키고, 「하천공사설계실무요령」에 의해 세굴영향을 분석하고 하천정비기본계획을 검토하여 세굴방지 대책을 마련하고 기초위치, 기초 깊이, 방호시설 등을 계획한다.
- 6) 강교 등 강재구조물에 대하여는 설계도면에 구조상 취약부위와 인장·압축부재를 명기하고, 주요 용접부에 대한 상세도와 품질관리 항목 등 시공기준을 제시한다.

- 7) 유지관리용 접근시설을 설치하며, 설치대상과 구조 등 구체적인 것은 「교량점검시설 설치지침」에 의한다.
- 8) 발파에 의한 우물통 침하공법은 가능한 배제하되, 발파가 불가피할 경우에는 다음 사항에 대한 검토와 대책을 수립한다.
  - (1) 발파에 의한 날끝(슈) 및 우물통의 파손 방지대책
  - (2) 암질에 따른 1회 굴진장 및 장약량
  - (3) 발파패턴도
  - (4) 우물통 손상유무 확인절차 및 방법
  - (5) 손상시 보완방안
- 9) 하천 횡단교량은 수해에 대비하여 수자원분야 전문가를 설계에 참여시키고 「하천공사 설계실무요령」, 「도로배수시설 설계 및 유지관리지침」 및 「산악지 도로설계 매뉴얼」에 따라 설계하고, 하천기본계획 등 관련계획과 계획홍수량 및 지역여건 등을 고려하여 유수소통에 지장이 없도록 경간장 및 교각형태 등을 결정한다.
- 10) 곡선교는 부반력에 대한 안전성을 검토하여 구조 계산서에 첨부한다.
- 11) 하천의 만곡부에는 「하천공사설계실무요령」에 따라 수충력, 홍수위와 세굴영향을 검토하여 홍수에 의한 도로 침식, 세굴, 월류 등을 방지할 수 있는 방호시설, 도로 계획고를 계획한다.

## 나. 설계등급

「도로교 설계기준(한계상대설계법). 국토교통부, 2015.2)」, p1-9

- 설계 차량활하중 KL-510으로 설계하는 교량을 1등급교로 하며, 2등급교는 1등급교 활하중 효과의 75%를 적용하고, 3등급교는 2등급교 활하중 효과의 75%를 적용한다.
- 교량의 등급은 원칙적으로 발주자가 정한다.

| 설 계 등 급             | 적 용 대 상 교 량  |
|---------------------|--|
| 1등급교<br>(KL-510)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 고속국도 및 자동차 전용도로상의 교량</li> <li>• 교통량이 많고 중차량의 통과가 불가피한 도로, 국방상 중요한 도로상에 가설되는 교량, 장대교량</li> <li>• 교통량이 많고 중차량의 통과가 빈번한 특수산업시설에 인접한 지방도, 시도 및 군도상의 교량</li> </ul> |
| 2등급교<br>(1등급교의 75%) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반국도, 특별시도와 지방도상의 교통량이 적은 교량</li> <li>• 시도 및 군도 중에서 중요한 도로상에 가설하는 교량</li> </ul>   |
| 3등급교<br>(2등급교의 75%) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 산간벽지에 있는 지방도</li> <li>• 시도 및 군도 중에서 교통량이 극히 적은 곳에 가설되는 교량</li> </ul>  |

## 다. 교량의 설계 발생 빈도, 다리 밑 공간(통과높이), 경간장결정

1) 설계발생빈도 「국도건설공사 설계실무 요령. 국토교통부, 2016.8」, p259

- 하천정비 기본계획의 계획빈도를 따르며 하천정비 기본계획이 미 수립된 경우에는 하천 관련 기관과 협의하여 결정하거나 하천 설계기준에 따라 적용한다.

2) 다리 밑 공간(통과높이) 「국도건설공사 설계실무 요령. 국토교통부, 2016.8」, p259 ~ p260

설계 구간의 구조물 횡단 여건에 따른 소요 다리 밑 공간은 다음을 기준으로 한다.

### ① 도로

- 일반도로 : 4.5m 이상 (동계적설에 의한 한계높이 감소 또는 포장의 덧씌우기 등이 예상되는 경우에는 4.7m 이상)
- 농로 : 4.5m 이상으로 하되 단순 농로는 현지 여건에 따라 조정할 수 있다.
- 철도 : 7.01m 이상(「철도건설규칙」에 의거 철도공사와 협의)
- 고속철도 : 9.01m 이상(관계기관과 협의)

② 하천을 횡단하는 교량 등 하천 점용시설물의 높이는 교량설치를 감안하여 산정한 홍수위로부터 충분한 여유고를 확인하여야 하며 이때의 여유고의 기준은 다음 표를 적용함을 원칙으로 한다.

하천에서의 다리밑 공간

| 계획홍수량(m <sup>3</sup> /sec) | 다리밑 공간(m) | 비 고                                       |
|----------------------------|-----------|---|
| 200 미만                     | 0.6 이상    | 국토교통부 「하천설계기준」, 국도건설공사 설계실무 요령에 의거 경간장 결정 |
| 200 ~ 500                  | 0.8 이상    |   |
| 500 ~ 2,000                | 1.0 이상    |   |
| 2,000 ~ 5,000              | 1.2 이상    |   |
| 5,000 ~ 10,000             | 1.5 이상    |   |
| 10,000 이상                  | 2.0 이상    |   |

주) 다리밑 공간은 교량설치를 감안하여 산정한 홍수위로부터 교각이나 교대중 가장 낮은 교각(교대)에서 교량상부구조를 받치고 있는 받침장치 하단부까지 높이를 뜻하며 받침장치가 콘크리트에 묻혀있을 경우 콘크리트 상단높이까지를 말하며, 교대와 교각이 여러개일 경우 이들 중 가장 낮은 지점의 높이를 말한다. (라멘교는 가장 낮은 현치부 하단까지의 높이)

3) 교량의 경간장 결정 「하천설계기준·해설. 국토교통부, 2016.6)」

① 교량길이는 하천 폭 이상이어야 한다.

② 경간장은 산간협곡이라든지 그 밖의 하천의 상황, 지형의 상황 등에 의해 결정되는데 치수상 지장이 없다고 인정되는 경우를 제외하고는 다음 식에서 구한 값 이상으로 한다. 단 값이 70m가 넘는 경우에는 70m까지 줄일수 있다.

$$L = 20 + 0.005Q$$

여기서 L은 경간장(m)이고 Q는 계획홍수량(m<sup>3</sup>/sec)이다.

③ 다음의 각 항목에 해당하는 교량의 경간장은 하천 관리상 특별한 지장이 없는 한 ②항의 규정에 관계없이 다음의 값으로 한다.

- 계획홍수량이 500m<sup>3</sup>/sec 미만이고 하천폭이 30m 미만인 하천일 경우 12.5m 이상
- 계획홍수량이 500m<sup>3</sup>/sec 미만이고 하천폭이 30m 이상인 하천일 경우 15m 이상
- 계획홍수량이 500m<sup>3</sup>/sec~2000m<sup>3</sup>/sec인 하천일 경우 20m 이상
- 선박의 운항을 고려해야할 경우는 운항에 필요한 최소 경간장 이상

④ 단, 하천의 상황 및 지형적 특성상 ②, ③항에서 제시된 경간장의 확보가 어려운 경우 치수상 지장이 없다면 교각 설치에 따른 하천폭 감소율(교각폭의 합계/설계홍수위에 있어서의 수면의 폭)이 5%를 초과하지 않는 범위내에서 경간장을 조정할 수 있다.

#### 4) 교량 설치위치의 적정성 평가

① 교량 등 하천 점용 시설물을 설치하는 경우 설치 위치의 적정성을 평가하여야 한다.

② 부득이한 경우를 제외하고는 제체내에는 교대 등 교량에 관련된 하천점용 시설물을 설치하지 말아야 한다.

- 교대, 교각을 제방 정규 단면에 설치하면 제체 접속부에서의 누수 발생으로 인하여 제방의 안정성을 저해시킬 수 있을 뿐만 아니라 통수능력의 감소로 치수에 어려움을 초래할 수 있다. 따라서 교대 및 교각위치는 제방의 제외지측 비탈 끝으로부터 10m 이상 떨어져야 한다. 단, 계획홍수량이 500m<sup>3</sup>/sec 미만인 하천에서는 5m 이상 이격하여야 한다. 부득이 제방 정규단면에 교대 또는 교각을 설치할 경우에는 제방의 구조적 안정성이 확보될 수 있도록 충분한 검토와 대책을 강구해야 한다.

③ 교각의 유하방향 투영면적이 전 하쪽에 걸치게 되는 교량을 계획하지 않아야 한다.

**제방도로와 계획홍수량 관계(m<sup>3</sup>/s)**

| 계획홍수량<br>(m <sup>3</sup> /sec) | 제 방 도 로 |         |
|--------------------------------|---------|---------|
|                                | 폭원(m)   | 공간높이(m) |
| 200 미만                         | 4.0 이상  | 4.5     |
| 200 이상 ~ 5,000 미만              | 5.0 이상  | 4.5     |
| 5,000 이상 ~ 10,000 미만           | 6.0 이상  | 4.5     |
| 10,000 이상                      | 7.0 이상  | 4.5     |

※ 제내측에 통로BOX설치 등 별도의 조치가 있을 경우 공간 높이를 조정할 수 있다.  
 주) ; 여유고(교량받침하단과 계획홍수위까지의 높이)는 상한치 적용을 원칙으로 한다.

**라. 설계방법 및 적용 구조물**

1) 설계방법

- 한계상태설계법(LSD) : 구조물이 사용목적에 적합하지 않게 되는 어느 한계상태에 도달되는 확률을 적정수준 이하로 제한하는 설계방법
- 허용응력설계법(WSD) : 철근 콘크리트를 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용 응력을 사용하여 설계하는 방법
- 강도설계법(USD) : 설계하중이 작용하여 부재가 파괴될 때에 콘크리트의 압축응력 분포를 알아내어 이에 맞도록 적합한 하중율(Load Factor)을 갖고 설계하는 방법

2) 적용구조물

| 적용설계법          | 주요 대상 구조물   |  | 비고  |
|----------------|---|--|---|
| 한계상태 설계법 (LSD) | RC 구조물  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 합성형교 콘크리트 바닥판</li> <li>• 라멘교(문형, <math>\pi</math>형), 합형교</li> <li>• T-BEAM교</li> <li>• 슬래브교 및 속빈 슬래브교 • 교대, 교각</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 한계상태는 극한한계상태, 극단상황한계상태, 사용한계상태, 피로한계상태로 구분하여 검증</li> <li>• 사용한계상태에서 균열, 처짐 등 사용성 검토</li> </ul> |
|                | PSC 구조물   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PSC BEAM교      • DR GIRDER교</li> <li>• 합성형라멘교      • P.S.C e-BEAM</li> </ul>  |   |
|                | 강교 및 강재 가시설구조물  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• STEEL BOX, STEEL PLATE교</li> <li>• STEEL ARCH교 및 기타, 특수강교</li> <li>• 기타 강재 가시설물</li> </ul>                                |   |
| 강도설계법 (USD)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• RC 구조물, 옹벽, 암거, 접속슬래브</li> </ul> |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 사용하중 하에서 균열, 처짐 등 사용성 검토</li> </ul>  |
| 허용응력 설계법 (WSD) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PSC 구조물</li> </ul>               |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 강도설계법으로 안정성 검토</li> </ul>  |
|                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 강교 및 강재 가시설구조물, 가교</li> </ul>    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 필요시 허용 피로 응력 검토</li> </ul>   |

마. 한계상태의 정의

- 도로교설계기준(한계상태설계법)은 사용한계상태, 피로한계상태, 극한한계상태, 극단상황한계상태의 총 4가지의 한계상태를 규정
- 사용한계상태
  - 정상적인 사용조건 하에서 응력, 변형 및 균열폭을 제한
- 피로한계상태
  - 기대응력범위의 반복 횟수에서 발생하는 단일 피로설계트럭에 의한 응력 범위를 제한
- 극한한계상태
  - 교량의 설계수명 이내에 발생할 것으로 기대되는, 통계적으로 중요하다고 규정한 하중조합에 대하여 국부적/전체적 강도와 안정성을 확보
- 극단상황한계상태
  - 지진 또는 홍수 발생 시, 또는 세굴된 상황에서 선박, 차량 또는 유빙에 의한 충돌 시 등의 상황에서 교량의 붕괴를 방지

## 바. 한계상태설계법의 설계원칙

### 1) 한계상태

- 별도의 규정이 없는 한 교량의 각 구성요소와 연결부는 각 한계상태에 대하여 다음식을 만족하여야 한다. 사용한계상태에 대한 저항계수는 1.0을 적용하며, 극단상황 한계상태에 대한 저항계수는 볼트와 콘크리트를 제외하고는 1.0을 적용한다. 모든 한계상태는 동등한 중요도를 갖는 것으로 고려해야 한다.

$$\sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq R_r$$

여기서,

- 최대하중계수가 적용되는 하중의 경우

$$\eta_i = \eta_D \eta_R \eta_I \geq 0.95$$

- 최소하중계수가 적용되는 하중의 경우

$$\eta_i = \frac{1}{\eta_D \eta_R \eta_I} \leq 1.0$$

여기서,

$R_r$  = 계수저항 : 콘크리트부재에 대하여는  $R_r = R\{\phi_i X_i\}$ , 그 이외에는  $R_r = \phi R_n$ 을 적용한다. (여기서,  $\phi_i$  및  $X_i$ 는 재료 계수 및 재료의 기준강도,  $\phi$  및  $R_n$ 은 저항계수 및 공칭저항)

$Q_i$  = 하중효과

$\gamma_i$  = 하중계수 : 하중효과에 적용하는 통계적 산출계수

$\eta_i$  = 하중수정계수 : 연성, 여유성, 구조물의 중요도에 관련된 계수

$\eta_D$  = 연성에 관련된 계수

$\eta_R$  = 여유성에 관련된 계수

$\eta_I$  = 구조물중요도에 관련된 계수

### 2) 연성

- 교량 구조계는 극한한계상태 및 극단상황한계상태에서 파괴 이전에 현저하게 육안으로 관찰될 정도의 비탄성 변형이 발생할 수 있도록 형상화 및 상세화 되어야 한다.
- 콘크리트 구조의 경우 연결부의 저항이 인접구성요소의 비탄성 거동에 의해 발생하는 최대 하중효과의 1.3배 이상이면 연성요구조건을 만족하는 것으로 간주할 수 있다.
- 에너지 소산장치는 연성을 제공하는 방법으로 인정될 수 있다.

- 극한한계상태에 대해서는

$\eta_D \geq 1.05$  : 비연성 구성요소 및 연결부

= 1.00 : 이 설계기준에 부합하는 통상적인 설계 및 상세

$\geq 0.95$  : 이 설계기준이 요구하는 것 이외의 추가 연성보강장치가 규정되어 있는 구성요소 및 연결부

- 기타 한계상태인 경우

$\eta_D = 1.00$

### 3) 여용성

- 특별한 이유가 없는 한 다재하경로구조와 연속구조로 하는 것이 바람직하며 각 부재는 여용성 분류에 따라 다음의 값을 사용한다.

- 극한한계상태인 경우

$\eta_R \geq 1.05$  : 비여용부재

= 1.00 : 통상적 여용수준

$\geq 0.95$  : 특별한 여용수준

- 기타 다른 한계상태의 경우

$\eta_R = 1.00$

### 4) 구조물의 중요도

- 이 절은 극한한계상태와 극단상황한계상태에만 적용한다.

- 극한한계상태

$\eta_I \geq 1.05$  : 중요교량

= 1.00 : 일반 교량

$\geq 0.95$  : 상대적으로 중요도가 낮은 교량

- 기타 한계상태

$\eta_I = 1.00$

사. 한계상태별 하중조합 정의 및 하중조합 계수

1) 한계상태별 하중조합과 하중계수를 아래표에 표현하였으며, 설계시 최대 하중조합 효과가 반영되도록 하여 구조물 검토가 이루어지도록 규정하고 있다.

각 하중조합에서 정과 부의 극한상태가 모두 검토되어야 하며, 한 하중이 다른 하중의 효과를 감소시키는 하중조합에서는 그러한 하중에 최소하중계수를 적용한다. 또한 상시 하중효과에 대해서는  $\gamma_p$ 에 관한 하중계수에서 제시된 두 가지 하중계수중에서 큰 하중조합 효과를 주는 하중계수를 적용한다. 단면에 상시하중효과가 구조물의 안정성이나 내하능력의 증가를 가져오는 경우에는 최소 하중계수가 적용되어야 한다.

2) 하중조합과 하중계수

| 하중<br>한계상태<br>하중조합                      | DC<br>DD<br>DW<br>EH<br>EV<br>ES<br>EL<br>PS<br>CR<br>SH | LL<br>IM<br>BR<br>PL<br>LS<br>CF | WA<br>BP<br>WP | WS   | WL  | FR   | TU            | TG            | GD<br>SD      | 이 하중들은 한 번에<br>한 가지만 고려 |      |      |      |
|---|--|----------------------------------|----------------|------|-----|------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|------|------|------|
|   |  |                                  |                |      |     |      |               |               |               | EQ                      | IC   | CT   | CV   |
| 극한 I                                    | $\gamma_p$   | 1.80                             | 1.00           | -    | -   | 1.00 | 0.50/<br>1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SD}$ | -                       | -    | -    | -    |
| 극한 II                                   | $\gamma_p$   | 1.40                             | 1.00           | -    | -   | 1.00 | 0.50/<br>1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SD}$ | -                       | -    | -    | -    |
| 극한 III                                  | $\gamma_p$   | -                                | 1.00           | 1.40 | -   | 1.00 | 0.50/<br>1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SD}$ | -                       | -    | -    | -    |
| 극한 IV -<br>EH, EV, ES,<br>DW, DC만<br>고려 | $\gamma_p$   | -                                | 1.00           | -    | -   | 1.00 | 0.50/<br>1.20 | -             | -             | -                       | -    | -    | -    |
| 극한 V                                    | $\gamma_p$   | 1.40                             | 1.00           | 0.40 | 1.0 | 1.00 | 0.50/<br>1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SD}$ | -                       | -    | -    | -    |
| 극단상황 I                                  | $\gamma_p$   | $\gamma_{EQ}$                    | 1.00           | -    | -   | 1.00 | -             | -             | -             | 1.00                    | -    | -    | -    |
| 극단상황 II                                 | $\gamma_p$   | 0.50                             | 1.00           | -    | -   | 1.00 | -             | -             | -             | -                       | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 사용 I                                    | 1.00   | 1.00                             | 1.00           | 0.30 | 1.0 | 1.00 | 1.00/<br>1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SD}$ | -                       | -    | -    | -    |
| 사용 II                                   | 1.00   | 1.30                             | 1.00           | -    | -   | 1.00 | 1.00/<br>1.20 | -             | -             | -                       | -    | -    | -    |
| 사용 III                                  | 1.00   | 0.80                             | 1.00           | -    | -   | 1.00 | 1.00/<br>1.20 | $\gamma_{TG}$ | $\gamma_{SD}$ | -                       | -    | -    | -    |
| 사용 IV                                   | 1.00   | -                                | 1.00           | 0.70 | -   | 1.00 | 1.00/<br>1.20 | -             | 1.0           | -                       | -    | -    | -    |
| 사용 V                                    | 1.00   | -                                | -              | -    | -   | -    | 0.50          | -             | -             | -                       | -    | -    | -    |
| 피로 - LL, IM<br>& CF만 고려                 | -  | 0.75                             | -              | -    | -   | -    | -             | -             | -             | -                       | -    | -    | -    |

3)  $\gamma_p$ 에 관한 하중계수

| 하중의 종류  | 하중계수   |  |
|---|--|--|
|   | 최대   | 최소   |
| DC : 구조부재와 비구조적 부착물   | 1.25<br>1.50(극한한계상태 조합IV에서만)                 | 0.90   |
| DD : 말뚝부마찰력   | 1.80   | 0.45   |
| DW : 포장과 시설물  | 1.50   | 0.65   |
| EH : 수평토압<br>• 주동<br>• 수동   | 1.50<br>1.35                                 | 0.90<br>0.90                                     |
| EV : 연직토압<br>• 전체 안정성<br>• 옹벽 및 교대<br>• 강성 암거(예, 콘크리트 박스)<br>• 뼈대형 강성구조물(예, 라멘형)<br>• 연성 암거(예, 파형강판)<br>• 박스형 연성 강재암거                           | 1.00<br>1.35<br>1.30<br>1.35<br>1.95<br>1.50 | -<br>1.00<br>0.90<br>0.90<br>0.90<br>0.90        |
| ES : 상재토하중  | 1.50   | 0.75   |
| EL : 시공중 발생하는 구속응력  | 1.0  | 1.0  |
| PS : 프리스트레스힘<br>• 세그멘탈콘크리트교량의 상부, 하부구조<br>• 비세그멘탈콘크리트교량 상부구조<br>• 비세그멘탈콘크리트교량 하부구조<br>- Ig를 사용하는 경우<br>- Ieffective를 사용하는 경우<br>• 강재 하부구조       |  | 1.0<br>1.0<br>0.5<br>1.0<br>1.0                  |
| CR, SH : 크리프, 건조수축<br>• 세그멘탈콘크리트교량의 상부, 하부구조<br>• 비세그멘탈콘크리트교량 상부구조<br>• 비세그멘탈콘크리트교량 하부구조<br>- Ig를 사용하는 경우<br>- Ieffective를 사용하는 경우<br>• 강재 하부구조 |  | DC에 대한 $\gamma_p$ 사용<br>1.0<br>0.5<br>1.0<br>1.0 |

4) 극한한계상태 하중조합 정의

| 하중조합   | 정 의  |
|--------|--|
| 극한 I   | • 일반적인 차량통행을 고려한 기본하중조합, 풍하중 미고려                 |
| 극한 II  | • 발주자가 규정하는 특수차량이나 통행허가차량을 고려한 하중조합, 풍하중 미고려     |
| 극한 III | • 거더 높이에서의 풍속 25m/s를 초과하는 설계 풍하중을 고려하는 하중조합      |
| 극한 IV  | • 활하중에 비하여 고정하중이 매우 큰 경우에 적용하는 하중조합              |
| 극한 V   | • 차량 통행이 가능한 최대 풍속과 일상적인 차량통행에 의한 하중효과를 고려한 하중조합 |

5) 극단상황한계상태 하중조합 정의

| 하중조합    | 정 의  |
|---------|--|
| 극단상황 I  | • 지진하중을 고려하는 하중조합  |
| 극단상황 II | • 빙하중, 선박 또는 차량의 충돌하중 및 감소된 활하중을 포함한 수리학적 사건에 관계된 하중조합, 이때 차량충돌하중 CT의 일부분인 활하중은 제외 |

6) 사용한계상태 하중조합 정의

| 하중조합   | 정 의  |
|--------|--|
| 사용 I   | • 교량의 정상 운용 상태에서 발생 가능한 모든 하중의 표준값과 25m/s의 풍하중을 조합한 하중조합<br>• 교량의 설계 수명 동안 발생 확률이 매우 적은 하중조합<br>• 철근콘크리트의 사용성 검증, 웅벽과 사면의 안정성 검증 |
| 사용 II  | • 차량하중에 의한 강구조물의 항복과 마찰이음부의 미끄러짐에 대한 하중조합  |
| 사용 III | • 교량의 정상 운용 상태에서 설계 수명 동안 종종 발생 가능한 하중조합<br>• 부착된 프리스트레스 강재가 배치된 상부구조의 균열폭과 인장응력 크기 검증   |
| 사용 IV  | • 설계 수명 동안 종종 발생 가능한 하중조합<br>• 연직 활하중 대신 수평 풍하중을 고려한 하중조합<br>• 부착된 프리스트레스 강재가 배치된 하부구조의 사용성 검증                                   |
| 사용 V   | • 설계 수명 동안 작용하는 고정하중과 수명의 약 50%기간 동안 지속하여 작용하는 하중을 고려한 하중조합  |

7) 피로한계상태 하중조합 정의

| 하중조합 | 정 의   |
|------|---|
| 피로   | • 피로설계트럭하중을 이용하여 반복적인 차량하중과 동적응답에 의한 피로파괴를 검토하기 위한 하중조합 |

## 아. 한계상태설계법의 주요 설계하중

### 1) 고정하중 : DC, DW

- 고정하중은 구조물의 자중·부속물과 그곳에 부착된 제반설비, 토피, 포장, 장래의 덧씌우기와 계획된 확폭 등에 의한 모든 예측 가능한 중량을 포함한다. 고정하중을 산출할 때는 다음 표에 나타난 단위질량을 사용하여야 한다. 다만, 실질량이 명백한 것은 그 값을 사용한다. 구조부재와 비구조적 부속물의 중량(DC)과 포장과 설비의 고정하중 (DW)으로 분리하여 다른 하중계수를 적용한다.

재료의 단위질량

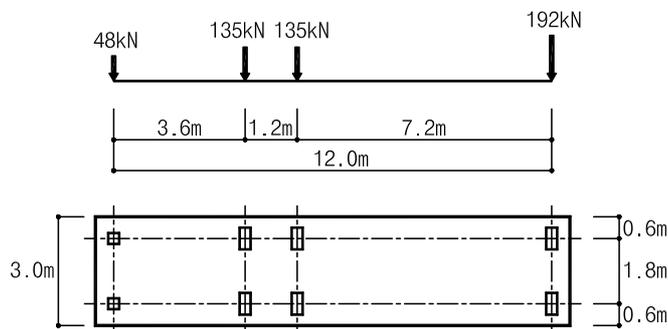
| 재 료          | 단위질량(kg/m <sup>3</sup> ) | 재 료           | 단위질량(kg/m <sup>3</sup> ) |       |
|--------------|--------------------------|---------------|--------------------------|-------|
| 강재, 주강, 단강   | 7,850                    | 시 멘 트 모 르 타 르 | 2,150                    |       |
| 주철, 주물강재     | 7,250                    | 역 청 재 (방 수 용) | 1,100                    |       |
| 알루미늄합금       | 2,800                    | 목 재           | 단단한 것                    | 960   |
| 철근콘크리트       | 2,500                    |               | 무른 것                     | 800   |
| 프리스트레스트 콘크리트 | 2,500                    | 용 수           | 담 수                      | 1,000 |
| 콘크리트         | 2,350                    |               | 해 수                      | 1,025 |
| 아스팔트 포장재     | 2,300                    | -             | -                        | -     |

### 2) 차량활하중 : LL

#### (1) 설계 차량 활하중

- 교량이나 이에 부수되는 일반구조물의 노면에 작용하는 차량활하중(KL-510)은 표준 트럭하중과 표준차로하중으로 이루어져 있으며, 이 하중들은 재하차로 내에서 횡방향으로 3000mm의 폭을 점유하는 것으로 가정한다.
- 산업화에 따른 물동량의 증가 및 차량의 대형화 등의 영향을 고려하고, 현행 차량하중 모형의 불합리성을 개선하고 국내외 통계자료 및 연구결과를 반영하여 4축 하중모형인 “KL-510” 모델을 제시
- 표준트럭하중

표준트럭의 중량과 축간거리는 다음과 같다.



- 표준차로하중
- 표준차로하중은 경간장이 길어질수록 연행할 확률이 감소하는 것을 고려하여 경간장에 따라 등분포하중이 감소하도록 규정하고 있으며, 종방향으로 균등하게 분포된 하중은 다음 표와 같고, 횡방향으로는 3000mm의 폭으로 균등하게 분포되어 있으며, 충격하중은 적용하지 않는다.

|              |  |
|--------------|--|
| $L \leq 60m$ | $w = 12.7 (kN/m)$                              |
| $L > 60m$    | $w = 12.7 \times (\frac{60}{L})^{0.10} (kN/m)$ |

※ L : 표준차로하중이 재하되는 부분의 지간

### (2) 활하중 재하방법

- 활하중의 재하방법으로 한계상태설계법에서는 ①표준트럭하중의 영향과 ②표준트럭하중 영향의 75%와 표준차로하중의 영향의 합 중 큰 값으로 설계하중을 사용하도록 규정하고 있다. 활하중의 동시재하의 경우에도 설계활하중이 동시에 작용될 확률이 작다는 사실에 근거하여, 활하중의 최대 영향은 다음 표의 다차로재하계수를 곱한 재하차로의 모든 가능한 조합에 의한 영향을 비교하여 결정하여야 한다.

다차로재하계수

| 재하차로의 수 | 다차로재하계수 'm' |
|---------|-------------|
| 1       | 1.0         |
| 2       | 0.9         |
| 3       | 0.8         |
| 4       | 0.7         |
| 5 이상    | 0.65        |

### 3) 피로하중

- 피로의 영향을 검토하는 경우의 활하중은 KL-510 표준트럭하중의 80%를 적용하며, 충격하중 조항을 적용한다.
- 피로하중의 빈도는 단일차로 일평균트럭교통량(ADTTSL)을 사용한다. 이 빈도는 교량의 모든 부재에 적용하며 통행차량수가 적은 차로에도 적용한다. 단일차로의 일평균 트럭교통량에 대한 확실한 정보가 없을 때는 다음식의 차로 당 통행비율을 적용하여 산정할 수 있다.

$$ADTT_{SL} = p \times ADTT$$

여기서,

ADTT = 한 방향 일일트럭교통량의 설계수명기간동안 평균값

ADTT<sub>SL</sub> = 한 방향 한 차로의 일일트럭교통량의 설계수명기간동안 평균값

p = 한 차로에서의 트럭교통량 비율

(트럭이 통행 가능한 차로수 1차로=1.00, 2차로=0.85, 3차로 이상= 0.8)

#### 4) 충격하중 : IM

- 원심력과 제동력 이외의 표준트럭하중에 의한 정적효과는 다음에 규정된 충격하중의 비율에 따라 증가시켜야한다.
- 정적 하중에 대한 충격하중계수는 다음과 같다 : (1+IM/100)
- 충격하중은 보도하중이나 표준차로하중에는 적용되지 않는다.

#### 충격하중계수

| 성 분                      |                     | IM  |
|--------------------------|---------------------|-----|
| 바닥판 신축이음장치를 제외한 모든 다른 부재 | 피로한계상태를 제외한 모든 한계상태 | 25% |
|                          | 피로한계상태              | 15% |

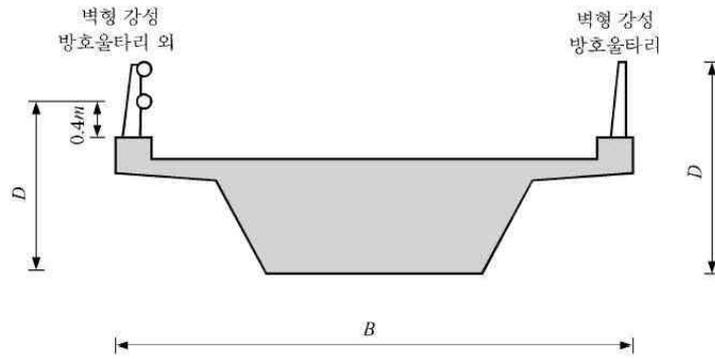
#### 5) 풍하중 : 차량에 작용하는 풍하중(WL), 구조물에 작용하는 풍하중(WS)

- 일반 중소지간 교량의 설계풍압
- 박스거더교, 플레이트거더교, 슬래브교에 작용하는 풍압은 다음 표와 같다. 활하중 재하시에는 풍압을 절반만 재하할 수 있다. 활하중이 재하될 때에는 교명상 1.5m 높이에서 1.5kN/m의 풍하중이 활하중에 작용하여 상부구조로 전달되는 것으로 본다.

#### 거더교의 풍압 (kPa)

| 단 면 형 상          | 풍 압(kPa)           |
|------------------|--------------------|
| $1 \leq B/D < 8$ | $[4.0 - 0.2(B/D)]$ |
| $8 \leq B/D$     | 2.4                |

여기서, B = 교량 총폭(m) D = 교량 총높이(m)



[교량총폭 B와 총높이 D]

- 하부구조물에 작용하는 풍압
- 하부구조에 직접 작용하는 풍압은 교축직각방향 및 교축방향에 작용하는 수평하중으로 한다. 그러나 동시에 2방향으로 작용하지 않는 것으로 한다. 풍압의 크기는 다음 표의 값을 사용하거나, 유효연직투영면적에 대하여 바람방향 1차 모드 고유진동수에 따라 강체 및 유연 구조물에 따라 구분하여, 아래의 식을 사용하여 구한다. 아래의 식을 적용할 경우에 항력계수로 원형 및 트랙형 단면의 경우에 0.6, 각형 단면의 경우에 1.2를 사용할 수 있다.

기타 교량 부재에 작용하는 풍압(kPa)

| 단 면 형 상 | 풍상측 재하 | 풍하측 재하 |
|---------|--------|--------|
| 원 형     | 1.5    | 1.5    |
| 각 형     | 3.0    | 1.5    |

- 구조물의 정적설계를 위한 단위면적당 작용하는 풍압  $p(Pa)$

$$p = \frac{1}{2} \rho V_D^2 C_d G_r \quad f_1 > 1H_z$$

$$p = \frac{1}{2} \rho V_D^2 C_d G_f \quad f_1 \leq 1H_z$$

여기서,  $f_1$ 은 구조물의 바람방향 1차모드 고유진동수이고, 항력계수  $C_d$ 는 기준문헌, 실험, 해석 등의 합리적인 방법으로 산정한다. 거스트계수  $G$ 는 풍속의 순간적인 변동의 영향을 보정하기 위한 계수

6) 온도변화 : 평균온도(TU), 온도경사(TG)

○ 평균온도(TU)

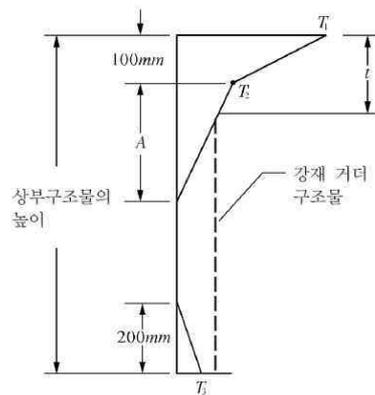
- 온도에 관한 정확한 자료가 없을 때, 온도의 범위는 다음 표에 나타난 값을 사용한다. 온도에 의한 변형효과를 고려하기 위하여 설계 시 기준으로 택했던 온도와 최저 혹은 최고 온도와의 차이 값이 사용되어야 한다.

### 온도의 범위

| 기 후 | 강교(바닥판)     | 합성교(강거더와 콘크리트바닥판) | 콘크리트교       |
|-----|-------------|-------------------|-------------|
| 보 통 | -10℃ 에서 50℃ | -10℃ 에서 40℃       | -5℃ 에서 35℃  |
| 한 랭 | -30℃ 에서 50℃ | -20℃ 에서 40℃       | -15℃ 에서 35℃ |

○ 온도경사(TG)

- 바닥판이 콘크리트인 강재나 콘크리트 상부구조에서 수직 온도경사는 다음 그림과 같이 택한다.



[콘크리트와 강재상부구조물에 발생하는 온도의 수직변화곡선]

그림에서 “A”의 제원은 다음과 같다.

- 두께가 400mm 이상인 콘크리트 상부구조물의 경우 :  $A = 300\text{mm}$
- 400mm 이하의 콘크리트 단면의 경우 :  $A = \text{실제 두께보다 } 100\text{mm 작은 값}$
- 강재로 된 상부구조물인 경우 :  $A = 300\text{mm}$ ,  $t = \text{콘크리트 바닥판의 두께}$
- 상부의 온도가 높을 때의 T1과 T2의 값은 아래 표와 같다. 하부의 온도가 높을 때의 값은 아래 표에 정해진 값에 콘크리트 포장에는 -0.3을, 아스팔트포장에는 -0.2를 곱하여 구한다. 현장조사에 의하여 T3의 값을 정하지 않는 경우, T3의 값은 영(0℃)으로 하여야 한다. 그러나 3℃를 넘어서는 안 된다.

### 온도경사 기본 값

| T1 (℃) | T2 (℃) |
|--------|--------|
| 23     | 6      |

7) 원심하중 : CF

- 원심하중은 표준트럭하중의 축중량에 계수 C를 곱한 값이다. C는 다음 식과 같다.

$$C = \frac{4}{3} \frac{v^2}{gR}$$

여기서,

v = 도로 설계속도(m/s)

g = 중력가속도(m/s<sup>2</sup>)

R = 통행차선의 회전반경(m)

- 도로의 설계속도는 도로 설계기준(2012)에서 규정된 값보다 적어서는 안된다.
- 활하중의 동시 재하에 규정된 동시재하계수를 적용해야 한다.
- 원심하중은 교면 상 1800mm 높이에서 수평으로 작용하는 것으로 한다.

8) 기타하중

- 보도하중, 프리스트레스, 콘크리트 크리프 및 건조수축, 토압, 수압, 부력, 파압, 지진하중, 지점침하, 제동하중, 차량 및 선박 충돌하중, 마찰력 등에 대하여 도로교 설계기준에 준한다.

## 자. 주요 재료 사용기준

1) 콘크리트 : KS F 2403에 적합한 재료를 기준으로 한다.

○ 구조물별 사용기준

| 설계기준 강도 (MPa) | 골재 최대치수 (m/m) | 적 용  |
|---------------|---------------|--|
| 40            | 20            | • P.S.C BEAM   |
| 30            | 25            | • GIRDER교 상부 SLAB, 가로보(콘크리트포장), 중분대구체  |
| 35            | 25            | • GIRDER교 상부 SLAB, 가로보(아스콘포장)<br>• 현장타설말뚝<br>• 방음벽 기초, 중분대구체(분리형), 난간방호벽<br>• 교량하부구조(교각의 코핑 및 기둥, 벽체, 날개벽)<br>• RC함형교 (SLAB, 측벽, 기초, 날개벽, 접속슬래브)   |
| 27            | 25            | • 교량하부구조 기초 (교각, 교대, 라멘교)  |
| 24            | 25            | • 암거 (구체, 날개벽)<br>• 암거유출입부 접속저판<br>• 역T형 옹벽, L형 옹벽<br>• 접속슬래브 (교량 및 암거)<br>• 버스정차대 계단  |
|               | 25(수중)        | • 수중콘크리트 (현장타설말뚝)  |
| 21            | 20            | • L형 측구 (형식1, 2, 성토부 L형다이크)  |
|               | 25            | • L형 측구 (형식1, 2, 3)<br>• 콘크리트 다이크<br>• U형 측구 (형식1, 2, 3, 4)<br>• V형 측구 및 산마루측구<br>• 절성토부 도수로, 도수로 집수거, 방수거, 다이크 집수거<br>• 우수받이<br>• U형 개거<br>• 콘크리트 포장 (부체도로)<br>• 경계표주<br>• 낙석방책기초, 가드웬스 기초<br>• 복주식, 편지식, 문형식 표지판기초 |
|               | 25            | • U형 측구(형식5, 6)<br>• 배수관 기초, 날개벽, 차수벽, SURROUNDING, 접속저판<br>• 집수정<br>• 차수벽 받침 콘크리트   |
| 18            | 25            | • 중력식 옹벽<br>• 단주식 표지판기초  |
|               | 25            | • MASS 콘크리트  |
| 16            | 20            | • 버림 콘크리트  |

출처 : 국토건설공사 설계실무요령(국토교통부, 2016.8), p.155 및 한계상태설계법 세부적용지침(대전지방국토관리청)

\* NOTE 1. 구조 계산 및 장비사용에 따라 골재치수와 슬럼프치는 변경될 수 있으며, 슬럼프치는 펌프카 타설시 15, 인력 타설시 8, 슬리폼 페이지장비 사용시 별도 슬럼프치로 적용할 수 있다.

2. 지역특성을 감안하여 구조기술사와 상의, 사용장비 등의 특성에 따라 조정 가능.

3. 구조물별 사용 콘크리트 강도기준은 꼭 지켜야 할 원칙이 아니며, 현지 여건과 구조검토 결과 및 노출환경등급 따라 조정 적용 할 수 있다.(※암거의 기준강도는 암거표준도에 따라 적용)

○ 설계압축강도

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| $f_{cd} = \phi_c 0.85 f_{ck}$ |  |
| $f_{cd}$                      | : 설계압축강도                               |
| $\phi_c$                      | : 콘크리트 재료저항계수                          |
| 0.85                          | : 장기하중이 편심으로 작용할 경우의 유효계수로 휨-압축을 받는 부재 |
| 1.0                           | : 그 밖의 부재                              |

○ 설계인장강도

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| $f_{ctd} = \phi_c f_{ctk}$ |             |
| $f_{ctd}$                  | : 설계인장강도    |
| $\phi_c$                   | : 콘크리트 재료계수 |

○ 재료의 설계값은 재료 기준값에 재료계수를 곱하여 결정한 값이다.

| 하중조합                      | 콘크리트 $\phi_c$ | 철근 또는 프리스트레스 강재 $\phi_s$ |
|---------------------------|---------------|--------------------------|
| 극한하중조합- I, II, III, IV, V | 0.65          | 0.90                     |
| 극단상황하중조합- I, II           | 1.0           | 1.0                      |
| 사용하중조합- I, III, IV, V     | 1.0           | 1.0                      |
| 피로하중조합                    | 1.0           | 1.0                      |

2) 철근 : KS D 3504에 적합한 재료를 기준으로 한다.

○ 구조물별 사용기준

| 종 류    | 항복강도          | 적 용 구 조 물  |
|--------|---------------|--|
| SD 400 | $f_y=400$ MPa | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 바닥판, 거더, 라멘, 가로보, 교대, 교각</li> <li>• 압거, 옹벽, 중분대, 방호벽 중분대기초</li> </ul> |
| SD 300 | $f_y=300$ MPa | • $f_{ck} = 27$ MPa미만 구조물  |

○ 철근의 설계조건

- 철근의 설계강도  $f_{yd} = \phi_s f_y$
- 철근의 항복 이후 응력-변형률 관계(그림 참조)
- 철근의 평균 단위 질량 : 7850kg/m<sup>3</sup>
- 철근의 평균 탄성계수  $E_s = 200$  GPa(kN/mm<sup>2</sup>)
- 철근의 열팽창계수  $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

**철근의 항복 이후 응력-변형률 관계**

- 3) 일반강재 : KS D 3515(용접구조용 압연강재)에 적합한 재료를 기준으로 한다.  
 ○ 인장강도는  $P_r$ 은 다음의 두 값 중에서 작은 값

$$P_r = \phi_y P_{ny} = \phi_y f_y A_g \quad : \text{전단면 항복}$$

$$P_r = \phi_u P_{nu} = \phi_u f_u A_n U \quad : \text{순단면 파단}$$

여기서,

- $P_{ny}$  = 전단면의 항복에 대한 공칭인장강도(N)
- $f_y$  = 항복강도(MPa)
- $A_g$  = 부재의 전단면적( $mm^2$ )
- $P_{nu}$  = 순단면의 파단에 대한 공칭인장강도(N)
- $f_u$  = 인장강도(MPa)
- $A_n$  = 부재의 순단면적( $mm^2$ )
- $U$  = 전단지연을 고려하기 위한 감소계수(부재내의 모든 요소에 인장력이 작용될 경우 1.0)
- $\phi_y$  = 인장부재의 항복에 대한 저항계수
- $\phi_u$  = 인장부재의 파단에 대한 저항계수

- 인장과 휨의 조합

$\frac{P_u}{P_r} < 0.2$ 인 경우 :

$$\frac{P_u}{2.0P_r} + \left( \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \right) \leq 1.0$$

$\frac{P_u}{P_r} < 0.2$ 인 경우 :

$$\frac{P_u}{2.0P_r} + \left( \frac{M_{ux}}{M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ry}} \right) \leq 1.0$$

여기서,

- $P_r$  = 설계인장강도(N)
- $M_{rx}, M_{ry}$  = x와 y축에 관한 설계휨강도(N·mm)
- $M_{ux}, M_{uy}$  = 설계하중에 의한 x와 y축에 관한 휨모멘트(N·mm)
- $P_u$  = 설계하중에 의한 축방향력(N)

축방향 인장력과 휨모멘트를 동시에 받아 순압축응력이 작용하는 플랜지는 국부좌굴에 대한 검토 필요

- 4) PS 강재 : KS D 7002(PS강선 및 PS강연선) 및 KS D 3505(PC강봉)에 적합한 재료를 기준으로 한다.

## 차. 사용한계상태

### 1) 노출 환경과 한계 기준

- 교량과 그 부대 시설의 구성 요소는 아래 표에 정해진 노출 환경으로 구분하여 설계하여야 한다. 부재에 발생하는 균열폭은 노출 환경 상태에 따라 정해진 한계 균열폭을 초과하지 않아야 한다.
- 교량 구조물과 그 부재의 소요 사용 성능을 확보하기 위해서는 이 절에서 정한 노출 환경에 따른 응력과 균열폭 제한 규정을 시공 중인 임시 상황뿐만 아니라 운용 중인 정상 상황에서 예측되는 적합한 하중조합에서 적용하여야 한다.
- 부재 설계에 적용하는 영(0)응력과 균열폭 한계 기준은 아래 표에 주어진 값으로 하여야 한다. 이 표에 주어진 영응력 한계 기준과 균열폭 한계 기준을 동시에 만족시키도록 설계하여야 한다. 여기서 영응력 상태란 인장측 연단 콘크리트가 압축인 상태를 의미한다.

노출 환경에 따라 요구되는 최소 설계 등급

| 노출 환경   | 최소 설계 등급 |       |            |         |
|---|----------|-------|------------|---------|
|   | 포스트 텐션   | 프리 텐션 | 비부착 프리스트레싱 | 철근 콘크리트 |
| 건조 또는 영구적 수중 환경 (EC1)                                     | D        | D     | E          | E       |
| 부식성 환경 (습기 또는 물과 장기간 접촉 환경; EC2, EC3, EC4 )               | C        | C     | E          | E       |
| 고부식성 환경 (염화물 또는 해수에 노출된 환경; ED1, ED2, ED3, ES1, ES2, ES3) | C(1)     | B     | E          | E       |

※(1) 고부식성 환경 포스트텐션부재의 최소설계등급은 C등급을 적용하되 과업에 따라 상향 적용할 수 있다.

설계 등급에 따른 사용 한계값

| 설계 등급 | 한계상태 검증을 위한 하중조합 |               | 표면 한계균열폭(mm) |
|-------|------------------|---------------|--------------|
|       | 영(0)응력 한계상태      | 균열폭 한계상태      |              |
| A     | 사용하중조합-I         | -             | -            |
| B     | 사용하중조합-III/IV    | 사용하중조합-I      | 0.2          |
| C     | 사용하중조합-V         | 사용하중조합-III/IV | 0.2          |
| D     | -                | 사용하중조합-III/IV | 0.3          |
| E     | -                | 사용하중조합-V      | 0.3          |

## 카. 내구성 및 피복두께

### 1) 일반사항

- 콘크리트 교량은 사용수명 기간 동안 각각의 요소에 현저한 손상이 없어야 하며 과도한 유지보수를 하지 않아도 사용성, 강도 및 안정성의 요구조건을 만족하여야 한다.
- 철근의 부식방지를 위해서 피복콘크리트의 밀도와 품질, 두께를 확보하여야 하며, 균열폭 기준을 만족하여야 한다. 콘크리트의 밀도와 품질을 얻기 위해서는 아래 표에 규정한 최소콘크리트 기준압축강도 이상의 압축강도를 적용하여야 한다.

노출환경등급에 따른 최소 콘크리트강도(MPa)

| 노출환경<br>(표 5.10.2) | 부식         |     |     |     |            |     |     |                |     |     |
|--------------------|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|----------------|-----|-----|
|                    | 탄산화에 의한 부식 |     |     |     | 염화물에 의한 부식 |     |     | 해수의 염화물에 의한 부식 |     |     |
|                    | EC1        | EC2 | EC3 | EC4 | ED1        | ED2 | ED3 | ES1            | ES2 | ES3 |
| 최소 콘크리트 강도(MPa)    | 21         | 24  | 30  |     | 30         |     | 35  | 30             | 35  |     |

| 노출환경<br>(표 5.10.2) | 콘크리트의 손상 |          |         |     |        |     |
|--------------------|----------|----------|---------|-----|--------|-----|
|                    | 위험없음     | 동결/융해 침투 |         |     | 화학적 침투 |     |
|                    | E0       | EF1/EF2  | EF3/EF4 | EA1 | EA2    | EA3 |
| 최소 콘크리트 강도(MPa)    | 18       | 24       | 30      | 30  |        | 35  |

### 2) 환경 조건

- 노출 조건은 외부하중에 추가하여 구조물이 노출되어 있는 화학적이고 물리적인 조건을 말한다.
- 환경 조건은 일반적으로 아래 표와 같이 분류할 수 있다.

환경 조건에 따른 노출 등급

| 노출 등급            | 환경 조건   | 해당 노출 등급이 발생할 수 있는 사례  |
|------------------|---|--|
| 1. 부식이나 침투 위험 없음 |   |  |
| E0               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근이나 매입금속이 없는 콘크리트 : 동결/융해, 마모나 화학적 침투가 있는 곳을 제외한 모든 노출</li> <li>• 철근이나 매입금속이 있는 콘크리트 : 매우 건조</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 공기 중 습도가 매우 낮은 건물 내부의 콘크리트</li> </ul>                     |
| 2. 탄산화에 의한 부식    |   |  |
| EC1              | 건조 또는 영구적으로 습윤한 상태  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 공기 중 습도가 낮은 건물의 내부 콘크리트</li> <li>• 영구적 수중 콘크리트</li> </ul> |
| EC2              | 습윤, 드물게 건조한 상태  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 장기간 물과 접촉한 콘크리트 표면</li> <li>• 대다수의 기초</li> </ul>          |

환경 조건에 따른 노출 등급 (계속)

| 노출 등급             | 환경 조건                              | 해당 노출 등급이 발생할 수 있는 사례   |
|-------------------|------------------------------------|---|
| 2. 탄산화에 의한 부식     |                                    |   |
| EC3               | 보통의 습도인 상태                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 공기 중 습도가 보통이거나 높은 건물의 내부 콘크리트</li> <li>• 비를 맞지 않는 외부 콘크리트</li> </ul>   |
| EC4               | 주기적인 습윤과 건조 상태                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• EC2 노출등급에 포함되지 않는 물과 접촉한 콘크리트 표면</li> </ul>  |
| 3. 염화물에 의한 부식     |                                    |   |
| ED1               | 보통의 습도                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 공기 중의 염화물에 노출된 콘크리트 표면</li> </ul>  |
| ED2               | 습윤, 드물게 건조한 상태                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 염화물을 함유한 물에 노출된 콘크리트 부재</li> </ul>   |
| ED3               | 주기적인 습윤과 건조 상태                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 염화물을 함유한 물보라에 노출된 교량 부위</li> <li>• 포장</li> </ul>   |
| 4. 해수의 염화물에 의한 부식 |                                    |   |
| ES1               | 해수의 직접적인 접촉없이 공기 중의 염분에 노출된 해상대기 중 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해안 근처에 있거나 해안가에 있는 구조물</li> </ul>  |
| ES2               | 영구적으로 침수된 해중                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 구조물의 부위</li> </ul>  |
| ES3               | 간만대 혹은 물보라 지역                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해양 구조물의 부위</li> </ul>  |
| EC4               | 주기적인 습윤과 건조 상태                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• EC2 노출등급에 포함되지 않는 물과 접촉한 콘크리트 표면</li> </ul>  |
| 5. 동결/융해 작용       |                                    |   |
| EF1               | 제빙화학제가 없는 부분포화상태                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 비와 동결에 노출된 수직 콘크리트 표면</li> </ul>   |
| EF2               | 제빙화학제가 있는 부분포화상태                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 동결과 공기 중 제빙화학제에 노출된 도로 구조물의 수직 콘크리트 표면</li> </ul>  |
| EF3               | 제빙화학제가 없는 완전포화상태                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 비와 동결에 노출된 수평 콘크리트 표면</li> </ul>   |
| EF4               | 제빙화학제나 해수에 접한 완전포화상태               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제빙화학제에 노출된 도로와 교량 바닥판</li> <li>• 제빙화학제를 함유한 비말대와 동결에 직접 노출된 콘크리트 표면</li> <li>• 동결에 노출된 해양 구조물의 물보라 지역</li> </ul> |
| 6. 화학적 침식         |                                    |   |
| EA1               | 조금 유해한 화학환경                        | 천연 토양과 지하수  |
| EA2               | 보통의 유해한 화학환경                       | 천연 토양과 지하수  |
| EA3               | 매우 유해한 화학환경                        | 천연 토양과 지하수  |

※ 주 1. 중공 구조물의 내부는 차도로부터의 배수 또는 누출수에 의해 영향을 받을 수 있는 표면을 제외하고 노출등급 EC3으로 간주할 수 있다

주 2. 규정에 따라 방수처리된 표면은 노출등급 EC3으로 간주할 수 있다.

주 3. 이것은 차도로부터 6m 이내에 있는 모든 난간, 벽체, 교각을 포함하며, 또한 차도로부터 배출되는 물에 노출되기 쉬운 신축이음부(expansion joints) 하부 교각의 윗부분과 같은 표면을 포함한다.

### 3) 콘크리트 피복두께

#### ○ 일반사항

- 콘크리트 피복두께는 철근(횡방향 철근, 표피철근 포함)의 표면과 그와 가장 가까운 콘크리트 표면 사이의 거리이다.
- 공칭피복두께  $t_{c,nom}$  는 도면에 명시하여야 한다. 공칭피복두께  $t_{c,nom}$  는 공칭피복두께  $t_{c,min}$  와 설계 편차허용량  $\Delta t_{c,dev}$  의 합으로 구한다.
- $t_{c,nom} = t_{c,min} + \Delta t_{c,dev}$

#### ○ 최소피복두께

- 부착과 환경조건에 대한 요구사항을 만족하는  $t_{c,min}$  중 큰 값을 설계에 사용하여야 한다.
- $t_{c,min} = \max\{ t_{c,min,b} ; t_{c,min,dur} + \Delta t_{c,dur,\gamma} - t_{c,dur,st} - t_{c,dur,add} ; 10\text{mm} \}$ 
  - 부착력을 안전하게 전달하고 충분한 다짐을 위하여 최소피복두께는 아래 표에 주어진  $t_{c,min,b}$  값보다 더 큰 값을 사용하여야 한다.
  - 철근과 프리스트레싱 강재의 내구성을 고려한 최소피복두께  $t_{c,min,dur}$  는 환경조건에 관련된 노출등급에 따라 각각 아래 표에 제시되어 있다.
  - 염화물 또는 해수에 노출되는 고부식성 환경에 대한 추가적인 안전을 확보하기 위하여 최소피복두께를  $\Delta t_{c,dur,\gamma}$  만큼 증가시켜야 한다.
- $\Delta t_{c,dur,\gamma} = 5\text{mm(ED1/ES1)}, 10\text{mm(ED2/ES2)}, 15\text{mm(ED3/ES3)}$ 
  - 요구하는 최소 강도보다 아래에서 정하는 값 이상 큰 강도를 사용하는 경우, 시공과정에서 철근 위치의 변동이 없는 슬래브 형상의 부재인 경우, 콘크리트를 제조할 때 특별한 품질 관리방안이 확보되었다고 승인받은 경우에는 최소피복두께를 각각 5mm 감소시킬 수 있다.
  - E0등급이나 탄산화에 노출된 경우(EC 등급) : 5 MPa
  - 염화물이나 해수에 노출된 경우(ED, ES 등급) : 10 MPa
  - 코팅과 같은 추가 표면처리를 한 콘크리트의 경우  $t_{c,dur,add}$  만큼 최소피복두께를 감소시킬 수 있다.

부착에 대한 요구사항을 고려한 최소피복두께  $t_{c,min}$

| 강재의 종류   | 최소피복두께( $t_{c,min,b}$ )  |
|----------|--|
| 일반       | 철근 지름  |
| 다발       | 등가 지름  |
| 포스트텐션 부재 | <ul style="list-style-type: none"> <li>원형 덕트 경우 : 덕트의 지름</li> <li>직사각형 덕트 경우 : 작은 치수 혹은 큰 치수의 1/2배 중 큰 값으로서 50 mm 이상인 값</li> </ul> 단, 두 종류의 덕트에 대하여 피복두께가 80 mm 보다 큰 경우는 없음. |
| 프리텐션부재   | <ul style="list-style-type: none"> <li>강연선 및 원형 강선 경우 : 지름의 2배</li> <li>이형 강선 경우 : 지름의 3배</li> </ul>   |

철근 및 프리스트레싱 강재의 내구성을 고려한 최소피복두께  $t_{c,min,dur}$  (mm)

| 강재종류      | 노출등급 |     |         |     |         |         |         |
|-----------|------|-----|---------|-----|---------|---------|---------|
|           | E0   | EC1 | EC3/EC3 | EC4 | ED1/ES1 | ED2/ES2 | ED3/ES3 |
| 철근        | 20   | 25  | 35      | 40  | 45      | 50      | 55      |
| 프리스트레싱 강재 | 20   | 35  | 45      | 50  | 55      | 60      | 65      |

○ 설계 편차 허용량

- 공칭피복두께는 최소피복두께에 설계 편차 허용량( $\Delta t_{c,dev}$ )을 더하여야 한다. 소요 최소피복두께는 현장시공기준에 제시된 허용편차량에 따라 증가시켜야 하며, 이는 구조물의 종류에 따라 달라진다.
- 설계 편차 허용량  $\Delta t_{c,dev}$ 는 10 mm를 적용한다.
- 특정 상황에 따라 설계 편차 허용량  $\Delta t_{c,dev}$ 는 감소시킬 수 있다.
  - 모니터링 항목에 콘크리트의 피복두께 측정을 포함하는 품질보증 시스템을 적용하는 경우, 설계편차 허용량  $\Delta t_{c,dev}$ 를 아래와 같이 감소시킬 수 있다.

$$10\text{mm} \geq \Delta t_{c,dev} \geq 5\text{mm}$$

- 모니터링에 매우 정밀한 측정 장치를 사용하고, 프리캐스트 부재 등과 같이 규준에 맞지 않는 부재는 적용되지 않았다면 설계편차 허용량  $\Delta t_{c,dev}$ 를 아래와 같이 감소시킬 수 있다.

$$10\text{mm} \geq \Delta t_{c,dev} \geq 0\text{mm}$$

4) 발주자 결정사항 : 「도로교설계기준(한계상태설계법)」 적용

## 타. 내진설계 기준

### 1) 내진설계 개요

#### (1) 내진설계의 기본개념

- ① 인명피해를 최소화 한다.
- ② 지진시 교량 부재들의 부분적인 피해는 허용하나 전체적으로 붕괴는 방지한다.
- ③ 지진시 가능한 한 교량의 기본 기능은 발휘할 수 있게 한다.
- ④ 교량의 정상수명 기간 내에 설계지진력이 발생할 가능성은 희박하다.
- ⑤ 설계기준은 남한 전역에 적용한다.
- ⑥ 본 규정을 따르지 않더라도 창의력을 발휘하여 보다 발전된 설계를 할 경우에는 이를 인정한다. 이러한 기본 개념을 구현하기 위해서는 낙교방지가 확보되어야 하며, 낙교방지는 가능하면 교각의 연성거동에 의한 연성과파괴메커니즘을 유도하여 확보하고, 그렇지 않은 경우 낙교방지 대책(전단키, 변위구속장치 등)을 제시하여 확보하여야 한다. 또한, 필요한 경우 지진격리시스템을 설치할 수 있다.

#### (2) 내진 구조계획

- 내진구조계획의 목표는 지진 시 발생하는 구조물의 변형과 부재력에 적절히 대응할 수 있도록 구조적 안정성과 경제성의 양 측면을 동시에 만족하는 교량 설계를 도모 하는데 있다. 초기 계획 단계에서의 내진 구조계획은 교량의 기하학적 형상, 상하부구조형식, 사용재료 특성, 부재간 연결상태 등을 종합적으로 고려하여 지진하중에 대한 효율성을 제고토록 하여야 하는바, 조건이 허락하는 한도 내에서 다음 기본 조건을 만족하도록 한다.

##### ① 단순성

지진하중에 의한 상부 관성력을 직접적이고도 명확한 하중경로를 통하여 하부구조 및 지반으로 전달할 수 있는 구조물이 되도록 하여야 한다.

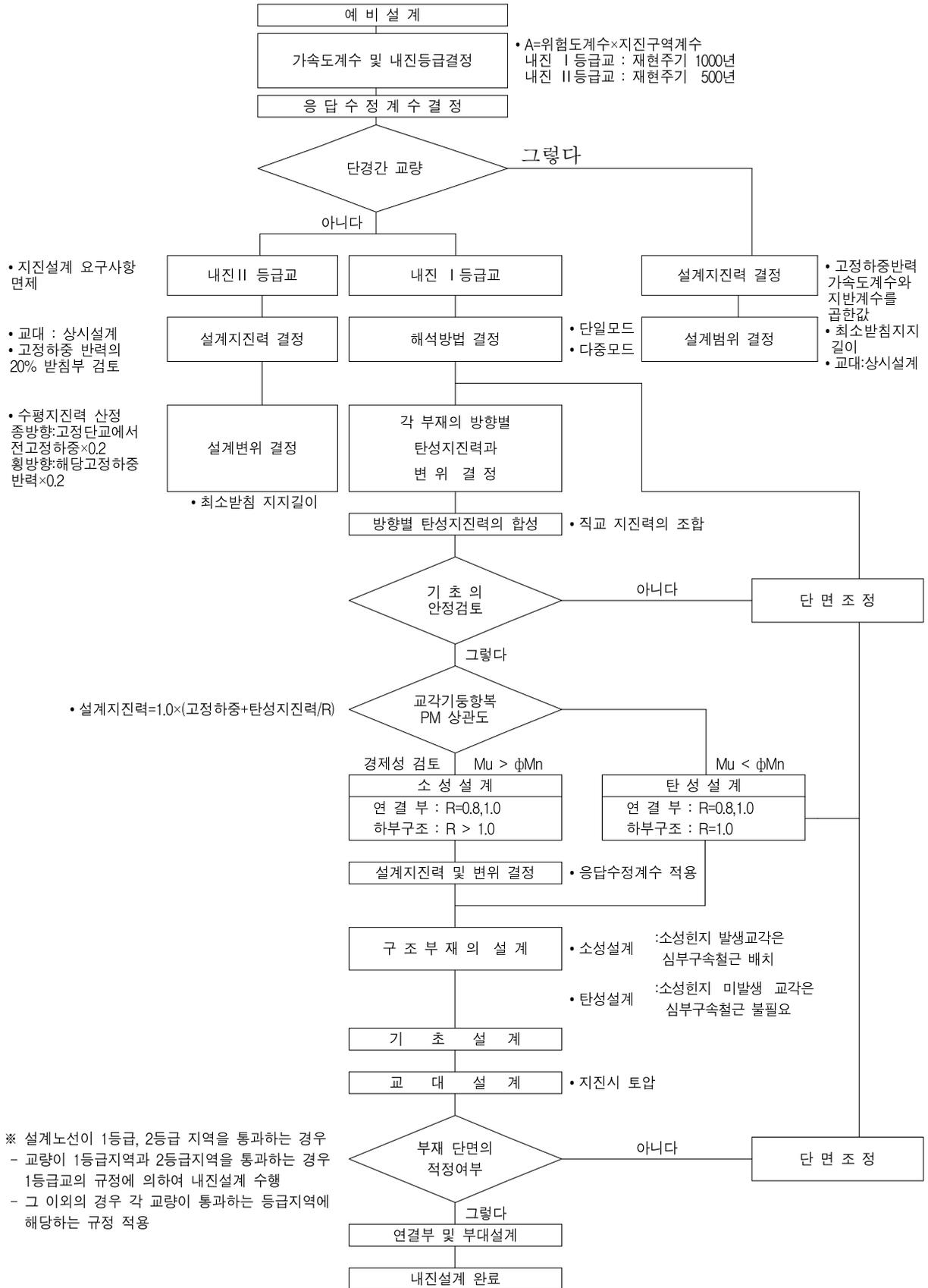
##### ② 대칭성

지진시 구조부재의 수직축에 대한 비틀림을 최소화 할수 있도록 교량의 기하학적 대칭성 및 경계조건 대칭성, 질량중심과 강성중심의 일치성을 확보토록 한다.

##### ③ 완전성 및 연속성

지진하중의 효율적 분산을 위하여 부재 강성의 연속성 및 연결부의 강성을 고려한 구조 계획, 낙교방지계획(연단거리 확보) 및 하부구조의 연성도(Ductility)의 확보가 필요하다.

(3) 내진설계 흐름도



2) 지진지역의 구분

| 지진구역 | 행정구역 |  |
|------|------|--|
| I    | 시    | 서울특별시, 인천광역시, 대전광역시, 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시    |
|      | 도    | 경기도, 강원도 남부(1), 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도, 전라북도, 전라남도 |
| II   | 도    | 강원도 북부(2), 제주도                                     |

- ※ 주 (1) 강원도 남부(군, 시) : 영월, 정선, 삼척시, 강릉시, 동해시, 원주시, 태백시  
 (2) 강원도 북부(군, 시) : 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천시, 속초시  
 (3) 행정구역의 경계를 통과하는 교량의 경우에는 구역계수가 큰 값을 적용한다.  
 (4) 국가지진위험지도 및 지진구역·지진구역계수 변경(2013.12.13. 소방방재청) 반영

3) 지진구역 계수 (재현주기 500년에 해당)

| 지진구역  | I    | II   | 비고 |
|-------|------|------|----|
| 구역 계수 | 0.11 | 0.07 |    |

4) 위험도 계수

| 재현주기 (년)  | 500 | 1,000 | 비고 |
|-----------|-----|-------|----|
| 위험도 계수, I | 1   | 1.4   |    |

5) 내진등급의 분류

- 교량의 내진등급은 교량의 중요도에 따라 내진 I 등급, 내진 II 등급으로 분류한다.
- 교량의 내진등급별로 규정된 평균재현주기를 갖는 설계지진에 대하여 설계되어야 한다.

| 내진등급      | 교량   | 설계지진의 평균재현주기 |
|-----------|--|--------------|
| 내진 I 등급교  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 고속도로, 자동차 전용도로, 특별시도, 광역시도 또는 일반국도상의 교량</li> <li>• 지방도, 시도 및 군도 중 지역의 방재 계획상 필요한 도로에 건설된 교량, 해당 도로의 일일계획 교통량을 기준으로 판단했을 때 중요한 교량</li> <li>• 내진 I 등급교가 건설되는 도로위를 넘어가는 고가 교량</li> </ul> | 1,000년       |
| 내진 II 등급교 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 내진 I 등급교에 속하지 않는 교량</li> </ul>  | 500년         |

6) 지반의 분류

(1) 지반계수

| 지반계수 | 지 반 종 류 |           |           |           |
|------|---------|-----------|-----------|-----------|
|      | I       | II        | III       | IV        |
| S    | 1.0     | 1.2 (1.5) | 1.5 (2.0) | 2.0 (2.7) |

※주) ( )은 지진격리교량 설계시

(2) 지반의 분류

| 지반종류 | 지반종류의 호칭             | 지표면 아래 30m 토층에 대한 평균값 |               |              |
|------|----------------------|-----------------------|---------------|--------------|
|      |                      | 전단파속도(m/s)            | 표준관입시험(N치(1)) | 비배수전단강도(kPa) |
| I    | 경암, 보통암지반            | 760 이상                | -             | -            |
| II   | 매우 조밀한 토사 또는 연암지반    | 360에서 760             | > 50          | > 100        |
| III  | 단단한 토사지반             | 180에서 360             | 15에서 50       | 50에서 100     |
| IV   | 연약한 토사지반             | 180 미만                | < 15          | < 50         |
| V    | 부지 고유의 특성평가가 요구되는 지반 |                       |               |              |

※ 주) (1) 비점착성 토층만을 고려한 평균 N치

• 지반종류 V는 부지의 특성조사가 요구되는 다음 경우에 속하는 지반으로서, 전문가가 작성한 부지중속 설계응답스펙트럼을 사용하여야 한다.

- ① 액상화가 일어날 수 있는 흙, 키클레이와 매우 민감한 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 붕괴성 흙과 같이 지진하중 작용시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반
- ② 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토 지반
- ③ 매우 높은 소성을 갖는 점토지반
- ④ 층이 매우 두꺼우며 연약하거나 중간정도로 단단한 점토

7) 탄성 지진 응답계수(m번째 진동모드)

(1) 탄성 지진 응답 계수

$$C_{sm} = \frac{1.2AS}{T_m^{2/3}} \leq 2.5A \quad ( T_m \leq 4 \text{sec} )$$

$$C_{sm} = \frac{3AS}{T_m^{4/3}} \leq 2.5A \quad ( T_m > 4 \text{sec} )$$

(중력가속도 g에 대한 무차원계수)

여기서, A : 지진 가속도 계수

S : 지반 특성에 대한 무차원 계수

T : 고유치 해석 또는 다른 적합한 방법에 의하여 결정된 교량의 주기

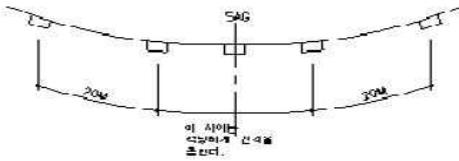
8) 내진해석방법

| 해석 방법       |           | 주요 특성  | 비고 |
|-------------|-----------|--|----|
| 응답 스펙트럼 해석법 | 단일 모드 해석법 | <ul style="list-style-type: none"> <li>·구조물의 형상이 단순하여 기본모드가 구조물의 동적거동을 대표할수 있는 경우</li> <li>·교량의 기본 주기로부터 탄성지진력 및 변위를 예측</li> <li>·동역학에 대한 깊은 지식이 없어도 쉽게 적용가능한 간략한 해석법이며 수계산이 가능</li> <li>·형상이 단순한 단순교나 연속교에 적용 가능</li> <li>·일반적으로 다른 해석법에 비해 응답값이 크게 산정됨.</li> <li>·구조물의 형상이 복잡하여 기본모드 이외의 모드들에 의한 영향이 큰 경우는 적용이 어려움.</li> </ul>   |    |
|             | 다중 모드 해석법 | <ul style="list-style-type: none"> <li>·기본모드 이외의 모드들이 구조물의 동적거동에 대한 기여도가 큰 경우에 사용</li> <li>·여러개의 진동모드가 구조물 전체의 거동에 기여</li> <li>·선형해석프로그램을 이용하여 해석</li> <li>·일반적으로 중간정도 시간의 연속교에 적용하며 해석모델을 잘 선택할 경우, 장대교와 특수교량에도 적용 가능</li> <li>·시간이력해석법에 비해 시간과 노력을 적게 들이고도 정밀한 해석결과를 얻을수 있음</li> <li>·기하학적인 형상이 복잡하여 직교좌표축으로 모드를 분리하기 힘든 교량에 대해서는 적절한 응답값을 기대하기 어려움</li> </ul>   |    |
| 시간이력 해석법    |           | <ul style="list-style-type: none"> <li>·하중의 지속기간이 짧을 경우</li> <li>·모드간의 구분이 명확하지 않아 Coupling 모드가 나타나기 쉬운 경우</li> <li>·높은 안전성이 요구되어 비선형 해석을 필요로 하는 경우</li> <li>·입력 데이터로 실측된 지진파형이나 인공파형이 필요</li> <li>·선형 혹은 비선형 해석 프로그램을 이용하여 해석</li> <li>·응답해석에 필요한 모드의 갯수가 많을 경우 효과적 (모드중첩법)</li> <li>·동적 비선형 해석 가능(직접분석법)</li> <li>·예상되는 지반운동을 정확히 예측하기가 어렵기 때문에 기존의 지진기록이나 합성된 지진기록을 사용하여야 하므로 해석 및 결과분석에 많은 시간과 노력이 필요</li> </ul> |    |

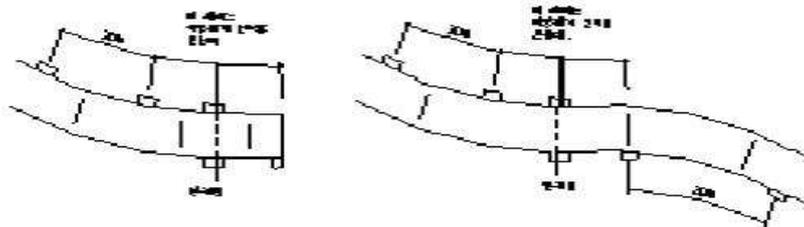
## 파. 교량배수 시설기준

### 1) 배수구 배치 기준

- ① 배수구의 배치는 교각 상면에 물이 떨어지지 않는 곳에 두도록 하며, 횡단육교에서는 가급적 배수구를 교량내에 두지 않도록 한다.
- ② 배수구의 간격은 원칙적으로 집수구 통수능력에 따른 수리 검토를 실시하여 간격을 결정하여야 하며 원칙적으로 20m이하로 한다.



- ③ 종단곡선이 오목하게 된 경우, 중앙에 반드시 배수구를 설치하여야 한다.
- ④ 완화곡선 구간 및 S곡선구간의 변곡점 부근에 생기는 횡단구배가 수평 또는 수직에 가까운 곳에는 차도 양측에서 배수구를 설치하여야 한다.



- ⑤ 교량 신축장치의 상류측에는 반드시 배수구를 설치하여야 한다.

### 2) 배수관의 형상

- ① 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 내경은 150mm이상, 계획배수량의 3배를 유하시킬 수 있는 단면으로 계획한다.
- ② 하천용 배수구는 거더 하단부에서 20cm이상 돌출 시켜야 한다.

### 3) 배수관 굴곡부 막힘 방지

종배수관 굴곡부 갯수를 가급적 적게 하고 거더의 높이를 고려, 가급적 큰 경사로 하여 배수관 굴곡부 막힘 현상을 방지 하여야 하며, 부득이 종배수관을 완만한 경사로 설치하거나 모래, 토사 등 유입으로 배수관 굴곡부 막힘이 예상되는 경우는 종배수관 규격을 가급적 크게 하거나, 굴곡부에 뚜껑붙인 청소공을 설치하도록 한다.

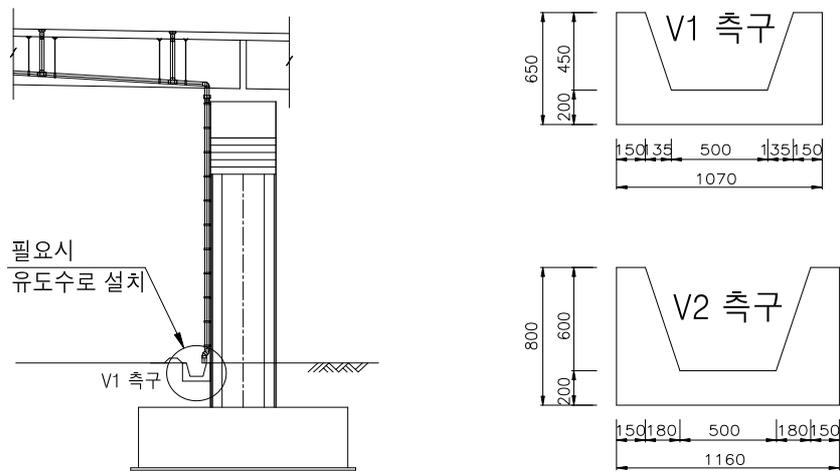
4) 육교형 배수관 형식을 적용해야 하는 경우

하천용 배수관의 설치로 피해가 예상되는 경우에는 가급적 육교용 배수관 형식을 적용하여야 하며, 대상은 다음과 같다

- a. 도로 및 철도를 횡단하는 경우
- b. 농경지 통과구간
- c. 강풍시 비산으로 인해 인접가옥에 피해가 우려되는 경우
- d. 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우
- e. 하천구간중 수질보호를 위해 직접 낙수하는 것이 바람직하지 않다고 판단되는 경우
- f. 기타 설계자가 필요하다고 판단하는 구간

5) 교량용 배수관 하부지반의 세굴방지대책

- ① 육교용 배수관의 하단부에 필요한 경우 유도수로(토사 또는 콘크리트 측구)를 설치하여 배수시키고, 지형여건상 유도수로가 불필요한 경우 또는 설치가 곤란한 경우에는 콘크리트 물받이 설치



6) 교량상판 배수처리공법

- ① 집수구 상단은 슬래브 상단 콘크리트면에 일치시켜 교면배수 및 아스팔트 포장침투수 배수에 지장이 없도록 하여야 함.
- ② 교량상판 콘크리트내 침투수 배수처리는 시공성 및 경제성, 우수성이 있는 적정 공법을 선정하여 상판 백태를 방지하여야 함.

<교량상판 배수처리 공법 “예”>

- a. 유공관을 이용한 교량상판배수 처리공법
- b. 교량포장 및 바닥판 손상방지를 위한 침투수 배수처리공법
- c. 스프링형 드레인 배수시스템
- d. 와이어 메쉬를 이용한 배수시스템 등

7) 교량부 선배수 시스템 도입

(1) 선배수 시스템 설치방안

- ① 배수관 설계 : 철근 배근 고려 규격 80mm, 배수관 간격 최소 1.0m 적용
- ② 측구 설계 : 강우강도 10년, 수위 측구 전체높이의 80% 적용

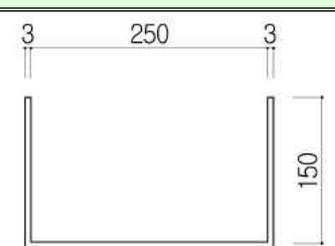
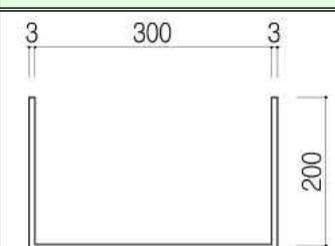
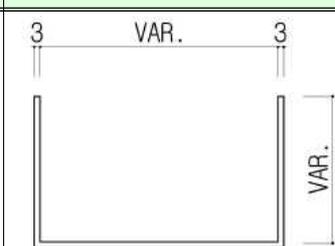
(2) 선배수 시스템 적용 대상

① 설치대상

| 구 분      |       | 대 상              | 비 고 |
|----------|-------|------------------|-----|
| 직선교량     |       | 전 체              |     |
| 곡선<br>교량 | 분리교량  | 각 행선별 곡선내측       |     |
|          | 비분리교량 | 길어깨측(중앙분리대 측 제외) |     |

- ② 배수시설 설치형식 : 육교용 배수관 설치 대상구간(하천용 제외)
- ③ 효율 및 횡배수관 설치간격(최소 1.0m) 고려 횡단경사 2% 이상 교량
- ④ 측구규격 확대가 필요한 교량(Type-3)은 경제성 및 안전성에 대한 별도 검토 후 시행

◦ 측구 제작단면 Type

| 구 분        | Type-1  | Type-2   | Type-3  |
|------------|---|--|---|
| 측 구<br>규 격 |  |  |  |
|            | 250×150mm   | 300×200mm  | 연장별 규격산정  |
|            | 생 산 가 능   |  | 별도 제작   |

※ 교량 연장별 유량 산정 후 측구규격 산정 필요

- 교량점검시설 설치구간은 측구 간섭이 발생되지 않도록 교량 점검시설을 측구 외 측으로 이동 설치(교량점검시설 별도 구조 검토 시행)
- 신축이음장치 설치구간은 전(후) 교각에 수직관을 설치하여 배수

⑤ 다설 한랭지역은 측구 동결에 따른 배수확인을 위하여 추가 시험시공 시행

- 8) 교량배수시설은 선배수 시스템과 기존의 육교용과 하천용의 배수시설을 비교/검토 후 현황에 맞는 배수시설을 선택 적용한다.
- 9) 교량경관 개선 및 장대교량 연속 배수 적용을 고려하여 수리검토 후 배수관 용량 및 경사를 결정한다.

## 차. 신축이음, 받침

### 1) 신축이음

신축이음은 설치하는 도로의 성격, 교량의 형식, 사용 신축량을 기본으로 하여 전체적인 내구성, 평탄성, 배수성과 수밀성, 시공성, 보수성 및 경제성 등을 고려하여 정한다. 주거지 인접 구간은 소음을 최소화 할 수 있는 형식을 고려하여야 한다.

신축장치는 교량구조 중에서 직접 차량하중을 받는 파손이 심한 부분으로서 설계 및 시공의 결함은 통행자에게 불쾌함 및 위험을 줄뿐만 아니라 경우에 따라서는 교량구조에도 악영향을 미치게 된다.

현재 신축장치에 대해서는 시방서 상에 주행성 내구성의 제한 및 시공법이 확립되어있지 않으며, 기본적인 신축 이음량은 Girder의 온도변화, Concrete Creep, 건조수축, Girder 단의 회전 및 구조상의 여유로서 정하고 있으며, 하부구조의 변형 및 변위에 의한 영향은 고려되지 않고 있는 실정이다. 신축이음량은 상시와 지진시를 비교하여 큰 값을 적용하여야 하며 신축이음장치 형식 선정은 다음사항을 고려하여 선정하여야 한다.

#### ① 신축이음장치 선정의 기본사항

- a. 온도변화에 적응
- b. 교량의 처짐변화에 적응
- c. 교면의 평탄성 유지
- d. 교체와 일체로하여 강성이 높고 내구성이 높은 구조
- e. 방수 및 배수가 완전한 구조
- f. 구조가 단순하고 유지보수가 용이

② 위에서 논한 바와 같이 신축이음장치는 교량구조의 특성 및 규모에 따라 차이가 있으므로 평탄성이 우수하고 구조물에 주는 영향을 최대로 하는 형식을 선정하여야 한다. 이에 맞추어 현재 개발된 수많은 EXP. JOINT 제품이 있으나 신축이음 장치의 비교는 상당히 어려우며 설사 제품이 우수하더라도 설치시공의 차이로 인하여 구조물 및 차량의 주행에 악영향을 미치는 경우가 있으므로 교량에 설치되는 EXP. JOINT는 상기 기본 사항을 충족하는 이음장치를 사용하여 평탄성 유지와 차량충격을 완화하도록 하여야 한다.

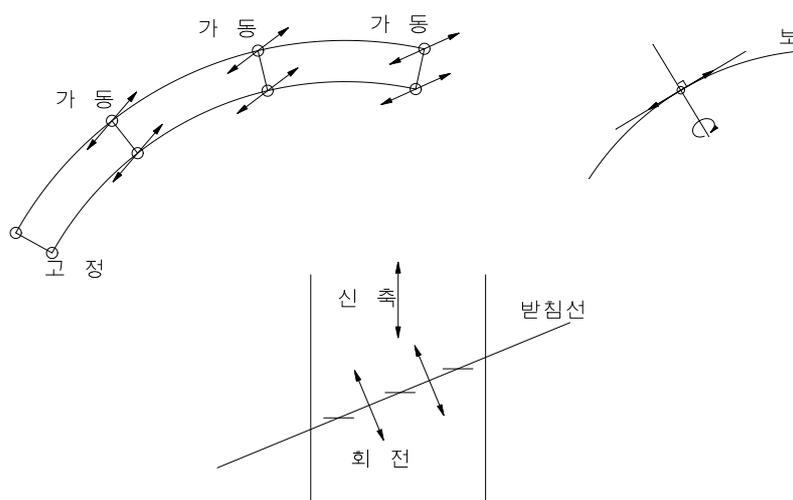
③ 각 교량형식별 신축이동량

교량의 신축이동은 각 교량의 신축량을 15℃를 기준으로 하여 설치시의 유간과 신축량을 계산하며 시공 시 온도를 고려하여 유간을 조정할 수 있도록 설계하여야 한다.

2) 받 침

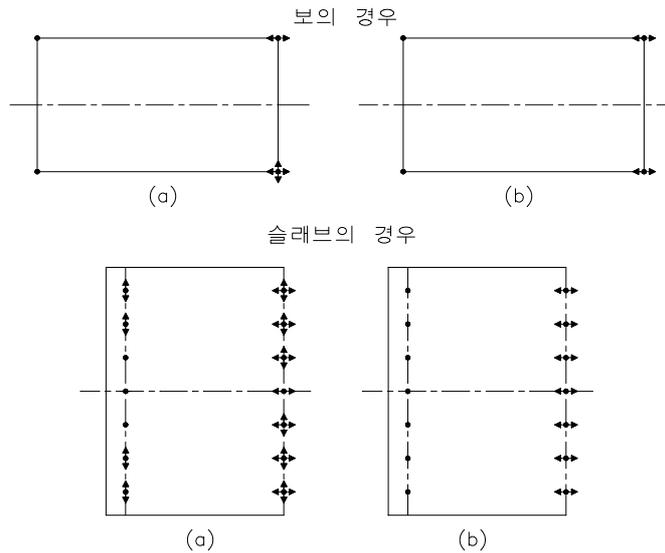
① 일반사항

- 받침은 상부구조에서 전달된 하중을 하부구조에 전달하고 지진, 바람, 온도변화 등에 대해서 안전하도록 설계하여야 한다.
- 받침은 상부구조의 형식, 지간길이, 지점반력, 반력, 반시공성 등에 의해 그 형식과 배치 등이 결정된다. 특히 곡선교나 사교 등은 지점반력의 작용기구, 신축과 회전 방향을 충분히 검토하여 받침형식과 배치 등을 결정하여야 한다.
- <그림1>에는 곡선교와 사교의 신축방향과 회전방향을 나타내고 있는데 이와 같은 경우에는 양자를 만족시키는 받침형식을 사용하는 것이 좋다.



<그림1> 곡선교, 사교의 신축방향과 회전방향

<그림2>는 폭이 넓은 교량의 받침배치이다. 일반적으로 (a)의 배치가 이상적이지만 보통 하부구조의 신축 등도 고려되기 때문에 (b)의 배치로 하여도 지장이 없다. 아치나 라멘 등의 부정정 교량에서는 온도변화, 크리프, 건조수축 등의 영향에 의해 구속력이 생기기 때문에 이 영향도 충분히 고려하여야 한다. 또, 받침은 움직이는 것이기 때문에 특히 활동면과 회전면의 지압, 마찰, 마모등을 충분히 검토하고, 재질의 선정을 신중히 하여야 한다.



<그림2> 폭이 넓은 경우의 받침배치

② 받침에 작용하는 부의 반력

받침에 부(-)의 반력이 작용하는 경우에 받침은 식(1)과 식(2)에 의해 구해진 부의 반력 중 불리한 값을 사용하여 설계하는 것을 원칙으로 한다.

$$R = 2R_{L+1} + R_D \quad (1)$$

$$R = R_D + R_W \quad (2)$$

여기서, R : 받침 반력(kN)

$R_{L+1}$  : 충격을 포함한 활하중에 의한 최대부반력(kN)

$R_D$  : 받침에 부의 반력을 일으키는 부분에 가해지는 고정하중에 의한 받침반력

$R_W$  : 풍하중에 의한 최대 부반력(kN)

③ 거더밑 공간(하부구조물 상단과 상부구조물 하단사이의 공간) 확보기준

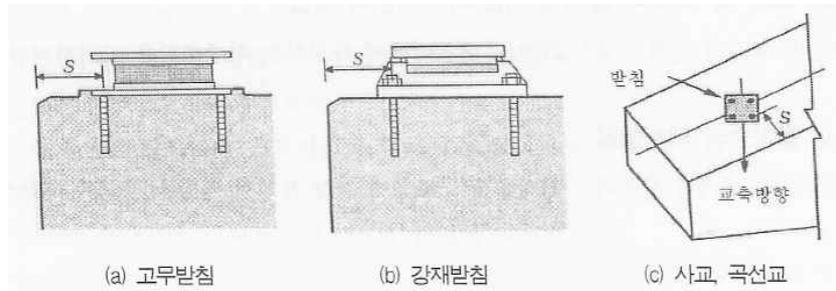
- 거더밑 공간은 인체의 일부분 (머리 및 어깨)이 들어가서 작업을 하거나 세밀하게 관찰할 수 있고, 유지보수시 JACK의 설치가 가능한 공간인 400mm를 확보하도록 한다. 단, 부득이한 경우는 450mm까지 가능하다.

- 교량받침은 무수축성 모르타르로 처리하며 높이는 50mm를 기준으로 하고 폭은 교량받침보다 50mm이상 여유를 둔다.

④ 교량받침 연단거리 확보 기준

- 연단거리 기준

하부구조 정부에 있어서 교축방향 및 교축직각방향의 받침 앵커볼트 중심과 하부구조 정부 연단 사이의 거리, S(mm)가 다음의 값 이상인 경우에는 연직력과 수평력에 대한 교량받침부의 강도검토를 생략할 수 있다.



받침연단거리(S)

- 교축방향의 받침연단과 하부구조 연단과의 거리는 다음의 값 이상으로 한다.
  - 거더의 경간길이 100m이하 :  $S=200+5L$
  - 거더의 경간길이 100m이상 :  $S=300+4L$
  - 주)  $L$  = 경간길이(m) (도로교 설계기준 P.443)
- SKEW 교량에서 교축직각 및 경사방향의 교량받침연단과 하부구조 연단과의 거리도 위에서 언급한 거리를 유지하는 것을 원칙으로 하되, 부득이하여 경사방향으로 연단거리 확보가 불가능할 때는 별도의 응력검토를 하여 구조계산서에 첨부하고 구조물도를 보완토록 한다.
- 교좌면의 치수는 교축방향과 직각방향에 대해서 상기 연단거리를 고려하여 정하며, 교량받침의 상부 PLATE가 받침부를 벗어나지 않도록 한다.

⑤ 교좌장치 하면 보강철근 설계기준

- 연직하중에 대한 보강 철근량

- 교좌장치하면에는 연직하중에 의해 인장응력이 발생하므로 교축방향 및 교축직각방향으로 아래의 식에서 구한 철근량을 배근하여야 한다.

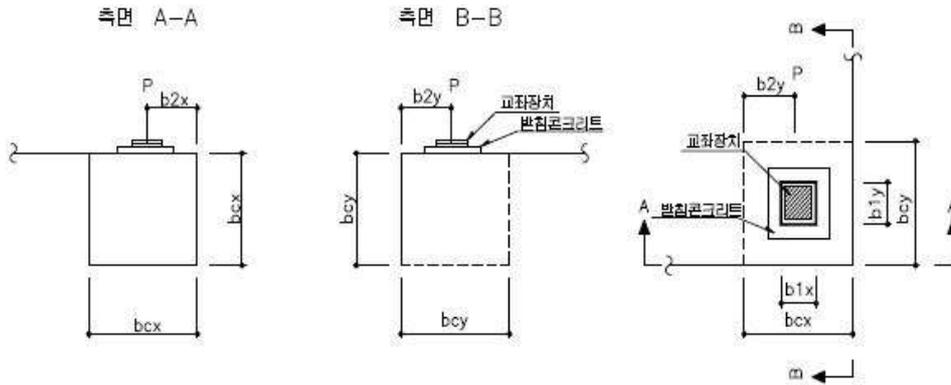
$$A_{sn} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{b_1}{b_c}\right) \frac{P}{f_{sa}}$$

$A_{sn}$ : 연직력에 대한 철근량( $mm^2$ ),  $f_{sa}$ : 철근의 허용인장응력도 ( $kN/mm^2$ )

$P$ : 연직하중 (kN),  $b_1$ : 연직하중의 작용폭

$b_2$  :  $P$ 의 작용점으로부터 교좌장치하면 외측까지의 거리 (mm)

$b_c$  : 연직하중의 분포폭 ( $b_c = 2 \times b_2 \leq 5 \times b_1$ )



○ 수평하중에 대한 보강철근량

- 교좌장치 하면에는 수평하중에 대한 보강철근으로서 아래의 식에서 구한 철근량을 배근해야 한다.

$$A_{sa} = \frac{H_s}{f_{sa}}$$

$A_{sa}$  : 수평하중에 대한 수평철근량 ( $\text{mm}^2$ )

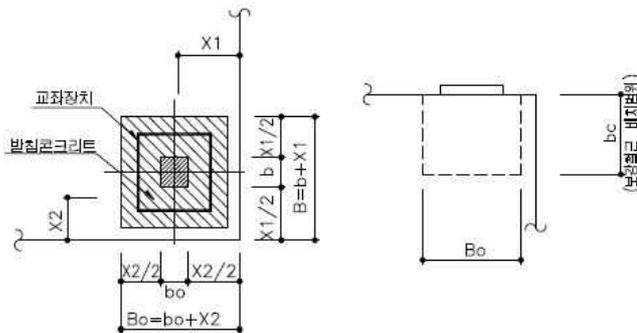
$H_s$  : 교좌장치에 작용하는 수평하중 (kN)

$f_{sa}$  : 철근의 허용인장응력 ( $\text{kN}/\text{mm}^2$ )

- 수평하중 발생요인별 허용 응력 할증 고려

○ 교좌장치 하면 보강철근 배치범위

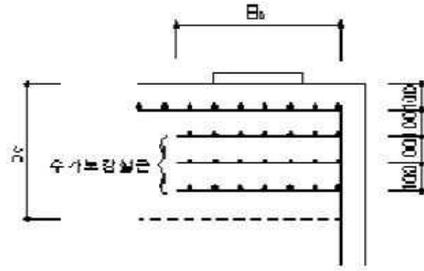
- 보강철근은 아래그림의 범위안에 배치하도록 한다.



○ 보강철근 구조세목

- 보강철근 배근은 가급적 2단이상으로 한다.
- 하부구조 상부로 부터 첫번째단 철근은 100mm를 띄우고 이후는 100~150mm 간격으로 배치한다.
- 보강철근의 상단부는 교대 및 교각에 설치하는 배력근에서 100mm의 간격을 두고 배근한다.

- 배근 예



⑥ 교좌받침 콘크리트 보강철근 설계기준

○ 보강개념

- 수평하중에 의한 교좌받침과 하부구조 상면사이의 전단응력에 대하여 수직 철근의 전단마찰로 저항하도록 한다.
- 수평력에 의한 45°방향의 전단파괴는 고려하지 않아도 지장이 없다. (교좌받침 콘크리트의 폭이 높이에 비해 100mm의 여유가 더 있으므로 45°방향의 전단 파괴면은 발생치 않을 것으로 판단됨.)

○ 보강 철근량

$A_s \geq H / f_{sa}$  (전단마찰 계산시의 마찰계수  $\mu$  적용)

$A_s$  : 보강 철근량 (mm<sup>2</sup>).

$H$  : 수평력 (kN).  $f_{sa}$  : 철근의 허용인장응력 (kN/mm<sup>2</sup>)

○ 보강철근 구조 세목

- 교좌받침 콘크리트의 높이가 200mm 이하인 경우 1단 배치하고, 200mm 이상인 경우는 2단 배치토록 한다.
- 철근은 교좌받침 콘크리트 상면에서 구부려 하부구조 구체에 필요 정착 길이 이상 매입시켜야 한다.
- 상면의 철근 배근 간격은 교좌장치 하면 보강철근의 간격과 일치시키도록 한다.
- 앵커의 시공을 고려하여 C.T.C 는 125mm를 기준으로 한다.
- 온도 및 건조수축에 대한 최소 철근규정을 준수하여야 한다.

○ 철근 배근 예

| ① $H \leq 200\text{mm}$ | ② $H > 200\text{mm}$ |
|-------------------------|----------------------|
|                         |                      |

## 하. P.S.C BEAM교 설계 및 세부지침

### 1) 해석방법

P.S.C BEAM교의 설계는 도로교 설계기준 및 콘크리트 구조설계 기준·해설에 의해 설계하여야 한다.

### 2) P.S.C 빔교 중간격벽

PSC 빔교 중간격벽은 구조계산을 하여 안정성이 확보되면서도 경제적인 개수가 설치되도록 하여야 한다. 또한, 교고가 높거나 안전사고의 위험이 많을 경우 현장여건에 따라 조립식 강재로 적용할 수 있다.

### <※설계 예>

| 표준빔 형태  | 격 벽 개 소  |
|---------|--|
| 25m 표준빔 | 중간당 3개소<br>(양단부 각 1개소, 중앙부1개소)<br>※ 단, 교량사각(교축 중심선에서 쉐 각도를 말함)이 60° 미만<br>은 제외 |
| 30m 표준빔 |  |
| 35m 표준빔 |  |

## 하. 교량 중앙분리대

| 구 분     | 분 리 형  | 일 체 형  |
|---------|--|--|
| 개 요     | ·중앙분리대를 상·하행 분리시공  | ·중앙분리대를 일체로 시공   |
| 단 면 도   |  |  |
| 경 제 성   | 공사비고가  | 공사비 저렴   |
| 장 단 점   | ·교량 구조물의 상·하행 대칭<br>·차량하중에 의한 진동으로 국부적<br>파손 유발<br>·시공성 및 미관불량 | ·교량 상부구조물 비대칭<br>·일체화로 시공성 양호<br>·차량하중에 의한 진동발생시 국부적<br>파손방지 |
| 적 용 교 량 | ·분리식 : PSC BOX Girder교 및<br>기타 특수교량                            | ·일체형 : 특수형식<br>(현수교, PSC BOX교등)을 제외한<br>모든 교량                |

※ 슬래브 상·하행 분리교량의 경우 제설제 침투로 슬래브 Con'c의 열화 등 구조물 내구수명 저하의 주 요인으로 작용하므로 분리형 적용.

※ 교량 구간내에서 편경사가 바뀔 경우 (S-Curve)는 배수 및 누수등으로 인한 유지관리에 문제가 있을 우려가 있어 분리형을 적용.

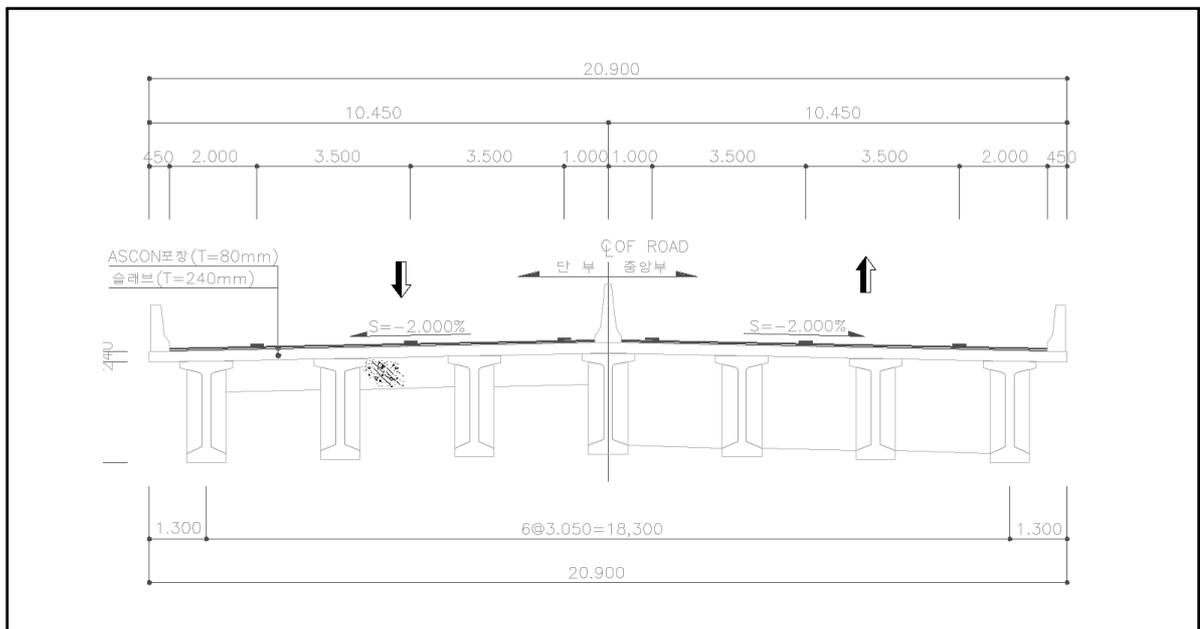
※ 교량용 중앙 분리대 편측 설치에 따른 구조계산 범위

- RC 라멘교, PSC BEAM교 및 강합성형교의 상·하부 구조계산 범위는 중분대가 설치되는 행선에 대하여만 구조계산하고, 중분대 미설치행선은 별도 구조계산 없이 중분대 설치행선의 구조계산결과를 준용
- 강합성교의 솟음(Camber)에 대하여는 중분대 설치행선과 미설치행선 모두 구조계산 수행

2) 슬래브 일체화

교량 슬래브 종방향 누수방지에 따른 내구성 확보 및 경제성 측면에서 교량 상하행 슬래브 일체화할 수 있다.

<슬래브 일체화 예>



※ 제약사항 교량

- 엇교 불가 (엇교로 계획된 교량의 경우 활하중 등에 의한 상·하행 바닥판 처짐 거동이 일치하지 않으므로 미지의 응력 발생 가능성 상존)
- 편경사 교량은 중분대측 배수구 설치 가능 여부확인(거더 플렌지 폭과 집수구 간섭)

※ 거더 본수 축소여부는 구조계산 후 판단

- L=25m, L=30m, 35m는 일반 PSC 빔교 8본/경간
- L=35m 초과 개량형 PSC 빔교 7본/경간
- St. Box Girder교 4주형→3주형 강재량 비교검토 후 적용성 판단
- 구조계산 범위 설정 결과

| 교량형식            | 검토위치  |        | 해석여부(○,×) |            | 비 고 |
|-----------------|-------|--------|-----------|------------|-----|
|                 |       |        | 중분대 설치 행선 | 중분대 미설치 행선 |     |
| R.C 라멘교         | 상부구조  |        | ○         | ×          |     |
|                 | 하부구조  |        | ○         | ×          |     |
| PSC 및 기타 BEAM교  | 상부 구조 | 바닥판    | ○         | ×          |     |
|                 |       | BEAM   | ○         | ×          |     |
|                 |       | Camber | ○         | ×          |     |
|                 | 하부구조  |        | ○         | ×          |     |
| 강합성교 및 ST.Plate | 상부 구조 | 바닥판    | ○         | ×          |     |
|                 |       | 주 형    | ○         | ×          |     |
|                 |       | Camber | ○         | ○          |     |
|                 | 하부구조  |        | ○         | ×          |     |

※ 단, 상·하행선의 폭원, 형식 및 선형과 하부 지형 조건이 현저히 상이할 경우는 예외로 한다.

### 고. 방음벽 설계 풍하중

방음벽 설계풍하중을 지역별 설계풍속을 적용, 산출하는 경우 지표조도 및 방음벽 고도별로 많은 변수가 발생하여 방음벽의 설치와 유지관리를 고려한 표준설계풍하중이 필요한 실정이므로, 토공부의 경우 지표조도Ⅱ, 교량부의 경우 지표조도Ⅱ와 방음벽 고도 20m를 기준으로 표준 설계풍하중을 산출하고 높이별 할증계수를 고려한 방음벽 표준 설계풍하중을 아래와 같이 정함.

| 지 역                 | 기본 풍속 (m/s) | 지 명   | 표준 풍하중(kN/m <sup>2</sup> ) |              |         |     |
|---------------------|-------------|---|----------------------------|--------------|---------|-----|
|                     |             |   | 토 공 부                      |              |         | 교량부 |
|                     |             |   | H≤ 4.5m                    | H=5.0 ~ 9.0m | H> 9.0m |     |
| 내 륙                 | 30          | 서울, 인천, 대구, 대전, 광주, 춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 서산 | 0.7                        | 0.9          | 1.0     | 1.1 |
| 서 해 안               | 35          | 부산, 울산, 강릉, 포항, 군산, 목포, 충무                          | 0.9                        | 1.2          | 1.3     | 1.5 |
| 서남해안<br>남해안<br>동남해안 | 40          | 여수, 속초  | 1.2                        | 1.5          | 1.5     | 2.0 |
| 동해안<br>특수지역         | 45          | -   | 1.5                        | 1.5          | 1.5     | 2.5 |

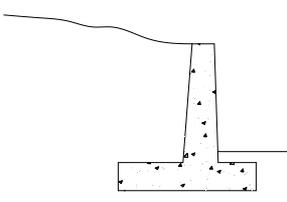
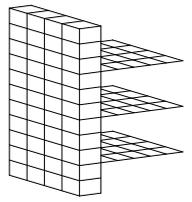
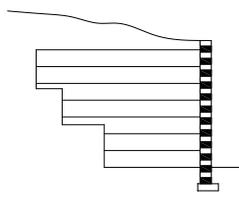
## 5. 옹벽공

### 가. 쌓기부 도로옹벽 형식선정

설치 높이에 따라 R.C옹벽과 보강토 옹벽(판넬식, 블록식)의 적용성에 대한 시공성, 안정성, 경제성 및 조형미 등에 대한 비교·검토 후 적절한 형식을 선정하여야 한다.

### 나. 옹벽 적용 방안검토

#### 1) 보강토 옹벽과 R.C 옹벽의 비교 검토

| 구 분   | R.C 형 옹벽  | PANEL식 보강토 옹벽  | 블록식 보강토 옹벽  |
|-------|---|--|---|
| 개 요 도 |  |  |  |
| 개 요   | ·기존에 가장 널리 활용되던 옹벽종류로서 중력식, L형, 역T형, 부벽식 등이 있으며, 배면의 토압을 지지하는 방식                  | ·프리캐스트 전면판, 마찰양카(보강재)와 양카바, 흙으로 구성되며 보강재를 설치하고 뒷채움 재료를 다져서 일정한 높이의 보강토 옹벽을 축조하는 공법 | ·블럭형태의 전면판, 지오그리드 형식의 보강재와 연결핀, 흙으로 구성되는 보강토 옹벽으로 원리는 PANEL식과 유사함                   |
| 지반조건  | ·지반 지지력이 약한곳에서 부등침하 방지대책 필요(말뚝기초 등 기초 처리)   | ·지반의 지지력이 약한곳에서 단순치환만으로 설치 가능(하단부 줄기초 Con'c 필요)                                    | ·지반의 지지력이 약한곳에서 단순치환만으로 설치 가능(잡석다짐)   |
| 품질관리  | ·현장 타설로 현장 여건에 맞는 구조체 형성으로 철저한 품질관리 요구  | ·사용재료가 공장제품으로 품질관리 용이  | ·사용자재가 공장제품으로 품질관리 용이   |
| 안정성   | ·지진등 동적하중에 대해 설계시 별도 고려<br>·H=8.0m 이상의 경우 특수설계 필요(부벽식 옹벽)                         | ·각 PANEL이 유연하게 되어 있어 진동 및 지진시 PANEL 파괴등 부작용 배제<br>·최대높이 : H=12m                    | ·지진 및 진동하중을 자체에서 흡수할 수 있어 동적하중에 대해 안정   |
| 시공성   | ·경험 풍부<br>·기초공사시 터파기등에 따른 부지 확보 필요  | ·기초 공사시 터파기 등에 따른 부지 확보 다소 적음  | ·기초 공사시 터파기 등에 따른 부지 확보 적음  |
| 공사기간  | ·기후에 영향을 받으며 양생기간 등의 소요공기가 길다   | ·양생기간 불필요로 소요공기가 짧다  | ·양생 기간이 불필요로 소요공기가 짧다   |

## 2) 검토결론

### ① 검토의견

- 용벽설치는 동일 구간에서는 같은 형식으로 계획한다.
- 판넬식 용벽과 블록식 용벽의 공법 선정시에는 경제성뿐만 아니라 자연환경, 미관 등을 고려하여 주위조건과 잘 부합되는 용벽을 선정하고 Con'c용벽과 보강토 용벽의 단가를 상호 비교하여 경제성 및 지형여건을 고려하여 용벽형식을 적용함.

### ② 적용기준

| 구 분            |        | R.C 용벽 | PANEL식 보강토 용벽 | 블록식 보강토 용벽 | 비 고 |
|----------------|--------|--------|---------------|------------|-----|
| 높이에 따른 적용성     | 4 ~ 7M | ○      | ×             | △          |     |
|                | 8M이상   | ×      | ○             | ○          |     |
| 미 관            |        | △      | △             | ○          |     |
| 주변 도로와의 여유폭    |        | ×      | ○             | ○          |     |
| 기초지반 불량한 곳 적용성 |        | ×      | ○             | ○          |     |
| 흙막기부 적용성       |        | ○      | △             | △          |     |

※ ○ 양호, △ 보통, × 불량

## 다. 보강토용벽 설계 및 시공시 유의점

- ① 설계기준 안전율과 설계방법은 「건설공사 비탈면 설계기준」을 기본으로 하며, 철도 및 도로 등 시설물별 특성에 따라 별도의 기준을 적용해야할 경우에는 「철도설계기준」, 「도로설계편람」 등 해당분야 기준에 명시된 기준을 적용할 수 있다. 위 기준 및 잠정지침에 명시되지 않은 상세한 설계사항에 대해서는 미국 연방 고속도로 관리국(FHWA)의 설계방법을 적용한다.
- ② 보강토용벽의 보강재인 그리드의 장기 설계인장강도는 금속보강재와 토목섬유보강재 등 재질에 따라 결정하며, 항목별 감소계수는 공신력 있는 기관에서 수행한 시험결과를 통해 산정한다, 설계도서에 적용된 항목별 감소계수에 대한 검토 결과 시험값의 신뢰도가 높지 않은 경우에는, 토질 및 기초분야 전문가의 확인하에 감소계수를 결정한다. 이때 감소계수중 시공손상에 대한 감소계수(RF<sub>ID</sub>)와 크리프 파단에 대한 감소계수(RF<sub>CR</sub>)에 대한 산정방법은 다음을 참고한다.
  - 시공손상에 대한 감소계수(RF<sub>ID</sub>):입경이 19mm를 초과하는 흙을 뒤채움재료로 사용할 경우에는 시공손상 평가를 위한 현장 내시공성시험을 실시하여 시공성 강도감소계수를 산정한다. 참고로 시공손상에 대한 현장시험 방법은 ASTM D 5818(1995), GSI-GG4(1995) 등을 참조할 수 있다.

- 크리프파단에 대한 감소계수( $RF_{CR}$ ):산정방법은 KS K ISO 20432에 따른다. 단 발주자와 협의하에 KS K ISO 20432에 제시된 시간-온도 중첩법(TTS) 및 단계등온법(SIM)을 이용하여 산정할 수 있다. 이 때 시험결과 값이 앞서 기술한 참조값의 최소값보다 작은 경우에는 참조값을 적용한다.
- ③ 뒤채움 재료는 200번체 통과율이 15% 미만인 흙이거나, 200번체 통과율이 15% 이상이라도 0.015mm 통과율이 10% 이하이거나 또는 0.015mm 통과율이 10~20%이고 내부마찰각이 설계에 적용된 내부마찰각 이상이며 소성지수(PI)가 6이하면 사용이 가능하다. 토목 섬유 보강재 적용시, 입경이 19mm를 초과하는 흙을 뒤채움 재료로 사용할 경우에는 현장 시험 등을 통해 시공시 손상정도를 평가하여 강도감소계수를 산정한다.
- ④ 다량의 배면 유입수로 뒤채움흙이 포화되면 흙의 전단강도가 급격히 저하되어 불안한 상태가 될 수 있으므로 배면 용출수의 유무, 수량의 과다에 따라 적절한 배수시설을 설치하여야 한다.
- ⑤ 보강토 옹벽의 안정성 검토는 외적안정성 검토·내적안정성 검토·국부적안정성 검토를 하여야 하며 주요 구조물은 전체 활동에 대한 안정성 검토가 이루어 져야 한다. 또한 시공중 보강토 옹벽의 안정성을 확보하기 위해서는 철저한 시공관리 및 사용재료에 대한 품질관리가 필요하며, 현장 반입재료의 샘플을 채취하여 품질시험을 실시하고, 뒤채움흙의 다짐도를 검측하여야 한다.
- ⑥ 보강재의 길이는 전면벽체 기초부터 산정된 벽체높이의 0.7배 및 2.5m 보다 길어야 하며, 실제 보강재 길이는 상재하중과 외력, 보강재와 뒤채움과의 마찰저항력을 고려하여 최종적으로 결정한다.
- ⑦ 보강재의 수직 설치간격은 0.8m를 초과하지 않도록 하고, 저항영역내로 설치되는 보강재의 길이는 최소 1.0m 이상이 되어야 한다. 또한, 전면벽 상부의 전도, 활동 등을 방지하기 위해, 최상단 보강재의 설치위치는 전면벽 최상부 표면에서 0.5m 이내로 한다. 한편, 콘크리트 블록을 전면벽으로 사용하는 경우에는 보강토 옹벽의 시공성 유지와 장기 안정성 등을 위하여, 보강재의 최대 수직간격은 콘크리트 블록 깊이(뒷길이)의 2배를 초과하지 않도록 한다.
- ⑧ 전면벽체는 기초지반내로 최소 0.5m 이상 근입되어야 한다. 경사지반의 경우에는 0.6m 이상 이어야 하며, 적정 근입깊이 확보를 위해 벽체전면에 폭 1.2m 이상의 소단설치 등 적절히 조치한다. 기초지반이 동상피해가 예상되는 경우 동결심도 이상 근입시켜야 한다.
- ⑨ 볼록한 곡선부에서 포설시 보강재의 겹침이 발생하게 되면, 보강재 사이에 뒤채움흙을 최소 7.5cm 이상 채워 보강재와 흙 사이의 마찰력이 저하되지 않도록 해야 한다.
- ⑩ 뒤채움 흙의 품질확보를 위해 한층의 시공두께는 0.2~0.3m가 넘지 않아야 한다.
- ⑪ 다짐으로 인한 전면벽체의 변형을 최소화하기 위하여 벽면으로부터 배면쪽 1~2m 까지는 대형

장비의 진입을 방지하고 소형의 다짐장비로 다져야 한다. 또한 배수처리 및 뒤펀흙의 유출을 방지하기 위해 전면벽 배면에 자갈 배수/필터층을 두께 0.3m이상 설치하여야 한다.

- ⑫ 뒤펀흙 다짐시 다짐장비의 주행은 전면벽체와 평행이 되도록 하고, 다짐도는 최대건조밀도(KS F 2312의 C, D 혹은 E 방법)의 95% 이상, 평판재하시험에 의한 K30값은 토사의 경우 15MN/m<sup>3</sup>, 쇄석 및 잡석으로 치환한 경우 30MN/m<sup>3</sup> 이상이 되도록 한다.
- ⑬ 보강토옹벽 상단에 각종 시설물(가드레일 지주 등)이 중첩 설계될 경우 그리드 손상에 따른 추가적인 보강 설계를 해야 한다.

**라. 주요재료 사용기준**

1) 콘크리트(m<sup>3</sup>)

①  $f_{ck} = 25-24-150$

2) 철근(MPa)

①  $f_y = 400$  (SD400, 역T형, L형)

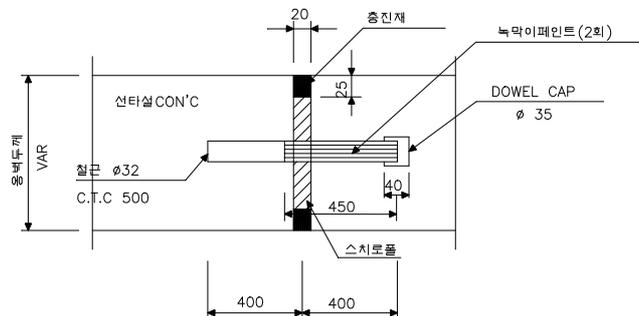
②  $f_y = 300$  (SD300, 반중력식)

**마. 신축 이음 설치**

1) 스티로폼(T=20 mm)

2) 설치간격 : - 중력식 및 반중력식 : 10 m 이내로 설치한다.  
 - L형 및 역T형 옹벽 : 20 m 이내로 설치한다.

3) 다웰바 설치(C.T.C 500,  $\Phi 32$ mm)



**바. 수축 이음 설치**

1) 옹벽표면에 V형 홈을 설치한다.

2) 6.0m이하로 설치한다.

3) V형 홈의 깊이는 35.0 mm를 기준으로 한다.

**사. 뒷채움**

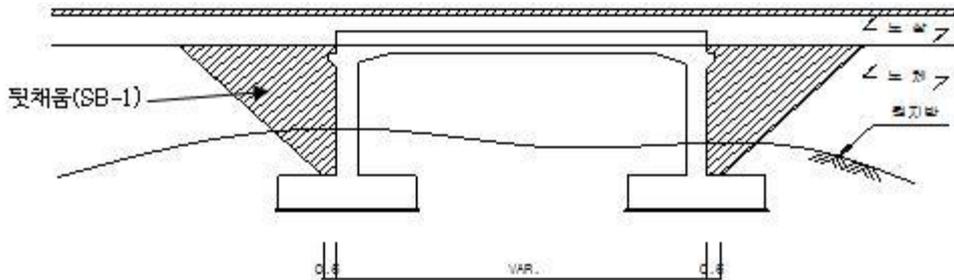
1) SB-1의 재료를 사용한다.

2) 「배수공」편 뒷채움 참조.

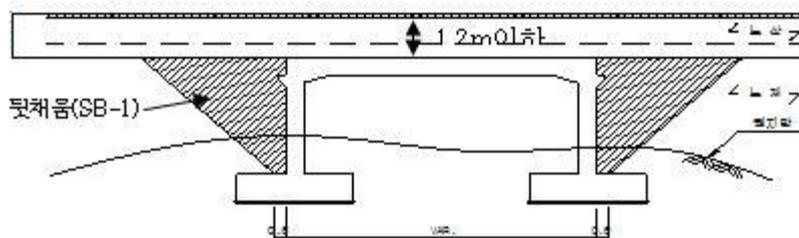
## 6. 지중 RAHMEN의 뒷채움 및 접속슬래브 설치기준

### 가. 지중 RAHMEN교의 뒷채움 범위

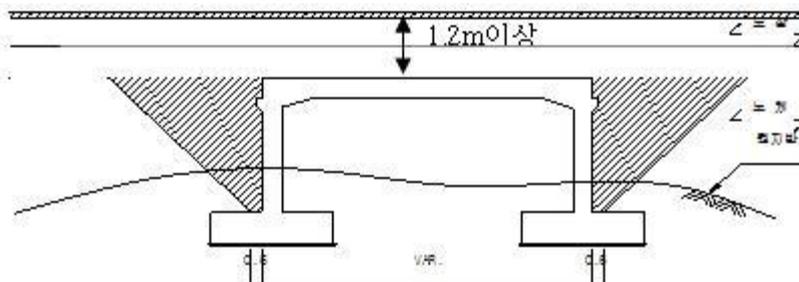
1) CASE 1 - 라멘교 상단이 노상내에 있는 경우는 노체상단까지만 뒷채움 시행



2) CASE 2 - 라멘교 상단이 도로 노상 마무리면에서 1.2 m 이내에 있는 경우는 라멘교 상단까지만 뒷채움 시행



3) CASE 3 - 라멘교 상단이 노상 마무리면에서 1.2 m 이상에 있는 경우는 되메우기로 하고 뒷채움과 동등한 수준으로 다짐한다.



### 나. 접속SLAB 설치기준

- 1) 접속슬래브는 라멘 상단이 포장층 내에 위치할 경우 설치.
- 2) 설치폭(B) = 차로폭 + 내외측 양측대
- 3) 설치길이(L) = 뒷채움 상단폭 + 0.5m

다. 접속SLAB 주요재료 사용기준

| 구 분     |            | 당초      | 개선      |
|---------|------------|---------|---------|
| 두께 (mm) |            | 400     | 450     |
| 피복 (mm) | 상부         | 50(100) | 80      |
|         | 하부         | 50(100) | 80      |
| 재료강도    | 콘크리트 (fck) | 24 MPa  | 변경없음    |
|         | 철 근 (fy)   | 300 MPa | 400 MPa |

※ ( )안은 암거 접속슬래브의 피복

※ 형식에 상관없이 교량 및 암거에 적용 가능

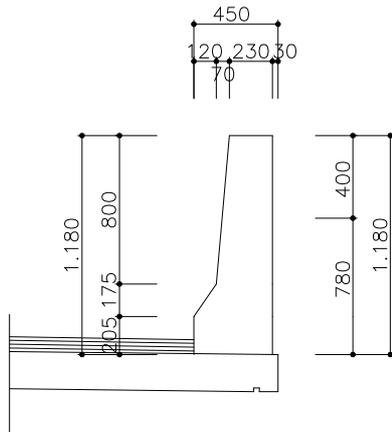
7. 교량용 방호울타리 설치기준

1) 포장면으로부터 난간 및 방호벽 상단까지의 높이는 1.1 m를 유지하여야 하며 형식은 현장여건을 고려하여 적용한다.

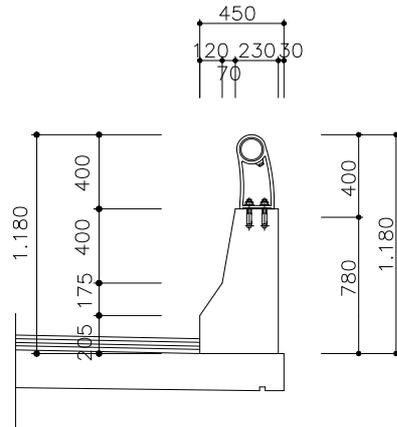
| 구분                                      | 적용구간   |
|---|--|
| <b>콘크리트 방호울타리</b><br>H=1.18m            | ·4차로 이상 교량에 기본적용<br>·주변경관의 조망이 필요치 않은 지역에 가설되는 교량<br>·차량이 교량하부로 추락할 시 제2차 사고등이 유발될 수 있는 지역 : 도로 및 철도횡단구간 등<br>·수자원 보호구역을 관통하는 지역<br>·적설 한냉지역이 아닌곳에 적용<br>·터널과 터널사이 골짜기에 위치한 소교량(횡풍압력 작용) |
| <b>조합(콘크리트+ 핸드레일)</b><br>H=(0.78+ 0.4)m | ·주변경관의 조망이 필요한 지역에 가설되는 교량<br>·적설 한냉지역 교량에 확대적용<br>·교량 토공 교량이 연속되는 경우에 적용  |
| <b>철재방호울타리</b><br>H=1.1m                | ·강상관교 등<br>·주변경관이 수려하여 조망권 확보가 필요한 구간<br>·적설, 한냉 지역으로 잔설, 노면결빙 문제구간<br>·강상관교 또는 영종대교와 같이 상징적, 조형미등이 특히 강조 되는 경우에 적용  |

방호울타리 형식 “예”

< 콘크리트 방호울타리 >



< 조합(콘크리트+ 핸드레일) >



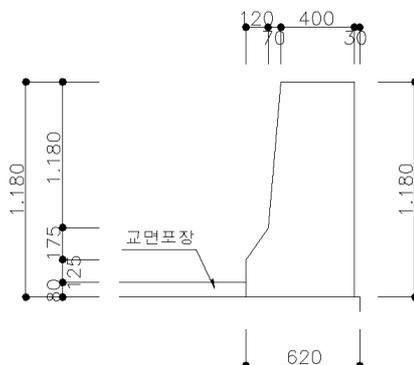
- 2) 콘크리트 방호벽은 교량구간(날개벽 구간 포함) 적용하며 날개벽 구간은 토공구간의 가드레일 높이를 고려하여 높이를 변화시켜야 한다.
- 3) 미관을 고려하여 연석 + 난간 2단이상 적용시 적용사유에 대하여 검토하고 설계도서에 명기하여야 한다.  
이 경우 연석폭 B = 450mm를 적용한다.

8. 교대벽체 균열유발 줄눈설치

- 1) 교대 폭원 B=8.0 m 이상일 경우 콘크리트 타설시 수화열에 의한 온도변화 및 건조수축에 의한 균열발생을 제어하기 위하여 균열유발 줄눈(수축 JOINT)을 설치하여야 한다.
- 2) 설치간격은 5 m 이하로 설치하는 것을 원칙으로 하며 현장여건에 따라 조정 적용할 수 있다.

9. 방음벽 지주 설치

- 1) 교량구간에 방음벽 설치시 방음벽 기초의 H-BEAM 매입으로 인한 균열유발 및 차량충돌 등에 의한 파손, 유지보수의 어려움을 고려하여 지주는 앵커볼트형으로 설치한다.
- 2) 교량 방음벽 기초는 차량충돌시 방음판넬 손상의 우려가 있으므로 전면을 교량 방호울타리와 같은 형상으로 한다. 이 경우 연석폭 B=620mm를 적용한다.



## 10. 교면방수

교면방수는 상판의 공해 및 우수침투에 의한 콘크리트 및 철근의 부식을 방지하기 위해 실시한다. 교면방수로서는 도막식 방수와 시트식 방수, 복합식 방수, 침투식 방수 등이 있으며 이를 비교·검토하여 시공성, 주변환경, 경제성이 있는 방수형식을 선정한다.

### 1) 각종 방수공법의 특징 및 장단점(참고용)

| 구 분 | 도막식 방수<br>(열,냉 공법)   | 시트식 방수<br>(열공법)  | 복합식 방수<br>(열공법)  | 침투식 방수   |
|-----|--|--|--|--|
| 장 점 | ·많은 시공실적이 있다.<br>·비교적 가격이 저렴.<br>·외상에 대하여 안전.<br>·시공면이 건조하며 접착성이 좋다.         | ·작업이 용이하다.<br>·내구성, 내후성, 내약품성이 좋다.<br>·신장력이 크다.<br>·외압에 대하여 강하다.<br>·공기가 짧다. | ·연속방수가 가능 하다.<br>·신축 및 인장력이 크다.<br>(유리섬유 사용)<br>·공기가 짧다.<br>·내구성, 내후성, 내약품성이 좋다.<br>·도막식과 시트식의 장점을 가지고 있다.<br>·시공실적 다수 | ·경제적이다.<br>·시공이 용이하다.<br>·다소의 습기에도 시공이 가능하다.   |
| 단 점 | ·열처리를 요한다.<br>·악취가 발생한다.<br>·시공면의 건조가 필요하다.<br>·방수층의 보호가 필요하다.<br>·공기가 길어진다. | ·비교적 고가이다.<br>·방수층의 보호가 필요하다.  | ·방수층의 보호가 필요하다.<br>·열처리를 요한다<br>·정밀시공이 필요하다.   | ·방수층 자체에 균열이 생긴다.<br>·고강도 콘크리트에 적용시 침투깊이 확보 곤란 |

### 2) 교량형식별 적용기준(참고용)

| 교량형식 | 방수 공 법 |           |       |       | 비 고      |
|------|--------|-----------|-------|-------|----------|
|      | 침 투 식  | 방 수 막 형 식 |       |       |          |
|      |        | 시 트 식     | 복 합 식 | 도 막 식 |          |
| 라 멘  | ○      | ○         | ○     | ○     | 지중라멘교 제외 |
| 슬래브  | PSC    | ○         | ○     | ○     |          |
|      | RC     | ○         | ○     | ○     |          |
| 거더교  | PSC    | ○         | ○     | ○     |          |
|      | STEEL  |           | ○     | ○     |          |

- \* 1. 교면 포장 품질관리매뉴얼(2007. 3, 국토교통부)을 참조하여 적용한다  
 2. 노출라멘교의 상부슬래브는 침투식, 흙과 접하는 부분인 벽체는 Asphalt 방수 적용  
 3. 지중라멘교는 슬래브 및 벽체 Asphalt 방수 적용  
 4. L.M.C 포장의 경우 별도의 방수공법 불필요

## 11. 교면포장

### 가. 관련기준

- 도로설계요령-포장(2009, 한국도로공사)
- 교면포장 설계 및 시공 잠정지침(2011. 9, 국토교통부)

### 나. 일반사항

- 1) 교면포장은 교통하중의 반복 재하 및 충격과 극심한 기상변화에 대한 직접 노출, 그리고 빗물 또는 제설염화물 침투 등으로 인한 교량 상판의 조기열화 현상(premature deterioration)을 극소화하여 교량의 내하력 손실을 방지하고, 통행차량의 주행 질을 확보하기 위하여 내구성이 큰 내유동성의 아스팔트 포장 또는 콘크리트 포장으로 교량 상판 위를 덧씌우기 하는 보호방법이다.
- 2) 교면포장의 적용 포장형식은 3) 교면포장의 적용 형식을 참고로 하며, 아스팔트 포장의 경우 마모표층, 레벨링층(필요시 설치), 방수층 그리고 접착층으로 이루어지고, 콘크리트 포장인 경우에는 마모표층과 접착층으로 구성된다. 교량 상판의 표면 평탄성에 따라 1층 또는 2층 시공이 바람직하다.
- 3) 교면포장의 적용 형식

| 구분          | 아스팔트계  | 콘크리트계   | 고성능콘크리트<br>(노출 바닥판)  |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |
|-------------|--|---|--|----------|------|----------|-----|-----|--|---------|--|--|---|-----|------|---------|-----|---|-----|-------------|---------|-----|
| 단<br>면<br>도 | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20%;">마모층</td> <td style="width: 20%;">40m<br/>m</td> <td rowspan="2" style="width: 20%;">80m<br/>m</td> </tr> <tr> <td>고르기층</td> <td>40m<br/>m</td> </tr> <tr> <td style="background-color: black; color: white;">방수층</td> <td colspan="2">VAR</td> </tr> <tr> <td>교량 SLAB</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table> | 마모층   | 40m<br>m   | 80m<br>m | 고르기층 | 40m<br>m | 방수층 | VAR |  | 교량 SLAB |  |  | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 40%;">마모층</td> <td style="width: 60%;">50mm</td> </tr> <tr> <td>교량 SLAB</td> <td>VAR</td> </tr> </table> | 마모층 | 50mm | 교량 SLAB | VAR | <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 60%;">마모층</td> <td style="width: 40%;">30~50m<br/>m</td> </tr> <tr> <td>교량 SLAB</td> <td>VAR</td> </tr> </table> | 마모층 | 30~50m<br>m | 교량 SLAB | VAR |
| 마모층         | 40m<br>m   | 80m<br>m  |  |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |
| 고르기층        | 40m<br>m   |   |  |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |
| 방수층         | VAR  |   |  |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |
| 교량 SLAB     |  |   |  |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |
| 마모층         | 50mm   |   |  |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |
| 교량 SLAB     | VAR  |   |  |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |
| 마모층         | 30~50m<br>m  |   |  |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |
| 교량 SLAB     | VAR  |   |  |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |
| 특<br>징      | <ul style="list-style-type: none"> <li>·슬래브 상부에 아스팔트 혼합물을 포설하는 공법</li> <li>·강상관형 교량</li> <li>·도심지등 소음민원 예상지역</li> <li>·기타 아스팔트계 교면포장이 필요한 교량</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>·슬래브 상부에 시멘트 콘크리트를 주된 재료로 포설하여 교량바닥판의 내구성을 증대시키는 교면포장 공법</li> <li>·일반교량중 평탄성 및 시공성 확보가 불리한 교량               <ul style="list-style-type: none"> <li>-신축이음장치 150mm 초과교량</li> <li>-종단 또는 편경사 3%이상 교량</li> <li>-편도 3차로 이상 교량</li> </ul> </li> <li>·프리캐스트 콘크리트 패널 적용교량</li> <li>·PC박스교량 및 특수교량(현수교, 사장교)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>·슬래브 상부에 슬래브와 동일한 재료로 마모층을 설치하여 동결융해 등 콘크리트의 열화를 방지하는 바닥판 시공법</li> <li>·30MPa의 콘크리트를 사용</li> <li>·염화물 사용과 관계없이 전지역 교량에 적용하되 평탄성, 시공성, 내구성 확보에 불리한 교량은 콘크리트계 교면 포장 적용</li> </ul> |          |      |          |     |     |  |         |  |  |   |     |      |         |     |   |     |             |         |     |

4) 교면포장 비교표 (참고용)

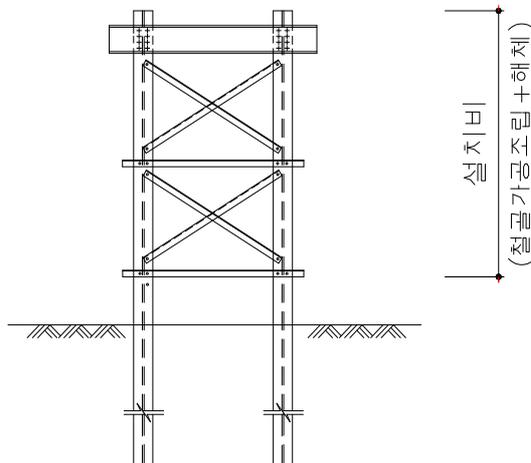
| 구분               | 노출바닥판<br>(30Mpa)  | 콘크리트 교면포장<br>LMC<br>(Latex Modified Concrete)  | 아스팔트 교면포장<br>SMA<br>(Stone Mastic Asphalt)   |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |
|------------------|---|--|--|-------------|-------|---|------|------|-------------|-------|--|------------------|------|----------------|------|-------------|-------|
| 개요               | ·교량 슬라브 상부에 마모층 콘크리트를 동시에 타설하는 공법 (3분계 콘크리트 사용)   | ·라텍스를 보통 콘크리트에 일정량 혼합하여 콘크리트의 성능을 개선한 공법   | ·골재간 맞물림 효과 극대화를 위해 2.5mm 이상 굵은 골재 위주로 배합한 아스팔트 포장 공법  |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |
| 단면도              | <table border="1"> <tr> <td>마 모 층</td> <td>50mm</td> </tr> <tr> <td>콘크리트 교량 바닥판</td> <td>240mm</td> </tr> </table>                                  | 마 모 층  | 50mm   | 콘크리트 교량 바닥판 | 240mm | <table border="1"> <tr> <td>콘크리트</td> <td>50mm</td> </tr> <tr> <td>콘크리트 교량 바닥판</td> <td>240mm</td> </tr> </table> | 콘크리트 | 50mm | 콘크리트 교량 바닥판 | 240mm | <table border="1"> <tr> <td>마 모 층 (SMA:10mm)</td> <td>40mm</td> </tr> <tr> <td>고르기층 (SMA:8mm)</td> <td>40mm</td> </tr> <tr> <td>콘크리트 교량 바닥판</td> <td>240mm</td> </tr> </table> | 마 모 층 (SMA:10mm) | 40mm | 고르기층 (SMA:8mm) | 40mm | 콘크리트 교량 바닥판 | 240mm |
| 마 모 층            | 50mm  |  |  |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |
| 콘크리트 교량 바닥판      | 240mm   |  |  |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |
| 콘크리트             | 50mm  |  |  |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |
| 콘크리트 교량 바닥판      | 240mm   |  |  |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |
| 마 모 층 (SMA:10mm) | 40mm  |  |  |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |
| 고르기층 (SMA:8mm)   | 40mm  |  |  |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |
| 콘크리트 교량 바닥판      | 240mm   |  |  |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |
| 구성 및 특징          | <ul style="list-style-type: none"> <li>·3분계 콘크리트 사용 (시멘트+ 고로슬래그+ 플라이애쉬)</li> <li>·내구성 및 균열저항성 양호</li> <li>·슬라브 피복증가</li> <li>·침투식 방수제 사용</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>·유동성 및 점착력 증가</li> <li>·균열 억제</li> <li>·모바일 믹서 사용생산</li> <li>·방수효과 우수</li> <li>·내구성 증진, 유지관리 양호</li> <li>·품질관리, 시공성 다소불량</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>·소성변형/균열저항성 우수</li> <li>·균열 및 탈리현상 방지</li> <li>·소음감소 효과 있음</li> <li>·미끄럼 저항성 증가</li> <li>·아스콘 생산 및 시공품질관리가 어려움</li> <li>·화이버 투입기 추가설치 필요</li> </ul> |             |       |   |      |      |             |       |  |                  |      |                |      |             |       |

- 5) 일체식 교면포장 공법은 마모층을 포함한 상부철근의 피복두께를 최소 90mm이상 확보하도록 설계한다
- 6) 교면포장의 설계 및 시공에 관한 상세한 내용은 도로설계요령(2009, 한국도로공사) 또는 교면포장 설계 및 시공 잠정치침(2011. 9, 국토해양부)을 준용한다.

## 12. 공사용 가교 설치

- 가. 폭원 100m 이상인 하천의 경우 교량 구조물 가설을 위한 공사용 가교 설치를 원칙으로 한다.
- 나. 폭원 100m 이하의 하천의 경우에도 공사용 가교 설치를 원칙으로 하나 부득이한 경우 가도 축도공을 적용할 수도 있다.  
단, 반드시 가배수로 확보에 의한 하천 유량소통에 만전을 기울여야 한다.
- 다. 공사용 가교 설치폭원은 교량상부의 시공방법 및 교각높이, 하부교각 굴착공법 등 사용장비의 규격, 현장여건에 따라 적정 폭으로 설치하여야 한다.
- 라. 공사용 가교는 도면 및 구조 계산서를 첨부하여 시공 시 현장여건에 따른 변화요인을 최소화 하여야 한다.

※ - 가교 설치 및 철거비는 복공판과 H-PILE을 제외한 가교 가공 조립 및 설치, 철거 비용이다. (아래 도면 참조)



## 13. 교량유지 관리를 위한 접근시설

- 가. 접근방법 및 점검대상
  - 1) 점검차(차량)
    - ① 차량용 굴절차를 이용 점검
    - ② 전 교량 상부구조
  - 2) 점검계단
    - ① 교량상부 또는 하부에서 접근
    - ② 전 교량 교대
  - 3) 점검사다리
    - ① 교량상부 또는 하부에서 접근
    - ② 점검로, 점검통로, 대차설치하는 교량 접근시

4) 점검대차(제한적 이동)

- ① 상시점검을 위하여 이동식으로 교대 또는 교각에 설치
- ② 1종교량으로서 점검차 이용이 곤란한 교량

5) 점검로(외부)

- ① 교각(횡)
  - 교좌장치 및 신축이음장치의 점검용으로 상부 또는 하부에서 접근
  - 형하공간 6.5m이상 점검차접근이 불가능하거나 곤란한 경우
  - 형하공간 6.5m이하 점검통로를 설치하지 않고는 다른방법으로 점검이 불가능한 경우
- ② 상부(종)
  - 상부점검을 위해 종방향으로 설치
  - 1종교량으로 형하공간 6.5m이상 점검차 접근이 불가능하거나 곤란한 경우

6) 점검통로(내부)

- ① BOX, GIRDER, ARCH교량등의 내부점검
- ② STEEL BOX, GIRDER교량, 콘크리트 상자형 교량, ARCH교량

7) 교량 점검용 출입사다리 설치경사

- 설치경사 : 90°→45°
- 방호울타리 절개위치
  - 코핑 측면 수직상단에서 차량 진행방향의 시점측
- \*주변여건(하부도로, 철도 한계시설 저축 등)에 따라 절개위치 조정 또는 현행(90°)대로 설치



8) 강교 내부 전기시설

강교내부 점검을 위한 전기시설은 설치하고, 전원공급은 이동식 발전기로 하는 것을 원칙으로 한다. 다만 주위에 별도로(가로등 전기 등) 전원공급시설이 있을 경우는 활용할 수 있다.

9) 형하공간 예외규정, 설치예외 교량 및 부재, 점검용 조명시설 세부설치 기준 등 기타 자세한 사항은 「국토교통부제정 교량점검시설 설치지침」에 따른다.

10) 세부 설치기준

| 구분   | 점검계단  | 점검(출입)사다리  | 점검대차  | 점검로(교각부, 횡방향설치)   | 점검통로(상부,종방향설치)  | 비고 |
|------|---|--|---|---|---|----|
| 설치요건 | 이동사다리로 접근이 곤란하면서 비교적 용이하게 계단설치가 가능한 교량  | -지형여건등으로 이동사다리로 접근이 곤란한 경우 교각구체에 접근사다리를 설치<br>-점검통로로 접근하기 위해 필요한 경우                                    | -1종교량중 상부에서 점검차 이용이 곤란한 교량, 상부구조 점검통로가 없어 주형점검이 불가능한 교량, 단, 종방향 점검로 설치와 경제성을 검토 비교하여 설치 | -가동단 교좌장치 및 신축이음장치가 설치된 교각(해상교량)으로서 형하공간이 6.5m 이상인 교량(교각, 교대)<br>-철도과선교량(이동식장비 접근곤란할 때)<br>-시트법상 1종시설의 특수교량 | -1종 교량중 상부에서 점검차 이용이 곤란한 교량, 상부구조 점검통로를 설치하지 않고 주형점검이 불가능한 교량. 단, 종방향 점검로 설치와 경제성을 검토 비교하여 설치 |    |
| 설치방법 | -교량상부 또는 하부에서 교대앞까지 접근할수 있도록 설치<br>-점검계단의 수량은 교대1개소당 1기를 설치, 마주보는 교대는 엇갈리게 설치, 단 지형적인 여건을 고려 필요하다고 판단될시 교대 개소당 2기설치<br>-교량상부로부터 설치된 교량은 시건장치를 설치<br>-하상으로부터 설치된 계단은 하상으로부터 일정높이로 설치하여 일반인(어린이)이 접근할수 없도록 설치 | -수중부 교각은 교량상부로부터 설치<br>-육상부 교각은 하상으로부터 설치를 원칙으로하되 경제성을 검토하여 조정가능<br>-교량방호울타리가 있는 경우 방호울타리를 절개하여 출입구 설치 | -가급적 1교량 1개소를 설치하는 것으로 하되 부득이한 경우 경간당 설치할수 있다   | -교좌장치의 단복열 배치여부에 맞추어 설치하되 측면 한쪽은 제외   | -상부구조(보강형등)에 교축방향으로 설치하며<br>-설치수량은 상부구조당 1열로 하되 상하행선이 분리된 교량은 각 1열씩 설치할수 있다                   |    |
| 재질   | -콘크리트로 설치하는 것을 원칙으로하되 부득이한 경우 부식되지 않는 철재로 설치가능  | 부식이 되지 않는 강재   | -SS400강재<br>-도장은 무기질징크1회 + 에폭시계1회 + 불소수지계2회   | -콘크리트 또는 부식이 되지 않는 강재(알루미늄등)  | 부식되지않는 강재   |    |
| 규격   | -유효폭 60cm<br>-계단높이는 토공의 구배에 맞게 조정   | -발판폭:50cm<br>-원형지지대 내경:60cm  | -길이:교폭+ 2.25m(출입시설포함)<br>-B=1.2m,H=1.2m   | -유효폭:80cm   | -유효폭:80cm   |    |

## 14. 부대공

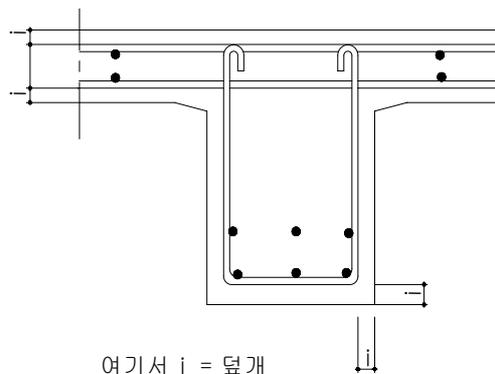
### 가. 콘크리트 구조물 철근 덮개 기준

#### 1) 도로교 설계기준

- ① 철근 다발의 최소덮개는 철근 다발의 등가지름 이상이어야 하며, 60 mm 보다 클 필요는 없다. 다만, 지중콘크리트 80mm이상, 수중콘크리트 100mm이상이어야 한다.
- ② 부식이나 염해 등에 영향을 받는 콘크리트의 최소덮개는 적절히 증가시켜야 한다. 부식을 방지하는 다른 방법으로는 예폭시 도막철근을 사용하거나 특수 콘크리트로 덧씌울 수 있다.
- ③ 장차 확장될 목적으로 표면에 노출되는 철근은 부식으로부터 보호되도록 조치를 취해야 한다.
- ④ 슬래브 하단 배력 철근 피복두께 및 철근 배근은 구조계산 및 시방서, 시공상세도면을 작성하여야 한다.

#### 2) 구조계산시, 철근 덮개를 고려하여 설계해야 한다.

- ① 철근조립을 위한 가외철근의 사용으로 인한 설계도면 누락 및 피복부족으로 인한 균열발생을 방지하기 위해 구조계산시 충분한 덮개 확보할 수 있도록 설계반영하여야 한다.



#### 3) 구조물설계시 가외철근을 고려하여 설계하여야 한다.

### 나. 시공상세 도면

- 1) 현장에서 종사하는 기능공과 기술자들이 쉽게 이해할 수 있도록 「국토교통부 시공상세도면 작성기준」에 의거 시공상세 도면작성 및 시방서에 각 공종별로 명기하고, 설계에 반영하여야 한다.

### 다. 고장력 볼트

- 1) 강교 설치시 볼트는 TS 볼트 사용을 원칙으로 하며, 현지여건에 따라 발주처와 협의 후 사용여부를 결정한다.
- 2) 가시설과 같은 가설구조물은 고장력 볼트를 사용한다.

## 라. 세굴심도 측정 및 사석보호공

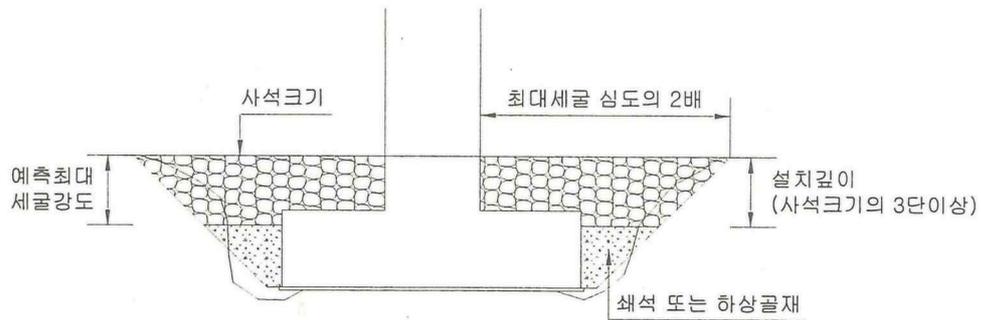
1) 하천설계기준 및 해설(국토교통부) 세굴평가 및 세굴방호공을 참조한다.

- ① 동일교량에서 다수의 교각이 설치될 경우 사석의 크기는 시공성을 고려하여 교각별 사석크기 중 최대치 적용
  - ② 사석은 유수에 의해 유출되지 않도록 맞물림 시공하고, 마무리면은 하상면과 동일하게 시공
- 사석을 이용한 세굴 방호공일 경우에는 사석 보호공의 붕괴를 최소화하기 위하여 시공될 사석 아래의 토사가 이동할 우려가 있는 구간에는 필터층(전석층, 토목섬유층 등)을 둘 수 있다.

③ 사석 크기

- ㉞ Isbash 공식 또는 Richardson 공식 중 큰 것을 사용하든지 국토교통부의 승인을 받은 국내공식 또는 직접 현장실험을 수행한 결과를 사용한다.

(예: 한강교량의 경우 평균중량 약 700N)



2) 사석품질기준 [하천공사 표준시방서(2007, 한국수자원학회)]

- ① 비중 2.5이상, 최소안전 중량 300N이상을 적용하여야 한다.
- ② 제주 현무암과 퇴적암류인 사암, 역암, 이암, 혈암, 석회암, 용회암 등을 제외한 암석 사용
- ③ 물리적 풍화를 고려할 때 연암이상(일축압축강도 50MPa이상)의 비 풍화암을 사용

3) 세굴발생 위치

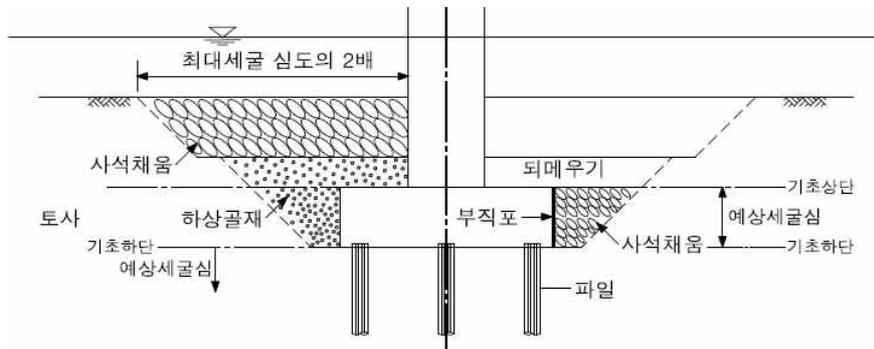
- ① 하천의 곡선부, 수층만곡부에 원심력에 의해 발생
- ② 호안 양단보에서 발생
- ③ 호안 구조물이 교량등의 구조물과 연결되는 구간에 발생.
- ④ 하천과 인접한 교량 옹벽부 비탈면 세굴발생
- ⑤ 위와 같이 세굴발생 위치에 대해서는 세굴검토 후 세굴에 대한 대책을 마련하여야 한다.

#### 4) 세굴방지공 설치

##### ① 기초 위치의 지반특성에 따른 세굴방지공 설치 방법

###### 가) 기초가 토사 지반에 위치한 경우(파일기초)

- 예상세굴심이 기초 하단EL보다 낮은 경우 : 기초EL.을 예상세굴심보다 낮게 설치하는 경우와 세굴방지공 설치시의 경제성을 비교 검토하여 적용(그림1참조)
- 예상세굴심이 기초 상단EL.~하단EL.에 위치하는 경우 : 세굴방지공 불필요하나, 기초 되메우기부 원지반이 흐트러진 상태가 되므로 유수에 저항할 수 있도록 사석채움 실시(그림2참조)

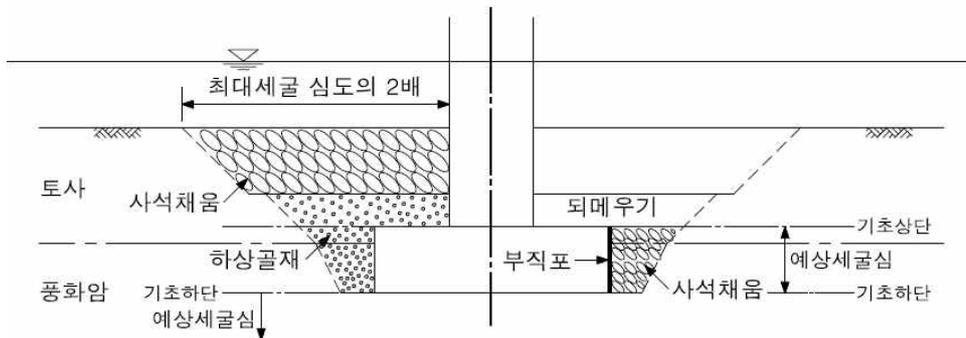


(그림1) 세굴방지공 설치시

(그림2) 세굴방지공 미설치시

###### 나) 기초가 풍화암 지반에 위치하는 경우

- 예상세굴심이 기초 하단EL.보다 낮은 경우 : 기초EL.을 예상세굴심 보다 낮게 설치하는 경우와 세굴방지공 설치시의 경제성을 비교 검토하여 적용(그림3참조)
- 예상세굴심이 기초 상단EL.~하단EL.에 위치하는 경우 : 세굴방지공 불필요하나, 기초 되메우기부 원지반이 흐트러진 상태가 되므로 유수에 저항 할 수 있도록 사석채움(그림4참조)

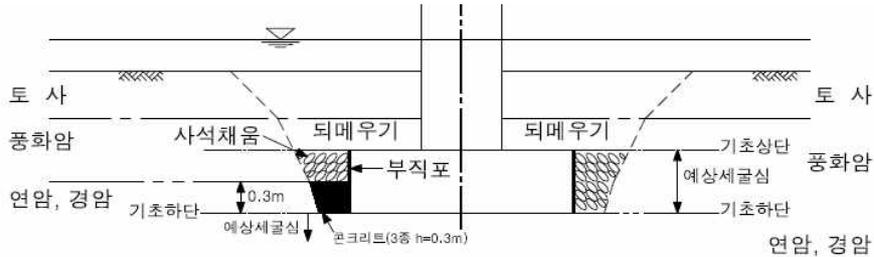


(그림3) 세굴방지공 설치시

(그림4) 세굴방지공 미설치시

다) 기초가 연·경암 지반에 위치한 경우

- 예상세굴심이 기초 하단 EL보다 낮을 경우 : 장기적으로 기초저면부에 국부세굴 발생 가능성이 있으므로 기초를 암반에 0.3m 근입시키고, 암반 되메우기부는 콘크리트 타설후(3종, h=0.3m) 상부에 사석채움 실시(그림5참조)
- 예상세굴심이 기초 상단EL~하단EL에 위치하는 경우 : 기초 하면의 세굴은 발생치 않으므로 세굴보호공은 불필요하나 기초 되메우기부는 원지반이 흐트러진 상태가 되므로 유수에 저항 할 수 있도록 사석채움 실시(그림6참조)



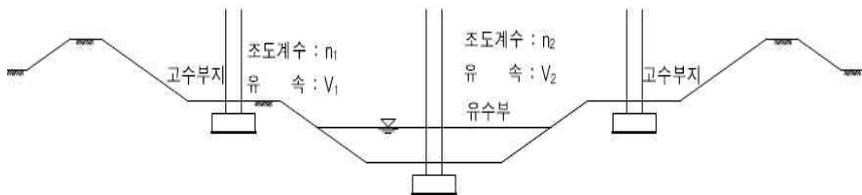
(그림5) 콘크리트 타설후 사석채움 설치시

(그림6) 사석채움 설치시

② 고수부지의 세굴 검토 기준

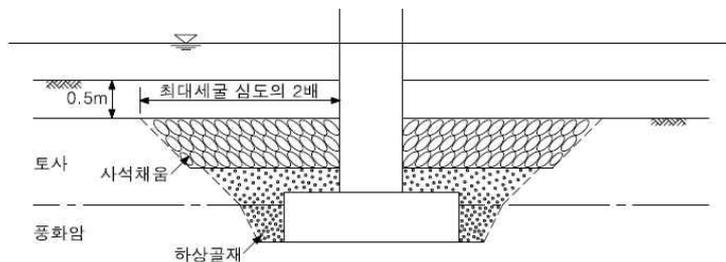
가) 세굴의 대부분은 홍수시에 발생되므로 고수부지도 유수부와 동일하게 다음 절차에 따라 세굴심도 검토 (그림7참조)

- 식생분포 상황등을 판단하여 조도계수(n) 결정
- 배수위산정 프로그램(HEC - RAS) 이용하여 유속(V) 산정
- 세굴검토 공식(수축세굴, 국부세굴 등)으로 세굴량 산정



(그림7)

나) 세굴방지공 사석채움은 하상변동에 의한 지반노출을 고려하여 원지반에서 0.5m(수중식물 생육심도) 아래에 설치 (그림8)



(그림8)

**마. 교각 충돌 방지시설**

하천이나 해상교량 중 선박의 주운 및 항해에 의한 충돌이 우려될시 충돌시험등을 통하여 검증된 충돌 방지시설을 설치하여야 한다.

2.06 터 널 공

## 1. 적용범위

### 가. 적용 범위

본 설계요령은 도로(지방도이하)의 터널설계에 적용한다.

### 나. 적용 기준

본 내용은 구조물 설계 전반에 대한 통일성과 합리적이고 경제적인 구조물 설계를 도모하고자 설계기준은 다음에서 인용하였다.

- 콘크리트 구조설계기준(2012, 국토해양부)
- 콘크리트 표준시방서(2009, 국토해양부)
- 도로설계편람(터널편)(2011, 국토해양부)
- 도로설계요령(2009, 한국도로공사)
- 도로설계기준(2012, 국토해양부)
- 구조물 기초설계기준(2014, 국토해양부)
- 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(2016, 국토교통부)
- 고속도로 설계 실무지침서(Ⅲ)(2008, 한국도로공사)
- 「도로의 구조·시설기준에 관한규칙」 해설(2013, 국토교통부)
- 터널설계기준(2007, 건설교통부)
- 터널설계기준 해설서(2009, (사)한국터널공학회)
- 터널표준시방서(2015, 국토교통부)

기타 국토해양부, 지식경제부 기술표준원에서 제정한 관련시방서 등 본 설계요령에 규정하지 않은 사항은 상기의 시방서와 혹은 지침에 의하되 그 외 정부기관과 관공서를 포함해서 인용근거를 명시하도록 한다.

## 2. 터널평면선형

가. 지형, 지질의 상황, 수직갱의 위치 도로로서의 선형, 주행성, 시공성을 고려하여 가능한 직선으로 계획하되 곡선으로 계획할 경우에는 큰 반경곡선을 적용한다.

나. 갱구부의 위치는 비탈면의 안정과 자연지형 보존을 위하여 깎기를 최소화 할 수 있거나 지반조건에 영향을 받지 않는 안정지반에 선정하도록 한다.

### 3. 정지시거

가. 내측차로 폭원구성(차로중심 1.75m + 길어깨 1.0m + 시설대 0.49m)일 경우 설계속도와 정지시거의 상관관계

| 설 계 속 도(km/h)  | 100 | 80  | 60  | 비 고 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|
| 정 지 시 거(m)     | 140 | 100 | 70  |     |
| 최 소 곡 선 반 경(m) | 768 | 392 | 192 |     |

※ 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침 “5-2-1 정지시거(표 5-18)” 참조

편경사를 생략할 수 있는 곡선반경의 한계(max=0.06)

| 구 분            | 설 계 속 도 (km/h) |       |       | 비 고 |
|----------------|----------------|-------|-------|-----|
|                | 60             | 80    | 100   |     |
| 한 계 곡 선 반 경(m) | 1,700          | 3,100 | 4,800 |     |

※ 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침 “5-1-4 곡선부의 편경사(표 5-8)” 참조

### 4. 종단선형

가. 터널의 종단경사는 주행의 안정성, 배수, 방재시설 및 환기를 고려한 값을 적용하되 가 급적 완만한 값을 적용

| 구 분       | 경 사(%)  | 비 고  |
|-----------|---------|--|
| 용수가 적을 경우 | 0.3     |  |
| 용수가 많을 경우 | 0.5     |  |
| 일반적인 경우   | 2.0~3.0 | 터널에서는 대형차의 매연발생 등 자동차의 배기가스를 고려하여 종단경사를 2% 이하로 하는 것이 바람직하나, 종단경사 조정에 따른 비용과 기계식 환기시설 설치비용의 경제성을 검토하여 종단경사를 결정하여야함. |

※ 계획경사는 배수가 원활히 이루어지도록 하는 것이 바람직하며, 시공계획, 환기계획 등 조건상 역경사시 배수시설을 계획

## 5. 병설터널의 중심간격

가. 터널의 단면크기와 굴착대상 지반의 공학적 특성을 감안하고 터널공사로 인한 주변지반 거동 및 발파진동에 의한 인접터널과의 영향을 고려하여 충분히 이격한다.

나. 규정 및 적용예

1) 터널설계기준 : 터널 단면크기와 지반의 공학적 특성을 감안하여 상호 충분히 이격함

2) 도로설계요령 : 일반적인 경우 - 굴착폭의 2~3배

완전탄성체일 경우 - 굴착폭의 2배

연약지반일 경우 - 굴착폭의 5배

3) 외국의 적용예 : 조립의 사질암반 - 굴착폭의 1.5배

점착력 있는 자갈층일 경우 - 굴착폭의 1.82배

점토일 경우 - 굴착폭의 6배

4) 기 적용사례

현재까지 국내외의 도로터널 시공실적을 참고할 경우 2차선 병설터널의 중심간격은 30m(굴착폭의 약 2.5배)로 사용한 경우가 많으며 기 적용된 설계사례를 요약하면 아래표와 같다.

< 병설터널의 중심간격 적용예 >

| 구 분 | 터 널 명        | 굴착폭(m) | 적용간격(m) | 비 고 |
|-----|--------------|--------|---------|-----|
| 2차선 | 일반적인 고속도로 터널 | 11.93  | 30.0    |     |
|     | 남산 1호 터널     | 11.30  | 25.0    |     |
|     | 구 덕 터 널      | 10.60  | 25.0    |     |
|     | 북 약 터 널      | 11.69  | 25.0    |     |
| 3차선 | 소 하 터 널      | 15.88  | 45.0    |     |
|     | 도 곡 터 널      | 14.66  | 30.0    |     |
|     | 내 곡 터 널      | 15.50  | 42.0    |     |
| 4차선 | 수 암 터 널      | 19.63  | 40.4    |     |
|     | 수 리 터 널      | 19.63  | 40.4    |     |

## 6. 터널내공단면

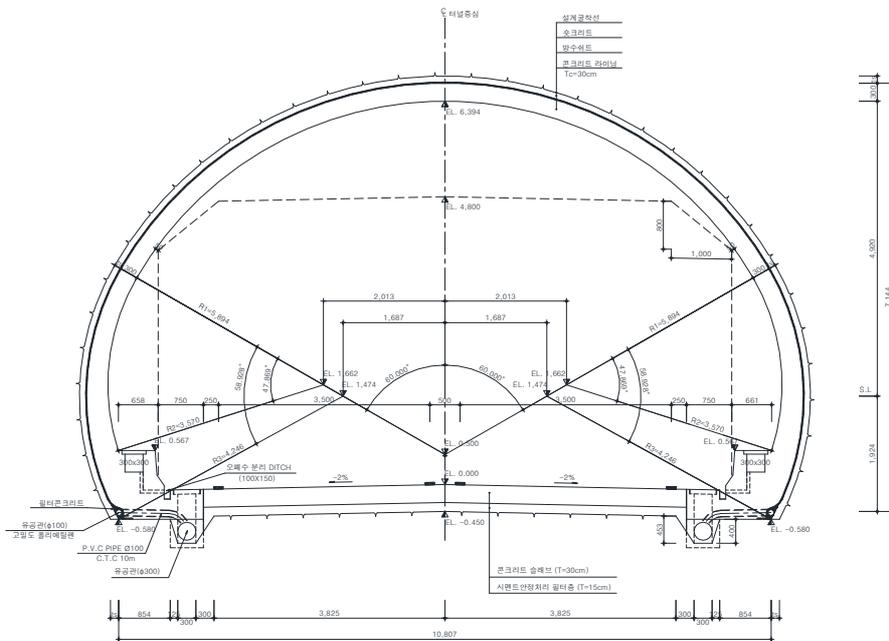
가. 도로폭원 및 설비를 감안한 건축한계 확보

나. 터널내부 설비를 감안한 여유폭 확보

다. 터널의 단면은 응력·변형 등에 대하여 구조적으로 안정하고 굴착량 등도 고려한 지형 여건에 맞는 형을 채택함

| 난 형 | 원 형 | 마 제 형 |
|-----|-----|-------|
|     |     |       |

라. 2차로 터널 내공단면(예)



※ 측방여유폭은 도로설계편람 참조

측방여유폭 설치기준은 국내의 경우[도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙]에는 차도 왼쪽은 1.0m이상이고 차도 오른쪽(1천미터 이상의 터널)은 2.0m 이상으로 되어있으며, [일본 도로공단의 설계요령]에는 0.75m로 제시되어 있는데 국내의 설계·시공 실적을 조사해 본 결과 차도 왼쪽은 1.0m이고 오른쪽은 2.5m를 기준으로 채용하고 있다.

대면교통의 경우 좌우 각각 2.0m를 적용한 경우도 있으므로 여러 가지 상황을 고려하여 결정되어야 한다.

※ 3차로 이상 터널은 도로설계편람(국토해양부) 참조 적용한다.

**< 표준단면의 일반적 적용 >**

| 단 면    | 암 분 류     | 굴착공법  | 1회굴진장              | 비 고 |
|--------|-----------|-------|--------------------|-----|
| 표준단면 1 | 경 암       | 전단면굴착 | 3.5m               |     |
| 표준단면 2 | 보 통 암     | ”     | 3.5m               |     |
| 표준단면 3 | 연 암       | ”     | 2.0m               |     |
| 표준단면 4 | 풍 화 암     | 반단면굴착 | 상부 1.5m<br>하부 3.0m |     |
| 표준단면 5 | 풍화암 및 파쇄대 | ”     | 1.2m               |     |
| 표준단면 6 | 갱 구 부     | ”     | 1.0m               |     |

가. 터널 내공단면 계획

- 1) 토목, 설비 전기 등 타분야와 긴밀히 협조하여 효율적인 터널의 유지관리가 가능하도록 설계하여야 한다.
- 2) 설계도서는 관련법규에 의한 허가, 승인에 적합하도록 작성, 제출되어야 한다.
- 3) 시설한계와 라이닝 여유폭은 시공오차 50mm를 적용한다.
- 4) 터널의 편평율은 최소 0.55이상 적용한다.

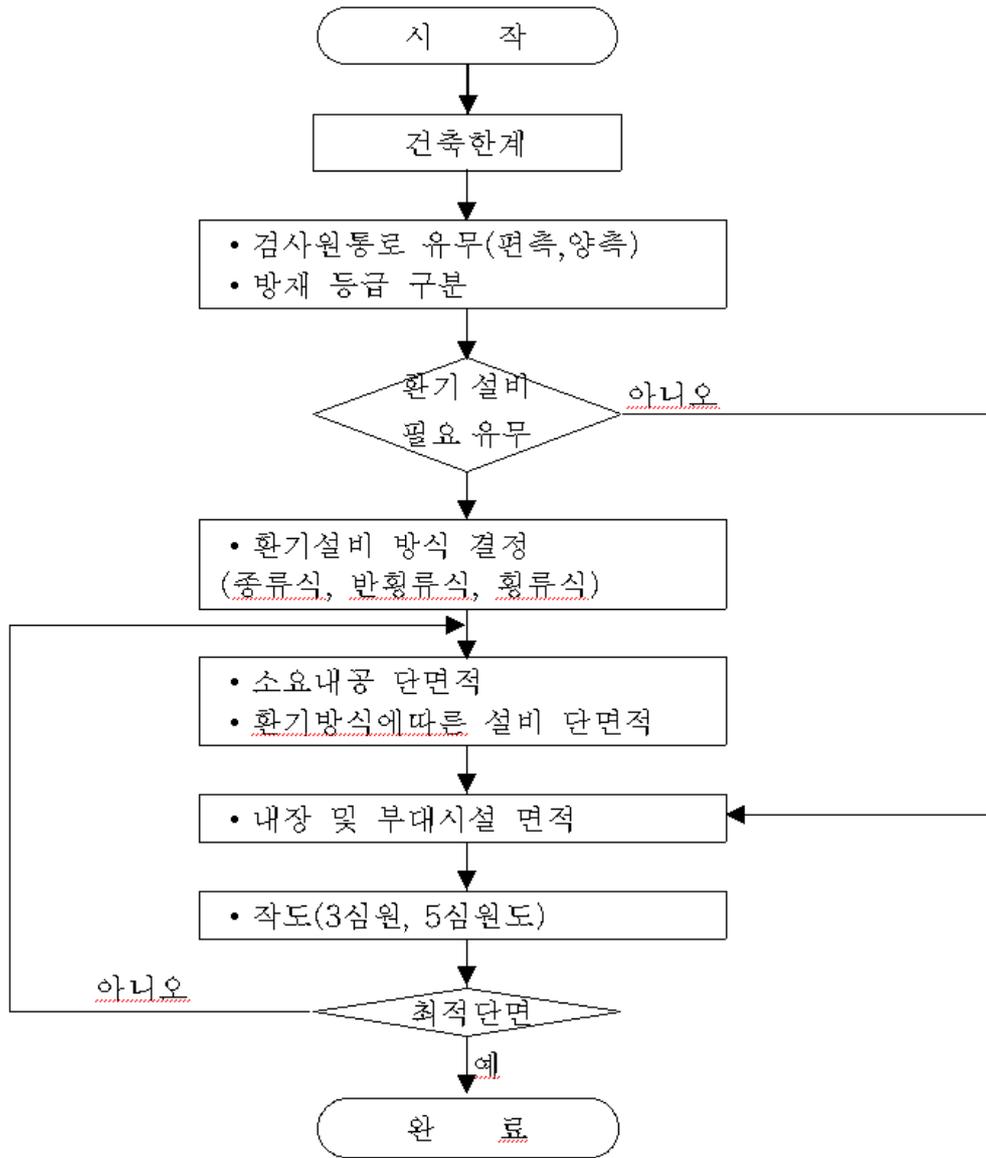
나. 환기설비에 따른 내공단면

1) 종류식(젯트 팬)환기방식 적용시

- ① 차도부 시설한계에서 상단여유 20cm, 천정에 매다는 방식은 보통 젯트팬 외경과 천장 벽면까지의 이격거리는 0.3D(D:젯트 팬 내경)을 표준으로 하되 기술적 검토와 환기용량의 부족이 없는 범위내에서 가감이 가능
- ② 장대터널 표준단면은 일률 적용 및 젯트팬 설치구간과 미설치 구간의 단면 이원화를 검토하여 장대터널의 제반여건에 적합한 단면을 적용할 수 있다.

2) 반횡류식 및 횡류식 환기방식 적용시

터널연장, 소요환기량 등에 따라 소요되는 덕트 면적이 요구되므로 덕트 칸막이, 덕트단면적, 시설한계와 덕트 칸막이와의 여유폭을 고려하여 내공단면적 결정



## 7. 여굴량기준

### 가. 여굴량의 표준

| 구 분         | 아     |          |       | 치        |                | 비 고 |
|-------------|-------|----------|-------|----------|----------------|-----|
|             | 일 반   | 천정부 보강지반 | 측 벽 부 | 바닥 및 인버트 |                |     |
| 여 굴 두 께(cm) | 15~20 | H+15~20  | 10~15 | 10~15    | 굴진장 1~5m 이하 적용 |     |

- H는 H형강 또는 격자지보의 높이임

※ 표의 내용 적용시 다음을 고려하여야 한다.

- 천정부 보강지반 구간은 1발과 굴진이 0.8m 미만의 경우에 적용한다.
- “바닥 및 인버트” 구간에 여굴을 계상하는 경우는 바닥 및 인버트의 버력을 제거하여 콘크리트 등으로 채우는 경우에 한하며, 암질에 따라 달리 적용할 수 있다.
- 여굴채움 콘크리트는 지보공 설치구간에서는 여굴두께의 70%까지, 무지보공 구간은 100%까지로 한다.

## 8. 강지보재

### 가. 강지보재의 사용목적

- 1) 강지보재는 슛크리트, 록볼트 등과 함께 터널안정에 필요한 지보재 중의 하나이다. 따라서 산정된 작용하중을 부담할 수 있도록 규격 및 배치 간격을 결정함과 동시에 다른 지보재, 특히 슛크리트와 일체가 되어 지보기능을 효과적으로 발휘할 수 있도록 하여야 한다.
- 2) 강지보재의 사용목적은 터널단면의 형상 및 크기, 굴착면의 자립성, 지반압의 크기, 지표침하량의 제한 등에 따라 다르나 일반적으로 다음과 같이 구분할 수 있다. 단, 지반이 양호한 경우에는 강지보재를 생략할 수도 있으나 이러한 경우 세심한 안정성 검토를 수행하여야 한다.
  - ① 슛크리트 또는 록볼트의 지보기능이 발휘되기까지 굴착면의 안정을 도모할 필요가 있는 경우
  - ② 막장면 휘폴링 등 보조공법의 반력 지지점이 필요한 경우
  - ③ 큰 지압으로 인해 지보재의 강성을 증가 시킬 필요가 있는 경우
  - ④ 지표 침하 등 지반변위의 억제가 필요한 경우

### 나. 강지보재의 설치간격

- 1) 지반특성, 사용목적, 시공법 등을 고려하여 결정하여야 하며, 상반과 하반으로 나누어 굴착하는 경우 지반조건에 따라 하반의 강지보재를 일부 생략할 수 있으며 강지보재의 설치가 필요한 경우에는 그 설치간격을 한 굴진장 이하로 함이 적절하다.
- 2) 상반 강지보 설치시에는 좌우 단부에 슛크리트가 충분히 포설되도록하고, 상·하부 강지보재 연결시 상부 강지보재 연결볼트 구멍 및 연결부에 타설된 슛크리트를 제거할 때 상부 강지보재 연결부가 손상 되지 않도록 대책을 수립하여야 한다
- 3) 강지보재 연결체결부는 일반부와 동등이상의 강도 등 구조설계기준을 만족하는 성능을 발휘하도록 하여야 한다.
- 4) 강지보재 설치시에는 강지보재의 충분한 지보기능 발휘를 위해 단면내에 적절히 설치되도록 정밀하게 시공하여야 한다.

### 다. 강지보재의 종류

#### 1) H형강 지보재

H형강 지보재는 강지보재가 지면과 밀착된 경우 지반과 강지보재 사이에 슛크리트의 타설이 용이하지 않아 이 부분이 공극이 발생될 수 있고, 슛크리트의 두께가 얇은 경우에는 슛크리트와 강지보재의 일체성이 떨어질 수 있다는 약점이 있으나, 강성은 격자 지보재보다 크고 시공실적이 많은 장점이 있다.

#### 2) 격자지보재

- ① 격자지보재는 강봉을 삼각형 또는 사각형으로 엮어 만들어 터널형상에 맞도록 제작한 강지보재의 한 종류로서, H형 강지보재에 비해 가벼워 취급이 용이하고 인력과 장비소요가 적다.
- ② 휘폴링이나 파이프 루프 설치시 격자지보재 사이를 통과하도록 설치할 수 있으므로 휘폴링 설치각도를 최대한 줄일 수 있어 시공성이 좋아진다. 그러나 H형 강지보재에 비해 강성은 떨어진다.
- ③ 형식은 일반적으로 표준형 3개 강봉, 보강형 3개 강봉, 침하방지용 4개 강봉으로 나뉘어 지며 표준형 3개 강봉은 대각선 모양으로 3개의 강봉으로 구성되었고, 보강형 3개 강봉은 표준형과 형태상 동일하나 상부에 강봉 하나를 더 결합한 형태이다. 4개 강봉은 터널하부 지지지반이 연약한 경우 바닥지지재로 주로 사용되고 있다.
- ④ 현장 여건에 맞게 상기 조건을 선택하여 적용한다.

### 3) 규격

- ① H형 강지보재의 재질은 KS D 3503에 규정된 SS 400을 표준으로 하며 이와 동등이상의 성능을 발휘하는 구조용 강재로 하여야 한다.
- ② 격자지보의 재질은 항복강도가 500MPa 이상인 용접구조용 강재를 표준으로 하며 이와 동등 이상의 성능을 발휘하고 부재 간 완전한 용접성능을 발휘할 수 있는 재질 및 형상의 구조용 강재를 사용할 수 있다.

### 4) 형상

강지보재의 형상은 상기 규격의 동등이상의 성능을 발휘하는 구조용 강재라면 H형 및 격자지보 외의 형상이 가능할 수 있다.

## 9. 숏크리트

### 가. 일반사항

- 1) 숏크리트는 지반조건, 사용목적, 시공성 등을 고려하고 지보부재로서 충분한 기능을 발휘할 수 있는 다음 사항을 만족시킬 것
  - ① 작용하중에 대하여 충분한 강도를 지닐 것
  - ② 필요한 강도를 조기에 확보할 수 있을 것
  - ③ 지반과의 밀착성이 양호할 것
  - ④ 내구성이 좋을 것
  - ⑤ 수밀성이 높을 것
  - ⑥ 반발률이 적을 것

## 나. 공 법

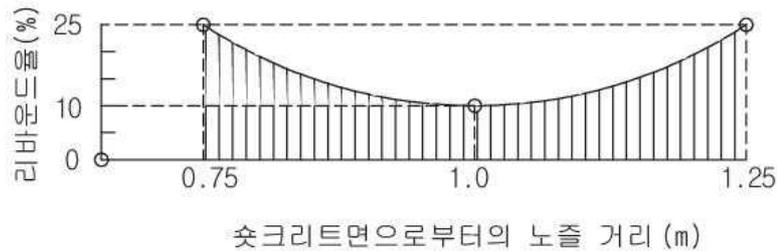
### 1) 습 식 공 법

|   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>고정식 B/P에서 조·세골재, 시멘트 및 물을 계량하여 혼합하고 뿜어붙이기 작업시 노즐에서 급결재와 재료를 혼합</li> </ul>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>장비조합                             <ul style="list-style-type: none"> <li>고정식 기준B/P사용(60m<sup>3</sup>/hr)</li> <li>운반 :믹서트럭(6.0m<sup>3</sup>)</li> <li>공기압축기(Air Compressor)</li> <li>콘크리트 펌프 및 분사로보트 : (규격:13m<sup>3</sup>/hr)</li> </ul> </li> </ul> |

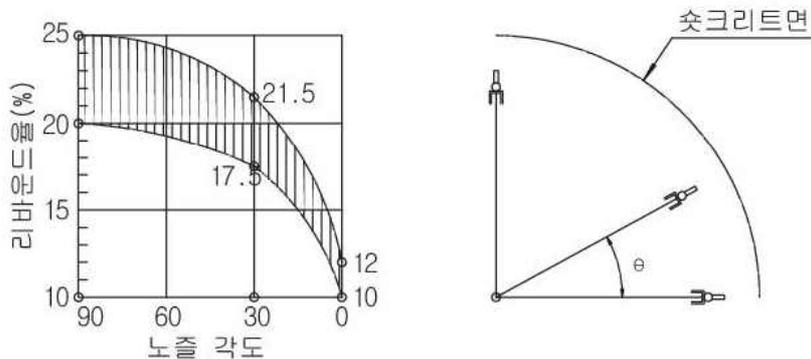
2) 습식공법의 반발율은 아치부 13%, 측벽부 10% 정도 허용하는 것이 보편적이다.

### 3) 슛크리트 타설 각도와 거리

스�크리트 타설 각도를 가급적 타설면에 직각에 가깝게 하는 것이 리바운드의 감소를 위해 효과적이다. 또한 노즐과 타설면과의 거리는 슛크리트 타설 방식, 슛크리트 타설 압력, 암반의 상태, 슛크리트 재료의 배합 등에 따라 다르지만, 약 0.75~1.25m 정도가 적당하며 일반적으로 1m 이격시켜 시공하는 경우에 리바운드가 가장 작다.

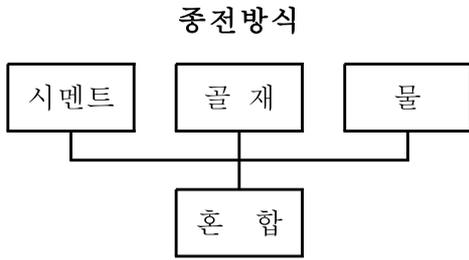


### < 슛크리트 타설면으로부터의 노즐 거리에 따른 반발률의 변화 >



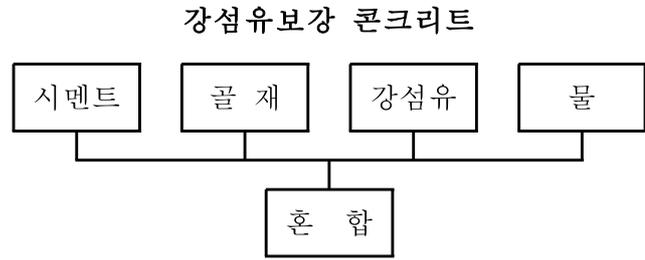
### < 슛크리트의 반발률과 타설 각도와 관계 >

다. 배합 강도 보장



숏크리트의 강도를 보완하기 위하여 철망 설치

※ 철망적용기준  
 부착성 및 시공성증대:ø3.2\*50\*50mm  
 전단 및 인장보강:ø4.8\*150\*150mm  
 100\*100mm



숏크리트의 강성을 보완하기 위하여 강섬유를 혼합하고, 철망 설치 생략

※ 숏크리트용 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하는 것을 원칙으로 하며, 잔골재에는 입경 0.1mm 이하의 세립물을 포함하지 않아야 하고, 굵은 골재의 최대 치수는 10mm이하가 되어야 함.

라. 강섬유 숏크리트 배합 및 강도

- 1) 강섬유는 인장강도 700MPa 이상, 직경0.3-0.6mm, 길이 30-40mm를 표준으로 하며, 숏크리트와의 부착성능이 양호하게 발현되고 숏크리트 타설 시 뭉침현상이나 막힘현상이 발생하지 않아야 함.
- 2) 실제 벽면에 타설된 강섬유 혼입량은 30kg/m<sup>3</sup> 이상이 되어야 하며, 설계 휨강도와 휨인성을 만족하여야 한다. 이때 재령 28일의 강섬유 보강 숏크리트의 휨강도는 4.5MPa 이상, 그리고 휨인성을 나타내는 등가휨강도는 3.0MPa이상이어야 함.

마. 적용기준

| 구 분            | 시 공 방 법    | 시공두께(cm) | 비 고  |
|----------------|------------|----------|--|
| 경 암 (Type 1)   | 숏크리트       | 5        | 강섬유 혼입량 : 30kg/m <sup>3</sup> 이상<br>( )는 국제 터널협회(ITA)<br>검토결과 자료 |
| 보통암 (Type 2)   | 강섬유보강 숏크리트 | 5        |  |
| 연 암 (Type 3)   | 강섬유보강 숏크리트 | 8(6.5)   |  |
| 풍화암 (Type 4)   | 강섬유보강 숏크리트 | 12       |  |
| 풍화토 (Type 5,6) | 강섬유보강 숏크리트 | 16(13.5) |  |

## 10. 록볼트

### 가. 일반사항

- 1) 록볼트 자체의 항복하중과 정착방법을 면밀히 검토할 것.
- 2) 록볼트 설계시 지반상태, 불연속면의 분포, 발생용수 등을 고려하여 봉합효과 보형성 작용, 내압작용, 아치형성, 지반보강작용 등이 발휘하도록 설계해야 함.
- 3) 록볼트의 재질 선정시 시공성을 고려해야 하며 정착재료의 경우 시멘트 몰탈형에 비해 용수의 영향을 상대적으로 적게 받아 일률적인 품질확보가 가능하고 시공성과 경제성이 우수한 수지형 접착재료로 적용하는 것을 원칙으로 하나, 록볼트 천공공경, 길이, 지반상태(파쇄대 출현여부) 및 터널단면의 구간(천단부, 측벽부)등에 따라 시멘트 몰탈형의 적용도 검토하여야 함.
- 4) 또한 강관보강형 그라우팅등 보강공법이 적용된 구간에서는 록볼트를 생략할 수 있다.
- 5) 마감 슛크리트 타설 후 록볼트 시공 여부를 확인할 수 있도록 하여야 한다.

### 나. 록볼트의 재질

| 종 류  | 재질 기호  | 기계적성질    |           |                      |
|------|--------|----------|-----------|----------------------|
|      |        | 항복점(MPa) | 인장강도(MPa) | 연신율(%)<br>(시험편 2호기준) |
| 이형봉강 | SD 350 | 350 이상   | 490 이상    | 18 이상                |
|      | SD 400 | 400 이상   | 560 이상    | 18 이상                |

### 다. 시공법

| 구 분         | 시 공 법   | 장 단 점   |
|-------------|---|---|
| 수 지 형       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 천공</li> <li>2. 수지형 접착재료 삽입</li> <li>3. BOLT 회전</li> <li>4. 경화</li> <li>5. NUT 체결</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 정착을 위한 경화시간이 짧다. (수분 이내)</li> <li>• 출수의 영향을 받지 않는다.</li> <li>• BOLTING JUMBO사용시 기계화 시공이 가능</li> <li>• RESIN사용과 프리스트레싱으로 구조적 신뢰도 확보</li> <li>• 국산형 개발로 몰탈형보다 경제적임</li> <li>• BOLT회전관계로 BOLT 길이에 제한은 받는다.</li> <li>• 발포비율이 클 경우 접착력 저하 우려</li> </ul> |
| 시 멘 트 몰 탈 형 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 천공</li> <li>2. 시멘트 그라우팅</li> <li>3. BOLT 삽입</li> <li>4. 경화</li> <li>5. NUT 체결</li> </ol>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 정착을 위하 BOLT회전이 불필요하여 설치가 간단</li> <li>• BOLT 길이의 변화에 제한을 받지 않는다.</li> <li>• 일정기간 경과후에만 BOLT가 인장을 받을 수 있다.</li> <li>• 누수개소 시공불가</li> <li>• 몰탈 흘러내림에 따른 시공성 불량</li> <li>• 암반의 변화가 선단정착형에 비해 크며 구조적으로 신뢰도가 미흡하다.</li> <li>• 조기강도 발현이 늦다.</li> </ul>    |

## 11. 콘크리트 라이닝

### 가. 일반사항

- 1) 콘크리트 라이닝은 구조체로서 역학적 기능을 하며, 비배수형 터널에서의 내압기능, 영구 구조물로서의 내구성 확보 및 미관유지 기능등을 가져야 한다.
- 2) 콘크리트라이닝은 하중조건 및 시공조건에 따라 콘크리트라이닝은 무근, 철근 및 강섬유보강 콘크리트로 적용할 수 있으며, 현장 여건에 따라 프리캐스트라이닝도 적용할 수 있다. 재령 28일 강도가 27MPa 이상의 강도를 가져야 한다.
- 3) 팽창성 지반, 압축성 지반 및 함수미고결층 지반 등 인버트 부분에 콘크리트라이닝의 설치 요구되는 지반에서는 인버트 콘크리트라이닝의 설치시기를 추가로 검토하여야 하며, 특히 지반이 불량한 경우에는 숏크리트에 의한 인버트 부분의 보강도 고려하여야 한다.
- 4) 터널 내부와 외부의 온도차이 또는 단면변화에 의한 영향으로 균열발생이 예상되는 경우에는 신축이음을 둔다. 추가적으로 단면변화부와 지층의 급격한 변화구간, 철근과 무근 콘크리트라이닝의 접합부 등에는 추가로 신축이음을 설치할 수 있으며, 터널 내부는 필요시 최대 250m간격으로 설치할 수 있다.
- 5) 콘크리트라이닝의 천정부 채움설계시 주입재의 재료, 배합, 주입구의 구조 및 배열 등을 계획하여야 한다.
- 6) 터널의 최소곡선 반경 1,500m 이상시 강제거푸집 길이를 12m로 적용할 수 있으며, 3차로 이상의 터널에서는 길이 연장에 따른 안전성을 검토하여 적용할 수 있다.

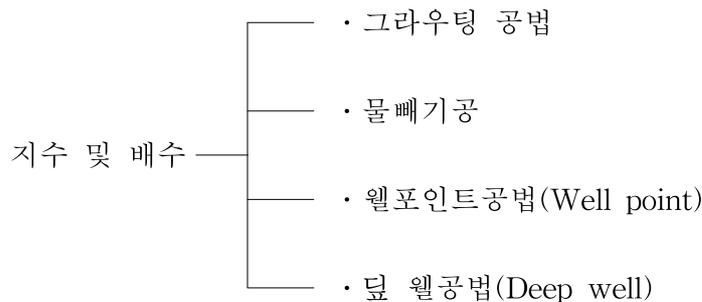
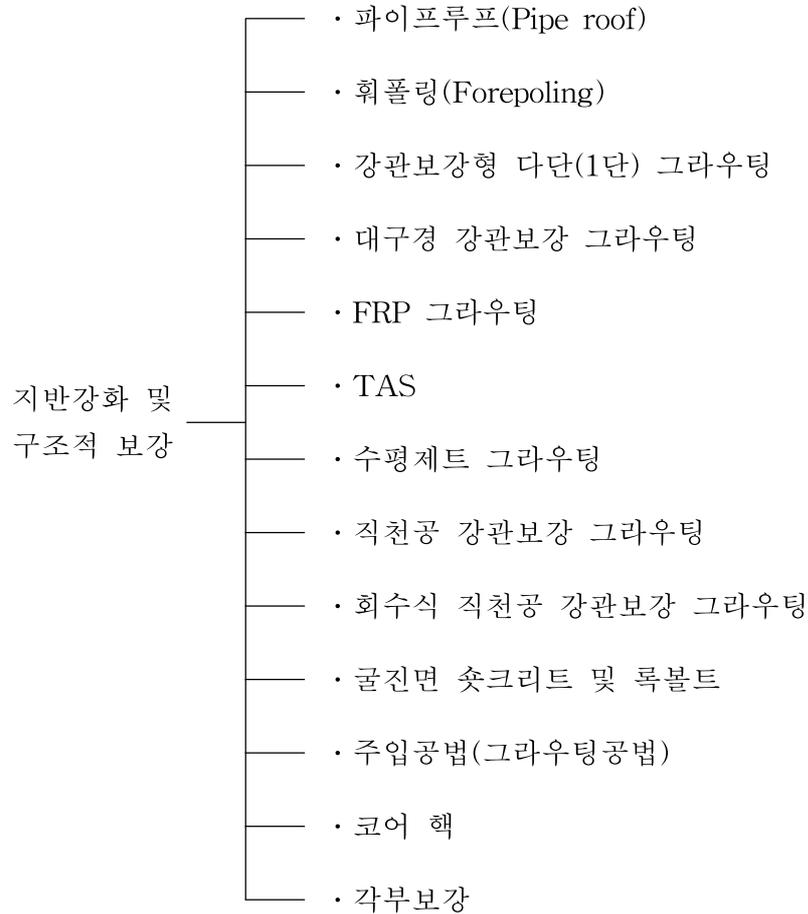
### 나. 기능

- 1) 터널내부 시설물 보호 및 보존 기능
- 2) 점검 및 보수 관리 기능
- 3) 내구연한 동안 구조체로서의 역학적 기능
- 4) 터널 내장재로서 미관유지기능

## 12. 터널굴착 보조공법

### 가. 일반사항

터널의 갱구부와 터널내의 파쇄대 및 연약대를 보강하기 위한 굴착보조공법은 보강목적에 따라서 ‘지반강화 및 구조적 보강’, ‘지수 및 배수를 위한 공법’으로 크게 나눌 수 있고, 다시 ‘터널 천단부 지반의 안정’과 ‘막장면 지지’의 목적으로 구분할 수 있다. 아래의 보강목적에 따른 분류에는 국내에서 산악도로 및 도심지 지하철 터널 굴착시 적용된 바 있는 공법들을 위주로 나열하였으며, 한 가지 보조공법으로 보강 목적을 만족하기 어려운 경우에는 두 가지 이상의 굴착보조공법들을 병용해야 한다.



## 나. 공법선정

각 보조공법의 중요도는 지반조건, 지하수 상황, 터널의 용도, 터널의 규모 등에 따라서 상이하기 때문에 구체적인 보강공법의 활용 목적과 평가 방법을 명확히 설정한 뒤 지반조사 결과에 따라 현장 여건에 필요한 공법을 선정하여야 하며, 시공방법에 잘 부합하도록 충분히 검토하여야 한다.

다음 표는 터널 굴착 시 국내에서 주로 적용되어 온 굴착보조공법의 적용성을 개략적으로 보여주고 있는데, 합리적인 굴착보조공법의 적용은 다음표의 공법과 더불어 현장 상황에 따라 2개 혹은 3개의 지반 보강공법을 목적에 따라 병용하여 적용하여야 한다.

다. 적용재료

각 보조공법의 재료는 한국산업규격(KS)의 제품을 우선적으로 사용함을 원칙으로 하나 이와 동일한 강도와 기능을 가지는 기타 소재도 지반조건 및 감독관 협의하에 사용할 수 있다.

굴착보조공법의 적용성

| 대책            | 목적     | 공법                | 원지반 조건 |    |     |    | 비고  |
|---------------|--------|-------------------|--------|----|-----|----|---|
|               |        |                   | 경암     | 연암 | 풍화암 | 토사 |   |
| 지반강화 및 구조적 보강 | 천장부 안정 | 파이프루프             |        | △  | △   | △  |   |
|               |        | 경사 록볼트            |        | △  |     |    |   |
|               |        | 휩폴링               |        | △  | △   |    | 철근, 강봉, 강관 등 사용                                   |
|               |        | 강관보강형 다단 (1단)그라우팅 |        | △  | ○   | △  |   |
|               |        | 대구경 강관보강 그라우팅     |        | △  | ○   | △  |   |
|               |        | FRP 그라우팅          |        | △  | ○   | △  |   |
|               |        | TAS               |        | △  | ○   |    |   |
|               |        | 수평제트그라우팅          |        | ○  |     |    |   |
|               |        | 직천공 강관보강          |        | △  | ○   | ○  | 소구경 직천공은 천공 Bit가 매물.<br>대구경 직천공은 천공 Ring Bit가 매물. |
|               |        | 회수식 직천공 강관보강      |        | △  | ○   | ○  | 소구경·대구경 직천공은 천공 Bit가 회수됨.                         |
|               | 그라우팅공법 |                   |        |    | ○   | ○  |   |
|               | 굴진면    | 굴진면 슛크리트          |        | △  | ○   | ○  |   |
|               |        | 굴진면 록볼트           |        | △  | △   |    |   |
|               |        | 코어 핵              |        | △  | ○   |    | Ring cut  |
|               |        | 약액주입공법            |        |    | ○   | ○  |   |
|               | 각부보강   | 각부보강볼트            |        |    | △   |    |   |
| 각부보강파일        |        |                   |        | △  | ○   |    |   |
| 가인버트          |        |                   | △      | △  | △   |    |   |
| 용수대책          | 지수/배수  | 그라우팅공법            | △      | ○  | ○   | ○  |   |
|               |        | 물빼기공              | △      | ○  | ○   | ○  | 웰포인트, 덮웰공법 포함.                                    |
|               |        | 웰포인트공법            |        |    | ○   | ○  |   |
|               |        | 덮 웰공법             |        |    | ○   | ○  |   |

주) ○ : 비교적 자주 사용되는 공법

△ : 보통 사용되는 공법

※ 천공 Bit의 텅스텐을 미국 국방부(U.S. Department of Defense)와 환경보호청(EPA ; Environmental Protection Agency)은 이 원소를 신생 오염물질(emerging contaminant)로 분류함.

### 13. 배수 및 방수

#### 가. 일반사항

1) 터널 갱구부는 온도 변화가 크고 건조 수축에 따른 균열이 생기기 쉽고, 누수에 따른 결빙, 노면의 결빙이 안전주행에 지장을 준다는 점을 고려하여 방수공사를 하는 것을 원칙으로 한다. 지보 구조에 있어서는 방수공의 기능을 손상시키지 않도록 배려한다.

#### 2) 비배수형

터널 전주면에 방수쉬트에 의한 차수층을 설치하며 지하수의 유입을 완전 차단하는 방식으로 라이닝에 지하수위 조건에 따른 수압을 고려하여야 한다.

방수기술상의 제한 때문에 작용수압이 0.6MPa 이하인 지역에서만 채택하는 것을 원칙으로 한다.

#### 3) 배수형

유입되는 지하수를 배수하는 터널로서 배수방법에 따라 다음과 같이 세가지로 구분할 수 있다.

- ① 완전 배수형 : 터널부의 전 주면으로 배수를 허용하는 형식.
- ② 부분 배수형 : 터널 천장과 측벽에만 방수막을 설치하여 유입수를 한곳으로 유도하여 배수하는 형식(※ 터널배수는 일반적으로 배수형 형식을 채택)
- ③ 외부배수형 : 터널 내부 시설물이나 콘크리트라이닝을 보호하기 위하여 콘크리트라이닝 외부 전체를 방수막으로 둘러싸고 터널 외부에 별도의 배수로를 설치하여 터널로 흘러들어오는 지하수를 차집하여 외부로 배수하는 형식

#### 나. 개착부 방수 보호재

1) 보호재는 기시공된 방수재의 방수기능을 원활히 발휘할 수 있도록 되메우기, 가설재의 철거 등 공사시행에 따른 방수재의 파손 방지를 목적으로 방수층 외부에 설치한다.

2) 보호재는 폴리에틸렌 발포단열재(t=30mm)를 사용하는 것을 원칙으로 하며 아래와 같은 조건에 만족하여야 한다. 단, 아래조건을 만족하면서 더 경제적인 보호재가 있다면 그것을 사용하여도 좋다.

- ① 무게가 가볍고 운반 및 취급이 용이
- ② 시공이 용이하고 간단
- ③ 충격 흡수성이 우수하여 방수재 보호에 유리한 제품 사용

#### 다. 방수 방법

1) 방수재료는 인장강도 16MPa이상, 인열강도 60MPa이상, 신도600%이상 가열신축량이 신장 및 수축시 각각 2.0mm이하 및 4.0mm 이하의 재질로서 두께 2mm 이상을 원칙으

로 하되, 동등 이상의 재질인 경우 두께를 조정하여 사용할 수 있다.

- 2) 콘크리트라이닝에 철근을 배근하는 경우, 철근 이음부에는 방수막을 보호할 수 있는 조치를 취하여 방수막 파손을 방지하여야 한다.

#### 라. 배 수

- 1) 터널배수 설계시에는 터널내 용출수, 화재시의 소화용수 및 수분무용수 등의 사항을 고려하여 배수량을 산정하여야 하며 배수에 필요한 최소 관경을 유지하여야 한다. 특히, 터널내 용출수는 정상적인 용출수와 집중용출수로 구분할 수 있으며, 정상적인 용출수는 터널이 관통하는 크기, 터널의 심도위치, 누수 층의 규모, 투수성을 고려하여 계획하여야 하며, 집중용출수는 설계시 집중용출수의 가능성을 결정하여 그 규모를 고려하여야 한다.(보통의 암반상태에서의 용출수는 1km당 0.5~1.5m<sup>3</sup>/분 정도이다)

- 2) **집수관**

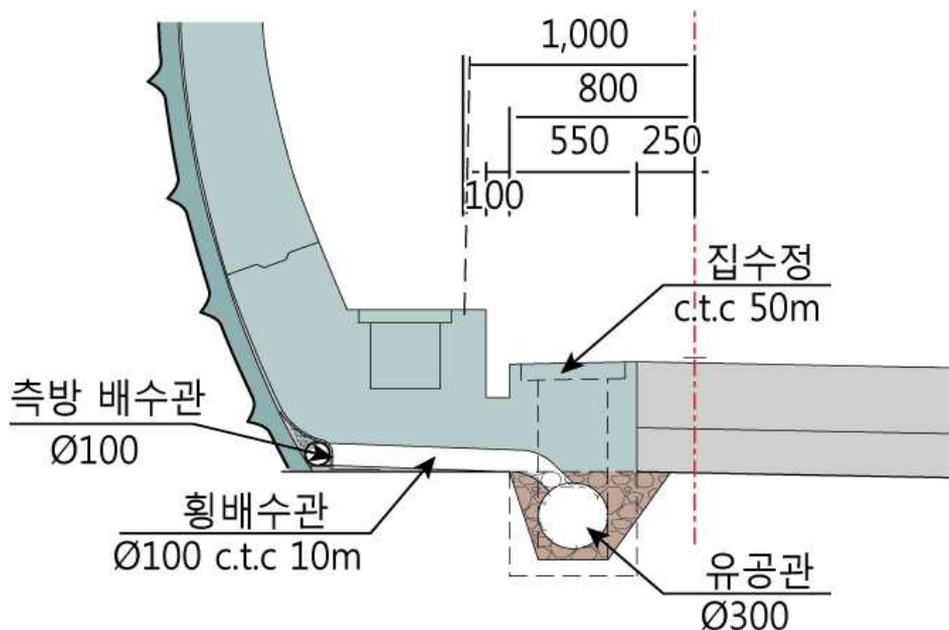
터널주변 암반 절리면을 타고 흘러 들어오는 물을 사전에 배수하므로써 터널에 작용하는 수압을 줄이며, 터널내에 유입되는 물의 양을 최소화할 수 있도록 하기 위해 터널 하부에 설치하는 유공관을 지칭하며 유공관의 크기는 기 조사된 자료의 용수량을 감안하여 Manning 공식을 이용하여 정하는 것으로 한다.

또한, 지하수의 유동에 따른 지층 Piping현상을 최소화하여 유공관내로 토립자의 유입을 막을 수 있도록 부직포로 보호하여 부분적인 침하방지와 원활한 배수가 이루어지도록 계획하여야 한다.

- 3) **측벽하단 유공관**

터널 내 유입수를 방수층 배면배수 필터를 통해 측벽하단으로 유도하여 직경100mm이상 유공관을 이용 배수구로 흘려보내도록 한다.

배 수 설 비 도



#### 4) 공동구 기계화 시공

- ① 공동구를 인력타설할 경우에는 시공속도가 느리고 시공 조인트 과다로 구조적으로 취약하므로 공동구 단면을 기계화 타설이 가능한 단면으로 설계하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 공동구 기계화 시공에 필요한 투입장비는 다음과 같다.
  - 콘크리트 운반 : 저슬럼프용 AGITATOR
  - 기계시공 장비 : 슬립 폼 페이퍼에 의한 2단계 시공
  - 백호우 : 0.7m<sup>2</sup>
  - 덤프트럭
- ③ 공동구 기계화 시공방법
  - 배수관 기초 콘크리트는 인력으로 타설한다
  - 기계 타설된 각종 배관 등은 기 배근된 철근을 이용하여 고정한다
  - 터널 입출구부 27m 구간은 온도변화의 영향을 받는 구간으로 인력타설을 하고 나머지구간은 기계화 타설을 하여 시공성이 우수하고 품질관리가 용이토록 한다.
  - 줄눈설치
- ④ 수축줄눈 : 라이닝 시공이음부를 기준 9m~12m(1Span)간격 설치
- ⑤ 신축줄눈 : 터널 입출구부 50m 이내에서는 25m이하 간격으로, 터널 내부에서는 최대 250m 간격 설치
- ⑥ 터널내 공동구 벽체의 높이는 0.66m이상으로 한다.

## 14. 갱구부

### 가. 일반사항

- 1) 갱구부는 일반적으로 갱문구조물 배면으로부터 터널길이의 방향으로 터널직경의 1-2배 정도의 범위 또는 터널직경 1.5배 이상의 토피가 확보되는 범위까지로 정의함을 원칙으로 한다. 단, 원지반이 조건이 양호한 암반층 또는 붕적층, 충적층 등의 미고결층에서는 별도의 구간을 갱구 범위로 정의 할 수 있다.
- 2) 갱구부는 갱구부 깎기 최소화를 위하여 특수한 지형 및 지질조건을 제외하고는 갱구부 상단 토피 3-5m 또는 암토피고 1-2m 확보되는 지점에 갱구부를 형성하는 것을 표준으로 한다.
- 3) 갱문의 형식은 다양한 형식으로 적용할 수 있고 주로 면벽형과 돌출형으로 구분하며, 면벽형은 구조적으로 중력식과 날개식 등으로 나눌 수 있고 갱문 배면의 지반압을 받

는 토류 용벽구조로 하여야 한다.

돌출형은 터널 본체와 동일한 내공단면이 터널 갱구부에 연속하여 지반으로부터 돌출한 형식으로서 그 형상에 따라 파라펫트식, 원통깎기식, 벨마우스식 등이 있으며 각 형식별로 장.단점을 고려하여 선정하여야 한다.

- 4) 터널 갱구부 임시 비탈면은 1:0.3-1:0.5 구배로 계획하고 안정성 검토를 수행하여야 한다.
- 5) 갱문위치선정은 입.출구부에 각각 2개소이상의 보링조사와 터널 전 연장에 대한 물리 탐사결과를 종합 분석하여 선정하여야 한다.

| 구 분   | 면 벽 식  | 돌 출 식 (절개)   |
|---|--|--|
| 장 점   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 터널갱구부 시공이 용이</li> <li>• 터널상부 되메우기가 불필요</li> <li>• 터널상부에서 유하하는 지표수에 대한 배수처리가 용이</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로와 자연스럽게 접속 유도되므로 운전자에게 안정감을 준다</li> <li>• 주변지형과 조화를 이루어 미관이 수려하다</li> </ul>   |
| 단 점   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 운전자에게 위압감을 줌</li> <li>• 인위적 구조물 설치로 주변 경관과의 조화를 이루기 어려움</li> <li>• 정면벽의 휘도저하를 고려할 필요가 있음</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 갱구부 개착터널 길이가 길다</li> <li>• 갱구부 터널상부에 인위적인 성토가 필요하다</li> <li>• 터널상부 지표수에 대한 배수처리가 필요하다</li> </ul>  |
| 적용지형  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 갱구부 지형이 횡단상편측으로 경사진 경우</li> <li>• 갱구부 지형이 대절토와 접속된 지형</li> <li>• 사면이 불안정한 지형</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지형이 편측경사가 없고 갱문 전면 절토가 개착터널 설치후 자연스럽게 조화를 이룰 수 있는 지형</li> </ul>   |
| 적용터널  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반월 터널 (신갈 ~ 반월간 고속도로)<br/>L=323m</li> <li>• 중부 2터널(서울측) L=237m</li> <li>• 중부 3터널(대전측) L=384m</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 광교터널 (신갈 ~ 안산고속도로)<br/>L=446m</li> <li>• 광암터널 (판교 ~ 구리고속도로)<br/>L=780m</li> <li>• 중부 1터널 L=298m</li> <li>• 중부 4터널 L=495m</li> <li>• 중부 2터널 (대전측)</li> <li>• 중부 3터널 (서울측)</li> </ul> |
| 단, 갱문형식은 지형여건, 공사비, 차량의 주행성, 미관등을 종합적으로 고려하여 결정 |  |  |

#### 나. 개착터널부

- 1) 개착터널은 갱구부 및 터널중간 계곡부 개착부분이나, 터널과 터널사이의 연장이 짧아 터널로 연장시키기 위해 지반을 굴착하고 구조물을 설치한 후 복개시키는 모든 터널을 말한다.
- 2) 설계시 지형, 지질조건, 지하수위조건, 기상 등의 자연조건과 민가, 구조물의 유무 등의

사회적 조건, 경사의 안정, 편도압, 기상재해의 가능성, 주변경관과의 조화 등을 고려하여야 한다.

- 3) 개착터널부는 특별한 경우를 제외하고는 갱구부 설계에 준하여 설계를 하여야 한다.(도로설계요령 제4권 터널, 6.4 갱문의 설계 참조)

## 15. 터널환기

### 가. 일반사항

- 1) 환기설계 목표 연도는 공용개시 후 20년 후를 원칙으로 하며, 교통량의 급격한 변화가 예상되는 경우 교통량 변동을 고려하여 단계건설을 계획하여야 한다.
- 2) 터널 설계시 검토 사항은 다음과 같다.

| 지 반 조 건     | 검 토 사 항                          |
|-------------|----------------------------------|
| 터 널 사 양     | 단면, 연장, 경사, 선형, 표고               |
| 교 통 량       | 교통량, 주행속도, 차종구성, 방향별 분포, 대형차 혼입율 |
| 배출되는 유해 물질  | 차종별 배출유해물질 종류 및 배출량              |
| 목 표 허 용 농 도 | 터널내 유지농도의 목표치                    |
| 기 상         | 풍향, 풍속, 기온, 습도                   |
| 외 부 환 경     | 출구부 오염도 목표치, 허용 소음치              |
| 지형, 지질, 지물  | 환기소, 집진갱, 수직갱, 운반도로 조건           |

### 나. 허용기준

유해물질 및 환기대상 물질은 다음과 같다.

| 매 연   | CO   | NO <sub>x</sub>   |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 운전자 시야 감소</li> <li>• 심리적 불쾌감 유발</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 운전자-작업원에게 생리적 악영향</li> <li>• 호흡기 질환 유발</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 운전자-작업원에게 생리적 악영향</li> <li>• 폐기능 저하</li> </ul> |

**<주행속도별 매연 및 일산화탄소의 설계농도>**

| 구 분                         |             | 규제기준          | 비 고  |
|-----------------------------|-------------|---------------|--|
| 매연<br>( $K_{lim}^{-1}$ )    | 5~10(km/h)  | $0.009m^{-1}$ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로터널이므로 정체시를 고려하여 주행속도 5km/h~80km/h를 검토. 단 5km/h시 환기 검토는 과도한 환기용량으로 계획될 수 있으므로, AADT가 60,000대/일을 초과하고 서비스 수준이 LOS D~F인 도심터널에 대하여 신호밀도, 진출입 램프 등 정체유발요인을 고려하여 계획하여야 한다.</li> <li>• 국토해양부 허용기준</li> </ul> |
|                             | 20~40(km/h) | $0.007m^{-1}$ |  |
|                             | 50~80(km/h) | $0.005m^{-1}$ |  |
| 일산화탄소<br>(CO)               | 10~80(km/h) | 70ppm         | • 국토해양부 허용기준   |
| 질소산화물<br>(NO <sub>x</sub> ) | 10~80(km/h) | 20ppm         | • 국토해양부 허용기준   |

(주) 주행속도 5km/h 해당 속도의 속도보정계수를 적용하되, 매연은 10km/h시의 경사속도보정계수를 준용하여 사용한다.

① 터널내 최대풍속 : • 일방향 교통 : 10m/s

• 양방향 교통 : 8m/s이하 (도로의 구조·시설기준에관한 규칙 제41조 ③항)

② 임계풍속은 다음 식으로 계산하며, 보정계수( $\beta$ )는 설계자가 수치시뮬레이션 등을 수행하여 신뢰성을 검증한 후에 적용함을 원칙으로 한다.

$$V_r = K_g Frc^{-\frac{1}{3}} \left( \frac{gHQ}{\beta \rho_0 C_p A_r T_f} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$T_f = \frac{Q}{\beta \rho_0 C_p A_r Vrc} + T_o$$

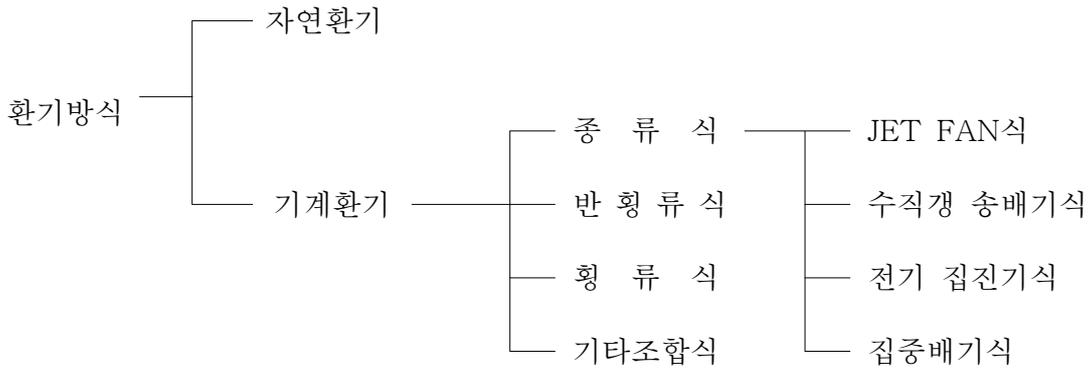
여기서,  $Frc=4.5$

H : 화점에서 터널 천장까지의 높이(혹은 대표직경)다.

## 다. 환기방식

### 1) 환기방식의 종류

- ① 도로터널의 환기설비는 터널의 길이, 입지조건, 교통조건, 환경조건 등에 따라 환기방식이 결정되며 유효하고 경제적 방법이 되기에 충분한 조사와 검토 후 결정하여야 한다.
- ② 환기방식은 크게 자연환기와 기계환기 방식으로 대별하며 방식별 종류는 다음과 같다.



### 2) 환기방식의 선정

- ① 터널의 길이, 소요환기량 등의 기본조건을 바탕으로 교통조건, 지형, 지물, 지질조건, 환기의 질, 환경조건, 화재시 환기기의 운용, 유지관리, 경제성, 단계건설, 기타조건 등에 대해 유의하여 종합적 검토 후 선정해야 한다.

특히 교통량에 따른 단계적 환기시설의 설치방안이 검토되어야 한다.

- ② 통행방식에 있어 일방향 교통에서는 교통환기력을 유효하게 이용할 수 있는 종류식 환기방식이 유리하며, 양방향 교통의 경우에는 교통환기력을 기대할 수 없으므로 횡류방식이나 집중배기방식을 선택하는 것이 유리하다.

### 3) 자연환기

- ① 자동차 주행시의 피스톤 효과에 의한 풍량만으로 환기가 가능한 경우로서 별도의 설비가 필요치 않으며, 그 한계는 경험적으로 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 & \left[ \begin{array}{l} \text{양방향터널} : N \cdot L \leq 600 \\ \text{일 방 향} : N \cdot L \leq 2,000 \end{array} \right. \\
 & \quad N : \text{교통량 (대/hr)} \\
 & \quad L : \text{터널연장 (km)}
 \end{aligned}$$

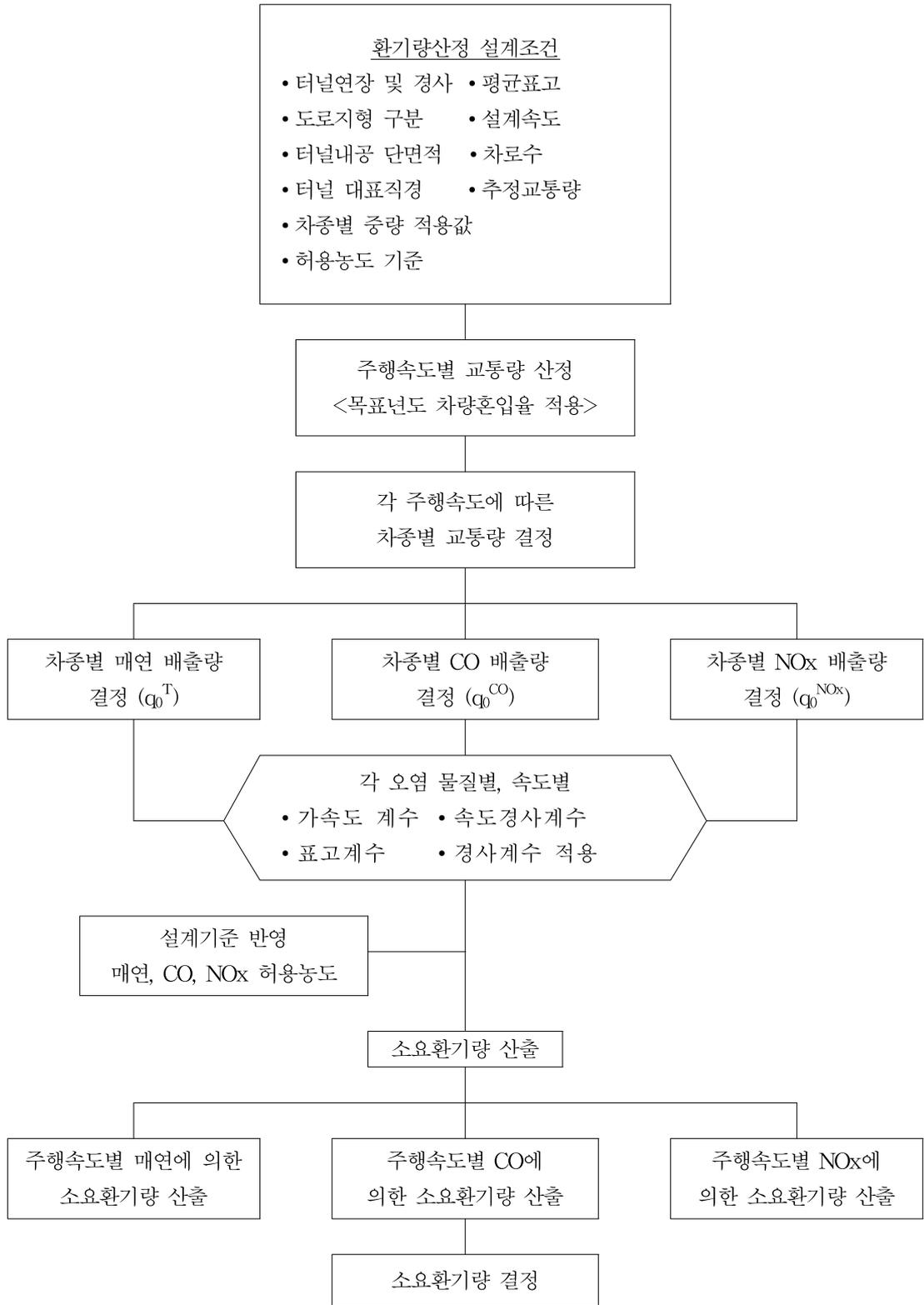
### 4) 기계환기

- ① 환기방식은 그 특징을 충분히 살려서 터널의 길이, 지형, 지물, 교통조건, 기상조건 등에 따라 효과적이고 경제적인 방식을 선정
- ② 특히, 장대터널의 경우 환기방식에 따라 공사비의 차이가 크므로 세밀한 검토를 하

여 설계에 적용하여야 한다.

#### 라. 환기량 산정방식

- 1) 현재 국내에서 적용되는 소요환기량 산출방법은 일본방식과 국제상설도로회의(PIARC) 방식이 있으며, 본 기준에서는 현재까지 많은 국가에서 적용하고 있는 PIARC 방식을 적용한다.
- 2) 환기대상 오염물질은 매연, 일산화탄소, 질소산화물로 하며, 목표년도의 차종별 구성비 및 차종별 오염물질 기준배출량을 기초 데이터로하여 주행속도별 환기량을 아래 흐름도에 의해서 구하고 이를 비교 검토한 후 소요환기량을 산정한다.



< 환기량 산출의 기본 흐름도 >

## 16. 전기시설

### 가. 전기시설

- 1) 터널내 전기시설은 비상방송설비, 비상전화, CCTV, 소화기, 계측설비, 조명시설 등을 터널의 연장 및 현장여건에 따라 설치하여야 하며, 조명기구에 대한 설계기준은 다음과 같으며 설계시 발주처와 협의하여 반영하여야 한다.

### 나. 조명설비 설계기준

- 1) 전기설비 기술기준 및 판단기준
- 2) 전기사업법 동 시행령 및 시행규칙
- 3) 한국산업규격 KS C-3703 터널 조명기준
- 4) 한국산업규격 KS A-3701 터널 조명기준
- 5) 한국전력공사 전기공급 규정
- 6) 전기통신법 동 시행령 및 시행규칙
- 7) 소방법 동 시행령 및 시행규칙
- 8) 도로터널 방재시설설치 및 관리지침(국토교통부)
- 9) 도로안전시설 설치 및 관리지침(국토교통부)

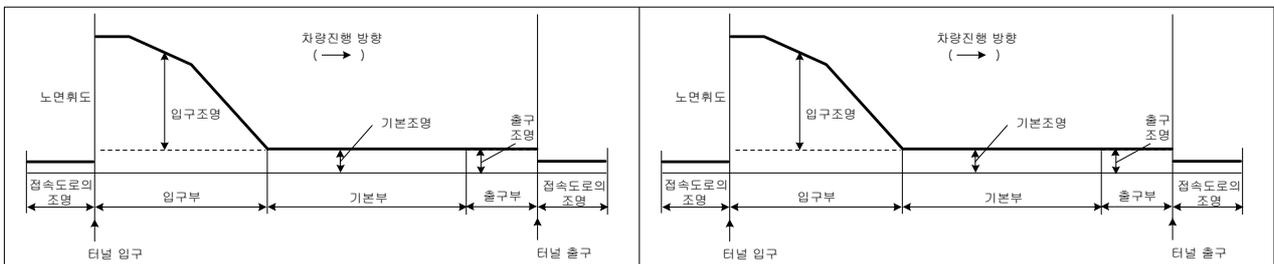
### 다. 터널 조명설비

#### 1) 터널 조명의 개요

터널 조명은 일반도로의 조명과는 달리 주간에 조명이 필요하다는 점과 주위가 측벽 등으로 제약되어 있으므로 주행상 특히 주의를 요하는 등의 특수성을 가지고 있다. 그러므로 터널에 설치하는 조명시설은 설계속도, 교통량, 야외 휘도 등에 의하여 적절한 조명설비를 하여 운전자의 시각장애를 줄이고 터널내 도로의 선형이나 경사 등을 가능한 한 확실히 파악시켜 효과적이고 원활한 교통소통에 기여하고 교통사고에 의한 인명과 재산 피해를 감소시킬 수 있도록 하여야 한다.

#### 2) 터널조명의 구성

터널조명의 구성은 다음 그림과 같이 터널내에 설치하는 조명과 접속도로의 조명으로 구성되며, 터널내에 설치하는 조명은 그 기능에 따라 기본조명, 입구조명, 출구조명 및 비상조명으로 구성한다.



(a) 일방 통행인 경우

(b) 양방 통행인 경우

<그림 - 터널조명의 구성>

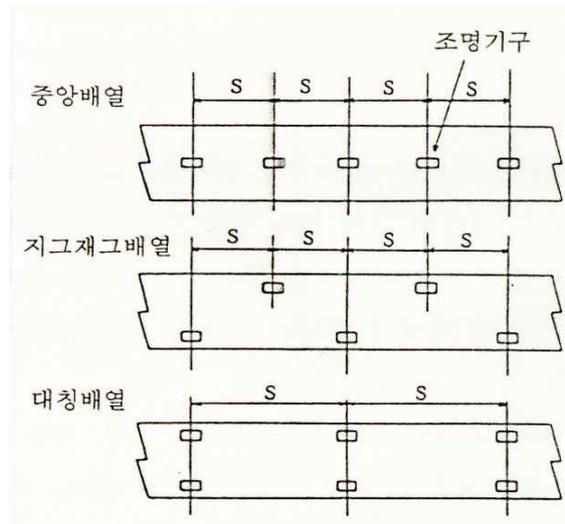
## 라. 기본조명설계

### 1) 기본조명 설치높이

- ① 일반적으로 조명기구의 설치 위치는 터널 측벽 상부에 설치되는 것이 이상적인데, 노면의 휘도분포를 양호하게 유지하고, 조명기구의 눈부심을 제거하기 위해서는 노면상 4.5m 이상의 위치에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 단, 노면의 보수 등을 사전에 고려하여 시설한계 외의 여유 등을 고려하여 설치하여야 한다.

### 2) 기본조명 설치배열

- ① 조명기구의 배열은 배광, 노면의 휘도 분포, 플리커(flicker), 램프, 조명기구의 보수 등을 고려하여 최적의 배열을 택해야 한다. 배열의 종류에는 중앙배열, 지그재그배열, 대칭배열이 있다. 다음 그림에는 조명기구의 설치 배열 종류를 예로서 나타내었다.
- ② 유지관리가 고려되도록 대칭배열(길어깨 측)로 하여야 한다.



[그림 - 조명기구의 설치 배열]

### 3) 기본조명 설치간격

- ① 설치간격과 노면·벽면의 휘도균제도

조명기구의 설치간격(S)에 따라 노면과 벽면의 휘도균제도를 좌우한다. 휘도균제도는 특히 평균휘도가 낮은 경우, 보임의 상태에 크게 영향을 주기 때문에 가능한 양호하게 유지해야 한다. 조명기구의 설치 높이(H)에 대한 설치간격(S)는 다음과 같다.

- 대칭배열  $S \leq 2.5H$
- 지그재그배열  $S \leq 1.5H$
- 중앙배열  $S \leq 1.5H$

#### 4) 기본부 평균노면휘도

터널을 주행하는 운전자가 전방에 있는 장애물을 확인하는데 필요한 최소 밝기를 제공하기 위한 기본적인 조명으로 터널 전구간에 걸쳐 조명기구를 일정간격으로 배치하여 조명하는 것으로서 기본조명의 평균노면휘도는 아래와 같고 야간에는 운전자의 눈 순응을 감안하여 터널 입·출구부 조도를 유지하고 교통량이 적은 심야에는 기본휘도의 1/2로 감광하여 에너지 절약을 할 수 있도록 한다.

기본부 조명의 평균 노면휘도  $L_{in}$ ([cd/m<sup>2</sup>])

| 정지거리(설계속도)      | 터널의 교통량 |     |    |
|-----------------|---------|-----|----|
|                 | 적음      | 보통  | 많음 |
| 160m (100 km/h) | 7       | 9   | 11 |
| 100m (80 km/h)  | 5       | 6.5 | 8  |
| 60m (60 km/h)   | 3       | 4.5 | 6  |

#### 5) 입구부 조명

- ① 입구부 조명설비는 터널입구 부근의 야외휘도, 설계속도에 따라 달라지며 터널 내에서의 조도완화를 위하여 경계부, 이행부, 완화부 등으로 단계적으로 감광한다.
- ② 경계부의 노면휘도는 [주간의 자동차 터널도로의 경계부 평균 노면휘도]표로부터 적당한 휘도값을 읽고 [경계부 노면휘도에 대한 조절계수]표로부터 곱하는 비율을 결정하여 경계부 평균노면휘도( $L_{th}$ )값을 결정한다.
- ③ 이행부 노면휘도는 원칙적으로 [주행속도에 따른 각 구간별 조명수준]표에 나타난 곡선에 따라 이루어져야 하고 모든 위치에서의 휘도는 곡선상의 수치 이하로 떨어뜨리지 않으며 각 단계의 최대 휘도비는 3이며 이행부 최종단계의 휘도는 기본부 휘도의 2배 이상으로 되어서는 안된다.

### 경계부 노면휘도에 대한 조절계수

| 터널길이               | 교통량 <sup>(1)</sup> | 출구부 보임(기준점으로 부터)        |           |           |           | 출구부 안보임(기준점으로 부터)       |           |           |           |
|--------------------|--------------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                    |                    | 주광입사                    |           |           |           | 주광입사                    |           |           |           |
|                    |                    | 좋은                      |           | 나쁨        |           | 좋은                      |           | 나쁨        |           |
|                    |                    | 벽면 반사율                  |           |           |           | 벽면 반사율                  |           |           |           |
|                    |                    | 30%<br>초과               | 30%<br>이하 | 30%<br>초과 | 30%<br>이하 | 30%<br>초과               | 30%<br>이하 | 30%<br>초과 | 30%<br>이하 |
| 50m 미만             | 전부                 | 0%<br>(주간 경계부 조명 필요 없음) |           |           |           | 0%<br>(주간 경계부 조명 필요 없음) |           |           |           |
| 50m 이상<br>~100m미만  | 적음                 | 0%                      | 0%        | 0%        | 0%        | 0%                      | 50%       | 50%       | 50%       |
|                    | 보통                 | 25%                     | 25%       | 25%       | 25%       | 25%                     | 50%       | 50%       | 50%       |
|                    | 많음                 | 50%                     | 50%       | 50%       | 50%       | 50%                     | 50%       | 50%       | 50%       |
| 100m 이상<br>~200m미만 | 적음                 | 50%                     | 50%       | 50%       | 50%       | 50%                     | 100%      | 100%      | 100%      |
|                    | 보통                 | 75%                     | 75%       | 75%       | 75%       | 75%                     | 100%      | 100%      | 100%      |
|                    | 많음                 | 100%                    | 100%      | 100%      | 100%      | 100%                    | 100%      | 100%      | 100%      |
| 200m 이상            | 전부                 | 100%                    |           |           |           | 100%                    |           |           |           |

주) (1) 교통량 : 단위 [차량대수/시간/차로]

- ① 일방통행 : 많음(1,000 이상), 보통(1,000 미만~300 초과), 적음(300 이하)
- ② 양방통행 : 많음(300 이상), 보통(300 미만~100 초과), 적음(100 이하)

### 주간의 자동차 터널도로의 경계부 평균 노면휘도 $L_{th}[cd/m^2]$

| 20° 원추형 시야 내의 경계부 평균 노면휘도 $L_{th}[cd/m^2]$ |     |                         |     |                 |     |                      |     |         |     |
|--|-----|-------------------------|-----|-----------------|-----|----------------------|-----|---------|-----|
| 20°원추형 시야<br>내의 하늘의 비율                     |     | 20% 초과                  |     | 20%이하~10%<br>초과 |     | 10%이하~5%<br>초과       |     | 5%이하~0% |     |
|  |     | 터널 방위 <sup>(1, 2)</sup> |     |                 |     | 주변 반사 <sup>(3)</sup> |     |         |     |
| 시야 내의 밝기<br>상황                             |     | 남향                      | 북향  | 남향              | 북향  | 보통                   | 높음  | 보통      | 높음  |
|  |     | 설계속                     | 60  | 200             | 250 | 150                  | 200 | 125     | 175 |
| 도  | 80  | 260                     | 360 | 200             | 300 | 180                  | 270 | 150     | 240 |
| (km/h)                                     | 100 | 370                     | 480 | 280             | 400 | 240                  | 360 | 200     | 320 |

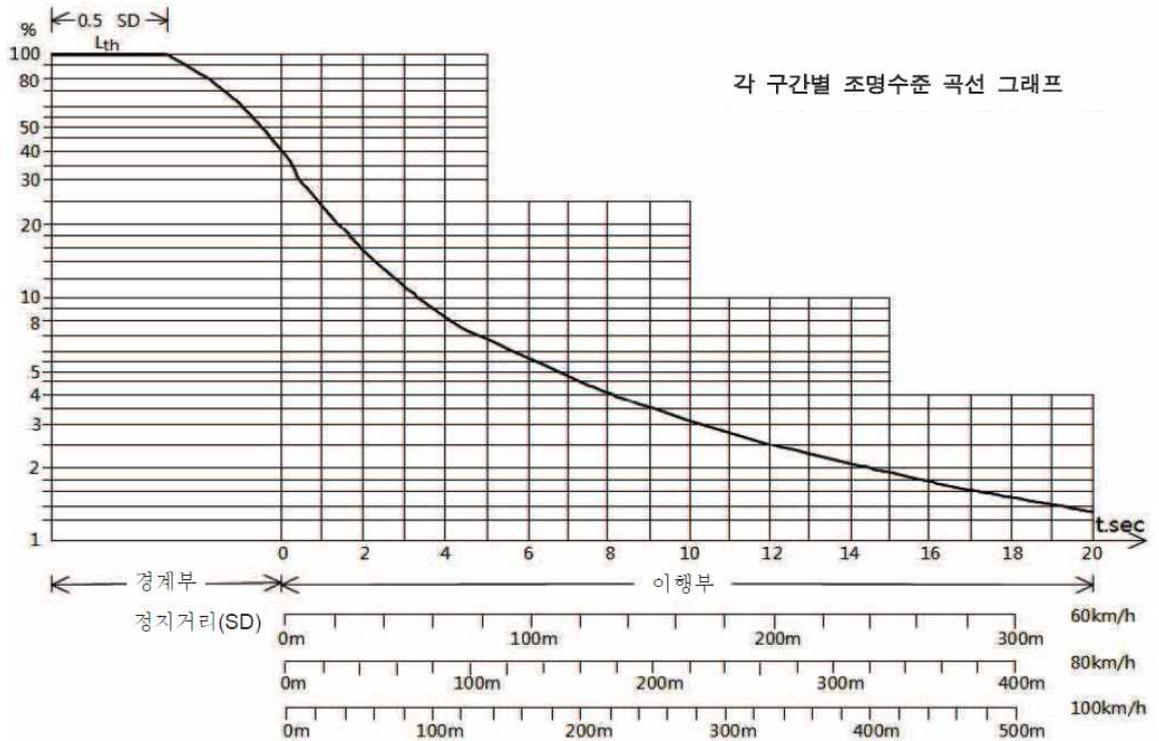
주) (1) 터널 입구의 방위(남향 : 남쪽입구, 북향 : 북쪽입구)

(2) 터널 입구의 방위가 동~서쪽의 경우 노면휘도는 남향과 북향의 중간치를 선택한다.

(3) 터널 입구 주변의 반사에 따르는 영향

- ① 높음 : 터널 입구 부근의 지물이 흰색, 회색 등의 반사율이 높을 경우를 말하며, 입구부근에 장기간 적설상태가 계속되는 경우도 여기에 포함된다.
- ② 보통 : 상기 이외의 경우를 말한다.

### 주행속도에 따른 각 구간별 조명수준



#### 6) 출구부 조명

- ① 출구부 조명은 터널의 기본부와 같은 방법으로 조명해야 한다.
- ② 매우 긴 터널 내에서 추가적인 위험[곡선터널, 터널내 다른 이용자(보행자등), 차량보다 작은 물체가 존재하는 터널 등]이 예상되는 상황에서는 출구부 조명을 다음과 같이 설치한다
  - 출구부 조명에 의한 주간 휘도를 정지거리 이상의 구간에 걸쳐 점차 증가시킨다
  - 기본부 휘도에서 시작하여 출구 접속부 전방 20m지점의 휘도가 기본부 휘도의 5배가 되도록 단계적으로 상승시킨다.

#### 7) 정전시 조명

정전시 조명은 정전직후 위험을 피하기 위하여 정전시 바로 UPS(무정전전원)에 접속된 조명기구를 점등시키고 UPS의 방전 특성상 정전 시간의 전부를 점등시키는 것은 경제적으로 불리하므로 비상발전설비의 전원이 공급되면 UPS의 전원은 차단되도록 하는 것이 필요하다.

- ① 비상 주차대 : 평균 노면조도는 75(Lux)를 표준으로 한다.
- ② 본선의 조도가 75(Lux)이상의 경우는 비상주차대의 조도도 동등 이상으로 하는 것이 바람직하다. 광원은 눈에 잘 띄게 하기 위하여 본선 조명과 광색을 바꾸는 것이 바람직하며, 연색성과 재시동이 빠른 LED등이 유지관리비 및 효율성 측면에서 좋다
- ③ 피난연락 연결통로, 피난통로

피난통로의 평균 노면조도는 10(Lux)를 확보할 필요가 있고, 피난연결통로의 평균

노면 조도는 약 20(Lux)를 확보해야 한다.

8) 터널접속도로의 조명

- ① 접속도로 조명은 도로조명기준 KS A 3701을 원칙으로 하며 터널이 조명이 없는 도로의 일부로 도로설계속도가 50[km/h] 이상인 경우, 터널내 야간조명수준이 1[cd/m<sup>2</sup>] 이상인 경우, 터널 입구와 출구에서 각기 다른 기상 상태가 나타나는 경우엔 접속도로 조명을 설치한다
- ② 입구 접속부의 길이는 정지거리 이상으로, 출구 접속부의 길이는 정지거리의 2배 이상으로 하되, 200m 이상일 필요는 없다.

9) 연속터널 조명

연속도는 터널의 입구부 조명설계시, 선행하는 터널 출구로부터 이어지는 터널 입구까지 이동하는 시간에 따라서 후속터널의 입구부 조명을 감소할 수 있다.

10) 기본부가 없는 터널연장

터널길이가 짧아서 기본부가 없는 등의 각 구간별 거리가 확보되지 않을 경우에는 출구부 조명 구간이 확보될 수 있도록 해당 터널의 길이에 맞추어 이행부의 거리를 조절하여 적용하는 것이 바람직하다.

11) 조명기구의 선정

- ① 조명기구는 광원의 광속을 효율적으로 터널 노면에 비추고, 램프를 매연과 물로부터 보호하여 장기간 그 성능을 발휘시킬 수 있어야 한다.
- ② 터널내부는 일반적으로 매연 습도가 많고 물세척이 이루어지는 점을 감안하여 등기구 뚜껑을 닫았을 때 완전 밀착되어 방수, 방습, 방진이 되어야 한다.
- ③ 터널내 조명기구로는 다음과 같은 종류가 있으며, 터널의 연장 및 형상에 따라 적절한 기구를 적용해야 한다.
- ④ 적용되는 모든 조명기구는 KS규정에 의하여 품질이 보장된 제품의 사용을 원칙으로 한다.

| 구 분 | FRP 터널등기구   | 알루미늄 터널등기구   | 스텐레스 터널등기구  |
|-----|---|--|---|
| 장 점 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 재질상 부식방지에 우수함</li> <li>2. 방수,방습,방진에 양호함</li> <li>3. 금형에 의거 제작됨으로 균일 제품 생산</li> <li>4. 외관형태가 견고하고 미려함</li> <li>5. 기구수명이 반 영구적임</li> <li>6. 물청소 등에 관계없이 부식방지에 최적</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 녹방지가 우수함</li> <li>2. 무게가 가벼움</li> <li>3. 금형 제작시 비용 절감 가능</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 방수,방습,방진에 양호함</li> <li>2. 외관형태가 미려함</li> <li>3. 부식방지 양호</li> <li>4. 기구수명이 반 영구적임</li> <li>5. 온도상승에 따른 열방산 능력이 양호함</li> <li>6. 온도 및 열에 의한 경화 작용이 없음</li> </ol> |
| 단 점 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 금형제작에 따른 제작비용 부담증가</li> <li>2. 램프 및 안정기의 온도에 따른 열방산이 어려움</li> <li>3. 램프 발열에 의한 경화 작용이 심하여 오랜 시간이 지나면 재질 변형으로 인한 파손이 우려됨</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 완전방수 방습 부족.</li> <li>2. 공해에 따른 부식성 증대로 수명단축 (5-7년)</li> <li>3. 물청소에 따른 부식성 증대</li> <li>4. 제작과정이 수동방식이므로 균일성 결여.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 제작비용 증가</li> </ol>  |

## 12) 광원의 선정

- ① 터널 조명용 광원은 조명효과를 얻을 수 있는 충분한 광속, 경제성을 위한 조명효율, 유지보수성의 용이성을 위한 램프의 수명, 조명환경의 쾌적성을 위한 광색, 그 밖에 온도, 투과율, 동적특성을 고려하여 선정하여야 한다.
- ② 터널에 이용되는 광원은 고효율 기소재로서 LED램프 또는 연생성이 우수한 방전램프 등이 사용가능하며, 신재료 개발에 따라 신조명기구도 효율성 및 경제성 등을 검토하여 적용할 수 있다.
- ③ 광원의 선택에 있어서 광속, 효율, 수명, 광색, 안정기, 기구의 설치장소의 환경조건, 경제성 등에 대해 조명에 필요한 일반적인 사항을 검토함과 동시에 터널조명으로 서 다음과 같은 특수성을 고려하여 그 적합성을 판단하여야 한다.
  - 주위가 폐쇄된 공간이므로 등기구의 취부 위치나 그 크기의 제한이 있다.
  - 배기 가스에 의한 빛의 투과율이 나빠진다.
  - 높은 레벨의 입구조명이 필요하다.

## 13) 점멸방식

- ① 조명회로는 주간밝음(100%, 주간흐름(60~70%), 일몰 및 일출, 야간, 심야 등 5종류 이상의 조명제어방식을 채택할 수 있도록 하여야 한다.
- ② 조명제어는 터널 등 자동점멸기를 사용하여 조명계획에 따라 중앙감시반에 자동 및 수동 제어토록 회로를 구성할 필요가 있다.

## 17. 관리용시설

### 가. 일반사항

갱구부근에는 터널의 규모에 따라 관리용 시설의 공간을 확보하는 외에 필요에 따라서 비상시의 개구부 및 방재시설을 고려해야 한다.

갱구주변에 설치되는 관리용 시설의 주 설비는 다음과 같으며, 관리용 시설의 내용 및 규모는 도로터널 방재시설 설치지침(국토해양부)에 따른다.

### 나. 소화, 급수설비

급수전·송수구는 갱구 및 터널내에서 소화작업을 할 때에 사용하는 설비이며, 관리사무소 등에 설치되는 수조는 지속시간 40분 이상이어야 하며, 급수전·송수구에 급수하는 역할을 갖고 있다.

설비위치는 일반적으로 급수전·송수구는 양 갱구의 주행차선쪽, 수조는 터널입구의 주행차선쪽에 설치하는 것이 바람직하며 자연수의 이용을 고려할 때는 갯문배후에 수조

를 설치할 수 가 있다. 수조의 저수량은 터널방재등급에 따라 다르기 때문에 설비면적은 도로터널의 화재안전기준에 의거 확보하여야 한다.

#### 다. 터널 방재시설

##### 1) 설계기준

- ① 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토해양부)에 따라 방재시설을 설계하여야 한다.
- ② 터널내 재해발생시 차량 및 인명의 안전확보를 위해 신속한 감지와 상황전파로 구난체계 구축을 위한 필수시설을 하여야 한다.

##### 2) 방재시설 분류

소화설비, 경보설비, 피난설비, 소화활동설비, 비상전원설비

##### 3) 설치기준

도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토해양부, 2016)에 따른다.

각 방재시설의 일반적인 설치기준은 다음 표와 같고, 방재시설 설치를 위한 터널등급은 터널연장을 기준으로 하는 연장기준등급과 교통량 등 터널의 제반 위험인자를 고려한 위험도지수기준등급으로 구분하며, 터널방재등급은 개통후 최초10년, 향후 매5년 단위로 실측교통량을 조사하여 재 평가하며, 이에 따라 방재시설의 조정을 검토할 수 있다.

| 등 급 | 연장등급   | 방재등급             |
|-----|--|------------------|
| 1   | 3,000m 이상 ( $L \geq 3,000m$ )                        | $X > 29$         |
| 2   | 1,000m 이상, 3,000m 미만<br>( $1,000m \leq L < 3,000m$ ) | $19 < X \leq 29$ |
| 3   | 500m 이상, 1,000m 미만<br>( $500m \leq L < 1,000m$ )     | $14 < X \leq 19$ |
| 4   | 연장 500m 미만 ( $L < 500m$ )                            | $X \leq 14$      |

< 등급별 방재시설 설치기준 >

| 방재시설                      |                | 터널등급               |     |     |      | 비 고                 |  |
|---------------------------|----------------|--------------------|-----|-----|------|---------------------|--|
|                           |                | 1등급                | 2등급 | 3등급 | 4등급  |                     |  |
| 소화<br>설비                  | 소화기구           | ●                  | ●   | ●   | ●    |                     |  |
|                           | 옥내소화전설비        | ●○                 | ●○  |     |      |                     |  |
|                           | 물분무설비          | ○                  |     |     |      |                     |  |
| 경보<br>설비                  | 비상경보설비         | ●                  | ●   | ●   |      |                     |  |
|                           | 자동화재탐지설비       | ●                  | ●   |     |      |                     |  |
|                           | 비상방송설비         | ○                  | ○   | ○   |      |                     |  |
|                           | 긴급전화           | ○                  | ○   | ○   |      |                     |  |
|                           | CCTV           | ○                  | ○   | ○   | △    | △: 200m 이상          |  |
|                           | 영상유고감지설비       | △                  | △   | △   |      |                     |  |
|                           | 라디오재방송설비       | ○                  | ○   | ○   | △    | △: 200m 이상<br>4등급터널 |  |
|                           | 정보표시판          | ○                  | ○   |     |      |                     |  |
|                           | 진입차단설비         | ○                  | ○   |     |      |                     |  |
| 피난<br>대피<br>설비<br>및<br>시설 | 비상조명등          | ●                  | ●   | ●   | △    | △: 200m 이상<br>4등급터널 |  |
|                           | 유도표지등          | ○                  | ○   | ○   |      |                     |  |
|                           | 피난<br>대피<br>시설 | 피난연결통로             | ●   | ●   | ●    |                     |  |
|                           |                | 피난대피터널(1)          | ●   | △   |      |                     |  |
|                           |                | 격벽분리형<br>피난대피통로(1) | △   | ●   | ●    |                     |  |
|                           |                | 피난대피소(1)           | 삭제  |     |      |                     |  |
|                           |                | 비상주차대              | ○   | ○   |      |                     |  |
| 소화<br>활동<br>설비            | 제연설비           | ○                  | ○   |     |      |                     |  |
|                           | 무선통신보조설비       | ●                  | ●   | ●   | △(2) |                     |  |
|                           | 연결송수관설비        | ●                  | ●   |     |      |                     |  |
|                           | 비상콘센트설비        | ●                  | ●   | ●   |      |                     |  |
| 비상전원<br>설비                | 무정전전원설비        | ●                  | ●   | ●   | △(3) |                     |  |
|                           | 비상발전설비         | ●○                 | ●○  |     |      |                     |  |

● 기본시설 : 연장기준등급에 의함  
 ○ 기본시설 : 방재기준등급에 의함  
 △ 권장시설 : 설치의 필요성 검토에 의함  
 (1) 피난연결통로의 설치가 불가능한 터널에 설치  
 (2) 4등급 터널의 경우, 라디오재방송설비가 설치되는 경우에 병용하여 설치함  
 (3) 4등급 터널은 방재시설이 설치되는 경우에 시설별로 설치함

**< 터널 위험도지수(X) 평가기준 >**

| 세부평가항목    |  | 범 위                             |                     | 위험도지수 |      |
|-----------|--|---------------------------------|---------------------|-------|------|
| 사고<br>확률  | 주행거리계<br>(교통량×연장)<br>(Veh · km/tube · day) |                                 | 8,000 미만            |       | 1.5  |
|           |  |                                 | 8,000 이상~16,000 미만  |       | 2.5  |
|           |  |                                 | 16,000 이상~32,000 미만 |       | 5.0  |
|           |  |                                 | 32,000 이상~64,000 미만 |       | 7.5  |
|           |  |                                 | 64,000이상~128,000미만  |       | 10.0 |
|           |  |                                 | 128,000이상~256,000미만 |       | 12.5 |
|           |  |                                 | 256,000이상           |       | 15.0 |
| 터널<br>특성  | 표고차<br>및<br>경사도                            | 입출구<br>표고차(m)                   | 10 미만               |       | 0.5  |
|           |  |                                 | 10 이상~20 미만         |       | 1.0  |
|           |  |                                 | 20 이상~30 미만         |       | 1.5  |
|           |  | 진입부<br>경사도(%)                   | 30 이상               |       | 2.0  |
|           |  |                                 | 3.0 미만              |       | 0.5  |
|           |  |                                 | 3.0 이상              |       | 1.0  |
|           | 터널높이(m)                                    |                                 | 7.5 이상              |       | 1.0  |
|           |  |                                 | 5.0 이상~7.5 미만       |       | 2.0  |
|           |  |                                 | 5.0 미만              |       | 3.0  |
|           | 터널곡선반경(m)                                  |                                 | 1,800m 이상           |       | 0.5  |
| 1,800m 미만 |  |                                 | 1.0                 |       |      |
| 대형<br>차량  | 위험물<br>수송<br>관련                            | 대형차<br>혼입률<br>(%)               | 10 미만               |       | 0.5  |
|           |  |                                 | 10 이상~17.5 미만       |       | 1.0  |
|           |  |                                 | 17.5 이상~25 미만       |       | 1.5  |
|           |  |                                 | 25이상~32.5미만         |       | 2.0  |
|           |  |                                 | 32.5이상~47.5미만       |       | 2.5  |
|           |  |                                 | 47.5이상              |       | 3.0  |
|           |  | 대형차<br>주행거리계<br>(대·km/tube·day) | 500 미만              |       | 0.5  |
|           |  |                                 | 500 이상~1,000 미만     |       | 1    |
|           |  |                                 | 1,000 이상~2,500 미만   |       | 2    |
|           |  |                                 | 2,500 이상~5,000 미만   |       | 4    |
|           | 5000이상~7,500미만                             |                                 | 6                   |       |      |
|           | 7,500이상~10,000미만                           |                                 | 8                   |       |      |
|           | 10,000이상                                   |                                 | 10                  |       |      |
|           | 감시시스템                                      |                                 | 있음                  | 0     |      |
|           |  |                                 | 없음                  | 1     |      |
| 유도시스템     |  | 있음                              | 0                   |       |      |
|           |  | 없음                              | 1                   |       |      |
| 정체<br>정도  | 서비스 수준                                     |                                 | LOS A~LOSC          |       | 1    |
|           |  |                                 | LOS D               |       | 2    |
|           |  |                                 | LOS E~LOS F         |       | 3    |
|           |  |                                 | 대면통행                |       | 3    |
|           | 터널 내 합류/분류                                 |                                 | 없음                  |       | 0    |
|           |  |                                 | 있음                  |       | 2    |
|           | 교차로/신호등/TG 등                               |                                 | 없음                  |       | 0    |
| 있음        |  |                                 | 2                   |       |      |
| 통행<br>방식  | 구분   |                                 | 시설                  |       | -    |
|           |  |                                 | 갓길(길어깨)             | 충분대   |      |
|           | 일방통행                                       |                                 | ○                   | -     | 1    |
|           |  |                                 | ×                   | -     | 2    |
|           | 대면통행                                       |                                 | ○                   | 삭제    | 4    |
|           |  |                                 | ×                   | 삭제    | 6    |
|           |  |                                 | 삭제                  | 삭제    |      |
| 삭제        |  |                                 | 삭제                  |       |      |

**< 방재시설 설치위치 및 설치간격 >**

| 방재시설                      |                          | 설치위치와 설치방법  | 설치간격                                    |                                    |
|---------------------------|--------------------------|---|---|------------------------------------|
| 소<br>화<br>설<br>비          | 수동식 소화기                  | 일방통행터널 : 4차로 미만의 일방통행터널은 주행차로 우측 측벽, 4차로 이상의 터널은 양쪽 측벽에 설치<br>대면통행터널 : 양쪽 측벽에 교차하여 설치, 격납상자를 설치하여 내부에 2개 1조로 비치 | 50m 이내                                  |                                    |
|                           | 옥내소화전설비                  | 4차로 미만의 일방통행터널은 주행차로 우측 측벽<br>편도 2차로 미만의 대면통행터널은 한쪽 측벽<br>4차로 이상 일방통행터널 및 편도2차로 이상의 대면통행터널은 양쪽 측벽               | 50m 이내                                  |                                    |
|                           | 물분무(소화)설비                | 측벽설치(도로면 전체에 균일하게 방수되도록 한다)   | 방수구역 :<br>25m 이상,<br>3구역 동시방수           |                                    |
| 경<br>보<br>설<br>비          | 비상경보설비                   | 수동식 소화기 또는 옥내소화전함에 병설   | 50m이내                                   |                                    |
|                           | 자동화재탐지설비                 | 최적성능을 확보할 수 있는 위치   | 환기방식별<br>필요인식 범위                        |                                    |
|                           | 비상방송설비                   | 터널 측벽에 설치(교통통제 및 상환전파 목적으로 터널 입구 전방에도 설치함)  | 50m 이내                                  |                                    |
|                           | 긴급전화                     | 터널입구와 출구부, 터널 측벽과 피난대피시설(피난대피터널, 격벽분리형 피난대피통로, 비상주차대)에 설치   | 250m 이내                                 |                                    |
|                           | CCTV                     | 터널측벽설치(피난대피시설 및 터널 전구간 감시가 가능하도록 설치함)   | 터널내 :<br>200~400m간격<br>터널외부 :<br>500m이내 |                                    |
|                           | 영상유고<br>감지설비             | 터널 전구간 감시가 가능하도록 설치간격을 정함   | 100m 간격                                 |                                    |
|                           | 라디오<br>재방송설비             | 터널 전구간에서 청취 가능하도록 설치  |   |                                    |
|                           | 정<br>보<br>표<br>시<br>판    | 터널입구<br>정보표지판   | 터널 전방 500m 이내                           |                                    |
|                           |                          | 터널진입<br>차단설비  | 터널 전방 500m 이내                           |                                    |
|                           |                          | 차로이용<br>규제신호등   |   | 터널내:<br>400~500m간격<br>터널외부: 500m이내 |
| 피난<br>대피<br>설비<br>및<br>시설 | 비상조명등                    | 야간점등회로를 병용하여 설치   |   |                                    |
|                           | 유 도<br>표지등               | A   | 대피시설 부근                                 |                                    |
|                           |                          | B   | 대피시설이 설치된 측벽설치                          | 약 50m 간격                           |
|                           | 피난<br>대피<br>시설           | 피난<br>연결통로  | 쌍굴터널(차단문 설치)                            | 250~300m이내                         |
|                           |                          | 피난<br>대피터널  | 본선터널과 평행하게 설치하는 것을 원칙으로 함.              |                                    |
|                           |                          | 격벽분리형<br>피난대피통로   | 본선 터널내 측벽에 설치                           |                                    |
| 피난대피소                     |                          | 삭제  |   |                                    |
| 비상주차대                     | 주행차선 길어깨, 대면통행 터널은 양쪽 측벽 | 750m이내  |   |                                    |
| 소화<br>활동                  | 제연설비                     | 환기설비와 병용  |   |                                    |
|                           | 무선통신보조설비                 | 라디오재방송설비와 병용  |   |                                    |
| 연결<br>설비                  | 연결송수관설비                  | 송수구 터널입출구부<br>방수구 옥내소화전설비와 병설   | 50m 이내                                  |                                    |
|                           | 비상콘센트설비                  | 소화전함에 병설  | 50m 이내                                  |                                    |
| 비상<br>전원<br>설비            | 무정전전원설비                  | 시설별 설치  | 시설별                                     |                                    |
|                           | 비상발전설비                   | 별도로 구획된 실내에 설치  |   |                                    |

## 라. 수배전설비

터널 갱구부근에는 조명·환기·방재설비에 필요한 전력의 수·배전기기 및 통신시설, 자가발전설비, 급수용펌프를 넣어두기 위해 방재등급에 다른 소요의 전기실을 설비해야 한다.

전기실은 일반적으로 모든 터널에 한곳에 설치되지만 터널연속구간에서는 여러 개의 터널을 통합해서 설비될 때도 있다. 설계세부는 '기계전기통신설비표준설계도집'에 준하지만 최소규모한도 150㎡(15m×10m)는 필요하다.

또한 관리용 차량의 주차면적도 고려한다. 설치하는 터널 입구부 주행차선 쪽에 설치하는 것이 바람직하다.

## 마. 터널관리시스템 설치기준

### 1) 일반사항

- ① 터널관리시스템의 설치하는 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토해양부)에 따른다.
- ② 토목, 설비 전기 등 타분야와 긴밀히 협조하여 효율적인 터널의 유지관리가 가능하도록 설계하여야 한다.
- ③ 설계도서는 관련법규에 의한 허가, 승인에 적합하도록 작성, 제출되어야 한다.

### 2) 계획 및 설계

- ① 실시설계시 현장답사를 충분히 하여 제반규정상 건축이 가능한지 여부를 판단하여 설계에 임하여야 한다.
- ② 관리사무소는 주변환경과 조화를 이루도록 하여 평면계획시 다음사항을 고려하여 설계한다.
  - 기능별 적정한 공간 배분 및 동선 분리
  - 진동 및 소음에 대한 대책 연구
  - 양호한 조망 확보
  - 차량 진출입 동선 및 주차장 확보
  - 터널의 공동구는 건물과 연결되어야 함(각종 배관시공 및 유지보수)
  - 외부 마감재료는 주위환경과 조화를 이루며 운행차량의 공해 등 외부환경에 대하여 내구성이 우수한 것으로 설계하여야 한다.
  - 사용자재는 KS 기준에 적합한 것으로 하며, 내구성, 내수성 등이 우수하고 유지보수가 용이할 뿐만 아니라 에너지 절약형 자재를 선정, 설계를 하여야 한다.
  - 부지내 포장, 웬스, 정화조, 배수시설 등 부대시설은 관련법령에 적합하고 내구성이 있으며 주위환경과 조화되도록 설계한다.
- ③ 관리사무소는 에너지 절약을 위한 설계 및 시공이 되어야 한다.

### 3) 설계 조건 및 기준

- ① 기능실의 종류는 다음 사항을 포함한 면적을 기준으로 하되 관련분야별 설계요구 면적을 참고하여 기능유지에 적합하도록 적정면적을 확보하여야 하며 필요시 소요 시설을 추가 또는 삭제할 수 있다.

| 구          | 분                   | 비 | 고   |
|------------|---------------------|---|---|
| - 전기실, 변전실 | - 비상 발전기실           | ※ | 각 소요시설의 기능증대를 위하여 설비, 전기소요 면적에 따라 적정규모를 조정 배치 |
| - 기계실      | - 중앙제어실             |   |   |
| - 염화칼슘 창고  | - CO <sub>2</sub> 실 |   |   |
| - 대기실      | - 경유탱크실             |   |   |
| - 화장실      |                     |   |   |
|            |                     |   |   |

- ② 변전설비는 옥내배치를 원칙으로 하며, 중앙제어실에서 감시가 용이하도록 변전실은 중앙제어실과 인접하게 배치하여야 한다.
- ③ 변전실, 전기실, 염화칼슘 보관창고, 등의 외부 출입문은 전체 개폐가 가능하도록 Sliding Door 형식으로 설정하여야 한다.
- ④ 터널의 공동구와 건물 연결부에 화재, 재난 예방을 위한 출입문을 설치한다.
- ⑤ 실시설계시 현장답사를 충분히 실시하여 제반 법규상 건축이 가능한지 여부를 판단하여 설계에 임하여야 한다.

#### 바. 검사원 통로

길이 1km 이상 터널에서 터널 측벽부에 있는 차도시설 한계 이외에 보수점검 작업원의 안전성 확보를 목적으로 검사원 통로를 확보한다. 터널 안에는 환기·조명·방재에 관한 각종 설비기기들이 설치되고 기능유지를 위해서는 적정한 빈도의 보수점검 작업이 필요한데, 점검시 교통통제를 할 경우 이용자에 대한 서비스가 저하된다. 따라서 검사원 통로는 터널 양측에 설치하는 것이 이상이나, 건설비가 많이 들고 방재설비 기기 중에서 터널 양측에 설치되는 것은 조명등을 제외하면 소수이므로 피난연락경 위치를 고려하여 주행차로측에 설치한다. 설치규모는 0.75m(폭)×2.0m(높이)로 한다.

#### 사. 기타의 설비

##### 1) 터널세정수 저장조

터널 안의 세정수는 수질오염방지법의 규제대상 외이지만 현재로는 공공수역에 직접 방류한다는 것이 곤란하며 어떠한 처리가 필요하다.

오수처리시설을 터널별로 만드는 것은 비경제적이며 일시적인 저장소를 만들어 이동식 처리차로 처리하던가 다른 장소에서 처리하는 방법이 채용되고 있다. 때문에 세정을 필요로 하는 터널에는 일시적인 저장조를 만들어야 하며 그 규모는 터널 1개당 약 30m<sup>3</sup>/km의 세정수가 저장되도록 설계해야 한다.

설치위치는 갱구부근에서 저장조에서 이동식 처리차가 일시 정차할 수 있도록 배려하고 또한 공사중의 오염수 처리용 수조의 규모가 공사완료 후에 세정수의 저장조로 이용하는 것이 바람직하다. 또 일부 다단계 시공의 터널에 대해서는 장래 계획터널의 시설에 부합되도록 충분한 배려를 해야한다.

## 2) 공동구

도로기능의 보전과 원활한 도로교통을 운용하기 위해 병렬터널의 갱구에서는 전기실 및 저수조에 접속되는 전력·통신케이블, 소화전용 배수관을 연결해야 한다. 따라서 이것들의 제 설비의 수용·점검이 용이한 공동구를 만들어야 한다.

공동구는 소화전·급수전이 설치되는 쪽의 터널갱구부근이며 전기실에서 직접 연결이 되도록 설치하는 것이 바람직하다. 단, 지형상 설치가 곤란할 때나 근처에 박스 칼버트 혹은 교대가 있을 때에는 현장상황에 맞게 대처하여야 한다.

규모 및 세부설계는 ‘기계전기설비 표준설계도집’에 준하나 최소내공단면은 폭 2.16m×높이 2.35m 가 표준이다. 또 기성품의 사용은 무방하나 이때 기능성이나 경제성을 충분히 검토하고 동등 이상의 것으로 한다.

## 3) 맨홀

터널 안의 전기·통신케이블 및 배수관의 밖은 부분의 접속시설로서 전기실쪽의 갭문 직전에 맨홀을 만들어야 한다.

맨홀은 최대급으로서 15m<sup>2</sup>의 굴착범위가 되므로 사전에 갭문에 접하는 절토비탈면, 옹벽과의 정합을 충분히 하여야 한다.

# 18. 터널내장재

## 가. 적 용

- 1) 터널내장에는 타일붙임, 패널붙임, 도장 등이 있다.
- 2) 현재 국내에서 적용하고 있는 터널내장 설계는 주로 타일붙임과 내오염도장으로 하고 있으며, 이외의 방법으로 터널내장을 마무리할 경우에는 관련자료를 충분히 검토하여야 한다.

## 나. 설치기준

- 1) 통상적인 터널의 경우 일반내장을 설치하고 갱구부근의 도로소음을 낮추어야 할 터널에는 흡음내장을 설치할 필요가 있다.
- 2) 터널내 상부도장은 내오염성, 내식성, 내후성 등이 미흡한 경우 도장효과 반감, 유지관리 어려움 및 미관 저해요인이 될 수 있어 적용하지 않는다.
- 3) 터널 내장의 목적은 다음과 같다.
  - ① 조명효과를 향상시키고 전방차선이나 장애물의 배경이 되며, 운전자의 인지성을 향상시키는 등 터널내 시선유도 효과와 시각환경을 높임.

- ② 라이닝면의 마무리처리 문제, 누수·배관·배선 등을 은폐시켜 벽면의 미관을 정비함.
- ③ 터널벽면의 요철을 균일하게하여 운전자 및 보행자의 안전성·쾌적성을 높임.
- ④ 터널내 조명을 균등하게 반사시켜 조명의 효과를 극대화시킴.
- ⑤ 흡음재를 사용하여 터널내 및 갭구부근의 도로소음을 흡수함.

4) 내장재 설치높이

| 터널연장               | 설치높이 | 비고 |
|--------------------|------|----|
| 300m 이상~ 1,000m 미만 | 2.0m |    |
| 1,000m 이상          | 3.0m |    |

주 1) 검사원 통로 설치시 검사원 통로 상단 20cm, 일반구간의 공동구 상단 20cm는 터널 청소차량의 청소 가능범위를 고려하여 타일을 부착하지 않음.

**다. 내장이 구비할 조건**

- 1) 터널의 일반내장 및 흡음내장은 아래의 조건을 갖추는 것이 바람직하다.
- ① 내장설치 폭은 터널단면의 감소를 최소화하여 좁은 범위에 시공할 수 있을 것
  - ② 내장표면의 반사율은 장기적으로 양호할 것
  - ③ 내장표면은 매연 등의 오염물이 부착되지 않고 또한 부착된 오염물은 물로 청소하기 쉬울 것
  - ④ 내장은 구조상 어느 정도 이상의 강도와 내식성 및 내후성을 가지고 있고, 미관이 양호할 것
  - ⑤ 화재시 내화성이 우수하여 유해가스가 발생하지 않을 것
  - ⑥ 흡음내장은 흡음율이 높을 것
  - ⑦ 경제적인 시공 및 유지보수가 용이할 것
  - ⑧ 내장면에 자동차 접촉시 내장구조의 파괴에 의해 2차적인 재해를 일으킬 염려가 적은 것이어야 한다.
  - ⑨ 동결융해에 의한 재질변화가 적을 것.

**라. 일반내장**

- 1) 타일내장
- ① 타일의 재질은 KS L 1001에 규정한 규격품과 동등한 제품의 자기질 외장타일이어야 한다.
  - ② 타일의 색상은 순백색(백색도 : W10) 이어야 한다.
- 2) 판내장
- ① 내장판의 표면 반사율은 60% 이상으로 하고 페인트의 색은 표준색으로 한다.
  - ② 내장판의 도료는 무기질 도료를 표준으로 한다.
  - ③ 내장판은 불연재료로 한다.

④ 내장판의 휨과괴 하중과 바닥 간격

| 내장판의 종류 | 바닥 간격    |          |
|---------|----------|----------|
|         | 60~70cm  | 70~75cm  |
| 석면시멘트판계 | 45kgf 이상 | 45kgf 이상 |
| 금속판계    | 25kgf 이상 | 30kgf 이상 |

마. 흡음내장

- 1) 흡음내장을 설치할 때는 갱구의 소음을 충분히 줄일 수 있도록 내장재료의 구조를 선정해야 한다.
- 2) 흡음내장의 경우에도 그 재료의 내화성, 내구성에 대해서는 일반내장 기준에 준하는 것 이어야하며, 이외에 조명효과가 양호하고 청소하기 쉬운 재료를 사용한다.

바. 도료내장

- 1) 내오염 도장
  - ① 터널 내장기법의 다변화 및 경제성, 시공성, 유지관리(청소) 향상을 도모하기 위하여 내오염 도장을 고려한다.
  - ② 내오염 도장은 발수성 도장보다는 친수성 도장이 오염물질이 부착이 어렵다는 발상에서 개발된 도장이다.
  - ③ 내오염 도장은 다음의 도장재 종류에서 품질기준을 만족하는 재료를 사용한다.
- 2) 내오염 도장재의 종류
  - ① 폴리우레탄계
  - ② 불소수지계
  - ③ 세라믹계
- 3) 다음의 도장 재료는 외국의 적용 사례등을 참고하여 시험시공등을 통한 성능 검증 후 적용 여부를 결정한다.
  - ① 에폭시 수지계
  - ② 미네랄 도장
- 4) 터널 내장재는 터널이 설치되는 지역의 문화특성, 현장여건 등을 고려하여 도장 또는 타일을 선택하여 적용 할 수 있다.
- 5) 터널 입·출구부 50m 구간의 상부도장은 최근 시공되고 있는 콘크리트라이닝 표면의 마감상태가 양호하므로 별도의 도장을 실시하지 않는다.
- 6) 내오염 도장의 디자인은 5가지 시험시공된 사례를 참조하여 개선 적용하며 본 사례 외에도 현장 여건을 감안하여 다양한 디자인을 적용하도록 한다.
- 7) 내오염 도장재료의 페인트 성분에 대한 품질 기준은 적용하지 않으며 확산 반사율 값은 80을 적용한다.

- 8) 디자인을 도입한 경우 디자인 비용 색도에 따라 작업 난이도를 고려하여 디자인 면적만큼 별도의 단가를 고려한다.
- 9) 터널의 내구성 증진을 위하여 입·출구부 라이닝 콘크리트에 우수침투 방지용 물끊기(면목, Notch)를 시공한다.
- 10) 지역적 기후조건에 따라 제설제 사용에 따른 내장재의 내구성이 확보될 필요성이 있는 경우 검토하도록 한다.
- 11) 터널연장이 300m 이하의 터널에는 내장재를 사용하지 아니함을 원칙으로 한다.

## 19. 터널 입·출구부 회차로 시설

### 가. 일반사항

터널의 유지관리나 비상시에 한개 터널의 통행을 제한하거나 터널 구조 및 시설한계를 초과하여 터널 통행을 제한할 경우를 위해 터널 입·출구부에 회차로를 설치할 수 있으며, 이는 도로의 구조 및 시설기준에 합당하도록 검토한 후 적용하여야 한다.

### 나. 회차대상 기준

- 1) 관련법 규정 : 「도로법 제54조, 동시행령 제28조의 3」
  - ① 축하중이 10톤을 초과하거나 총중량이 40톤을 초과하는 차량
  - ② 차량 제원이 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 제4조의 차량의 폭원이 2.5m, 높이 4.0m, 길이 16.7m를 초과하는 차량
  - ③ 발주청이 특히 도로구조의 보전과 통행의 안전에 지장이 있다고 인정되는 차량

### 다. 설치기준

- 1) 1개 터널부에서만 선형이 분리되는 경우
  - : 중분대 개구부 연장 : 80~120m 적용
- 2) 터널과 터널, 터널과 장대교량의 연속으로 선형 분리구간이 긴 경우
  - : 개구부 연장 : 140~160m 적용

## 20. 터널 입·출구부 도로 결빙방지 설비 시설

### 가. 설치목적

- 1) 겨울철 도로면 결빙을 방지하여 안전운행을 도모
- 2) 터널 입·출구부는 응달이 많고 터널풍의 영향으로 노면결빙에 대한 예방책 강구

**나. 설비조건**

- 1) 도로결빙의 효과적인 예방책 강구
- 2) 유지관리 및 경제성 고려하여 설치 및 가동 실적이 있고 성능이 입증된 설비 검토
- 3) 터널 입·출구부는 각기 등에 의한 그늘이 생겨 결빙이 지속되는 경향이 있음
- 4) 따라서 운행차량의 미끄럼 방지 안전운행으로 사고예방을 위해 도로결빙 방지시설을 적용함.

**다. 도로결빙 방지설비**

제빙액 분사방식, 발열콘크리트 포설방식, 케노피 설치 방법, 그루빙시공 등이 있으며, 현장 지형 및 기후조건과 그늘의 발생빈도를 고려하여 발주처와 협의하여야 한다.

**21. 터널 비상대피시설**

터널에서 화재시 터널 이용자의 대피를 위한 시설로 피난연락갱, 피난갱, 격벽분리형 피난대피통로, 비상주차대 등을 말하며 이들의 설치지침 및 설치사양은 도로터널 방재시설 설치지침(국토해양부)과 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(국토해양부)에 따른다.

**가. 피난연결통로 지보패턴 적용방안**

| 구 분     | 대인용피난연결통로  |     |        |       | 차량용피난연결통로  |     |        |       |
|---------|------------|-----|--------|-------|------------|-----|--------|-------|
|         | 지보패턴-1     |     | 지보패턴-2 |       | 지보패턴-1     |     | 지보패턴-2 |       |
|         | 일반부        | 접속부 | 일반부    | 접속부   | 일반부        | 접속부 | 일반부    | 접속부   |
| 암반등급    | I, II, III |     | IV     |       | I, II, III |     | IV     |       |
| RMR     | 41이상       |     | 40~21  |       | 41이상       |     | 40~21  |       |
| Q-value | 4이상        | 1이상 | 4~1    | 0.3~1 | 4이상        | 1이상 | 4~1    | 0.3~1 |

**나. 피난연결통로 본선 접속부 보강범위**

| 구 분      | 2차로 터널   | 3.4차로 터널  |
|----------|--|-----------|
| 본선구간     | 피난연결통로 접속부 중심에서 양쪽으로 10m 씩                       | 비상주차대 전단면 |
| 피난연결통로구간 | - 대인용 : 본선 접속단부에서 4m 씩<br>- 차량용 : 본선 접속단부에서 6m 씩 |           |

#### 다. 피난 연결통로 접속부 본선라이닝 철근 보강범위

- 대인용 : 9m 보강
- 차량용 : 18m 보강
- RP-1 구간은 접속부만 보강(철근길이에 맞춰 h=8m 보강)

## 22. 오폐수 처리 및 시설

가. 자동차가 통행하는 도로의 터널 청소시 발생하는 청소수(폐수)가 일정량(수질환경보전법 시행규칙 별표3 “141. 위의 모든 분류에 속하지 아니하는 시설” 및 비고1의 각호 참조) 이상을 초과하여 발생하는 경우에는 폐수배출시설에 해당하므로 설치하기 전에 폐수배출시설로 설치허가를 받거나 설치신고를 하여야 한다.

나. 또한 동법 제11조의 규정에 의하여 당해 시설에서 배출되는 오염물질을 배출허용기준 이내로 처리하기 위한 수질오염 방지시설을 설치하여야 함.

다. 다만, 동법시행령 제4조에 해당되는 경우에는 방지시설의 설치를 면제받는 것으로 허가를 받거나 신고를 하면 될 것이며 위탁 처리코자 하는 경우에는 동법 제43조의 규정에 의하여 폐수처리업으로 등록 받은 자에게 위탁처리 할 수 있다

라. 공사중 처리방법

일평균 오폐수 발생유량을 처리할 수 있는 시설을 설치하여 적절한 처리공정을 거쳐 방류 및 농축, 탈수 후 건설폐기물법에 의해 슬러지를 처리해야 한다.

마. 청소시 처리방법

청소시 발생된 오폐수는 터널 입·출구부에 집수정을 설치하거나 이동식 자가처리 장치에 펌핑하여 오폐수처리업을 등록 받은 자에게 위탁처리 한다.

## 23. 터널 입·출구부 조경 시설

분리차선의 경우에는 터널 입·출구부에 주변지형과 조화를 이루며 운전자에게 안정감을 줄 수 있도록 설계시 발주처와 협의하여 식생공을 시행한다.

다만, 태풍으로 인한 피해를 최소화하기 위하여 교목의 설치는 지양한다.

## 24. 굴착

가. 굴착방법

- 1) 굴착방법에는 인력굴착, 기계굴착, 발파굴착, 파쇄굴착 등이 있으며 굴착방법의 선정시 원지반이 본래 가지고 있는 지지능력을 최대한 보존할 수 있으며 안정성, 경제성 및 시

공성이 우수한 굴착방법을 채택하여야 한다.

- 2) 인력굴착은 착암기, 소형브레이커 등 간단한 굴착도구를 사용하여 굴착하는 방법으로 자립시간이 짧은 토사지반 및 진동영향을 크게 받는 지반을 소규모로 분할 굴착하고 조기에 지보재를 설치하여야 하는 경우에 적용할 수 있다.
- 3) 기계굴착은 쇼벨, 브레이커, 로드헤드 등 중장비 혹은 TBM등 터널굴진 장비를 사용하여 굴착하는 방법으로 중장비에 의한 기계굴착은 절리가 심하게 발달한 파쇄암이나 풍화암 등에서 지반이완을 최소화하고 여굴을 억제하는 데 적용할 수 있다.
- 4) 발파굴착은 가장 일반적인 암반굴착방법으로 경제성과 시공성은 양호하나 진동과 소음 등이 수반되기 때문에 지반 조건 또는 주변 여건에 따라서 적용 여부를 결정하여야 한다.["도로공사 노천발파 설계.시공 지침(건설교통부,2006.12)"참조]
- 5) 파쇄굴착은 암을 파쇄굴착하는 방법으로서 인력굴착방법을 적용할 수 없는 견고한 암반에서 기계 또는 저진동 발파굴착을 채택하기 어려운 경우나, 진동과 소음을 최소화할 필요가 있는 경우에 적용하여야 한다.

#### 나. 굴착공법

| 굴착공법             |            | 정의                  | 비고                       |  |
|------------------|------------|---------------------|--------------------------|--|
| 전단면굴착            |            | 전단면을 1회 굴착          |                          |  |
| 분<br>할<br>굴<br>착 | 수평분<br>할굴착 | 롱벤치                 | 벤치길이 : 3D 이상<br>D:터널의 직경 |  |
|                  |            | 쇼트벤치                | 벤치길이 : 1D-3D             |  |
|                  |            | 미니벤치                | 벤치길이 : 1D 미만             |  |
|                  |            | 다단벤치                | 벤치길이 : 3개 이상             |  |
|                  | 연직분할굴착     |                     | 연직방향으로 분할굴착              |  |
|                  | 선진도갱굴착     |                     | 단면의 일부분을 먼저 굴착           |  |
| 가인버트굴착           |            | 벤치 상부에 슛크리트 타설 후 굴착 | 스�크리트로 가인버트 형성           |  |

## 25. 계측

계측은 일상적인 시공관리를 위한 일상계측과 지반거동의 정밀분석을 위한 정밀계측으로 구분하여 계획을 수립하여야 한다.

#### 가. 일상계측

- 1) 일상계측인 일상적인 시공관리상 반드시 실시하여야 할 항목으로, 터널 내 관찰조사, 내공변위 측정, 천단침하측정 등을 포함하며, 토피가 얇은 도심지에서는 지표침하 측정을 일상계측에 추가할 수 있다.
- 2) 내공변위 및 천단침하 측정시 측정단면은 20m 간격을 표준으로, 갱구부 50m 구간과 토피가 터널직경의 2배 이하인 구간은 10m 간격을 표준으로 함을 원칙으로 한다.

## 나. 정밀계측

- 1) 상세관찰을 목적으로 일상계측에 추가하여 지중변위 측정, 록볼트 축력 측정, 숏크리트 응력 측정, 강지보응력 측정, 지중침하 측정 등을 포함할 수 있으며, 측선 간격은 500m 간격으로 배치하는 것을 표준으로 한다.
- 2) 파쇄대, 습곡, 단층, 탄층 등의 연약지반이 예상되거나 정밀계측이 필요한 구간에는 가급적 터널의 3차원적 거동 파악이 가능한 계측기법을 도입하여야 하며, 필요 시 물리탐사나 선진수평보링을 함께 수행하여 계측결과의 신뢰도를 향상시켜야 한다.

## 다. 유지관리계측

- 1) 유지관리계측의 위치는 구조물의 구조적, 재료적 취약부나 큰 외력 및 내부응력 변화가 예상되는 곳, 또는 지장물이 근접하여 있거나 주변지반이 열악한 구간 등을 사전에 조사, 분석하여 선정하는 것이 바람직하나 유지관리 터널의 길이가 500m를 넘는 경우는 이러한 문제구간 외에 일반구간도 계측에 포함시켜 계측을 수행하여 터널의 전체적인 안전성을 관리해 나가는 것이 바람직하다.

## 26. 터널내 포장

- 1) 터널내 포장은 시멘트콘크리트 포장을 원칙으로 하나, 터널연장이 500m 이하로 짧은 경우에는 지역여건과 시공성을 고려하여 터널 전후 구간의 포장형식을 동일하게 적용하여도 된다.
- 2) 콘크리트 포장은 콘크리트 슬래브 표층과 하부층에 시멘트 안정처리 필터층, 필터층을 적용할 수 있다. 아스팔트 포장은 아스팔트 혼합물로 이루어진 표층과 기층을 본선과 동일하게 시공하며, 하부층에 필터층을 적용한다.
- 3) 터널내 포장의 단면설계시 콘크리트 포장의 경우, 슬래브의 두께는 본선포장과 동일하게 적용한다. 아스팔트 포장의 경우, 아스팔트 혼합물층의 두께는 본선포장과 동일하게 적용하며 보조기층대신 투수를 위한 필터층을 설치한다.
- 4) 터널 굴착시 여굴에 따른 노상의 요철은 빈배합콘크리트, 시멘트 안정처리 필터층 등으로 보정한다.
- 5) 터널내 포장의 동상방지층 설치는 갱구 입구부로부터 50m까지 설치하고, 출구부는 기후환경 여건을 고려하여 동상방지층을 설치하지 않을 수 있다. 단, 상하행이 분리되지 않은 터널의 경우 양쪽 갱구부 모두 동상방지층을 설치한다.
- 6) 터널 입출구부에서 일조량이 적어 결빙 등이 발생하는 경우는 보완대책을 검토하여야 한다.

- 7) 터널내 노상에서 침투한 용수를 배수하기 위한 필터층의 설치가 요구되며, 필터층의 입도는 다음을 만족하여야 한다. 필터층의 다짐은 최대건조밀도의 95%이상 다짐을 해야 한다.

| 호칭치수(mm) | 체통과중량 백분율(%) |
|----------|--------------|
| 50       | 100          |
| 40       | 80~100       |
| 20       | 50~80        |
| 5        | 15~45        |
| 2.5      | 5~30         |
| 0.6      | 0~15         |

- 8) 터널내 용출수에 의해 필터층의 팽팽과 침식을 방지할 목적으로 시멘트 안정처리 필터층을 사용하며, 시멘트 안정처리 필터층의 일축압축강도는 5MPa 이상이어야 하고, 배합설계방법은 도로공사 표준시방서상의 린콘크리트기층과 동일하게 적용한다.

## 27. 터널안정성 해석

### 가. 해석 일반

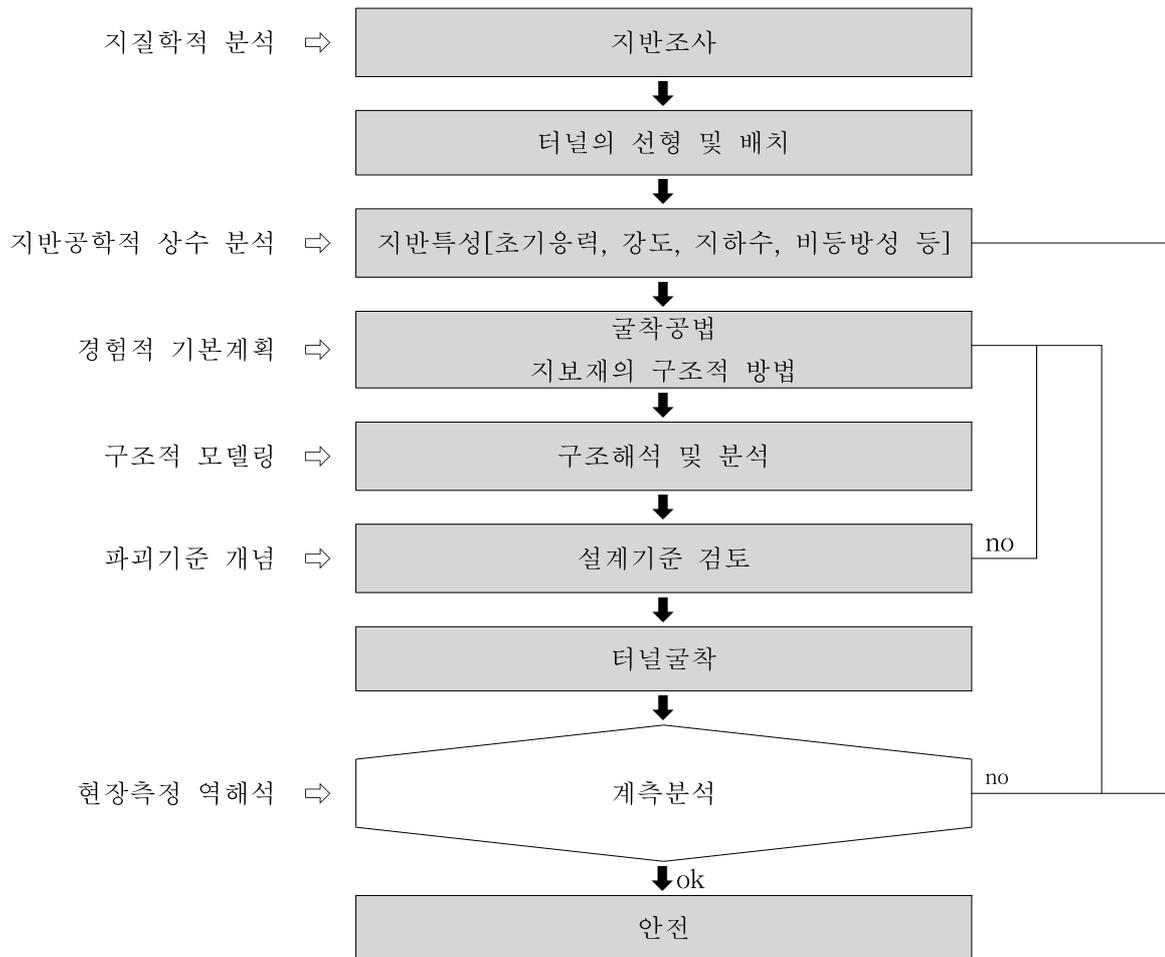
- 1) 터널 해석시 지반조건, 지하수조건, 터널의 형상, 시공방법 및 터널 주변지반의 지보능력을 고려하며, 해석기법은 2차원 해석이나 3차원 해석을 채택한다.
- 2) 2차원 해석을 실시할 경우에는 터널 굴착에 의한 3차원적 지반거동을 반영할 수 있는 방법으로 수행한다.
- 3) 터널의 분기구, 환기구 및 수직구와의 접합부 등 2차원적으로 표현하기 어려운 경우에는 3차원 해석을 수행한다.
- 4) 터널해석은 본 해석에 들어가기 전, 많은 양의 입력정보들이 준비되어야 한다. 또한 해석결과도 준비되는 입력정보의 질에 따라 좌우되므로 양질의 입력자료 준비에 만전을 기한다.

### 나. 터널 해석의 역할 및 활용개념

- 1) 터널해석의 주요 역할은 설계된 구조물의 안전성을 평가하며, 현장계측치의 분석에 활용되어 시공 중 터널구조물의 안전성을 평가하는 것이다.
- 2) 터널 수치해석은 다양한 매개변수 연구를 통해 터널의 초기 기본설계 안을 수립하는데 활용될 수 있으며, 시공단계에서도 많은 좋은 정보를 제공한다.
- 3) 터널 수치해석은 복잡하고 불확실한 지반특성에 기인하여 제한된 지반조사 및 실내시험에서 도출된 지반정수를 이용하므로 터널 거동을 정확히 예측하기는 불가능하다. 따

라서, 설계단계에서는 수치해석을 정성적으로 활용하는 것이 합리적이다. 사전 지반조사 및 실험치를 통해 얻어진 지반정수는 과거의 현장자료 등과 연계하여 설계현장의 대표 지반물성치를 결정하는데 사용한다. 사전에 실내모형실험 등이 수행되었다면 역해석을 통해 대표 지반물성치를 산정하는 것도 올바른 수치해석 적용방향이다.

4) 시공단계에서는 실시간으로 얻어지는 계측결과와 연계하여 수치해석적 역해석을 수행하고 해석구간의 대표 지반정수를 재평가하여 수치해석에 반영하는 것이 올바른 적용방향이다. 물론 시공상에서 수행된 추가 지반조사 결과는 대표 지반정수 결정에 반영된다.



<터널설계 과정 흐름도>

#### 다. 수치해석 기법

1) 컴퓨터 및 수치해석 기법의 발달로 수치 실험적인 기법이 터널 설계에 도입되고 있으며, 특히 유한요소해석 기법이 발달함에 종래의 이론해(closed form solution)로 해결할 수 없었던 매우 복잡한 해석조건에 대한 해석이 가능하게 되었다. 또한, 탄소성 모델, 점탄성 모델 등 보다 진보된 지반 구성 모델의 개발과 함께 매우 복잡한 경계조건 뿐만 아니라 지반의 이방성(anisotropy), 불균질성(heterogeneity), 비선형성(non-linearity),

불연속성(discontinuity)등 재료 특성에 대한 해석도 가능하다. 아울러 시공과정에 대한 모사(simulation)도 가능하기 때문에 종래에는 예측이 불가능했던 터널의 거동특성도 예측이 가능하다는 이점이 있다.

- 2) 일반적으로 터널 해석에 적용되는 수치해석 기법은 크게 연속체 해석과 불연속체 해석 두가지로 나뉘며, 대표적으로 유한요소법(finite element method), 유한차분법(finite difference method), 경계요소법(boundary element method)등이 연속체 해석에 개별요소법(distinct element method)등이 불연속체 해석기법에 속한다.

## 라. 터널 안정성 해석

### 1) 해석절차

- ① 해석은 사전조사, 모형화, 수학적 계산, 결과 출력 및 종합평가 순으로 진행되는 것을 원칙으로 한다.
- ② 해석순서
  - 사전조사 : 지반 및 지하수위 조사, 터널설계단면, 시공단계, 굴착공법, 표준지보패턴 등의 자료수집
  - 모형화 : 지반과 지보재의 특성, 해석영역, 크기 및 순서, 경계조건, 구성모델 등의 결정
  - 수학적 계산 수행
  - 결과 출력 : 지반 및 지보재의 변위, 응력, 및 변형률 등의 수치 또는 분포도, 소성영역 등의 출력
  - 종합평가 : 터널의 내공변위 및 지보재의 부재력에 근거한 터널안정성 평가 및 주변 구조물의 거동 평가

### 2) 해석입력자료

- ① 해석에 필요한 입력자료는 지반특성치, 지반의 초기응력, 지하수위, 지보재특성치, 사용되는 보조공법의 특성치 등이다.
- ② 지반특성치는 터널거동을 나타낼 수 있어야 한다.
- ③ 지반의 초기응력은 터널거동에 큰 영향을 미치므로 현장에서 측정된 값, 경험식 또는 추정식으로부터 산정하여야 한다.
- ④ 보조공법 중 지반보강을 목적으로 주입한 경우에는 보강된 지반특성치가 필요하다.
- ⑤ 기계적 보강을 실시한 경우에는 각각의 재료를 지보재로 보고, 지보재의 특성치를 입력하거나, 보강지반으로 환산하여 보강된 지반특성치를 사용하여야 한다.

### 3) 하중

- ① 해석에 사용되는 하중의 종류

- 지반의 초기응력과 지하수위에 의한 수압
- 필요시 관련 외부하중을 고려할 수 있다.

② 하중 선정시 고려사항

- 원지반의 초기응력은 지반의 단위중량, 터널심도, 측압계수 등을 고려하여 결정하여야 한다.
- 수압은 지하수위를 고려하여 결정하여야 한다.
- 비배수형 터널의 경우에는 지하수위를 고정하여 정수압으로 한다.
- 배수형 터널의 경우에는 지하수위의 변화를 고려하여 수압을 정하여야 한다.
- 터널 상부에 구조물이나 도로 및 철도의 교통하중이 작용하는 경우에는 외부하중으로 고려하여야 한다.
- 지형 및 지반조건 등의 이유로 터널에 편압이 작용할 우려가 있는 경우에는 편압의 영향을 고려하여야 한다.
- 갱구부에 대하여는 지역적 특성, 터널 상부의 지층두께, 지형, 지반조건 등에 따라 지진의 영향이 예상되는 경우에는 이의 영향을 설계에 반영하여야 한다.
- 장기간에 걸쳐 시간 의존적인 지반의 크리프(creep)현상이 예상되는 경우에는 크리프하중을 고려하여야 하며, 일시적인 지보인 경우에는 이를 고려하지 않아도 된다.

4) 해석방법

- ① 수치해석적 방법, 이론해를 이용하는 방법, 경험적 방법 등이 있으므로 필요에 따라 적절한 방법을 선택하여 사용하여야 한다.

② 수치해석적 방법을 이용할 경우

- 공학적으로 공인되어 널리 사용되고 있는 방법이다.
- 대상 지반 및 설계 조건들을 적절히 모사할 수 있다.
- 지반의 거동을 적절히 해석할 수 있는 기능을 보유한 해석 프로그램을 이용하여야 한다.

③ 이론해를 이용하는 방법

- 계산이 간편하여 시간을 절약할 수 있다.
- 한정된 가정 조건하에서만 해석이 가능한 단점이 있다.
- 수치해석, 계측결과 등의 설계, 시공사례의 분석을 통하여 유사한 결과를 보일 경우에 한하여 사용하는 것을 원칙으로 한다.

5) 해석결과의 평가

- ① 해석결과는 다음과 같은 적절한 평가를 거쳐 설계에 반영하여야 한다.

- 터널의 안정성 평가
  - 유사터널의 계측 결과와 검증 평가
  - 인접 구조물과 상호 영향 평가
- ② 터널은 굴착 단계별로 터널주변의 지반 및 지보재에 대한 응력, 변위발생 소성영역 등을 검토하여 구조적인 안정성을 평가하여야 한다.
  - ③ 해석결과는 유사터널의 응력 및 내공변위, 지표침하, 지중변위 등의 계측 결과와 비교·검증하여 평가하여야 한다.
  - ④ 터널굴착의 영향범위 내에 위치한 인접 구조물에 대하여는 영향 정도와 상호 안전성을 평가하여야 한다.

#### 마. 터널의 내진해석

##### 1) 기본방향

- ① 굴착하여 시공하는 터널은 터널구조물 전체가 견고한 지반에 둘러싸여 있어 지진에 대한 영향을 적게 받는다.
- ② 비개착 터널에 대해서는 내진설계를 수행하지 않는 것을 원칙으로 한다.

##### 2) 내진설계 대상 구조물

- ① 개착하여 시공하는 개착부
- ② 토피가 적고 지반이 연약하거나 편토압이 발생하는 갱구부
- ③ 단층대 등 활동성 지각운동이 예상되는 터널부

##### 3) 내진해석방법

- ① 터널에 대한 내진설계 방법은 응답변위법을 우선으로 하고 필요에 따라 동적 해석법을 수행한다.
- ② 터널은 내공부를 포함한 단위체적중량이 주변지반의 단위체적중량에 비교하여 일반적으로 가벼우므로 주변지반에 발생하는 변위, 변형 등이 중요하게 되어 응답변위법을 적용한다.
- ③ 다만 구조물 형상 및 지형지질의 급변화로 지진시 지반의 거동이 복잡한 경우는 구조물 및 주변지반을 모델링하여 해석하는 동적해석법을 적용한다.
- ④ 내진해석을 위한 지반운동은 지형 및 지반조건과 공간적 변화특성(터널의 길이 방향과 횡방향의 지반운동 영향)을 고려해야 한다.
- ⑤ 내진검토를 위하여 필요한 경우 동적지반정수 산정을 위하여 설계목적에 부합 되도록 실내시험이나 물리검층 등을 시행하도록 한다.

## 2.07 포장공

## 1. 포장의 종류

포장은 아스팔트 콘크리트 포장과 시멘트 콘크리트 포장공법으로 구분하여 계획 노선의 지반 및 지형조건, 교통특성, 경제성(유지관리비 포함), 시공성, 환경조건, 기상조건, 재료 구득여건 등을 종합적으로 고려하여 공법을 선정한다.

### 1) 아스팔트 콘크리트 포장

골재를 역청재료(Bituminous Material)로 결합하여 만든 표층 및 중간층을 가진 포장을 말하며 일반적으로 표층, 기층 및 보조기층으로 이루어진다. 아스팔트 콘크리트 포장에서는 하중 재하에 의해서 생기는 응력이 포장을 구성하는 각층에 분포되어 하층으로 갈수록 점차 넓은 면적에 분산시키므로 각층 구성과 두께는 역학적 균형을 유지하여 교통하중에 충분히 견딜 수 있어야 한다. 포장의 역학적 거동 특성에 의해서 가요성 포장이라 한다.

### 2) 시멘트 콘크리트 포장

강성포장(Rigid Pavement)의 대표적인 형식으로서 시멘트 콘크리트 슬래브가 교통하중으로 인한 전단이나 휨에 저항하여 그 슬래브 작용으로 하중을 기초에 넓게 전달한다.

일반적으로 표층, 중간층 및 동상방지층으로 구성되어 있고 표층은 시멘트 콘크리트 슬래브층을 말하나 그 위에 아스팔트 콘크리트 마모층을 둘 수도 있으며, 중간층(린 콘크리트)의 역할은 슬래브에 균등한 지지력을 주고 투수층으로 부터 동상현상을 방지하고 시멘트 콘크리트 슬래브를 타설하기 위한 안전한 작업공간을 조성하는데 있다.

## 2. 포장형식 선정기준

일반적으로 포장형식은 주어진 환경, 교통, 토질조건등에 따라 여러가지 형태로 생각할 수 있으나 어떤 절대적인 판단기준은 없다. 대체로 경제성, 시공성, 유지관리비, 유지관리의 난이정도, 지하 매설물의 여부 등에 따라 결정할 것이다.

그러나, 각 포장공법이 상대적인 특성을 갖고 있어 모든 요소를 비교적 측면에서 평가하여 정량화 시키는 작업이 매우 어려우므로 일반적으로 교통특성, 경제성, 시공성 등 기술적인 사항과 정책적인 사항을 동시에 고려하여 선정하게 된다.

### 가. 환경 및 교통량(Environment and Traffic)

최근 자동차의 증가와 함께 국민생활에 미치는 대기오염, 소음, 진동 등 환경적 요소의 중요성이 증대되고 있는바, 도로의 구조에 기인한 사고발생의 지배적 요인인 비포장 도로의 포장, 노면의 평탄성 확보, 구조물 주변의 단차개선, 주거지역에 대한 방음벽 설치

등 세심한 배려가 필요하다. 특히 중차량의 교통량 증가가 예상되는 구간의 포장구조는 특별한 유지관리가 필요없고, 공용기간이 긴 포장형식을 택함이 유리하다.

#### 나. 토질 특성

포장구조의 노상을 형성하는 자연토의 하중 전달능력은 포장의 공용성에 영향을 줄 수 있다. 이는 자연토의 물성이 한정된 지역에서도 균일하지 않을 수 있으며, 기후의 영향에 민감할 수 있기 때문인데, 자연토의 물성은 탄성계수로 평가하는 것이 바람직하며, 그 변화폭이 크고 침하의 우려 및 체적변화가 예상될 경우에는 단계 건설을 고려한다.

그리고, 가요성 포장은 연약지반에 대한 적용성이 양호하나 강성포장은 침하량이 크거나 부등침하 발생에 따른 조기파손이 우려되므로 충분한 검토가 필요하다.

#### 다. 기 상

기상 및 기후는 포장 표층뿐만 아니라 노상에도 영향을 미친다. 강우, 강설(얼음), 동결관입은 노상재료의 지지력에 영향을 미치며, 동결 용해 및 동결기 제설작업은 포장표층의 공용성과 유지비용에 영향을 미친다. 또한 표층은 영 흡수의 차이 또는 동결기 제설작업(장비또는 약품)으로 인한 포장손상에 저항하는 정도에 따라 제설작업의 용이성에 영향을 미친다. 따라서 특정 장소의 포장 공용성 관련 자료를 이용할 때 그 지역이 속하는 기후대 조건을 반드시 고려하여 적설 지역의 도로에는 내마성을 중시한 포장형식을 택한다.

#### 라. 시 공 성

단계 건설여부, 시공속도, 시공중 교통소통 등에 따라 적절한 포장형식을 선정한다.

#### 마. 경제성 및 유지보수

특히 포장형식을 결정할 근거가 없을 때는 공사비의 비교가 중요하다. 일차적으로 초기 투자비를 비교하고, 유지관리비 및 잔존가치를 포함한 경제성을 비교 검토하여 결정한다.

#### 바. 기타 고려사항

- 1) 계획노선 부근의 타노선에 대한 포장설계 검토
- 2) 주변의 기존 포장에 대한 검토
- 3) 골재원 등의 재료확보 및 운반로 검토
- 4) 교통안전 측면
- 5) 기술향상을 도모하기 위한 정책적인 고려
- 6) 시멘트, 아스팔트 등의 사용 및 확보에 대한 국가적인 측면 고려
- 7) 시공경험 및 장비확보

### 3. 포장계획 기준

- 1) 포장은 다음의 제 기준을 반영하여 설계한다.
  - 도로설계편람(2012.04, 국토해양부)
  - 도로포장 구조 설계 요령(2011.11, 국토해양부)
  - 도로 동상방지층 설계지침(2012.08, 국토해양부)
  - 암반구간 포장설계 지침(2012.08, 국토해양부)
  - 터널내 포장설계 지침(2005.09, 국토해양부)
  - 아스팔트포장의 소성변형 저감을 위한 지침(2005.01, 국토해양부)
  - 순환골재등 의무사용건설공사의 순환골재·순환골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용에 관한 고시(2014.09, 국토교통부)
  - 소규모(간이)콘크리트포장공사 유형별 적용단면 및 기준에 관한 연구(충청남도, 2008.11)
  - 포장하부구조 다짐관리 잠정치침(국토해양부, 2011.04)
  - 저탄소 중온 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 잠정치침(국토해양부, 2010.12)
  - 교면포장 설계 및 시공 잠정 지침(국토해양부, 2011.09)
  - 시멘트 콘크리트 포장 배합설계 지침(국토해양부, 2011.09)
  - 도로포장 통합지침(국토해양부, 2011.11)
  - 2011도로포장 구조 설계 해설서(국토해양부, 2011.11)
  - 소규모콘크리트포장의 줄눈 개선방안 (충청남도, 2017.12)
- 2) 포장용 골재는 토공량(사토 및 순성토)과 경제성, 품질 등을 종합적으로 검토하여 현장 발생암을 유용 또는 구입여부를 판단하여야 한다.
- 3) 현장발생암을 유용할 경우 품질시험을 통하여 유용여부를 판단하여야 한다.
- 4) 교통량이 많은 구간이거나, 중차량 교통량이 많은 구간에서 아스팔트 포장 재료 선정시에는 개질아스팔트 등 내유동성 아스팔트포장공법의 사용을 검토한다.
- 5) 「동상방지층 생략 및 스트리닝스 활용 기준」에 따라 보조기층 및 동상방지층 재료용 스크리닝스 품질기준에 부합되도록 보조기층 및 동상방지층용 골재 생산시 입도조정용 천연모래를 대체하여 스크리닝스를 활용토록 계획한다.
- 6) 「동상방지층 생략 및 스크리닝스 활용 기준」에 따라 2m 이상 흙쌓기구간에는 동상방지층을 생략하는 방안을 검토한다.
- 7) 암반구간의 포장단면 설계는 「암반구간 포장설계 잠정치침」을 따라 아스팔트콘크리트포장의 경우는 보조기층 및 동상방지층을 생략하고 그 대신 침투수의 배수를 위한 필터층을 계획한다. 콘크리트 포장의 경우에는 린콘크리트 기층과 동상방지층을 생략하고 그대신 시멘트안정처리 필터층을 계획한다. 필터층을 통하여 배수된 침투수는 배수량을 고려하여 필터층의 두께, 유공관, 집수구의 간격 등을 계획한다.
- 8) 교통량 및 중차량의 증가로 인하여 교면포장의 파손이 날로 증가하는 추세임을 감안하여 교면포장 설계시 「교면포장 품질관리매뉴얼」에 의거 침투수의 배수시설, 교면방수 재료 등을 계획한다.

#### 4. 포장 설계법

##### 가. 포장단면 설계법

포장층 두께 설계는 이론적인 방법으로부터 경험적, 통계적 방법에 이르기까지 많은 설계방법이 제안되고 있으며, 이전까지 국내의 포장층 두께 설계는 대부분 AASHTO 포장설계법(Interim Guide(1972, 1981), '86 개정판)을 이용해 왔다. 하지만 AASHTO 포장설계법은 여러 가지 한계점과 국내 현실을 제대로 반영하지 못하는 문제점을 가지고 있어 이를 해결하기 위해 역학적-경험적(Mechanistic-Empirical, M-E) 설계 개념을 도입하여 국내여건에 알맞은 한국형 포장설계법을 개발하였다.

한국형 포장설계법에 대한 세부적인 사항은 『도로포장 구조 설계 요령』(국토해양부, 2011. 11)을 따른다.

<한국형 포장설계법과 AASHTO 포장 설계방법의 입력변수와 차이점>

| 입력변수   | 한국형 포장설계법              |   | AASHTO 설계법       |  |
|--------|------------------------|---|------------------|--|
|        | 아스팔트                   | 콘크리트  | 아스팔트('72, '86)   | 콘크리트('81, '86)                             |
| 재료물성   | 동탄성계수 ( $E^*$ )        | 휨(R), 쪼갬(S),<br>압축강도(S)<br>탄성계수(E)<br>열팽창계수<br>건조수축계수 | 상대강도계수 ( $a_i$ ) | 콘크리트 탄성계수 ( $E_c$ )<br>콘크리트 파괴강도 ( $S_c$ ) |
| 노상재료물성 | 회복탄성계수 ( $M_R$ )       | 복합 노상반력계수   | 노상층 강도 (SSV)     | 노상반력계수 ( $k$ )                             |
| 환경조건   | 포장층 내부 온도<br>노상 함수량 변화 | 콘크리트 슬래브 온도차<br>노상 함수량 변화                             | 배수 특성계수 ( $m$ )  | 배수 특성계수 ( $m$ )                            |
| 교통     | 차종별 축하중 분포             | 차종별 축하중 분포<br>차축간 길이                                  | 등가단축하중 (ESAL)    | 등가단축하중 (ESAL)                              |

나. 설계 등급

포장의 중요도 또는 설계 교통량 및 도로의 종류(고속국도, 일반국도, 지방도 등)에 따른 설계등급이 결정되며 연평균일교통량(AADT)에 따른 설계등급 구분은 다음과 같다.

< 설 계 등 급 >

| 설계등급 | 도로등급                 | 연평균일교통량                 | 비고   |
|------|----------------------|-------------------------|--|
| 1    | 고속국도                 | 150,000대 이상             | 5종 이상의 중차량 대수가 50,000대 이상일 경우에도 설계등급 1로 설계   |
|      | 일반국도                 | 35,000대 이상              | 5종 이상의 중차량 대수가 12,000대 이상일 경우에도 설계등급 1로 설계   |
| 2    | 고속국도                 | 150,000대 미만             | -  |
|      | 일반국도                 | 7,000대 이상<br>35,000대 미만 | -  |
|      | 지방도 및<br>기타 도로       | 7,000대 이상               | 기타 도로는 도로법에 명시된 특별시도, 광역시도, 시도, 군도 및 구도를 의미함 |
| 3    | 일반국도, 지방도<br>및 기타 도로 | 7,000대 미만               | 기타 도로는 도로법에 명시된 특별시도, 광역시도, 시도, 군도 및 구도를 의미함 |

< 설계등급에 따른 공용성 기준 >

| 설계등급 | 아스팔트 포장 공용성 기준 |            |        | 콘크리트 포장 공용성 기준 |            |
|------|----------------|------------|--------|----------------|------------|
|      | 균열             | IRI        | 영구변형   | 균열             | IRI        |
| 1    | 15%이하          | 3.5m/km이하  | 10mm이하 | 15% 이하         | 3.5m/km이하  |
| 2    | 20%이하          | 4.0m/km 이하 | 15mm이하 | 20% 이하         | 4.0m/km 이하 |

< 설계등급에 포장 구조 설계 >

| 설계등급 | 물성측정                              | 교통량측정                  | 설계방법                 |
|------|-----------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1    | 실내시험을 통한 재료의물성측정                  | 차중별 교통량 분포 및 축하중 분포 측정 | 설계해석 프로그램            |
| 2    | 간단한 실내실험 또는 물성 데이터베이스 및 예측방정식을 사용 | 데이터베이스화된 축하중별 교통량 분포사용 | 설계해석 프로그램            |
| 3    | 포장재료의 일반적인 물성 사용                  | 데이터베이스화된 축하중별 교통량 분포사용 | 설계해석 프로그램내 표준 설계단면사용 |

## 다. 설계구간 연장 결정

### 1) 기존연장 결정기준

설계구간 연장은 교통량의 동일성이 우선적인 적용기준이며, 교통량이 동일한 구간 내에도 노상재료의 탄성계수에 기초하여 결정한다. 최초 탄성계수가 유사한 750m를 최소 연장구간으로 두고, 시험굴(Test Pit)조사를 통하여 얻어진 인접한 구간의 탄성계수가 최소연장구간의 탄성계수에 비하여 3배이하 또는 1/3 이상이 되면 동일한 구간으로 고려하여 동일한 설계를 진행할 수 있다.

인접한 구간에 대하여 계속적인 동일구간 여부 확인을 탄성계수를 기준으로 하되, 탄성계수가 위의 조건에 일치하지 않더라도 인접한 구간의 연장이 최소 포장설계구간인 750m 보다 짧은 경우에는 시공을 번잡성과 시공단가의 증가 및 시공불량을 피하기 위하여 동일한 구간으로 고려하여 설계할 수 있다.

탄성계수의 차이가 위의 조건이 들지 않는 경우에는 탄성계수가 작은 구간을 기준으로 확장하여 설계를 진행하여 안정적인 포장설계가 되도록 한다. 아래 그림은 포장설계구간 연장의 일반적인 결정 절차를 나타내고 있다.

최소 포장설계구간은 흙쌓기부를 기준으로 하며, 땅깍기부는 흙쌓기부의 포장단면을 적용한다. 또한 구조물과 토공구간의 접속부 또는 흙쌓기와 흙깍기 경계구간 등은 시공성을 고려하여 단면두께를 달리 할 수 있으며, 불연속구간과 터널구간에 대한 포장단면 결정은 각각 『노면 불연속간 포장과손저감 잠정지침, 국토해양부, 2011.09』 『터널내 포장설계지침, 국토해양부, 2005.09』 을 따른다

### 2) 탄성계수의 결정 방법

입상재료의 탄성계수는 설계등급에 따라 실험방법을 달리하여 결정해야 한다. 설계등급 I에서는 설계대상 구간에 적용될 예상 재료원으로부터 획득된 노상, 입상보조기층 또는쇄석기층 재료에 대하여 삼축압축시험을 수행하여 탄성계수를 결정한다. 설계등급2에서는 체가름 시험등 기초물성 시험을 수행한 결과를 활용하여 프로그램에서 탄성계수를 결정한다.

다. 포장 설계기간 및 공용성 기준

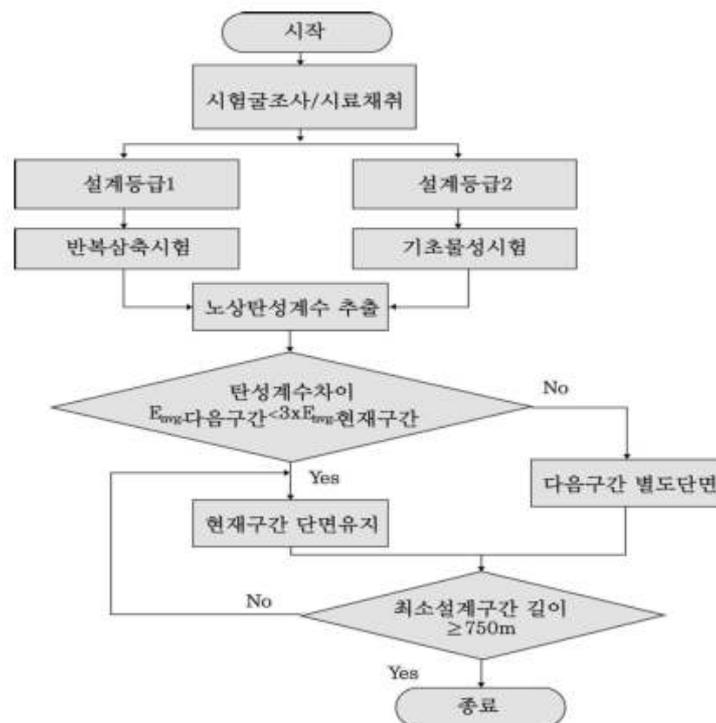
아스팔트 콘크리트 포장의 경우 10년 공용기간으로 적용한다. 1차 덧씌우기를 5cm 덧  
 씌우기(공용기간 10년), 2차 유지보수를 5cm 절삭 후 덧씌우기(공용기간 10년)로 설  
 계 기간을 설정함.

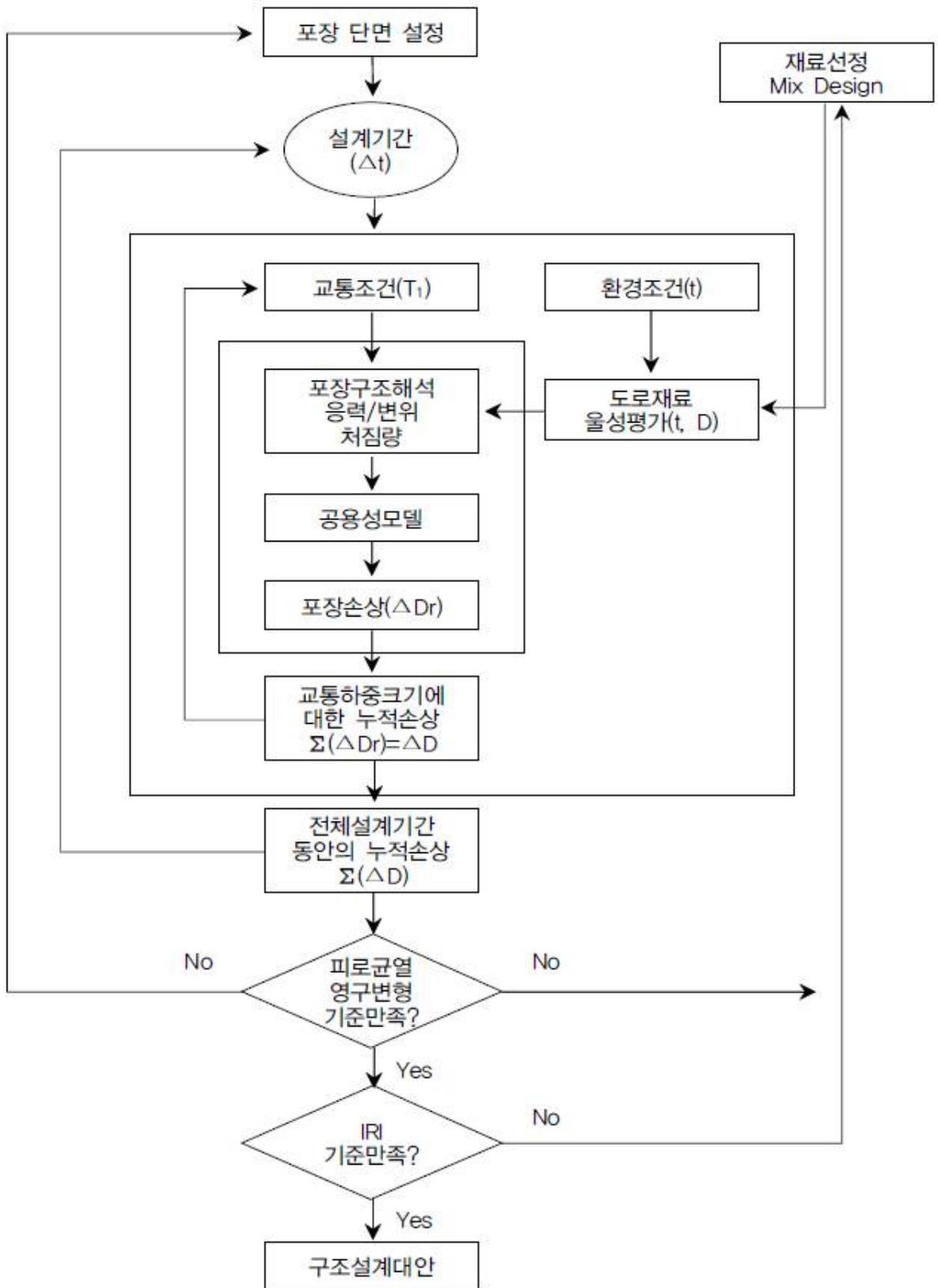
아스팔트포장의 보수를 시작하는 시점은 구간별로 차이가 있고, 각 구간별 탄성계수가  
 상이하기 때문에 설계단계에서 결정할 것이 아닌 공용 10년 후 보수시점에서 측정 후 결  
 정한다.

| 포장 형식        | 공용기간 | 분석기간              | 공용성 기준                             |
|--------------|------|-------------------|------------------------------------|
| 아스팔트 콘크리트 포장 | 10년  | 35년 또는<br>발주기관 선정 | 도로포장 구조설계기준에 명시된<br>등급별 공용성 기준값 사용 |
| 시멘트 콘크리트 포장  | 20년  | 35년 또는<br>발주기관 선정 | 도로포장 구조설계기준에 명시된<br>등급별 공용성 기준값 사용 |

라. 설계 과정

일반 본선 구간에 대한 포장 구조의 전체적인 설계 과정은 다음과 같다.





< 포장의 역학적-경험적 설계 흐름도 >

마. 아스팔트포장 층별 최소두께

일반적으로 일정 두께보다 얇은 표층, 기층 또는 보조기층을 포설하는 것은 비실용적이고 비경제적일 수 있으므로 교통하중 및 기타환경 조건과 상관없이 각 포장 층의 최소 두께는 아래표 값에 이상으로 하여야 한다.

| 종 류                    | 최 소 두 께 (mm) |
|------------------------|--------------|
| 아스팔트 표층                | 50≤          |
| 아스팔트 안정처리 기층           | 50≤          |
| 린 콘크리트 보조기층            | 150          |
| 아스팔트 보조기층              | 100          |
| 입상재료 기층                | 150          |
| 쇄석 보조기층                |              |
| - 모래·자갈 선택층 위에 부설되는 경우 | 150          |
| - 모래 선택층 위에 부설되는 경우    | 200          |
| 비선별 모래·자갈 보조기층         | 200          |
| 슬래그 보조기층               | 200          |
| 시멘트 또는 안정처리 보조기층       | 200          |

5. 포장 두께 산정

가. 동결심도

1) 설계방법

동결작용은 흙중에 포화되어 있는 수분의 성질이 변화하여 일어나는 현상으로 비교적 입자가 작은 실트질 흙에서 일어나기 쉽다. 동결지역에서 포장을 설계할 때에는 동결작용에 의한 과도한 노면의 변위발생을 방지하고 동결 해빙기간중 적절한 지지력이 확보되어야 한다.

설계동결깊이는 한국형 포장설계법 설계 해석 프로그램에서 산출할 수 있으나 설계 해석 프로그램 배포 이후에 『도로 동상방지층 설계치침』(국토해양부, 2012. 08)이 발표된 바, 도로 동상방지층 연구단과 한국건설기술연구원에서 계측한 동결깊이 자료를 근거로 개발된 한국형 동결깊이 예측식을 이용하여 산정한다.

동상방지층 설계에 대한 세부적인 사항은 『도로 동상방지층 설계치침』(국토해양부, 2012. 08)에 의거하여 적용토록 한다.

2) 동결심도 산정

① 수정 동결지수 산정

설계동결지수의 산정은 20년간의 기상자료에서 추위가 가장 심하였던 2년간(즉 동결지수의 최대 2년치)의 평균동결지수로 정한다. 만일 20년간의 기상자료가 없으면 최근 10년간의 최대동결지수를 동결지수로 산정한다.

설계구간에 지역별 동결지수 및 동결기간현황 도표에 측후소가 있을 경우 도표의 동결지수 및 동결기간을 이용하여 설계동결지수를 산정하며, 설계구간에 측후소가 존재하지 않으면 좌표별 전국 동결지수도표(한국건설기술연구원 도로연구실)을 이용하고 동결기

간은 가까운 측후소 3개의 평균값 또는 가장 가까운 측후소의 값을 이용하여 설계동결 지수를 산정한다.

지역별 동결지수 및 동결기간현황 도표에서 얻어지는 동결지수 값은 측후소 위치에서 관측한 값을 토대로 한 것이며, 좌표별 동결지수 도표의 동결지수는 지반고 100m 기준의 값이므로 설계노선의 위치 및 표고에 대한 보정은 다음식을 이용하여 계산한다.

○ 수정동결지수(°C · day) = 동결지수 ± 0.5 × 동결기간 ×  $\frac{\text{표고차}}{100}$

○ 표고차 = 설계노선 최대 계획고 - 측후소 지반고(또는 좌표별 전국동결지수를 사용할 경우 : 표고 100m 기준)

[해당도로 지반고가 측후소 지반보다 높으면(+), 낮으면(-)]

#### 나. 동결심도 산정 방법

최대동결깊이는 다음 한국형 동결깊이 예측식에 의해 산정한다.

$$Z=C\sqrt{F}$$

Z : 최대동결깊이(mm)

F : 설계동결지수(°C · 일)

C : 동결지수에 따른 보정상수

※ 설계동결깊이는 노상동결관입허용법에 따라 최대동결깊이의 75%를 사용한다

도로포장에서 동상방지층을 설치하는 경우에는 완전방지법, 노상 동결관입 허용법, 감소노상강도법 등 3가지 방법을 사용한다.

완전방지법은 동결작용 방지를 위해 충분한 두께의 비동결층을 설치하는 것으로 노상의 동결을 일부 허용하는 노상동결관입허용법 및 감소노상강도법에 비해 비경제적이므로 특수한 경우에만 사용한다.

노상동결관입허용법은 노상상태가 수평방향으로 심하게 변하지 않거나 흙이 균질한 경우에 적용되는 설계방법으로 동결깊이가 노상으로 얼마쯤 관입된다 하더라도, 동상으로 인한 용기량이 포장파괴를 일으킬만한 양이 아니라면 노상의 동결을 어느 정도 허용하는 것이 경제적이란 개념이다.

따라서 도로포장의 설계동결깊이 산정은 노상동결관입허용법으로 결정한다.

(1) 최대 동결관입 깊이 (Z) : 도로 표면으로부터 최대동결깊이(mm)

(2) 설계동결지수 (F) : 설계동결지수(°C · 일)

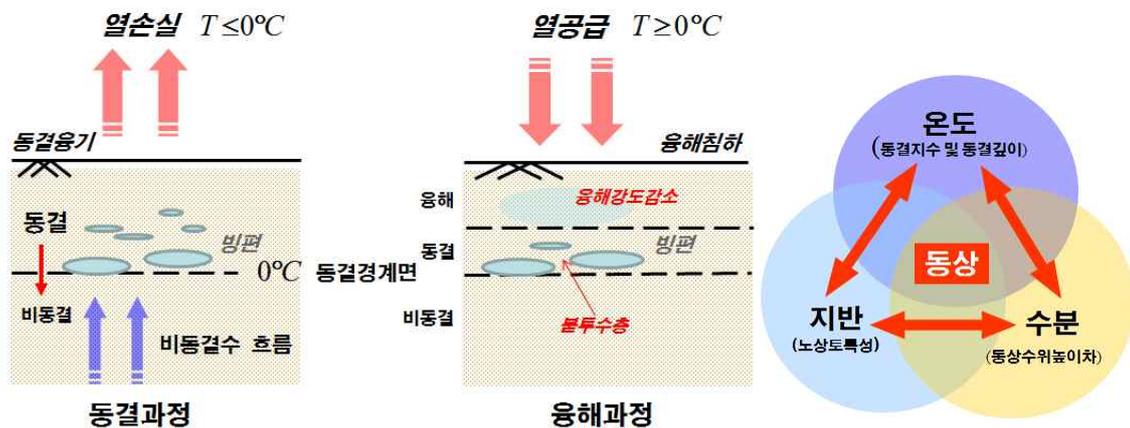
(3) 동결지수에 따른 보정상수(C) : 동결지수에 따른 보정상수 값

< 동결지수에 따른 보정상수(C) 값 >

|  |              |                |                |                |                |                |
|--|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 설계동결지수(F)<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{일}$ ) | 0이상<br>100미만 | 100이상<br>200미만 | 200이상<br>300미만 | 300이상<br>400미만 | 400이상<br>500미만 | 500이상<br>600미만 |
| 동결지수에 따른<br>보정 상수(C) 값                             | 27.3         | 30.2           | 35.6           | 42.1           | 48.1           | 53.0           |

다. 도로 동상방지층 설치 여부 판정

도로의 동상은 수분, 노상토, 기온 특성 모두가 동상이 발생할 조건을 충족시킬 경우에 발생한다. 설계동결깊이가 포장두께보다 큰 경우에는 그 차이만큼 동상방지층을 설치한다.



동상방지층 설치 필요성 여부는 (1)동결깊이, (2)흙쌓기 높이, (3)지하수위, (4)노상토의 특성 순으로 검토를 수행하며, 각 검토 단계에서 동상방지층이 불필요한 것으로 판정되는 경우에는 동상방지층을 생략한다.

라. 동상방지층 설계흐름

동상방지층 설계흐름은 한국형 포장설계법을 적용하여 포장단면을 결정하는 부분, 동상방지층의 설치 필요성을 판정하는 부분, 동상방지층을 설치하는 경우 동상방지층의 구조적 능력을 고려한 포장단면 조정으로 나누어진다.

- ① 한국형 포장설계법을 적용하여 구조설계에 의한 포장두께를 결정
- ② 설계동결깊이를 산정한다.
- ③ 포장두께가 설계동결깊이보다 클 경우 동상방지층을 생략하고 만일 포장두께가 설계동결깊이보다 작을 경우에는 동상방지층 두께를 결정하고 다음 단계로 넘어간다.
- ④ 설계대상 도로의 중평면도를 이용하여 토공구간의 흙쌓기 높이를 결정한다.
- ⑤ 흙쌓기 높이 2m이상의 구간에 대해서는 동상방지층을 생략하고 ① 단계에서 결정된 포장단면을 적용한다.
- ⑥ 흙쌓기 높이 2m 미만 이며 동상수위높이차가 1.5m이상인 경우에는 동상방지층을 생략하고 ① 단계에서 결정된 포장단면을 적용한다.
- ⑦ 노상토가 암반인 경우에는 동상방지층을 생략하고 ① 단계에서 결정된 포장단면을 적용한다.

- ⑧ 노상토의 0.08mm 통과율이 8% 이하인 경우에는 동상방지층을 생략하고 ① 단계에서 결정된 포장단면을 적용한다.

만일 0.08mm 통과율이 8%를 초과하는 경우에는 동상방지층을 설치한다.

- ⑨ 동상방지층을 설치하는 경우에는 본 지침의 순서대로 동상방지층의 구조적 능력을 고려하여 포장단면을 결정한다.

각각의 동상방지층 설치여부 판정 단계(⑤, ⑥, ⑦, ⑧)에서 하나의 조건이라도 동상방지층생략 조건을 만족하면 동상방지층을 생략하여도 되며, 동상방지층을 생략하는 구간에 대해서는 ① 단계에서 결정된 포장단면을 적용한다. 동상방지층을 설치해야 하는 구간에 대해서는 ⑨ 단계에서 결정된 포장단면을 적용한다. 판정순서는 설계자의 판단에 의해 순서를 변경할 수 있다.

⑥~⑧ 단계의 지하수위 및 노상토에 의한 동상방지층 설치유무 판정 시, 검토 구간은 최소 100m이상으로 하며 아래와 같이 구간을 선정한다. 지하수 및 노상토 조사 구간은 흙쌓기 높이가 2m 미만인 구간이 연속될 경우 300~500m를 하나의 검토구간으로 한다.

흙쌓기 높이 2m미만인 구간이 100m 미만의 짧은 구간으로 불연속적으로 빈번한 경우에는 300~500m를 하나의 구간으로 보고 지하수위 및 노상토 조사를 실시한다.

하부지반이 동상 및 지지력 측면에서 불량하고 동상수위높이차가 1.5m 이하인 경우에는 동상방지층을 설치하고 지하배수시설을 강화한다. 노상면으로 용수가 발생하는 구간은 동해방지 및 포장체의 수분영향에 의한 지지력 저하를 억제하기 위하여 동상방지층 및 지하배수시설을 설치한다. 동상방지층이 동해를 방지할 목적으로 설치되는 구간은 지하배수시설의 매립깊이를 최소 0.6m 이상으로 하되 가급적 0.8m 이상이 되도록 한다.

노상이 동상에 민감한 토질이고, 통과하중의 반복작용으로 지하수위가 상승(모세관 상승)하여 노상이 연약화되어 지지력이 저하될 우려가 있는 경우, 또는 동상의 반복작용으로 지지력이 약해져 동해를 받을 가능성이 있는 경우에는 동상방지층을 설치하여야 한다.

땅깎기부 노상면이 지하수위 영향을 받는 경우 일반적으로 노상토를 치환하여 유해요인을 제거하여야 한다. 그러나 땅깎기부 노상면이 일정 구간 연속적으로 형성되어 있거나, 불량지반이 빈번하게 나타나 치환으로 인한 시공의 조잡성 그리고 동상방지층을 두는 것이 유효하다고 판단되는 경우에는 해당 구간 전체에 동상방지층을 일괄적으로 설치할 수 있다.

이 경우 최종 도로면은 요철을 정형하여 반드시 횡단배수가 가능한 경사를 두어야 하며 노상면에 물고임 현상은 반드시 제거하여야 한다.

확장구간 및 성토구간 등에서 동상방지층의 생략에 따라 포장단면이 서로 다르게 적용되는 경우, 원활한 횡단배수를 위하여 접속부에 지하배수시설을 설치한다.

#### 마. 지중 구조물 포장용기 저감방안

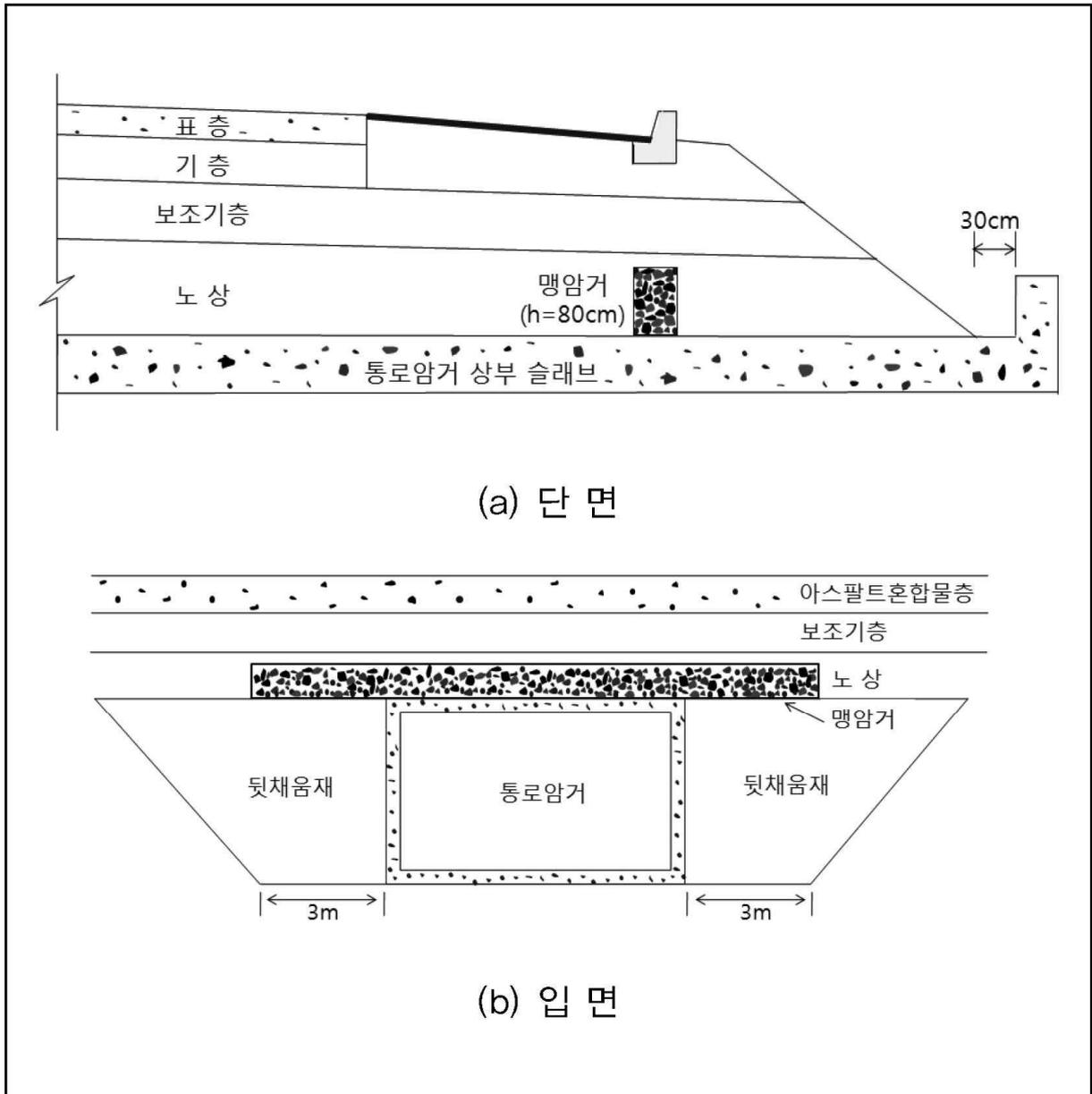
토피가 낮은 지중구조물이 있는 도로포장에서 동절기 결빙에 따른 포장용기가 발생할 수 있으므로 토피고가 3m 이하인 지중구조물에서는 포장용기가 발생되지 않도록 멩암거(40x80cm)를 구조물의 길이보다 3m 연장하여 뒷채움부에 연결하여 설치한다.

다만, 지중 구조물이 가로방향으로 수평일 경우에는 양 방향에 멩암거를 설치하고, 가로

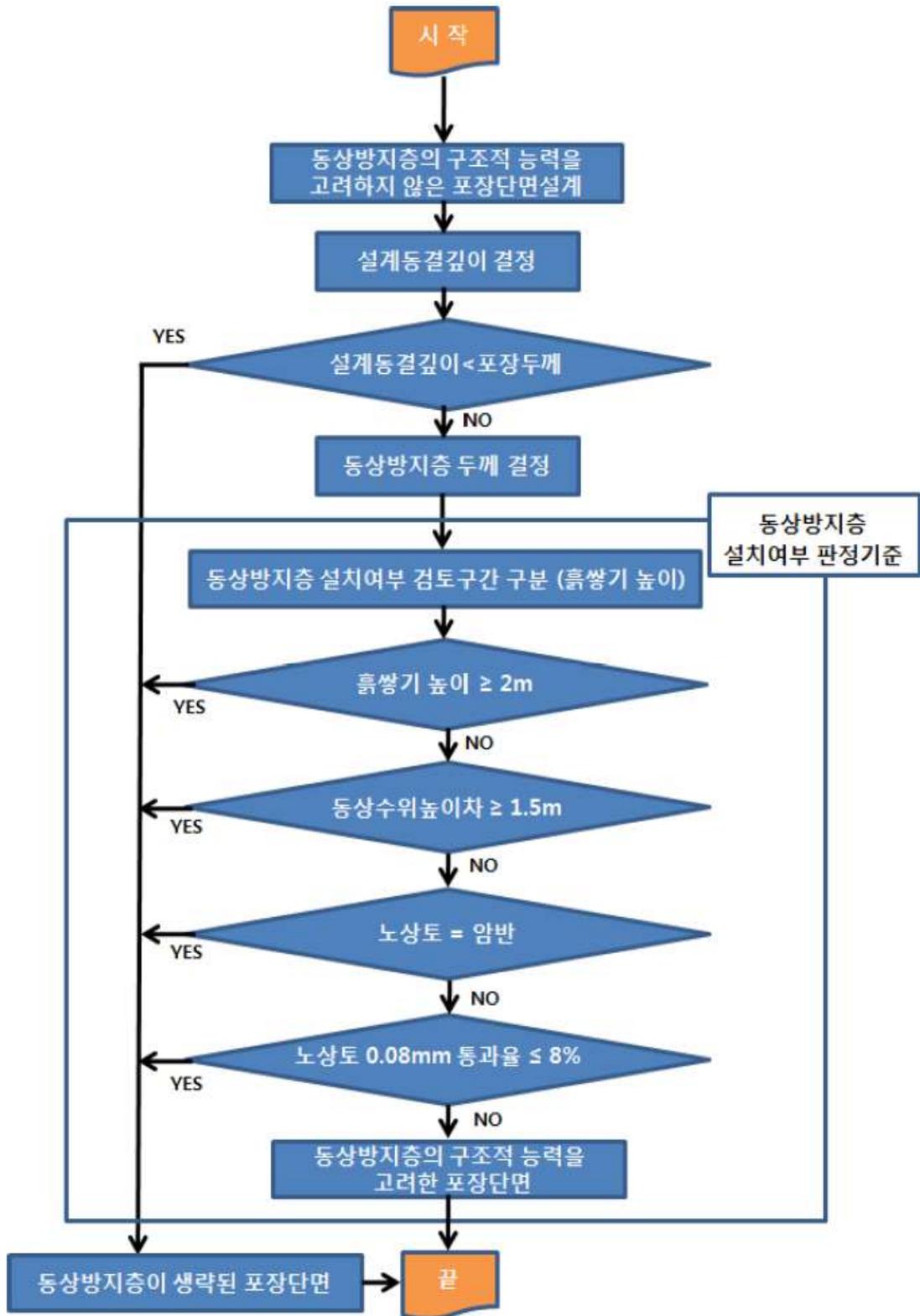
방향으로 횡단경사 있을 경우에는 위치가 높은 방향에는 맹암거를 설치하고, 위치가 낮은 방향에는 침투수가 지중 구조물 내부로 침투할 염려가 없으므로 맹암거를 설치할 필요가 없다.

지중 구조물 포장용기 저감방안에 대한 세부적인 사항은 2011도로포장 통합 지침(국토해양부,2011.11)

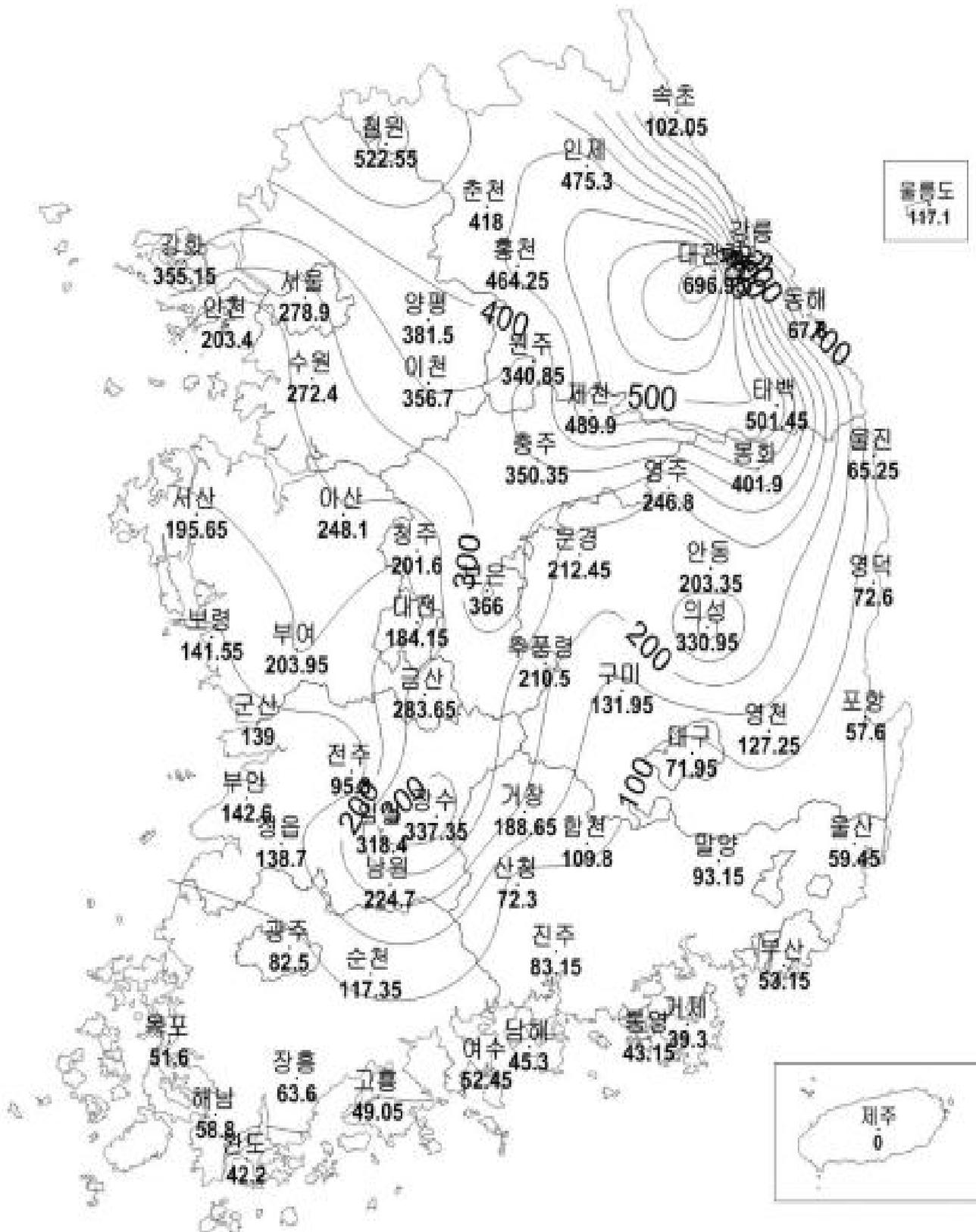
<맹암거 설치 위치>



<동상방지층 설계 흐름도>



<전국 동결지수선도>



< 지역별 동결지수 및 동결기간현황 >

| 지역  | 측후소<br>지반고(m) | 동결지수<br>(℃·일) | 동결기간<br>(일) | 지역  | 측후소<br>지반고(m) | 동결지수<br>(℃·일) | 동결기간<br>(일) |
|-----|---------------|---------------|-------------|-----|---------------|---------------|-------------|
| 속초  | 17.6          | 102.1         | 46.5        | 합천  | 32.1          | 109.8         | 49.0        |
| 대관령 | 842.0         | 697.0         | 124.5       | 거창  | 224.9         | 188.7         | 67.5        |
| 춘천  | 74.0          | 418.0         | 73.5        | 영천  | 91.3          | 127.3         | 39          |
| 강릉  | 26.0          | 85.2          | 31.0        | 구미  | 45.5          | 132.0         | 57.5        |
| 서울  | 85.5          | 278.9         | 68.0        | 의성  | 73.0          | 331.0         | 87.5        |
| 인천  | 68.9          | 203.4         | 55.5        | 영덕  | 40.5          | 72.6          | 29.5        |
| 원주  | 149.8         | 340.9         | 84.5        | 문경  | 172.1         | 212.5         | 69.0        |
| 울릉도 | 221.1         | 117.1         | 23.0        | 영주  | 208.0         | 246.8         | 79.5        |
| 수원  | 36.9          | 272.4         | 66.0        | 성산포 | 17.5          | -             | -           |
| 충주  | 69.4          | 350.4         | 88.5        | 고흥  | 60.0          | 49.1          | 25.5        |
| 서산  | 26.4          | 195.7         | 55.0        | 해남  | 22.1          | 58.8          | 31.0        |
| 울진  | 49.5          | 65.3          | 28.5        | 장흥  | 43.0          | 63.6          | 33.5        |
| 청주  | 59.0          | 201.6         | 62.5        | 순천  | 74.0          | 117.4         | 40.5        |
| 대전  | 67.2          | 184.2         | 54.0        | 남원  | 89.6          | 272.4         | 66.0        |
| 추풍령 | 245.9         | 210.5         | 69.0        | 정읍  | 40.5          | 138.7         | 61.0        |
| 포항  | 2.5           | 57.6          | 27.0        | 임실  | 244.0         | 318.4         | 75.0        |
| 군산  | 26.3          | 139.0         | 61.0        | 부안  | 7.0           | 142.6         | 61.5        |
| 대구  | 57.8          | 72.0          | 30.5        | 금산  | 170.7         | 283.7         | 74.5        |
| 전주  | 51.2          | 95.8          | 46.0        | 부여  | 16.0          | 204.0         | 66.0        |
| 울산  | 31.5          | 59.5          | 27.0        | 보령  | 15.1          | 141.6         | 61.5        |
| 광주  | 73.9          | 82.5          | 38.0        | 아산  | 24.5          | 248.1         | 66.5        |
| 부산  | 69.2          | 53.2          | 5.0         | 보은  | 170.0         | 366.0         | 87.5        |
| 통영  | 25.0          | 43.2          | 19.0        | 제천  | 264.4         | 489.9         | 89.5        |
| 목포  | 36.5          | 51.6          | 20.0        | 홍천  | 141.0         | 464.3         | 89.0        |
| 여수  | 67.0          | 52.5          | 4.0         | 인제  | 199.7         | 475.3         | 96.5        |
| 완도  | 37.5          | 42.2          | 26.0        | 이천  | 68.5          | 356.7         | 69.5        |
| 제주  | 22.0          | -             | -           | 양평  | 49.0          | 381.5         | 87.0        |
| 남해  | 49.8          | 45.3          | 20.0        | 강화  | 46.4          | 355.2         | 68.0        |
| 거제  | 41.5          | 39.3          | 4.0         | 진주  | 21.5          | 83.2          | 39.0        |
| 산청  | 141.8         | 72.3          | 31.5        | 서귀포 | 51.9          | -             | -           |
| 밀양  | 12.5          | 93.2          | 38.5        | 철원  | 154.9         | 522.6         | 81.0        |
| 동해  | 40.0          | 67.8          | 42.0        | 봉화  | 320.0         | 401.9         | 91.0        |
| 안동  | 140.0         | 203.4         | 60.5        | 장수  | 406.0         | 337.4         | 87.0        |
| 태백  | 713.0         | 501.5         | 111.0       |     |               |               |             |

주) 동결지수 °F·일과 °C·일 사이에는  $^{\circ}\text{F} \cdot \text{일} \times \frac{5}{9} = ^{\circ}\text{C} \cdot \text{일}$ 의 관계가 있다.

<좌표별 전국동결지수 (단위 : ℃·일)>

| 동경<br>북위 | 동경     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 126.40 | 126.45 | 126.50 | 126.55 | 126.60 | 126.65 | 126.70 | 126.75 | 126.80 | 126.85 |
| 38.20    | 285.80 | 287.59 | 289.36 | 291.24 | 293.40 | 296.02 | 299.30 | 303.47 | 308.78 | 315.54 |
| 38.15    | 288.19 | 289.77 | 291.20 | 292.67 | 294.37 | 296.54 | 299.41 | 303.22 | 308.24 | 314.80 |
| 38.10    | 291.24 | 292.54 | 293.52 | 294.40 | 295.46 | 296.99 | 299.26 | 302.52 | 307.05 | 313.13 |
| 38.05    | 295.22 | 296.19 | 296.56 | 296.63 | 296.79 | 297.44 | 298.90 | 301.44 | 305.27 | 310.65 |
| 38.00    | 300.56 | 301.15 | 300.68 | 299.61 | 298.53 | 297.99 | 298.41 | 300.03 | 303.02 | 307.52 |
| 37.95    | 307.82 | 308.01 | 306.37 | 303.64 | 300.78 | 298.66 | 297.77 | 298.33 | 300.39 | 303.95 |
| 37.90    | 317.66 | 317.51 | 314.22 | 309.00 | 303.60 | 299.36 | 296.90 | 296.32 | 297.45 | 300.09 |
| 37.85    | 330.68 | 330.45 | 324.74 | 315.78 | 306.74 | 299.77 | 295.55 | 293.87 | 294.21 | 296.09 |
| 37.80    | 346.55 | 346.85 | 337.72 | 323.24 | 309.29 | 299.16 | 293.27 | 290.79 | 290.66 | 292.07 |
| 37.75    | 362.09 | 363.78 | 350.37 | 328.78 | 309.28 | 296.28 | 289.40 | 286.83 | 286.85 | 288.19 |
| 37.70    | 369.25 | 372.23 | 354.90 | 327.05 | 303.56 | 289.51 | 283.25 | 281.85 | 282.91 | 284.79 |
| 37.65    | 359.22 | 360.53 | 341.46 | 312.27 | 289.26 | 277.47 | 274.25 | 275.76 | 279.10 | 282.29 |
| 37.60    | 334.02 | 330.09 | 310.80 | 284.78 | 266.13 | 259.72 | 262.18 | 268.57 | 275.42 | 280.75 |
| 37.55    | 305.89 | 296.93 | 277.35 | 253.82 | 238.66 | 238.18 | 248.04 | 260.64 | 271.54 | 279.21 |
| 37.50    | 283.87 | 272.96 | 254.21 | 232.07 | 217.57 | 220.30 | 236.10 | 253.80 | 267.63 | 276.74 |
| 37.45    | 269.66 | 259.79 | 244.44 | 226.40 | 214.00 | 216.88 | 232.89 | 251.04 | 265.13 | 274.43 |
| 37.40    | 261.32 | 254.06 | 243.64 | 232.06 | 224.51 | 226.92 | 238.63 | 252.95 | 265.08 | 273.92 |
| 37.35    | 256.37 | 251.90 | 245.97 | 240.02 | 236.83 | 239.14 | 246.82 | 256.93 | 266.76 | 275.22 |
| 37.30    | 252.94 | 250.69 | 247.95 | 245.61 | 245.04 | 247.44 | 252.87 | 260.27 | 268.47 | 276.82 |
| 37.25    | 249.93 | 249.19 | 248.41 | 248.11 | 248.95 | 251.49 | 255.85 | 261.77 | 268.83 | 276.78 |
| 37.20    | 246.81 | 247.00 | 247.35 | 248.14 | 249.73 | 252.39 | 256.24 | 261.26 | 267.33 | 274.25 |
| 37.15    | 243.38 | 244.07 | 245.03 | 246.42 | 248.41 | 251.15 | 254.72 | 259.11 | 264.24 | 269.86 |
| 37.10    | 239.61 | 240.50 | 241.74 | 243.43 | 245.66 | 248.47 | 251.86 | 255.80 | 260.16 | 264.69 |
| 37.05    | 235.52 | 236.39 | 237.69 | 239.54 | 241.93 | 244.84 | 248.17 | 251.84 | 255.68 | 259.50 |
| 37.00    | 231.22 | 231.86 | 233.08 | 234.99 | 237.56 | 240.63 | 244.02 | 247.60 | 251.20 | 254.67 |
| 36.95    | 226.88 | 227.11 | 228.09 | 230.04 | 232.83 | 236.16 | 239.73 | 243.37 | 246.94 | 250.38 |
| 36.90    | 222.83 | 222.51 | 223.12 | 225.06 | 228.12 | 231.76 | 235.56 | 239.33 | 243.02 | 246.63 |
| 36.85    | 219.55 | 218.71 | 218.88 | 220.74 | 223.98 | 227.82 | 231.73 | 235.58 | 239.40 | 243.29 |
| 36.80    | 217.54 | 216.56 | 216.42 | 217.99 | 221.00 | 224.61 | 228.35 | 232.10 | 235.96 | 240.07 |
| 36.75    | 216.63 | 216.15 | 216.06 | 217.07 | 219.24 | 222.11 | 225.33 | 228.79 | 232.52 | 236.68 |
| 36.70    | 215.71 | 215.92 | 216.09 | 216.57 | 217.78 | 219.77 | 222.37 | 225.43 | 228.92 | 232.91 |
| 36.65    | 213.62 | 214.13 | 214.42 | 214.69 | 215.40 | 216.86 | 219.07 | 221.86 | 225.10 | 228.76 |
| 36.60    | 210.03 | 210.31 | 210.49 | 210.75 | 211.48 | 212.97 | 215.21 | 217.99 | 221.11 | 224.47 |
| 36.55    | 205.24 | 204.88 | 204.65 | 204.91 | 205.99 | 208.02 | 210.78 | 213.93 | 217.19 | 220.38 |
| 36.50    | 199.70 | 198.30 | 197.26 | 197.33 | 199.01 | 202.11 | 205.96 | 209.95 | 213.69 | 216.98 |
| 36.45    | 193.95 | 191.09 | 188.63 | 188.11 | 190.60 | 195.43 | 201.05 | 206.41 | 211.09 | 214.88 |
| 36.40    | 188.70 | 184.16 | 179.63 | 177.88 | 181.35 | 188.61 | 196.57 | 203.74 | 209.91 | 214.87 |
| 36.35    | 184.85 | 179.14 | 172.80 | 169.60 | 173.81 | 183.30 | 193.22 | 202.07 | 210.22 | 217.52 |
| 36.30    | 182.99 | 177.55 | 171.40 | 168.16 | 172.24 | 181.58 | 191.45 | 200.85 | 210.83 | 221.44 |
| 36.25    | 182.74 | 178.84 | 174.86 | 173.20 | 176.28 | 182.88 | 190.39 | 198.61 | 208.83 | 221.13 |
| 36.20    | 183.05 | 180.77 | 178.85 | 178.39 | 180.20 | 183.70 | 188.10 | 193.92 | 202.25 | 212.62 |
| 36.15    | 183.02 | 181.74 | 180.77 | 180.48 | 180.95 | 181.86 | 183.27 | 186.26 | 192.05 | 199.74 |
| 36.10    | 182.37 | 181.50 | 180.71 | 180.00 | 179.11 | 177.68 | 176.00 | 176.11 | 180.36 | 187.30 |
| 36.05    | 181.18 | 180.42 | 179.54 | 178.35 | 176.41 | 173.09 | 168.48 | 165.95 | 170.07 | 177.85 |
| 36.00    | 179.65 | 178.93 | 177.98 | 176.60 | 174.33 | 170.47 | 164.94 | 161.48 | 165.50 | 172.90 |
| 35.95    | 177.96 | 177.29 | 176.40 | 175.16 | 173.30 | 170.44 | 166.73 | 164.68 | 167.22 | 171.70 |
| 35.90    | 176.19 | 175.61 | 174.87 | 173.93 | 172.72 | 171.22 | 169.64 | 168.92 | 169.87 | 171.51 |
| 35.85    | 174.38 | 173.91 | 173.36 | 172.71 | 172.00 | 171.33 | 170.79 | 170.53 | 170.65 | 170.81 |
| 35.80    | 172.53 | 172.21 | 171.85 | 171.47 | 171.13 | 170.92 | 170.77 | 170.52 | 170.17 | 169.71 |
| 35.75    | 170.63 | 170.48 | 170.35 | 170.29 | 170.38 | 170.71 | 170.97 | 170.42 | 169.33 | 168.38 |
| 35.70    | 168.63 | 168.65 | 168.75 | 169.01 | 169.56 | 170.45 | 171.09 | 170.01 | 167.86 | 166.42 |
| 35.65    | 166.45 | 166.61 | 166.89 | 167.34 | 168.02 | 168.83 | 169.06 | 167.45 | 164.68 | 163.07 |
| 35.60    | 164.01 | 164.25 | 164.61 | 165.07 | 165.59 | 165.91 | 165.41 | 163.41 | 160.40 | 158.79 |

| 동경<br>북위 | 126.40 | 126.45 | 126.50 | 126.55 | 126.60 | 126.65 | 126.70 | 126.75 | 126.80 | 126.85 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 35.55  | 161.25 | 161.52 | 161.87 | 162.25 | 162.57 | 162.60 | 161.97 | 160.39 | 158.14 |
| 35.50    | 158.15 | 158.39 | 158.68 | 158.97 | 159.17 | 159.18 | 158.88 | 158.33 | 157.71 | 157.46 |
| 35.45    | 154.67 | 154.87 | 155.07 | 155.24 | 155.33 | 155.32 | 155.26 | 155.30 | 155.57 | 156.01 |
| 35.40    | 150.81 | 150.93 | 151.03 | 151.05 | 150.94 | 150.69 | 150.38 | 150.14 | 150.16 | 150.51 |
| 35.35    | 146.55 | 146.60 | 146.60 | 146.43 | 146.02 | 145.26 | 144.15 | 142.76 | 141.41 | 140.77 |
| 35.30    | 141.85 | 141.87 | 141.80 | 141.49 | 140.73 | 139.32 | 137.02 | 133.69 | 129.71 | 126.71 |
| 35.25    | 136.67 | 136.73 | 136.70 | 136.35 | 135.37 | 133.40 | 129.90 | 124.28 | 116.56 | 109.36 |
| 35.20    | 130.89 | 131.11 | 131.29 | 131.12 | 130.21 | 128.06 | 123.93 | 116.79 | 105.98 | 94.48  |
| 35.15    | 124.34 | 124.89 | 125.50 | 125.80 | 125.33 | 123.59 | 119.84 | 113.10 | 102.73 | 91.52  |
| 35.10    | 116.76 | 117.84 | 119.18 | 120.27 | 120.62 | 119.78 | 117.29 | 112.63 | 105.85 | 99.27  |
| 35.05    | 107.81 | 109.70 | 112.15 | 114.37 | 115.81 | 116.14 | 115.17 | 112.90 | 109.75 | 107.22 |
| 35.00    | 97.17  | 100.30 | 104.35 | 108.06 | 110.74 | 112.21 | 112.55 | 112.00 | 111.06 | 110.55 |
| 34.95    | 84.86  | 89.82  | 96.08  | 101.57 | 105.50 | 107.90 | 109.09 | 109.44 | 109.44 | 109.61 |
| 34.90    | 72.07  | 79.40  | 88.27  | 95.51  | 100.41 | 103.38 | 104.94 | 105.53 | 105.57 | 105.58 |
| 34.85    | 62.40  | 71.77  | 82.55  | 90.67  | 95.85  | 98.90  | 100.43 | 100.77 | 100.22 | 99.33  |
| 34.80    | 60.70  | 70.00  | 80.21  | 87.44  | 91.91  | 94.59  | 95.90  | 95.77  | 94.17  | 91.65  |
| 34.75    | 67.02  | 73.61  | 80.47  | 85.15  | 88.19  | 90.35  | 91.55  | 91.16  | 88.54  | 83.98  |
| 34.70    | 75.00  | 77.95  | 80.65  | 82.33  | 83.94  | 85.89  | 87.44  | 87.41  | 84.68  | 79.11  |
| 34.65    | 79.83  | 79.61  | 78.81  | 78.01  | 78.79  | 81.15  | 83.49  | 84.45  | 83.01  | 78.95  |
| 34.60    | 81.47  | 78.93  | 75.70  | 73.22  | 73.81  | 76.78  | 79.64  | 81.52  | 82.05  | 80.93  |
| 34.55    | 81.79  | 78.08  | 73.96  | 71.09  | 71.63  | 73.88  | 75.61  | 77.58  | 79.83  | 81.44  |
| 34.50    | 82.11  | 78.29  | 74.58  | 72.26  | 71.80  | 70.73  | 69.54  | 71.33  | 75.48  | 79.63  |
| 34.45    | 82.72  | 79.12  | 75.72  | 72.84  | 69.32  | 63.29  | 59.35  | 62.50  | 69.64  | 76.52  |
| 34.40    | 83.42  | 79.92  | 76.24  | 71.88  | 65.26  | 56.01  | 50.95  | 55.71  | 65.22  | 73.97  |
| 34.35    | 84.10  | 80.68  | 76.75  | 71.72  | 64.71  | 56.53  | 52.44  | 56.47  | 65.08  | 73.51  |
| 34.30    | 84.77  | 81.56  | 77.84  | 73.29  | 67.77  | 62.36  | 59.95  | 62.56  | 68.58  | 75.16  |
| 34.25    | 85.34  | 82.52  | 79.37  | 75.82  | 72.05  | 68.88  | 67.69  | 69.34  | 73.19  | 77.81  |
| 34.20    | 85.68  | 83.33  | 80.86  | 78.31  | 75.89  | 74.12  | 73.62  | 74.75  | 77.24  | 80.40  |
| 34.15    | 85.58  | 83.68  | 81.82  | 80.06  | 78.57  | 77.62  | 77.50  | 78.36  | 80.07  | 82.31  |
| 34.10    | 84.82  | 83.29  | 81.90  | 80.71  | 79.82  | 79.38  | 79.49  | 80.23  | 81.54  | 83.24  |
| 34.05    | 83.23  | 81.95  | 80.88  | 80.08  | 79.60  | 79.48  | 79.78  | 80.51  | 81.65  | 83.09  |
| 34.00    | 80.65  | 79.48  | 78.61  | 78.07  | 77.86  | 77.99  | 78.48  | 79.30  | 80.43  | 81.82  |
| 33.95    | 76.95  | 75.77  | 74.98  | 74.59  | 74.59  | 74.96  | 75.67  | 76.66  | 77.92  | 79.40  |
| 33.90    | 72.05  | 70.71  | 69.88  | 69.59  | 69.79  | 70.43  | 71.41  | 72.67  | 74.15  | 75.83  |
| 33.85    | 65.89  | 64.23  | 63.27  | 63.04  | 63.48  | 64.45  | 65.80  | 67.41  | 69.20  | 71.15  |
| 33.80    | 58.49  | 56.33  | 55.13  | 54.97  | 55.74  | 57.18  | 59.02  | 61.04  | 63.18  | 65.43  |
| 33.75    | 49.97  | 47.08  | 45.53  | 45.48  | 46.76  | 48.88  | 51.35  | 53.84  | 56.28  | 58.77  |
| 33.70    | 40.64  | 36.76  | 34.71  | 34.87  | 36.91  | 40.00  | 43.25  | 46.18  | 48.77  | 51.30  |
| 33.65    | 31.15  | 25.97  | 23.23  | 23.67  | 26.84  | 31.22  | 35.34  | 38.51  | 40.90  | 43.12  |
| 33.60    | 22.55  | 15.86  | 12.20  | 12.98  | 17.57  | 23.45  | 28.30  | 31.29  | 32.89  | 34.29  |
| 33.55    | 16.23  | 8.30   | 3.68   | 4.72   | 10.65  | 17.72  | 22.75  | 24.80  | 24.81  | 24.78  |
| 33.50    | 13.43  | 5.32   | 0.38   | 1.48   | 7.77   | 14.72  | 18.87  | 19.14  | 16.79  | 14.86  |
| 33.45    | 14.06  | 7.30   | 3.30   | 4.17   | 8.97   | 14.02  | 16.37  | 14.54  | 9.66   | 5.89   |
| 33.40    | 16.13  | 11.22  | 8.56   | 8.76   | 11.13  | 13.93  | 14.87  | 11.81  | 5.49   | 0.74   |
| 33.35    | 17.20  | 12.73  | 9.91   | 9.10   | 10.41  | 12.86  | 14.11  | 11.69  | 6.05   | 1.74   |
| 33.30    | 16.62  | 10.92  | 6.34   | 4.42   | 6.39   | 10.58  | 13.74  | 13.51  | 10.29  | 7.56   |
| 33.25    | 15.89  | 8.88   | 2.89   | 0.31   | 2.92   | 8.69   | 13.81  | 15.98  | 15.52  | 14.79  |
| 33.20    | 16.72  | 9.52   | 3.61   | 1.19   | 3.65   | 9.36   | 15.08  | 18.75  | 20.39  | 21.42  |
| 33.15    | 19.66  | 13.23  | 8.30   | 6.40   | 8.31   | 12.92  | 18.06  | 22.16  | 24.96  | 27.19  |
| 33.10    | 24.28  | 18.94  | 15.09  | 13.65  | 14.96  | 18.36  | 22.51  | 26.37  | 29.58  | 32.44  |
| 33.05    | 29.86  | 25.54  | 22.55  | 21.41  | 22.25  | 24.66  | 27.89  | 31.25  | 34.43  | 37.49  |
| 33.00    | 35.82  | 32.33  | 29.96  | 29.00  | 29.50  | 31.22  | 33.71  | 36.54  | 39.48  | 42.48  |

| 동경<br>북위 | 126.90 | 126.95 | 127.00 | 127.05 | 127.10 | 127.15 | 127.20 | 127.25 | 127.30 | 127.35 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 38.20  | 324.13 | 335.08 | 349.05 | 366.82 | 389.09 | 415.83 | 444.71 | 469.14 | 479.02 |
| 38.15    | 323.31 | 334.34 | 348.70 | 367.38 | 391.49 | 421.54 | 455.57 | 485.89 | 498.80 | 485.54 |
| 38.10    | 321.18 | 331.73 | 345.57 | 363.69 | 387.24 | 416.80 | 450.57 | 480.93 | 493.89 | 480.51 |
| 38.05    | 317.89 | 327.45 | 339.95 | 356.17 | 376.87 | 402.19 | 430.12 | 454.23 | 464.09 | 453.87 |
| 38.00    | 313.74 | 321.98 | 332.65 | 346.20 | 362.91 | 382.38 | 402.61 | 419.01 | 425.65 | 419.93 |
| 37.95    | 309.06 | 315.87 | 324.61 | 335.44 | 348.30 | 362.55 | 376.53 | 387.47 | 392.48 | 390.77 |
| 37.90    | 304.14 | 309.62 | 316.62 | 325.16 | 335.05 | 345.63 | 355.72 | 363.75 | 368.45 | 369.66 |
| 37.85    | 299.24 | 303.58 | 309.17 | 316.02 | 323.93 | 332.33 | 340.40 | 347.23 | 352.22 | 355.41 |
| 37.80    | 294.52 | 297.94 | 302.46 | 308.19 | 314.96 | 322.28 | 329.53 | 336.10 | 341.66 | 346.22 |
| 37.75    | 290.21 | 292.86 | 296.55 | 301.58 | 307.83 | 314.81 | 321.98 | 328.87 | 335.21 | 340.91 |
| 37.70    | 286.63 | 288.57 | 291.49 | 296.08 | 302.21 | 309.32 | 316.87 | 324.48 | 331.91 | 338.94 |
| 37.65    | 284.29 | 285.45 | 287.52 | 291.76 | 297.96 | 305.39 | 313.53 | 322.17 | 331.15 | 340.16 |
| 37.60    | 283.45 | 283.99 | 285.14 | 288.97 | 295.11 | 302.73 | 311.46 | 321.25 | 332.20 | 344.18 |
| 37.55    | 283.10 | 283.84 | 284.59 | 287.92 | 293.63 | 301.07 | 310.09 | 320.87 | 333.83 | 349.40 |
| 37.50    | 281.66 | 283.54 | 284.96 | 288.01 | 293.02 | 299.93 | 308.85 | 320.09 | 334.26 | 352.32 |
| 37.45    | 279.94 | 283.02 | 285.34 | 288.25 | 292.53 | 298.74 | 307.23 | 318.26 | 332.20 | 349.62 |
| 37.40    | 279.89 | 283.74 | 286.22 | 288.44 | 291.76 | 297.16 | 305.02 | 315.41 | 328.14 | 342.68 |
| 37.35    | 282.05 | 286.72 | 288.58 | 289.06 | 290.83 | 295.20 | 302.34 | 312.02 | 323.74 | 336.39 |
| 37.30    | 284.82 | 290.72 | 291.91 | 290.09 | 289.88 | 293.02 | 299.33 | 308.38 | 319.81 | 333.00 |
| 37.25    | 285.06 | 291.47 | 292.61 | 289.85 | 288.43 | 290.51 | 295.90 | 304.24 | 315.45 | 329.74 |
| 37.20    | 281.38 | 286.86 | 288.33 | 286.68 | 285.64 | 287.26 | 291.80 | 299.12 | 309.33 | 322.76 |
| 37.15    | 275.37 | 279.57 | 281.35 | 281.27 | 281.33 | 283.00 | 286.80 | 292.84 | 301.22 | 311.90 |
| 37.10    | 268.93 | 272.23 | 274.19 | 275.14 | 276.07 | 277.86 | 281.01 | 285.71 | 292.00 | 299.59 |
| 37.05    | 262.97 | 265.80 | 267.83 | 269.29 | 270.64 | 272.38 | 274.87 | 278.30 | 282.71 | 287.81 |
| 37.00    | 257.83 | 260.51 | 262.66 | 264.37 | 265.83 | 267.28 | 269.02 | 271.26 | 274.07 | 277.31 |
| 36.95    | 253.58 | 256.47 | 258.98 | 261.02 | 262.51 | 263.49 | 264.25 | 265.16 | 266.47 | 268.19 |
| 36.90    | 250.18 | 253.68 | 257.07 | 260.01 | 261.86 | 262.17 | 261.39 | 260.48 | 260.04 | 260.22 |
| 36.85    | 247.39 | 251.90 | 256.87 | 261.82 | 264.99 | 264.45 | 261.02 | 257.29 | 254.55 | 252.95 |
| 36.80    | 244.72 | 250.29 | 257.18 | 265.02 | 270.72 | 269.33 | 262.14 | 254.78 | 249.35 | 245.70 |
| 36.75    | 241.58 | 247.67 | 255.53 | 264.88 | 271.99 | 270.18 | 260.79 | 251.08 | 243.58 | 237.90 |
| 36.70    | 237.60 | 243.35 | 250.43 | 258.25 | 263.62 | 261.94 | 254.12 | 245.20 | 237.26 | 229.99 |
| 36.65    | 232.93 | 237.72 | 243.08 | 248.25 | 251.24 | 249.99 | 244.97 | 238.50 | 231.76 | 224.40 |
| 36.60    | 228.02 | 231.77 | 235.54 | 238.74 | 240.38 | 239.63 | 236.72 | 232.61 | 227.98 | 222.84 |
| 36.55    | 223.44 | 226.35 | 229.00 | 231.07 | 232.10 | 231.75 | 230.11 | 227.62 | 224.81 | 222.20 |
| 36.50    | 219.75 | 222.03 | 223.88 | 225.24 | 225.93 | 225.78 | 224.77 | 223.04 | 220.89 | 218.84 |
| 36.45    | 217.63 | 219.38 | 220.42 | 221.05 | 221.34 | 221.17 | 220.39 | 218.83 | 216.29 | 212.68 |
| 36.40    | 218.05 | 219.16 | 218.92 | 218.38 | 217.97 | 217.57 | 216.86 | 215.37 | 212.33 | 206.64 |
| 36.35    | 222.13 | 222.26 | 219.57 | 216.97 | 215.43 | 214.67 | 214.09 | 213.02 | 210.44 | 204.91 |
| 36.30    | 228.80 | 227.61 | 221.24 | 215.95 | 213.14 | 212.06 | 211.80 | 211.60 | 210.63 | 207.97 |
| 36.25    | 230.27 | 228.54 | 220.31 | 213.69 | 210.31 | 209.25 | 209.55 | 210.57 | 211.77 | 212.76 |
| 36.20    | 220.33 | 219.91 | 214.21 | 209.05 | 206.33 | 205.78 | 206.88 | 209.30 | 212.92 | 217.83 |
| 36.15    | 205.77 | 207.19 | 205.11 | 202.49 | 201.06 | 201.31 | 203.32 | 207.16 | 213.20 | 222.32 |
| 36.10    | 193.13 | 195.82 | 195.90 | 194.99 | 194.55 | 195.50 | 198.33 | 203.38 | 211.25 | 223.29 |
| 36.05    | 183.96 | 186.96 | 187.53 | 186.96 | 186.64 | 187.82 | 191.28 | 197.25 | 205.95 | 217.99 |
| 36.00    | 178.12 | 180.23 | 179.87 | 178.13 | 176.62 | 177.29 | 181.36 | 188.51 | 197.69 | 208.16 |
| 35.95    | 174.61 | 174.91 | 172.52 | 167.96 | 163.20 | 162.13 | 167.48 | 177.39 | 188.20 | 197.91 |
| 35.90    | 172.15 | 170.56 | 165.65 | 156.63 | 145.34 | 140.13 | 148.81 | 165.09 | 179.74 | 190.12 |
| 35.85    | 170.15 | 167.39 | 160.61 | 147.18 | 127.07 | 114.78 | 129.57 | 155.77 | 175.22 | 186.52 |
| 35.80    | 168.65 | 165.85 | 159.27 | 145.69 | 123.85 | 109.24 | 127.00 | 157.44 | 177.94 | 188.19 |
| 35.75    | 167.47 | 165.71 | 161.58 | 153.28 | 141.28 | 135.78 | 150.60 | 174.41 | 189.89 | 195.51 |
| 35.70    | 166.00 | 165.88 | 165.08 | 163.22 | 162.00 | 166.87 | 182.82 | 202.68 | 211.73 | 208.30 |
| 35.65    | 163.54 | 165.26 | 167.45 | 170.40 | 176.01 | 188.03 | 209.98 | 236.04 | 242.44 | 224.93 |
| 35.60    | 160.27 | 163.67 | 168.03 | 173.87 | 182.90 | 198.07 | 222.96 | 254.42 | 261.71 | 234.75 |

| 동경<br>북위 | 126.90 | 126.95 | 127.00 | 127.05 | 127.10 | 127.15 | 127.20 | 127.25 | 127.30 | 127.35 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 35.55  | 158.39 | 162.19 | 167.40 | 174.41 | 184.30 | 198.54 | 218.11 | 239.03 | 243.41 |
| 35.50    | 158.40 | 161.20 | 165.98 | 172.91 | 182.27 | 194.17 | 207.40 | 218.00 | 220.66 | 215.35 |
| 35.45    | 156.84 | 159.00 | 163.24 | 169.72 | 178.40 | 189.04 | 200.81 | 212.08 | 219.72 | 217.20 |
| 35.40    | 151.51 | 153.91 | 158.28 | 164.69 | 173.05 | 183.45 | 196.39 | 212.49 | 226.81 | 223.17 |
| 35.35    | 141.82 | 145.18 | 150.65 | 157.67 | 165.95 | 175.82 | 188.19 | 203.37 | 215.67 | 212.95 |
| 35.30    | 127.37 | 132.64 | 140.56 | 149.00 | 157.27 | 165.76 | 175.29 | 185.65 | 193.15 | 192.46 |
| 35.25    | 108.87 | 117.42 | 129.38 | 139.89 | 148.02 | 154.52 | 160.50 | 166.54 | 171.36 | 172.56 |
| 35.20    | 92.36  | 104.33 | 120.15 | 132.18 | 139.64 | 143.68 | 146.05 | 148.98 | 153.02 | 156.12 |
| 35.15    | 89.28  | 100.84 | 116.06 | 127.20 | 133.14 | 134.59 | 133.46 | 134.07 | 138.54 | 143.48 |
| 35.10    | 98.57  | 106.10 | 116.48 | 124.59 | 128.74 | 128.57 | 125.39 | 124.68 | 129.45 | 134.99 |
| 35.05    | 107.64 | 111.80 | 117.68 | 122.82 | 125.81 | 125.89 | 123.75 | 123.19 | 126.41 | 130.18 |
| 35.00    | 111.38 | 113.80 | 117.20 | 120.56 | 123.07 | 124.21 | 124.20 | 124.34 | 125.53 | 126.84 |
| 34.95    | 110.43 | 112.10 | 114.45 | 117.03 | 119.33 | 121.01 | 122.00 | 122.50 | 122.74 | 122.71 |
| 34.90    | 106.08 | 107.42 | 109.54 | 111.95 | 114.15 | 115.79 | 116.81 | 117.27 | 117.31 | 117.04 |
| 34.85    | 99.08  | 100.26 | 102.75 | 105.56 | 107.75 | 108.98 | 109.41 | 109.50 | 109.62 | 109.83 |
| 34.80    | 89.98  | 91.11  | 94.75  | 98.56  | 100.81 | 101.13 | 100.22 | 99.38  | 99.69  | 101.11 |
| 34.75    | 80.28  | 81.51  | 87.01  | 92.18  | 94.22  | 92.78  | 89.25  | 86.48  | 87.12  | 90.80  |
| 34.70    | 74.05  | 75.37  | 82.08  | 87.75  | 88.80  | 84.67  | 77.08  | 71.14  | 72.38  | 79.66  |
| 34.65    | 75.02  | 76.13  | 81.51  | 85.74  | 85.15  | 78.43  | 67.04  | 58.02  | 60.02  | 70.77  |
| 34.60    | 79.56  | 80.46  | 83.45  | 85.46  | 83.59  | 76.25  | 64.63  | 55.65  | 57.66  | 68.44  |
| 34.55    | 82.41  | 83.67  | 85.35  | 86.05  | 84.00  | 78.22  | 69.90  | 63.83  | 65.13  | 72.70  |
| 34.50    | 82.69  | 84.90  | 86.49  | 86.99  | 85.62  | 82.09  | 77.39  | 74.20  | 74.99  | 79.42  |
| 34.45    | 81.56  | 84.94  | 87.06  | 87.98  | 87.56  | 85.89  | 83.70  | 82.36  | 82.99  | 85.55  |
| 34.40    | 80.35  | 84.64  | 87.37  | 88.87  | 89.30  | 88.92  | 88.23  | 87.94  | 88.60  | 90.24  |
| 34.35    | 80.02  | 84.60  | 87.68  | 89.62  | 90.68  | 91.13  | 91.32  | 91.65  | 92.40  | 93.63  |
| 34.30    | 80.75  | 85.02  | 88.11  | 90.26  | 91.70  | 92.66  | 93.37  | 94.08  | 94.94  | 96.01  |
| 34.25    | 82.15  | 85.77  | 88.61  | 90.78  | 92.42  | 93.67  | 94.69  | 95.64  | 96.61  | 97.65  |
| 34.20    | 83.63  | 86.56  | 89.06  | 91.13  | 92.83  | 94.24  | 95.45  | 96.57  | 97.65  | 98.72  |
| 34.15    | 84.73  | 87.10  | 89.27  | 91.20  | 92.90  | 94.40  | 95.75  | 97.00  | 98.18  | 99.32  |
| 34.10    | 85.16  | 87.14  | 89.08  | 90.90  | 92.60  | 94.17  | 95.63  | 97.00  | 98.29  | 99.53  |
| 34.05    | 84.75  | 86.52  | 88.33  | 90.11  | 91.84  | 93.50  | 95.08  | 96.59  | 98.02  | 99.38  |
| 34.00    | 83.40  | 85.12  | 86.92  | 88.75  | 90.58  | 92.37  | 94.11  | 95.78  | 97.38  | 98.89  |
| 33.95    | 81.06  | 82.86  | 84.77  | 86.75  | 88.75  | 90.74  | 92.68  | 94.57  | 96.37  | 98.08  |
| 33.90    | 77.68  | 79.69  | 81.82  | 84.04  | 86.30  | 88.57  | 90.79  | 92.95  | 95.01  | 96.97  |
| 33.85    | 73.27  | 75.56  | 78.01  | 80.57  | 83.20  | 85.83  | 88.43  | 90.93  | 93.31  | 95.55  |
| 33.80    | 67.85  | 70.48  | 73.32  | 76.33  | 79.43  | 82.54  | 85.58  | 88.51  | 91.28  | 93.86  |
| 33.75    | 61.45  | 64.43  | 67.74  | 71.29  | 74.99  | 78.69  | 82.30  | 85.73  | 88.95  | 91.93  |
| 33.70    | 54.11  | 57.42  | 61.26  | 65.49  | 69.91  | 74.34  | 78.62  | 82.65  | 86.39  | 89.81  |
| 33.65    | 45.85  | 49.44  | 53.91  | 58.97  | 64.30  | 69.60  | 74.66  | 79.37  | 83.67  | 87.58  |
| 33.60    | 36.66  | 40.54  | 45.80  | 51.92  | 58.34  | 64.64  | 70.57  | 76.00  | 80.92  | 85.31  |
| 33.55    | 26.59  | 30.90  | 37.25  | 44.68  | 52.35  | 59.75  | 66.58  | 72.75  | 78.25  | 83.13  |
| 33.50    | 16.15  | 21.23  | 28.98  | 37.88  | 46.85  | 55.30  | 62.97  | 69.80  | 75.83  | 81.13  |
| 33.45    | 6.95   | 13.07  | 22.23  | 32.44  | 42.47  | 51.73  | 60.04  | 67.37  | 73.80  | 79.44  |
| 33.40    | 1.83   | 8.57   | 18.45  | 29.27  | 39.77  | 49.41  | 58.03  | 65.63  | 72.30  | 78.14  |
| 33.35    | 2.76   | 9.07   | 18.44  | 28.83  | 39.05  | 48.53  | 57.09  | 64.69  | 71.39  | 77.29  |
| 33.30    | 8.55   | 13.72  | 21.68  | 30.85  | 40.17  | 49.03  | 57.18  | 64.54  | 71.10  | 76.92  |
| 33.25    | 16.14  | 20.33  | 26.80  | 34.53  | 42.67  | 50.66  | 58.19  | 65.11  | 71.38  | 77.01  |
| 33.20    | 23.41  | 27.14  | 32.51  | 39.00  | 46.01  | 53.07  | 59.88  | 66.27  | 72.15  | 77.52  |
| 33.15    | 29.80  | 33.40  | 38.11  | 43.67  | 49.73  | 55.94  | 62.05  | 67.88  | 73.33  | 78.37  |
| 33.10    | 35.46  | 39.04  | 43.33  | 48.24  | 53.55  | 59.04  | 64.51  | 69.80  | 74.82  | 79.52  |
| 33.05    | 40.67  | 44.20  | 48.18  | 52.60  | 57.33  | 62.23  | 67.13  | 71.93  | 76.53  | 80.88  |
| 33.00    | 45.62  | 49.02  | 52.74  | 56.76  | 61.02  | 65.41  | 69.83  | 74.18  | 78.39  | 82.40  |

| 동경<br>북위 | 127.40 | 127.45 | 127.50 | 127.55 | 127.60 | 127.65 | 127.70 | 127.75 | 127.80 | 127.85 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 38.20  | 443.46 | 415.46 | 392.26 | 375.85 | 365.24 | 358.55 | 354.05 | 350.50 | 347.31 |
| 38.15    | 454.36 | 421.36 | 395.85 | 379.30 | 369.77 | 364.62 | 361.48 | 358.64 | 355.43 | 352.24 |
| 38.10    | 449.63 | 417.84 | 394.36 | 380.39 | 373.77 | 371.52 | 370.63 | 368.76 | 365.10 | 360.61 |
| 38.05    | 430.44 | 406.29 | 388.97 | 380.00 | 377.99 | 380.13 | 382.66 | 381.99 | 377.04 | 369.95 |
| 38.00    | 406.13 | 391.77 | 382.14 | 379.23 | 382.82 | 390.77 | 398.25 | 399.03 | 391.36 | 380.02 |
| 37.95    | 384.75 | 378.55 | 375.68 | 378.24 | 387.13 | 401.29 | 414.87 | 417.24 | 405.39 | 389.06 |
| 37.90    | 368.78 | 368.08 | 369.86 | 376.05 | 388.07 | 405.69 | 423.02 | 426.36 | 411.89 | 393.93 |
| 37.85    | 357.61 | 360.10 | 364.37 | 371.88 | 383.76 | 399.57 | 414.11 | 416.95 | 406.75 | 395.06 |
| 37.80    | 350.19 | 354.27 | 359.35 | 366.42 | 376.12 | 387.68 | 397.63 | 401.70 | 401.68 | 401.29 |
| 37.75    | 346.03 | 350.80 | 355.69 | 361.44 | 368.70 | 377.35 | 386.41 | 396.06 | 409.06 | 420.97 |
| 37.70    | 345.25 | 350.50 | 354.71 | 358.60 | 363.42 | 370.25 | 380.17 | 395.75 | 419.94 | 442.08 |
| 37.65    | 348.45 | 354.76 | 358.13 | 359.34 | 360.79 | 364.94 | 373.80 | 389.96 | 414.60 | 436.04 |
| 37.60    | 356.14 | 365.24 | 368.02 | 364.96 | 361.03 | 360.58 | 365.50 | 376.56 | 392.41 | 404.54 |
| 37.55    | 366.98 | 381.90 | 384.97 | 375.24 | 363.56 | 357.11 | 356.73 | 361.15 | 367.74 | 371.64 |
| 37.50    | 374.77 | 396.41 | 400.67 | 383.87 | 365.09 | 353.64 | 348.80 | 348.02 | 348.56 | 347.75 |
| 37.45    | 370.88 | 391.60 | 395.81 | 379.52 | 361.09 | 348.70 | 341.72 | 338.02 | 335.52 | 332.67 |
| 37.40    | 357.76 | 369.95 | 372.45 | 364.05 | 352.37 | 342.39 | 335.31 | 330.64 | 327.26 | 324.32 |
| 37.35    | 347.91 | 355.42 | 356.94 | 352.66 | 344.78 | 336.46 | 329.77 | 325.19 | 322.31 | 320.63 |
| 37.30    | 346.71 | 357.79 | 359.92 | 352.04 | 341.23 | 331.83 | 325.05 | 320.90 | 318.99 | 318.77 |
| 37.25    | 346.98 | 363.32 | 366.53 | 353.70 | 338.48 | 327.40 | 320.54 | 317.00 | 315.95 | 316.57 |
| 37.20    | 339.06 | 353.86 | 356.76 | 345.67 | 331.70 | 321.48 | 315.56 | 313.03 | 312.93 | 314.30 |
| 37.15    | 323.91 | 333.72 | 335.88 | 329.70 | 320.79 | 313.79 | 309.96 | 309.07 | 310.46 | 313.29 |
| 37.10    | 307.49 | 313.55 | 315.41 | 312.97 | 308.72 | 305.30 | 304.06 | 305.39 | 309.20 | 314.91 |
| 37.05    | 292.89 | 296.85 | 298.71 | 298.52 | 297.44 | 296.94 | 298.19 | 302.03 | 309.17 | 319.82 |
| 37.00    | 280.59 | 283.39 | 285.33 | 286.46 | 287.38 | 288.97 | 292.22 | 298.30 | 308.78 | 325.30 |
| 36.95    | 270.17 | 272.23 | 274.21 | 276.15 | 278.33 | 281.27 | 285.77 | 293.06 | 305.03 | 323.92 |
| 36.90    | 261.04 | 262.48 | 264.50 | 267.01 | 270.01 | 273.73 | 278.68 | 285.80 | 296.45 | 311.85 |
| 36.85    | 252.51 | 253.38 | 255.52 | 258.64 | 262.36 | 266.55 | 271.37 | 277.32 | 285.02 | 294.55 |
| 36.80    | 243.83 | 244.16 | 246.76 | 250.87 | 255.55 | 260.24 | 264.79 | 269.31 | 273.96 | 278.48 |
| 36.75    | 234.27 | 234.10 | 237.85 | 243.79 | 250.04 | 255.62 | 260.14 | 263.47 | 265.61 | 266.46 |
| 36.70    | 224.12 | 223.33 | 229.20 | 237.99 | 246.55 | 253.74 | 258.89 | 261.47 | 261.46 | 259.23 |
| 36.65    | 217.10 | 215.64 | 223.43 | 234.81 | 246.04 | 255.98 | 263.07 | 265.47 | 262.94 | 257.07 |
| 36.60    | 217.77 | 216.93 | 223.80 | 235.29 | 249.09 | 263.92 | 275.87 | 278.88 | 271.83 | 259.98 |
| 36.55    | 220.54 | 221.40 | 226.73 | 237.49 | 254.37 | 277.36 | 299.62 | 304.44 | 288.19 | 266.32 |
| 36.50    | 217.87 | 219.50 | 225.36 | 237.10 | 257.21 | 288.39 | 323.11 | 330.32 | 302.52 | 270.31 |
| 36.45    | 209.16 | 209.86 | 217.79 | 231.79 | 252.68 | 283.06 | 315.94 | 322.79 | 296.18 | 264.35 |
| 36.40    | 198.91 | 197.45 | 208.27 | 224.15 | 242.38 | 263.80 | 283.26 | 286.89 | 270.87 | 248.28 |
| 36.35    | 196.71 | 194.81 | 205.46 | 219.35 | 232.45 | 244.82 | 253.85 | 254.28 | 244.44 | 228.85 |
| 36.30    | 204.14 | 204.09 | 210.63 | 218.81 | 225.93 | 231.66 | 234.64 | 232.63 | 224.53 | 211.44 |
| 36.25    | 213.72 | 215.69 | 218.60 | 221.02 | 222.67 | 223.56 | 222.82 | 219.08 | 211.23 | 198.86 |
| 36.20    | 223.92 | 229.04 | 229.36 | 225.81 | 221.99 | 218.83 | 215.45 | 210.57 | 203.10 | 192.21 |
| 36.15    | 235.01 | 246.02 | 243.85 | 232.56 | 222.68 | 215.85 | 210.46 | 204.96 | 198.30 | 189.87 |
| 36.10    | 240.56 | 256.00 | 252.36 | 235.82 | 221.99 | 212.88 | 206.33 | 200.65 | 194.90 | 188.72 |
| 36.05    | 233.28 | 245.49 | 243.02 | 229.92 | 217.53 | 208.60 | 202.00 | 196.54 | 191.56 | 186.82 |
| 36.00    | 218.81 | 226.00 | 225.29 | 218.28 | 210.05 | 202.96 | 197.11 | 192.11 | 187.67 | 183.69 |
| 35.95    | 205.62 | 210.13 | 210.37 | 207.03 | 202.05 | 196.82 | 191.85 | 187.25 | 183.10 | 179.46 |
| 35.90    | 196.70 | 200.04 | 200.51 | 198.67 | 195.31 | 191.14 | 186.62 | 182.12 | 177.92 | 174.28 |
| 35.85    | 192.42 | 194.94 | 195.15 | 193.57 | 190.58 | 186.53 | 181.83 | 176.91 | 172.23 | 168.28 |
| 35.80    | 192.55 | 193.97 | 193.67 | 191.78 | 188.23 | 183.36 | 177.71 | 171.80 | 166.18 | 161.57 |
| 35.75    | 196.30 | 196.13 | 195.77 | 193.51 | 188.47 | 181.69 | 174.33 | 166.99 | 160.13 | 154.67 |
| 35.70    | 202.09 | 199.60 | 200.59 | 198.46 | 190.67 | 180.89 | 171.36 | 162.64 | 155.04 | 149.41 |
| 35.65    | 207.93 | 201.64 | 203.82 | 201.93 | 191.59 | 179.25 | 168.01 | 158.55 | 151.41 | 147.43 |
| 35.60    | 211.30 | 201.31 | 200.29 | 197.30 | 187.44 | 175.01 | 163.21 | 153.37 | 146.74 | 144.13 |

| 동경<br>북위 | 127.40 | 127.45 | 127.50 | 127.55 | 127.60 | 127.65 | 127.70 | 127.75 | 127.80 | 127.85 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 35.55  | 209.51 | 199.23 | 194.01 | 188.68 | 179.78 | 168.33 | 156.31 | 145.27 | 136.94 |
| 35.50    | 205.92 | 196.36 | 188.55 | 181.06 | 171.91 | 160.65 | 147.71 | 133.70 | 120.15 | 111.36 |
| 35.45    | 206.01 | 194.10 | 184.03 | 174.87 | 165.02 | 153.38 | 139.11 | 121.22 | 99.81  | 82.88  |
| 35.40    | 206.45 | 191.22 | 179.47 | 169.37 | 159.18 | 147.49 | 132.92 | 113.62 | 88.69  | 67.57  |
| 35.35    | 198.95 | 184.99 | 173.68 | 163.86 | 154.11 | 143.29 | 130.24 | 113.85 | 94.55  | 79.87  |
| 35.30    | 184.83 | 175.39 | 166.45 | 158.00 | 149.46 | 140.20 | 129.73 | 117.94 | 106.12 | 98.32  |
| 35.25    | 169.77 | 164.61 | 158.47 | 151.87 | 144.85 | 137.33 | 129.31 | 121.10 | 113.72 | 108.79 |
| 35.20    | 156.56 | 154.43 | 150.56 | 145.64 | 140.06 | 134.04 | 127.84 | 121.79 | 116.43 | 112.25 |
| 35.15    | 145.93 | 145.59 | 143.20 | 139.47 | 134.96 | 130.04 | 125.02 | 120.20 | 115.85 | 112.03 |
| 35.10    | 137.97 | 138.22 | 136.47 | 133.38 | 129.49 | 125.21 | 120.89 | 116.79 | 113.10 | 109.86 |
| 35.05    | 132.13 | 132.00 | 130.23 | 127.27 | 123.55 | 119.49 | 115.44 | 111.68 | 108.41 | 105.78 |
| 35.00    | 127.23 | 126.33 | 124.18 | 120.98 | 117.04 | 112.78 | 108.61 | 104.82 | 101.57 | 99.07  |
| 34.95    | 122.12 | 120.65 | 118.08 | 114.40 | 109.85 | 104.95 | 100.32 | 96.26  | 92.62  | 89.38  |
| 34.90    | 116.29 | 114.70 | 111.87 | 107.57 | 102.01 | 95.92  | 90.49  | 86.34  | 82.43  | 77.47  |
| 34.85    | 109.71 | 108.58 | 105.77 | 100.83 | 93.82  | 85.76  | 78.97  | 75.49  | 72.98  | 66.23  |
| 34.80    | 102.49 | 102.53 | 100.22 | 94.89  | 86.32  | 75.52  | 66.19  | 63.79  | 66.00  | 60.78  |
| 34.75    | 94.84  | 96.89  | 95.71  | 90.64  | 81.38  | 68.71  | 56.94  | 54.69  | 61.87  | 62.77  |
| 34.70    | 87.41  | 92.06  | 92.54  | 88.63  | 80.41  | 68.99  | 58.57  | 56.56  | 63.10  | 67.29  |
| 34.65    | 81.75  | 88.62  | 90.74  | 88.53  | 82.64  | 74.60  | 67.70  | 66.02  | 69.33  | 72.82  |
| 34.60    | 79.69  | 87.14  | 90.25  | 89.59  | 86.10  | 81.22  | 77.08  | 75.62  | 76.84  | 78.96  |
| 34.55    | 81.34  | 87.68  | 90.86  | 91.23  | 89.52  | 86.82  | 84.41  | 83.30  | 83.62  | 84.82  |
| 34.50    | 85.00  | 89.58  | 92.29  | 93.12  | 92.52  | 91.18  | 89.86  | 89.13  | 89.19  | 89.89  |
| 34.45    | 88.96  | 92.04  | 94.13  | 95.09  | 95.11  | 94.58  | 93.95  | 93.57  | 93.62  | 94.08  |
| 34.40    | 92.40  | 94.49  | 96.07  | 97.00  | 97.33  | 97.28  | 97.09  | 96.99  | 97.11  | 97.49  |
| 34.35    | 95.14  | 96.64  | 97.88  | 98.75  | 99.24  | 99.46  | 99.56  | 99.67  | 99.89  | 100.25 |
| 34.30    | 97.22  | 98.41  | 99.45  | 100.27 | 100.85 | 101.25 | 101.54 | 101.80 | 102.11 | 102.49 |
| 34.25    | 98.73  | 99.78  | 100.73 | 101.54 | 102.19 | 102.70 | 103.13 | 103.51 | 103.90 | 104.32 |
| 34.20    | 99.77  | 100.78 | 101.72 | 102.54 | 103.25 | 103.86 | 104.39 | 104.88 | 105.34 | 105.81 |
| 34.15    | 100.41 | 101.45 | 102.41 | 103.29 | 104.07 | 104.76 | 105.39 | 105.96 | 106.50 | 107.02 |
| 34.10    | 100.70 | 101.81 | 102.84 | 103.78 | 104.65 | 105.43 | 106.15 | 106.81 | 107.42 | 108.01 |
| 34.05    | 100.66 | 101.87 | 103.00 | 104.04 | 105.00 | 105.89 | 106.69 | 107.44 | 108.14 | 108.79 |
| 34.00    | 100.32 | 101.67 | 102.92 | 104.08 | 105.15 | 106.14 | 107.05 | 107.89 | 108.67 | 109.40 |
| 33.95    | 99.70  | 101.21 | 102.61 | 103.91 | 105.11 | 106.22 | 107.24 | 108.18 | 109.05 | 109.86 |
| 33.90    | 98.80  | 100.50 | 102.09 | 103.55 | 104.89 | 106.13 | 107.27 | 108.32 | 109.28 | 110.18 |
| 33.85    | 97.64  | 99.58  | 101.37 | 103.01 | 104.52 | 105.90 | 107.17 | 108.33 | 109.40 | 110.38 |
| 33.80    | 96.25  | 98.46  | 100.47 | 102.32 | 104.00 | 105.54 | 106.94 | 108.23 | 109.40 | 110.49 |
| 33.75    | 94.67  | 97.16  | 99.44  | 101.50 | 103.37 | 105.08 | 106.62 | 108.03 | 109.32 | 110.50 |
| 33.70    | 92.93  | 95.74  | 98.29  | 100.58 | 102.66 | 104.53 | 106.23 | 107.77 | 109.17 | 110.45 |
| 33.65    | 91.09  | 94.24  | 97.07  | 99.60  | 101.88 | 103.93 | 105.78 | 107.45 | 108.96 | 110.34 |
| 33.60    | 89.23  | 92.72  | 95.83  | 98.60  | 101.08 | 103.30 | 105.29 | 107.09 | 108.72 | 110.20 |
| 33.55    | 87.44  | 91.25  | 94.62  | 97.62  | 100.28 | 102.67 | 104.80 | 106.72 | 108.46 | 110.03 |
| 33.50    | 85.79  | 89.88  | 93.50  | 96.69  | 99.53  | 102.06 | 104.33 | 106.36 | 108.19 | 109.86 |
| 33.45    | 84.37  | 88.70  | 92.51  | 95.87  | 98.86  | 101.52 | 103.89 | 106.03 | 107.95 | 109.69 |
| 33.40    | 83.25  | 87.74  | 91.69  | 95.19  | 98.29  | 101.05 | 103.52 | 105.73 | 107.73 | 109.54 |
| 33.35    | 82.48  | 87.05  | 91.09  | 94.67  | 97.85  | 100.68 | 103.22 | 105.50 | 107.56 | 109.43 |
| 33.30    | 82.08  | 86.66  | 90.72  | 94.33  | 97.55  | 100.43 | 103.02 | 105.34 | 107.45 | 109.36 |
| 33.25    | 82.06  | 86.56  | 90.59  | 94.19  | 97.41  | 100.31 | 102.91 | 105.27 | 107.40 | 109.34 |
| 33.20    | 82.37  | 86.75  | 90.69  | 94.23  | 97.43  | 100.31 | 102.91 | 105.27 | 107.42 | 109.37 |
| 33.15    | 82.99  | 87.19  | 91.01  | 94.46  | 97.60  | 100.44 | 103.02 | 105.37 | 107.51 | 109.47 |
| 33.10    | 83.86  | 87.86  | 91.52  | 94.86  | 97.92  | 100.70 | 103.24 | 105.56 | 107.68 | 109.63 |
| 33.05    | 84.95  | 88.72  | 92.21  | 95.42  | 98.37  | 101.07 | 103.55 | 105.83 | 107.93 | 109.86 |
| 33.00    | 86.19  | 89.74  | 93.05  | 96.11  | 98.94  | 101.55 | 103.97 | 106.19 | 108.24 | 110.14 |

| 동경<br>북위 | 127.90 | 127.95 | 128.00 | 128.05 | 128.10 | 128.15 | 128.20 | 128.25 | 128.30 | 128.35 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 38.20  | 342.89 | 343.05 | 345.70 | 350.53 | 355.37 | 355.75 | 346.63 | 325.78 | 294.76 |
| 38.15    | 350.25 | 351.01 | 356.01 | 365.77 | 377.80 | 384.77 | 377.59 | 353.45 | 317.50 | 276.54 |
| 38.10    | 357.33 | 357.67 | 364.11 | 378.37 | 398.22 | 412.86 | 407.28 | 378.57 | 337.56 | 294.94 |
| 38.05    | 364.07 | 362.51 | 368.18 | 383.57 | 406.99 | 425.61 | 420.53 | 389.55 | 347.42 | 306.34 |
| 38.00    | 370.44 | 365.69 | 368.02 | 379.37 | 398.01 | 412.68 | 407.44 | 380.55 | 344.26 | 308.87 |
| 37.95    | 376.00 | 368.03 | 365.76 | 369.97 | 378.93 | 385.29 | 379.45 | 359.69 | 332.54 | 304.75 |
| 37.90    | 380.35 | 370.61 | 364.18 | 361.49 | 361.58 | 360.52 | 353.42 | 338.71 | 318.94 | 297.72 |
| 37.85    | 385.27 | 375.17 | 365.14 | 356.82 | 350.41 | 344.09 | 335.33 | 322.87 | 307.41 | 290.59 |
| 37.80    | 396.20 | 384.18 | 369.36 | 355.77 | 344.46 | 334.43 | 324.04 | 312.23 | 298.90 | 284.67 |
| 37.75    | 417.04 | 397.80 | 375.45 | 356.39 | 341.25 | 328.66 | 317.03 | 305.29 | 293.01 | 280.25 |
| 37.70    | 436.53 | 408.12 | 378.69 | 355.72 | 338.39 | 324.51 | 312.32 | 300.69 | 289.04 | 277.22 |
| 37.65    | 430.56 | 402.68 | 373.77 | 351.30 | 334.31 | 320.68 | 308.76 | 297.55 | 286.48 | 275.36 |
| 37.60    | 400.40 | 381.85 | 360.86 | 343.17 | 328.90 | 316.84 | 305.93 | 295.47 | 285.04 | 274.52 |
| 37.55    | 368.07 | 357.79 | 345.45 | 333.79 | 323.25 | 313.45 | 303.96 | 294.42 | 284.65 | 274.62 |
| 37.50    | 344.24 | 338.79 | 332.57 | 325.90 | 318.79 | 311.27 | 303.26 | 294.67 | 285.44 | 275.70 |
| 37.45    | 329.44 | 326.76 | 324.33 | 321.03 | 316.56 | 311.05 | 304.45 | 296.65 | 287.70 | 277.91 |
| 37.40    | 322.02 | 321.08 | 320.60 | 319.27 | 316.96 | 313.52 | 308.38 | 301.13 | 291.92 | 281.45 |
| 37.35    | 319.93 | 319.86 | 319.76 | 319.88 | 320.32 | 319.88 | 316.59 | 309.35 | 298.79 | 286.55 |
| 37.30    | 319.41 | 319.65 | 319.98 | 322.66 | 327.95 | 332.71 | 331.89 | 323.19 | 309.01 | 293.14 |
| 37.25    | 317.83 | 318.98 | 321.47 | 328.64 | 341.90 | 355.75 | 358.03 | 344.21 | 322.29 | 300.35 |
| 37.20    | 316.33 | 319.00 | 324.25 | 336.42 | 359.85 | 387.53 | 393.27 | 368.83 | 335.03 | 305.66 |
| 37.15    | 316.71 | 320.52 | 326.59 | 340.27 | 368.79 | 405.67 | 413.54 | 380.73 | 339.00 | 305.36 |
| 37.10    | 321.04 | 325.48 | 328.74 | 337.06 | 357.94 | 385.59 | 391.29 | 364.61 | 328.24 | 297.28 |
| 37.05    | 331.78 | 338.17 | 335.10 | 331.98 | 338.01 | 348.89 | 349.42 | 332.75 | 307.60 | 283.28 |
| 37.00    | 346.13 | 357.57 | 346.64 | 329.74 | 321.80 | 319.91 | 315.34 | 303.38 | 286.04 | 267.49 |
| 36.95    | 348.32 | 362.09 | 348.09 | 324.41 | 308.55 | 299.49 | 291.58 | 281.26 | 268.08 | 253.22 |
| 36.90    | 329.69 | 338.60 | 328.39 | 309.18 | 293.27 | 282.31 | 273.60 | 264.68 | 254.33 | 242.25 |
| 36.85    | 303.70 | 306.87 | 300.07 | 287.28 | 274.88 | 265.37 | 258.08 | 251.39 | 243.91 | 234.86 |
| 36.80    | 281.48 | 280.54 | 274.28 | 264.49 | 254.80 | 247.73 | 243.28 | 239.77 | 235.57 | 229.90 |
| 36.75    | 265.37 | 261.26 | 253.49 | 243.24 | 233.85 | 228.89 | 228.30 | 228.91 | 228.27 | 225.81 |
| 36.70    | 254.89 | 247.92 | 237.61 | 224.48 | 212.64 | 208.96 | 213.37 | 218.90 | 221.73 | 221.89 |
| 36.65    | 249.28 | 239.60 | 226.99 | 210.89 | 195.62 | 192.44 | 201.66 | 211.21 | 216.44 | 218.32 |
| 36.60    | 247.61 | 235.40 | 222.07 | 206.52 | 192.16 | 189.37 | 198.35 | 207.57 | 212.91 | 215.40 |
| 36.55    | 247.99 | 233.55 | 221.04 | 209.25 | 199.90 | 197.52 | 201.76 | 207.04 | 210.72 | 213.06 |
| 36.50    | 246.99 | 231.23 | 220.04 | 211.69 | 206.02 | 203.84 | 204.66 | 206.65 | 208.70 | 210.78 |
| 36.45    | 241.03 | 225.81 | 216.11 | 209.99 | 206.28 | 204.45 | 204.05 | 204.57 | 205.80 | 207.90 |
| 36.40    | 229.15 | 215.90 | 208.02 | 203.94 | 201.93 | 200.89 | 200.40 | 200.49 | 201.44 | 203.75 |
| 36.35    | 213.17 | 201.40 | 195.51 | 194.31 | 194.77 | 195.01 | 194.78 | 194.59 | 195.28 | 197.71 |
| 36.30    | 196.13 | 183.51 | 179.36 | 182.61 | 186.64 | 188.35 | 188.05 | 187.07 | 186.98 | 189.23 |
| 36.25    | 182.69 | 167.75 | 164.61 | 172.60 | 179.84 | 182.19 | 180.86 | 177.95 | 176.13 | 177.95 |
| 36.20    | 177.93 | 164.41 | 161.77 | 169.61 | 176.18 | 177.29 | 173.81 | 167.67 | 162.93 | 164.48 |
| 36.15    | 180.01 | 171.50 | 169.17 | 172.36 | 174.95 | 173.69 | 168.07 | 158.88 | 151.16 | 152.97 |
| 36.10    | 182.46 | 177.42 | 175.05 | 174.75 | 174.11 | 171.25 | 165.20 | 156.25 | 148.91 | 150.51 |
| 36.05    | 182.48 | 178.94 | 176.50 | 174.75 | 172.76 | 169.60 | 164.80 | 158.82 | 154.40 | 154.63 |
| 36.00    | 180.23 | 177.35 | 174.99 | 172.90 | 170.68 | 167.95 | 164.58 | 160.96 | 158.16 | 156.76 |
| 35.95    | 176.39 | 173.86 | 171.74 | 169.80 | 167.82 | 165.62 | 163.18 | 160.61 | 158.09 | 155.36 |
| 35.90    | 171.38 | 169.16 | 167.38 | 165.78 | 164.16 | 162.42 | 160.51 | 158.37 | 155.83 | 152.35 |
| 35.85    | 165.41 | 163.57 | 162.30 | 161.13 | 159.86 | 158.45 | 156.90 | 155.09 | 152.71 | 149.19 |
| 35.80    | 158.70 | 157.48 | 156.91 | 156.16 | 155.09 | 153.86 | 152.62 | 151.24 | 149.34 | 146.36 |
| 35.75    | 151.91 | 151.69 | 151.88 | 151.25 | 150.00 | 148.70 | 147.73 | 146.95 | 145.84 | 143.78 |
| 35.70    | 147.26 | 147.81 | 147.91 | 146.60 | 144.55 | 142.81 | 142.13 | 142.25 | 142.20 | 141.23 |
| 35.65    | 146.56 | 146.19 | 144.60 | 141.94 | 138.63 | 136.06 | 135.84 | 137.31 | 138.58 | 138.66 |
| 35.60    | 143.75 | 142.37 | 140.05 | 137.08 | 132.96 | 129.52 | 129.98 | 132.99 | 135.40 | 136.22 |

| 동경<br>북위 | 127.90 | 127.95 | 128.00 | 128.05 | 128.10 | 128.15 | 128.20 | 128.25 | 128.30 | 128.35 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 35.55  | 132.51 | 133.17 | 133.54 | 132.69 | 129.80 | 126.71 | 127.41 | 130.64 | 133.14 |
| 35.50    | 112.19 | 119.18 | 125.45 | 128.66 | 128.92 | 127.91 | 128.34 | 130.14 | 131.65 | 132.15 |
| 35.45    | 86.40  | 103.42 | 116.89 | 124.06 | 127.11 | 128.12 | 128.73 | 129.52 | 130.10 | 130.11 |
| 35.40    | 72.55  | 94.54  | 110.96 | 119.59 | 123.85 | 125.95 | 127.06 | 127.68 | 127.92 | 127.69 |
| 35.35    | 82.82  | 97.51  | 109.39 | 116.13 | 120.01 | 122.45 | 123.97 | 124.79 | 125.04 | 124.76 |
| 35.30    | 98.68  | 104.33 | 109.41 | 112.79 | 115.65 | 118.23 | 120.16 | 121.26 | 121.60 | 121.31 |
| 35.25    | 107.16 | 107.25 | 107.20 | 107.88 | 110.43 | 113.64 | 116.11 | 117.45 | 117.78 | 117.35 |
| 35.20    | 109.11 | 105.92 | 102.47 | 101.80 | 105.21 | 109.43 | 112.31 | 113.61 | 113.67 | 112.88 |
| 35.15    | 108.38 | 104.15 | 99.74  | 98.83  | 102.49 | 106.64 | 109.13 | 109.87 | 109.27 | 107.78 |
| 35.10    | 106.90 | 103.88 | 101.16 | 100.62 | 102.72 | 105.17 | 106.37 | 106.04 | 104.41 | 101.90 |
| 35.05    | 103.88 | 102.63 | 101.92 | 101.96 | 102.79 | 103.58 | 103.40 | 101.81 | 98.87  | 95.05  |
| 35.00    | 97.74  | 97.77  | 98.69  | 99.82  | 100.71 | 100.92 | 99.85  | 97.06  | 92.59  | 87.12  |
| 34.95    | 87.57  | 88.42  | 91.37  | 94.58  | 96.77  | 97.36  | 95.92  | 92.06  | 85.83  | 78.27  |
| 34.90    | 73.56  | 74.97  | 81.12  | 87.68  | 92.07  | 93.66  | 92.23  | 87.54  | 79.56  | 69.48  |
| 34.85    | 58.55  | 60.56  | 70.90  | 81.22  | 87.89  | 90.58  | 89.46  | 84.45  | 75.50  | 63.73  |
| 34.80    | 51.21  | 53.64  | 65.82  | 77.65  | 85.35  | 88.70  | 88.02  | 83.41  | 75.05  | 64.18  |
| 34.75    | 57.29  | 59.04  | 68.22  | 78.03  | 84.93  | 88.21  | 87.93  | 84.28  | 77.69  | 69.54  |
| 34.70    | 67.01  | 68.79  | 74.41  | 81.06  | 86.24  | 88.94  | 88.93  | 86.37  | 81.75  | 76.24  |
| 34.65    | 74.68  | 76.91  | 80.62  | 84.93  | 88.51  | 90.53  | 90.67  | 89.01  | 85.98  | 82.39  |
| 34.60    | 80.95  | 83.12  | 85.82  | 88.72  | 91.15  | 92.61  | 92.82  | 91.82  | 89.90  | 87.61  |
| 34.55    | 86.36  | 88.14  | 90.14  | 92.15  | 93.85  | 94.90  | 95.14  | 94.58  | 93.42  | 91.99  |
| 34.50    | 90.98  | 92.32  | 93.79  | 95.23  | 96.44  | 97.23  | 97.49  | 97.22  | 96.56  | 95.70  |
| 34.45    | 94.86  | 95.85  | 96.93  | 97.99  | 98.88  | 99.49  | 99.76  | 99.69  | 99.36  | 98.89  |
| 34.40    | 98.08  | 98.83  | 99.64  | 100.44 | 101.13 | 101.64 | 101.92 | 101.98 | 101.87 | 101.66 |
| 34.35    | 100.74 | 101.34 | 101.99 | 102.62 | 103.18 | 103.62 | 103.92 | 104.07 | 104.11 | 104.09 |
| 34.30    | 102.94 | 103.46 | 104.01 | 104.55 | 105.04 | 105.44 | 105.76 | 105.98 | 106.13 | 106.24 |
| 34.25    | 104.77 | 105.26 | 105.75 | 106.24 | 106.69 | 107.09 | 107.43 | 107.71 | 107.94 | 108.14 |
| 34.20    | 106.28 | 106.77 | 107.25 | 107.72 | 108.17 | 108.58 | 108.94 | 109.26 | 109.55 | 109.84 |
| 34.15    | 107.54 | 108.04 | 108.54 | 109.02 | 109.47 | 109.90 | 110.29 | 110.66 | 111.00 | 111.34 |
| 34.10    | 108.57 | 109.11 | 109.63 | 110.14 | 110.61 | 111.07 | 111.49 | 111.90 | 112.29 | 112.68 |
| 34.05    | 109.41 | 110.00 | 110.56 | 111.10 | 111.61 | 112.10 | 112.56 | 113.01 | 113.44 | 113.87 |
| 34.00    | 110.08 | 110.73 | 111.34 | 111.92 | 112.47 | 113.00 | 113.51 | 113.99 | 114.47 | 114.93 |
| 33.95    | 110.61 | 111.32 | 111.99 | 112.62 | 113.22 | 113.79 | 114.33 | 114.86 | 115.37 | 115.88 |
| 33.90    | 111.01 | 111.79 | 112.52 | 113.20 | 113.85 | 114.47 | 115.05 | 115.62 | 116.17 | 116.71 |
| 33.85    | 111.30 | 112.15 | 112.94 | 113.68 | 114.38 | 115.05 | 115.68 | 116.29 | 116.88 | 117.46 |
| 33.80    | 111.49 | 112.41 | 113.27 | 114.08 | 114.83 | 115.55 | 116.23 | 116.88 | 117.50 | 118.11 |
| 33.75    | 111.59 | 112.59 | 113.52 | 114.39 | 115.20 | 115.97 | 116.69 | 117.39 | 118.05 | 118.69 |
| 33.70    | 111.63 | 112.71 | 113.71 | 114.64 | 115.51 | 116.33 | 117.10 | 117.83 | 118.53 | 119.21 |
| 33.65    | 111.61 | 112.77 | 113.84 | 114.83 | 115.76 | 116.63 | 117.44 | 118.22 | 118.96 | 119.67 |
| 33.60    | 111.55 | 112.79 | 113.93 | 114.98 | 115.96 | 116.88 | 117.74 | 118.56 | 119.33 | 120.07 |
| 33.55    | 111.47 | 112.78 | 113.98 | 115.10 | 116.13 | 117.10 | 118.00 | 118.85 | 119.66 | 120.44 |
| 33.50    | 111.37 | 112.75 | 114.02 | 115.19 | 116.27 | 117.28 | 118.23 | 119.12 | 119.96 | 120.76 |
| 33.45    | 111.27 | 112.72 | 114.04 | 115.26 | 116.40 | 117.45 | 118.43 | 119.36 | 120.23 | 121.06 |
| 33.40    | 111.19 | 112.69 | 114.07 | 115.33 | 116.51 | 117.60 | 118.62 | 119.58 | 120.48 | 121.33 |
| 33.35    | 111.12 | 112.67 | 114.10 | 115.41 | 116.62 | 117.74 | 118.79 | 119.78 | 120.71 | 121.59 |
| 33.30    | 111.10 | 112.68 | 114.14 | 115.49 | 116.73 | 117.89 | 118.97 | 119.98 | 120.93 | 121.83 |
| 33.25    | 111.10 | 112.72 | 114.21 | 115.58 | 116.85 | 118.03 | 119.14 | 120.17 | 121.14 | 122.06 |
| 33.20    | 111.16 | 112.80 | 114.31 | 115.70 | 116.99 | 118.19 | 119.31 | 120.36 | 121.35 | 122.29 |
| 33.15    | 111.27 | 112.91 | 114.44 | 115.84 | 117.15 | 118.36 | 119.50 | 120.56 | 121.57 | 122.52 |
| 33.10    | 111.42 | 113.07 | 114.60 | 116.01 | 117.33 | 118.55 | 119.70 | 120.77 | 121.79 | 122.74 |
| 33.05    | 111.63 | 113.28 | 114.80 | 116.21 | 117.53 | 118.76 | 119.91 | 120.99 | 122.01 | 122.98 |
| 33.00    | 111.90 | 113.52 | 115.04 | 116.44 | 117.76 | 118.99 | 120.14 | 121.22 | 122.25 | 123.22 |

| 동경<br>북위 | 128.40 | 128.45 | 128.50 | 128.55 | 128.60 | 128.65 | 128.70 | 128.75 | 128.80 | 128.85 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 38.20  | 215.14 | 174.68 | 143.89 | 131.98 | 139.23 | 155.59 | 171.27 | 182.44 | 189.18 |
| 38.15    | 235.40 | 198.31 | 170.91 | 158.53 | 160.60 | 170.10 | 179.92 | 186.87 | 190.71 | 192.32 |
| 38.10    | 256.02 | 223.51 | 199.93 | 187.08 | 183.84 | 186.02 | 189.29 | 191.35 | 191.80 | 191.14 |
| 38.05    | 270.99 | 242.68 | 221.95 | 208.73 | 201.73 | 198.44 | 196.38 | 194.08 | 191.25 | 188.32 |
| 38.00    | 278.47 | 254.02 | 235.42 | 222.09 | 212.82 | 205.99 | 200.04 | 194.11 | 188.19 | 182.99 |
| 37.95    | 279.83 | 258.95 | 242.19 | 229.06 | 218.59 | 209.55 | 200.74 | 191.48 | 182.18 | 174.32 |
| 37.90    | 277.60 | 259.79 | 244.68 | 232.05 | 221.22 | 211.03 | 200.06 | 187.21 | 173.18 | 161.29 |
| 37.85    | 273.97 | 258.58 | 244.92 | 233.12 | 222.79 | 212.77 | 200.72 | 183.77 | 162.04 | 142.81 |
| 37.80    | 270.36 | 256.72 | 244.34 | 233.69 | 224.93 | 217.17 | 206.75 | 186.41 | 152.40 | 119.96 |
| 37.75    | 267.42 | 255.05 | 243.77 | 234.46 | 228.19 | 225.29 | 221.73 | 203.25 | 155.75 | 106.72 |
| 37.70    | 265.38 | 253.93 | 243.53 | 235.39 | 231.44 | 233.87 | 240.18 | 230.69 | 181.86 | 128.70 |
| 37.65    | 264.25 | 253.47 | 243.68 | 236.10 | 232.82 | 236.24 | 244.02 | 238.08 | 202.36 | 162.55 |
| 37.60    | 263.96 | 253.66 | 244.20 | 236.54 | 232.12 | 232.01 | 233.36 | 226.01 | 204.27 | 179.25 |
| 37.55    | 264.45 | 254.45 | 245.09 | 237.02 | 230.96 | 227.01 | 223.14 | 215.09 | 200.95 | 184.19 |
| 37.50    | 265.70 | 255.78 | 246.34 | 237.81 | 230.48 | 224.17 | 217.74 | 209.46 | 198.43 | 185.32 |
| 37.45    | 267.72 | 257.58 | 247.89 | 238.94 | 230.80 | 223.27 | 215.72 | 207.33 | 197.56 | 186.28 |
| 37.40    | 270.53 | 259.79 | 249.63 | 240.25 | 231.60 | 223.47 | 215.43 | 207.03 | 197.91 | 187.89 |
| 37.35    | 274.07 | 262.22 | 251.36 | 241.52 | 232.55 | 224.15 | 215.95 | 207.60 | 198.84 | 189.67 |
| 37.30    | 278.00 | 264.51 | 252.76 | 242.52 | 233.40 | 224.99 | 216.86 | 208.59 | 199.89 | 190.81 |
| 37.25    | 281.49 | 266.04 | 253.42 | 242.95 | 233.96 | 225.85 | 218.08 | 210.05 | 201.22 | 191.27 |
| 37.20    | 283.03 | 265.91 | 252.80 | 242.49 | 234.04 | 226.69 | 219.76 | 212.47 | 203.83 | 192.65 |
| 37.15    | 280.87 | 263.22 | 250.38 | 240.84 | 233.47 | 227.43 | 222.03 | 216.45 | 209.34 | 198.52 |
| 37.10    | 274.10 | 257.44 | 245.75 | 237.66 | 232.00 | 227.89 | 224.82 | 222.27 | 219.04 | 212.46 |
| 37.05    | 263.40 | 248.62 | 238.65 | 232.63 | 229.29 | 227.68 | 227.62 | 229.40 | 232.83 | 235.40 |
| 37.00    | 250.65 | 237.37 | 228.97 | 225.43 | 225.05 | 226.36 | 229.56 | 236.20 | 248.08 | 263.72 |
| 36.95    | 238.21 | 225.13 | 217.24 | 216.30 | 219.50 | 223.82 | 229.72 | 239.99 | 258.29 | 284.20 |
| 36.90    | 228.75 | 215.39 | 206.95 | 208.03 | 214.42 | 220.84 | 227.84 | 238.65 | 256.74 | 280.82 |
| 36.85    | 224.07 | 212.63 | 205.01 | 206.31 | 212.66 | 218.66 | 224.63 | 233.03 | 245.67 | 260.39 |
| 36.80    | 222.82 | 215.41 | 210.50 | 210.63 | 213.82 | 217.18 | 220.75 | 225.79 | 232.77 | 239.88 |
| 36.75    | 222.02 | 217.96 | 215.06 | 214.14 | 214.46 | 215.06 | 216.23 | 218.63 | 222.10 | 225.23 |
| 36.70    | 220.43 | 218.34 | 216.38 | 214.76 | 213.08 | 211.31 | 210.56 | 211.78 | 214.15 | 215.85 |
| 36.65    | 218.36 | 217.51 | 216.13 | 213.98 | 210.40 | 205.70 | 203.03 | 204.93 | 208.54 | 210.42 |
| 36.60    | 216.40 | 216.61 | 216.04 | 213.89 | 208.55 | 199.71 | 194.28 | 198.91 | 205.66 | 208.27 |
| 36.55    | 214.76 | 216.23 | 217.24 | 216.55 | 211.48 | 200.22 | 192.36 | 199.19 | 207.56 | 209.50 |
| 36.50    | 213.24 | 216.39 | 220.13 | 223.45 | 223.60 | 217.57 | 211.38 | 214.18 | 216.90 | 214.31 |
| 36.45    | 211.28 | 216.49 | 224.06 | 234.28 | 246.14 | 255.45 | 255.05 | 245.44 | 233.54 | 221.85 |
| 36.40    | 208.07 | 215.31 | 226.94 | 245.30 | 272.89 | 304.44 | 311.00 | 282.77 | 251.63 | 229.00 |
| 36.35    | 202.73 | 211.42 | 225.72 | 249.21 | 286.31 | 329.96 | 339.40 | 301.66 | 260.06 | 230.96 |
| 36.30    | 194.67 | 203.95 | 218.49 | 241.03 | 273.69 | 307.80 | 314.76 | 286.79 | 251.73 | 224.61 |
| 36.25    | 183.95 | 193.41 | 206.38 | 223.90 | 245.65 | 264.98 | 268.76 | 253.70 | 231.35 | 211.13 |
| 36.20    | 171.98 | 181.81 | 192.54 | 204.48 | 217.04 | 226.75 | 228.47 | 220.80 | 207.81 | 194.20 |
| 36.15    | 162.25 | 171.77 | 179.61 | 186.53 | 192.81 | 197.29 | 197.98 | 193.92 | 186.21 | 176.98 |
| 36.10    | 158.16 | 164.57 | 168.17 | 170.18 | 171.86 | 173.56 | 174.33 | 172.73 | 168.15 | 161.34 |
| 36.05    | 157.44 | 158.58 | 156.85 | 153.54 | 151.18 | 151.71 | 154.23 | 155.78 | 154.00 | 148.63 |
| 36.00    | 155.34 | 151.53 | 144.15 | 134.54 | 127.59 | 128.42 | 135.33 | 141.86 | 143.75 | 140.20 |
| 35.95    | 151.19 | 143.64 | 130.91 | 113.85 | 100.81 | 103.29 | 117.48 | 130.54 | 136.78 | 136.22 |
| 35.90    | 146.79 | 137.26 | 121.46 | 99.37  | 81.47  | 85.53  | 105.52 | 122.97 | 132.17 | 134.53 |
| 35.85    | 143.54 | 134.29 | 119.72 | 100.29 | 85.07  | 88.40  | 105.32 | 120.69 | 129.58 | 133.15 |
| 35.80    | 141.60 | 134.22 | 123.69 | 111.26 | 102.47 | 103.82 | 112.95 | 122.36 | 128.60 | 131.73 |
| 35.75    | 140.31 | 135.14 | 128.43 | 121.43 | 116.78 | 116.71 | 120.28 | 124.68 | 128.12 | 130.19 |
| 35.70    | 139.01 | 135.58 | 131.32 | 127.12 | 124.16 | 123.19 | 123.89 | 125.38 | 126.96 | 128.19 |
| 35.65    | 137.42 | 135.10 | 132.11 | 129.00 | 126.34 | 124.51 | 123.60 | 123.64 | 124.44 | 125.46 |
| 35.60    | 135.60 | 133.87 | 131.39 | 128.47 | 125.36 | 122.36 | 120.10 | 119.49 | 120.55 | 122.12 |

| 동경<br>북위 | 128.40 | 128.45 | 128.50 | 128.55 | 128.60 | 128.65 | 128.70 | 128.75 | 128.80 | 128.85 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 35.55  | 133.66 | 132.18 | 129.86 | 126.78 | 122.96 | 118.60 | 114.95 | 114.12 | 116.17 |
| 35.50    | 131.64 | 130.24 | 128.02 | 124.90 | 120.76 | 115.72 | 111.35 | 110.54 | 113.27 | 116.29 |
| 35.45    | 129.46 | 128.11 | 126.08 | 123.28 | 119.62 | 115.31 | 111.72 | 111.03 | 112.96 | 114.97 |
| 35.40    | 126.96 | 125.71 | 123.97 | 121.72 | 119.01 | 116.11 | 113.83 | 113.07 | 113.49 | 113.76 |
| 35.35    | 124.02 | 122.88 | 121.42 | 119.71 | 117.83 | 115.98 | 114.46 | 113.43 | 112.59 | 111.33 |
| 35.30    | 120.54 | 119.45 | 118.16 | 116.80 | 115.42 | 114.10 | 112.81 | 111.44 | 109.65 | 107.09 |
| 35.25    | 116.43 | 115.23 | 113.95 | 112.73 | 111.61 | 110.55 | 109.35 | 107.68 | 105.12 | 101.25 |
| 35.20    | 111.57 | 110.06 | 108.59 | 107.33 | 106.36 | 105.55 | 104.58 | 102.91 | 99.85  | 94.67  |
| 35.15    | 105.82 | 103.74 | 101.86 | 100.40 | 99.53  | 99.15  | 98.80  | 97.68  | 94.72  | 88.80  |
| 35.10    | 99.01  | 96.13  | 93.58  | 91.68  | 90.84  | 91.16  | 92.04  | 92.27  | 90.40  | 85.00  |
| 35.05    | 91.01  | 87.23  | 83.79  | 81.00  | 79.89  | 81.20  | 84.09  | 86.64  | 86.95  | 83.58  |
| 35.00    | 81.84  | 77.42  | 73.16  | 68.70  | 66.52  | 69.11  | 74.98  | 80.76  | 84.01  | 83.58  |
| 34.95    | 71.62  | 67.52  | 63.49  | 56.37  | 51.86  | 56.26  | 65.96  | 75.27  | 81.47  | 83.94  |
| 34.90    | 60.94  | 58.20  | 57.22  | 48.16  | 41.33  | 47.64  | 60.15  | 71.70  | 79.85  | 84.42  |
| 34.85    | 53.42  | 51.47  | 55.14  | 49.54  | 43.60  | 49.04  | 60.37  | 71.42  | 79.84  | 85.34  |
| 34.80    | 54.85  | 52.99  | 56.90  | 56.47  | 54.26  | 57.63  | 65.49  | 74.16  | 81.53  | 86.98  |
| 34.75    | 62.85  | 60.85  | 62.54  | 63.65  | 64.18  | 66.92  | 72.22  | 78.53  | 84.43  | 89.29  |
| 34.70    | 71.70  | 69.69  | 69.93  | 70.92  | 72.31  | 74.83  | 78.70  | 83.33  | 87.94  | 92.04  |
| 34.65    | 79.32  | 77.60  | 77.30  | 77.95  | 79.31  | 81.49  | 84.47  | 87.98  | 91.60  | 95.00  |
| 34.60    | 85.56  | 84.26  | 83.87  | 84.29  | 85.42  | 87.20  | 89.54  | 92.27  | 95.15  | 97.97  |
| 34.55    | 90.66  | 89.77  | 89.47  | 89.80  | 90.70  | 92.13  | 93.99  | 96.16  | 98.49  | 100.85 |
| 34.50    | 94.89  | 94.34  | 94.18  | 94.48  | 95.23  | 96.39  | 97.90  | 99.66  | 101.58 | 103.56 |
| 34.45    | 98.44  | 98.16  | 98.14  | 98.46  | 99.11  | 100.07 | 101.32 | 102.78 | 104.39 | 106.07 |
| 34.40    | 101.47 | 101.39 | 101.49 | 101.83 | 102.43 | 103.27 | 104.32 | 105.56 | 106.93 | 108.39 |
| 34.35    | 104.09 | 104.15 | 104.35 | 104.73 | 105.29 | 106.04 | 106.96 | 108.04 | 109.23 | 110.50 |
| 34.30    | 106.36 | 106.54 | 106.82 | 107.22 | 107.77 | 108.46 | 109.29 | 110.24 | 111.30 | 112.43 |
| 34.25    | 108.36 | 108.63 | 108.96 | 109.39 | 109.93 | 110.58 | 111.34 | 112.21 | 113.16 | 114.18 |
| 34.20    | 110.13 | 110.45 | 110.83 | 111.29 | 111.82 | 112.45 | 113.16 | 113.96 | 114.83 | 115.77 |
| 34.15    | 111.69 | 112.07 | 112.48 | 112.96 | 113.50 | 114.11 | 114.79 | 115.53 | 116.35 | 117.21 |
| 34.10    | 113.08 | 113.49 | 113.94 | 114.43 | 114.98 | 115.58 | 116.23 | 116.95 | 117.71 | 118.52 |
| 34.05    | 114.31 | 114.76 | 115.24 | 115.75 | 116.30 | 116.89 | 117.53 | 118.21 | 118.94 | 119.71 |
| 34.00    | 115.41 | 115.89 | 116.39 | 116.92 | 117.47 | 118.06 | 118.69 | 119.36 | 120.06 | 120.79 |
| 33.95    | 116.38 | 116.89 | 117.42 | 117.96 | 118.53 | 119.12 | 119.74 | 120.39 | 121.07 | 121.78 |
| 33.90    | 117.25 | 117.79 | 118.33 | 118.89 | 119.47 | 120.06 | 120.68 | 121.32 | 121.99 | 122.67 |
| 33.85    | 118.02 | 118.59 | 119.16 | 119.73 | 120.32 | 120.92 | 121.53 | 122.17 | 122.82 | 123.49 |
| 33.80    | 118.71 | 119.30 | 119.89 | 120.48 | 121.08 | 121.69 | 122.31 | 122.94 | 123.58 | 124.24 |
| 33.75    | 119.32 | 119.94 | 120.55 | 121.16 | 121.77 | 122.38 | 123.00 | 123.64 | 124.28 | 124.93 |
| 33.70    | 119.87 | 120.51 | 121.14 | 121.77 | 122.39 | 123.01 | 123.64 | 124.27 | 124.91 | 125.56 |
| 33.65    | 120.35 | 121.02 | 121.67 | 122.32 | 122.95 | 123.59 | 124.22 | 124.85 | 125.49 | 126.13 |
| 33.60    | 120.79 | 121.48 | 122.15 | 122.81 | 123.46 | 124.11 | 124.75 | 125.39 | 126.03 | 126.67 |
| 33.55    | 121.18 | 121.89 | 122.59 | 123.26 | 123.93 | 124.58 | 125.23 | 125.88 | 126.52 | 127.16 |
| 33.50    | 121.53 | 122.27 | 122.98 | 123.68 | 124.36 | 125.02 | 125.68 | 126.33 | 126.97 | 127.61 |
| 33.45    | 121.85 | 122.61 | 123.35 | 124.06 | 124.75 | 125.42 | 126.09 | 126.74 | 127.39 | 128.03 |
| 33.40    | 122.15 | 122.93 | 123.68 | 124.41 | 125.11 | 125.80 | 126.47 | 127.13 | 127.78 | 128.42 |
| 33.35    | 122.42 | 123.22 | 123.99 | 124.73 | 125.45 | 126.14 | 126.83 | 127.49 | 128.15 | 128.79 |
| 33.30    | 122.69 | 123.50 | 124.28 | 125.04 | 125.76 | 126.47 | 127.16 | 127.83 | 128.49 | 129.13 |
| 33.25    | 122.93 | 123.77 | 124.56 | 125.33 | 126.06 | 126.78 | 127.47 | 128.15 | 128.81 | 129.46 |
| 33.20    | 123.18 | 124.02 | 124.83 | 125.60 | 126.35 | 127.07 | 127.77 | 128.45 | 129.12 | 129.77 |
| 33.15    | 123.41 | 124.27 | 125.09 | 125.87 | 126.63 | 127.35 | 128.06 | 128.75 | 129.41 | 130.07 |
| 33.10    | 123.65 | 124.52 | 125.34 | 126.13 | 126.89 | 127.63 | 128.34 | 129.03 | 129.70 | 130.35 |
| 33.05    | 123.89 | 124.76 | 125.59 | 126.39 | 127.15 | 127.89 | 128.61 | 129.30 | 129.97 | 130.62 |
| 33.00    | 124.13 | 125.01 | 125.84 | 126.64 | 127.41 | 128.15 | 128.87 | 129.56 | 130.24 | 130.89 |

| 동경<br>북위 | 128.90 | 128.95 | 129.00 | 129.05 | 129.10 | 129.15 | 129.20 | 129.25 | 129.30 | 129.35 | 129.40 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 38.20  | 194.36 | 194.90 | 194.91 | 194.69 | 194.41 | 194.12 | 193.84 | 193.59 | 193.35 | 193.11 |
| 38.15    | 192.66 | 192.42 | 192.02 | 191.66 | 191.38 | 191.19 | 191.06 | 190.97 | 190.89 | 190.81 | 190.73 |
| 38.10    | 190.05 | 189.03 | 188.32 | 187.93 | 187.80 | 187.83 | 187.93 | 188.06 | 188.20 | 188.33 | 188.43 |
| 38.05    | 185.86 | 184.23 | 183.46 | 183.33 | 183.57 | 183.97 | 184.42 | 184.86 | 185.27 | 185.64 | 185.96 |
| 38.00    | 179.30 | 177.45 | 177.11 | 177.68 | 178.62 | 179.61 | 180.53 | 181.35 | 182.08 | 182.74 | 183.33 |
| 37.95    | 169.50 | 168.06 | 169.01 | 170.96 | 173.02 | 174.80 | 176.28 | 177.53 | 178.63 | 179.62 | 180.52 |
| 37.90    | 155.27 | 155.50 | 159.16 | 163.42 | 166.99 | 169.67 | 171.72 | 173.41 | 174.91 | 176.28 | 177.53 |
| 37.85    | 135.50 | 139.85 | 148.35 | 155.80 | 160.94 | 164.35 | 166.84 | 168.92 | 170.86 | 172.68 | 174.35 |
| 37.80    | 111.98 | 124.09 | 139.02 | 149.37 | 155.33 | 158.85 | 161.47 | 163.92 | 166.38 | 168.78 | 171.00 |
| 37.75    | 98.63  | 117.06 | 135.03 | 145.26 | 150.01 | 152.63 | 155.13 | 158.09 | 161.34 | 164.56 | 167.49 |
| 37.70    | 115.08 | 126.08 | 137.54 | 142.48 | 143.46 | 144.37 | 146.97 | 151.04 | 155.65 | 160.07 | 163.92 |
| 37.65    | 144.12 | 141.53 | 140.99 | 137.05 | 132.58 | 132.00 | 136.04 | 142.58 | 149.46 | 155.54 | 160.48 |
| 37.60    | 161.72 | 150.47 | 139.01 | 125.11 | 114.65 | 114.28 | 122.44 | 133.39 | 143.43 | 151.44 | 157.47 |
| 37.55    | 168.29 | 152.32 | 132.59 | 109.20 | 92.92  | 94.83  | 109.42 | 125.73 | 138.92 | 148.51 | 155.26 |
| 37.50    | 170.65 | 152.98 | 129.53 | 101.34 | 81.84  | 85.45  | 104.01 | 123.06 | 137.46 | 147.39 | 154.10 |
| 37.45    | 173.13 | 156.87 | 135.68 | 111.01 | 93.84  | 95.87  | 111.05 | 127.26 | 139.67 | 148.19 | 153.89 |
| 37.40    | 176.73 | 163.82 | 148.36 | 131.56 | 119.53 | 118.62 | 126.41 | 136.23 | 144.38 | 150.18 | 154.12 |
| 37.35    | 180.27 | 170.78 | 160.96 | 150.98 | 143.10 | 140.18 | 141.97 | 145.76 | 149.38 | 152.07 | 153.95 |
| 37.30    | 181.97 | 174.46 | 168.62 | 163.43 | 158.49 | 154.93 | 153.30 | 152.87 | 152.73 | 152.51 | 152.35 |
| 37.25    | 180.90 | 172.71 | 169.20 | 168.30 | 166.46 | 163.36 | 159.92 | 156.53 | 153.22 | 150.29 | 148.26 |
| 37.20    | 178.84 | 166.77 | 164.17 | 168.28 | 170.12 | 167.82 | 162.94 | 156.74 | 150.13 | 144.28 | 140.47 |
| 37.15    | 182.41 | 166.17 | 162.96 | 169.83 | 173.34 | 170.62 | 163.53 | 153.75 | 142.89 | 133.32 | 127.69 |
| 37.10    | 199.38 | 183.38 | 176.96 | 179.06 | 178.91 | 173.18 | 162.56 | 148.08 | 131.48 | 116.81 | 109.31 |
| 37.05    | 231.09 | 217.28 | 203.38 | 194.63 | 186.67 | 175.93 | 161.03 | 141.37 | 118.19 | 97.32  | 88.08  |
| 37.00    | 271.11 | 256.35 | 231.20 | 210.67 | 194.58 | 178.83 | 160.30 | 137.00 | 109.28 | 83.95  | 73.62  |
| 36.95    | 299.63 | 282.21 | 249.23 | 221.50 | 200.31 | 181.48 | 161.47 | 137.96 | 111.07 | 86.88  | 76.85  |
| 36.90    | 294.18 | 279.56 | 250.56 | 223.92 | 202.30 | 183.24 | 164.17 | 143.55 | 121.84 | 103.26 | 94.75  |
| 36.85    | 267.48 | 258.69 | 239.65 | 219.26 | 200.66 | 183.52 | 166.82 | 150.09 | 134.03 | 121.04 | 114.23 |
| 36.80    | 242.59 | 237.42 | 225.83 | 211.49 | 196.70 | 182.13 | 167.92 | 154.34 | 142.17 | 132.68 | 127.07 |
| 36.75    | 225.74 | 222.01 | 214.21 | 203.70 | 191.79 | 179.30 | 166.78 | 154.86 | 144.42 | 136.37 | 131.37 |
| 36.70    | 215.41 | 212.05 | 205.78 | 197.14 | 186.82 | 175.40 | 163.41 | 151.53 | 140.75 | 132.33 | 127.35 |
| 36.65    | 209.55 | 206.00 | 200.03 | 192.00 | 182.23 | 170.95 | 158.41 | 145.04 | 131.94 | 121.31 | 115.79 |
| 36.60    | 206.87 | 202.63 | 196.26 | 188.11 | 178.25 | 166.59 | 152.91 | 137.15 | 120.26 | 105.79 | 99.21  |
| 36.55    | 206.64 | 201.09 | 193.85 | 185.20 | 175.05 | 163.00 | 148.44 | 130.74 | 110.53 | 92.37  | 84.76  |
| 36.50    | 208.28 | 200.67 | 192.21 | 182.95 | 172.61 | 160.62 | 146.21 | 128.61 | 108.29 | 89.86  | 82.23  |
| 36.45    | 210.84 | 200.55 | 190.73 | 180.95 | 170.68 | 159.33 | 146.25 | 130.97 | 114.13 | 99.37  | 92.90  |
| 36.40    | 212.56 | 199.67 | 188.71 | 178.66 | 168.75 | 158.44 | 147.29 | 135.21 | 122.94 | 112.73 | 107.74 |
| 36.35    | 211.24 | 196.89 | 185.47 | 175.56 | 166.26 | 157.06 | 147.72 | 138.37 | 129.64 | 122.72 | 118.92 |
| 36.30    | 205.43 | 191.45 | 180.54 | 171.28 | 162.78 | 154.53 | 146.43 | 138.73 | 131.99 | 126.88 | 123.92 |
| 36.25    | 195.34 | 183.32 | 173.83 | 165.73 | 158.15 | 150.61 | 143.03 | 135.79 | 129.57 | 125.10 | 122.77 |
| 36.20    | 182.44 | 173.07 | 165.63 | 159.14 | 152.63 | 145.50 | 137.67 | 129.63 | 122.49 | 117.64 | 115.92 |
| 36.15    | 168.33 | 161.51 | 156.47 | 152.00 | 146.74 | 139.82 | 131.01 | 120.86 | 111.19 | 104.89 | 103.97 |
| 36.10    | 154.34 | 149.45 | 147.02 | 145.02 | 141.24 | 134.47 | 124.27 | 111.04 | 97.36  | 88.62  | 88.98  |
| 36.05    | 141.98 | 138.17 | 138.38 | 139.06 | 136.82 | 130.35 | 119.12 | 103.32 | 85.90  | 74.82  | 76.61  |
| 36.00    | 133.82 | 130.49 | 132.55 | 135.03 | 133.82 | 127.86 | 116.91 | 101.16 | 83.58  | 72.38  | 74.40  |
| 35.95    | 131.83 | 129.29 | 131.15 | 133.23 | 132.00 | 126.70 | 117.39 | 104.63 | 90.95  | 82.20  | 83.02  |
| 35.90    | 133.12 | 131.80 | 132.28 | 132.60 | 130.71 | 126.06 | 118.88 | 109.92 | 101.02 | 95.25  | 94.97  |
| 35.85    | 133.65 | 133.21 | 132.76 | 131.73 | 129.25 | 125.09 | 119.58 | 113.49 | 107.97 | 104.43 | 103.82 |
| 35.80    | 132.76 | 132.63 | 131.76 | 130.03 | 127.15 | 123.13 | 118.41 | 113.74 | 109.98 | 107.81 | 107.54 |
| 35.75    | 131.03 | 130.84 | 129.71 | 127.54 | 124.21 | 119.81 | 114.83 | 110.16 | 106.84 | 105.51 | 106.16 |
| 35.70    | 128.75 | 128.43 | 127.07 | 124.49 | 120.52 | 115.13 | 108.78 | 102.69 | 98.68  | 98.05  | 100.41 |
| 35.65    | 126.04 | 125.72 | 124.22 | 121.26 | 116.51 | 109.70 | 101.07 | 92.24  | 86.59  | 86.80  | 91.83  |
| 35.60    | 123.11 | 122.95 | 121.41 | 118.20 | 112.86 | 104.80 | 93.91  | 82.09  | 74.54  | 75.72  | 83.64  |

| 동경<br>북위 | 128.90 | 128.95 | 129.00 | 129.05 | 129.10 | 129.15 | 129.20 | 129.25 | 129.30 | 129.35 | 129.40 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 35.55  | 120.27 | 120.29 | 118.79 | 115.59 | 110.19 | 101.88 | 90.34  | 77.53  | 69.35  | 70.96  |
| 35.50    | 117.83 | 117.78 | 116.31 | 113.38 | 108.61 | 101.40 | 91.55  | 80.82  | 73.99  | 75.12  | 82.59  |
| 35.45    | 115.70 | 115.17 | 113.64 | 111.18 | 107.55 | 102.34 | 95.51  | 88.33  | 83.76  | 84.23  | 89.14  |
| 35.40    | 113.20 | 111.91 | 110.22 | 108.29 | 106.00 | 103.01 | 99.23  | 95.36  | 92.91  | 93.21  | 96.23  |
| 35.35    | 109.45 | 107.23 | 105.25 | 103.85 | 102.95 | 102.11 | 100.98 | 99.75  | 99.10  | 99.77  | 101.93 |
| 35.30    | 103.78 | 100.32 | 97.76  | 96.88  | 97.56  | 98.97  | 100.31 | 101.34 | 102.33 | 103.73 | 105.78 |
| 35.25    | 96.08  | 90.63  | 86.95  | 86.67  | 89.46  | 93.59  | 97.55  | 100.77 | 103.35 | 105.69 | 108.08 |
| 35.20    | 87.17  | 78.77  | 73.19  | 73.69  | 79.39  | 86.85  | 93.63  | 98.97  | 103.08 | 106.38 | 109.29 |
| 35.15    | 79.26  | 67.82  | 60.13  | 61.50  | 70.21  | 80.78  | 89.96  | 97.04  | 102.36 | 106.49 | 109.90 |
| 35.10    | 75.24  | 62.95  | 54.60  | 56.34  | 66.12  | 77.84  | 88.01  | 95.91  | 101.91 | 106.55 | 110.30 |
| 35.05    | 76.02  | 66.15  | 59.41  | 60.71  | 68.80  | 79.06  | 88.45  | 96.10  | 102.12 | 106.88 | 110.76 |
| 35.00    | 79.51  | 73.57  | 69.44  | 70.24  | 75.72  | 83.32  | 90.91  | 97.55  | 103.07 | 107.62 | 111.41 |
| 34.95    | 83.21  | 80.80  | 79.03  | 79.82  | 83.41  | 88.69  | 94.42  | 99.82  | 104.60 | 108.73 | 112.29 |
| 34.90    | 86.14  | 86.25  | 86.26  | 87.39  | 90.03  | 93.82  | 98.13  | 102.43 | 106.46 | 110.10 | 113.35 |
| 34.85    | 88.49  | 90.18  | 91.40  | 92.95  | 95.23  | 98.19  | 101.56 | 105.05 | 108.43 | 111.61 | 114.53 |
| 34.80    | 90.69  | 93.21  | 95.16  | 97.06  | 99.24  | 101.77 | 104.57 | 107.47 | 110.36 | 113.14 | 115.76 |
| 34.75    | 93.01  | 95.84  | 98.14  | 100.25 | 102.41 | 104.71 | 107.15 | 109.66 | 112.18 | 114.64 | 116.99 |
| 34.70    | 95.47  | 98.30  | 100.70 | 102.89 | 105.01 | 107.17 | 109.37 | 111.61 | 113.86 | 116.06 | 118.19 |
| 34.65    | 98.04  | 100.69 | 103.04 | 105.20 | 107.26 | 109.29 | 111.32 | 113.37 | 115.40 | 117.40 | 119.35 |
| 34.60    | 100.61 | 103.02 | 105.23 | 107.29 | 109.26 | 111.17 | 113.07 | 114.95 | 116.81 | 118.65 | 120.44 |
| 34.55    | 103.12 | 105.28 | 107.31 | 109.24 | 111.09 | 112.89 | 114.66 | 116.40 | 118.13 | 119.82 | 121.49 |
| 34.50    | 105.52 | 107.44 | 109.29 | 111.06 | 112.79 | 114.47 | 116.12 | 117.75 | 119.35 | 120.93 | 122.48 |
| 34.45    | 107.78 | 109.48 | 111.15 | 112.78 | 114.38 | 115.94 | 117.48 | 119.00 | 120.50 | 121.97 | 123.42 |
| 34.40    | 109.88 | 111.40 | 112.91 | 114.40 | 115.87 | 117.33 | 118.76 | 120.18 | 121.58 | 122.95 | 124.31 |
| 34.35    | 111.83 | 113.18 | 114.55 | 115.92 | 117.27 | 118.62 | 119.96 | 121.28 | 122.59 | 123.89 | 125.16 |
| 34.30    | 113.61 | 114.84 | 116.08 | 117.33 | 118.59 | 119.84 | 121.09 | 122.33 | 123.56 | 124.77 | 125.97 |
| 34.25    | 115.25 | 116.36 | 117.50 | 118.66 | 119.82 | 120.99 | 122.15 | 123.31 | 124.47 | 125.61 | 126.74 |
| 34.20    | 116.75 | 117.77 | 118.82 | 119.89 | 120.97 | 122.06 | 123.15 | 124.24 | 125.33 | 126.41 | 127.48 |
| 34.15    | 118.12 | 119.07 | 120.04 | 121.03 | 122.04 | 123.06 | 124.09 | 125.11 | 126.14 | 127.16 | 128.18 |
| 34.10    | 119.37 | 120.25 | 121.16 | 122.10 | 123.04 | 124.00 | 124.97 | 125.94 | 126.91 | 127.88 | 128.84 |
| 34.05    | 120.51 | 121.34 | 122.20 | 123.08 | 123.97 | 124.88 | 125.79 | 126.71 | 127.63 | 128.55 | 129.47 |
| 34.00    | 121.56 | 122.35 | 123.16 | 123.99 | 124.84 | 125.70 | 126.57 | 127.44 | 128.32 | 129.19 | 130.07 |
| 33.95    | 122.51 | 123.27 | 124.04 | 124.84 | 125.65 | 126.46 | 127.29 | 128.13 | 128.96 | 129.80 | 130.64 |
| 33.90    | 123.38 | 124.11 | 124.86 | 125.62 | 126.39 | 127.18 | 127.97 | 128.77 | 129.57 | 130.37 | 131.18 |
| 33.85    | 124.18 | 124.89 | 125.61 | 126.34 | 127.09 | 127.84 | 128.60 | 129.37 | 130.14 | 130.91 | 131.69 |
| 33.80    | 124.92 | 125.60 | 126.30 | 127.01 | 127.73 | 128.46 | 129.20 | 129.94 | 130.68 | 131.42 | 132.17 |
| 33.75    | 125.59 | 126.26 | 126.95 | 127.64 | 128.34 | 129.04 | 129.75 | 130.47 | 131.19 | 131.91 | 132.63 |
| 33.70    | 126.21 | 126.87 | 127.54 | 128.21 | 128.90 | 129.58 | 130.27 | 130.97 | 131.66 | 132.36 | 133.06 |
| 33.65    | 126.78 | 127.43 | 128.09 | 128.75 | 129.42 | 130.09 | 130.76 | 131.44 | 132.11 | 132.79 | 133.47 |
| 33.60    | 127.31 | 127.95 | 128.60 | 129.25 | 129.90 | 130.56 | 131.22 | 131.88 | 132.54 | 133.20 | 133.86 |
| 33.55    | 127.79 | 128.43 | 129.07 | 129.72 | 130.36 | 131.00 | 131.65 | 132.29 | 132.94 | 133.58 | 134.23 |
| 33.50    | 128.25 | 128.88 | 129.52 | 130.15 | 130.78 | 131.42 | 132.05 | 132.69 | 133.32 | 133.95 | 134.58 |
| 33.45    | 128.67 | 129.30 | 129.93 | 130.56 | 131.18 | 131.81 | 132.43 | 133.05 | 133.68 | 134.30 | 134.91 |
| 33.40    | 129.06 | 129.69 | 130.32 | 130.94 | 131.56 | 132.18 | 132.79 | 133.40 | 134.02 | 134.62 | 135.23 |
| 33.35    | 129.43 | 130.06 | 130.68 | 131.30 | 131.91 | 132.52 | 133.13 | 133.74 | 134.34 | 134.94 | 135.53 |
| 33.30    | 129.77 | 130.40 | 131.02 | 131.64 | 132.25 | 132.85 | 133.45 | 134.05 | 134.64 | 135.23 | 135.82 |
| 33.25    | 130.10 | 130.73 | 131.35 | 131.96 | 132.57 | 133.17 | 133.76 | 134.35 | 134.94 | 135.52 | 136.10 |
| 33.20    | 130.41 | 131.04 | 131.66 | 132.27 | 132.87 | 133.46 | 134.05 | 134.64 | 135.22 | 135.79 | 136.36 |
| 33.15    | 130.71 | 131.33 | 131.95 | 132.56 | 133.16 | 133.75 | 134.33 | 134.91 | 135.49 | 136.05 | 136.62 |
| 33.10    | 130.99 | 131.62 | 132.23 | 132.84 | 133.43 | 134.02 | 134.60 | 135.18 | 135.74 | 136.31 | 136.86 |
| 33.05    | 131.26 | 131.89 | 132.50 | 133.11 | 133.70 | 134.29 | 134.86 | 135.43 | 135.99 | 136.55 | 137.10 |
| 33.00    | 131.53 | 132.16 | 132.77 | 133.37 | 133.96 | 134.54 | 135.11 | 135.68 | 136.23 | 136.78 | 137.33 |

주) 표고 100m 기준

## 나. 시멘트 콘크리트 포장

설계 입력변수에 대한 값들을 현장조건에 맞게 결정한 후(예비설계단계), 구조해석모형을 통해 응력 및 처짐 등과 같은 구조적 거동을 예측한다. 구조적 해석 결과를 이용하여 균열 및 국제평탄성지수(IRI)를 예측한다. 평탄성의 예측은 초기 건설될 당시의 평탄성과 추정된 균열과 스폐링 등에 의해 결정된다. 설계 신뢰도는 입력변수로서 포장 파손과 평탄성을 산정하는데 고려된다.

콘크리트 포장에 대한 전반적인 설계과정은 다음과 같다.

- ① 시공 대상지역의 조건에 적합한 포장단면을 가정한 후, 예비설계 단면(Trial Design)을 결정하기 위해 다음과 같은 과정을 따른다. 가정 단면은 프로그램에서 도로 등급이나 교통량에 따라 제시되며 설계자가 임의로 변경할 수 있다.
- ② 교통량, 환경조건 및 재료물성과 관련된 입력 변수들을 선정한다.
- ③ 설계프로그램 내 구조해석프로그램에 의해 포장의 구조적 거동(Structural Responses)을 계산한다.
- ④ 설계기간 동안 유지되어야 할 공용성 기준을 설정한다. 즉, 아스팔트 콘크리트 포장의 피로균열 및 국제평탄성지수(IRI)의 허용기준을 설정한다.
- ⑤ 설계프로그램 내 공용성 모형을 이용하여 포장 손상을 계산하고, 전체 설계기간에 대하여 누적된 손상을 계산한다.
- ⑥ 예비설계의 결과가 공용성(피로균열, IRI) 기준에 적합한지를 평가한다.

예비설계가 공용성 기준을 만족하지 못하면, 포장단면을 변경한 후 다시 위의 ②항부터 ⑥항까지의 과정을 반복하여 그 설계가 공용성 기준을 만족할 때까지 수행한다. 목표한 공용성 기준을 만족시키는 설계는 구조적 측면에서 실행 가능한 대안이 되며, 구조적으로 안정한 다른 대안 단면들을 추가로 작성한다. 다양한 이들 대안들에 대한 생애주기 비용 분석을 통하여 최적 대안을 선정한다.

1) 교통하중

① 교통량 조사는 국토교통부에서 발간한 교통조사지침에 근거하여 차종 분류(12종)에 따라 조사한다.

| 차종분류 | 차축구성   | 정 의   |
|------|--------|---|
| 1종   | 2축 4륜  | 경차, 일반 세단형식 차량<br>16인승 미만 SUV, RV, 승합차량     |
| 2종   | 2축 6륜  | 중, 대형 버스                                    |
| 3종   | 2축 6륜  | 화물 수송용 트럭으로 2축의 최대 적재량<br>1~2.5톤 미만의 1단위 차량 |
| 4종   | 2축 6륜  | 화물 수송용 트럭으로 2축의 최대 적재량<br>2.5톤 미만의 1단위 차량   |
| 5종   | 3축 10륜 | 화물 수송용 트럭으로 3축 1단위 차량                       |
| 6종   | 4축 12륜 | 화물 수송용 트럭 형식으로 4축 1단위 차량                    |
| 7종   | 5축 16륜 | 화물 수송용 트럭 형식으로 5축 1단위 차량                    |
| 8종   | 4축 14륜 | 화물 수송용 세미 트레일러 형식으로<br>2축 2단위 차량            |
| 9종   | 4축 14륜 | 화물 수송용 풀 트레일러 형식으로<br>4축 2단위 차량             |
| 10종  | 5축 18륜 | 화물 수송용 세미 트레일러 형식으로<br>5축 2단위 차량            |
| 11종  | 5축 18륜 | 화물 수송용 세미 트레일러 형식으로<br>5축 2단위 차량            |
| 12종  | 6축 22륜 | 화물 수송용 세미 트레일러 형식으로<br>6축이상 2단위 차량          |

② 설계차로 교통량

$$W_i = AADT_i \times DD \times DL$$

여기서,  $W_i$  =  $i$  차종에 대한 설계차로 교통량

$AADT_i$  =  $i$  차종에 대한 연평균일교통량

$DD$  = 방향분배계수,  $DL$  = 차로분배계수

<방향 및 차로 분배 계수값>

| 구 분           |                     | 방향분배계수<br>제시값 | 구 분          | 편도 차로수 | 차로분배계수<br>제시값 |
|---------------|---------------------|---------------|--------------|--------|---------------|
| 설계<br>등급<br>1 | 고속국도<br>일반국도<br>지방도 | 0.5~0.55      | 고속국도         | 4      | 0.35~0.45     |
|               |                     |               |              | 3      | 0.45~0.55     |
|               |                     |               |              | 2      | 0.70~0.90     |
|               |                     |               | 일반국도,<br>지방도 | 4      | 0.35~0.45     |
|               |                     |               |              | 3      | 0.60~0.70     |
|               |                     |               |              | 2      | 0.80~0.90     |
| 설계<br>등급<br>2 | 고속국도<br>일반국도<br>지방도 | 0.55          | 고속국도         | 4      | 0.45          |
|               |                     |               |              | 3      | 0.55          |
|               |                     |               |              | 2      | 0.90          |
|               |                     |               | 일반국도,<br>지방도 | 4      | 0.45          |
|               |                     |               |              | 3      | 0.70          |
|               |                     |               |              | 2      | 0.90          |

※ 교통량 조사 분포에 따라 현지여건에 맞게 조정 적용할 수 있다.

2) 환경조건

- ① 온도에 따른 영향을 검토하기 위해 국내 76개 관측소 중 설계지역에서 가까운 최단 거리 3개소 또는 1개소를 선택한다.

3) 하부구조(입상) 재료물성

- ① 설계등급 1에서는 하부구조(노상 및 보조기층) 재료의 탄성계수를 반복삼축압축시험을 수행하여 산출한다. 반복삼축압축시험에 대한 자세한 시험절차는 『도로포장 구조 설계요령』(국토해양부, 2011. 11) <부록 2>를 따른다.
- ② 설계등급 2에서는 탄성계수 결정모델의 모델계수(k1, k2, k3)를 경험적 상관모형으로 부터 결정한다.

〈하부구조(입상) 재료의 탄성계수〉

| 구 분      | 탄성계수 모형식   |
|----------|--|
| 보조<br>기층 | $E = k_1 + k_2 \times \Theta$ <p>여기서, E = 탄성계수(MPa)<br/> <math>\Theta =</math> 체적응력(=<math>\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3</math>) (kPa)<br/>                     k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub> = 모델계수</p>   |
|          | <p align="center">〈경험모형식〉</p> $k_1 = -51.5516 + 40.35118(\gamma_{max}) + 0.572683(C_u) + 0.765182(P_4)$ $k_2 = 1.155052 - 0.51982(\gamma_{max}) + 0.005393(C_u) + 0.002963(P_4)$ <p>여기서, <math>\gamma_{max}</math> = 최대건조단위중량(t/m<sup>3</sup>)<br/>                     C<sub>u</sub> = 균등계수<br/>                     P<sub>4</sub> = 4번체 통과율(%)</p>   |
| 노상       | $E_{opt} = k_1 + k_2 \Theta^{k_3} \sigma_d^{k_3} 10^{k_w(w-w_{opt})}$ <p>여기서, E<sub>opt</sub> = 최적함수비 조건에서의 탄성계수(MPa)<br/> <math>\Theta =</math> 체적응력(=<math>\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3</math>) (kPa)<br/> <math>\sigma_d =</math> 축차응력(=<math>\sigma_1 - \sigma_3</math>) (kPa)<br/>                     k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>, k<sub>3</sub>, k<sub>w</sub> = 모델계수<br/>                     w<sub>opt</sub> = 최적함수비(%)<br/>                     w = 함수비(%)</p>  |
|          | <p align="center">〈경험모형식〉</p> $k_1 = 2457.712 - 24.6057(OMC) - 1004.36(\gamma_{C_{max}}) + 10.87046(C_u) - 26.2423(P_{200})$ $k_2 = -2.6015 + 0.03255(OMC) + 1.192409(\gamma_{C_{max}}) - 0.01122(C_u) - 0.046575(P_{200})$ $k_3 = 0.914942 - 0.01813(OMC) - 0.50165(\gamma_{C_{max}}) + 0.003201(C_u) - 0.02091(P_{200})$ <p>여기서, <math>\gamma_{max}</math> = 최대건조단위중량(t/m<sup>3</sup>)<br/>                     C<sub>u</sub> = 균등계수<br/>                     P<sub>200</sub> = 200번체 통과율(%)<br/>                     OMC = 최적함수비(%)</p> |

③ 함수비의 영향과 관련된 모델계수 k<sub>w</sub>는 노상토의 특성에 따라 아래의 값을 사용한다.

k<sub>w</sub> = -0.1417 (조립질 노상토)

- 0.0574 (세립질 노상토)

④ 하부구조 포아송비는 설계등급 1, 설계등급 2 모두 아래표에서 제시한 대푯값을 선택하여 적용한다.

| 구 분        | 재료특성              | 포아송의 범위  | 대표 포아송비 |
|------------|-------------------|----------|---------|
| 노상토        | 모래질 점토            | 0.2~0.3  | 0.25    |
|            | 실트                | 0.3~0.35 | 0.33    |
|            | 조밀한 모래            | 0.2~0.4  | 0.3     |
|            | 조립 모래             | 0.15     | 0.15    |
|            | 세립 모래             | 0.25     | 0.25    |
| 입상 보조기층 재료 | 조립 사질토 또는<br>입상재료 | 0.15     | 0.15    |

4) 시멘트 콘크리트 포장 재료물성

- ① 시멘트 콘크리트 포장 슬래브의 재료물성인 탄성계수, 압축강도, 휨강도, 포아송비, 열 팽창 계수, 건조수축, 단위중량은 설계등급 1에서는 모두 시험을 통하여 결정하고, 설계등급 2에서는 아래 예측식을 이용하여 산출한다.

| 강도 및 탄성계수   |
|---|
| $f_{ck}(t) = f_{ck, 28} \times \{t / (a + b \times t)\}$ <p>여기서, <math>f_{ck}(t)</math> = 재령 t에서의 강도(강도 및 탄성계수) (MPa)<br/> <math>f_{ck, 28}</math> = 재령 28일 설계강도(MPa) 탄성계수는 압축강도 기준<br/> t = 재령(일)<br/> a, b = 상수</p> |

<굵은 골재별 시멘트 콘크리트 슬래브의 강도 및 탄성계수 예측상수>

| 물 성    | 굵은골재종류 | 강도 예측상수 |      |
|--------|--------|---------|------|
|        |        | a       | b    |
| 휨강도    | 화강암    | 0.81    | 1.00 |
|        | 석회암    | 1.72    | 0.91 |
|        | 사암     | 1.42    | 0.93 |
|        | 일반     | 1.32    | 0.95 |
| 할렬인장강도 | 화강암    | 1.33    | 0.96 |
|        | 석회암    | 2.39    | 0.89 |
|        | 사암     | 1.86    | 0.93 |
|        | 일반     | 1.88    | 0.95 |
| 탄성계수   | 화강암    | 0.93    | 0.97 |
|        | 석회암    | 1.32    | 0.95 |
|        | 사암     | 0.95    | 0.97 |
|        | 일반     | 1.07    | 0.96 |

5) 공용성 기준

| 구 분    | 피로균열   | 국제평탄성지수(IRI) |
|--------|--------|--------------|
| 설계등급 1 | 15% 이하 | 3.5m/km 이하   |
| 설계등급 2 | 20% 이하 | 4.0m/km 이하   |

6) 설계등급 3의 설계기준

- ① 목표연도 연평균일교통량(AADT)이 7,000대/일 미만으로 0~7,000대/일 6단계로 구분하여 적용하고 중차량비율이 15%를 초과할 경우에는 교통조건을 한단계 상향 조정한다.

| 교통량(대/일)      | 교통등급(x10 <sup>5</sup> ESAL) |             | 범 위 |
|---------------|-----------------------------|-------------|-----|
|               | 아스팔트 포장                     | 시멘트 콘크리트 포장 |     |
| ~ 100         | ~ 0.2                       | ~ 0.3       | C1  |
| 101 ~ 500     | 0.2 ~ 2.0                   | 0.3 ~ 3.0   | C2  |
| 501 ~ 1,500   | 2.0 ~ 6.0                   | 3.0 ~ 9.0   | C3  |
| 1,501 ~ 3,000 | 6.0 ~ 10.0                  | 9.0 ~ 15.0  | C4  |
| 3,001 ~ 5,000 | 10.0 ~ 15.0                 | 15.0 ~ 27.0 | C5  |
| 5,001 ~ 7,000 | 15.0 ~ 20.0                 | 27.0 ~ 40.0 | C6  |

- ② 노상조건에 대한 변수로 탄성계수를 사용하여 탄성계수에 따른 노상을 3단계로 구분하여 적용한다.

| 노상의 회복탄성계수   |
|--|
| $M_R = 17.6 \times CBR^{0.64}$ <p>여기서, <math>M_R</math> = 회복탄성계수 (MPa)<br/> <math>CBR</math> = California Bearing Ratio(%)</p> |

<노상 조건의 구분>

| 구 분                      | CBR               | 분 류 |
|--------------------------|-------------------|-----|
| $E < 49,300$             | $CBR < 5$         | S1  |
| $49,300 \leq E < 76,900$ | $5 \leq CBR < 10$ | S2  |
| $76,900 \leq E$          | $10 \leq CBR$     | S3  |

<시멘트 콘크리트 포장의 카달로그 단면>

| 하부재료물성등급<br>-E(kPa)<br>-CBR       | 단 면<br>(cm) | 교통량 등급 : 연평균일교통량(AADT)대/일 |           |             |               |               |               |
|-----------------------------------|-------------|---------------------------|-----------|-------------|---------------|---------------|---------------|
|                                   |             | C1                        | C2        | C3          | C4            | C5            | C6            |
|                                   |             | ~ 100                     | 101 ~ 500 | 501 ~ 1,500 | 1,501 ~ 3,000 | 3,001 ~ 5,000 | 5,001 ~ 7,000 |
| S1<br>E<49,300<br>CBR<5           | 슬래브         | 15                        | 15        | 16          | 18            | 19            | 21            |
|                                   | 보조기층        | 15                        | 15        | 15          | 15            | 15            | 15            |
|                                   | 계           | 30                        | 30        | 31          | 33            | 34            | 36            |
| S2<br>49,300≤E<76,900<br>5≤CBR<10 | 슬래브         | 15                        | 15        | 15          | 17            | 19            | 20            |
|                                   | 보조기층        | 15                        | 15        | 15          | 15            | 15            | 15            |
|                                   | 계           | 30                        | 30        | 30          | 32            | 34            | 35            |
| S3<br>76,900≤E<br>10≤CBR          | 슬래브         | 15                        | 15        | 15          | 16            | 18            | 20            |
|                                   | 보조기층        | 15                        | 15        | 15          | 15            | 15            | 15            |
|                                   | 계           | 30                        | 30        | 30          | 31            | 33            | 35            |

다. 아스팔트 콘크리트 포장

아스팔트 콘크리트 포장의 설계과정은 시멘트 콘크리트 포장과 동일

1) 교통하중

시멘트 콘크리트 포장과 동일

2) 환경조건

시멘트 콘크리트 포장과 동일

3) 하부구조(입상) 재료물성

- ① 보조기층과 노상에 대한 탄성계수 산출방법은 시멘트 콘크리트 포장과 동일하며 쇄석 기층의 탄성계수 결정모델의 모델계수(k1, k2)를 경험적 상관모형으로부터 결정한다.

| 구분             | 탄성계수 모형식   |
|----------------|--|
| 쇄석입상<br>기    층 | $E = k_1 + k_2 \times \Theta$ <p>여기서, E = 탄성계수(MPa)<br/> <math>\Theta =</math> 체적응력(=<math>\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3</math>) (kPa)<br/> k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub> = 모델계수</p>   |
|                | <p style="text-align: center;">&lt;경험모형식&gt;</p> $k_1 = 11680.1 - 137.0(\text{MDEN}) - 6.4(\text{OMC}) - 65.4(\text{C}_c) + 14.0(\text{C}_u) - 412.8(\text{D}_{50}) - 133.0(\text{D}_{95}) - 81.7(\text{P}_{200}) - 110.8(\text{P}_4)$ $k_2 = 5.1045 + 1.2414(\text{MDEN}) - 0.0535(\text{C}_c) + 0.008(\text{C}_u) - 0.2208(\text{D}_{50}) - 0.0947(\text{D}_{95}) - 0.0769(\text{P}_4)$ <p>여기서, MDEN = 최대건조단위중량(t/m<sup>3</sup>)<br/> OMC = 최적함수비(%)<br/> C<sub>c</sub> = 곡률계수<br/> C<sub>u</sub> = 균등계수<br/> P<sub>4</sub> = #4번체 통과율(%)<br/> P<sub>200</sub> = #200번체 통과율(%)<br/> D<sub>50</sub> = 50% 통과률에 해당하는 입경(mm)<br/> D<sub>95</sub> = 95% 통과률에 해당하는 입경(mm)</p> |

② 쇄석기층을 아스팔트 콘크리트 포장 층 밑에 시공하는 경우, 교통량에 따라서 아래표와 같이 아스팔트 층의 최소두께를 확보해야 한다.

| 교통량의 구분<br>(2중+ 5~12중) | 아스팔트 층의 최소두께(cm) |
|------------------------|------------------|
| 250대 미만                | 5                |
| 250 ~ 1,000대           | 10               |
| 1,000 ~ 3,000대         | 15               |
| 3,000대 이상              | 20               |

#### 4) 아스팔트 혼합물 재료물성

- ① 아스팔트 혼합물의 재료물성인 동탄성계수는 설계등급 1에서는 시험을 통하여 결정하고, 설계등급 2에서는 골재입도 종류 및 아스팔트 바인더의 종류에 따라 설계 해석 프로그램에서 제공된 값을 사용한다. 단 정의되지 않은 새로운 아스팔트 혼합물은 『도로포장구조 설계 요령』(국토해양부, 2011. 11)에 따라 동탄성계수를 산정한다.
- ② 아스팔트의 공용성 등급(PG, Performance Grade)는 PG 58-22, PG 64-22, PG 76-22를 사용한다.
- ③ 포아송비는 설계 해석 프로그램에서 제공된 값을 사용한다.

<아스팔트 혼합물의 기본 골재입도 종류>

| 체 의 호칭 치수                       |        | 혼합물의 종류 | 표층용                |                    |               | 기층용            |                |
|---------------------------------|--------|---------|--------------------|--------------------|---------------|----------------|----------------|
|                                 |        |         | WC-1<br>(밀입도 13mm) | WC-3<br>(밀입도 20mm) | SMA<br>(13mm) | BB-1<br>(40mm) | BB-3<br>(25mm) |
| 통과<br>과<br>질<br>량<br>백분율<br>(%) | 50mm   | -       | -                  | -                  | 100           | -              |                |
|                                 | 40mm   | -       | -                  | -                  | 95~100        | -              |                |
|                                 | 30mm   | -       | -                  | -                  | 80~100        | 100            |                |
|                                 | 25mm   | -       | 100                | -                  | 70~100        | 90~100         |                |
|                                 | 20mm   | 100     | 90~100             | 100                | 55~90         | 71~90          |                |
|                                 | 13mm   | 90~100  | 72~90              | 93~90              | 40~80         | 56~80          |                |
|                                 | 10mm   | 76~90   | 56~80              | 40~55              | 30~70         | 45~72          |                |
|                                 | 5mm    | 44~74   | 35~65              | 16~30              | 17~55         | 29~59          |                |
|                                 | 2.5mm  | 28~58   | 23~49              | 12~23              | 10~42         | 19~45          |                |
|                                 | 0.60mm | 11~32   | 10~28              | 10~18              | 5~28          | 7~25           |                |
|                                 | 0.30mm | 5~21    | 5~19               | 8~15               | 3~22          | 5~17           |                |
|                                 | 0.15mm | 3~15    | 3~13               | 7~14               | 2~16          | 3~12           |                |
|                                 | 0.08mm | 2~10    | 2~8                | 7~12               | 1~10          | 1~7            |                |

5) 공용성 기준

| 구 분    | 피로균열   | 영구변형    | 국제평탄성지수(IRI) |
|--------|--------|---------|--------------|
| 설계등급 1 | 15% 이하 | 10mm 이하 | 3.5m/km 이하   |
| 설계등급 2 | 20% 이하 | 15mm 이하 | 4.0m/km 이하   |

6) 설계등급 3의 설계기준

- ① 교통조건에 따른 구분은 시멘트 콘크리트 포장과 동일.
- ② 노상조건에 따른 구분은 시멘트 콘크리트 포장과 동일.

<아스팔트 콘크리트 포장의 카달로그 단면표>

| 하부 재료물성<br>등급<br>- E (kPa)<br>- CBR | 단면<br>(cm) | 교통량 등급 : 연평균일교통량(AADT(대/일)) |    |              |    |                |                  |                  |                  |
|-------------------------------------|------------|-----------------------------|----|--------------|----|----------------|------------------|------------------|------------------|
|                                     |            | C1                          |    | C2           |    | C3             | C4               | C5               | C6               |
|                                     |            | ~ 100                       |    | 101<br>~ 500 |    | 501<br>~ 1,500 | 1,500<br>~ 3,000 | 3,000<br>~ 5,000 | 5,001<br>~ 7,000 |
| S1<br>C<49,300<br>CBR<5             | 표 층        | 5                           | 5  | 5            | 5  | 5              | 5                | 5                | 5                |
|                                     | 기층(AGG)    | 10                          | -  | 14           | -  | -              | -                | -                | -                |
|                                     | 기층(BB)     | -                           | 7  | -            | 8  | 10             | 12               | 13               | 15               |
|                                     | 보조기층       | 18                          | 15 | 23           | 21 | 25             | 28               | 32               | 32               |
|                                     | 계          | 33                          | 27 | 42           | 34 | 40             | 45               | 50               | 52               |
| S2<br>49,300≤E<76,900<br>5≤CBR<10   | 표 층        | 5                           | 5  | 5            | 5  | 5              | 5                | 5                | 5                |
|                                     | 기층(AGG)    | 10                          | -  | 14           | -  | -              | -                | -                | -                |
|                                     | 기층(BB)     | -                           | 7  | -            | 8  | 10             | 12               | 13               | 15               |
|                                     | 보조기층       | 15                          | 15 | 16           | 15 | 16             | 19               | 22               | 21               |
|                                     | 계          | 30                          | 27 | 35           | 28 | 31             | 36               | 40               | 41               |
| S3<br>76,900≤E<br>10≤CBR            | 표 층        | 5                           | 5  | 5            | 5  | 5              | 5                | 5                | 5                |
|                                     | 기층(AGG)    | 10                          | -  | 14           | -  | -              | -                | -                | -                |
|                                     | 기층(BB)     | -                           | 7  | -            | 8  | 10             | 12               | 13               | 15               |
|                                     | 보조기층       | 15                          | 15 | 15           | 15 | 15             | 16               | 19               | 18               |
|                                     | 계          | 30                          | 27 | 34           | 28 | 30             | 33               | 37               | 38               |

## 6. 교면 포장

교면포장은 교통하중에 의한 충격, 기상변화, 빗물과 제설용 염화물의 침투 등에 의한 교량 상판의 부식을 최소화하여 교량의 내하력 손실을 방지하고, 동시에 통행차량의 쾌적한 주행을 확보하여야 한다. 설계할 때 고려하여야 할 교면 포장의 주요 조건은 다음과 같다.

- ① 표면이 평탄하여 승차감 확보
- ② 미끄럼에 대한 저항능력 증진
- ③ 차량의 제동력, 추진력 및 환경 영향에 대하여 내구성과 안정성의 확보 및 유지
- ④ 교면의 빗물을 신속히 배수시키고 불투수층을 형성하여 제빙염, 빗물 등의 침투로 인한 상판의 부식방지
- ⑤ 포장 하부층, 즉 강상판 또는 콘크리트 상판과의 부착 특성 유지 및 전단에 저항
- ⑥ 반복하중의 증대로 인한 파괴 유발 최소화
- ⑦ 교량 구조체의 신축팽창 거동을 수용하고 구조적으로 나쁜 영향을 일으키지 않아야 하며, 교통 충격하중에 저항할 수 있어야 함

### 가. 교면포장 두께

일반적으로 교면포장은 단층구조나 2층 구조로 이루어진다. 단층구조의 경우 포장의 두께는 40~80mm 정도이고, 2층의 경우 상층이 30~40mm, 하층이 30~50mm 두께를 유지하여야 한다.

### 나. 교면포장의 종류

교면포장으로는 시멘트 콘크리트, 가열 아스팔트 혼합물, 구스 아스팔트 혼합물, 저탄소 중온아스팔트 혼합물, 개질 아스팔트 및 특수 결합 재료를 이용하며, 교량의 종류 및 형태, 교통 및 기후 환경을 고려하여 적합한 것을 선정한다.

## 7. 터널 내 포장

터널 내 포장은 터널 굴착시공에 의하여 노상 면이 양질의 암반으로 구성된다. 또한, 터널 내 포장은 토공부 포장과는 달리 온도변화가 적고, 동상의 영향을 비교적 적게 받는다. 그렇지만 터널굴착에 의하여 용수가 많이 발생하는 경우가 있으므로 포장층 내의 함수비가 높게 되어, 수분에 민감한 포장은 파손이 쉽게 발생할 수 있다. 그리고, 포장파손이 발생되었을 때 유지관리가 어려운 문제가 있으므로 이와 같은 조건을 고려하여 내구성을 가진 포장형식을 선정하여야 한다.

터널 내 포장은 콘크리트 포장을 원칙으로 한다. 그러나 터널 연장이 500m 이하로 짧은 경우에는 지역여건과 시공성을 고려하여 터널 전후 구간의 포장형식과 동일하게 적용하여도 좋다.

- 1) 터널내 포장은 토공부 포장과는 다른 환경적, 구조적 특성을 반영하여 터널내부의 기후환경과 구조 및 교통여건에 적합하도록 포장설계를 하여야 한다.

2) 터널내 포장은 터널 전후 토공부 포장과의 연속성, 유지관리, 시공성, 소음특성, 조명효과 등을 고려하여 적절한 형식을 선정하며 「터널내 포장설계지침, 2005. 9, 건설교통부」에 따라 적용토록 한다.

- 터널내 암반의 균열부로부터 용수의 발생으로 인한 댐,凸면에 물의 고임에 따라 동상원인 제공
- 발파면의 댐,凸에 따른 배수처리 불량으로 암반의 풍화에 따른 지지력 약화
- 터널 입·출구부 일정구간의 온도변화의 영향에 따른 동상원인 제공
- 암반내에 존재하는 절리 단층대의 존재
- 터널내 일반구간의 노상은 지지력이 약하거나 동상을 일으키는 층으로 구성

3) 포장단면의 산정

- 터널바닥의 요철면에 물고임에 의한 포장층의 동결·융해작용과 팽팽현상을 배제하기 위해 필터층 설치(시멘트안정처리 필터층은 설계시 용출수량을 파악하기 어려우므로 필터층의 두께는 설계시 15cm를 적용하고 시공시 용출수량의 정도에 따라 15~25cm적용)
- 터널 굴착시 여굴에 따른 노상의 요철은 빈배합콘크리트, 시멘트안정처리 필터층 등으로 보정한다.
- 일방향 터널의 경우 터널내 동상방지층은 터널입구로부터 50m 지점까지 포설하고, 터널출구부에서는 기후여건 등을 고려하여 설치하지 않을 수 있다.
- 상하행선이 분리되지 않은 양방향 터널의 경우에는 입출구부로부터 50m지점까지 동상방지층을 포설한다.

① 터널 입·출구부 50m 구간

- 양방향 터널 입·출구부, 일방향 입구부

- 일방향 터널 출구부



② 일반구간



## 8. 암반구간 포장

암반구간 포장은 노상면이 양질의 암반으로 구성되어 노상의 지지력이 증대된다. 하지만 주로 절토부에 위치하여 용수가 많이 발생하는 경우가 있으므로 포장층내의 함수비가 높게 되어, 수분에 민감한 포장은 파손이 쉽게 발생할 수 있다. 그리고 포장파손 발생 시 유지관리가 어려운 문제가 있으므로 이와 같은 조건을 고려하여 내구성을 가진 포장형식으로 선정되어야 한다. 암반구간 포장설계는 토공부와는 다른 환경적, 구조적 특성을 반영하여 암반구간의 기후환경과 구조 및 교통여건에 적합한 포장설계를 위해서 암반구간 포장설계지침(국토해양부, 2011.08)에 준하여 설계를 실시하며 그 외의 사항은 「도로공사 표준시방서」 및 「도로포장설계·시공지침」에 준한다.

## 9. 교통우회용 가도포장

### 1) 포장단면

- 확장공사 등으로 인한 교통우회용 가도포장 설계시에는 단기간 공용 후 철거하여야 하는 가도의 특성 및 공용중 초기서비스(Pi) 능력의 손실량이 최종서비스값에 도달하지 않아 가도포장의 기능적, 구조적 공용성에 문제가 없으므로 최종서비스지수(Pt)는 2.0을 적용토록 한다.
- 가도의 목표연도 교통량은 교통처리 단계와 공사기간을 감안해야 하며, 추가적으로 인·허가 및 민원에 따른 공기지연, 기타 불확실한 여건등에 대한 여유기간을 감안하여 산정토록 한다.
- 기타 노상조건 및 재료조건은 본선 설계조건과 동일한 기준으로 하여 경제성 및 안전성을 확보하는 교통우회용 가도 포장단면을 결정토록 한다.

### 2) 교통우회용 가도포장의 동상방지층

- 동상으로 인한 용기량이 포장파괴를 일으킬만한 양이 아니라면 노상의 동결을 허용하는 것이 타당하고 특히, 가도포장과 같이 단기간 공용으로 인한 동결, 용해가 수회 반복되지 않고 가도구간 노상에 동상우려가 적은 토사로 시공시에는 동상으로 인한 포장층의 파괴가능성이 적으므로 동상방지층은 생략토록 한다.

## 10. 교차로 진출입로(연결로)구간 포장

### 1) 포장단면

- 교차로 진출입로 구간의 포장두께 산정시 본선과 진출입로 교통량이 상이한 경우, 진출입로 구간은 반드시 진출입로 교통량에 맞는 설계교통 하중을 적용하여 포장단면을 결정토록한다.

2) 접속부 처리

- 본선과 연결로의 포장 단면이 상이할 경우, 본선포장과 나란히 시공되는 변속(변이) 차로는 본선포장과 동일한 두께로 적용하고, 본선포장과 분리되는 노즈 시·종점부에서 포장두께를 변화시켜 진출입 차량의 차로 변경 및 주행속도 변화에 따른 영향을 최소화 되도록 한다. 「도로설계편람 (국토해양부,2014.4)」

11. 소규모(간이) 콘크리트 포장

충청남도에서는 비 법정도로(마을안길, 농로)에 대한 콘크리트포장 적정 두께 산출을 위한 연구를 진행하여, 현재 일률적(20cm)으로 설계되는 문제점을 개선하고, 설계기준을 제시하여 소규모(간이) 콘크리트 포장공사에 적용할 수 있도록 제안 하였다.

따라서 도로의 계획 및 설계시에는 농어촌 도로 콘크리트포장 단면설계 제안사항을 토대로 적정단면을 검토하여 반영될 수 있도록 하여야 한다.

『소규모(간이) 콘크리트 포장공사 유형별 적용단면 및 기준에 관한 연구, 2008.11, 충청남도. 한양대학교』의 제안 사항은 다음과 같으며 세부적인 사항은 연구보고서 참조.

■ 농어촌 도로 포장설계 제안 사항

① 포장의 구성단면 및 기준

| 포 장 형 상     | 기 준  |
|-------------|--|
| 시멘트 콘크리트 포장 | 휨강도 45kgf/cm <sup>2</sup>                                  |
| 보 조 기 층     | CBR 80%이상(SB-1) : 최소 15cm이상<br>CBR 50%이상(SB-2) : 최소 20cm이상 |
| 노 상         | 동상방지층을 설계에 반영하지 않기 때문에 노상토의 품질기준을 엄격하게 관리하여야 함.            |

② 교통량의 기준

| 교통량의 구분 | 대형차교통량(대/일,1방향)<br>축하중 8.2ton 일 경우 | 20년간 교통량의<br>ESAL(8.2ton)환산시<br>교통량(대/20년) |
|---------|------------------------------------|--|
| L1 교통량  | 6대                                 | 50,000                                     |
| L2 교통량  | 8대 이상 ~ 122대 미만                    | 50,000 ~ 890,000                           |
| L3 교통량  | 122대 이상 ~ 305대 미만                  | 890,000 ~ 2,226,500                        |

③ 보조기층 두께

보조기층 SB-1(CBR80%이상) 적용시 노상 설계CBR 및 교통량에 따라 다음과 같이 분류하고 있다.

| 노상 설계CBR<br>교통량의 구분          | 2    | 3    | 4    | 6    | 8    | 10   | 12이상 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| L1, L2, A 교통일<br>경우 보조기층의 두께 | 50cm | 35cm | 25cm | 20cm | 15cm | 15cm | 15cm |

④ 콘크리트 슬래브 두께 산출

| 교통량의 구분 | 콘크리트 슬래브 두께(cm) |
|---------|-----------------|
| L1 교통량  | 15              |
| L2 교통량  | 17.5            |
| L3 교통량  | 20              |

⑤ 다우웰바 설치

소규모(간이) 콘크리트포장의 줄눈부에 설치되는 다우웰바는 시공성 및 경제성 등을 고려 설치를 생략하고 단면의 1/2 위치에 와이어메쉬를 설치한다.

(소규모콘크리트포장의 줄눈 개선방안, 2017.12 충청남도)

## 2.08 교통안전시설공

## 1. 기본방향 및 계획 기준

가. 교통안전시설이란 도로교통의 안전과 원활한 소통을 확보하고, 도로이용자의 안전을 도모하기 위해 설치하는 시설을 말한다.

나. 교통안전시설 계획은 다음의 제 기준을 반영하여 설계한다.

- 도로표지관련 규정집(국토해양부, 2006. 5)
- 도로교통법 및 시행규칙(경찰청 및 행정안전부, 2011 )
- 도로설계편람(국토해양부)
- 도로공사장 교통관리지침(국토해양부, 2012. 9)
- 교통안전표지 설치 및 관리매뉴얼(경찰청, 2011. 12)
- 도로안전시설 설치 및 관리지침 (국토해양부, 2014. 02)
- 어린이·노인·장애인 보호구역 통합 지침(국민안전처,경찰청 ,2015, 09)
- 조명식 및 발광형 교통안전표지 표준지침(경찰청, 2015, 04)
- 보행사고 예방을 위한 안전시설 설치 가이드북(경찰청, 도로교통공단, 2017)

다. 교통안전시설로는 교통표지판(주의, 규제, 지시 및 보조표지 등), 시선유도시설(시선유도표지-데리네이터, 갈매기표지, 표지병, 시선유도봉 등), 노면표시(주의, 규제, 지시 등의 노면기호, 문자 또는 선), 가드레일, 가드웬스, 중앙분리대, 차량방호울타리, 현광방지시설, 도로반사경, 충격흡수시설, 과속방지시설, 미끄럼방지시설, 비상주차대, 횡단보도육교(지하횡단보도 포함), 긴급제동시설, 낙석방지시설(낙석방지망, 낙석방지울타리), 동물침입방지시설 등이 있다.

라. 도로의 부속물을 설치하는 경우에는 교통약자인 장애인·노인 또는 임산부 등의 통행편의를 고려하여 필요하다고 인정되는 경우 별도의 시설을 설치한다.

## 2. 교통표지판(일반적인 기준)

가. 교통표지판의 일반적 기준

- 1) 기존 부대시설물은 관련법규에 의거 유용등 적극적인 활용방안을 검토한다.
- 2) 표지판은 운전자가 충분히 인지할 수 있도록 시거가 양호한 곳에 설치하며, 표지판 상호간에 시거장애가 되지 않도록 적절한 간격을 유지시킨다.
- 3) 표지판의 기둥 및 기초에 대한 설계기준은 풍압력을 고려하여 적용한다. (도로표지 관련 규정집)
- 4) 단주식 교통표지판 설치시 지주를 관통하는 볼트로 체결후 반드시 밴드를 설치한다.
- 5) 각종 표지판, 가로등, 신호등 등의 지주는 도로비탈면(가드레일 외측)에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- 6) 거리 이정표지판은 노선별로 설계시 반영한다.

- 7) 도로표지와 교통안전표지 그리고 신호기가 인접하여 설치될 경우에는 각 시설물의 중요도와 기능의 우선순위를 고려하여 그 기능이 중복되거나 방해되지 않도록 설치한다. 특히 조명시설이 교통신호기, 도로표지 등과 근접하여 설치되는 경우는 각 시설의 기능에 특별한 장애를 주지 않는 범위 내에서 도로·교통조건을 충분히 검토 후 통합지주를 설치할 수 있다.
- 8) 관광안내표지는 대상범위를 관광진흥법, 자연공원법, 문화관광부장관이 지정한 것에 한정하고, 기타관광지는 시설물관리 주체가 도로관리청의 허가를 득하여 사설안내표지를 설치할 수 있다.
- 9) 교통안전표지는 야간 시인 및 판독성 제고가 필요한 구간에는 「조명식 및 발광형 교통안전표지 표준지침(2015.04., 경찰청)」에 따라 안개가 잦은 곳이나 도로 기하구조가 불량하여 교통사고 위험성이 예상되는 곳에 조명식 및 발광형 교통안전표지 설치를 검토하도록 한다.

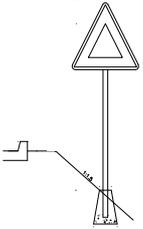
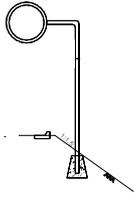
#### 나. 교통안전 표지판의 종류별 설치기준

- 1) 교통안전표지(이하 안전표지)는 주의, 규제, 지시 및 보조표지로 나뉘며, 지주 하나에 하나씩 설치하는 것을 원칙으로 한다. 단, 동일한 장소에 2개의 표지판을 설치할 필요가 있을 경우에는 지주 상단에 원인, 그 하단에 규제표지를 부착한다.
- 2) 안전표지는 필요한 곳으로부터 전방 30~200m 지점에 설치함을 원칙으로 하고, 그 지형에 따라 설치위치를 선택한다.
- 3) 안전표지의 지주는 편도 2차로인 경우 곧은 기둥식, 편도 3차로 이상인 경우 내민식(OVER HANGER)을 원칙으로 한다.
- 4) 왕복 4차로의 경우 노측의 가로수, 보도 등으로 인해 시거장애가 있을 경우 안전표지 지주는 내민식으로 할 수 있으며 전·후 노선과 연계성을 고려하여 설치한다.
- 5) 도로표지 지주의 규격은 「도로표지관련 규정집(2006.5 국토해양부)」의 규정에 따른다.
- 6) 도로표지판 설치기준
  - 설치높이 기준
    - 일반도로의 복주식 표지판 설치높이: 200cm
    - 주의, 규제, 지시표지판 높이 : 160cm
    - 보조표지 : 160cm

- 편지식, 문형식, 현수식 : 500cm
- 측방여유폭
  - 일반국도 : 25cm
  - 고속국도 및 자동차 전용도로 : 50cm

7) 차높이 제한표지 설치시 차도면으로부터 5.5m, 5.7m등의 제한표지를 일률적으로 4.5m로 설계하지 아니한다

8) 안전표지의 설치형식별 비교

| 형 식 | 곧은기둥식   | 내민식 (OVER HANGER)   |
|-----|---|---|
| 적 용 | 삼각표지, 원형표지, 원형이중표지, 삼각 및 소형사각표지, 팔각표지   | 삼각표지, 원형표지, 원형이중표지, 삼각 및 소형사각표지, 팔각표지   |
| 지 주 | 강관 $\phi 76.3\text{mm}$ , $\phi 89.1\text{mm}$ , $\phi 114.3\text{mm}$              | 강관 $\phi 219.1\text{mm}(T=8.18)$ (용융 아연도금)  |
| 장 점 | ·시설비 저렴<br>·유지관리 양호   | ·시인성 양호<br>·교통안전성 향상  |
| 단 점 | ·시인성 불량<br>(가로수 및 주위환경에 영향을 받음)   | ·시설비 고가   |
| 비 고 | 편도 2차로 이하   | 편도 3차로 이상   |
| 형 식 |  |  |

9) 교통안전표지의 설계속도별 규격 및 지주비교

| 구 분 | 설 계 속 도 80km/h 이상                            | 설 계 속 도 80km/h 미만<br>(2차로 지방도, 시가지도로)       |
|-----|--|---|
| 규 격 | 원 형 : $\phi = 90\text{cm}$<br>삼 각 : 한변 120cm | 원 형 : $\phi = 60\text{cm}$<br>삼 각 : 한변 90cm |
| 비 고 | 강관 $\phi 89.1\text{mm}$                      | 강관 $\phi 76.3\text{mm}$                     |

※ 한 개의 지주에 2개 이상의 표지판 부착시나 보조표지 부착시는  $\phi 89.1\text{mm}$ ,  $\phi 114.3\text{mm}$  사용

10) 교통안전표지의 분류

| 구 분  |      | 종 류   | 해당 표지번호 <sup>주)</sup>   |
|------|------|---|---|
| 본표지  | 주의표지 | 도로상태 예고<br>노면 또는 연도상황 예고<br>기타상황 예고<br>기타 주의 예고 | 101~109, 111~124<br>126, 128, 129, 131<br>135~138, 138-2<br>110, 127, 139, 140, 141 |
|      | 규제표지 | 통행금지<br>제한사항<br>금지사항                            | 201~210, 211, 227<br>220~225<br>212~219, 229~231                                    |
|      | 지시표지 | 도로지정<br>통행방법지시<br>기타지시                          | 301, 302, 303<br>304~316, 309-2, 326~332<br>317~325                                 |
| 보조표지 |      | 거리, 구역<br>일자, 시간<br>표지설명<br>구간, 방향<br>기타        | 401~403<br>404~406<br>407~416, 415-2<br>417~422<br>423~429                          |

주) 해당 표지번호에 대한 자세한 형상은 “교통안전표지설치 관리 매뉴얼(2011.12경찰청)” 참조  
 조 교통안전표지 일람표 (2014.07 경찰청)참조

### 3. 시선유도표지

「도로안전시설 설치 및 관리지침-시선유도시설편(2014.02 국토교통부)」 참조  
 가. 테리네이터

- 1) 설치장소는 설계속도가 50km/h 이상인 구간, 도로 선형이 급격히 변하는 구간, 차로수나 차도폭이 변화하는 구간 등 이다.
- 2) 자동차 전용도로 또는 주간선도로 등에는 원칙적으로 전구간에 연속적으로 설치한다. 단 도로조명시설이 있는 경우에는 설치를 생략할 수 있으며, 안개 잦은 구간의 경우는 “악천후구간, 터널 및 장대교량 설치시설 편”에 따른다.
- 3) 반사체 형상은 직경 100mm의 원형으로 하며, 지주는 원형 및 각형으로 하고 시선유도에 사용되는 재료는 충분한 강도가 있고 내구성이 우수하며 유지관리가 용이한 것으로 한다.
- 4) 설치위치는 차도 시설한계의 바깥쪽 가장 가까운 곳에 설치한다.  
 (길어깨 가장자리로부터 0~200cm 되는 곳에 지형에 맞게 설치한다)
- 5) 설치높이는 반사체의 중심까지를 90cm로 하여 설치하는 것을 표준으로 한다.
- 6) 직선구간의 최대설치간격은 40m로 하고 곡선부는  

$$- S = 1.1 \times \sqrt{(R - 15)} \quad (R : \text{곡선반경})$$
- 7) 단 갈매기 표지판을 설치하는 곡선부는 원칙적으로 시선유도표지를 설치하지 않는다.

#### 〈 테리네이터 표준설치 간격 〉

(단위 : m)

| 곡선반경    | 설치간격 | 곡선반경        | 설치간격 |
|---------|------|-------------|------|
| 50이하    | 5    | 406~500     | 22.5 |
| 51~80   | 7.5  | 501~650     | 25   |
| 81~125  | 10   | 651~900     | 30   |
| 126~180 | 12.5 | 901~1,200   | 35   |
| 181~245 | 15   | 1,201~1,550 | 40   |
| 246~320 | 17.5 | 1,551~1,950 | 45   |
| 321~405 | 20   | 1,951이상     | 50   |

- 8) 일반도로에서는 양면반사체가 부착된 시선유도표지를 사용하고 4차로 이상 도로와 중앙분리대가 없는 6차로 이상 도로 등에서는 단면반사체가 부착된 시선유도표지를 사용한다.
- 9) 기초는 흙속매립기초 또는 콘크리트 기초를 사용한다.
- 10) 반사성능, 반사체의 색도, 재질 및 기타는 「도로안전시설 설치 및 관리지침(시선유도시설편 2014.02)」에 의거하여 설치한다.

나. 표지병

- 1) 설치장소는 중앙선, 차로경계선, 전용차로, 길가장자리 구역선, 노상장애물, 안전지대, 교통섬, 터널, 급곡선부, 인터체인지 고어(Gore)지역, 차로의 감속·분리·합류구간, 통행로의 변경구간, 좌회전 차로를 포함한 2차로 도로, 물리적으로 분리되지 않은 다차로 도로 등에 설치한다.
- 2) 횡단보도 및 교차로 정지선 등 표지병의 설치로 인해 안전주행을 해칠 우려가 있는 지점에는 설치해서는 안된다.
- 3) 반사체의 색상은 흰색, 노란색을 사용하며, 흰색은 진·출입 연결로 고어(Gore)부 등 동일방향 교통류의 분리 및 경계, 노란색은 반대방향 교통류의 분리, 제한 및 지시를 표시하는데 사용한다.
- 4) 설치높이는 최대 30mm를 표준으로 하며, 차로경계선과 같이 차량의 통행을 허용하여 표지병과 타이어와의 마찰이 빈번한 곳에서는 최대 20mm를 넘지 않도록 설치한다.
- 5) 최소설치간격
  - 일반구간 :
    - 직선부 : 시가지도로: 8 m (N)  
지방도로 : 13 m (N)  
자동차전용도로 : 20 m (N)  
편도1차로 : N/2
    - 곡선부 : 곡선반경 크기에 따라 N/4~ N/2
  - 인터체인지 유·출입부등 안전지대 : N/4
  - 교차로 좌회전차로 구간 : N/2

※ 단, 설치간격은 도로의 기하구조 등에 대한 공학적 판단에 의해 조정가능
- 6) 강설량이 많은 지역에서는 제설작업의 지장여부를 검토하여 설치하되 가능한 4차로 이상도로의 중앙선을 제외한 곳에는 설치하지 않는 것이 제설작업중 제설삽날로 인한 표지병의 파손과 비산으로 인한 사고위험을 예방할 수 있다.

점등형표지병을 설치할 때에는 산악지역, 터널안 및 교량의 아랫부분, 산기슭, 계곡 등 그림자 발생구역, 도로구조물에 의한 그늘진 장소 등 태양전지의 상승에 나쁜 영향을 끼칠 수 있는 장소는 피한다.
- 7) 중앙분리대 설치구간 중앙선용 구간에는 도로표지병을 설치하지 않는다.

다. 갈매기 표지

- 1) 설치장소는 도로의 평면·종단선형이 급격하게 변화하는 구간과 같이 운전자에게 도로 상황에 관한 사전정보제공이 특별히 강조되는 구간에 설치한다.
- 2) 설치위치는 차도 시설한계의 바깥쪽 가장 가까운 곳에 설치한다.  
(길어깨 가장자리로부터 0~200cm 되는 곳에 지형에 맞게 설치)
- 3) 설치높이는 노면으로 부터 표지판 하단까지의 높이를 120cm로 하여 설치하는 것을 표준으로 한다.
- 4) 기초는 콘크리트 기초(0.3m×0.3m×0.4m)를 표준으로 한다. 콘크리트 기초를 사용하지 않을 경우는 표지판을 필요한 위치에 확실히 고정할 수 있어야 한다.
- 5) 판규격 : 45cm×60cm
  - 2차로 : 양면
  - 4차로 : 단면(중앙분리대가 있는 경우)
- 6) 색 상
  - 바 탕 : 노란색 (초고휘도)
  - 격음표시 : 검정색 (무반사)
- 7) 갈매기 표지판 적용구간의 곡선반경

| 설 계 속 도 | 최소곡선반경(m) | 적용곡선반경(m) |
|---------|-----------|-----------|
| 120     | 710       | 770       |
| 110     | 600       | 650       |
| 100     | 460       | 550       |
| 90      | 380       | 420       |
| 80      | 280       | 340       |
| 70      | 200       | 250       |
| 60      | 140       | 180       |
| 50      | 90        | 120       |
| 40      | 60        | 80        |
| 30      | 30        | 45        |

주) 최소곡선반경은 편경사 6%인 경우

- 8) 설치간격은 곡선구간에서 연속으로 설치하여 원활한 시선유도 효과가 있도록 하며 도로의 곡선반경에 따라 설치간격은 아래표와 같이한다.

**< 곡선반경에 따른 갈매기표지의 표준 설치간격 >**

(단위 : m)

| 곡선반경    | 설치간격 | 곡선반경    | 설치간격 |
|---------|------|---------|------|
| 50이하    | 8    | 246~320 | 25   |
| 51~80   | 12   | 321~405 | 30   |
| 81~125  | 15   | 406~500 | 35   |
| 126~180 | 20   | 501~650 | 38   |
| 181~245 | 22   | 651~900 | 45   |

라. 시인성 증진 안전시설

- 시인성 향상을 위한 시설은 도로 상에 위치해 있는 각종 구조물로부터 차량을 안전하게 유도하여 교통사고 발생을 최소화시키고, 운전자에게 양호한 주행환경을 제공하는 기능을 갖는다.

1) 장애물 표적 표지

- 장애물 표적표지는 운전자에게 위험물이 있다는 정보를 반사체로 구성된 표지를 통해 제공하는 시설이다.
- 장애물 표적표지 설치장소는 중앙분리대 시점부, 지하차도의 기둥, 교대 및 교각, 입체교차 시설 진입부, 교량진입부, 터널입구, 요금소 전면, 연결로 유출부 고어, 전주 및 기타구조물, 3지 교차로에서 시선유도시설 등이다.
- 설치위치는 노면으로부터 표지판 하단까지의 높이를 100cm로 하여 설치하는 것을 표준으로 한다.
- 표지판의 규격은 40cm×40cm 이다.
- 색상은 무광회색 바탕에 노란색 반사체를 사용한다.

2) 구조물 도색 및 빗금표지

- 구조물 도색은 도로를 주행하고 있는 운전자에게 차량의 진행방향을 지시하여 구조물과의 충돌을 방지하도록 구조물면에 사선으로 도색한 것을 말하며, 빗금표지는 구조물 도색과 동일한 기능을 수행하지만 구조물 외벽을 도로로 도색하는 대신 반사지를 알루미늄판에 부착한 표지를 말한다.
- 구조물 도색의 경우 검정색과 노란색 도색폭원은 각각 20cm로 하며, 빗금표지의 경우 한방향을 지시할 때의 크기는 30cm×90cm, 동일방향의 교통류를 분리하는 경우의 크기는 60cm×90cm를 표준으로 하며, 검정색과 노란색의 폭원은 각각 15cm로 한다.

- 빗금방향은 45도 각도로 그린다.

### 3) 시선유도봉

- 시선유도봉은 교통사고 발생의 위험이 높은 곳으로서, 운전자의 주의가 현저히 요구되는 장소에 노면표시를 보조하여 동일 및 반대방향 교통류를 공간적으로 분리하고 위험구간 예고목적으로 시선을 유도하는 시설을 말한다.
- 몸체의 형상은 원통형을 표준으로 하며, 받침대 직경은 20~25cm로 한다.
- 몸체의 색상은 주황색을 원칙으로 하되 다른 색상이 필요할 경우 주변환경을 고려하여 정한다.
- 몸체에 부착하는 반사지는 설치위치의 노면표시 색상과 동일한 색상을 원칙으로 하며 고휘도급 반사지를 사용한다.
- 시선유도봉 재료의 기본물성 기준은 RS-FITI-2010-032(도로안전시설용 시선유도봉) (지식경제부 공고 제2011-241호)에 따라 몸체성능과 반사지 성능을 측정하여 시선유도봉의 품질기준을 만족하여야 한다.
- 설계속도가 70km/h 이상인 도로의 경우 시선유도봉 높이는 70cm, 60km/h 이하인 도로의 경우 40cm정도로 한다.
- 설치위치는 중앙분리대의 분리대 및 안전지대 내에 설치하며, 측대 폭만큼 차로와 이격하여 설치한다.
- 시선유도봉은 표지병과 중복하여 설치하지 않는 것을 원칙으로 하지만, 부득이 표지병이 설치된 구간에 시선유도봉을 설치하고자 한다면, 표지병 기능이 상실되지 않도록 서로 일정간격을 유지하게 띄워 설치한다.
- 설치간격은 차량의 주행속도 및 설치목적에 따라 2~10m 범위내에서 적절한 간격을 유지할 수 있도록 설치한다.
  - 중앙분리대용 방호울타리가 시작되는 시점 : 2~5m
  - 교각 및 교대주위 : 2~3m
  - 충돌위험시설 전방의 예고구간(50~100m) 및 여유구간 : 5~10m
  - 지하차도, 고가도로, 터널 및 유출로 전방등 차로가 분리되는 안전지대나 충돌위험 시설물 앞 : 3~5m
  - 공사구간내에서의 임시차로 대응 : 2~3m
  - 진행방향을 혼동하여 중앙선을 넘어 역주행할 우려가 있는 구간 : 3~5m

#### 4. 노면표시

##### 가. 노면표시의 일반적 기준

- 교통노면표지설치·관리매뉴얼 (2012.11 경찰청), 교통량 등 도로특성(도로공사표준시방서(국토교통부,2015), 일반국도공사 전문시방서(국토교통부,2015)을 참고한다.

##### 나. 종 류

- 규제표시
  - 선규제
  - 통행방법 규제
  - 주·정차 규제
  - 노상장애물 규제
- 지시표시
  - 주차방법 지시
  - 유도지시
  - 횡단지시
  - 방향 및 방면지시
  - 기타지시

##### 다. 노면표시 설치기준

- 색 채
  - 백 색 : 동일한 방향의 교통류분리 및 경계표시
  - 황 색 : 반대방향의 교통류분리, 제한 및 지시표시
  - 청 색 : 지정방향의 교통류 분리표시(전용차로 등)
  - 분홍색 : 갈림길 차로유도를 위한 방향 및 방면 유도지시(분기점, 나들목)
  - 녹색 : 추가 갈림길 차로유도를 위한 방향 및 방면 유도지시(분기점, 나들목)
- 선의 종류 및 규격(차선도색)

#### < 선의 종류 및 규격 >

(단위 : cm)

| 선의 종류 |     | 구 분           | 도로교통법<br>시 행 규 칙 | 표 준        |            |                       |       |
|-------|-----|---------------|------------------|------------|------------|-----------------------|-------|
|       |     |               |                  | 도시지역<br>도로 | 지방지역<br>도로 | 자동차<br>전용도로<br>(고속도로) |       |
| 중앙선   | 점 선 | 도색길이( $l_1$ ) | 300              | 300        | 300        | 300                   |       |
|       |     | 빈길이( $l_2$ )  | 300              | 300        | 300        | 300                   |       |
|       |     | 너비(W)         | 15~20            | 15~20      | 15~20      | 15~20                 |       |
|       | 실 선 | 너비(W)         | 15~20            | 15~20      | 15~20      | 15~20                 |       |
|       |     | 복 선           | 너비(W)            | 10~15      | 10~15      | 10~15                 | 10~15 |
|       |     |               | 간격(s)            | 10~15      | 50 이상      | 50 이상                 | 50 이상 |
| 차 선   | 실 선 | 너비(W)         | 10~15            | 10~15      | 10~15      | 10~15                 |       |
|       | 점 선 | 도색길이( $l_1$ ) | 300~1,000        | 300        | 500        | 1,000*                |       |
|       |     | 빈길이( $l_2$ )  | (1~2) $l_1$      | 500        | 800        | 1,000*                |       |
|       |     | 너비(W)         | 10~15            | 10~15      | 10~15      | 10~15                 |       |

### < 선의 종류 및 규격 >

(단위 : cm)

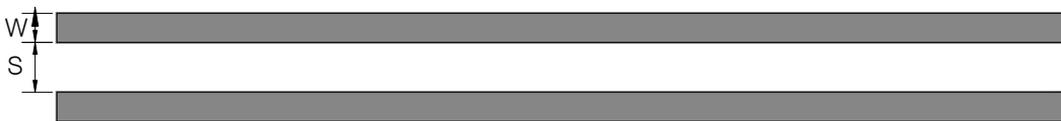
| 선의 종류        |       | 구 분           | 도로교통법<br>시 행 규 칙 | 표 준        |            |                       |
|--------------|-------|---------------|------------------|------------|------------|-----------------------|
|              |       |               |                  | 도시지역<br>도로 | 지방지역<br>도로 | 자동차<br>전용도로<br>(고속도로) |
| 길가장자리<br>구역선 | 실 선   | 너비(W)         | 15~20            | 15~20      | 15~20      | 15~20                 |
| 진로변경<br>제한선  | 실선    | 너비(W)         | 10~20            | 10~20      | 10~20      | 10~20                 |
|              |       | 간격(s)         | 10~15            | 10~15      | 10~15      | 10~15                 |
|              | 점선    | 도색길이( $l_1$ ) | 300              | 300        | 300        | 300                   |
|              |       | 빈길이( $l_2$ )  | 200~300          | 200~300    | 200~300    | 200~300               |
| 유턴구역선        | 점선    | 너비(W)         | 10~50            | 10~50      | 10~50      | 10~50                 |
|              |       | 도색길이( $l_1$ ) | 50               | 50         | 50         | -                     |
|              |       | 빈길이( $l_2$ )  | 50               | 50         | 50         | -                     |
| 전용차선         | 실선    | 너비(W)         | 30~45            | 30~45      | 30~45      | -                     |
|              |       | 도색길이( $l_1$ ) | 10~15            | 10~15      | 10~15      | 10~15                 |
|              | 점선    | 도색길이( $l_1$ ) | 300              | 300        | 300        | 300                   |
|              |       | 빈길이( $l_2$ )  | 300              | 300        | 300        | 300                   |
|              |       | 너비(W)         | 10~15            | 10~15      | 10~15      | 10~15                 |
| 복선           | 너비(W) | 10~15         | 10~15            | 10~15      | 10~15      |                       |
|              | 간격(s) | 10~15         | 10~15            | 10~15      | 10~15      |                       |
| 유도선          | 점선    | 도색길이( $l_1$ ) | 50~100           | 50~100     | 50~100     | 50~100                |
|              |       | 빈길이( $l_2$ )  | 50~100           | 50~100     | 50~100     | 50~100                |
|              |       | 너비(W)         | 10~15            | 10~15      | 10~15      | 10~15                 |
| 차로유도선        | 실선    | 길이( $l_1$ )   | 585              | 585        | 585        | 585                   |
|              |       | 길이( $l_2$ )   | 65               | 65         | 65         | 65                    |
|              |       | 너비(W)         | 80               | 80         | 80         | 80                    |

주) 고속도로, 자동차전용도로의 경우 점선의 규격  $l_1$ ,  $l_2$ 는 각각 800cm, 1,200cm로 한다.

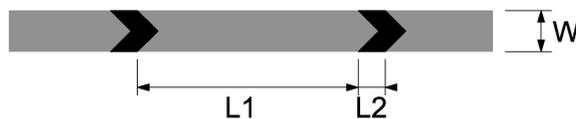
- 점 선



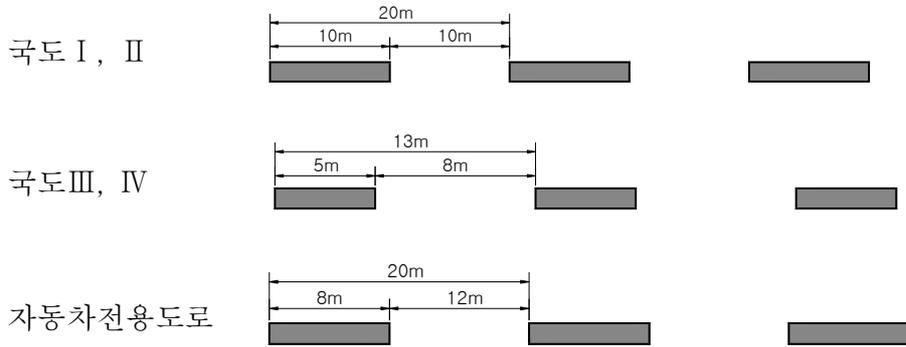
- 실 선



- 차로유도선(실선)



### < 선의 종류 >

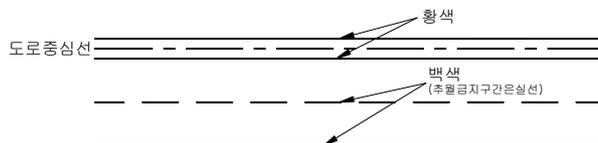


- 일반국도는 도로등급에 따라 차선중 점선의 간격은 4차로 기준인 경우 국도 I, II는 도색길이 10m, 빈길이 10m, 국도 III, IV는 도색길이 5m, 빈길이 8m를 적용한다. 단, 자동차 전용도로는 제외한다.
- 4차로 본선에서 중앙분리대 측대선은 황색실선, 차선구분은 백색점선, 길어깨 측대선은 백색 실선으로 하며, 추월금지구간 차선구분은 백색실선으로 설치한다.
- 2차로 본선에서 중앙선은 황색실선, 길어깨 측대선은 백색실선으로 하며, 양방향 추월가능구간은 황색점선 일방향 추월가능 구간은 복선(황색실선과 황색점선)으로 설치한다.
- 나들목 분기점에 설치하는 갈림길 차로 유도선은 2방향으로 분리되는 구간, 별도의 감속차로 없이 방향이 전환되는 구간, 나들목과 인접한(1km이내)구간에 설치하며 실선은 분홍색(추가 갈림길은 녹색), 갈매기표시는 흰색으로 설치한다.

### < 2차로 기준 >



### < 4차로 기준 >



- 노면표시 도색으로는 상온 및 가열식 도색, 용착식 도색, 상온경화식 도색, 도포 및 살포식 도색, 테이프 부착 등이 있으나, 현지여건(시가지 구간, 지방지역 등), 내구성,

- 유지관리 등을 고려하여 설치하고, 공사중 임시차선은 상온식 및 가열식 도색을 한다.
- 터널 전후(100m) 및 터널 내부와 특별히 고려해야 할 곳은 돌출형 차선(기능성 도료) 등 신기술·신공법을 검토하여 발주처와 협의한 후 설치한다.
  - 노면표시 도색방법은 교통노면표지설치·관리매뉴얼 (2012.11 경찰청)을 참고한다.

**< 노면표시 >**

| 구 분  | 상온식 및 가열식                       | 융착식                                  | 상온 경화식                         | 도포 및 살포식<br>(돌출형) |
|------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| 도료종류 | 수용성형 도료                         | 융착식 도료                               | 상온경화형<br>플라스틱 도료               | 기능성 도료            |
| 적용구간 | 교통량이 적은<br>도로의 중앙선<br>길가장자리 구역선 | 쉽게 마모되는 중앙선<br>길가장자리구역선<br>정지선, 횡단보도 | 주간의 선명도,<br>야간반사성능이<br>요구되는 지점 | 상온형<br>수동식        |

- 주) 1. 수용성형 도료도색: 일반형 도료로서 상온이나 가열상태에서 노면에 도포한다.  
내구성이 떨어지고 일반적으로 건조속는 늦은편(30분이상)이고, 수명이 타 방식에 비해 짧은 단점이 있다.
2. 융착식도료 도색 : 내구성이 가장 뛰어난 노면표시의 도료로서 에폭시 수지 등을 원료로 융합해서 150도 이상의 고온에서 도색하며 건조속도가 빠르고 야간반사도 큰 편으로, 유효수명이 긴 장점이 있다.
3. 상온 경화형 플라스틱 도료도색 : 고착력(안전도)가 매우 크며,주간의 선명도, 야간 반사성능이 크지만, 건조속도는 10-15분으로 느리다.
4. 기능성 도료(돌출형 차선) 도색 : 야간 및 우천시 돌출부에 의해 채귀반사 효과가 매우 높으며, 진동과 소음을 발생시켜 차선이탈 방지 효과가 있고 유효수명이 긴 장점이 있다, 이액형 돌출차선은 돌출부만 별도 시공이 가통하다.

라. 안전표지와 노면표시와의 관계

도로교통법의 규정에 의하여 교통규제 및 지시에 따른 안전표지 및 노면표시는 상호 보완적인 관계에 있다.

도로교통법 시행규칙에 교통규제 또는 지시에 따른 안전표지와 노면표시 양쪽이 모두 규정되어 있는 경우와 안전표지 또는 노면표시 한쪽만 규정되어 있는 경우가 있다.

안전표지와 노면표시 양쪽이 모두 규정되어 있는 경우에 교통규제 또는 지시를 행할 때에는 안전표지, 노면표시 양쪽 다 설치하든가 또는 어느 한쪽만 설치하면 된다.

한쪽만 설치하면 되는 경우는 원칙적으로 어느 한쪽만 설치되어 있으면 교통규제 또는 지시의 효력이 충족된다. 다만 횡단보도를 설치할 경우(횡단보도를 설치하려고 하는 장소에 신호기가 설치되어 있을 때 및 비포장도로, 적설등의 이유 때문에 설치 및 관리가 곤란할 경우에는 제외) 및 교통섬과 같이 노면보다 높은 시설이 없는 곳에서 안전지대를

설치할 때에는 안전표지와 노면표시를 같이 설치한다.

노면표시는 안전표지의 설치기준과 같이 교통규제, 지시의 종류, 도로 및 교통의 상황에 따라 규제 및 지시의 기능확보를 위하여 <표>와 같이 병설하는 것을 원칙으로 한다.

다만 부득이한 경우에는 시인성 등을 고려하여 안전표지 혹은 노면표시 중 택일하여 설치하여야 한다.

< 안전표지와 노면표시의 관계 >

| 노면표시의 종류 |                            | 안전표지 및 노면표시 병설 | 노면표시만 설치 | 노면표시 우선 안전표지 병행 | 안전표지 우선 노면표시 병행 |
|----------|----------------------------|----------------|----------|-----------------|-----------------|
| 501      | 중앙선                        |                | ○        |                 |                 |
| 502      | 유턴구역선                      | ○              |          |                 |                 |
| 503      | 차선                         |                | ○        |                 |                 |
| 504      | 버스전용차선                     | ○              |          |                 |                 |
| 505      | 길가장자리 구역선                  |                | ○        |                 |                 |
| 506~508  | 진로변경 제한선                   |                | ○        |                 |                 |
| 509      | 노상장애물                      |                | ○        |                 |                 |
| 510      | 우회전금지                      |                |          |                 | ○               |
| 511      | 좌회전금지                      |                |          |                 | ○               |
| 512      | 직진금지                       |                |          |                 | ○               |
| 513      | 좌·우회전금지                    |                |          |                 | ○               |
| 514      | 유턴금지                       |                |          |                 | ○               |
| 515      | 주차금지                       |                |          | ○               |                 |
| 516      | 정차·주차금지                    |                |          | ○               |                 |
| 517      | 속도제한                       |                |          |                 | ○               |
| 519      | 서행                         |                |          |                 | ○               |
| 520      | 서행 및 횡단보도 전후방 주정차금지(지그재그선) |                |          |                 | ○               |
| 521      | 일시정지                       |                |          |                 | ○               |
| 522      | 양보                         |                |          |                 | ○               |
| 523      | 평행주차, 직각주차, 경사주차           |                | ○        |                 |                 |
| 524      | 정차금지지대                     |                | ○        |                 |                 |
| 525      | 유도선                        |                | ○        |                 |                 |
| 526~528  | 유도                         |                | ○        |                 |                 |
| 526의2    | 회전교차로 양보선                  |                |          |                 | ○               |
| 530      | 정지선                        |                | ○        |                 |                 |
| 531      | 안전지대                       | ○              |          |                 |                 |
| 532      | 횡단보도                       | ○              |          |                 |                 |
| 534      | 자전거 횡단도                    | ○              |          |                 |                 |
| 535      | 자전거 전용도로                   | ○              |          |                 |                 |
| 536      | 어린이 보호구역                   | ○              |          |                 |                 |
| 537      | 진행방향 통행구분                  |                |          | ○               |                 |
| 538~541  | 진행방향 및 방면                  |                | ○        |                 |                 |
| 542      | 비보호좌회전                     | ○              |          |                 |                 |
| 543      | 차로변경                       |                |          | ○               |                 |
| 544      | 오르막경사면                     |                |          | ○               |                 |

## 5. 차량방호안전시설

### 가. 관련기준

- 도로안전시설 설치 및 관리지침 -차량방호 안전시설편 (2014, 국토교통부)

### 나. 방호울타리

#### 1) 차량용 방호울타리

- 방호울타리의 등급은 9등급으로 구분하고, 기본구간에는 SB1, SB2, SB3을 설치하고, 위험구간에는 SB4, SB5를 적용하고, 고속구간에서 특수구간이나 특수중차량의 통행이 많은 구간에는 SB6, SB7을 설치한다.
- 설계 및 성능기준

| 설계속도                                | 적용구간                                     | 등 급 |     |     |       |     |     |       |     |     |
|-------------------------------------|--|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|-----|-----|
|                                     |  | SB1 | SB2 | SB3 | SB3-B | SB4 | SB5 | SB5-B | SB6 | SB7 |
| ·저속구간<br>60km/시미만                   | - 기본구간                                   | ◎   | ○   |     |       |     |     |       |     |     |
| ·일반구간<br>60km/시<br>70km/시<br>80km/시 | - 기본구간                                   |     | ◎   | ○   |       |     |     |       |     |     |
|                                     | - 위험구간                                   |     |     |     |       | ◎   | ○   |       |     |     |
|                                     | - 특수구간(타 도로와 교차 등)<br>- 특수 중차량 통행이 많은 구간 |     |     |     |       |     | ◎   |       | ○   |     |
| ·고속구간A<br>90km/시<br>100km/시         | - 기본구간                                   |     |     | ◎   |       |     | ○   |       |     |     |
|                                     | - 위험 구간                                  |     |     |     |       |     | ◎   |       | ○   |     |
|                                     | - 특수구간(타 도로와 교차 등)<br>- 특수 중차량 통행이 많은 구간 |     |     |     |       |     |     |       | ◎   | ○   |

- 주) 1. ◎표시는 일반적으로 설치하는 등급  
 2. ○표시는 도로여건이나 시설물 개발 수준 등 위험도에 따라 상향적용 가능한 등급  
 3. 저속구간 중 과속의 우려가 높은 구간은 일반구간을 적용하여 설치가 가능함.  
 4. 제한속도가 설계속도보다 높은 경우 제한속도를 적용하여 설치가 가능함.

- 기본구간은 쌓기 높이가 2m이상이고 비탈경사가 1 : 4보다 급한 구간을 말한다.
- 위험구간은 (1)중앙분리대, (2)교량구간, (3)도로 옆이 절벽인 구간(기울기가 1:1보다 급하고 높이가 4m이상), (4)도로가 수심 2m이상 수면에 인접한 수중추락위험 구간, (5)차량속도가 높아지는 내리막 긴 직선 이후 급커브구간을 말한다.  
 ※ 여기서 내리막 긴 직선 이후 급커브 구간은 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙·해설」 5-4-3 도로 선형설계 일관성 기준에 따라 선정한다.
- 특수구간은 (1)도로가 철도 및 타 도로 등과 인접 혹은 입체교차한 경우, 차로 밖으로 벗어난 차량이 철도 또는 타 도로에 진입하여 2차 사고나 교통지체를 일으킬 가능성이 큰 구간, (2)도로에 인접한 상수도 보호 지역, 가스탱크 등 위험물 저장시설과 인접한 구간 등 사고 시 큰 피해가 예상되는 구간을 말한다.
- ③ 「도로안전시설 설치 및 관리지침(차량방호 안전시설편) 국토해양부」에 준하여 실물성능시험에 검증된 제품을 적용한다.
- ④ 차량용 방호울타리는 설치등급과 최대충돌변형거리를 고려하여 선정해야 한다.
- ⑤ 도로 옆에 강성 시설물이 있는 경우, 시설물과의 거리보다 최대충돌변형거리가 짧은 제품을 선정하여 충돌시 방호울타리가 변형되어 시설물과의 충돌을 피한다.

- ⑥ 설계속도가 앞뒤 구간과는 달리 낮아지는 짧은 구간에서는 앞뒤의 구간과 같은 등급을 사용한다.
- ⑦ 바람직한 최소길이는 100m로 하되 설치장소의 여건상 부득이한 경우 60m이상으로 하는 것이 바람직하다.
- ⑧ 방호울타리의 보의 겹 부침은 차량 진행방향으로 설치한다.
- ⑨ 연석의 전면은 방호울타리 보의 전면과 일치시켜 설치한다. 단 교량용 방호울타리는 실물충돌시험의 설계도면에 따라 설치한다.

[쌓기구간의 노측용 방호울타리]

- ⑩ 쌓기구간의 경사시작점 (B.P: Break Point) 부근에 설치하는 연성 방호울타리는 지주의 수평지지력(현장지지력)을 측정하여야 하며 그 값은 실물충돌시험장에서 측정된 수평지지력의 90%이상이어야 한다. 현장지지력이 시험장지지력의 90% 이상을 확보하지 못할 경우 지주의 매입깊이 증대나 기타 보강시설 추가 등의 보강방안을 세워야 한다.
- ⑪ 지주의 수평지지력 시험은 유압실린더 등 가압장치를 이용하여 높이 650mm에서 횡방향으로 밀어 하중-변위관계를 측정하며, 변위가 350mm일 때의 하중을 지주의 수평지지력으로 본다. 설치현장은 최소 1개소이상(1km당 2개소) 실시한다.

[가드레일 단부처리]

- ⑫ 가드레일의 단부가 발생할 경우, 단부를 길 바깥쪽으로 구부리며 실물충돌시험에 합격한 단부처리시설을 설치한다. 실물충돌시험 제품이 없는 경우 단부곡선형 레일을 시점측에서 15°이상 외측으로 8m 꺾어 설치할 수 있다.

[전이구간]

- ⑬ 가드레일과 콘크리트 방호벽이 연결되는 전이구간은 실물충돌시험에 합격한 제품을 설치해야 한다. 하지만 이러한 방법이 적용되지 않는 도로에서는 가드레일을 콘크리트 방호벽에 연결하고, 연결지점 근처의 가드레일 지주간격을 줄여 강성을 점진적으로 증진시키는 방법을 사용할 수 있다.

○ 기존지침과 방호울타리 등급 비교.

| 교량용 방호울타리 지침 (1999) |          |             |              |           | 통합편 (2001) |          |             |              |           | 차량방호안전시설 지침 (2012) |          |             |              |           | 차량방호안전시설 지침 (2014) |          |             |              |           |       |     |    |    |
|---------------------|----------|-------------|--------------|-----------|------------|----------|-------------|--------------|-----------|--------------------|----------|-------------|--------------|-----------|--------------------|----------|-------------|--------------|-----------|-------|-----|----|----|
| 종별                  | 충격도 (kJ) | 충격도 산출조건    |              |           | 등급         | 충격도 (kJ) | 충격도 산출조건    |              |           | 등급                 | 충격도 (kJ) | 충격도 산출조건    |              |           | 등급                 | 충격도 (kJ) | 충격도 산출조건    |              |           |       |     |    |    |
|                     |          | 차량 무게 (ton) | 충돌 속도 (km/시) | 충돌 각도 (°) |            |          | 차량 무게 (ton) | 충돌 속도 (km/시) | 충돌 각도 (°) |                    |          | 차량 무게 (ton) | 충돌 속도 (km/시) | 충돌 각도 (°) |                    |          | 차량 무게 (ton) | 충돌 속도 (km/시) | 충돌 각도 (°) |       |     |    |    |
| B                   | 60       | 25          | 30           | 15        | SB1        | 60       | 8           | 55           | 15        | SB1                | 60       | 8           | 55           | 15        | SB1                | 60       | 8           | 55           |           |       |     |    |    |
| A                   | 130      |             |              |           | 45         | SB2      |             |              |           | 90                 | 65       |             |              |           | SB2                | 90       |             |              | 65        | SB2   | 90  | 65 |    |
|                     |          |             |              |           |            | SB3      |             |              |           | 130                | 80       |             |              |           | SB3                | 130      |             |              | 80        | SB3-B | 150 | 85 |    |
| S1                  | 160      |             |              |           | 50         | SB4      | 160         | 14           |           | 65                 | SB4      | 160         | 14           |           | 65                 | SB4      | 160         | 14           | 65        | SB4   | 160 | 14 | 65 |
| S2                  | 280      |             |              |           | 65         | SB5      | 230         |              |           |                    | 80       | SB5         |              |           |                    | 230      | 80          |              |           | SB5-B | 270 |    |    |
| S3                  | 420      |             |              |           | 80         | SB6      | 420         | 25           |           | 80                 | SB6      | 420         | 25           |           | 80                 | SB6      | 420         | 25           | 80        | SB6   | 420 | 25 | 80 |
| SS                  | 650      |             |              |           | 100        | SB7      | 600         |              |           |                    | 36       | SB7         |              |           |                    | 600      | 36          |              |           | SB7   | 600 |    |    |

2) 보행자용 방호울타리(난간, 휨스)

① 설치장소

○ 간이 보도의 신설 또는 보행자의 횡단방지를 위하여 필요한 구간

- 보행자의 도로횡단을 금지하고 있는 구간 또는 금지하려고 하는 구간
- 보행자의 무단횡단으로 인하여 교통사고가 발생할 위험이 있는 구간
- 도시내 도로 등에서 주행하는 차량의 속도가 낮고, 단지 보차도를 구별함으로써 사고감소의 효과를 기대할 수 있는 구간

○ 보행자, 자전거 등이 길 밖으로 추락하는 것을 방지하기 위하여 필요한 구간

- 길 바깥쪽이 위험하여 보행자, 자전거 등의 추락을 방지할 필요가 있는 구간
- 자전거 전용도로에서 보행자와 자전거의 분리가 필요한 구간

② 설계 기준

- 보행자용 방호울타리의 정상부 위면에는 수직으로 980N/m(100kg/m), 측면에는 2,500N/m(250kg/m)의 수평력을 가정하여 설계

③ 구조

- 난간의 높이는 110~120cm로 한다.

3) 무단횡단 금지시설

① 설치목적

- 무단횡단 금지시설은 차량방호기능은 없지만 교통사고가 잦은 지역의 중앙분리대 내에 설치하여 보행자 무단횡단, 차량 및 이륜차 불법유턴을 막기 위한 시설이다.

② 설치조건(4가지 기준 모두 만족)

- 도로주변 여건으로 인해 보행자 무단횡단사고 발생의 가능성이 높다고 판단되는 구간
- 무단횡단예방을 위한 횡단보도 및 보행자 신호체계 개선이 불가능한 구간
- 보도측에 보행자용 방호울타리를 설치 할 수 없는 구간
- 최소한 무단횡단시설 폭과 양방향 측대 폭(0.5m) 이상 확보가 가능한 구간

③ 기능 및 구조

- 형상은 횡방향 부재를 가진 난간과 유사하며, 횡방향 부재의 상단 높이는 노면에서 부터 90cm를 표준으로 하며, 동일높이로 설치하여 연속적인 시선유도가 이루어지도록 한다.
- 재질은 차량충돌시 부서지지 않는 재료로서 시성유도봉 재질의 품질기준을 따른다.

다. 중앙분리대

- 4차로 이상의 도로폭은 중분대 설치 기준에 맞게 중분대 형식을 적용하고 가드레일 형태로 적용할 경우 연결대(Bar)를 사용하도록 고려한다.
- 중분대 형식을 가드레일로 적용할 경우 교량부는 콘크리트 방호벽으로 설치한다.
- 중앙분리대 방호울타리를 설치하는 경우는 **실물충돌시험**을 통하여 성능이 검증된 제품으로 설계에 적용한다.
- 부득이 정지시거가 미확보되는 구간에서 추돌사고의 위험보다 반대차로의 중앙선 침범사고가 적을 경우 중앙분리대를 삭제할 수도 있다.

1) 중앙분리대용 가드레일

○ 지주간격 및 규격은 「차량 방호안전시설」 설치시 성능이 검증된 제품을 적용 하여야 한다.

2) 콘크리트 방호벽

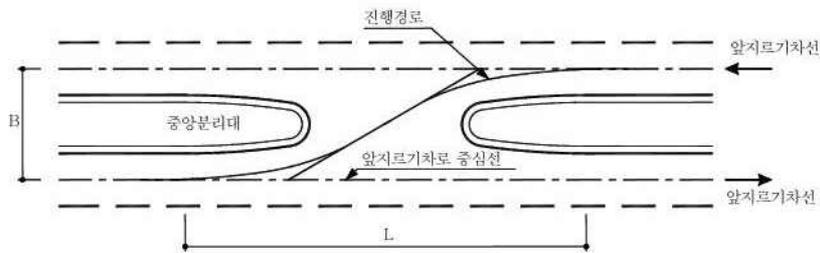
- 중분대 설치시 팽창조인트는 30m마다 설치한다.
- 중분대 설치시 수축조인트는 6.0m마다 설치한다.
- 중분대는 기계타설로 하되 교량구간 조인트는 교량의 조인트부와 일치하도록 한다.
- I·C구간에서 소분리구간 시·종점부 10m는 도색을 한다.
- 교량구간 중앙분리대
  - 일반교량 : 일체식(현수교, PSC Box교 등을 제외한 모든 교량)
  - 특수교량 : 분리식(현수교, PSC Box교 등)

3) 개구부 설치

- 설치위치
  - 평면곡선 반지름이 600m 이상이고, 시거가 양호한 토공부에 설치
  - 터널, 버스정류장, 휴게소, 장대교(연장100m이상)의 앞·뒤에 설치
  - 인터체인지 간격이 5~20km인 경우 중간 적정위치에 1개소 설치, 20km 이상인 경우 중간 적정위치에 2개소 설치, 5km 이내인 경우 미설치
- 개구부의 치수 산정식

$$L = \left(\frac{V_p}{3.6}\right) \times \frac{B}{H}$$

여기서, L : 개구부의 길이(m)  
 V<sub>p</sub> : 개구부의 통과속도(km/hr)  
 B : 수평 이동거리  
 H : 수평 이동속도(1.0m/sec)



< 중앙분리대의 개구부 >

|            |     |     |    |      |
|------------|-----|-----|----|------|
| 설계속도(km/h) | 120 | 100 | 80 | 70이하 |
| 통과속도(km/h) | 60  | 50  | 40 | 30   |
| 개구부치수(m)   | 110 | 90  | 80 | 60   |

< 설계속도에 따른 개구부 치수 >

#### 다. 충격흡수시설

- 주행차로를 벗어난 차량이 도로상의 구조물등과 충돌하기전에 차량의 충격 에너지를 흡수하여 정지하도록 하거나 차량의 방향을 교정하여 본래의 주행차로로 복귀시키는 기능을 한다.

##### 1) 설치장소

- 교각, 교대, 연결로 출구분기점의 강성구조물 앞, 강성 방호울타리 혹은 방음벽 기초의 단부 앞, 요금소 전면, 터널 및 지하차도 입구 등에서 방호울타리를 설치할 수 없어 차량과 시설물과의 직접 충돌로 인한 인명과 시설을 보호해야 할 필요가 있는 장소에 설치한다.

##### 2) 설치기준

- 충격흡수시설은 도로안전시설설치 및 관리지침 충격흡수시설(‘2012.11 국토해양부)에 의해 설계속도에 적합하도록 시행한다.
  - 충격속도 60km/h ⇒ CC1등급
  - 충격속도 80km/h ⇒ CC2등급
  - 충격속도100km/h ⇒ CC3등급
- 실물충돌시험에 합격한 성능이 검증된 제품을 설치한다

### 6. 낙석방지시설

- 「도로안전시설 설치 및 관리지침(낙석방지시설편) 건교부」에 준하여 적용한다.

#### 가. 설치장소.

##### 1. 낙석방지망

###### 1) 비포켓식 낙석방지망

- ① 풍화진행이 빠른 연암이나 풍화암으로 구성된 절개면
- ② 절취 후 절개면의 표면이 고른 절개면

###### 2) 포켓식 낙석방지망

- ① 경암으로 구성되어 있으나 불연속면의 이완 등으로 낙석이 예상되는 절개면
- ② 발파 등으로 인해 절개면의 표면이 거친 절개면

##### 2. 낙석방지울타리

- 1) 절개면 경사가 완만하여 낙석의 튀는 높이가 낙석방지울타리 높이보다 작을 것으로 예상되는 절개면
- 2) 경사가 급한 절개면에서 낙석이 방지울타리 밖 도로에 떨어질 가능성이 있는 경우 낙석방지망과 함께 설치.
- 3) 토사가 혼합되어 낙하될 것으로 예상되는 절개면은 옹벽과 함께 설치
- 4) 절개면의 하단부에 낙석방지울타리가 설치된 경우에는 낙석방지망의 하단부 높이를 조절하여 설치(이때, 낙석방지망의 하단부 높이는 낙석방지울타리의 높이까지로 하며

낙석방지울타리가 없는 곳은 지면에서 1m 정도 띄어 설치한다.)

## 2. 설계기준

### 1) 낙석방지망

#### ① 비포켓식 낙석방지망

낙석의 하중과 망의 무게를 견딜 수 있는 와이어 로프의 지름을 결정하고 전체 하중이 고정핀에 적용한다고 가정하고 고정핀의 안정을 계산하여 설계한다.

#### ① 포켓식 낙석방지망

낙석방지망의 흡수가능 에너지와 망에 충돌하는 낙석에너지를 비교하여 설계하여야 하며 지주의 강도와 안정성 검토를 실시하여야 한다.

### 2) 낙석방지울타리

낙석이 낙석방지울타리를 뛰어 넘지 않도록 적정한 높이와 이격거리를 결정한 후 울타리의 허용범위 내에서 흡수가능 에너지를 결정하여 낙석에너지와 비교하여 설계하며 기초의 안정성에 대해 검토하여야 한다.

## 7. 가드웬스

○ 보행자의 출입통제 및 기타 오물유입 등을 방지해야 하는 구간에 설치한다.

### 가. 토공용

1) 규격 : 2.0m×1.8m

2) 설치장소

- ① 도로의 종단이 주변지역과 비슷하여 동물의 진입이 가능하다고 예상되는 구간
- ② 본선에 인접된 부체도로에 보행자의 통행이 많거나 기타 필요하다고 인정되는 구간
- ③ 방음벽 설치구간은 제외
- ④ 땅깍기 구간이 동물서식지 등 특별히 고려해야할 곳은 산마루 측구부에 웬스 고려

### 나. 육교용

1) 규격 : 2.0m×1.2m

2) 설치장소

- ① 도로본선 횡단교량      ② 철도 횡단교량
- ③ 상수원 보호구역내 교량

## 8. 미끄럼 방지시설 및 노면요철포장

### 가. 관련 기준

○ 도로안전시설 설치 및 관리지침-노면요철포장편 (2011. 국토해양부)

나. 「도로안전시설 설치 및 관리지침(2011. 국토해양부)」에 의거 계획하며 미끄럼방지

포장은 신설도로(덧씌우기 포함)에 설치를 지양하고 교차로 접속부, 연결로 등 현장여건 및 도로기하구조상 부득이한 경우에 설치한다.

다. 기존도로 구간 평면선형이나 종단선형이 불량하여 갑작스런 감속이 요구되는 구간에 설치한다.

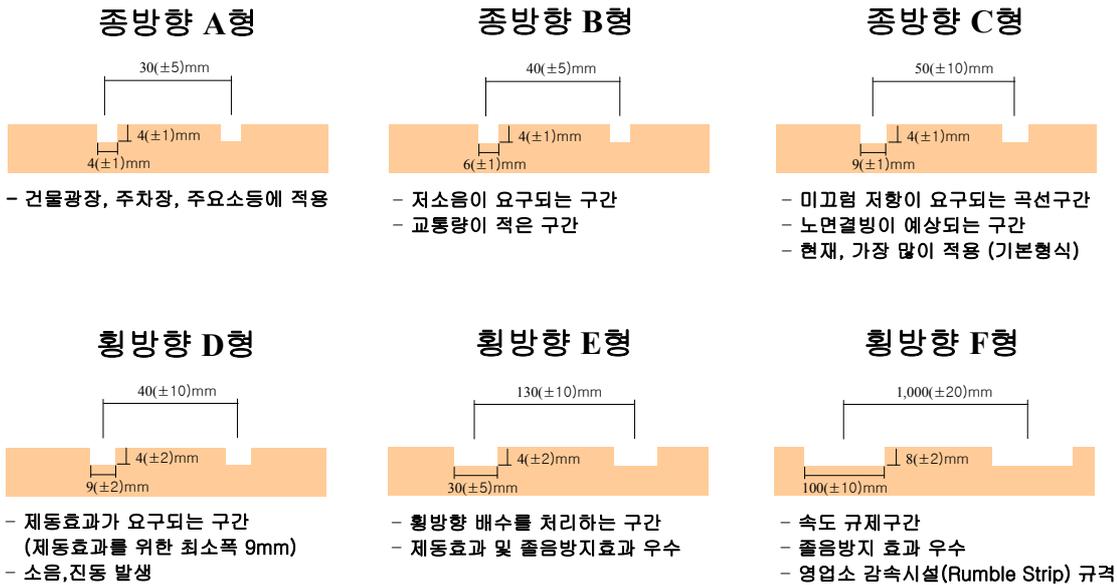
라. 그루빙(Grooving)은 노면결빙 발생우려구간(터널입·출구부, 음지, 곡선부 등), 차로 이탈사고 예상구간(IC램프, 내리막 곡선부 등)에 설치한다.

마. 노면요철포장은 연속적인 주행으로 운전자의 주의가 저하됨이 예상되는 구간의 중앙선(복선)내 또는 길어깨에 설치하며, 「도로안전시설설치 및 관리지침-노면요철포장편(2011.7. 국토해양부)」에 준하여 적용한다.

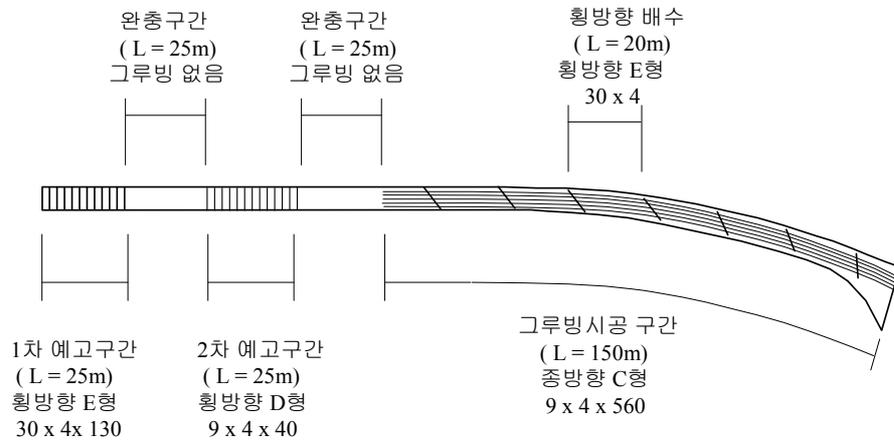
**바. 형 식**

- 1) 도로표면에 신재료를 추가하는 방식은 이격식 처리방식(1-3 또는 3-6방식)을 지양하고 전면식처리방식을 원칙으로 한다.
- 2) 표면의 재료를 제거하는 형식은 그루빙 방식을 원칙으로하고 슛블라스팅 또는 노면평삭방식도 할 수 있다.
- 3) 그루빙(Grooving)방식은 u형식과 v형식으로 적용한다.

① 표준규격(예)



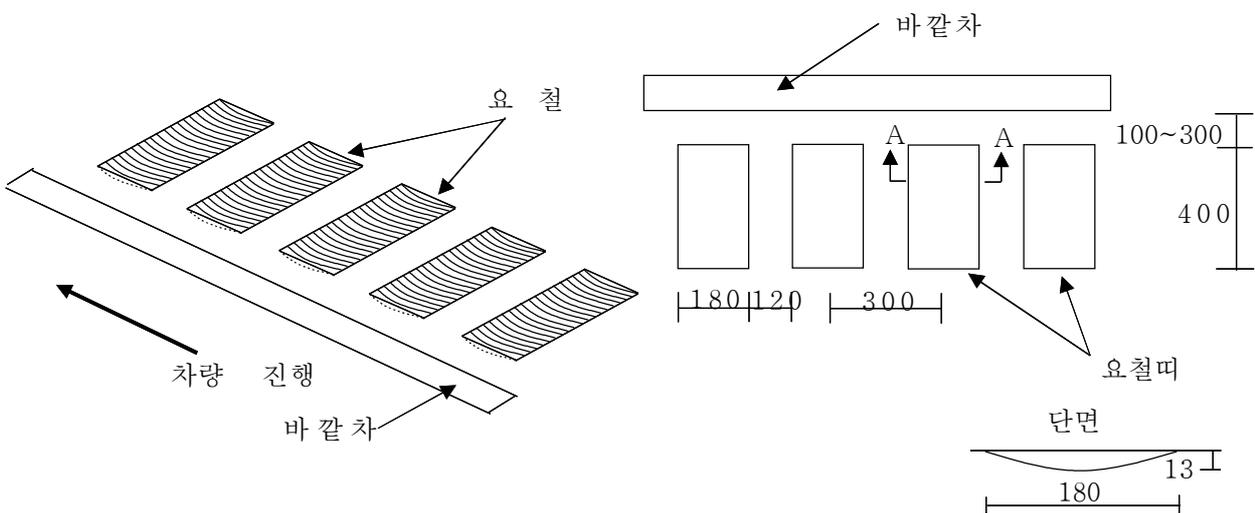
② 시공상세도



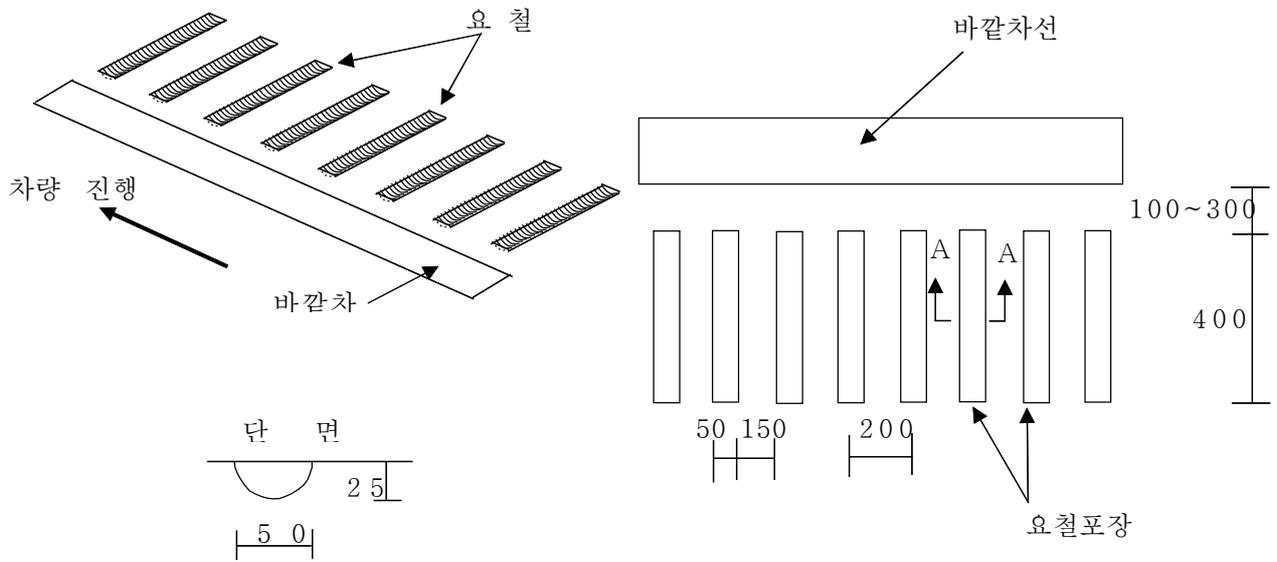
4) 노면요철포장형식은 시공성과 소음 및 진동효과, 내구성등이 우수한 절삭형의 설치를 기본으로 하고 중앙선 또는 도시지역 및 취락지등 소음 및 진동으로 인한 생활환경의 침해가 예상되는 구간에는 다짐형을 설치할 수 있다.

5) 일반적으로 그루빙에는 홈의 형상에 따라 u형이나 v형을 설치할 수 있다.

☒ 절삭형



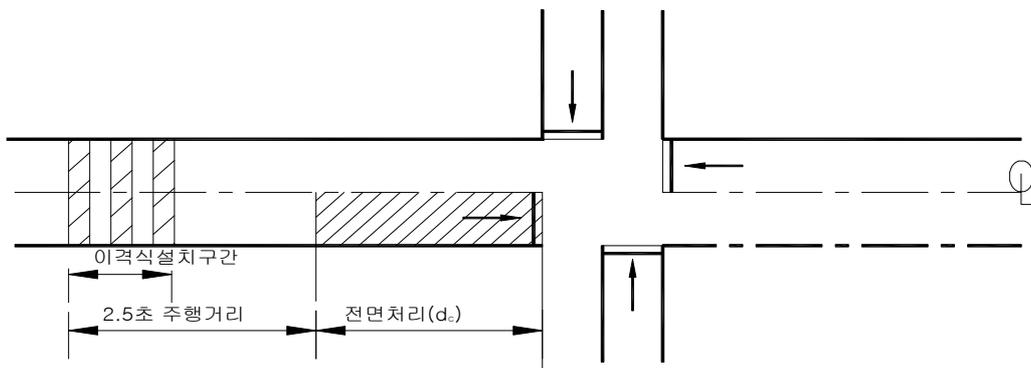
☒ 다짐형



사. 교차로, 횡단보도 접근부 (전면처리 최소길이)

(단위 : m)

| 내리막경사(%)<br>속도(km/h) | 0  | 2  | 4   | 6   | 8   |
|----------------------|----|----|-----|-----|-----|
| 40                   | 20 | 20 | 20  | 20  | 25  |
| 60                   | 45 | 50 | 55  | 55  | 60  |
| 80                   | 85 | 90 | 100 | 105 | 115 |



< 교차로 또는 횡단보도 접근부의 미끄럼방지 포장설치 “예” >

## 9. 안전관리시설

가. 도로확장시 차량의 안전한 통행을 위해서는 교차로, 기존도로, 교량 등에 안전시설을 설치한다.

나. 세부 설치기준은 「도로공사장 교통관리지침 (건교부)」에 의거 설계에 적용한다.

## 10. 현광방지시설

가. 현광방지시설은 야간에 대향차로에서 다가오는 차량의 전조등으로 인한 운전자의 눈부심을 막아 주기 위한 시설을 말한다.

나. 설치기준

1) 현광방지시설은 교통량, 설계속도, 도로선형 등을 감안하여 필요하다고 인정되는 구간에 설치하며 신기술 등을 검토하여 발주처와 협의한 후 설치한다. 단 다음의 항에 해당되는 도로구간에는 설치하지 않을 수 있다

- ① 중앙분리대 폭이 7.0m를 초과하는 경우
- ② 상·하 차도의 중심높이의 차가 2.0m이상일 경우
- ③ 연속적으로 도로조명을 설치하는 구간
- ④ 정시시거가 부족한 경우 시야확보가 필요한 구간

다. 설치위치

- 1) 현광방지시설은 중앙분리대의 중앙에 병설되게 설치한다.
- 2) 중앙분리대 양쪽에 방호울타리가 있을 경우에는 시거확보, 차도중심선의 높이와 편경사의 영향을 고려하여 적당한 쪽의 방호울타리의 지주에 설치한다.

라. 시설종류 및 설치높이

- 1) 식수로 현광방지 : 노면에서 1.8m, 차광각도 12°
- 2) 인공적인 방현시설 : 포장면에서 1.4m, 차광각도 10°

### <현광방지 시설 설치 구간>

| 곡선반경<br>(m) | 편경사<br>(%) | 종단경사의 차(%) |   |   |   |   |    |
|-------------|------------|------------|---|---|---|---|----|
|             |            | 0          | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 250         | 10         | ○          | ○ | ○ | ○ | ○ | ○  |
| 500         | 6          | ○          | ○ | ○ | ○ | ○ | ○  |
| 750         | 4          |            | ○ | ○ | ○ |   |    |
| 1,000       | 3          |            | ○ | ○ | ○ |   |    |
| 1,500       | 2          |            | ○ | ○ | ○ |   |    |
| 2,000       | 2          |            | ○ | ○ |   |   |    |
| 3,000       | 2          |            |   |   |   |   |    |
| ∞           | 2          |            |   |   |   |   |    |

- 주) 1. ◎는 현광방지시설 설치구간을 나타냄  
 2. 종단경사차는 상·하행선의 경사의 차(%)임

## 11. 비상주차대

### 가. 설치기준

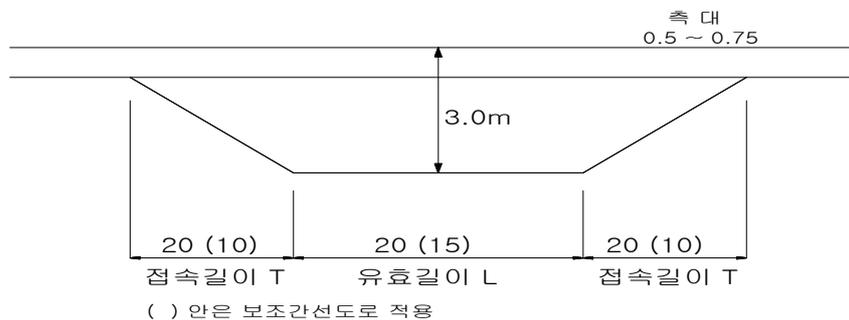
- 1) 도시고속도로, 주간선도로로서 우측 길어깨의 폭원이 2.0m 미만일 경우에는 계획교통량이 적은 경우를 제외하고 설치한다.
- 2) 기타 도로에 있어서도 교통량이 많고 필요하다고 인정될 경우에는 비상 주차대를 설치한다

### 나. 설치간격

- 1) 비상주차대의 설치간격은 750m를 표준으로 한다.

### 다. 설치폭원

- 1) 비상주차대의 설치폭원은 3.0m로 하고 측대가 있는 경우에는 측대를 포함한 폭원으로 함.



< 비상주차대의 평면도 >

## 12. 긴급제동시설

가. 긴급제동시설은 설치장소와 지형적 여건 등을 종합적으로 검토하여 안전하고 원활한 통행을 확보할 수 있도록 산지부 하향 급경사로 인해 필요하다고 인정되는 구간에 설치한다.

나. 긴급제동시설은 「도로안전시설설치 및 관리지침-긴급제동시설편,2009.11 국토해양부」에 의거 계획 및 설치한다

### 다. 설계기준

- 1) 연결로의 진입속도 : 130km/h~140km/h로 설계함을 원칙으로하며, 지형여건상 부득이한 경우 100km/h로 함.

- 2) 진입각 : 제동장치의 이상으로 인해 긴급제동시설을 이용하려는 자동차는 진입시에 운전조작의 여유가 없기 때문에 연결로는 가능한 한 직선으로 구성되어야 하고 본선과 연결로의 진입각은 최소화하여야 한다.
- 3) 연결로의 폭 : 연결로의 경사는 효과적인 긴급제동을 위해 복합경사로 구성하도록 하며, 연결의 폭은 안전성을 고려하여 충분하게 확보하도록 한다.  
골재부설구간의 길이는 골재진입속도와 경사 구동저항을 고려하여 설치하도록 한다.
- 4) 골재부설층
  - 최대골재크기 : 40mm(골재의 형태는 둥글고 단입도), 5mm이하의 작은골재는 사용하지 않는다.
  - 골재부설층 두께 : 최소 30cm지점에서 최소1.0m이상 이 되도록 점차적으로 두께를 늘려 설치한다
- 5) 표지는 2km전방(거리가 확보될 경우), 1km 전방, 400m 전방에 설치하고 진입부에 진입 표지를 설치한다.
- 6) 본선도로의 우측에 설치를 원칙으로 한다.
- 7) 감속시설 : 골재부설구간에서 정지못한 자동차의 이탈방지를 위해 감속원통, 이탈방지둑 등 감속시설을 설치할수있다.
  - 감속원통 : 작은골재가 담긴 원통을 7열로 배열하는것을 원칙으로하며, 폭은 골재부설구간의 폭과 동일하게 한다.
  - 이탈방지둑 : 1V : 1.5H의 경사, 0.6~1.5m높이의 2열구조로 설치한다.
- 8) 국내 지형여건과 경제성을 고려하여 제동정지구간을 최대한 확보하도록 하되, 불가피한 경우 감속시설을 기준치 이상으로 적용한다.
- 9) 긴급제동시설의 성능을 유지하기위해 다음과 같은 부속시설을 설치할 수 있다.
  - 배수시설, 보조도로, 견인앵커, 표지, 조명시설, 표지병

### 13. 교통신호기

가. 교통신호기는 교통류의 흐름을 분리하여 교차로에서의 충돌사고를 예방하고, 교통소통을 원활하게 하는 기능을 가진다.

나. 설치기준

#### 1) 교통량 기준

- 평일의 교통량이 다음기준을 초과하는 시간이 8시간 이상일 경우

| 접근로 차로수 |     | 주도로 교통량(양방향)<br>(대 / 시) | 부도로<br>교통량(교통량많은쪽)<br>(대 / 시) |
|---------|-----|-------------------------|-------------------------------|
| 주도로     | 부도로 |                         |                               |
| 1       | 1   | 500                     | 150                           |
| 1       | 2이상 | 500                     | 200                           |
| 2이상     | 1   | 600                     | 150                           |
| 2이상     | 2이상 | 600                     | 200                           |

2) 보행자 교통량 기준

- 평일의 교통량이 다음기준을 초과하는 시간이 8시간 이상일 경우

| 차량교통량<br>(양방향 : 대/시) | 횡단보행자<br>(자전거 포함 : 명/시) |
|----------------------|-------------------------|
| 600                  | 150                     |

3) 통학로 : 어린이 보호구역내 횡단보도에 설치한다.

4) 교통사고 기록 : 50m이내 구간에서 교통사고 연간 5회이상 발생구간

5) 신호등 설치시 횡단보도 부근에 가로등을 설치한다.

6) 통합주에 대한 설치기준은 관련기관과 협의후 현장여건을 충분히 고려하여 유동적으로 설치적용한다.

※ 지자체 및 경찰청과의 협의 후 신호등 설치 및 운영방안을 결정한다.

#### 14. 악천후구간, 터널 및 장대교량 안전시설

가. 비, 눈, 안개 등 악천후 기상현상으로 인해 도로 이용자가 안전한 운행을 유지하기 어려우며, 사고발생 위험이 높다고 판단되는 곳에 설치한다. 또한 터널 및 장대교량에서 도로교통의 안전과 원활한 교통소통을 위해 설치한다.

나. 안전시설은 「도로안전시설설치 및 관리지침-악천후구간, 터널 및 장대구간 설치시설편 (2014.02 국토교통부)」에 의거 계획 및 설치한다.

다. 설계기준

1) 안개지역의 대상시설 :

-교통안전표지, 미끄럼방지포장, 안개시정표지, 도로전광표지, 노면요철포장

2) 눈, 비 등으로 인한 위험구간의 대상시설

- 시선유도표지, 갈매기표지, 미끄럼방지포장, 노면요철포장, 교통안전표지, 도로전광표지

### 3) 터널구간의 대상시설

- 터널조명, 구조물도색, 시선유도표지, 표지병, 도로전광표지

### 4) 장대교량의 대상시설

- 교량조명, 시선유도표지, 표지병, 도로전광표지, 교량용 빗금표지, 노면요철포장

※ 각 시설물의 설치방법은 “도로안전시설 설치 및 관리지침-악천후구간, 터널 및 장대교량설치시설편((2014.02 국토교통부)”에 의거 설치한다.

## 15. 동물 침입 방지 시설

### 가. 관련기준

- 생태통로 설치·관리지침(2010, 환경부)
- 환경친화적인 도로건설지침(2015 국토교통부, 환경부)

나. 도로에서 야생동물의 Road Kill을 방지하고 생태통로로 유도하기 위해 필요한 구간에 유도울타리, 도로 침입방지벽, 야생동물 탈출구를 설치할 수 있다.

### 다. 포유류를 대상으로 한 울타리 설치

- 포유류를 대상으로 한 울타리 설치 시 높이규격은 1.2-1.5m를 기본으로 한다.
- 소형포유류의 로드킬이 빈번할 것으로 우려되는 구간에서는 울타리 하단에 양서·파충류를 대상으로 한 울타리를 덧대어 설치할 수 있다.
- 동물이 땅을 파고 침입하는 것을 막기 위해 울타리 아래를 반드시 지표면에 밀착시켜야 하며, 표토의 침식이 우려되는 구간은 땅 속에 10cm 이상 묻히도록 설치한다.
- 울타리의 시작과 끝은 생태통로, 교량, 옹벽, 낙석방지책 등 1.2m 높이 이상의 울타리 역할을 대신할 수 있는 구조물과 빈틈없이 연결되어야 한다.
- 울타리 안에 침입한 동물의 탈출을 위해 탈출시설(탈출용 경사로 등)을 조성하며, 울타리의 길이가 100m 이상이고 울타리를 통한 동물의 완전한 침입 방지가 어려운 경우에 조성한다.
- 울타리의 기둥은 야생동물의 충돌이나 쪼과 같은 덩굴성 식물의 무게를 견딜 수 있도록 지표면의 특성에 따라 콘크리트 기초를 하거나 기둥을 1m 이상의 깊이로 묻히도록 설치한다.

### 라. 양서·파충류를 대상으로 한 울타리 설치

- 울타리의 높이는 40cm 이상으로 하고, 울타리의 망목(mesh) 규격은 주변 동물과 현장 여건을 고려하되 최대 1cm × 1cm 이내로 한다.
- 울타리의 상부 끝에 직경 30mm 이상의 가로대를 도로 바깥쪽으로 설치 하거나 망의 끝을 도로 바깥쪽으로 5cm 이상을 꺾어 양서·파충류가 쉽게 타고 넘지 못하도록 한다.

#### 마. 도로 침입방지벽

- 개구리류는 산란장소로 이동하는 습성 때문에 도로횡단에 의한 충돌사고가 예상되는 구간에 설치한다.

#### 바. 수로탈출 시설

- 배수로의 측구 등은 작은 동물이 떨어지지 않게 하고, 탈출할 수 있는 구조로 한다.
- 배수로의 탈출경사로의 기울기는 30° 이하로 미끄럽지 않게 한다.
- 탈출경사로의 폭은 최소 30cm 이상으로 하되 측구의 폭이 좁아 설치가 어려운 경우 20cm 이상으로 설치할 수 있다.
- 집수정 탈출구는 뚜껑을 씌우거나 탈출할 수 있는 구조로 한다.

사. 본 시설의 설치는 “환경친화적인 도로건설지침(2015 국토교통부·환경부)”에 준하여 적용한다.

### 16. 도로조명시설

#### 가. 관련기준

- 도로안전시설 설치 및 관리지침-조명시설편(2014 국토교통부)
- 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙(2015, 국토교통부)

나. 조명시설의 주 기능은 도로 이용자가 안전하고 불안감 없이 통행할 수 있도록 적절한 시각 정보를 제공하여, 교통안전 및 도로 이용의 효율을 향상시키고 범죄를 예방하는 것이다.

#### 다. 연속조명 설치장소

- 1) 자동차 전용도로 : 도로와 인접한 건물 등의 빛이 도로 교통에 영향을 미치는 구간, 국부 조명시설 설치장소 사이의 연장이 1km이하인 구간, 이외 연속조명이 필요로 하는 특별한 상황에 있는 구간
- 2) 일반도로 : 연평균 일 교통량(AADT)이 25,000대 이상인 시가지 도로

#### 라. 국부조명 설치장소

- 1) 자동차 전용도로 : 입체교차로
- 2) 일반도로 : 신호기가 설치된 교차로 또는 횡단보도, 야간 통행에 특히 위험한 장소
- 3) 필요에 따라 설치 : 교차로 또는 횡단보도, 교량, 도로의 폭·선형이 급변하는 곳, 버스정차대, 교통사고의 발생 빈도가 높은 장소

마. 연속조명의 등급 및 설치방법은 “도로안전시설 설치 및 관리지침-조명시설편(2014, 국토교통부)”에 따른다.

바. 연속조명만으로 횡단보도 조명기준을 만족하지 못할 때 조명시설을 추가 설치 한다.

<횡단보도 조명기준>

| 용 도 지 역      | 수평면 평균조도(Lx) |         | 수평면 최소조도(Lx) |         |
|--------------|--------------|---------|--------------|---------|
|              | 아스팔트 포장      | 콘크리트 포장 | 아스팔트 포장      | 콘크리트 포장 |
| 상업지역         | 60           | 40      | 24           | 16      |
| 주거지역<br>공업지역 | 30           | 20      | 12           | 8       |
| 기타지역         | 15           | 10      | 6            | 4       |

주) 용도지역은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따름

**17. 기타사항**

기타 본 기준에서 언급되지 않는 사항에 대해서는 도로표지관련규정집(2006.5 국토해양부), 도로안전시설 설치 및 관리지침(국토해양부)과 기타 관련시방서 및 각종지침 등 발주처의 지시에 따라 반영한다.

## 2.09 부 대 공

## 1. 기본방향 및 계획 기준

- 가. 부대시설이란 공사중 혹은 운용중에 주변여건 및 도로의 기능에 따라 필요한 도로의 부속시설과 제반규정에 따라 시공 및 관리에 필요한 설치 또는 시행하여야 할 것들을 말한다.
- 나. 부대시설로는 도로안내표지판(경계, 이정, 방향, 노선, 유도, 예고, 양보차로, 오르막차로, 휴게소, 관광지 등과 터널, 교량, 하천, 비상주차대, 정류장 등의 시설물), 방음벽, 방호시설, 축중기, 공동구, 휴게소, 버스정차대, 거리표지, 접도구역표주, 식재공, 점검로, 가도, 세륜세차시설, 오탁방지망 등이 있다.
- 다. 또한 부대공에 포함하여 산정하는 것으로 폐기물처리, 지장가옥철거, 사후환경평가, 기존도로유지보수, 시공상세도면 작성, 살수, 시공측량, 안전시설(공사중), 토지임대, 산림복구, 안전점검, 공사안내간판, 토질 확인보링, 가설사무소 등이 있다.
- 라. 부대시설은 도로의 주변여건과 구조상태에 따라 공사 및 운용중에 발생할 수 있는 모든 상황을 종합적으로 검토하여 충분한 계획과 사전조치를 취함으로 공사중 품질 및 안전관리와 운용중 이용자에게 최대한의 편의를 제공토록 계획한다.
- 마. 부대시설 계획은 다음의 제 기준을 반영하여 설계한다.
- 도로교통법 및 시행규칙(건설교통부, 2006. 4)
  - 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙과 해설 및 지침(대한토목학회, 2009. 12)
  - 도로안전시설 설치 및 관리지침 (국토해양부, 2012)
  - 도로안전시설 설치 및 관리지침(일부개정) (국토교통부, 2014.2)  
(악천후구간,터널,장대교량), (차량방호안전시설), (시선유도시설편),(조명시설편)
  - 도로공사장 교통관리지침(국토해양부, 2012. 9)
  - 암파쇄 방호시설 설치지침(건설교통부, 2004. 11)
  - 교통안전표지 설치 및 관리지침(경찰청, 2011. 12)
  - 도로설계편람(2012, 국토해양부)
  - 방음벽 기초 설계 표준도(2010.10, 국토해양부)
  - 방음시설의 성능 및 설치기준(2011.09, 환경부)
  - 보도 설치 및 관리지침(국토해양부, 2011. 7)
  - 어린이·노인·장애인 보호구역 통합 지침(행정안전부, 20014)
  - 도로표지규칙(국토교통부,2014.07)
  - 도로표지 제작 설치 및 관리지침(국토교통부,2015.11)
  - 도로명 안내표지 제작·설치\_지침(국토해양부,2014.09)
  - 출구정보 안내표지 제작·설치지침(국토해양부,2012.07)

## 2. 도로안내표지

「도로명 안내체계 표지 제작·설치 지침」의 도로표지규칙에서는 도로표지의 종류 및 규격 도로표지의 지주의 규격을 통해 도로의 종류를 지방도로, 도시지역 도로, 고속국도 등 3가지로 구분하고, 도로표지의 종류를 경계표지, 이정표지, 방향표지, 노선표지, 기타 표지 등 5가지로 구분하여 도로표지의 형식과 표지판 및 지주의 규격에 대해 표에서 보는 바와 같이 규정하고 있다.

가. 일반국도(고속국도, 자동차전용도로는 제외)

(단위 : cm)

| 구 분      | 표지번호                             | 표 지 명                  | 왕복2차로이하                       | 왕복4차로이상                       | 비 고             |  |
|----------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|--|
| 경계 표지    | 401-1                            | 면계표지                   | 140×70                        | 140×70                        |                 |  |
|          | 401-2                            | 군계표지                   | 300×200                       | 300×200                       |                 |  |
|          | 401-3                            | 도계표지                   | 360×220                       | 360×220                       |                 |  |
| 이정 표지    | 402-1                            | 1지명 이정표지               | 250×100                       | 300×110                       |                 |  |
|          | 402-2                            | 2지명 이정표지               | 250×180                       | 300×200                       |                 |  |
|          | 402-3                            | 3지명 이정표지               | 250×220                       | 300×240                       |                 |  |
|          | 402-4                            | 좌우 이정표지                | 250×180                       | 300×200                       |                 |  |
| 방향 표지    | 403-1~2                          | 3방향(예고)표지              | 445×220                       | 500×250                       |                 |  |
|          | 403-3~6                          | 2방향(예고)표지              | 360×220                       | 400×250                       |                 |  |
|          | 403-7                            | 1지명 방향표지               | 160×60                        | 160×60                        |                 |  |
|          | 403-8~9                          | 2지명 방향표지               | 160×120                       | 160×120                       |                 |  |
|          | 403-10~11                        | 3, 2방향표지               | 185×135(3ea)                  | 185×135(3ea)                  |                 |  |
|          | 403-12                           | 약식 3방향표지               | 180×180                       | 200×200                       |                 |  |
|          | 403-13                           | 약식 2방향예고표지             | 180×130                       | 200×150                       |                 |  |
|          | 403-14~15                        | 2, 1지명차로지정표지           |                               | 330×280(2ea)                  |                 |  |
| 403-16   | 광폭차로지정표지                         |                        | 560×280                       |                               |                 |  |
| 노선 표지    | 404-1(A)<br>404-2(B)             | 단일 노선표지                | 120×110<br>120×120            | 120×110<br>120×120            |                 |  |
|          | 404-2(A)<br>404-2(B)             | 중복 노선표지                | 120×160<br>120×200            | 120×160<br>120×200            |                 |  |
|          | 404-3                            | 분기점 표지                 | 110×170                       | 110×170                       |                 |  |
| 휴게소 표지   | 405-1                            | 소형 휴게소 표지              | 180×90                        | 180×90                        |                 |  |
|          | 405-2~3                          | 중,대형 휴게소표지             | 200×90                        | 200×90                        |                 |  |
| 관광지 표지   | 406-1(A)<br>406-1(B)<br>406-1(C) | 관광지 표지                 | 190×100<br>250×180<br>250×220 | 250×140<br>300×200<br>300×240 | 지주<br>형식별<br>적용 |  |
|          | 양보차로 표지                          | 407-1~2                | 양보차로 예고표지<br>양보차로 표지          | 140×50                        | 140×50          |  |
|          |                                  | 407-3                  | 양보차로 끝 표지                     | 125×50                        | 125×50          |  |
| 오르막 차로표지 | 407-4~5                          | 오르막차로 예고표지<br>오르막차로 표지 | 140×50                        | 140×50                        |                 |  |
|          | 407-6                            | 오르막차로 끝 표지             | 125×50                        | 125×50                        |                 |  |
| 유도표지     | 408                              | 유도표지                   | 170×80                        | 170×80                        |                 |  |
| 예고표지     | 409                              | 자동차전용도로<br>예고표지        | 250×175                       | 250×175                       |                 |  |

나. 도시지역의 도로(고속국도, 자동차 전용도로는 제외)

| 구 분       | 표지번호  | 표 지 명    | 표지판 규격   | 비 고   |
|-----------|---|----------|--|-------|
| 방향<br>표지  | 410-1(A)<br>(B)(C)(D)(E)                              | 3방향 예고표지 | 445×220  |       |
|           | 410-2(A)<br>410-2(B)(C)                               | 3방향표지    | 445×220<br>185×135(3ea)                                      |       |
|           | 410-3   | 2방향 예고표지 | 360×220  |       |
|           | 410-4<br>410-5(A)<br>410-5(B)<br>410-5(C)<br>410-5(D) | 2방향표지    | 185×135(2ea)<br>300×200<br>300×80<br>185×135(2ea)<br>150×170 |       |
|           | 410-6   | 방향표지     | 140×100  |       |
|           | 보행인<br>표지   | 411      | 보행인표지  | 95×30 |
| 주차장<br>표지 | 412-1   | 주차장 예고표지 | 70×90  |       |
|           | 412-2   | 주차장표지    | 70×70  |       |
| 이정<br>표지  | 413-1   | 1지명 이정표지 | 300×110  |       |
|           | 413-2   | 2지명 이정표지 | 300×200  |       |
|           | 413-3   | 3지명 이정표지 | 300×240  |       |
| 분기점<br>표지 | 414-1   | 분기점표지    | 130×200  |       |
|           | 414-2   |          | 130×120  |       |
| 지점<br>표지  | 415   | 지점표지     | 150×60   |       |

다. 고속국도, 자동차전용도로

| 구 분      | 표지번호    | 표 지 명               | 왕복2차로<br>이 하                                 | 왕복4차로<br>이 상                 | 비 고 |
|----------|---------|---------------------|--|------------------------------|-----|
| 경계<br>표지 | 420     | 도계표지                | 365×150                                      | 365×150                      |     |
| 이정<br>표지 | 421-1   | 1지명 이정표지            | 350×115                                      | 435×145                      |     |
|          | 421-2   | 2지명 이정표지            | 350×285                                      | 435×290                      |     |
|          | 421-3   | 3지명 이정표지            | 350×295                                      | 435×350                      |     |
| 방향<br>표지 | 422-1~2 | 1,2차출구<br>예고표지(2방향) | 350×285(2글자)<br>400×285(3글자)<br>330×280(문형식) | 420×355(2글자)<br>480×355(3글자) |     |
|          | 422-3   | 출구점 예고표지<br>(1지명)   | 260×145                                      | 260×145                      |     |
|          | 422-4   | 출구점 예고표지<br>(2지명)   | 330×280                                      | 330×280                      |     |

| 구 분      | 표지번호             | 표 지 명               | 왕복2차로<br>이 하                 | 왕복4차로<br>이 상                 | 비 고                         |
|----------|------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 방향<br>표지 | 422-5            | 출구점 표지<br>(1지명)     | 260×145                      | 260×145                      |                             |
|          | 422-6            | 출구점 표지<br>(2지명)     | 330×280                      | 330×280                      |                             |
|          | 422-7            | 3차출구 예고표지<br>(2방향)  | 350×285(2글자)<br>400×285(3글자) | 420×355(2글자)<br>480×355(3글자) |                             |
|          | 423-1~2          | 1,2출구 예고표지<br>(3방향) | 440×285(2글자)<br>450×285(3글자) | 480×355(2글자)<br>530×355(3글자) |                             |
|          |                  |                     | 330×280(문형식)                 |                              |                             |
|          | 423-3            | 3차출구 예고표지<br>(3방향)  | 400×285(2글자)<br>450×285(3글자) | 480×355(2글자)<br>530×355(3글자) |                             |
|          | 423-4            | 출구점 예고표지<br>(3방향)   | 330×280                      |                              |                             |
|          | 423-5            | 나가는곳 표지             | 300×120                      |                              |                             |
|          | 424-1~2          | 3방향 1,2차<br>예고표지    | 550×295                      |                              |                             |
| 424-3~4  | 2방향 1,2차<br>예고표지 | 405×295             |                              |                              |                             |
| 방향<br>표지 | 425-1            | 방향표지(1방향)           | 185×100                      |                              |                             |
|          | 425-2            | 방향표지(2방향)           | 370×100                      |                              |                             |
|          | 425-3<br>425-4   | 방향표지                | 330×280<br>330×280(2ea)      |                              |                             |
|          | 425-5            | 차로지정표지<br>(1차로)     | 330×280                      |                              | 출구정보<br>안내표지<br>제작·설<br>치지침 |
|          | 425-6(A)         | 차로지정표지<br>(2차로1지명)  | 480×280                      |                              |                             |
|          | 425-6(B)         | 차로지정표지<br>(2차로2지명)  | 690×280                      |                              |                             |
|          | 425-7            | 차로지정표지<br>(3차로)     | 840×280                      |                              |                             |
|          | 425-8            | 차로지정표지<br>(4차로)     | 1200×280                     |                              |                             |
|          | 437-1            | 고속국도명표지             | 330×150                      |                              |                             |
|          | 437-2            | 고속국도명표지             | 400×150                      |                              |                             |
| 437-3    | 고속국도명표지          | 400×150             |                              |                              |                             |
| 노선<br>표지 | 426-1            | 분기점표지               | 130×200                      |                              |                             |
|          | 426-2            | 노선표지                | 120×130                      |                              |                             |
|          | 426-3            | 출구감속유도표지            | 65×150                       |                              |                             |

| 구 분                 | 표지번호      | 표 지 명              | 왕복2차로<br>이 하 | 왕복4차로<br>이 상 | 비 고 |
|---------------------|-----------|--------------------|--------------|--------------|-----|
| 시설물<br>표지           | 427-1     | 하천표지               | 220×140      | 250×165      |     |
|                     | 427-2     | 교량표지               | 220×140      | 250×165      |     |
|                     | 427-3     | 터널표지               | 340×255      | 340×225      |     |
|                     | 427-4     | 비상주차장표지            | 70×110       |              |     |
|                     | 427-5     | 정류장표지              | 242×120      |              |     |
|                     | 427-6     | 도로관리기관표지           | 160×120      |              |     |
|                     | 427-7     | 긴급제동시설표지           | 340×225      |              |     |
| 휴게소<br>표지           | 428-1 ~ 2 | 소풍휴게소<br>예고, 진입표지  | 242×150      |              |     |
|                     | 428-3     | 종합휴게소<br>1차예고표지    | 400×280      |              |     |
|                     | 428-4 ~ 5 | 종합휴게소<br>2,3차3예고표지 | 400×360      |              |     |
|                     | 428-6     | 종합휴게소<br>진입표지      | 400×280      |              |     |
|                     | 428-7 ~ 8 | 간이매점<br>예고, 진입표지   | 242×170      |              |     |
| 긴급신고<br>표지          | 429       | 긴급신고표지             | 76.5×90      |              |     |
| 자동차<br>전용도로<br>표지   | 430-1 ~ 2 | 자동차전용도로<br>(해제)표지  | 76.5×90      |              |     |
|                     | 430-3     | 자동차전용도로<br>끝표지     | 360×220      |              |     |
|                     | 430-4     | 고속국도<br>종점예고표지     | 360×220      |              |     |
| 시종점<br>표지           | 431-1 ~ 2 | 시점(종점)표지           | 140×150      |              |     |
| 돌아가는<br>길 표지        | 432       | 돌아가는길표지            | 160×85       |              |     |
| 매표소<br>표지           | 433-1 ~ 2 | 매표소예고표지            | 300×225      |              |     |
|                     | 433-3     | 자동요금징수<br>차로예고표지   | 330×280      |              |     |
| 오르막<br>차로표지         | 434-1 ~ 3 | 오르막차로<br>예고,시점,끝표지 | 240×95       |              |     |
| 고속국도<br>유도표지        | 435       | 고속국도<br>유도표지       | 110×170      |              |     |
| 아시아<br>하이웨이<br>안내표지 | 436       | 아시아하이웨이<br>안내표지    | 250×165      | 435×290      |     |

2) 종류별 설치형태

◦ 일반국도(고속국도, 자동차 전용도로는 제외)

| 표지번호         | 표 지 명                                | 왕복2차로<br>이 하 | 왕복4차로<br>이 상 | 비 고 |
|--------------|--------------------------------------|--------------|--------------|-----|
| 401-1        | 면계표지                                 | 복주식          | 복주식, 편지식     |     |
| 401-2        | 군계표지                                 |              |              |     |
| 401-3        | 도계표지                                 |              |              |     |
| 402-1~3      | 1,2,3 지명 이정표지                        | 복주식          | 복주식, 편지식     |     |
| 402-4        | 좌우 이정표지                              |              |              |     |
| 403-1~6      | 3,2방향(예고)표지                          | 복주식          | 복주식, 편지식     |     |
| 403-7~9      | 1,2지명 방향표지                           |              |              |     |
| 403-10~11    | 3,2방향표지                              | 현수식          | 현수식          |     |
| 403-12       | 약식 3방향표지                             | 복주식          | 복주식          |     |
| 403-13       | 약식 2방향예고표지                           |              |              |     |
| 403-14~15    | 1,2지명 차로지정표지                         | -            | 문형식          |     |
| 403-16       | 광폭차로 지정표지                            | -            | 문형식          |     |
| 404-1(A),(B) | 단일 노선표지                              | 단주식          | 단주식          |     |
| 404-2(A),(B) | 중복 노선표지                              |              |              |     |
| 404-3        | 분기점 표지                               |              |              |     |
| 405-1~3      | 소,중,대 휴게소 표지                         | 복주식          | 복주식          |     |
| 406          | 관광지 표지                               | 복주식          | 복주식, 편지식     |     |
| 407-1~3      | 양보차로 예고표지<br>양보차로 표지<br>양보차로 끝 표지    | 단주식          | 단주식          |     |
| 407-4~6      | 오르막차로 예고표지<br>오르막차로 표지<br>오르막차로 끝 표지 | 단주식          | 단주식          |     |
| 408          | 유도표지                                 | 단주식          | 단주식, 복주식     |     |
| 409          | 자동차전용도로<br>예고표지                      | 복주식, 편지식     | 복주식, 편지식     |     |

◦ 도시지역의 도로(고속국도, 자동차전용도로는 제외한다)

| 표지번호                     | 표 지 명        | 왕복2차로<br>이 하 | 왕복4차로<br>이 상 | 비 고 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|-----|
| 410-1(A)<br>(B)(C)(D)(E) | 3방향예고표지      |              | 편지식          |     |
| 410-2(A)                 | 3방향 표지       |              | 편지식          |     |
| 410-2(B)(C)              | 3방향 표지       |              | 현수식          |     |
| 410-3                    | 2방향 예고표지     |              | 편지식          |     |
| 410-4                    | 2방향 표지       |              | 현수식          |     |
| 410-5(A)                 | 2방향 표지       |              | 편지식          |     |
| 410-5(B)                 | 2방향 표지       |              | 복주식          |     |
| 410-5(C)                 | 2방향 표지       |              | 편지식, 현수식     |     |
| 410-5(D)                 | 2방향 표지       |              | 단주식, 복주식     |     |
| 410-6                    | 방향표지         |              | 단주식, 복주식     |     |
| 411                      | 보행인표지        |              | 단주식, 복주식     |     |
| 412-1,2                  | 주차장 (예고)표지   |              | 단주식          |     |
| 413-1,2,3                | 1,2,3지명 이정표지 |              | 복주식, 편지식     |     |
| 414-1,2                  | 분기점 표지       |              | 단주식          |     |
| 415                      | 지점표지         |              | (신호등 지주 활용)  |     |

◦ 고속국도, 자동차 전용도로

| 표지번호          | 표 지 명                   | 왕복2차로<br>이 하 | 왕복4차로<br>이 상 | 왕복8차로<br>이 상 | 비 고   |
|---------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| 420           | 도계표지                    | 복주식          | 편지식          | 편지식          |       |
| 421-1~3       | 1,2,3지명 이정표지            | 복주식, 편지식     | 편지식          | 편지식          |       |
| 422-1~2       | 1,2차출구 예고표지<br>(2방향)    | 편지식          | 편지식          | 문형식          |       |
| 422-3~4       | 출구점 예고표지<br>(1,2지명)     | 편지식          | 편지식          | 편지식          |       |
| 422-5(A),6(A) | 출구점 표지<br>(인터체인지 1,2지명) | 편지식          | 편지식          | 편지식          |       |
| 422-5(B),6(B) | 출구점 표지<br>(분기점 1,2지명)   | 문형식          | 문형식          | 문형식          |       |
| 422-7         | 3차출구 예고표지<br>(2방향)      | -            | -            | 문형식          | (필요시) |
| 423-1~2       | 1,2차출구 예고표지<br>(3방향)    | 문형식          | 문형식          | 문형식          |       |
| 423-3         | 3차출구 예고표지<br>(3방향)      | 편지식          | 편지식          | 편지식          |       |
| 423-4         | 출구점 예고표지<br>(3방향)       | 문형식          | 문형식          | 문형식          |       |
| 423-5         | 나가는곳표지                  | 복주식          | 복주식          | 복주식          |       |
| 424-1~4       | 3방향<br>1,2차 예고표지        | 복주식, 편지식     | 복주식, 편지식     | 복주식, 편지식     | (필요시) |
| 425-1~2       | 방향표지<br>(1,2방향)         | 복주식          | 복주식          | 복주식          |       |
| 425-3         | 방향표지                    | 편지식          | 편지식          | 편지식          |       |
| 425-4         | 방향표지<br>(고속도로 진입부)      | 편지식(T자)      | 편지식(T자)      | 편지식(T자)      |       |
| 425-5~8       | 차로지정표지                  | 문형식          | 문형식          | 문형식          |       |
| 426-1         | 분기점표지                   | 단주식          | 단주식          | 단주식          |       |
| 426-2         | 노선표지                    | 단주식          | 단주식          | 단주식          |       |
| 426-3         | 출구감속유도표지                | 단주식          | 단주식          | 단주식          |       |
| 427-1         | 하천표지                    | 복주식          | 복주식          | 복주식          |       |
| 427-2         | 교량표지                    | 복주식          | 복주식, 편지식     | 편지식          |       |
| 427-3         | 터널표지                    | 복주식          | 편지식          | 편지식          |       |
| 427-4         | 비상주차장표지                 | 단주식          | 단주식          | 단주식          |       |
| 427-5         | 정류장표지                   | 복주식          | 복주식          | 복주식          |       |
| 427-6         | 도로관리기관표지                | 복주식          | 복주식          | 복주식          |       |
| 427-7         | 긴급제동시설표지                | 복주식          | 편지식          | 편지식          |       |

| 표지번호    | 표 지 명                 | 왕복2차로<br>이 하 | 왕복4차로<br>이 상 | 왕복8차로<br>이 상 | 비 고 |
|---------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-----|
| 428-1~1 | 소풍휴게소<br>예고,진입표지      | 복주식          | 복주식          | 복주식          |     |
| 428-3~5 | 종합휴게소<br>1차,2차,3차예고표지 | 복주식          | 편지식          | 편지식          |     |
| 428-6   | 종합휴게소<br>진입표지         | 복주식          | 편지식          | 편지식          |     |
| 428-7~8 | 간이매점<br>예고,진입표지       | 복주식          | 복주식          | 복주식          |     |
| 429     | 긴급신고표지                | 단주식          | 단주식          | 단주식          |     |
| 430-1~2 | 자동차전용도로<br>(해제)표지     | 단주식          | 단주식          | 단주식          |     |
| 430-3   | 자동차전용도로<br>끝표지        | 복주식          | 편지식          | 편지식          |     |
| 430-4   | 고속국도<br>중점예고표지        | 복주식          | 편지식          | 편지식          |     |
| 431-1~2 | 시점,중점표지               | 단주식          | 단주식          | 단주식          |     |
| 432     | 돌아가는길표지               | 복주식          | 복주식          | 복주식          |     |
| 433-1~2 | 매표소예고표지               | 복주식,편지식      | 편지식          | 편지식          |     |
| 433-3   | 자동요금징수차로<br>예고표지      | 문형식          | 문형식          | 문형식          |     |
| 434-1~3 | 오르막차로<br>예고,시점,끝 표지   | 복주식          | 복주식          | 복주식          |     |
| 435     | 고속국도유도표지              | 단주식          | 단주식          | 단주식          |     |
| 436     | 아시안하이웨이<br>안내표지       | 복주식          | 복주식,편지식      | 편지식          |     |
| 437-1~2 | 고속국도명표지               | 복주식          | 복주식          | 복주식          |     |

- 간이 입체교차(다이아몬드형식 등) 형식의 안내표지판 도안은 운전자가 쉽게 인식할 수 있도록 교차로 형태 및 통행패턴에 부합하도록 계획하며, 일관성이 유지되도록 안내표지판을 설치한다.
- 복주식 또는 단주식 표지 설치장소에 방호벽, 방음벽, 교량 등의 도로 시설물이 설치되거나, 현지여건 등으로 표지 설치가 난이한 지점은 내민식(OVER HANGER)으로 설치함.
- 표지판 설치는 도로교통, 도로이용자의 편의를 도모할 수 있도록 설치하되 설치개소 수를 최소화하여 과다정보제공으로 인한 운전자 혼란을 최소화 하여야함.

다. 문형식 표지

- 설치기준
  - 지방지역 및 도시지역 도로의 주간선도로에는 필요한 경우 설치할 수 있다.
  - 복잡한 교차로
  - 다차로 출구와 좌회전 출구
  - 국도와 국도, 국도와 고속도로가 교차시에 필요한 경우
  - 주행속도가 높은도로에서 차로별로 교통정보 전달이 필요한 경우
  - 완전입체교차로 전방 2km 및 1km지점에 설치하며, 간이입체교차로는 현행대로 적용한다.
- 지방지역 및 도시지역의 도로의 문형식표지

| 차로구별   | 표지판의 규격(cm) | 비고 |
|--------|-------------|----|
| 편도 1차로 | 290×200     |    |
| 편도 2차로 | 500×200     |    |
| 편도 3차로 | 600×200     |    |

라. 도로정보 안내표지

- 1) 도로이용자에게 도로, 기상 및 교통사항 , 교통규제에 관한 정보제공이 필요한 지역에는 도로정보 안내표지를 설치함.
- 2) 도로정보 안내시설은 첨단교통관리체계(Advanced Traffic Management Systems, ATMS)구축사업의 일환으로 설치,운영한다.
- 3) 도로정보 안내시설의 종류
  - A형 (문형식) : 설계속도 80km/h이상 도로(자막식,전광식)
  - B형 (노출식) : 일반국도, 시·군도(표지판에 의해 표시)
  - C형 (노출식) : 일반국도, 시·군도(표지판에 끼워넣는 형식)
- 3) 현행국도중 자동차전용도로는 다른 도로와의 연계 및 보다 적절한 입체적 도로 정보 제공으로 도로이용자의 편의 및 안전성제고가 되도록 설치한다. (발주처와 협의)

마. 표지판 통합주

- 통합주에 대한 설치기준은 도로표지판관련 규정집에서 제시되기 전까지는 관련기관과 협의하여 현장여건을 충분히 고려하여 유동적으로 설치 적용하여야한다.

### 3. 방호시설

가. 도로 확장구간에 차량 통행시 교통안전과 도로폭 확보를 위하여 방호시설을 암파쇄 방호시설 설치지침( '04. 11. 건교부)에 따라 설치한다.

나. 땅깍기(암파쇄 방호시설)

1) 설치대상

- ① 도로 깎기비탈면의 안전성 향상을 위한 절취 및 암파쇄로 인한 암괴, 토석의 도로유입을 차단시키고 차량통행시 교통안전과 도로폭 확보가 요구되는 구간에 설치한다.
- ② 기존도로정비 또는 확장공사구간과 인접하여 시공되는 깎기부중 계획깎기고가 10m 이상인 구간에 설치한다.
- ③ 계획깎기고 10m 미만일 경우는 임시 방호시설 또는 암파쇄 방호시설 설치지침에 준하여 설치한다.

2) 설치형식 및 방법

- ① 낙석시험모사(Rock Fall Simulation)를 실시하여 적정설치높이를 산정하고 구조 계산에 의한 기초 근입 깊이를 산정하여 형식을 결정한다.
- ② 지리적인 조건에 의한 특수지반조건 및 환경조건인 경우 구조검토결과에 따라 사용재료의 제원 및 설치방법을 적용한다.

3) 암파쇄 방호시설 설치높이

<비탈면경사 - 계획깎기고에 따른 암파쇄 방호시설 설치높이>

| 계획깎기고       | 기존비탈면경사 | 암파쇄 방호시설 설치높이 |
|-------------|---------|---------------|
| 10m이하       | 1:1.2   | 3m            |
|             | 1:0.7   | 3m            |
|             | 1:0.5   | 4m            |
| 10m초과~40m이하 | 1:1.2   | 3m            |
|             | 1:0.7   | 4m            |
|             | 1:0.5   | 6m            |
| 40m초과~50m이하 | 1:1.2   | 3m            |
|             | 1:0.7   | 4m            |
|             | 1:0.5   | 8m            |

예) 1. 비탈면 1:1.2, 계획깎기고 35m일 때 암파쇄 방호시설 설치높이는 3m임.

2. 비탈면경사 1:0.5, 계획깎기고 25m일 때 암파쇄 방호시설 설치높이는 6m임.

주) 상기표에서 제시되지 아니한 비탈면경사(1:0.5 미만)에 대해서는 별도의 해석을 실시하여 암파쇄 방호시설 설치높이를 결정할 것을 권장함.

4) 근입깊이별 뒷채움 적용높이

**<지반조건, 근입깊이에 따른 뒷채움 허용높이(Fs>1.2)>**

| 적용지반                                | 근입깊이(m) | 뒷채움 높이(m) |
|-------------------------------------|---------|-----------|
| 30 ≥ N > 10(사질토),<br>8 ≥ N > 4(점성토) | 1.5     | 1.0       |
|                                     | 2.0     | 1.5       |
|                                     | 2.5     | 2.0       |
|                                     | 3.0     | 2.5       |
|                                     | 3.5     | 3.0       |
| 50 ≥ N > 30(사질토),<br>8 ≥ N(점성토)     | 1.5     | 1.0       |
|                                     | 2.0     | 2.0       |
|                                     | 2.5     | 2.5       |
| 암반지층, 복합지층                          | 3.0     | 3.0       |
|                                     | 2.0     | 3.0       |

주1) 강재토류판 중 Steel Bar(각형)의 토류판은 뒷채움 높이가 2.4m이상일 경우에 허용응력에 도달하므로 2.4m를 초과하지 않도록 한다.

주2) 복합지층(암반+토사)에 H-pile이 근입되는 경우에는 H-Pile이 암반층에 최소 1m 이상 근입되도록 한다.

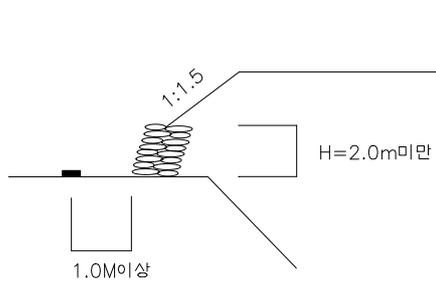
5) 암파쇄 방호시설의 이격거리

**<비탈면하단에서 이격거리에 따른 암파쇄방호시설 설치 높이>**

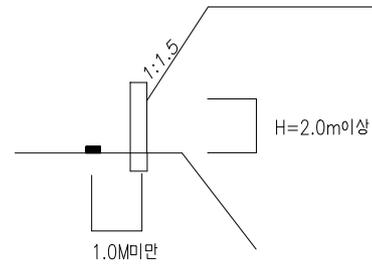
| 계획깎기고       | 기존비탈면경사 | 이격거리(m) | 암파쇄 방호시설높이(m) |
|-------------|---------|---------|---------------|
| 10m초과~30m이하 | 1:1.2   | 0~5     | 3             |
|             |         | 1:0.7   | 0             |
|             | 1       |         | 4             |
|             | 2       |         | 4             |
|             | 3       |         | 4             |
|             | 4       |         | 3             |
|             | 5       |         | 3             |
|             | 1:1.5   | 0       | 7             |
|             |         | 1       | 6             |
|             |         | 2       | 6             |
|             |         | 3       | 6             |
|             |         | 4       | 4             |
|             |         | 5       | 4             |

다. 흙쌓기

- 1) 마 대 쌓 기 : H = 2.0m 미만일 때
- 2) 토 류 벽 : H = 2.0m 이상일 때



<마대쌓기>



<토류벽>

4. 방 음 벽

가. 관련기준

- 환경영양평가법 시행령(2012, 07, 환경부)
- 소음·진동관리법 시행규칙(2011.12, 환경부)
- 방음시설의 성능 및 설치기준(2011.09 환경부)
- 방음벽 기초 설계 표준도(2010.10, 국토해양부)

나. 일반사항

- 방음벽 설치 등에 대해서는 『방음시설의 성능 및 설치기준(환경부)』을 따른다.
- 방음벽의 설치 위치, 연장 및 높이, 방음판 종류등은 당해 사업에 관한 『환경영향평가』 또는 『소규모 환경영향평가』를 반영한다.
- 방음벽 기초규격 및 형식은 『방음벽 기초 설계 표준도(국토해양부)』를 따른다.

다. 방음판 종류 및 적용

- 1) 방음판 종류는 『환경영향평가』 또는 『환경성검토』 결과에 따라 흡음형 및 반사형을 기본으로 하며 선정기준은 아래와 같다.
  - ① 흡음형 : 반사음의 영향을 고려해야 할 장소나 도로의 양측이 모두 방음벽이 필요한 구간에 설치되는 방음벽
  - ② 반사형 : 반사음의 영향을 고려하지 않아도 되는 구간에 설치되는 것으로 투명형과 불투명형으로 구분하여 선정한다.
- 2) 반사형 중 투명방음판은 표준시방서에 제시하는 **연필경도(6H 이상)**를 만족할 수 있어야 한다.
- 3) 미관이 고려되어야 하는 지역(도시지역, 경관지 등)에서는 재질을 목재방음판, 칼라 방음판 등으로 발주처와 협의하여 선정할 수 있다.

라. 방음벽의 기초형식 및 지주의 간격

- 1) 기초형식은 신설도로의 토공부에는 L형옹벽 기초를 기본으로 하며, **기존도로에 설치**

로 기존포장의 철거 및 재포장이 필요한 경우에는 직벽형 기초를 적용한다.

2) 방음벽 기초 및 지주의 지역별 표준 설계풍하중의 다음과 같다.

| 기본<br>풍속<br>(m/s) | 지명  | 표준 풍하중(kN/m <sup>2</sup> ) |            |        |     |
|-------------------|---|----------------------------|------------|--------|-----|
|                   |   | 토공부                        |            |        | 교량부 |
|                   |   | H≤4.5m                     | 4.5<H≤9.0m | H>9.0m |     |
| 30                | 서울, 인천, 대구, 대전, 광주,<br>춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주,<br>익산, 진주, 서산 | 0.7                        | 0.9        | 1.0    | 1.1 |
| 35                | 부산, 울산, 강릉, 포항, 군산,<br>목포, 충무                             | 0.9                        | 1.2        | 1.3    | 1.5 |
| 40                | 여수, 속초  | 1.2                        | 1.5        | 1.5    | 2.0 |
| 45                | -   | 1.5                        | 1.5        | 1.5    | 2.5 |

3) 방음벽의 기초 형식은 도로의 설계속도를 기준으로 하여 결정한다.

| 형식1                        | 형식2  | 형식3                           |
|----------------------------|--|-------------------------------|
|                            |  |                               |
| 설계속도 60km/h 이상 구간에 설치하는 형식 | <ul style="list-style-type: none"> <li>형식 1의 구간에 식생대(A)를 설치하는 경우 적용</li> <li>식생대 전면에 설치하는 연석은 경사형으로 하며, 높이는 15cm 이하</li> </ul> | 설계속도 60km/h 미만의 저속구간에 적용하는 형식 |

4) 지주의 규격 및 간격은 설계풍하중 및 방음벽 높이에 따라 『방음벽 기초 설계 표준도 (국토해양부)』에서 제시한 간격을 적용한다.

| 풍하중<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 방음벽 높이 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                             | 2.0    | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 |
| 0.7                         | 4      | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 0.9                         | 4      | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 1.2                         | 4      | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 2   | 2   |
| 1.5                         | 4      | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 2   | 2   | 2   |

## 5. 공사용 진입가도

- 1) 공사용 진입가도 포장용에는 현장사무실 진입로, 배치플랜트 진입로, 터널상황실 진입로 등이며 포장두께는 기층 10cm, 보조기층 20cm로 산출하며 현장여건을 고려하여 적용할 수 있다.
- 2) 도로공사장 교통안전관리지침(2012.09, 국토해양부)을 참고하여 교통처리계획 및 안전시설물을 설치한다.

## 6. 버스정차대 계단

- 본선과 측도의 높이차가 있는 곳에 버스정차대 설치시 버스정차대 이용객의 안전과 편의증진을 위해 버스정차대 계단을 설치한다.
- 보도와 차도의 경계구간에 장애인 통행에 안전하도록 턱 조정 한다.

## 7. 수로보호공

### 가. 일반사항

- 하천 및 저수지 통과 쌓기 구간에서 유수의 영향으로 비탈면 유실이 예상되는 곳에 비탈면 안정을 위해 수로보호공을 설치한다.

### 나. 설계기준

- 1) 하천 인접구간 : H.W.L +1.0m까지 수로보호공 적용
- 2) 저수지 통과구간 : F.W.L +1.0m까지 비탈면보호공 적용
- 3) 돌붙임과 호안 블럭의 경제성을 비교 검토하여 적용

## 8. 보호길어깨 잡초성장 억제시설

### 가. 일반사항

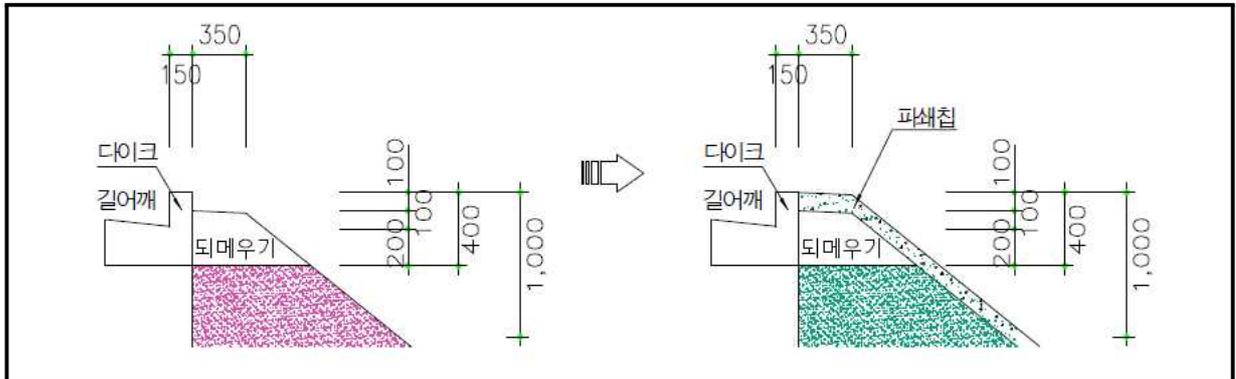
- 국도변 제초작업 관련하여 도로보수인원 및 비효율성을 고려하여 잡초억제시설물을 설치한다.(단, 국토교통부 방침이 있기 전까지 한시적으로 적용)
- 다이크로부터 보호길어깨 부분까지 도로특성에 따라 임목폐기물 파쇄칩을 매설하여 멀칭재로 활용한다.

### 나. 설계기준

- 보호길어깨 부분 멀칭재로서의 파쇄칩 규격은 길이 10.0~15.0cm 이하로 1차 파쇄로부터 얻을 수 있는 파쇄칩으로 적용한다.

<파쇄칩의 보호길어깨 적용 시 최소폭 및 매설깊이>

| 설계속도<br>(km/h) | 구 분                    | 차도우측에<br>설치하는 길어깨의<br>최소 폭(m) | 다이크로부터<br>보호길어깨의<br>최소폭(m) | 다이크로부터<br>보호길어깨의<br>매설깊이(m) |
|----------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 80이상           | 고속도로<br>도시고속도로<br>일반도로 | 3.00<br>2.00<br>2.00          | 0.50                       | 0.10                        |
| 60이상 80미만      | 일반도로                   | 1.75                          | 0.30                       | 0.10                        |
| 50이상 60미만      | 일반도로                   | 1.25                          | 0.30                       | 0.10                        |
| 50미만           | 일반도로                   | 1.00                          | 0.30                       | 0.10                        |

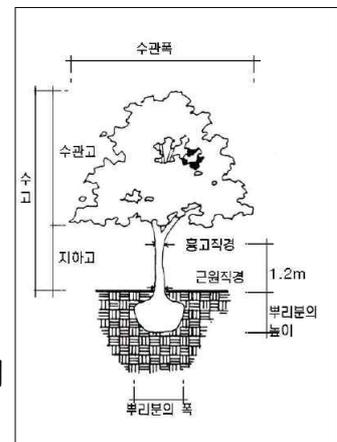


## 9. 식재공

### 가. 일반사항

- 1) 도로 조경공사는 도로공사 표준시방서(2009, 국토해양부), 조경공사 표준시방서(2014, 국토교통부) 기준에 준하여 식재, 이식 등을 한다.
- 2) 기존식생을 보존시키는 것을 원칙으로 하고, 이식가능 수목은 이식하여 가식 등 보호에 필요한 조치를 취하고 전정, 증산억제제 처리 등을 감독자와 협의하여 시행한다.
- 3) 수목규격의 표시

- 수고(H) : 지표에서 수목 정단부까지의 수직거리
- 흉고직경(B) : 지표면으로부터 1.2m 높이의 수간 직경
- 근원직경(R) : 수목이 굴취되기 전 재배지의 지표면과 접하는 줄기의 직경
- 수관폭(W) : 수관의 직경
- 수관길이(L) : 수관의 최대길이
- 지하고 : 지표면에서 역지 끝을 형성하는 최하단 지조까지의 수직거리



- 4) 수목 식재 후 지지대를 설치할 수 있다.

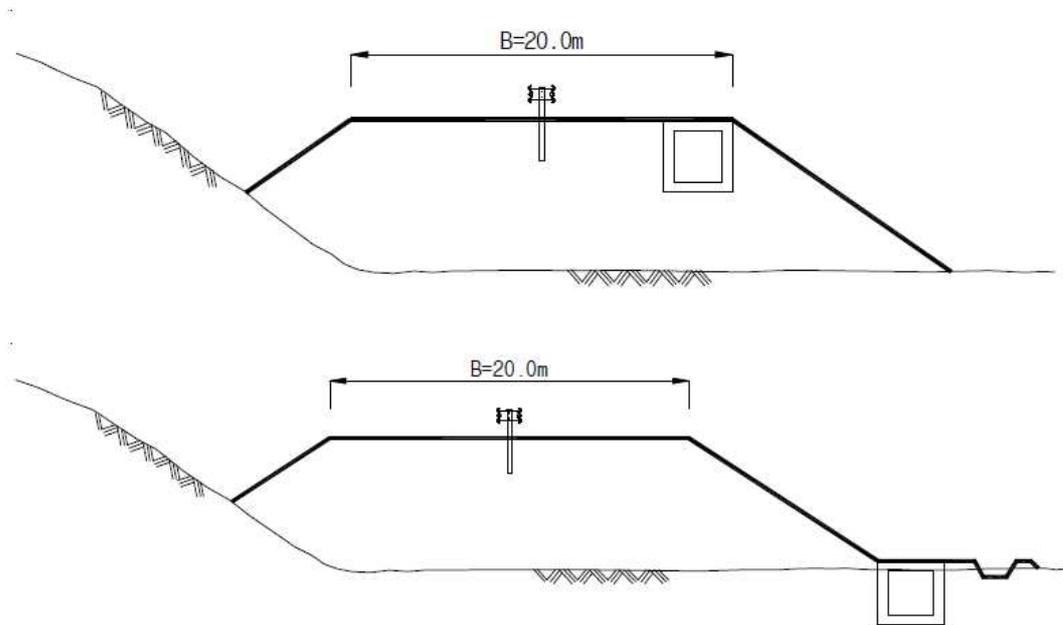
## 10. 공동구

### 가. 관련기준

- 공동구 설계기준 (2010. 02, 국토해양부)
- 공동구 표준시방서 (2010. 02, 국토해양부)
- 공동구 설치 및 관리지침 (2014. 08, 국토교통부)

### 나. 일반사항

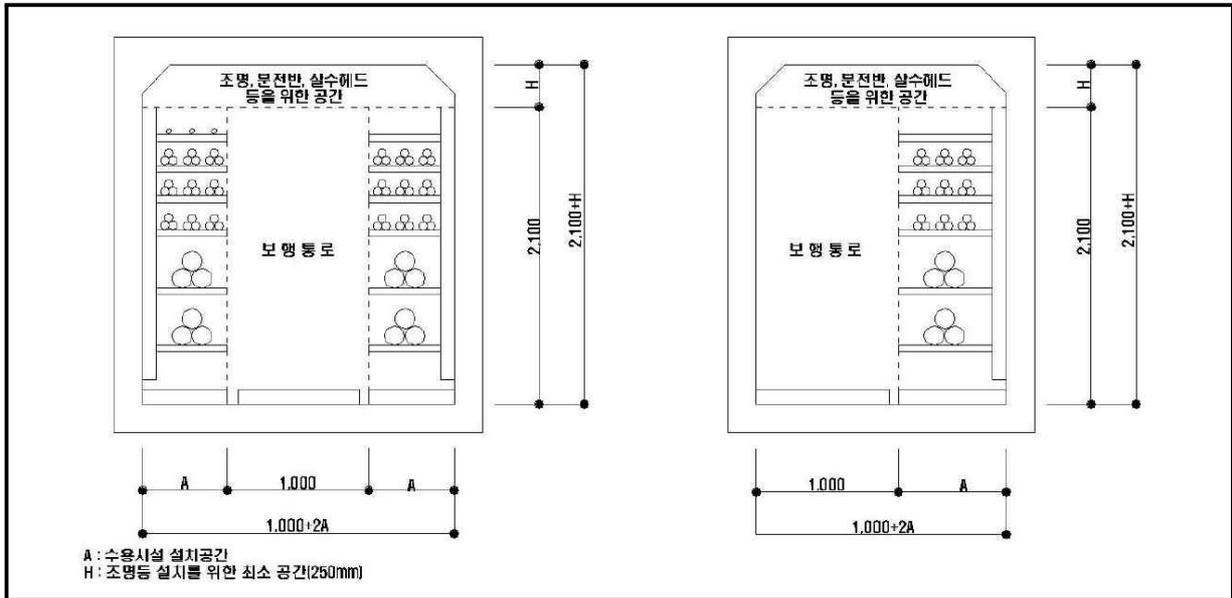
- 1) 노선선정 단계에서 노선과 관련하여 관련기관과 협의시 관련기관의 의견을 검토하여 필요시 공동구 형식 및 설치에 대하여 발주처와 협의 후 반영한다.



- 2) 공동구는 도로의 중심선에 공동구 중심선을 일치시키는 것을 원칙으로 한다.

### 다. 설계기준

- 1) 공동구의 종단경사는 배수를 고려하여 0.2% 이상으로 하고, 수용시설이나 유지관리 등을 고려하여 가능한 한 도로의 종단경사에 맞게 계획한다.
- 2) 공동구 매설깊이는 2.5m 이상 확보하고, 공동구 이외의 지하 매설물 설치가 계획되어 있거나 필요하다고 인정되는 구간에는 충분한 매설깊이를 확보하는 것을 원칙으로 한다.
- 3) 분기구, 출입구, 환기구 등의 특수부의 매설깊이는 포장 두께 이상으로 확보하여야 하며, 최소 1.0m 이상을 계획한다.
- 4) 공동구 내 통로는 높이 2.1m 이상, 폭은 보도 및 측구를 포함하여 1.0m 이상을 기준으로 한다.



## 11. 폐기물 처리

- 가. 폐기물 처리에 대하여 상차비와 처리비용을 분리하여 처리하되, 상차비는 환경관리비에 포함하며, 폐기물처리비는 별도로 처리하여야 한다.
- 나. 건설폐기물 (폐아스콘, 폐콘크리트 등 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 시행령에 따라 친환경적으로 적절하게 처리하고 순환골재, 순환골재 재활용제품 등으로 재활용한다.
- 다. 건설폐기물은 폐콘크리트, 폐아스콘, 폐목재 등의 종류별로 재활용, 소각 또는 매립여부 등에 따라 구분하여 배출, 운반, 보관하고 종류별로 재활용용도에 적합하게 중간처리를 해야 한다.
- 라. 순환골재, 순환골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용량은 『순환골재 등 의무 사용건설공사의 순환골재·순환골재재활용제품 사용용도 및 의무사용량에 관한고시, 환경부·국토교통부』를 참조한다.

### ① 순환골재 의무사용량

| 구 분                  | 사용용도                     | ~2012년              | ~2013년              | ~2014년              | ~2015년              | 2016년 ~             |
|----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 순환골재<br>의무사용<br>건설공사 | 건설공사별<br>용도 상이<br>(고시참조) | 골재<br>소요량의<br>15%이상 | 골재<br>소요량의<br>25%이상 | 골재<br>소요량의<br>30%이상 | 골재<br>소요량의<br>35%이상 | 골재<br>소요량의<br>40%이상 |

### ② 순환골재 재활용제품 의무사용량

| 구 분                           | 사용용도                     | ~2012년              | ~2013년              | ~2014년              | ~2015년              | 2016년 ~             |
|-------------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 순환골재<br>재활용제품<br>의무사용<br>건설공사 | 건설공사별<br>용도 상이<br>(고시참조) | 제품<br>소요량의<br>15%이상 | 제품<br>소요량의<br>20%이상 | 제품<br>소요량의<br>25%이상 | 제품<br>소요량의<br>30%이상 | 제품<br>소요량의<br>40%이상 |

마. 나무뿌리 등의 임목은 임목폐기물로 처리하되 다음 사항을 고려하여 결정한다.

- 지방도에 편입되는 임야상의 임목은 현지여건등 제반사항을 검토하여 관계기관의 협의를 거쳐 예산절감과 활용가치 등을 종합적으로 고려하여 매각처리방안을 검토한다.
- 벌채, 가로수 제거시 발생한 임목폐기물은 현장내 처리하여(파쇄,분쇄) 우드칩, 톱밥, 퇴비원료 등을 사용하되 현장여건에 따라 탄력적으로 적용한다.

바. 공사현장에서 발생하는 폐유 및 폐기물 등은 현장사무소에 폐유보관소 설치 및 전문처리업체에 위탁처리하며 별도의 내역서를 작성한다.

## 12. 사후 환경영향평가

가. 관련기준

- 환경영향평가법 시행규칙(2016.01, 환경부)

나. 일반사항

- 사후 환경영향조사란 도로공사 사업을 착공한 후에 그 사업이 주변 환경에 미치는 영향을 조사하는 것으로 『환경영향가법시행령』 별표3의 환경영향평가 대상사업이 대상이며, 도로의 건설사업의 경우 조사기간은 사업 착공시부터 사업 준공 후 3년까지이다.
- 조사기간 조사항목 및 내용, 조사지역, 조사주기 등은 『환경영향평가서 작성 등에 관한 규정(환경부)』를 참조한다.

## 13. 기존도로 유지보수

가. 기존도로 유지보수 공종을 명기하여 수량산출

- 1) 교량, 포장, 부대시설 보수비 반영
- 2) 공사기간에 따라 기존국도 풀깎기 년2회 반영
- 3) 횡배수관 관청소 유지보수비 반영 (년1회)
- 4) 공사기간내와 준공후를 구분하여 도로유지 보수비 2회 반영  
(기존도로 지자체이관 고려)
- 5) 기존도로가 시 관내에 위치하여 유지관리 책임이 관할 시장에게 있거나 기존도로가 없을 경우에는 기존도로 유지보수비용을 공사비에 미포함
- 6) 기존도로 유지보수비는 구도 활용계획 및 공사기간중 유지관리계획에 근거하여 산정

## 14. 시공상세도면 작성

가. 관련기준

- 엔지니어링 사업 대가의 기준 (2014.10, 산업통산자원부)

나. 일반 사항

- 1) 공사의 시공을 위하여 시공상세도면을 작성하는 경우에는 이에 필요한 소요비용을 별

도 계상한다.

- 2) 공사진행 단계별로 작성할 시공상세도면의 목록은 발주청에서 공사시방서에 명시하여야 한다.
- 3) 시공상세도작성비는 『엔지니어링 사업 대가의 기준』의 별표4 시공상세도작성비의 요율을 적용하여 산출한다.

## 15. 깎기부 점검로

가. 깎기비탈면에 점검로를 설치하여 점검을 용이하게 하므로써 비탈면 슬라이딩 예방등 비탈면 유지관리의 효율성을 증진하여 도로 이용고객의 안전을 도모코자 하는데 있다.

나. 점검로 설치대상

깎기고 20m이상 취약 비탈면으로서 계단없이 점검을 위한 접근이 어려운 구간

다. 설계기준

1) 비탈면 측면부에 설치를 우선적으로 한다.

- ① 발파암등 급경사 비탈면
- ② 비탈면 굴곡이 완만하여 콘크리트블럭 설치가 용이한 개소
- ③ 점검로 재질 : 시멘트블럭, 연석, 깬돌등 현장여건에 따라 적합한 재료를 사용한다.

2) 비탈면 전면설치

- ① 전면에 설치할 경우 점검로 경사는 1:1보다 급한 경사에 가능한 설치한다.
- ② 발파암 구간 중 지역연건상 측면부에 점검로 설치가 불가한 구간
- ③ 점검로 재질
  - 형식-1(단독설치시) : 무늬 철판사용
  - 형식-2(도수로 앞 설치시) : 시멘트블럭, 깬돌 등 활용

## 16. 살 수

가. 도로공사시 발생하는 비산면지역제책으로 살수할 수 있도록 설계에 반영한다.

나. 신설도로와 도로확장구간 대상 적용

## 17. 시공 측량비

- 시공측량비는 시방기준에 의거 공사에 필요한 측량을 시행하기 위한 비용으로 중심선 측량, 종단측량, 횡단측량등 제반비용을 포함한다.

## 18. 안전시설비

- 안전시설비는 발파, 굴착 등의 건설공사로 인한 주변 건축물 등의 피해방지 대책비용으로 사전보강, 보수, 임시이전 등에 소요되는 비용을 계상한다.

## 19. 지적확정측량비

가. 관련기준

- 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률(2013. 07, 국토교통부, 해양수산부)

나. 일반사항

- 지적확정측량비는 공사 완료 후 토지의 표시를 새로 정리하기 위하여 실시하는 지적

측량비용으로 지적기준점측량, 도로경계확인측량, 필지경계측량 등 제반비용을 포함한다.

## 20. 청 소

- 도로확장시 비산먼지, 흙, 작은돌 등 토공작업시 기존도로 청결유지를 위한 청소비를 반영한다.

## 21. 지장가옥 철거비

- 국도건설공사에 편입되는 지장가옥을 조사하여 지장가옥의 구조, 면적으로 구분하여 산출한다.

## 22. 세륜세차 시설

가. 환경관리비에 포함을 원칙으로 한다.

나. 설치목적 : 공사구역의 비포장 구내도로를 출입하는 차량의 차체 및 바퀴 등에 묻은흙, 먼지등이 포장된 연결 진입 도로에 떨어져 도로를 더럽히거나 재 비산함으로 인하여 주변의 생활환경 및 자연환경에 미치는 영향을 최소화함으로써 쾌적한 환경을 유지하는데 그 목적이 있다.

다. 설치종류 : (대기환경보전법 참조)

### 1) 자동식 세륜시설

- ① 금속지지대에 설치된 롤러에 차바퀴를 닿게한 후 전력 또는 차량의 동력을 이용하여 차바퀴를 회전시키는 방법 또는 이와 동등하거나 그 이상의 효과를 지닌 자동살수 장치를 이용하여 차바퀴에 묻은 흙등을 제거할 수 있는 시설.

### 2) 수조를 이용한 세륜시설

- ① 수조의 넓이 : 수송차량의 1.2배 이상.
- ② 수조의 깊이 : 20 cm
- ③ 수조의 길이 : 수송차량 전장의 2배 이상.
- ④ 수조수 순환을 위한 침전조 및 배관을 설치하거나 물을 연속적으로 흘러보낼 수 있는 시설을 설치한다.

라. 설치위치

### 1) 자동식 세륜시설(이동식), 수조를 이용한 세륜시설(고정식)

- ① 설치목적에 의해 설치해야할 필요성이 인정되는 곳
- ② 공사용 진입도로 및 공사현장과 기존도로가 직접만나는 곳.
- ③ 분진 및 먼지 등이 발생하기 쉬운 대형 생산 장비 시설이 위치한 곳 (B/P장,C/R장등)
- ④ 토공 채취 및 적사 하는곳 (토취장, 사토장등)

⑤ 이동식 및 고정식 세륜시설 설치는 공사기간, 공사규모, 주변환경 및 현장 여건 등을 고려하여 적절한 형식을 선정하며 공사시 변경 가능.

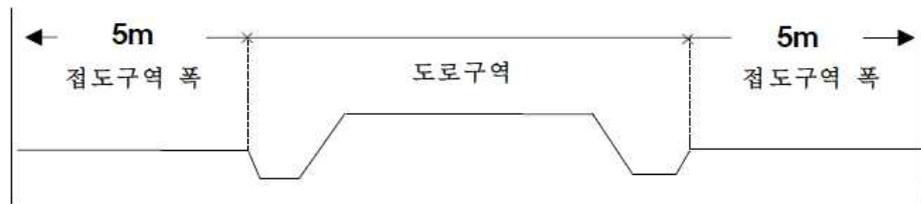
### 23. 접도구역 표주

가. 관련기준

- 접도구역 관리지침 (2014. 12, 국토교통부)

나. 일반사항

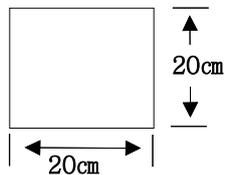
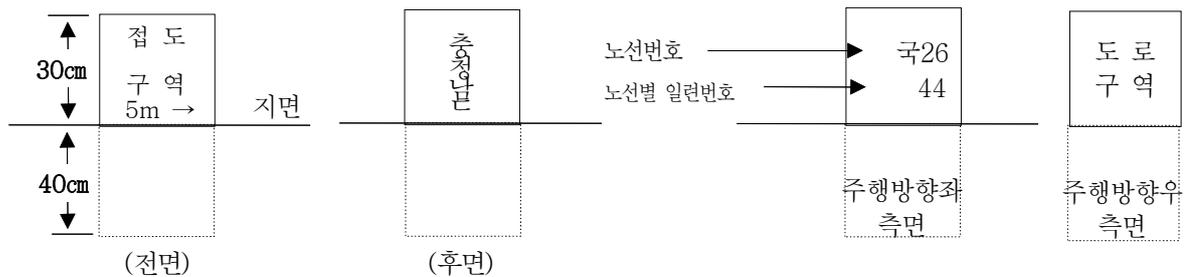
1) 접도구역은 도로경계선(도로구역으로 결정·고시한 구역 또는 부지의 경계선)에서 양측으로 각 5m 폭으로 지정한다.



2) 설치 간격

- 평지 : 200m 내외
- 곡선지역 및 취락지역 : 50m 내외
- 산지 : 500m 내외
- 주요도로, 철도 등을 횡단하는 경우에는 그 시설의 양측 변에 설치
- 농경지 안인 경우에는 그 외곽(논두렁, 밭두둑 등)에 설치

3) 설치형태



바탕색 : 황색  
글씨 : 흑색

전면  
접도구역 10m 또는 5m →

전면 기재요령  
고속도로: 10m →  
일반국도: 5m →  
지방도: 5m →

| 노선번호 기재요령   |
|-------------|
| 고속도로 : 고속○○ |
| 일반국도 : 국○○  |
| 지방도 : 지○○○  |

#### 4) 지정의 예외

- 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령에 따라 취락지구로 지정된 구역 안의 도로
- 해당 지역의 도로 중 차도·길어깨·비탈면·측도·보도 및 길도랑 등에 제공되지 아니하는 부지의 폭(부체도로의 폭을 포함한다)이 인접한 접도구역의 폭 이상인 지역
- 해당 지역의 도로의 폭 및 구조 등이 인접한 도시지역(「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제6조 제1호에 따른 도시지역)의 도로의 폭 및 구조 등과 유사하게 정비된 지역으로서 그 도시지역으로부터 1킬로미터 이내에 있는 지역 중 주민의 집단적 생활근거지로 이용되는 지역
- 해당 지역의 도로의 폭 및 구조 등이 인접한 도시지역의 도로의 폭 및 구조 등과 유사하게 정비된 지역으로서 해당 지역의 양측에 인접한 도시지역 상호간의 거리가 10킬로미터 이내인 지역

#### 24. 토지임대료

- 가설사무소, 야적장, 제작장, 토취장, 가도부지 등 토지임대가 필요한 곳에 공시지가를 적용한다.

#### 25. 산림복구비

- 산림복구비는 석산 및 토취장등 훼손된 산림을 복구하는 것으로 지방자치단체와 협의 후 적용토록하며, 수량변경 조건을 시방서 및 단가설명서에 명기한다. (동일지역에서 석산 및 토취장을 10만 m<sup>2</sup>이상 사용시 환경영향평가 대상)

#### 26. 안전점검비

- 안전점검비는 건설공사 안전점검 지침의 「안전점검의 실시시기 및 회수」에서 정한 정기안전점검(공사전반에 대하여 1년에 최고 1회 이상)과 건기법 시행령 관계규정에서 정한 초기점검 비용등을 발주청과 협의하여 적용토록 하고 사용내용에 따라 추후 정산 토록 한다.

#### 27. 공사 안내간판

- 공사홍보를 위하여 대형 및 소형 안내간판을 필요위치에 설치한다.

#### 28. 시추조사비

- 설계시 토질조사를 실시하지 못한 경우 필요한 조사항목 및 수량을 공사시방서에 기술하고 조사비를 반영한다.

#### 29. 품질관리비

##### 가. 관련기준

- 건설기술진흥법 시행규칙 (2015. 01, 국토교통부)
- 건설공사 품질관리 업무지침 (2015. 06, 국토교통부)

##### 나. 일반사항

- 품질관리비는 품질관리계획 또는 품질시험계획에 따른 품질 관리활동에 필요한 비용으로 크게 품질시험비와 품질관리활동비 등으로 구분한다.
- 품질시험비는 품질시험에 필요한 비용으로서 인건비, 공공요금, 재료비, 장비손료, 시설비용, 시험·검사기구의 검정·교정비, 차량 관려 비용 등을 포함한다.
- 품질관리활동비는 품질시험비를 제외한 품질관리활동에 필요한 비용으로 품질관리자 인건비, 품질문서 작성 및 관리에 관한 비용, 품질관련 교육훈련비, 품질검사비 및 그밖의 비용을 계상할 수 있다.

### 30. 도로대장 작성

#### 가. 관련기준

- 도로법 시행규칙(2015.07 국토교통부)

#### 나. 일반사항

- 준공 후 원활한 도로의 유지보수 및 투자계획 등을 수립하기 위한 도로상태, 각종시설물, 배수구조물 및 지하시설 등에 대한 측량 및 도면 작성의 비용을 계상한다.
- 도로대장 작성 및 전산화와 관련된 사항은 『도로대장 전산화 입력지침(2012.06, 국토해양부)』과 『도로대장 업무 메뉴얼(2012.06, 국토해양부)』을 참조한다.

### 31. 공사용자재 직접구매

#### 가. 관련기준

- 중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률 시행령 (2015. 05, 중소기업청)
- 공사용자재 직접구매 대상품목 지정내역 고시(2015. 09, 중소기업청)

#### 나. 일반사항

- 공공기관이 발주하는 공사에 필요한 자재로서 공공기관이 직접 구매하여 제공하여야 하는 품목을 중소기업청장이 『공사용자재 직접구매 대상품목』으로 고시한다.
- 주요 공사용자재 직접구매 대상품목으로는 아수팔트 콘크리트, 레미콘(특수레미콘은 제외 가능), 가드레일, 난간, 도로표지판, 배수관(VR관, 흡관, 파형장관)등이며, 수시로 『공사용자재직접구매대상품목』을 변경 고시(공공구매정보망-WWW.SMPP.GO.KR) 하므로 참조하여 결정한다.(2015년 09월 현재 123개 제품군)

### 32. 축중기 설치

#### 가. 관련기준

- 건설현장 축중기 설치지침(2015.07 국토교통부)
- 건설공사 차량 과적방지지침(2006.02 건설교통부)

#### 나. 일반사항

- 건설현장에서 덤프트럭의 과적행위를 근본적으로 방지하기 위하여 대상현장은 10ton이상 중량을 측정할 수 있는 축중기를 설치 해야한다.

- 축중기를 설치 등에 대해서는 건설현장 축중기 설치지침(국토해양부)를 기준으로 한다.

다. 설치대상

- 도로법 제8조에 따른 도로(고속국도, 국도, 지방도등)를 이용하는 사토또는 순성토 운반량이 10,000m<sup>3</sup> 이상인 건설공사
- 10,000m<sup>3</sup> 이하의 현장이라도 발주청에서 과적의 우려가 있어 축중기를 설치할 필요가 있다고 판단되는 건설공사

**33. 공사손해보험료**

가. 관련기준

- 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령(2015.06, 조달청·기획재정부)

나. 일반사항

- 공사손해보험료는 공사비에 요율을 곱하여 산출한다.

**34. 정기안전점검비**

가. 관련기준

- 건설기술진흥법 시행규칙 (2015. 01, 국토교통부)
- 건설공사 안전점검지침 (2014. 05, 국토교통부)

나. 일반사항

- 정기안전점검은 공사 시행자가 『건설공사 안전점검지침』 별표2의 정기안전점검 실시시기에 따라 발주자의 승인을 얻어 건설안전점검기관에 의뢰하여 실시하는 안전점검을 말한다.
- 정기 안전점검시 점검하여야 하는 사항은 ‘공사 목적물의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성’, ‘공사목적물의 품질, 시공상태등의 적정성’, 인접건축물 또는 구조물의 안전성등 공사장주변안전조치의 적정성’이며, 건설공사의 공종별 세부점검사항은 당해 공사시방서 및 관련시방서를 참조하여 현장의 상황 및 시공조건에 따라 점검목적에 달성할 수 있도록 정한다.

**35. 공사원가 연구개발비**

가. 관련기준

- 공사원가에 연구개발비 계상 및 집행지침(2005.03, 국토해양부)

나. 일반사항

- 연구개발비란 『원가계산에 의한 예정가격 작성준칙』 제18조제3항제6호에서 정하는 당해 계약목적물을 시공하는데 직접 필요한 기술개발비 및 연구비로서 시험 및 시범 제작에 소요되는 비용 또는 연구기관에 의뢰한 기술개발용역비와 법령에 의한 기술개발촉진비등을 말한다.
- 연구개발비는 공사시행과정에서 발생하는 다양한 기술적 문제를 해결하기 위한 연구개발 또는 기술검토에 소요되는 비용은 잠정공사비(PS)로 계상하며, 집행 후 정산하

도록 한다.

- 연구개발비는 연구개발비 대상액에 『공무원가에 연구개발비 계상 및 집행지침』 붙임1의 연구개발비 비율을 곱하여 산출한 금액범위내에서 계상한다.

### 36. 문화재 시· 발굴 조사비

#### 가. 관련기준

- 매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 시행령(2012 .07, 문화재청)
- 매장문화재 조사용역 대가의 기준(2011.03, 문화재청)

#### 나. 일반사항

- 건설공사의 시행자는 해당 건설공사 지역에 문화재가 매장·분포되어 있는지를 확인하기 위하여 사전에 매장문화재 지료조사를 하여야 한다.
- 지료조사는 시행자가 요청하여 매장문화재 조사기관이 수행하며, 지료조사에 필요한 비용은 『매장문화재 조사용역 대가의 기준』에 의거하여 산정한다.

### 37. 생태계보전협력금

#### 가. 관련기준

- 자연환경보전법 (2016. 01, 환경부)
- 자연환경보전법 시행령 (2015. 06, 환경부)
- 자연환경보전법 시행규칙 (2015. 12, 환경부)
- 생태계보전협력금 업무편람 및 반환사업 가이드라인 (2014. 12, 환경부)

#### 나. 일반사항

- 생태계보전협력금은 개발로 인한 야생동·식물의 서식지 등 자연생태계의 훼손을 최소화하고 , 자연의 훼손이 불가피한 경우에는 원인자부담원칙에 따라 훼손한 만큼의 비용을 개발사업자에게 부과·징수함으로써 훼손된 자연생태계의 복원사업 등 자연환경보전사업에 사용하기 위한 비용이다.

#### 다. 생태계보전협력금 부과대상

- 환경영향평가법 제9조에 따른 전략환경영향평가 대상계획 중 개발면적 3만제곱미터 이상인 개발사업
- 환경영향평가법 제22조 및 제42조에 따른 환경영향평가 대상사업
- 환경영향평가법 제43조에 따른 소규모 환경영향평가 대상 개발사업으로 개발면적이 3만제곱미터 이상인 사업
- 광업법 제3조제2호에 따른 광업중 노천탐사·채굴사업

#### 라. 부과금액 산정기준

- 생태계보전협력금= 생태계 훼손면적 × 단위면적당 부과금액 × 지역계수

#### 마. 부과시점

- 부과대상사업의 인가·허가 등의 처분시점을 기준으로 부과
  - 인·허가 등을 한 행정기관의 장은 인·허가 등을 한 날로부터 20일 이내에 사업자, 사업내용 등을 생태계보전협력금의 부과권자에게 통보
  - 인·허가 등을 통보받은 생태계보전협력금 부과권자는 1개월 이내에 부과

### 38. 생태통로

#### 가. 관련기준

- 생태통로 설치 및 관리지침(2010. 07, 환경부)

#### 나. 일반사항

- 생태통로는 도로 및 철도 등에 의해 단절된 생태계의 연결 및 야생동물의 이동을 위한 인공 구조물로서, 야생동물이 노면을 거치지 않고 도로를 건널 수 있도록 조성한다.
- 유도울타리는 야생동물이 도로로 침입하여 발생하는 로드킬을 방지하거나 생태통로 까지 안전하게 유도하기 위해 설치하는 구조물로서 대개 철망을 이용하여 만들며, 탈출구, 출입문, 침입방지 노면 등과 같은 부대시설을 포함한다.
- 생태통로와 유도울타리 이외의 생태축연결 또는 야생동물 보호 등을 위한 대책으로서 배수로 탈출시설, 암거수로 보완시설, 도로횡단 보완시설 등이 있다.
- 생태통로 설치와 기타 자세한 사항은 「생태통로 설치 및 관리지침(환경부)」을 따른다.

### 39. 특허 및 신기술 기술료

#### 가. 관련기준

- 건설신기술 기술사용료 적용기준 (2014. 05, 국토교통부)

#### 나. 일반사항

- 1) 기술료란 해당 계약목적물을 시공하는데 직접 필요한 노하우비(Know-How費) 및 동 부대비용으로서 외부에 지급되는 비용을 말한다.
- 2) 기술료는 신기술공사비에 일정 효율과 낙찰률을 곱하여 산출한다.

### 30. 준공도면 전산화

#### 가. 관련기준

- 시설물의 안전 관리에 관한 특별법 시행규칙 (2015. 01, 국토교통부)
- 준공도서 사본 작성지침 (1996. 12, 건설교통부)

#### 나. 일반사항

- 시설물의 안전점검과 적정한 유지관리를 통하여 재해와 재난을 예방하고 시설물의 효율을 증진하고자 공사가 완료되었을 때 시설물의 형태·구조를 나타낸 최종 준공도면을 작성하여야 하며, 이를 전산화하여야 한다.

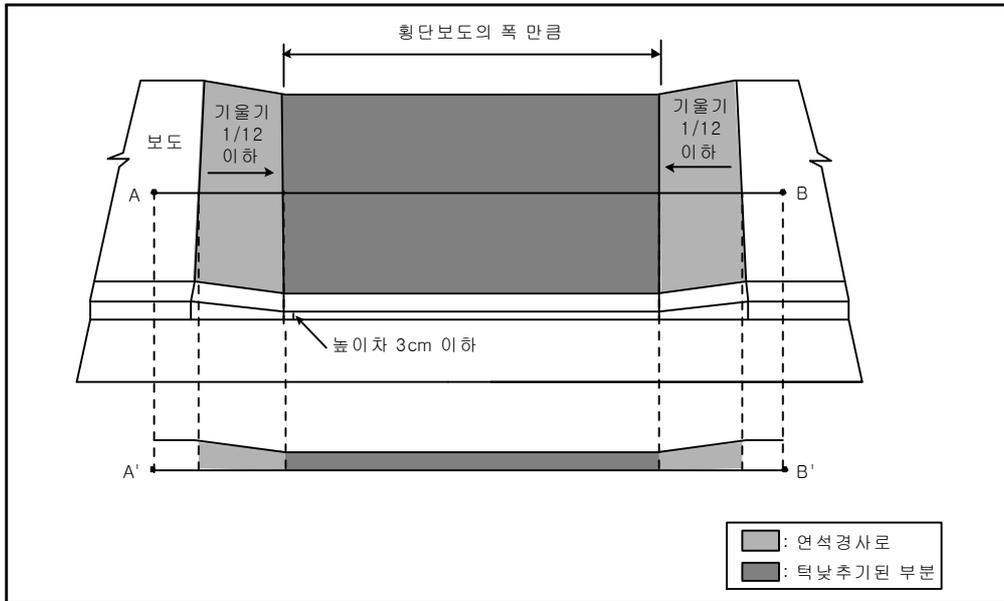
### 34. 장애인 안전시설

가. 일반적인 기준(「어린이·노인·장애인 보호구역 통합 지침, 행정안전부, 2011.11」)

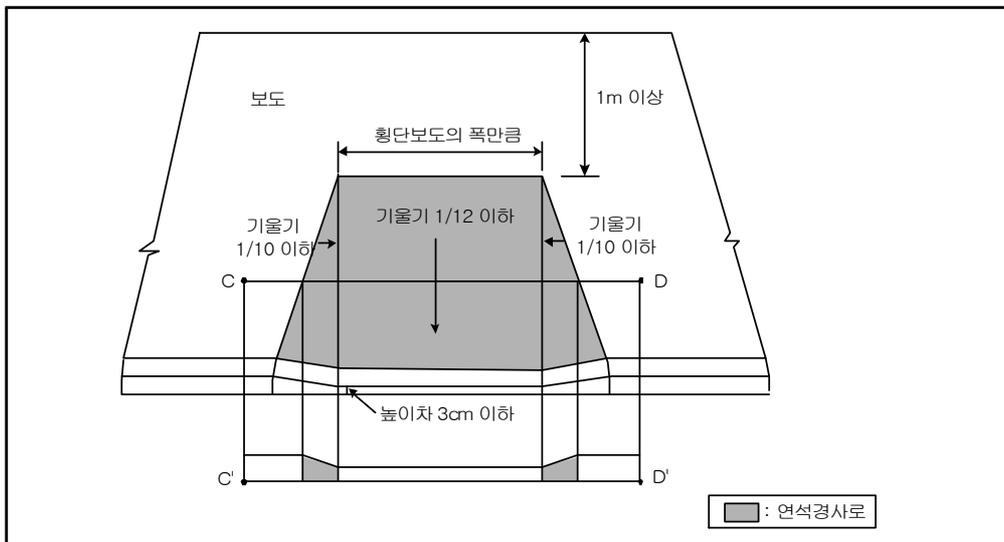
- 1) 「교통약자이동 편의증진법」에 의거 도로에 설치되는 장애인 안전시설은 다음과 같으며, 설치기준은 「도로안전시설 설치 및 관리지침(국토해양부)」에 준한다.
- 2) 턱낮추기는 장애인등, 특히 휠체어사용자, 유모차 등의 원활한 통행을 확보하기 위해 횡단보도 진입부, 안전지대 등에 설치하여 보도와 차도의 단차를 줄이는 방법
- 3) 연석경사로는 턱낮추기를 시행할 때 보도와 차도간의 높이차를 줄이기 위해 설치한다.
- 4) 경사로는 계단이 설치된 육교나 지하도, 건물 진입로 등에 계단을 이용하기 어려운 장애인등의 원활한 통행을 돕기 위해서 설치하는 완만한 기울기의 경사로
- 5) 점자블록은 시각장애인이 보행상태에서 주로 발바닥이나 지팡이의 촉감으로 그 존재와 대략적인 형상을 확인할 수 있는 시설로 정해진 정보를 판독할 수 있도록 그 표면에 돌기를 붙인 것을 말하며, 위치 감지용 점형블록과 방향 유도용 선형블록이 있음.

나. 설치기준

- 1) 턱낮추기 및 연석경사로
  - 연석경사로의 유효폭은 횡단보도와 같은 폭으로 한다. 부득이한 경우, 연석경사로의 유효폭은 0.9m 이상으로 한다.
  - 연석경사로의 기울기는 20분의 1 이하가 바람직하며, 최대 12분의 1 이하로 한다. 유형 II의 경우, 경사로 옆면의 기울기는 10분의 1 이하로 한다.
  - 연석경사로 기울기의 방향은 보행자의 통행 동선의 방향과 일치하도록 한다.
  - 턱낮추기를 하는 경우, 보도 등과 차도의 경계구간은 높이차를 3cm 이하로 하며, 배수문제를 고려한다.
  - 연석경사로의 바닥표면은 미끄러지지 아니하는 재질로 평탄하게 마무리하며, 보도 등의 질감과 달리할 수 있다.



턱 낮추기 유형 I : 상세표준도



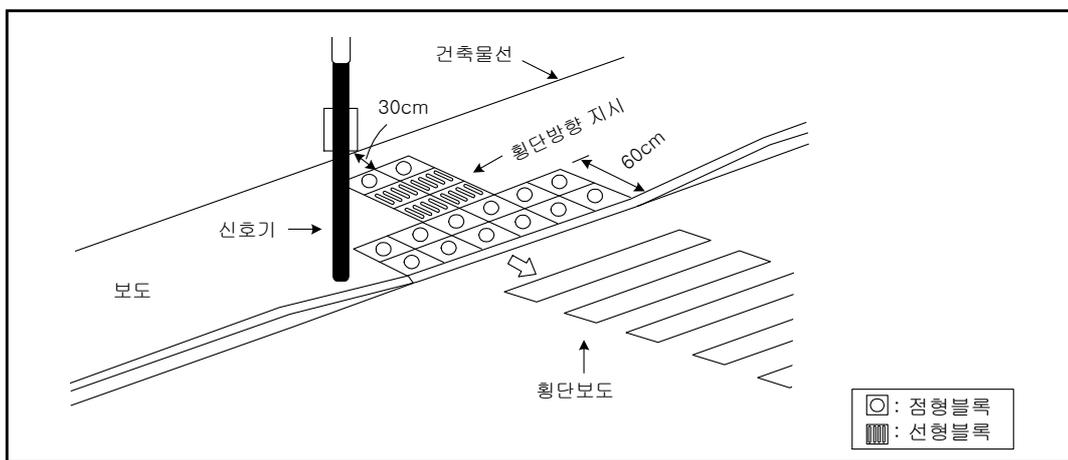
턱 낮추기 유형 II : 상세표준도

2) 점형점자블록

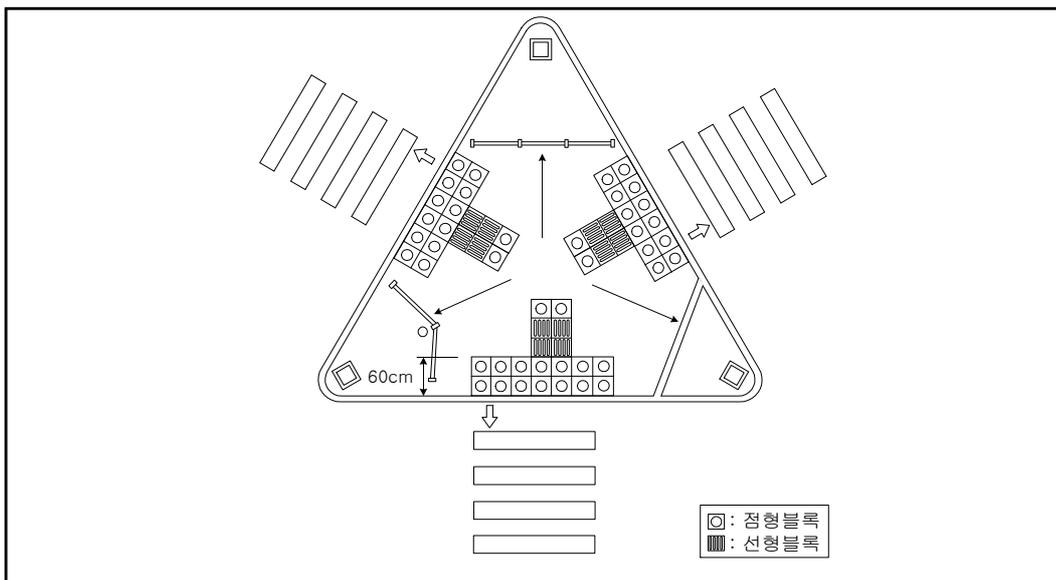
- 점형블록은 위치 감지용으로 설치시 가로폭은 대상시설의 폭 만큼 설치한다. 예를 들어, 횡단보도의 폭만큼, 육교입구 폭만큼, 장애물의 폭만큼으로 설치한다.
- 점형블록의 세로폭은 보도의 폭 등을 감안하여 30~90cm 범위 안에서 설치하되, 60cm를 표준으로 설치한다.
- 점형블록이 방향 전환시 굴절점에 설치되는 경우는 선형블록의 2배의 폭으로 설치한다.
- 점형블록은 선형블록이 끝나는 지점을 마무리하는데 설치한다.

3) 선형점자블록

- 선형블록은 시각장애인이 안전하고 장애물이 없는 도로를 따라 이동할 수 있도록 설치한다.
- 선형블록의 돌기가 보행자가 진행하는 방향과 평행하도록 설치한다.
- 선형블록은 점형블록과 연계할 때 또는 보도에서 방향을 유도할 때 중앙에 설치한다.
- 선형블록은 가능한 한 직선으로 설치하고 분기점을 최소화하도록 설치한다.
- 횡단보도, 안전지대, 교통섬, 지하도 입구, 육교 입구, 건축물 입구, 버스정류장 등에 선형블록을 설치할 때, 그 세로폭은 60cm의 폭으로 설치한다. 선형블록이 연속적인 직선 보행을 유도할 때는 30cm의 폭으로 설치할 수 있다.



점자블록의 설치 유형(횡단보도 설치의 기본형)



교통섬의 점자블록 설치방법

### Ⅲ. 수량산출요령

|              |     |
|--------------|-----|
| 3.01 토 공     | 330 |
| 3.02 비탈면 안전공 | 346 |
| 3.03 배수공     | 354 |
| 3.04 구조물공    | 369 |
| 3.05 터널공     | 395 |
| 3.06 포장공     | 438 |
| 3.07 교통안전시설공 | 448 |
| 3.08 부대공     | 480 |

### 3.01 토 공

## 1. 기존 구조물 깨기

### 1) 무근콘크리트 깨기(m<sup>3</sup>)

- (1) 쌓기부 : 기존의 무근 콘크리트 구조물 전량에 대하여 수량을 산출한다.  
(배수관 날개벽, 중력식 옹벽, 콘크리트 측구, 중분대, 집수정 등)
- (2) 깎기부 : 산마루 측구를 제외한 기존의 무근 콘크리트 구조물에 대하여 수량을 산출한다.
- (3) 단위중량은 2,300kg/m<sup>3</sup>으로 한다.

### 2) 철근콘크리트 깨기(m<sup>3</sup>)

- (1) 기존 철근 콘크리트 구조물 전량에 대하여 수량을 산출한다.  
(방호벽, 교량용중분대, 교량, 암거 및 날개벽, 옹벽, P.S.C BEAM등)
- (2) 단위중량은 2,400kg/m<sup>3</sup>으로 한다.
- (3) 수량산출시 인력, 기계로 구분하지 않고 단가산출에서 기계 100% 일괄 계상 한다.
- (4) 철근고재 발생품은 부피기준 0.8%로 계상한다.(80%고재 처리)  
예) 1m<sup>3</sup>당×0.008×7,850kg/m<sup>3</sup>×80%=50.24kg/m<sup>3</sup>≒50kg/m<sup>3</sup>

### 3) 석축혈기(m<sup>2</sup>)

- (1) 35cm×35cm 규격의 깬돌 및 견치돌 기준
- (2) 돌붙임에 유용할 경우에는 메쌓기와 찰쌓기를 구분하지 않고 단가산출서에서 기존 석축량의 50%를 유용하는 것으로 계상한다.  
※ 현장여건을 감안 가능하면 콘크리트로 설계(깬돌 구입애로 및 시공결여)

### 4) 기존포장 깨기

#### (1) 콘크리트 포장깨기(m<sup>3</sup>)

- ① 기존 콘크리트 포장두께를 정확히 조사하여 수량을 산출한다.
- ② 단위중량은 2,300kg/m<sup>3</sup>으로 한다.
- ③ 기계 깨기 및 절단을 원칙으로 한다.
- ④ 콘크리트 포장깨기의 발생량 및 폐콘크리트(건설폐기물)은 쌓기재로 유용을 원칙으로 하되 L형측구 뒷채움재나 기초잡석으로의 활용을 검토하고 재활용용도(보조기층용)골재 사용량의 10~40%이상은 순환골재로 의무사용토록 한다.

| 2012년 12월<br>31일 까지 | 2013년 1월 1일부터<br>2013년 12월 31일까지 | 2014년 1월 1일부터<br>2014년 12월 31일까지 | 2015년 1월 1일부터<br>2015년 12월 31일까지 | 2016년 1월<br>1일 이후 |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 골재 소요량의<br>15%이상    | 골재 소요량의<br>25%이상                 | 골재 소요량의<br>30%이상                 | 골재 소요량의<br>35%이상                 | 골재 소요량의<br>40%이상  |

※ 「순환골재 의무 사용량 제정 고시(제2014-33호, 환경부고시)」 적용

#### (2) 아스팔트 포장깨기(m<sup>3</sup>)

- ① 기존 아스팔트 포장두께(덧씌우기 포함)를 정확히 조사하여 수량을 산출한다.
- ② 단위중량은 2,350kg/m<sup>3</sup>으로 한다.
- ③ 기계깨기 및 절단을 원칙으로 한다.
- ④ 아스팔트 포장깨기의 발생량은 이동식크랏샤로 크랏싱 후(100m/m) 쌓기재로 유용함을 원칙으로 하되 현지여건에 따라 조정한다.

<포장깨기 수량산출 양식>

| 측 점 |     | 연 장 | 포 장 깨 기                          | 기 계 절 단  |
|-----|-----|-----|----------------------------------|----------|
| 시 점 | 종 점 | (m) | 연장×폭×포장두께<br>= (m <sup>3</sup> ) | 연장×2=(m) |
| +   | +   |     |                                  |          |
| +   | +   |     |                                  |          |
| +   | +   |     |                                  |          |
| +   | +   |     |                                  |          |

(3) 보도블럭 포장철기(m<sup>2</sup>)

- ① 기존보도블럭 포장 단면적으로 산출한다.
- ② 단위중량은 2,300kg/m<sup>3</sup>으로 한다.
- ③ 인력철기를 원칙으로 한다.(특별시방서에 기록)

5) 포장절단(m)

(1) 콘크리트 포장절단(m)

- ① 기존 암거 연장시 기존 암거의 외벽 둘레길이를 산출한다.
- ② 측도의 기존 콘크리트 포장 절단시 절단연장의 길이를 산출한다.

(2) 아스팔트 포장절단(m)

- ① 기존 포장의 절단 연장을 산출한다.
- ② 단, 골파기할 경우 아스팔트 기계절단 수량은 별도 계상한다.

6) 강교철거(Ton)

- (1) 철거 총 Ton 수로 산출한다.

7) P.S.C BEAM 철거

- (1) 규격별 철거 총 본수로 산출한다.
- (2) 철거한 P.S.C BEAM은 철근콘크리트 깨기 수량에 반영한다.

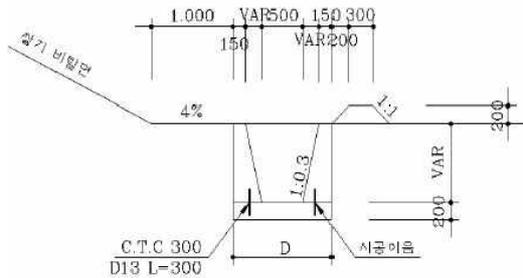
8) 건설폐기물 파쇄(m<sup>3</sup>)

- (1) 경제성 및 현장적용성 등을 감안하여 이동식 크래셔(자주식)를 이용 100m/m 이하로 파쇄한 후 쌓기재로 활용한다.(단 폐기물처리와 비교검토)
- (2) 건설폐기물(폐콘크리트, 폐아스콘)을 m<sup>3</sup>로 산출한다.
- (3) 운반비는 현장발생한 폐기물량, 발생장소 등을 고려하여 발주청과 협의 결정하여야 한다.
- (4) 폐콘크리트의 체적 환산계수(f) L:1.40~1.60, C:별도계상으로 산출한다

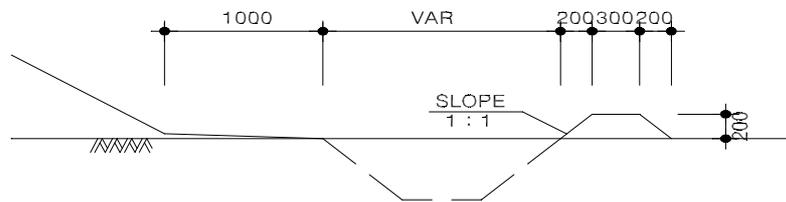
## 2. 측구뚝쌓기(m<sup>3</sup>)

1) 측구뚝쌓기는 비다짐 수량으로 산출한다.

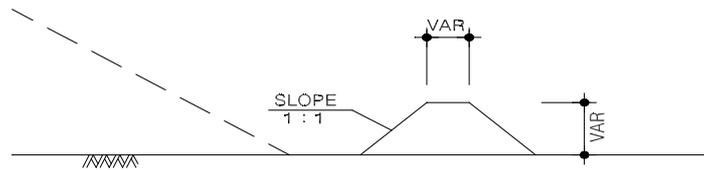
(1) 형식-1(콘크리트측구) :



(2) 형식-2(토사측구)



(3) 형식-3(토사측구)



## 3. 표토제거(m<sup>2</sup>)

1) 답구간(2)답외구간, 3)연약지반구간 공통적용)

(1) 표토제거 및 벌개제근은 중복 계산할 수 없다.

(2) 표토제거를 흙쌓기에 유용시 다짐이 필요하지 않는 경우에는 표토제거량의 90%을 수량에 계상하고 다짐이 필요한 경우에는 표토제거량의 90%에 0.9를 곱한 수량으로 계상한다.

(3) 수량은 수평거리로 최단거리를 산정하되 측구부분은 제외한다.

(4) 쌓기부의 표토제거는 쌓기높이(노상완성면) H=1.5m미만의 경우에 한한다.

(5) 표토제거는 지표면으로부터 두께 20cm를 제거하는 것으로 한다.

(6) 깎기부, 노체, 노상으로 구분 산출한다.

(7) 지목은 현실지목으로 산출한다.

(8) 순쌓기 현장의 경우에는 유동표상에 쌓기부 표토제거 부분의 다짐물량 및 부족토공량을 계상하고, 사토현장의 경우에는 표토제거 부분의 다짐물량계상 및 표토제거량을 전량 사토하는 것으로 계상한다.

(9) 흙깎기부는 깎기에서 공제하고 흙쌓기부는 쌓기에 포함한다.

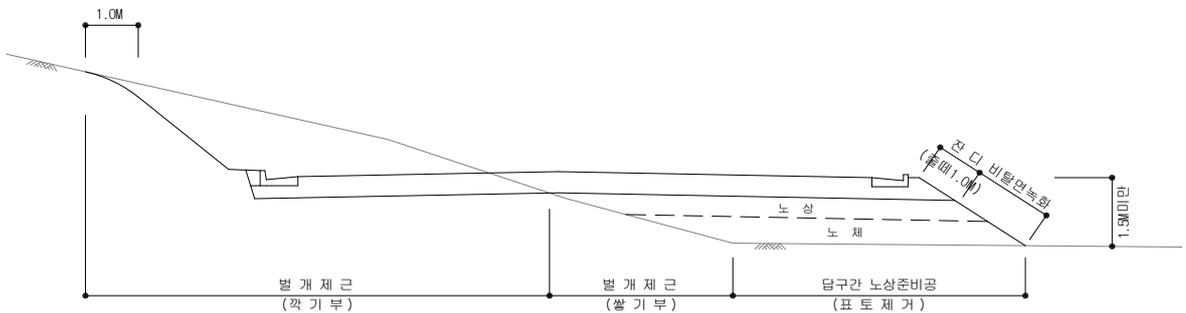
#### 4. 벌개제근 및 가로수 제거

##### 1) 벌개제근(m<sup>2</sup>)

- (1) 깎기부, 쌓기부 구분하여 산출한다.
- (2) 벌목비를 추가 계상한다.
- (3) 지표면의 최단거리로 산출한다.(산마루측구와 1m Rounding구간)
- (4) 흙쌓기 높이가 1.5m 이상인 구간에 있는 수목이나 그루터기는 지표면에 바짝 붙도록 잘라 잔존높이가 지표면에서 15cm 이하로 되도록 하여야 한다.
- (5) 흙쌓기 높이가 1.5m 미만인 구간에 있는 수목이나 그루터기, 뿌리, 덩불등은 지표면에서 20cm 깊이까지 모두 제거하여야 한다.
- (6) 벌개제근은 표토제거와 같이 토공유동표상에서 반영하여야 한다.

##### 2) 가로수 제거(본)

- (1) 제거되어야 할 가로수목의 수를 정확히 조사하여 수량을 산출한다.
- (2) 뿌리제거는 임목본수에 따라 폐기물처리비용을 산정하고 임목본수도는 1.0m<sup>2</sup> 당 50~60%의 수량을 계상하여 적용한다.



#### 5. 흙깎기(m<sup>3</sup>)

##### 1) 토사깎기

- (1) 깎기 경사는 토사층 최초 수직고가 5m까지는 1:1.2, 그 이상은 1:1.5로 하는 것을 표준으로 하되, 비탈면안정검토 결과에 따라 조정·적용한다.
- (2) 소단을 5m높이마다 폭 1m로 설치하며 소단경사는 4%로 한다.

##### 2) 리핑암깎기

- (1) 깎기 경사는 1:0.7~1:1.2를 표준으로 하되, 비탈면안정검토 후 현지여건에 따라 조정할 수 있다.
- (2) 리핑암구간에서는 H=5.0m마다 소단을 설치하되 7.5m이하에서는 소단을 설치하지 않는다.
- (3) 소단과 소단사이에 토사와 리핑암 구분선이 발생시 많은 쪽 비탈면 경사를 적용토록 한다.

##### 3) 발파암깎기

- (1) 깎기 경사는 불연속면의 상태에 따라 비탈면 안정검토를 반드시 실시하고 그 결과에 따라 경사를 조정한다.(시공시 설계와 현장여건이 상이할 때는 발주처와 협의하여 조정할 수 있다.)
- (2) 깎기높이가 20m를 초과하는 경우 20m마다 3.0m폭의 소단을 설치한다.
- (3) 발파공법 적용은 환경영향 평가시 소음·진동 및 환경에 미치는 영향 및 설계기준, 현장여건 등을 고려하여 적용하여야 한다.

(4) 발파 시행시 발파 진동 계측기를 설치하여 허용 기준치를 상회하지 않도록 철저히 하며, 안전관리 요원을 배치하여 민원발생 및 사고 위험성을 사전예방 강구한다.

(5) 발파암 깎기 공종별로 수량산출 및 단가산출을 작성한다.

※ 임시방호시설 : 기존도로의 정비 또는 확장공사 구간과 인접하여 시공되는 깎기 부 중 계획깎기고가 10m미만 구간에 설치하되 「암파쇄방호시설 설치지침」에 따른다.

※ 발파암 유용시: 기계소할 15%(미진동굴착, 정밀진동제어 발파는 제외)

사토현장: 소할비 미계상

브레이크 깨기: 소할비 미계상

3-1) 브레이크 : 기존도로와 접해있는 확장부의 깎기(깎기높이가 10m이상일 때에는 차량통행에 지장 없도록 가시설을 설계에 반영한다. : H-BEAM, 토류관 등)

4) 미진동굴착공법 : 소음, 진동규제치 기준에 의거 발파원에서 보안물건(주요시설물, 축사, 가옥, 공장 등)과 충분한 이격거리에 맞게 적용하도록 하고, 시험발파를 통해 발주처와 협의하여 발파구간을 선정한다.

(미진동 파쇄기, 혼합 화약류, 기계적 파쇄, 약액주입)

5) 정밀진동제어발파 : 소음, 진동규제치 기준에 의거 발파원에서 보안물건(주요시설물, 축사, 가옥, 공장 등)과 충분한 이격거리에 맞게 적용하도록 하고, 시험발파를 통해 발주처와 협의하여 발파구간을 선정한다.

6) 진동제어발파(소규모, 중규모) : TYPE별 적용은 발파원 중심에서 보완시설물(주요시설물, 축사, 가옥, 공장 등)과의 이격거리에 맞게 적용한다.

7) 일반발파 : 동일한 장소 내에서 발파 규모가 적은 지역에 연속적인 작업이 가능한 지역으로 크롤러 드릴을 사용하여 공당 파쇄량이 24.0m<sup>3</sup>인구 간에 적용한다.

8) 대규모발파 : 동일한 장소 내에서 일반발파규모가 큰 지역에 연속적으로 작업이 가능한 지역으로 크롤러 드릴을 사용하여 공당 파쇄량이 65.4m<sup>3</sup>인구 간에 적용한다.

※ 암발파 공법은 거리-지발당 장약량 조건표를 참조하여 설계시 공법을 검토하여야 한다.

9) 시험발파비용은 4km범위 내에서 1회를 설계에 반영하고, 시공단계에서는 암반특성 및 현 조건에 따라 조정할 수 있다.

10) 스크리닝스 활용 :

보조기층재료 생산시 골재입도조정을 위한 세골재로 골재생산시 부산물로 얻어지는 부순 잔골재인 스크리닝스를 활용하여야 한다.

-스크리닝스 발생량 : 구조물 및 포장용 골재중량의 25%(단위중량: 1.7t/m<sup>3</sup>,6%활중)

-스크리닝스 사용범위 : 혼합골재 중량의 30%까지 대체(원석량=스크리닝스량x1.7/2.6)

※ 「보조기층 등 골재 생산시 스크리닝스 활용(2005.12,도로건설팀)」 적용

## 6. 유용토 운반(m<sup>3</sup>)

1) 무대운반 [2) 도차운반, 3) 덤프운반 공통적용]

- (1) 종방향 무대는 L=20m로 한다.
- (2) 불도차 운반은 유토곡선 상에서 저변 60m이하를 기준으로 한다.
- (3) 덤프트럭 운반은 60m를 초과하는 것을 기준으로 한다.
- (4) 불도차 깎기 및 운반수량은 구분하여 작성한다.
- (5) 설계서 수량은 자연상태 수량으로 토공유동표에서 산출한다.
- (6) 층따기 수량은 무대로 산출 100% 유용한다.(노상, 노체로 구분 산출)
- (7) 도차 및 덤프운반거리는 평균운반거리로 계상하고 운반수량은 토질별(토사, 리핑암, 발파암)로 구분하여 산출한다.
- (8) 덤프운반거리(평균운반거리)는 설계도로의 터널, 교량 등 현지여건을 고려하여 산출한다.
- (9) 중, 횡방향 무대량 산출시 깎기·쌓기 경계부에 사용중인 기존도로, 철도 또는 배수 측구 등 훼손 또는 매몰되어서는 안되는 시설이 있을 경우 흙깎기 및 흙쌓기에 대한 공사비를 별도 계상한다.(흙깎기, 사토 운반, 순쌓기 등)

## 7. 순쌓기 운반(m<sup>3</sup>)

1) 토사 [2) 리핑암, 3) 발파암 공통적용]

- (1) 설계서 수량은 자연상태 수량으로 토공유동표에서 산출한다.
- (2) 순쌓기는 가능한 한 본선의 깎기경사로서 조정하고 부득이한 경우에 토취장을 선정한다.
- (3) 토취장 깎기는 토사, 리핑암, 발파암으로 구분 적용하며 제반물량(법면보호, 사토, 벌개제근, 깎기량, 부지사용료)등을 단가에 포함한다.
- (4) 도로 인접부분의 토지를 매입하여 순쌓기장소로 활용방안을 강구한다.
- (5) 산림복구비(부지사용료포함)는 별도 계상한다.(부대공 참조)
  - 토취장 임차료 = 임대면적 x 공시지가 x 0.1x 사용기간(월)/12개월
  - 토취료 = 토취장면적(m<sup>2</sup>) x 해당지자체 최저골재가의 50%
- (6) 토공유동표 상에서 유용토 운반량(덤프운반)과 순쌓기량에 대하여 토사6%를 가산한다.
- (7) 순쌓기 운반량이 100만m<sup>3</sup>이상이고, 운반거리가 10km이상 공사에 대하여 선별적으로(15ton 덤프 80% + 20ton 덤프 20%)을 적용한 복합단가로 계상한다.

## 8. 사토(m<sup>3</sup>)

1) 무대운반 [2)도차운반, 3)덤프운반 공통적용]

- (1) 설계서 수량은 자연상태 수량으로 토공유동표에서 산출한다.
- (2) 사토장은 사토량을 충분히 처리할 수 있는 면적을 산출한다.
- (3) 사토장 정리비를 별도로 계상한다.(단가산출서 참조)
- (4) 사토장의 비탈면 보호공이 필요한 경우 별도로 계상한다.(단가산출서 참조)
- (5) 현장여건에 따라 사토장은 부지사용료 제외방안을 검토한다.
- (6) 도로 인접부분의 토지를 매입하여 사토장 활용방안을 강구한다.

## 9. 흙쌓기(m<sup>3</sup>)

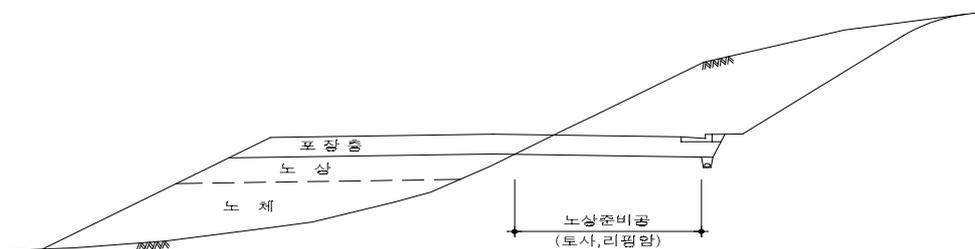
- 1) 노체, 노상, 녹지대로 구분 산출한다.(녹지대는 비다짐 적용)
- 2) 층따기 부위의 흙쌓기 수량은 노체, 노상으로 구분하여 산출한다.
- 3) 쌓기높이 5m마다 소단 1m설치하며, 쌓기구간의 2단 소단이후는 비탈면안정을 고려하여 법면 돌붙임등을 검토하여 필요시 설치한다.
- 4) 교량구간 및 터널구간은 횡단면도 토적표상에서 시·중점을 표시한다.
- 5) 녹지대 쌓기
  - (1) 상행선, 하행선이 분리될 경우 중앙폭이 4m이하일 경우 포장폭을 연장 조정한다.
  - (2) 중앙폭이 4m이상일 경우 Rounding처리하고 녹지대로 토공처리한다.  
(녹지대의 최저고는 차도에서 1m정도 낮게 조정)
  - (3) 중앙폭이 4m이하일 경우 동일 포장으로 설계한다.
  - (4) 녹지대 구간 노출암일 경우 50cm제거하고 토사로 복토한 후 떼붙임한다.

## 10. 뒷채움 및 다짐공(m<sup>3</sup>)

- 1) 배수공 및 구조물공의 수량산출을 기준으로 집계한다.(교대, 날개벽, 암거 뒷채움)

## 11. 노상준비공(m<sup>2</sup>)

- 1) 토사 및 리핑암 구간 깎기 후 노상 최종면의 거리를 산출한다.
- 2) 맹암거 및 발파암 구간은 제외한다.



## 12. 되메우기 및 다짐공(m<sup>3</sup>)

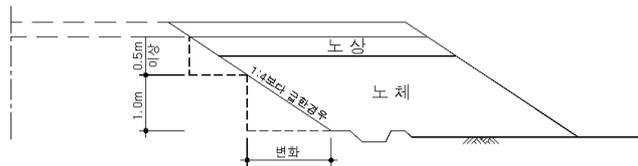
- 1) 배수공의 L형 측구, 부대공의 방음벽 및 다이크 되메우기량을 산출한다.
- 2) 수량은 다짐 및 비다짐으로 구분하여 적용한다.

## 13. 쌓기비탈면 다짐공(m<sup>3</sup>)

- 1) 길어깨 상단에서 쌓기 비탈면 끝까지 하고, 소단 및 라운딩 구간을 포함한 비탈면 거리로 면적을 산출한다.
- 2) 비탈면 다짐은 쌓기부 줄때 및 NET잔디 등의 면적과 동일하게 계산한다.

## 14. 층따기(m<sup>3</sup>)

- 1) 비탈면경사가 1:4보다 급한 경우 층따기를 실시한다.
- 2) 층따기의 직고 높이는 1m를 기준으로 한다.
- 3) 최상단 층따기 높이가 50cm 미만일 경우는 그 아랫단의 수평거리를 노상 마무리 선과 수직으로 만나는 점까지 연결하여 층따기를 실시한다.
- 4) 층따기 수량은 무대로 산출 100% 유용한다.(토량 환산계수는 자연상태)
- 5) 다짐비 계상시 노체와 노상으로 구분하고, 유동표 작성시 부족토량을 감안하여 산출한다.
- 6) 기존도로 확장부 “예”



## 15. 토공 기준틀 설치(EA)

### 1) 비탈기준틀

(1) 비탈기준틀은 다음의 표준 설치간격으로 설치토록 한다.

- ① 직 선 부 : 20m간격
- ② 곡선 반경 300m이상 : 20m간격
- ③ 곡선 반경 300m이하 : 10m간격
- ④ 지형이 복잡한 장소 : 10m 이하 간격

### 2) 수평기준틀

(1) 수평기준틀은 토공구간에 100m간격으로 설치토록 한다.

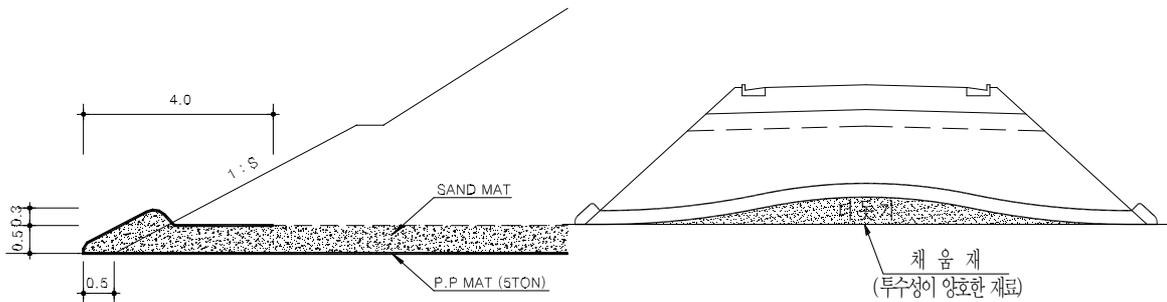
## 16. 연약지반처리공

### 1) 침하토 쌓기 및 다짐(m<sup>3</sup>)

- (1) 연약지반 구간에 침하로 인하여 생기는 수량을 반영한다.
- (2) 침하토 수량은 토공유동표 상에 수량을 반영한다.
- (3) 침하토 수량은 예상침하량을 계산치에 의해 산출한다.

2) 샌드매트(m<sup>3</sup>)

- (1) 연약지반 구간의 샌드매트 두께는 콘지수, 주행성, 배수성을 종합적으로 검토하여 50~120cm 범위 내에서 산출한다.
- (2) 쌓기 비탈면 끝단에서 양쪽으로 샌드매트 두께 만큼 여유있게 산출한다.
- (3) 샌드매트의 수량은 다짐상태의 수량을 기준으로 한다.
- (4) 모래구입량 : 포설량에 F치 적용  $\left(\frac{L}{C} = \frac{1.15}{0.90}\right)$
- (5) 연약지반 모래운반은 20ton 덤프트럭 20%와 15ton 덤프트럭 80%를 각각 수량을 계상하고, 공사시 운반송장에 의거 정산한다.



※ 압밀침하량이 과도하여 샌드매트를 이용한 수평배수가 원활하지 않다고 판단될 경우, 감독관의 승인 후 침하량을 고려한 더뎛기 등을 고려할 수 있다.

3) P.P 매트 부설(5ton/m)(m<sup>2</sup>)

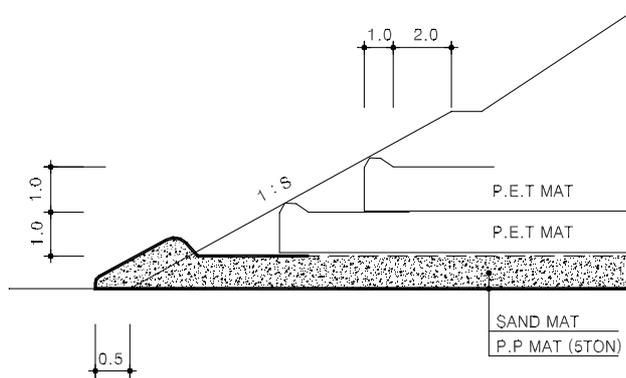
- 5ton/m (10ton/m, 15ton/m 공통적용)

- (1) P.P 매트는 쌓기비탈면 끝단에서 4.0m씩 여유있게 산출한다.
- (2) 현장봉합의 겹이음은 구입제품에 포함된 수량이다.

4) P.E.T 매트 부설(m<sup>2</sup>)

- 15ton/m 적용(20ton/m 공통적용)

- (1) 연약지반 구간에 적용하며 단계 흙쌓기시 적용한다.
- (2) 현장봉합의 겹이음은 구입제품에 포함된 수량이다.
- (3) 제 수량은 수평거리로 산출한다.



- 5) 샌드 드레인( $\phi 400\text{m/m}$ )(m)
  - (1) 연약지반 구간에 적용하며 심도는 Sand Mat층을 포함한다.(항타 및 인발)
  - (2) 모래수량은 Sand Mat층을 제외한 수량이다.
- 6) 샌드콤팩션 파일( $\phi 700\text{m/m}$ )(m)
  - (1) 연약지반 구간에 적용하며 심도는 Sand Mat층을 포함한다.(항타 및 인발)
  - (2) 모래수량은 Sand Mat층을 제외한 수량이다.
- 7) 팩 드레인(D120m/m)(m)
  - (1) 연약지반 구간에서 팩 드레인 공법 사용시 적용하며 팩 드레인의 길이는 시공관리를 위하여 샌드매트 상단에서 50cm가 노출되도록 산출한다.
- 8) 표토제거( $\text{m}^2$ )
  - (1) 수량은 수평거리로 산출한다.
  - (2) 연약지반 구간 쌓기재료로 부적합한 지표(초근, 갈대, 습지 등)를 표토제거 T=20cm로 수량을 반영한다.
  - (3) 연약지반에서 표토제거로 발생된 토사는 사토하는 것을 원칙으로 하되, 유용이 가능하다고 판단되는 경우 현장여건에 따라 유용할 수도 있다.
- 9) 과재쌓기( $\text{m}^3$ )
  - (1) 연약지반 구간에 적용한다.
  - (2) 과재쌓기 후 제거한 수량은 본선 쌓기 작업에 유용한다.
- 10) 과재쌓기 제거( $\text{m}^3$ )
  - (1) 과재쌓기 후 제거한 수량은 본선 쌓기 작업에 유용한다.
- 11) 치환토( $\text{m}^3$ )
  - (1) 연약지반내에 치환하여야 할 토량은 체적으로 산출한다.
- 12) 침하관(개)
  - (1) 연약지반 구간에 적용하며 100m씩 등간격으로 3개소(중앙에 1개소, 좌우길어깨에 각각 1개소씩) 설치하는 것을 기준으로 하되 발주처와 협의하여 설치간격 및 개소수를 조정할 수 있다.
- 13) 침하측정봉 및 보호관(m)
  - (1) 연약지반 구간에 적용하며 100m씩 등간격으로 3개소(중앙에 1개소, 좌우길어깨에 각각 1개소씩) 설치하는 것을 기준으로 하되 발주처와 협의하여 설치간격 및 개소수를 조정할 수 있다.
- 14) 경사계 설치(개)
  - (1) 연약지반 구간에 적용하며 쌓기 좌우비탈면, 교대 중앙부에 설치하며, 계측관리 Casing Pipe 설치하는 지층까지의 깊이로 산출한다.
  - (2) 설치구간은 발주처와 협의하여 전단파괴 예상지점에 설치한다.
- 15) 간극수압계 설치(개)
  - (1) 연약지반 구간에 적용하며 계측관리 Tube 설치하는 연약지반층 중간 깊이로 설치, 간격은 200m로 한다.
  - (2) 연약지반 두께가 5m미만인 경우 공당 1소자, 5~10m인 경우 공당 2소자, 10m 이상인 경우 공당 3소자를 설치한다.
  - (3) 설치구간은 발주처와 협의하며 전단파괴 예상지점에 설치한다.

16) 수위측정기 설치(개)

- (1) 연약지반 구간에 적용하며 계측관리 Tube 설치는 연약지반층 중간 깊이로 설치, 간격은 200m로 한다.
- (2) 설치구간은 발주처와 협의하여 전단파괴 예상지점에 설치한다.

17) 층별 침하계 설치(개)

- (1) 연약지반 구간에 설치하며 설치간격은 200m씩 등간격으로 설치한다.
- (2) 연약지반 두께가 5m미만인 경우 공당 1소자, 5~10m인 경우 공당 2소자, 10m 이상인 경우 공당 3소자를 설치한다.

※ 각 계측기에 대한 계측인건비는 미계상하고 분석비만 단가산출서에 반영한다.

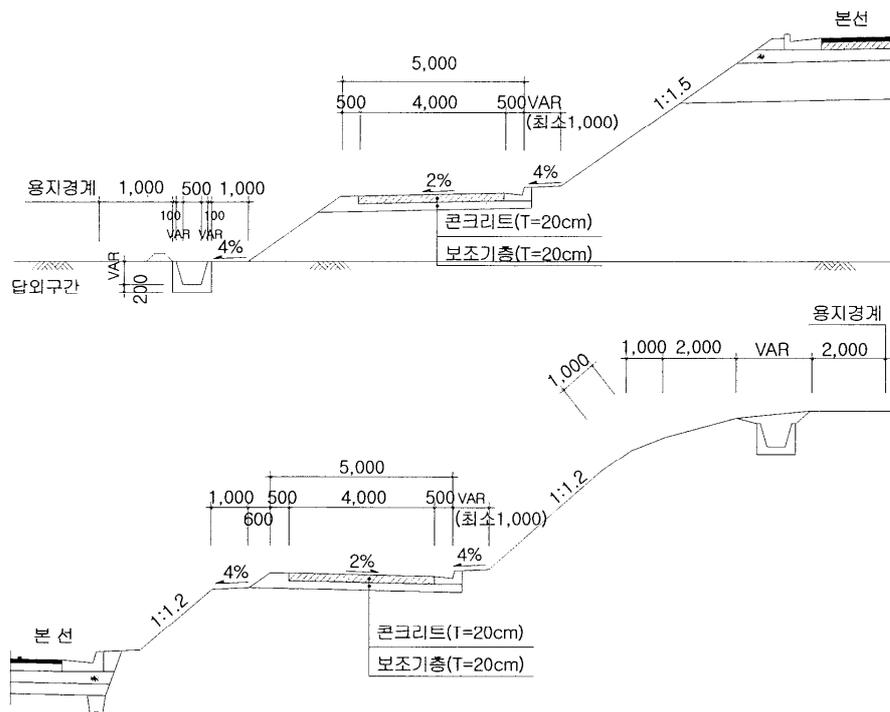
18) 유공관(m)

- (1) 샌드매트 설치구간에 배수기능을 검토하여 필요한 구간에 도로중심 및 횡방향으로 설치한다.

17. 측도(부체도로) 및 기타사항

- 1) 본선과 인접시에는 본선과 같이 수량산출하고, 본선 물량에 포함시키기 어려운 경우는 별도 산출한다.
- 2) 비상주차대 설치는 부체도로 및 현지여건을 고려하여 적절한 간격으로 설치한다.
- 3) 지반선아래의 잔토

지반선 아래에서 터파기로 발생된 잔토중 유용가능한 수량은 토공유동표의 흙깎기의 기타란에 기입하고, 흙운반의 무대란에도 기입하며, 위 잔토중 유용불가능한 수량은 사토처리한다.



## 18. 토공수량표

1) 횡단면도상의 수량표는 한글로 표기하는 것을 원칙으로 한다.

|          |           | STA. +     |           |                |            |              |  |
|----------|-----------|------------|-----------|----------------|------------|--------------|--|
| 지 반 고    |           | 흡끄기        | 미진동<br>굴착 | 미진동파쇄<br>기     | 비탈면<br>보호공 | 얇은식생기반재      |  |
| 계 획 고    |           |            |           | 혼합<br>화약류      |            | 두꺼운<br>식생기반재 |  |
| 표토<br>제거 | 답구간       |            |           | 기계적<br>파쇄      |            | 리핑암면고르기      |  |
|          | 답외구간      |            |           | 약액주입           |            | 발파암면고르기      |  |
| 별개제근     |           | 흡쌓기        | 노 체       | 측구뚝쌓기          |            |              |  |
| 흡끄기      | 토 사       |            | 노 상       | 되메우기 및 다짐공     |            |              |  |
|          | 리핑암       |            | 녹 지 대     | 층따기            | 노 체        |              |  |
|          | 일반발파      | 노 상<br>준비공 | 노 상       |                |            |              |  |
|          | 진동제어(소규모) |            | 깎 기 부     | 연약<br>지반<br>처리 | 침하토        |              |  |
|          | 진동제어(중규모) | 기준도로부      | Sand Mat  |                |            |              |  |
|          | 정밀진동제어    | 비탈면<br>보호공 | 줄 때       |                | 과재쌓기       |              |  |
|          | 평 때       |            |           |                |            |              |  |

## 19. 기타(일반사항)

### 1) 산출방법

(1) 수량산출은 A4 SIZE 계산지 또는 전산용지 양식에 의거 작성한다.

| 공 종 | 산 출 근 거 | 계 |
|-----|---------|---|
|     |         |   |

(2) 수량산출은 산출근거에서 소수점 두자리까지 하고, “계”란에는 소수점 한자리까지 산출하며 이하는 버리는 것으로 한다.

(3) 설계시 수량은 정수로 하고 단, 철근가공조립, 시멘트 벌크수량, 강교수량은 소수점 셋째자리 까지로 한다.(ton으로 산출)

<내역서 작성시>

※ 자재의 할증은 수량산출서상에서 할증을 계상한다.

※ 골재등 자재운반거리는 100m 단위로 계상한다.

## 2) 유용토 및 공제토

### (1) 유용토

#### ① 토 공

- 비탈층따기 : 100%유용(토량 환산계수 C=0.9)
- 표토제거 : 표토면적(A)×두께(0.2m)×90%(유용)×0.9(토량환산계수)
  - 석축 철거 : 돌붙임이 있을 경우 갠 잡석 발생량 50% 유용(돌붙임이 없을 경우 90% 토공에 유용)
- 콘크리트 및 아스콘 깨기 : 순쌓기구간은 이동식 크랏샤로 크라싱 후(100m/m 이하) 노체에 유용함을 원칙으로 하되, 경제성 등을 검토하여 폐기물 중간처리업자로 하여금 재활용하게 할 수 있음.(폐기물처리시 “폐기물관리법”에 의거 산출하며, 부대공에서 일괄적으로 폐기물처리비 반영)
- 콘크리트 철거수량 : 토량 환산계수 C=1.0
- 아스팔트 깨기 : 토량 환산계수 C=1.0
  - ※ 사토발생 현장에서는 구조물발생 잔토에 대하여는 사토처리 한다.

#### ② 배수공

- 석축, 배수관(날개벽포함), 토사측구, 암거(날개벽포함), 집수정, 잡석깔기, 맹암거 등의 터파기로 인하여 발생하는 잔토를 다음과 같이 산출한다.

잔 토  $\left\{ \begin{array}{l} \text{육상 터파기 : 100\% 유용(단 100\%유용 가능시)} \\ \text{수중 및 용수 터파기 : 80\% 유용} \end{array} \right.$

- 석축, 배수관(날개벽 포함), 토사측구, 암거(날개벽 포함), 집수정, 잡석깔기, 맹암거 등
- 노건다이크, 도수로용 집수거, 도수로 : 잔토처리(단가에서 처리)

#### ③ 구조물공 : 터파기로 인하여 발생하는 잔토를 다음과 같이 처리한다.

잔 토  $\left\{ \begin{array}{l} \text{육상 터파기 : 100\% 유용(단, 100\% 유용 가능시)} \\ \text{수중 및 용수 터파기 : 80\% 유용} \\ \text{유용이 불가능한 토사 : 사토처리} \end{array} \right.$

- ※ 구조물 터파기 유용량 중 대도시의 도심부와 대하천에 설치하는 구조물로서 설계자의 판단에 의하여 유용이 불가능한 터파기 수량에 대하여는 별도로 처리할 수 있다.

#### ④ 부대공

- 방음벽 잔토는 100% 토공에 유용
- 가도토량은 80%유용, 사토구간은 100%사토
- 하천내 가도토량은 평수위 상부 토공량 80%를 유용한다.
  - ※ 기타 잔토 처리는 무대를 원칙으로 하되, 현지여건을 감안 발주청과 협의 조정한다.

(2) 공제토

- ① 배수관 및 암거 : 구체 및 날개벽을 포장부, 노상, 노체로 구분하여 공제
- ② 증분대 집수정 : 포장부, 노상, 노체로 구분하여 공제
- ③ 교 량 : 포장부, 노상, 노체로 구분하여 공제

3) 토적표 및 누가토적표 작성

토적계산은 평균 단면법으로 전산 계산함을 원칙으로 한다.

- (1) 쌓기량은 횡단면도 수량을 토적표와 누가토적표에 그대로 기입한다.(다짐 상태 수량)
- (2) 깎기량은 토적표에는 자연상태의 수량을, 누가토적표에는 다짐상태의 수량을 기입한다.(토랑환산계수는 토사 : 0.9, 리핑암 : 1.1, 발파암 : 1.28)
- (3) 누가토적표의 횡방향 토랑란에는 흙깎기·흙쌓기 수량중 작은 수량을 기입하며 이 수량은 유용 무대 처리한다.
- (4) 누가토적표의 차인토랑란에는 깎기량과 쌓기량과의 차이수량을 기입한다.  
쌓기수량이 깎기수량보다 많은 경우에는 (-), 반대일 경우 (+)기호를 붙인다.
- (5) 누가토랑란에는 첫 측점부터의 누계치를 기입한다. 여기서 (+), (-)부호에 주의하여야 한다.

4) 토공 유동표 산정기준

- (1) 운반거리 산정시 모든 수량은 다짐상태로 환산하여 계산하되 내역서 적용 수량은 자연상태로 한다.
- (2) 유토곡선 작성시 반영하는 공종은 깎기(토사, 리핑암, 발파암), 측구터파기, 쌓기(노상, 노체, 녹지대쌓기)로 한다.
- (3) 순쌓기 현장의 경우 표토 제거는 무대에 산입하고 다짐 환산계수 만큼의 차이는 덤프운반에 포함한다.
- (4) 공제토량은 토공유동표의 흙쌓기량에서 감하고, 쌓기유용운반(덤프)량에서 감한다.
- (5) 토공 유동표에는 다음 사항을 포함한다.
  - ① 표토제거      ② 공제토      ③ 유용토      ④ 교대 앞채움
  - ⑤ 철거수량      ⑥ 되메우기      ⑦ 가도공      ⑧ 본선암 유용
- (6) 양측확장 좌우측 구간은 방향별로 별도 유동표를 작성하여 운반거리를 산출한다.
- (7) 무대수량은 횡방향무대수량과 종방향무대수량을 합친 것으로 한다.

5) 기타 제반사항

- (1) 횡방향 및 종방향 무대처리시  
토사 → 리핑암 → 발파암 순으로 구한다.
- (2) 녹지대 쌓기 구간은 토사만 사용하는 것을 원칙으로 하되, 사토현장으로서 현지 여건상 토사가 부족시 쌓기고 3m 이상일 때는 암쌓기를 적용한다.

(3) 쌓기 재료할증

① 순쌓기 구간

- 토공유동표의 운반량(덤프운반)중 토사량과 순쌓기량에 대하여 6%를 가산한다.
- 수량은 자연상태의 수량이며 토공유동표상 다짐상태의 수량은 자연상태의 수량으로 환산하여 적용한다.(단가산출은 자연상태를 기준으로 작성한다.)

② 사토구간

토공유동표의 운반량(덤프운반)중 토사수량에 대하여 6%를 가산하고 사토량에서 감한다.

(4) 토공유동표는 다짐상태로 통일시켜야 하며, 다짐상태의 수량으로 아래의 원칙을 만족시켜야 한다.

① 사토의 경우(깎기량 > 쌓기량)

$$\text{사토량} = \text{깎기량} - \text{쌓기량}$$

※ 계산방법 : 쌓기량=운반량(무대운반량+유대운반량), 깎기량=운반량+사토량

② 순쌓기의 경우(쌓기량 > 깎기량)

$$\text{순쌓기량} = \text{쌓기량} - \text{깎기량}$$

※ 계산방법 : 깎기량=운반량(무대운반량+유대운반량)

## 3.02 비탈면 안전공

## 1. 식생 보호공

- 1) 비탈면 보호는 식생 보호공을 원칙으로 한다.
- 2) 식생만으로 비탈면의 안정을 확보할 수 없는 경우에는 지질, 경사안정성, 경제성, 미관, 유지관리, 기타 현지여건을 종합적으로 검토하여 대상지역에 적합한 보호공법을 선정하여 발주처와 협의하여 결정한다.

| 구 분     |                | 보 호 공  | 비 고 |
|---------|----------------|--|-----|
| 흙쌓기 비탈면 |                | ·줄때, 종자뿌어붙이기, 거적덮기 등   |     |
| 흙깎기 비탈면 | 토 사            | ·보통토사 : Seed-spray<br>·심각한 세굴예상 구간 : Seed-spray + 거적덮기<br>·건조 적박한 토양, 견고한 점토질 (모래, 실트질모래, 화강풍화토(마사토) 구간 : 얇은 식생기반재 취부공 |     |
|         | 리 핑 압          | ·종자뿌어붙이기, 얇은 식생기반재 취부 등  |     |
|         | 발 과 압          | ·두꺼운 식생기반재 취부, 덩굴식물류, 자생종묘식재 등   |     |
|         | 산성암, 특수암, 이암 등 | ·두꺼운 식생기반재 취부등   |     |

※상기공법은 일반적인 공법을 예시한 것이며 이외에도 식생매트, 식생네트, 자생종 포트묘식재+식생기반재 품어붙이기 등 다양한 녹화공법이 있다.

- 3) 비탈면 녹화공법은 흙쌓기 비탈면과 흙깎기 비탈면으로 크게 구분하여 수량을 산출한다.
  - 흙깎기 비탈면은 토질별로 구분하여 L형측구 상단 소단부터 산마루측구를 지나서 비탈면 라운딩구간을 포함하여 비탈면 사거리로 하여 면적을 산출한다.
  - 흙쌓기 비탈면은 쌓기부 길어깨부 에서 흙쌓기 비탈면 끝단까지 구하고 라운딩구간을 포함하여 바탈면 사거리로 면적을 산출한다.
  - 깎기부 및 쌓기부 콘크리트 소단구간과 도수로 구간의 수량을 산출면적에서 제외한다.
  - 단, 터널 갱구부 비탈면의 경우 소단을 포함하여 비탈면 사거리로 하여 면적을 산출한다.
- 4) 발과압 구간 중 단단한 암(절리, 풍화상태가 미약한 암)일 경우 덩굴 식물식재공법으로 면적을 산출하고, 그 외 지역에서는 두꺼운 식생기반재취부 공법 등으로 식재면적을 산출 할수있다.
- 5) 특수지역, 마사토일 경우 인력으로 골파기를 실시하고 해당공법에 대한 수량을 산출하여야 한다
- 6) 비탈면 녹화공법 수량산출은 「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공 지침(국토해양부, 2009.6)」에 의거 수량을 산출한다.
- 7) 크기가 작은 동일 비탈면에서 공법수량산출시 토질(암질)이 다른 경우 경관을 고려하여 가장면적이 큰 하나의 공법으로 전체면적을 산출할 수 있다.
  - a. 평떼(m<sup>2</sup>)
    - ① 깎기부 토사구간 법면과 산마루측구 후비탈면까지 비탈면거리로 면적을 산출하고, 소단 및 라운딩 구간을 포함한다.

② 비탈면 고르기, 떼심기 등은 단가에서 일괄 계상한다.

③ 암구간은 제외시킨다.

b. 줄떼(m<sup>2</sup>)

① 비탈면거리로 면적 산출한다.

② 길어깨 상단에서 쌓기비탈면 끝까지 하고 소단 및 라운딩구간을 포함 비탈면 거리로 면적을 산출한다

③ 암거, 파이프 구체 및 날개벽, 교량 날개벽은 제외한다.

④ 비탈면 고르기, 다짐, 떼심기 등은 단가에서 일괄 계상한다.

c. Net 잔디

c-1. Net 잔디(쌓기부)(m<sup>2</sup>)

① 쌓기부 비탈면거리로 면적을 산출한다.

c-2. Net 잔디(깎기부)(m<sup>2</sup>)

① 깎기부 토사구간과 리핑암 구간에 실시하며, 비탈면 거리로 면적을 산출한다.

d. 면고르기

d-1. 리핑암 면고르기(m<sup>2</sup>)

① 깎기부 리핑암구간 비탈면과 소단을 비탈면 거리로 면적을 산출한다.

② 비탈면 고르기 품만 계상한다.

d-2 발파암 면고르기(m<sup>2</sup>)

① 깎기부 발파암구간 비탈면과 소단을 비탈면 거리로 면적을 산출한다.

② 비탈면 고르기 품만 계상한다.

e. 종자분사 파종공(m<sup>2</sup>)

① 깎기부 토사와 쌓기구간 비탈면의 경사거리로 면적을 산출한다.

f. 얇은기반재취부공(m<sup>2</sup>)

① 토사 또는 리핑암깎기 비탈면에 적용하며, 비탈면의 식생기반조건, 토질조건, 주변환경 등을 고려 공법 및 수량을 산출한다.

② 「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침, 국토해양부(2006)」 참조하여 수량을 산출한다.

③ 두께는 T=1~2cm와, T=3~4cm로 구분하여 산출한다.

g. 두꺼운 식생기반재 취부공(m<sup>2</sup>)

① 발파암깎기 비탈면에 적용하며, 미관이 요구되는 주요 경관지역이나, 주변 비탈면 식생기반조건, 토질조건, 주변환경, 생태계 등을 고려하여 공법 및 수량을 산출한다.

② 「비탈면 녹화 설계및 시공 잠정지침(건교부)」 참조하여 수량을 산출한다.

③ 두께는 T=5~10cm와, T=10cm이상 구분하여 산출한다.

h. 거적덮기(m<sup>2</sup>)

- ① 토질 및 기후 등을 고려하여 필요하다고 판단되는 비탈면에 실시한다.
- ② 비탈면보호가 요구되는 쌓기구간 및 깎기부 토사 구간에 실시하며, 비탈면 경사 거리로 면적을 산출한다.

i. 공사중 비탈면보호 가시설

i-1. 공사중 비탈면 가보호망(m<sup>2</sup>)

- ① 1단 이상 흙쌓기부(H>6.0m)의 비탈면 전구간에 적용한다.
- ② 깎기부의 토사비탈면 구간에 적용한다.
- ③ 깎기 및 쌓기 공사기간중 최종 비탈면보호시설의 완료시까지 강우 등에 대한 비탈면유실 및 침식방지가 필요하다고 판단되는 구간에 실시한다.

i-2. 가도수로 설치(m)

- ① 깎기부 및 쌓기부의 도수로 설치 예정구간에 실시한다.
- ② 도로종단선형 Sag(凹)지역 및 깎기·쌓기경계부의 쌓기구간에 보강 설치한다.

j. 녹지대떼(m<sup>2</sup>)

- ① 녹지대는 녹지대떼를 심는다.
- ② 비탈면 거리로 면적을 산출한다.
- ③ 비탈면 고르기, 떼심기 등은 단가에서 일괄 계상한다.

k. 덩굴식물 식재공(주)

- ① 흙깎기, 비탈면녹화는 토질(암질) 특성상 절리 풍화가 없고 양호한 암반비탈면은 덩굴식물 식재공으로 적용.
- ② 주당으로 수량을 산출한다. (1~2m 간격으로 설치)
- ③ 지역여건에 따라 줄사철, 등나무 등을 사용할수 있다.

l. 골파기과종(m<sup>2</sup>)

- ① 흙깎기 비탈면중 특수지역, 마사토지역일 경우 골파기를 실시하고, 해당공법에 대한 수량을 산출할 수 있다.

m. 자생종묘식재(주)

- ① 주변생태환경에 어울리는 자생식물군락이 조성될수 있도록 한다.
- ② 두꺼운 식생기반재와 함께 시공되도록 하여야 한다.
- ③ 주당으로 수량을 산출한다.

※ 산림복구비(부대공에서 일괄처리) 토취장 허가시 해당 시, 군 협의결과를 반영한다.

- 토취장 사용시 산림복구 면적에 따른 비탈면 녹화 수량 반영
- 평떼 및 잣나무 등을 식재하도록 반영한다.
- 잣나무 등 식재 기준을 반영한다.(수고 h=1.0m 기준, 50m<sup>2</sup>당 1주)
- 수량의 150% 적용한다.

n. 비탈면 녹화 시험시공 모니터링

- ① 현장여건에 따라 비탈면녹화 시험시공 모니터링비가 반영되도록 한다.
- ② 시험시공비용은 사업구간 4km 범위 내에서 1회를 설계에 반영하고 시공단계에서 조정 적용할 수 있다.

o. 비탈면 안정검토비

일반 깎기비탈면(연직높이 20m 미만)은 깎기가 완료되는 시점 전에 1회 이상 반영하고, 대규모 깎기비탈면(연직높이 20m 이상)은 중간정도 높이(약 20m 내외)까지 깎았을 때 1회, 깎기가 완료되는 시점에서 1회 이상을 반영한다.

p. 흙깎기 비탈면 현황도 작성비

- ① 현장여건에 따라 흙깎기 비탈면 현황도와 전개도 작성비가 반영되도록 한다.
- ② 흙깎기 비탈면 1,000㎡이하, 1,000~3,000㎡, 3,000㎡이상으로 구분하여 수량을 산출한다.
- ③ 터널갱구부의 경우 배면, 우안, 좌안 구분하여 작성한다.

## 2. 구조물 보호공

- 1) 식생에 의한 보호공만으로 비탈면의 안정이 유지될 수 없을 경우에 적용하여 수량을 산출한다.
- 2) 비탈면의 경사를 급하게 해서 깎기면적을 줄이고 자연환경의 훼손을 최소화 시켜 비탈면의 안정을 확보하고자 할 경우에 적용한다.

| 구분      | 보호공  | 비고                                     |
|---------|--|--|
| 흙쌓기 비탈면 | 비탈면 돌망태공 등   | 토사가 유출할 위험성이 있을 경우                     |
|         | 보강토공법, 보강토 옹벽공법, 개비온옹벽, 돌붙임공 등                       | 지형적 제약을 받아서 흙쌓기 안정 비탈면 경사를 확보할 수 없는 경우 |
| 흙깎기 비탈면 | 콘크리트 블록 격자공, 모르타르 뿔어 붙이기공, 블록 붙임공 등                  | 비탈표면의 풍화, 침식 및 동상 등의 방지                |
|         | 현장타설 콘크리트 격자공, 콘크리트 붙임공, 비탈면 앵커공, 쏘일네일링공, 비탈면 록볼트공 등 | 비탈표면부의 붕락방지, 약간의 토압을 받는 흙막이            |
|         | 비탈면 돌망태공, 콘크리트 블록 정형공 등                              | 용수가 많은곳, 부등침하가 예상되는 곳                  |

a. 쌓기 비탈면 돌붙임

- ① 쌓기고가 3단 이상 구간에 적용한다.
  - ※ 단, 원지반 용수 또는 배수불량 등으로 쌓기재의 불안정이 예상될 경우 최하단에 돌붙임 등을 설치하여 안정되도록 하여야 한다.
- ② 편절편성 구간에 인접하여 있는 토공구간은 전후구간의 평면계획을 고려 비탈면 돌붙임등을 설치하여야 한다.
- ③ 3단 이상 흙쌓기구간 비탈면은 비탈면안정 및 침윤선 검토 후 적용여부를 결정 하여야 한다.

a-1 돌붙임공(㎡) : ① 면적으로 수량을 산출한다.

a-2 돌붙임 기초공(m) : ① 연장으로 수량을 산출한다.

b. 콘크리트 붙임공(m<sup>2</sup>)

- ① 절리가 많은 암석이나 낭떠러지 등에서 붕낙이 염려가 있는 경우에 사용한다.
- ② 장대비탈면이나 급경사의 비탈면에서는 철망, 철근을 넣음과 동시에 활동 방지를 위한 턱이나 앵커를 둔다.
- ③ 철근콘크리트 붙임공은 1:0.5 정도의 경사, 무근콘크리트 붙임공은 1:1 정도의 경사에 적용하며 두께는 20cm로 면적으로 수량을 산출한다.

c. 콘크리트 블록 격자공(m<sup>2</sup>)

- ① 용수가 있는 흙깎기 비탈면, 장대 비탈면이나 표준경사보다 급한 흙쌓기 비탈면에서 상황에 따라 식생이 적합지 않는 곳, 혹은 식생을 실시하더라도 표면이 붕낙할 염려가 있는 경우에 적용한다.
- ② 경사가 1:0.8보다 완만한 비탈면에 적용하고 면적으로 수량을 산출한다.

d. 모르타르 및 콘크리트 뿔어붙이기 공(m<sup>2</sup>)

- ① 비탈면에 용수가 없고 당장 붕낙의 위험성은 없으나 풍화되기 쉬운 암석 또는 풍화해서 박리될 염려가 있는 암석이나 호박돌이 섞인 토사 등에서 식생이 적당하지 않는 곳에 적용한다.
- ② 뿔어붙이기 두께의 표준은 모르타르 뿔어붙이기공에서는 5~10cm, 콘크리트 뿔어붙이기 공에서는 10~20cm를 적용한다.
- ③ 뿔어붙이기 두께는 비탈면의 상황과 기상 변화가 격심한 지역에서는 10cm 이상의 두께로 뿔어붙이기 면적으로 수량을 산출한다.

e. 비탈면앵커공

- ① 경암 또는 연암의 비탈면에 있어서 암반의 절리 등이 있어 붕괴할 염려가 있는 경우나 불안정한 암반 비탈면의 안정을 꾀할 경우에 사용한다.
- ② 앵커공은 단독으로 사용하는 것보다 현장타설 철근 콘크리트 격자공, 옹벽, 말뚝공 등과 병용시키는 경우가 많다.
- ③ 앵커와 지반의 정착방식에 따라 다음과 같이 크게 3종류로 대별된다.

| 종 류 | 정 착 방 식  |
|-----|--|
| 마찰형 | 앵커 주변면과 기초와의 마찰저항에 의해 앵커 인발력을 기반에 전달한다.          |
| 지압형 | 앵커의 일부 혹은 대부분을 크게 넓혀 뚫고 앵커체 수동토압으로 앵커 인발력에 저항한다. |
| 복합형 | 마찰형 및 지압형의 복합형                                   |

e-1. 비탈면 어스앵커공(공)

- ① 비탈면 보호 및 경사조정을 요하는 구간에 적용한다.
- ② 수량산출은 비탈면 보강에 필요한 공수로 산정한다.

e-2. 비탈면 록앵커공(공)

- ① 깎기부 말파암 구간중 비탈면 보호를 요하는 구간에 적용한다.

② 수량산출은 비탈면 보강에 필요한 공수로 산정한다.

f. 록볼트공(공)

- ① Rock Bolt는 암반과 보강공과의 일체화 혹은 불연속면을 경계로 하여 암반이 일체화 되도록 보강하는 것을 목적으로 사용한다.
- ② Rock Bolt의 작용효과는 부재의 전단강도나 원지반과의 인발저항에 의한 직접적인 원지반의 보강뿐만 아니라 간접적인 원지반의 물성을 강화하는 효과도 있으므로 보강토공법과도 유사하다.
- ③ 일반적으로 Rock Bolt를 사용하는 경우에는 비탈면표면의 얕은 위치에 견고한 암반이 존재하여야 하며 정착력을 정확히 추정하는 것은 곤란한 경우가 많기 때문에 사전에 인발시험을 실시하여 정착력을 확인하는 것이 중요하다.
- ④ 록볼트공은 일반적으로 암반 보강 기구에 의한 분류에서는 ㉠접속식, ㉡전면 접촉식, ㉢ 및 ㉣의 병용식으로 나누어진다. 비탈면에 사용하는 경우는 전면 시멘트 접촉형이나 전면 수지 접촉형 등의 접촉제를 사용하는 것이 광범위한 지질에 적용할 수 있다.
- ⑤ 깎기부 발파암 구간중 비탈면 보호를 요하는 구간에 적용한다.
- ⑥ 수량산출은 비탈면 보강에 필요한 공수로 산정한다.

g. 비탈면 돌망태공(Gabion)( $m^3$ )

- ① 비탈면 돌망태공은 비탈면에 용수가 있어서 토사가 유출할 위험성이 있는 경우, 또는 붕괴한 곳을 복구할 경우, 동상으로 비탈면이 붕괴할 위험이 있는 경우, 흩썩기 비탈면이 수로와 접하는 경우에 사용한다.
- ② 돌망태는 일반적으로 호안, 교대, 교각의 세굴 방지나 비탈면에 용수가 많은 장소 등에 사용한다. 또한, 변형이 쉽기 때문에 동상 대책으로서도 유효하며, 한랭지의 비탈면공으로도 사용할 수 있다.
- ③ 돌망태를 차도에 가깝고 경사가 급한 곳에 사용할 경우는 장래 철선의 부식으로 인해 돌이 떨어져서 낙하할 수 있기 때문에 현장여건을 고려하여 면적으로 수량을 산출하여야 한다.

h. 쏘일네일링공( $m^3$ )

- ① 지반의 전단 또는 활동 저항력을 증대시키기 위한 방법으로 원지반 자체 강도를 증가시키기 공법이다.
- ② 철근이나 강봉을 가상파괴면보다 깊게 비탈면내에 삽입하여 비탈면의 안정효과를 갖는 공법으로 최근 많이 사용되고 있는 공법중의 하나이다.
- ③ 비탈면 보호 및 경사조정을 요하는 구간에 적용한다.
- ④ 수량산출은 면적으로 산정한다.
- ⑤ 토사, 리핑암, 연암으로 구분하여 수량을 산출한다.

i. 수평배수공

- ① 설계 시에는 비탈면의 용수 및 누수에 대한 정확한 정보가 없어 수평배수공의

설치에 대한 정확한 위치선정이 어려운 상태이므로 수평배수공의 개략적인 위치 및 수량만을 산정하고 최종 설치위치는 용수유무, 지형적 조건, 지반조건 등을 고려하여 시공 중에 결정한다.

- ② 설계 시에 수량산정을 위한 침윤선 해석을 수행할 수 있으나 해석을 미실시한 경우는 수평배수공을 50m<sup>2</sup>당 1개 정도 반영한다.
  - ③ 설계도서에 수평배수공의 최종 설치위치, 범위, 간격 등은 시공 중 제반 지반조건 등을 확인 관찰 후 결정할 수 있도록 명기한다.
- j. 상기공법 외 적용공법은 별도의 수량을 산출하여 계상한다.

### 3.03 배수공

## 1. 일반사항

### 가. 일반사항

- 1) 수량산출은 공종순으로 하고 각 공종마다 집계표를 작성하여 공종앞에 첨부한다.
  - A. 터파기공
  - B. 측 구 공
  - C. 배수관공
  - D. 암 거 공
  - E. 기 타 공
- 2) 수량산출은 산출근거에는 소수점 2자리로 계산하여 계에는 소수점 한자리까지 산출하고 이하 절사한다.

단, 강재, 철근 등은 소수점 3자리까지 산출한다.
- 3) 유용토 및 공제토
  - A. 유 용 토  
측구공, 배수관공, 암거공, 기타공 등의 잔토유용  
※ 단, 배수공 소구조물(노건다이크 집수거, 도수로용 집수거, 쌓기부 도수로, 깔기부 도수로, 산마루측구)은 잔토처리  
◦ 사유 : 공정상 토공 또는 포장공 완료 후 시공하므로 현장유용이 불가능
  - B. 공 제 토
    - 가) 배수관공 : 구체, 날개벽은 노상, 노체 구분 공제
    - 나) 암 거 공 : 구체, 날개벽은 노상, 노체, 포장부 구분공제
    - 다) 기타공(집수정) : 노상, 포장부 구분 공제
- 4) 콘크리트 수량은 무근, 철근 콘크리트로 구분 산출 집계한다.
- 5) 각 공종별 수량은 반드시 당해 공종의 단가 구성을 확인하여 중복 계상하지 아니한다.

## 2. 터파기공

### 가. 터파기공

육상, 수중, 용수구간으로 각각 구분하고 높이별 토사, 리핑암, 발파암으로 구분 산출한다.

- 1) 측구터파기
  - 토사측구(토적표수량) 각종측구, 맹암거, 기타 터파기 등에 적용한다.
- 2) 구조물 터파기
  - 배수관, 집수정, 암거 및 수로보호공, 연약지반 등에 적용한다.
  - 깊이는 1m 단위로 구분한다.
- 3) 되메우기
  - 다짐 및 비다짐으로 구분한다.(살수비 삭제)

### 3. 측구공

- 모든 측구는 단위수량을 산출하며, 위치를 표시하고 연장별로 산출한다.
- 모든 측구는 배수가 용이하도록 위치와 규격을 정확히 선정하여 설치한다.
- 쌓기부 하단에 설치하는 토사 측구는 횡단면도에서 각 단면별로 수량을 산출하여 측구 터파기에 삽입한다.

#### 1) L형 측구

- 깔기부에 설치하며 형식별로 구분하여 산출한다.
- 콘크리트 (m<sup>3</sup>) : 콘크리트 표준시방서의 굵은 골재 최대 치수 참조  
(쌓기부 측구는 소형 콘크리트로 산출)
- 거푸집 (m<sup>2</sup>) : 합판 4회
- 되메우기 (m<sup>3</sup>)  
    깔기부 L형 측구는(H=1.0m 이상) 배후침투수와 배수를 원활히 하기 위해 양질의 재료(투수성)로 되메우기 한다. (L형측구 형식 2, 3은 측구상단에서 30cm의 여유를 두고 되메우기)
- 비닐깔기 : 여유폭 양쪽 10cm로 산출한다.
- L형측구 형식-1, 2와 성토부 L형 다이크는 기계타설을 원칙으로 한다.(단, 현장여건에 따라 부득이한 경우 인력타설로 할 수 있다)

#### 2) 토사측구

- 횡단면도 토적표상에서 계상한다.

#### 3) V형 측구

- 형식별로 구분하여 산출한다.
- 수축줄눈은 6.0m 간격으로 산출

#### 4) U형 측구

- 주변여건을 감안하여 형식별로 구분하여 산출한다.
- 콘크리트 (m<sup>3</sup>)
- 거푸집 (m<sup>2</sup>) : 합판 4회 (형식 - 1, 2, 3)
- 철근 (ton) : 표준도 참조
- 스틸그레이팅 (ea) : 1,000 × 430

#### 5) 산마루 측구 (토사구간, 암구간 구분)

- 형식별로 구분하여 산출한다.
- 수축줄눈은 6.0m 간격으로 산출
- 지형여건 및 토질조건 등에 의해 거푸집 설치가 곤란하거나 불필요하다고 판단될 경우 배면 거푸집의 적용 여부를 조정할 수 있다.  
(토사구간 : 배면거푸집 적용, 암구간 : 배면거푸집 미적용)

#### 6) 맹암거

- 맹암거의 종류는 5개 형식으로 구분하고 지형여건에 따라 토사구간 암구간 및 깎기, 쌓기 경계부, 지하수 유출 및 용수다발 예상지역에 따라 형식별로 구분하여 산출한다.

\* 채움재는 동상방지층재로 한다.

(현장여건에 따라 발주처 협의 하에 시방기준을 만족하는 재질로 대체할 수 있음)

7) 소단측구

- 깎기부 높이 20m 지점에 설치하는 소단측구는 연장별로 산출한다.
- 현장타설콘크리트 적용(펌프카 사용)하고 콘크리트는 강도 21MPa(25m/m)로 한다.

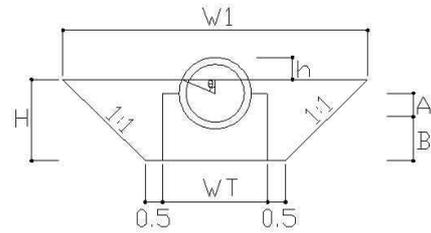
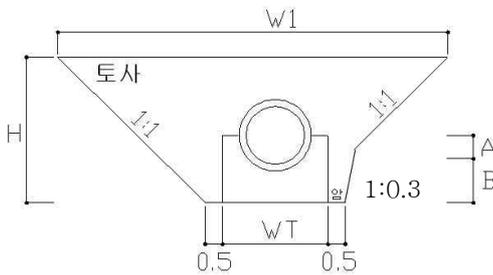
4. 배수관공

가. 배수관공

- 1) 토피고 H=6m 이하와 H=6m 이상으로 구분하여 산출하며 표준도의 단위 물량을 검토하여 위치 및 규격별로 산출한다.
- 2) 배수관의 터파기 및 되메우기

A. 터파기  $H \geq A \times 2 + B$

B.  $A + B <$  터파기  $H < A \times 2 + B$



$$\theta = \cos^{-1} \frac{A-h}{A}$$

◦ 터 파 기 :  $(WT+1.0+W1) \div 2 \times H \times \text{연장}$  (H: 배수구조물 횡단면도상의 H의 평균치)

※ 터파기 적용 경사

- ① 토 사 : 1 : 1.0
- ② 풍화암 : 1 : 0.5
- ② 발파암 : 1 : 0.3

◦ 되메우기 : 1. 터파기  $-\left\{ \frac{\pi \cdot A^2}{2} + (A+B) \times WT \right\} \times \text{연장}$

$$2. \text{터파기} - \left\{ \left\{ \frac{\pi A^2}{2} + (A+B) \times WT \right\} + \left\{ \frac{2\theta \pi A^2}{360} - \frac{A \sin \theta \times (A-h)}{2} \times 2 \right\} \right\} \times \text{연장}$$

◦ 유용토 = 터파기-되메우기 (수중터파기 일때는 유용토 = 80%)

- 3) 배수관의 관제작 콘크리트는 25-27-15(8), 기초 콘크리트 40-21-15(8) 관이음 물탈은 1:2, 관제작 거푸집은 철재거푸집, 기초거푸집은 합판6회로 한다.
- 4) 배수관 연장은 배수구조물 횡단면도상의 연장에서 단위 m로 절상하되, 3% 할증한 연장으로 하며 가능한 한 본당으로 수량 산출한다. (단, 기초 콘크리트, 배수토

공은 횡단상의 연장에서 단위 m로 절상한 연장을 적용한다.)

5) 배수관 날개벽 및 면벽수량은 표준도의 단위수량을 참조하여 개소별로 산출한다.

※ 배수관 시공연장과 흙관 구입본수 구분(m≠본)

6) 배수관 날개벽의 콘크리트는 25-21-150(80)으로 하고, 횡배수관의 날개벽 거푸집은 합판 3회, 종배수관의 면벽은 합판 4회로 한다.

7) 집수정은 배수관에 부착하는 집수정과 흙짜기부 도수로 하단부의 집수정, L형측구 종배수관 연결 집수정, 암거에 부착하는 집수정 등을 모아 형식별로 수량산출 한다.

8) 철근콘크리트 집수정, 스틸그레이팅설치 집수정은 25-21-150(80)로 하고 집수정은 25-18-150(80)로하며, 거푸집은 합판 3회, 뚜껑을 설치하는 집수정의 뚜껑은 통과하중 DB-24에 변형 파괴되지 않는 스틸그레이팅 재료로 하며, 뚜껑 및 받침대를 포함하여 1조로 수량 산출한다.무근콘크리트9) 가배수관은 유용시 손율은 다음의 기준을 적용한다.

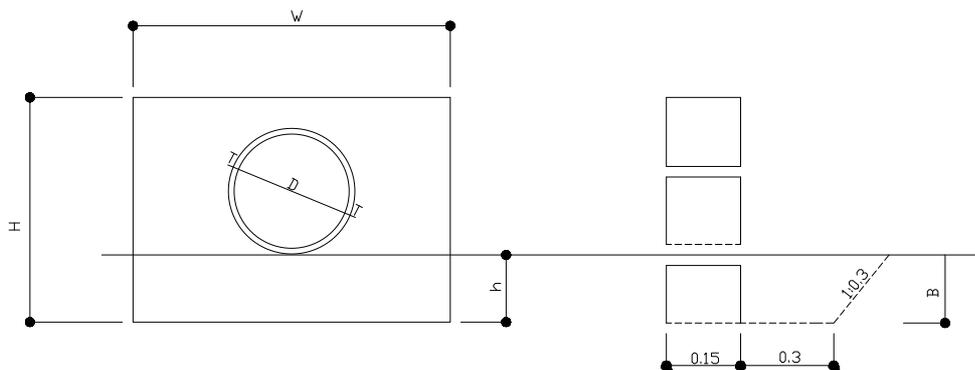
9) 가배수관은 유용시 손율은 다음의 기준을 적용한다.

| 구분 \ 사용기간별 | 3개월미만(%) | 6개월미만(%) | 1개년미만(%) | 1개년이상(%) |
|------------|----------|----------|----------|----------|
| 손율(흙관)     | 80       | 100      | 100      | 100      |

10) 거푸집

◦ 기 초 : 합판 6회, 날개벽 : 합판 3회

A. 면벽공 단위물량



① 터파기

$$(0.9+B \times 0.3) \times B \times W \times 1/2$$

② 되메우기

$$(0.6+B \times 0.3) \times B \times W \times 1/2$$

③ 유용토(토사측구 및 답구간 표토제거는 전량유용 그외는 90%)

$$(터파기 - 되메우기)$$

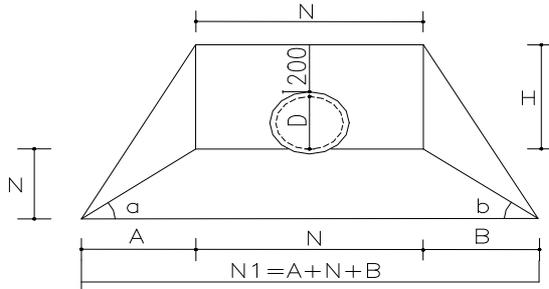
④ 거푸집

$$2 \times (H \times 0.15) + 2 \times [W \times H - \{\pi \times (D + 2T) \times 1/4\}]$$

⑤ 콘크리트

$$H \times 0.15 \times W - 0.15 \times \{\pi \times (D + 2T) \times 1/4\}$$

B. 배수관 날개벽 공제단위 수량



$$H = D + T + (0.2m)$$

$$Z = H \times S \quad (S = \text{경사})$$

$$A = \frac{Z}{\tan \alpha} \quad B = \frac{Z}{\tan \beta}$$

① 공제때

$$\frac{N + N_1}{2} \times H \times \sqrt{(1 + S)^2}$$

② 공제토

$$\frac{H \times Z \times N}{2} + \frac{H \times Z \times (A + B)}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{H \times Z \times (3N + A + B)}{6}$$

## 5. 압 거 공

### 가. 압 거 공

#### 1) 구 체

##### ① 터파기(m<sup>3</sup>)

도면 참조

○ 물이 있는 경우, 물푸기를 고려한 터파기는 용수터파기로 하고 물푸기를 고려하지 않는 경우는 수중터파기로 함.

○ 발파암 터파기 경사는 1:0.3 경사를 적용한다.

(단, 풍화암의 경우 1:0.5)

○ 원지반 아래는 되메우기 및 뒷채움으로 계상한다.

○ 연약지반구간은 원지반 하부를 기준으로 계상한다.

##### ② 뒷채움(m<sup>3</sup>)

- 상부슬라브가 노상 마무리면 으로부터 1.2m 이내에 있을 경우와 지하수가 용출되는 지역, 기초지반이 연약지반인 경우는 양질의 막자갈 또는 승인된 조립재료 (SB-1)를 사용하여 뒷채움을 한다.
- 뒷채움시 암거 측벽부 뒤에 쉼기모양으로 층층이 펴갈고 충분히 다져야 하며 암거 뒷채움의 시공은 본체 양면이 동시에 같은 높이가 되도록 하여야 한다.
- ※ 암거의 뒷채움은 도로횡단면과 위치관계를 고려하여 CASE별로 적용한다.

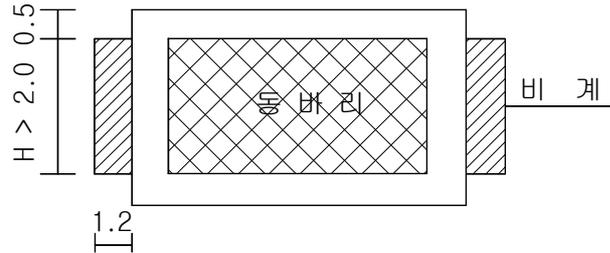
| (CASE I)                                   | (CASE II)   | (CASE III)  |
|--|---|---|
| <p>암거 상단이 노상내에 있는 경우는 노체 상단까지만 뒷채움 한다.</p> | <p>암거 상단이 노상 마무리면에서 1.2m 이내인 경우는 암거 상단까지만 뒷채움 한다.</p> | <p>암거 상단이 노상 마무리면에서 1.2m 이상인 경우는 되메우기로 하고 뒷채움과 동등한 수준으로 다짐한다.</p> |

☞ 본 내용은 도로공사 표준시방서 제2장 토공사 및 제5장 배수공사의 되메우기 및 뒷채움편 참조

- ③ 유용토( $m^3$ )
  - 유용토는 육상터파기 전부와 수중터파기 80%를 유용한다.
- ④ 콘크리트( $m^3$ )
  - 구체 : 25-24-15(8), 버림 : 콘크리트 25-16-15(8)
- ⑤ 거푸집( $m^2$ )
  - 합판3회(구체 및 날개벽)
  - 합판6회(기초)
  - 통로Box 노출면(구체, 날개벽)은 코팅거푸집 또는 문양거푸집을 사용
- ⑥ 동바리( $m^3/공$ ) 및 비계( $m^2$ )
  - 동바리
    - 암거의 경우 내공 H에 관계없이 전체 계상

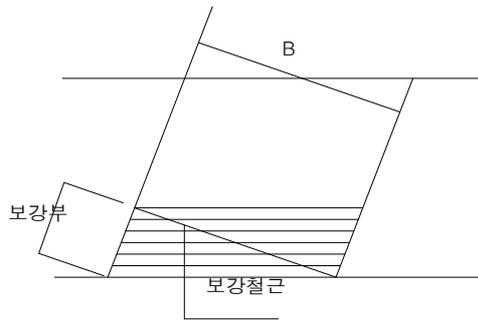
○ 비계

- 압거 구체높이가 2.0m 이상일 경우에 적용하며, 수량은 압거 구체 기초 상 단선을 기준으로 계상하되 현지 여건에 따라 조정할 수 있다.
- 비계설치 폭은 강관 : 1.2m, 목재 : 1.0m



⑦ 철근(ton)

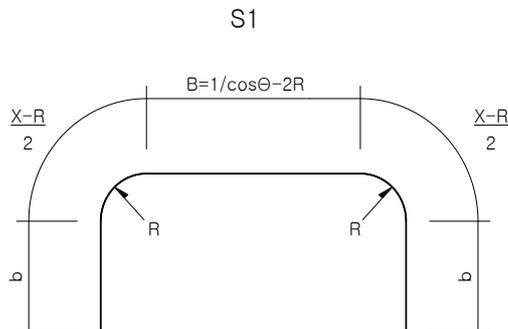
- 도면참조
- 사각 15°이상인 압거는 반드시 보강철근을 가산한다.  
(SKEW 보강철근 산출방법)
- 할증제외된 물량으로 계산한다.



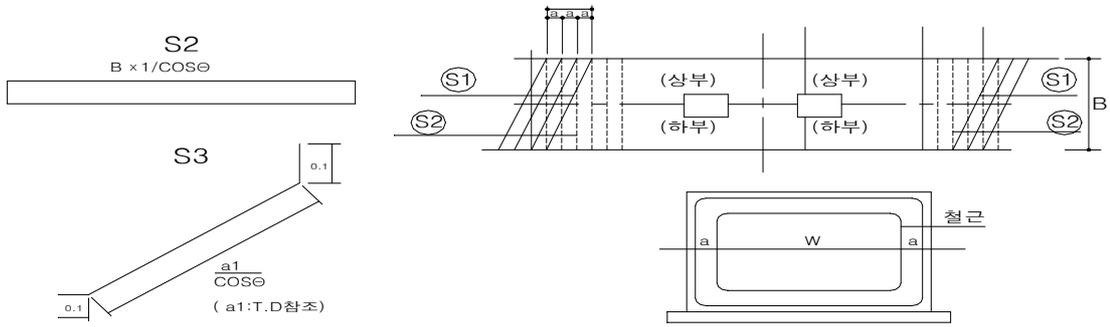
- B : 주철근 중심에서 중심까지
- 보강철근 규격 및 간격은 본체 보강부의 철근과 동일

주철근 간격 : a. 보강길이 :  $X = B \times \tan\theta$

- 개소당 : SKEW 보강철근 계수 :  $\left(\frac{X}{a} + 1\right)$  개
- 철근상태

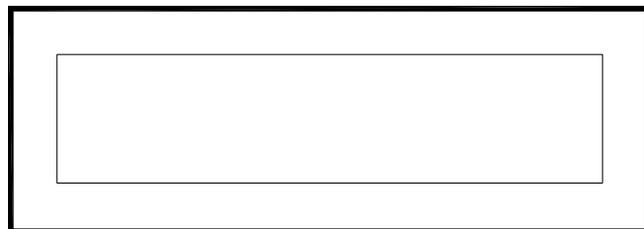


- S1 : S1과 동일한 직경
- S2 : S2와 동일한 직경
- S3 : 현치철근(상·하단 공통)



⑧ 아스팔트 코팅(m<sup>2</sup>)

- 통로암거 외벽의 상면과 측벽에는 아스팔트 코팅 2회로 한다.
- 수량은 면적(m<sup>2</sup>)으로 산출한다.
- ※ 수로암거 제외



< 아스팔트 코팅 >

⑨ 가 도

- 필요시 계상(수량산출서에 약도 명기)
- 토공 또는 필요시 보조기층 20cm 포설

⑩ 접속슬라브설치

- 접속 슬라브의 길이는 뒷채움 상단폭(B) + 0.5m
- 콘크리트 : 구체 25-24-15(8)

버림 25-16-15

⑪ 암거타설

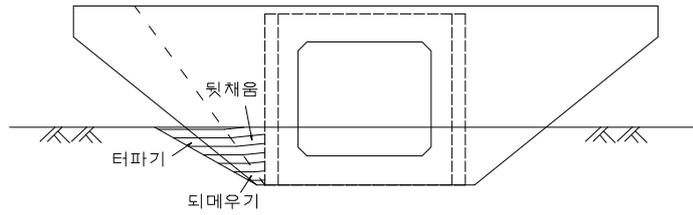
- 저관 : 현장(인력) 타설
- 구체 : 펌프카 타설

⑫ 신축 및 시공줄눈 이음위치

- 측벽에 직각으로 하는 것을 원칙으로 하되, 표피두께가 얇을 경우에는 중앙 분리대 위치 또는 차선표시 방향으로 한다.
- 이음부는 충분한 방수처리를 하여야 한다.

⑬ 통로암거 설치시 우수 등의 침투방지를 위하여 Notch를 설치한다.(수로암거제외)

## 2) 날개 및 면벽



① 터 파 기( $m^3$ ) :윗 그림참조

② 되메우기( $m^3$ ) 및 뒷채움 : 암거공 ②항 참조

③ 유 용 토( $m^3$ )

④ 공 제

노체( $m^3$ ), 줄떼( $m^2$ )

⑤ 콘크리트( $m^3$ )

구체 : 25-24-15(8),

버림 : 25-16-15

※ 현장별 구조계산시 조정 사용

⑥ 거푸집( $m^2$ )

○ 합판3회(날개포함), 합판6회(기초)

⑦ 비계( $m^2$ )

⑧ 배수구(ea)

○ 2m마다  $\phi 50m/m$  PVC PIPE(도면 참조)

⑨ 날개벽 연장

○ 통로암거와 현장 여건상 법면유지를 위하여 필요시 날개벽을 법면쪽으로 감아 돌려 연장해야 한다.

⑩ 공제토( $m^3$ )

○ 수로암거 및 통로암거

⑪ 철 근(ton)

○ 날개벽, 면벽(도면참조)

○ 암거 연장이  $L=8m$  이상일 경우 배력 철근의 이음철근량은 수량산출시 계산한다.

## 나. 물푸기공

### 1) 토 사

① 터파기(굴삭기 0.7m<sup>3</sup>) :  $Q=49.90\text{m}^3/\text{hr} \div 1.5 = 33.27\text{m}^3/\text{hr}$

② 토사물푸기시간 : 토사수중, 터파기량(m<sup>2</sup>) $\div 33.27\text{m}^3/\text{hr} = ( \quad )\text{hr}$

### 2) 리핑암

① 착암기 :  $Q1=0.159\text{hr}/\text{m}^3 \times 1.5 = 0.238\text{hr}/\text{m}^3$

② 집 토(굴삭기 0.7m<sup>3</sup>) :  $Q2 = 34.19\text{m}^3/\text{hr} \div 1.5 = 22.793\text{m}^3/\text{hr}$   
 $= 0.044\text{hr}/\text{m}^3$

$Q2 = Q1+Q2 = 0.282\text{hr}/\text{m}^3$

리핑암 물푸기시간 : 리핑암 수중터파기량(m<sup>3</sup>) $\times 0.282\text{hr}/\text{m}^3 = ( \quad )\text{hr}$

### 3) 발파암

① 착암기 :  $Q1=0.483\text{hr}/\text{m}^3 \times 1.5 = 0.724\text{hr}/\text{m}^3$

② 집 토(굴삭기 0.7m<sup>3</sup>) :  $Q2 = 18.41\text{m}^3/\text{hr} \div 1.5 = 12.273\text{m}^3/\text{hr}$   
 $= 0.081\text{hr}/\text{m}^3$

$Q2 = Q1+Q2 = 0.805\text{hr}/\text{m}^3$

발파암 물푸기시간 : 발파암 수중터파기량(m<sup>3</sup>) $\times 0.805\text{hr}/\text{m}^3 = ( \quad )\text{hr}$

A. 터파기 물푸기 시간 : 1)+2)+3) = (  $\quad$  ) hr

B. 거푸집 조립, 철근조립 및 콘크리트 타설 = 24 hr

$\therefore$  총 물푸기 시간 : A+B(24 hr) = (  $\quad$  )hr

## 다. 암거확장 및 신설 이음부

1) 확장암거의 연결부는 접합부의 면정리를 한 후, 신규이음 접합시 지수판 및 앵커를 설치하고 부등침하 방지를 위하여 암거보강판을 설치하며, 저판부에 다웰바(C.T.C 150 L=1000)를 설치한다.

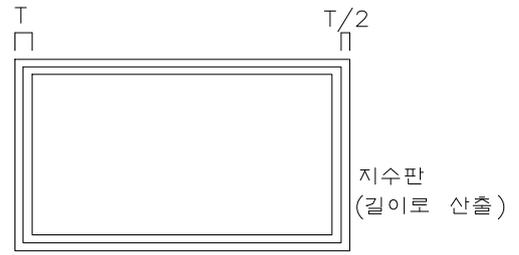
2) 신설암거 연장이 15m이상일 경우에 차로부를 피해서 15~20m 등간격으로 지수판을 설치하고 저판부에 다웰바(C.T.C 150 L=1000)를 설치한다.

라. 기초 지반보강은 다음과 같이 구분하여 설치한다.

### 1) 일반구간

① 쌓기부 : 지반의 지지력이 불균일한 지역에 부등침하를 방지할 수 있는 재료로 두께30cm 부설

② 깎기부 : 용수가 없고 충분한 지지력이 확인될 때는 지반보강 불필요



2) 연약지반 : 환토 등의 연약지반 처리공법으로 처리한 후 압거 보강판을 설치

## 6. 기 타 공

### 가. 수로보호공

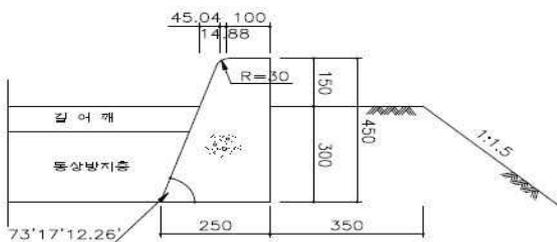
- 1) 현장여건에 따라 수로이설을 하거나 보호공이 필요시 콘크리트 수로, 찰쌓기, 찰붙임 호안블럭으로 한다.
- 2) 토사, 수로이설의 물량에서 뚝쌓기와 줄떼 물량은 토공으로 이월한다.
- 3) 배수관 및 암거의 유출구앞에 설치한 END-SILL을 수로보호공에서 산출집계 한다.
- 4) 찰쌓기, 찰붙임은 전개도를 작성하고 표준도는 참조단면을 그리며, 단위수량은 산출위치 및 공종별로 집계표를 작성한다.

### 나. 다이크

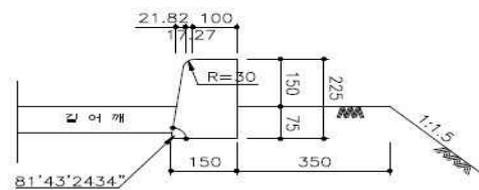
- 1) 쌓기구간에 설치하며 길이로 산출한다.
- 2) 기계타설을 원칙으로 하되 현장여건을 고려하여 콘크리트 타설 및 기성제품(P.C)으로 적용할 수 있다.

### <다이크 형식>

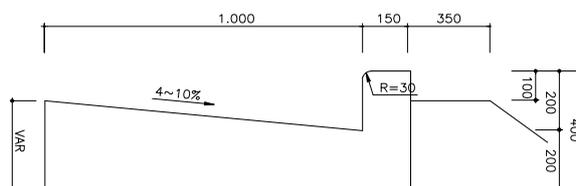
(형식-1)



(형식-2)



(형식-3)



**다. 반월관**

- 1) 접합부(2.5m 간격)에는 기초 콘크리트로 보강한다.
- 2) 콘크리트는 25-21-15(8), 거푸집은 합판 4회로 한다.

**라. 길어깨다이크용 집수거**

- 1) 다이크용 집수거 설치간격은 종단경사 및 다이크의 용량을 고려하여 설치한다.

**마. 도수로용 집수거**

- 1) 흙깔기 및 흙쌓기 배수관용을 총괄집계한다.
- 2) 콘크리트 25-21-15(8), 거푸집 합판 4회로 한다.

**바. 흙쌓기부 도수로**

- 1) 흙쌓기부 도수로는 현장타설로 적용한다.
- 2) 콘크리트 25-21-15(8), 거푸집 합판 4회로 한다.

**사. 흙깔기부 도수로**

- 1) 흙깔기부 도수로 연장이 10m 이상일 때는 철근콘크리트로 타설
- 2) 콘크리트 25-21-15(8), 거푸집 합판 4회로 한다.
- 3) 흙깔기부 도수로의 규격 결정은 유역면적을 고려하여 결정한다.

<도수로의 규격 산정>

| 형 식     | 규 격(m/m)  | 유 역 면 적(m <sup>2</sup> ) |
|---------|-----------|--------------------------|
| 형 식 - 1 | 300 × 250 | 10,000이하                 |
| 형 식 - 2 | 400 × 350 | 10,000 ~ 18,000          |
| 형 식 - 3 | 500 × 450 | 18,000 ~ 30,000          |
| 형 식 - 4 | 600 × 500 | 30,000 ~ 40,000          |

**아. 노면배수공**

- 1) L형 측구(U형 측구) 연장이 긴 구간(흙깔기부)에서 L형 측구(U형)만으로 배수량이 과다할 때 L형 측구 하단부에 중 PIPE를 설치하여 배수한다.

※ 도수로 타입은 기성제품 및 콘크리트 라이닝 등의 단가를 비교 검토 후(시공성 포함) 적용한다.

**자. 도면작성(도면참조)**

**차. 기존 배수관 및 암거폐쇄**

- 1) 확장공사 등으로 인하여 부득이 기존 배수관 및 암거 폐쇄시 배수관 및 암거 상단부를 절단하고 콘크리트(fck=16MPa)를 채운다.
- ※도로 완성면에서는 최소 1m 깊이까지 모든 구조물을 제거하되 포장층 두께가 1.0m를 넘을 경우에는 포장층 내의 모든 구조물을 제거

**카. 용수로공**

1) 용수개거는 지내력이 부족한 지반 및 연약지반의 경우 환토 및 잡석 등을 부설하며, 충분한 지내력이 확인될 때는 부설하지 않는 것으로 한다.

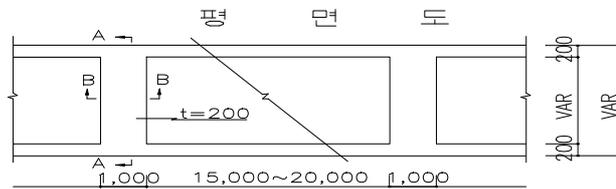
2) 유지관리용 사다리 및 버팀대 설치

① 유지관리용 사다리

용수개거 높이가 2.0m이상일 경우 용수로 출입을 위한 사다리를 설치하며, 사다리 관경은 19mm, 간격은 30cm로 하고, 재질은 아연도금 또는 스텐레스로 한다, 설치간격은 30m간격으로 지그재그로 설치한다.

② 유지관리용 버팀대 설치

용수개거 높이 및 폭원이 2.0m이상 되는 곳에는 C.T.C 15~20m 간격(폭원 B=1.0m)으로 설치하며 용수개거 상단부에 휨 모멘트 및 전단력이 발생하므로 보강철근을 설치한다.



3) 건조수축 온도, 부피 변화에 의한 구조물의 누수 및 균열방지를 위하여 지수관 및 신축이음을 15~20m 간격으로 설치한다.

**타. 기존배수관 접합 및 세척**

기존배수관과 신설되는 배수관의 연결시 원활한 연결 및 수밀성을 확보하기 위하여 접합부를 세척 후 연결 설치한다.

**파. 우수받이 및 연결관**

1) 우수받이는 표면수가 원활히 집수될 수 있도록 하향경사 변환점, 우수가 고이는 오목한 곳, 도로모서리 커브 시종점에는 반드시 설치하며 직선부의 경우 20~25m 간격으로 설치한다.

2) 유출구와 연결관의 접합부는 지수재 몰탈(1:2)을 빈틈없이 채워 수밀성을 확보해야 한다.

**하. 맨홀공**

1) 맨홀구체와 관의 접속부위는 지수재 몰탈(1:2)을 빈틈없이 채워서 수밀성을 확보

해야 한다.

- 2) 맨홀 내부 자재는 내 부식성이 강하고 누수가 최소가 되어야 한다.
- 3) 설치지점은 방향, 경사도 및 안지름이나 안폭이 변화하는 곳, 단층이 생기는 곳, 하수관로가 합치는 곳에는 반드시 설치한다.
- 4) 맨홀의 밑바닥에는 진흙 등 이물질이 침전시킬 수 있는 침전조(인버트)를 설치하여야 한다.
- 5) 맨홀 및 물받이에는 주철제 또는 철근콘크리트제 등으로 된 뚜껑을 설치한다.

#### 거. 수 문

현장여건 및 특성을 고려하여 수량산출한다.

#### 너. 낙차공(유속감속 방지턱)

하천의 경사를 완화하고 유속을 감소시킴으로써 흐름에 의한 세굴을 방지하여 하상의 안정을 필요로 할 경우 낙차공을 설치한다.

#### 더. 집수정

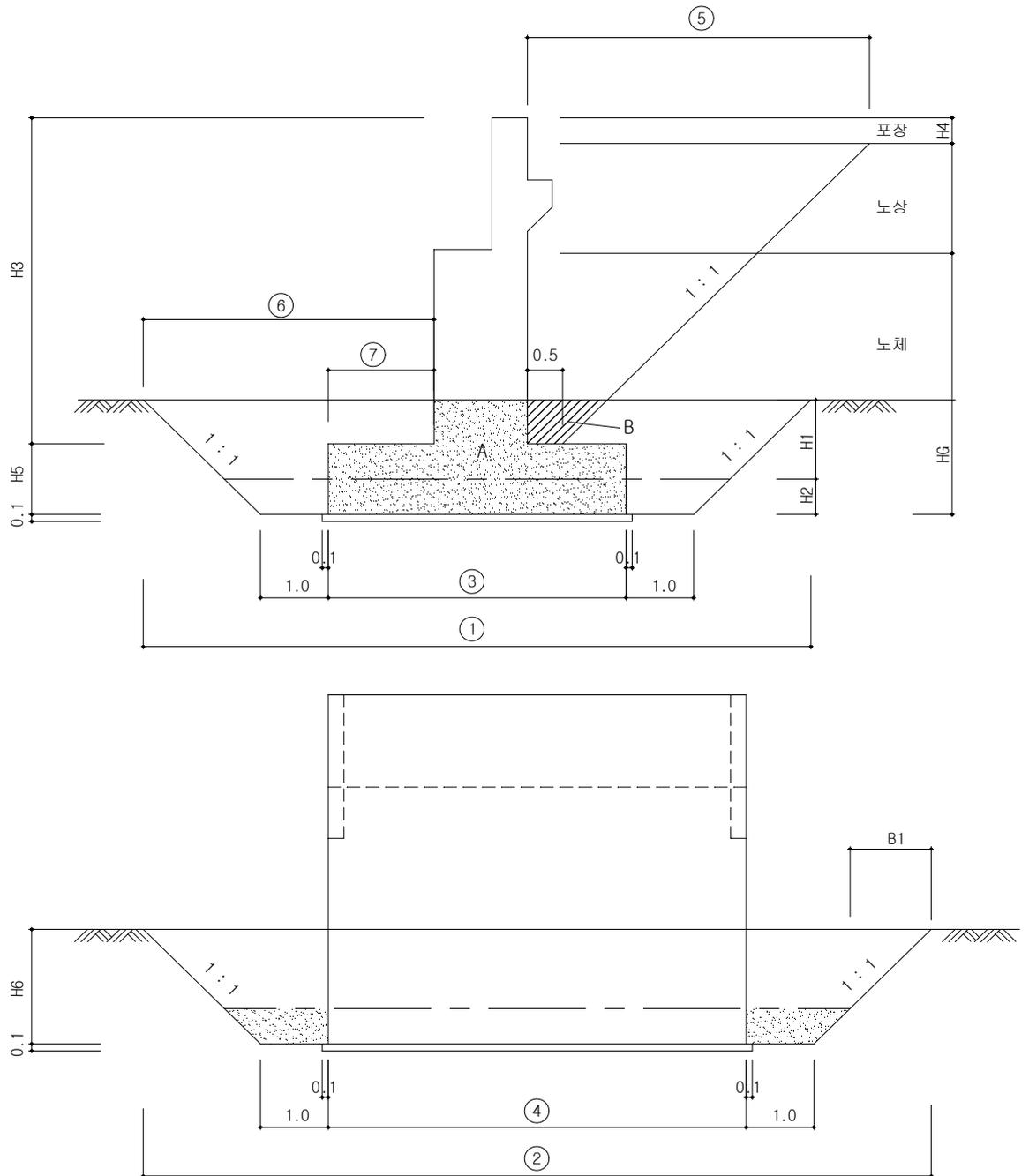
흙짜기 집수정의 경우 노면에 유입되는 유수를 방지하기 위한 유수방지턱을 설치한다.

## 3.04 구조물공

# 1. 토 공

## 가. 터파기 여유폭 기준

- 1) 교 량 : 1.0m
- 2) 암 거 : 0.5m
- 3) 측 구 : 0.3m
- 4) 용 벽 : 0.5m



가. 터파기 (m³)

1) 양단면 평균법 적용

2) 육상토사(0~4m)

$$[(\text{①} \times \text{②}) + \{(\text{①} - H1 \times 2) \times (\text{②} - H1 \times 2)\}] \times \frac{1}{2} \times H1 =$$

3) 육상토사(4m이하)

$$\{[(\text{①} - H1 \times 2) \times (\text{②} - H1 \times 2)] + [(\text{③} + 1.0 \times 2) \times (\text{④} + 1.0 \times 2)]\} \times \frac{1}{2} \times H2 +$$

$$\{(\text{③} + 0.1 \times 2) \times (\text{④} + 0.1 \times 2)\} \times 0.1 =$$

※ 토사구간은 0~4m, 4m 이상으로 구분하며 4m 이상은 2단 터파기로 산출한다.

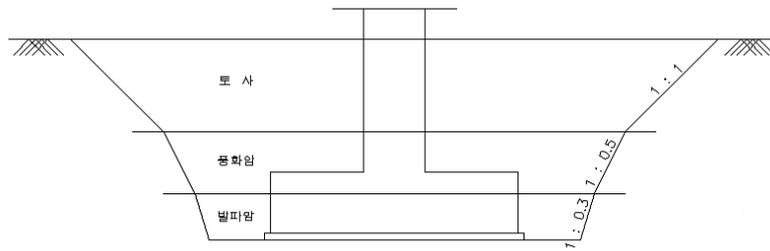
※ 수중터파기 및 용수터파기의 경우도 육상과 동일함

※ 각 토질별 터파기 경사

토 사 : 1:1.0 경사 적용

풍화암 : 1:0.5 경사 적용

발파암 : 지반 하단으로부터 1:0.3 경사 적용



4) 용수터파기

- SHEET PILE 및 가물막이 등의 설치와 물푸기가 반영된 경우

- 물이 용출은 되나 지면에 고이지 않는 상태

- 용출수가 많더라도 물푸기 등으로 용출수를 배제시켜 작업지역에 물이 고이지 않는 상태

※ 흙막이 비탈면 또는 원지반이 경사진 곳에서 구조물 기초터파기는 지반이 낮은쪽을 기준으로 기초상단이 1.0m 아래에 위치할 경우 장비의 운용성을 고려하여 낮은쪽 지반선보다 윗부분은 각기로 구분하여 수량산출 할 수도 있다.(아래도면참조)

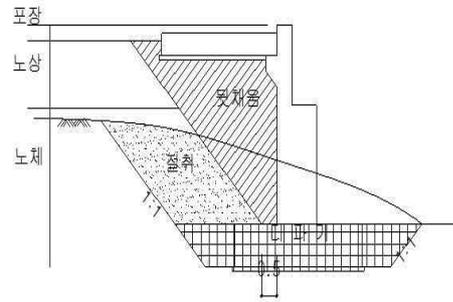
※ 기초저면 하단의 면고르기용 버림 콘크리트의 두께는 100mm를 표준으로 하되 기초 지지면의 굴곡이 심할 경우 현장여건에 따라 두께를 조정할 수 있다.

나. 뒷채움 : 제3장 배수공(5.암거공)의 뒷채움을 따른다.

$$(\textcircled{5}+0.5) \times \frac{1}{2} \times (H3-H4) = "X"$$

- 1) APPROACH SLAB 공제 : a m<sup>3</sup>
- 2) WING WALL 공제 : b m<sup>3</sup>
- 3) BRACKET 공제 : c m<sup>3</sup>

※ 포장선 이하에 포함되는 구체에 해당함



다. 세굴방지용 채움재(m<sup>3</sup>)

$$[\{(\textcircled{6}+\textcircled{8}) \times \textcircled{2}\} + \{\textcircled{6}+\textcircled{8} - (HG-H5)\} \times \{\textcircled{2} - (HG-H5) \times 2\}] \times \frac{1}{2} \times (HG-H5) - \{\textcircled{8} \times \textcircled{4} \times (HG-H5)\} =$$

※ 세굴방지용 채움이 필요한 경우에 세굴심을 산정하여 세굴폭, 사석 중량 및 직경 등을 계산하여 반영한다.

1) 확대기초의 경우 : 암구간은 암반선(풍화암)까지만

① 무근 콘크리트 : 25-18-15

2) 파일기초의 경우

② 사석채움

라. 유용토(m<sup>3</sup>)

지반선 이하의 구체 및 뒷채움의 체적

$$A+B="Y" \text{ 수중터파기 (유용토는 토공기준)}$$

※ 하천부 발생잔토는 유용토에서 제외하며, 필요시 하천관리청과 협의 후 유용한다.

마. 되메우기(m<sup>3</sup>)

$$\text{총터파기량} - ("Y" + \text{암채우기량}) =$$

바. 공제토(m<sup>3</sup>)

- 1) 노상 : 뒷채움, 구체, 날개벽 구체 및 외측부
- 2) 노체 : 뒷채움, 구체, 날개벽 구체 및 외측부

※ 모든 공제는 교량 시·중점을 기준으로 한다.

사. 줄떼공제(m<sup>3</sup>)

교량 시·중점에서 연석의 길이만큼 사면을 따라서 지반고까지 이어지는 경사면적으로 산출한다.

### 아. 물푸기(배수공 기준)

※ 교각 토공은 필요한 ITEM으로 교대와 동일하게 산출한다.

1) 암거는 24hr 기준(용수있는경우), 교량은 48hr 기준으로 적용한다.

- 표준타입에 대한 기준으로 현장여건에 따라 발주처의 승인을 득한 후 반영 가능

2) 반쪽씩 시공시 물푸기 시간 2배 계상한다.

#### ① 토사

○ 터파기(백호우 1.0m<sup>3</sup>) :  $\Theta = 42.18\text{m}^3/\text{hr} \div 1.5 = 28.12\text{m}^3/\text{hr}$

○ 토사 물푸기 시간 : 토사수중, 터파기량(m<sup>3</sup>) $\div$ 28.12m<sup>3</sup>/hr = ( )hr

#### ② 리핑암

○ 착암기 :  $\Theta_1 = 0.203\text{hr}/\text{m}^3 \times 1.5 = 0.305\text{hr}/\text{m}^3$

○ 집토(B/H 1.0m<sup>3</sup>) :  $\Theta_2 = 40.54\text{m}^3/\text{hr} \div 1.5 = 27.027\text{m}^3/\text{hr} = 0.037\text{hr}/\text{m}^3$

$\Theta = \Theta_1 + \Theta_2 = 0.342\text{hr}/\text{m}^3$

○ 리핑암 물푸기 시간 : 리핑암 수중, 터파기량(m<sup>3</sup>) $\times$ 0.342hr/m<sup>3</sup> = ( )hr

#### ③ 발파암

○ 착암기 :  $\Theta_1 = 0.203\text{hr}/\text{m}^3 \times 1.5 = 0.305\text{hr}/\text{m}^3$

○ 집토(B/H 1.0m<sup>3</sup>) :  $\Theta_2 = 18.68\text{m}^3/\text{hr} \div 1.5 = 12.453\text{m}^3/\text{hr} = 0.080\text{hr}/\text{m}^3$

$\Theta = \Theta_1 + \Theta_2 = 0.385\text{hr}/\text{m}^3$

○ 발파암 물푸기 시간 : 발파암 수중, 터파기량(m<sup>3</sup>) $\times$ 0.385hr/m<sup>3</sup> = ( )hr

A. 터파기 물푸기 시간 : ① + ② + ③ = ( )hr

B. 거푸집 조립, 철근 조립 및 콘크리트 타설 = 48(24)hr

C. 콘크리트 양생, 거푸집 해체 = (120)hr

∴ 총 물푸기 시간 : A + B + C = ( )hr

※ 가설공사 표준시방서, 제3장 거푸집 및 동바리 <표3.8> 참조

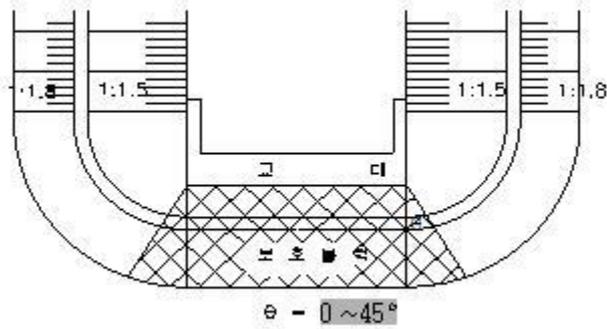
※ 단, 되메우기 시간을 고려할 필요가 있을시 발주처의 승인을 득한 후 반영 가능

### 자. 앞성토

앞성토 발생시 교량 시·종점 기준으로 하여 노체 성토 수량을 계산한다.

### 차. 보호블럭

- 1) 육교용(일반용), 하천용으로 구분하여 산출한다.
- 2) 설치각도는 현장여건과 미관을 고려하여 0~45° 범위 내에서 조정 설치한다.
- 3) 보호블럭설치 양단부에 교면배수시설 연결시에는 배수로(300×150)계획, 미연결시에는 콘크리트 경계석(100×200)으로 마감처리한다.
- 4) 보호블럭 기초공은 육상용(지표면)과 하천용(지표에서 1m깊이)로 구분하여 적용한다.



## 2. 상 부

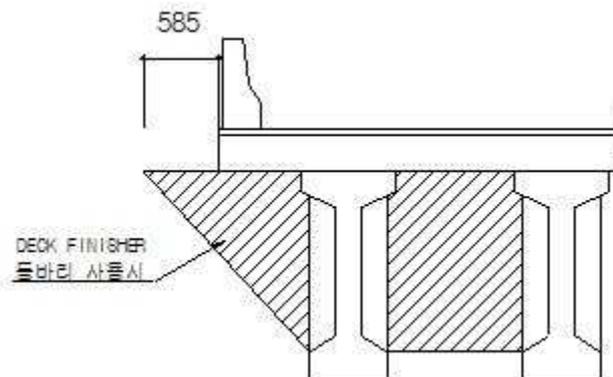
### 가. 콘크리트

- 1) RC SLAB, RC RAHMEN, PREFLEX(복부, 가로보), 주형교량(S.T BOX, P.S.C BEAM등), 교각 : 25-27-150
  - 2) P.S.C BEAM : 20-40-150
- ※ 배수공 콘크리트 강도 사용기준 참조

### 나. 거푸집 (합판 3회)

벽체 및 상부에 적용한다.

※ P.S.C BEAM일 경우



## 다. 동바리

### 1) 목재 4회

- ① 쌓기구간 - 원지반 상단에서 산출한다.
- ② 깔기구간 - 원지반 상단에서 산출한다.

### 2) 강 관

- ① 쌓기구간 - 원지반 상단에서 산출한다.
- ② 깔기구간 - 원지반 상단에서 산출한다.

### 3) 수평연결재(강관) : m<sup>2</sup>당

H = 3.5m 초과시 높이 2m마다 설치한다.

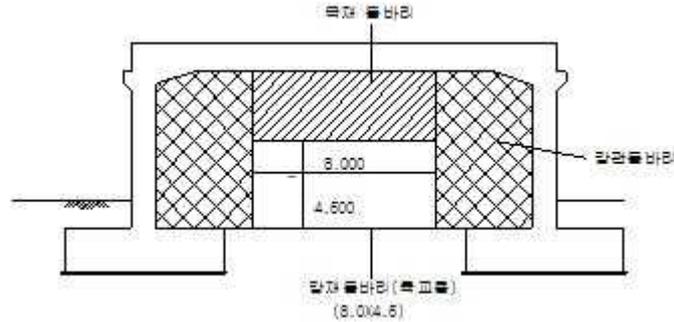
### 4) 강재(육교용)

- ① 8.0m×4.5m를 표준으로 하며, 폭원 및 높이는 현장여건등을 고려하여 변경할 수 있다.
- ② 라멘교의 SLAB 현장 타설 콘크리트 하중을 지지하기 위한 강재 동바리는 기초 상단으로부터 산출한다.

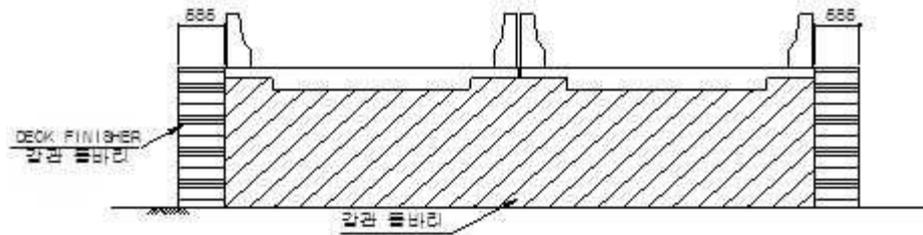
5) 데크피니셔용 : 개소당 2개씩 반영한다.

① 목재, 강관

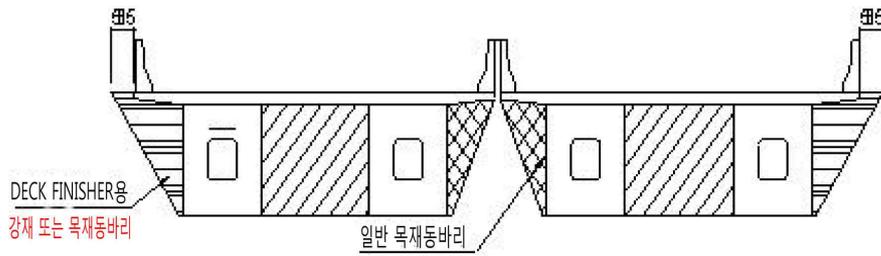
○ 라멘교



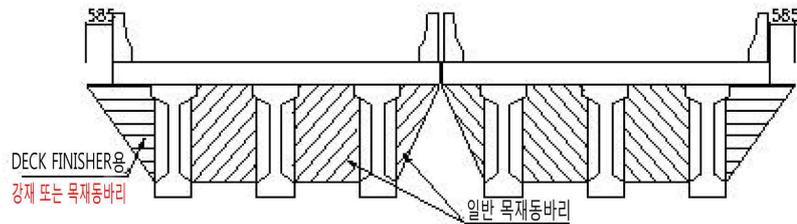
○ SLAB교



○ 거더교



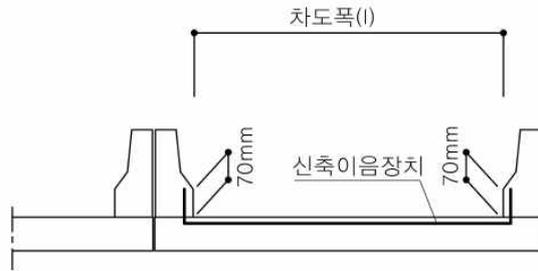
○ 빔 교



**라. 신축이음장치(차도용:m)**

- 1) 중분대 및 방호벽 구간은 제외한다.(누수방지를 위해 신축이음장치를 중분대 및 방호벽에 70mm 연장 적용한다.)
- 2) 전폭적용 또는 연석구간 앵글 적용한다.

3) 신축이음장치와 연결되는 난간, 중분대는 덮개(Cover Plate)를 설치한다.



**마. 교명주(개소당)**

1) 장대교 및 특수 교량과 같이 조형미를 고려할 필요가 있을 경우에 한하여 적용한다.

**바. 설명판(EA) : 재질 황동주물 또는 석재(오석)**

- 1) 설치위치 : 난간 또는 콘크리트 방호벽에 부착
- 2) 소 교 량 : 중분대 설치시 - 교명판 2개, 중분대 미설치시 - 교명판 1개
- 3) 장 대 교 : 교명판 2개, 설명판 2개

※ 교명판과 설명판을 일체화하여 수량 산정

**사. SLAB 양생 및 교면방수(m²)**

1) 방호난간 및 중분대 접지면을 제외한 SLAB 상판 면적으로 산출한다.

- ※ DECK FINISHER 면고르기도 동일(소교량 제외)
- ※ 장대교 및 소교량 : 아스팔트 교면포장
- ※ 교면 방수 : 교량형식 및 기후여건 등에 따라 적용한다.

| 구 분                         | 교 면 방 수         | 비 고 |
|-----------------------------|-----------------|-----|
| 프리스트레스트 콘크리트 슬래브교, 거더교 및 빔교 | 도막식 방수          |     |
| 토피고 없는 라멘교<br>철근콘크리트 슬래브교   | 침투식 방수          |     |
| 토피고 있는 라멘교, 지중 구조물          | 아스팔트 방수 또는 쉬트방수 |     |

**아. 배수시설**

1) 배수구

- ① 배수구 설치는 수리검토 결과에 의한다.
- ② 육교용과 일반 교량용(하천교)으로 구분한다.
  - 육교용 : ITEM별로 수량 산출한다.
  - 일반용 : 집수구(EA), 배수구(m)

2) 교면포장 물빠기공

① 설치목적 : 동절기에는 포장층에서 침투한 물이 포장과 슬래브 상판 사이에 체류하게 되어 동해를 입게 되거나 반복 교통하중에 의하여 포장의 파손을 일으키는 원인이 됨.

- 교면포장 보호를 위한 물빠기
- 신축이음장치를 고려하여 설치

자. 낙하물 방지공(m<sup>2</sup>) : 방호선반(KS F 8016, 안전인증제품 또는 동등 성능이상

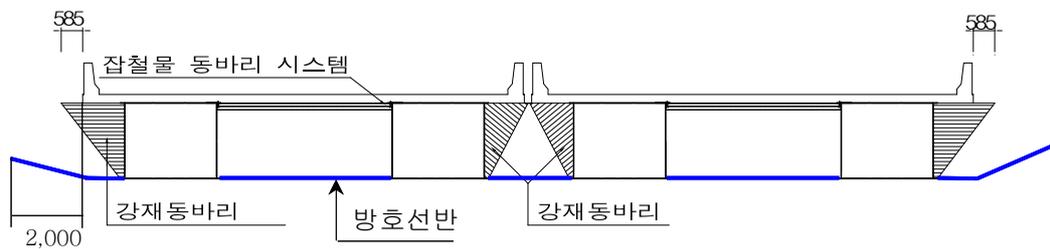
① 국도횡단 및 교통량이 빈번한 장소에서 시공 시 하부통행자 보호를 위해 낙하물에 의한 2차 사고를 방지하기 위하여 방호선반으로 적용하여 면적(m<sup>2</sup>)으로 산출한다.

② 설치위치 : 도로 철도 횡단구간 및 통행자(차량)가 빈번한 구간

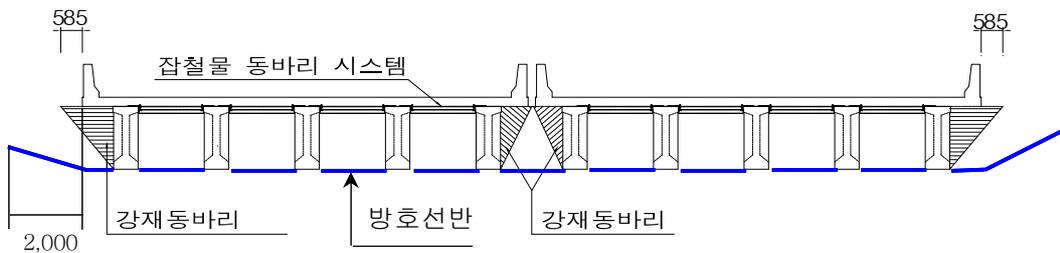
③ 설치범위 : 교축직각방향-수평여유폭 2m+(슬라브폭-거더폭)+수평여유폭 2m

교 축 방 향 - 계획횡단도로(철도) 폭원+2m(여유폭) x 2

- 거더교



- 빔교



차. 시공 JOINT(m<sup>2</sup>)

상부접합면적으로 산출한다.

카. T.B.M설치

100m 미만 1개소, 100m이상 2개소

타. 콘크리트 타설(펌프카)

P.S.C 및 R.C Slab, 라멘교 등을 높이별로 0~15m, 15m 이상으로 구분하여 산출한다.

#### 파. 무수축 콘크리트 타설

신축이음 장치부에 타설한다.

※ 압축강도 :  $f_{ck} = 60\text{MPa}$

※ 배합비

· 시멘트 :  $600\text{kg/m}^3$

· 모래 :  $600\text{kg/m}^3$

· 자갈 :  $1000\text{kg/m}^3$

#### 하. 난간 및 콘크리트 방호벽

- 1) 난간은 현장여건을 고려하여 설계요령“4. 교량용 방호울타리 설치기준”에 의거 구분하여 산출한다.
- 2) 콘크리트 방호벽은 장대교인 경우 기계 타설을 원칙으로 하되, 현장여건에 따라 인력 타설로 할 수 있다.

#### 거. 상부 점검로

강합성형교의 BOX GIRDER 사이에 설치하는 상부 점검로는 교량점검시설 설치 지침서(국토해양부)에 의거하여 설치한다.

#### 겨. 스페이서 설치

- 1) 슬래브 및 기초와 벽체용으로 구분 산출한다.
- 2) 합판 6회는 제외

#### 교. 강교제작 및 운반

- 1) Net 수량
- 2) 운반이 가능한 높이, 폭원, 길이, 중량 기준  
높이 H : 4.3m 이하 (차량포함)  
폭원 B : 3.5m 이하 (차량포함)  
길이 L : 17m 이하 (차량포함)  
중량 W : 40ton 이하 (차량포함)

※ 강관제작 할증수량은 실제손실율에 따라 정산되도록 강관자재비에 할증수량 반영 금지

#### 교. 강교 도장

- 1) 각 공종별로 구분 산출
  - ① 내부도장(공장)
  - ② 연결판 도장(공장)
  - ③ 내부볼트 및 연결판 도장(현장)

- ④ 외부도장(공장)
- ⑤ 외부포장면도장(공장)
- ⑥ 외부볼트 및 연결판 도장(현장)
- ⑦ 외부도장(현장)

**구. 강교 비파괴 검사 [도로교표준시방서(2005년) 참조]**

강교 주부재 및 주응력을 받는 2차부재의 용접부는 비파괴 검사(RT, UT, MT)를 하여야 한다.

※ 방사선 투과검사(RT)

- ① 인장 또는 교변하중을 받는 용접부의 검사는 용접 시, 종점부에 각 2매 실시
- ② 현장용접 비파괴 검사
  - 주거더의 플랜지 및 복부판과 강제교각의 보와 기둥의 용접부는 전수검사
  - 강상판 용접에 대해서는 접합부의 시·종점을 포함하여 50cm(2매)이상을 검사하고 중간부는 100cm당 1개소의 부분 검사

※ 초음파 탐상 검사(UT)

- ① 복부판의 수직맞대기 이음부는 복부판 높이의 1/2검사
- ② 복부판의 수평맞대기 이음부는 부분검사로 용접부의 1/4길이에 대해 검사
- ③ 압축응력이나 전단응력을 받는 맞대기 이음부는 50% 검사
  - 크로스빔의 상부플랜지와 주거더의 상부플랜지 또는 스트링거의 상부 플랜지와 맞대기 이음부는 100%검사
  - T이음부나 모서리 이음의 완전용입부 전수검사
- ④ 바닥판의 용접길이에 대한 검사
  - 시, 종점부에서 1매를 검사하고, 십자교차점에서는 사방으로 각 2매씩 검사
- ⑤ 현장용접 비파괴 검사
  - 용접 이음부 전 길이에 대해 실시.(이음부란 단부에서 교차부 또는 교차부에서 교차부를 의미한다.)

※ 자분 탐상 검사(MT)

- ① SM-520이하인 주거더의 복부판과 플랜지간의 필릿 용접부(3m당 300mm)

**규. COVER PLATE(m)**

· 신축이음장치 부에서 중분대 및 방호벽 둘레로 산출한다.

### 3. 하부구조

가. 콘크리트(m³) : 25-24-150

ABUT, PIER(25-27-15적용가능), 교대 날개벽, 역T형 및 부벽식 옹벽

나. 콘크리트(m³) : 20-18-150

MASS 콘크리트

다. 콘크리트(m³) : 25-16-150

버림 콘크리트

라. 거푸집

· 수직고 7 m이상인 경우에는 7 m를 초과하는 3 m 증가마다 추가 계산한다.

1) 합판거푸집

| 구분 | 내 용  | 비 고 |
|----|--|-----|
| 1회 | 1회 사용후 환수가 불가능한 구조   |     |
| 3회 | 슬래브, 교대, 교각, 옹벽, 파라펫트, 날개벽, 집수정, 옹벽측구 등 약간 복잡한 구조          |     |
| 4회 | 측구, 수로, 확대기초(교대, 교각, 옹벽 등) 우물통, APPROACH SLAB 등 비교적 간단한 구조 |     |
| 6회 | MASS콘크리트, 지하매설관의 기초, 호안 및 보호공의 기초 등 극히 간단한 구조              |     |

2) 무늬거푸집, 코팅거푸집

① 미관이 요구되는 지역에 적용한다.

3) 원형거푸집

① 목재 3회 사용을 기준으로 한다.

② 폼타이(Form Tie)사용할 때 횡수는 10회로 한다.

4) 강제거푸집

① 교각은 강제거푸집 사용을 원칙으로 하되 필요시 목재 거푸집을 사용토록 한다.

② 사용횟수

| 구 조 물     | 횟 수     | 내 용             |
|-----------|---------|-----------------|
| 간단한 구조    | 50 ~ 60 | 측구, 수로, 기초      |
| 약간 복잡한 구조 | 40 ~ 50 | 옹벽, 교대, 호안      |
| 복잡한 구조    | 30 ~ 40 | 형고, 곡면 거푸집, 우물통 |

③ 잔존율 : 10%

5) 유로폼

| 구 분            | 횟 수 |
|----------------|-----|
| 패 널 류          | 20회 |
| 보, 드롭헤드, 강관동바리 | 25회 |

※ ◦ 합판 3, 4회의 경우 유로폼 (20회) 적용성에 대한 비교·검토 후 산출 적용한다.

◦ 노출면의 경우 미관을 고려하여 문양 또는 코팅합판 거푸집 적용

## 마. 철근가공조립

### 1) 철근 가공 조립의 구분

철근가공조립은 공장가공을 원칙으로 하며, 현장여건에 따라 현장가공 및 조립을 병용하여 적용할 수 있다.

#### ① 공장가공 조립의 구분은 다음을 표준으로 한다.

보통가공과 복잡한 가공으로 구분한다.(복잡한 가공은 직경 13mm이하의 철근이 전 철근 중량의 50%이상인 경우를 말한다.)

#### ② 현장가공 및 조립의 경우 구분은 다음을 표준으로 한다.

- 간단 : 중력식 옹벽, 배수관 날개벽 및 면벽, 측구, 다웰바, 일체형 중분대
- 보통 : 수문, 반중력식 옹벽 및 교대, 강관 말뚝 두부보강, 교량접속 슬래브, 방호벽, 분리형 중분대, 교량상부 슬래브(경험적 설계법 적용 시)
- 복잡 : 교량 상부 슬래브(강도설계법 적용 시), 라멘교, 우물통, 부벽식 옹벽, 암거, P.S.C BEAM, 역 T형 및 부벽식 교대, P.S.C BOX, 신축이음 장치등 철근가공조립이 복잡하다고 판단되는 곳
- 매우 복잡 : 구주식 교대, 교각, 지하철, 터널 등 철근의 가공조립이 매우 복잡하다고 판단되는 곳

### 2) 철근의 할증율 (이형철근)

#### ① 복잡 구조물 이상의 주요 철근

|                   |  |
|-------------------|--|
| · D13mm 이하 : 3%   | 일반적으로 배력근, 띠철근, 조립철근, 슬래브 철근 등으로 적용되어 손실율이 적게 발생되므로 이형철근 3%를 적용한다. |
| · D16 ~ 19mm : 3% |  |
| · D22mm 이상 : 6%   | 주로 구조체의 주기능 철근으로 적용되므로 복잡 구조물 이상에서 표준품셈기준 6%를 적용한다.                |

#### ② 기타 구조물 : 3%

※ 단, 현장여건상 철근의 수급계획 및 공장가공 적용시 철근의 손실율 저감이 현저하게 기대된다고 판단될 경우 발주처의 방침을 득하여 모든 구조물에 3%를 적용할 수 있다.

### 3) 철근인상작업

- H=30m 미만, H=30m 이상 ton으로 산출

### 4) 철근이음

철근 이음은 겹이음을 원칙으로 하나 현장 여건 및 상황에 따라 다음과 같은 이음 방법도 고려할 수 있다.

- ① 나사식 이음(Coupler) : 철근 직경별 개소로 산출
- ② 용접식 이음 : 철근 직경별 m로 산출

## 바. SHOE

1) 교량 형식별로 구분하여 SHOE 형식을 적용한다.

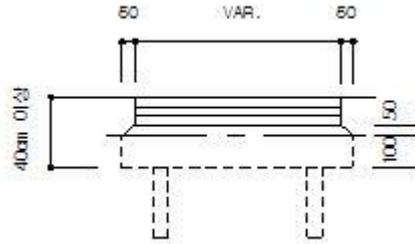
① FIX TON별 EA당

② MOVE TON별 EA당

※ SHOE 배치도면 작성 철저 (교량 종평면도에 가동단(MOVE), 고정단방향 표시명기)

## 사. SHOE 받침 모르타르

1) 무수축 모르타르 (1:1)



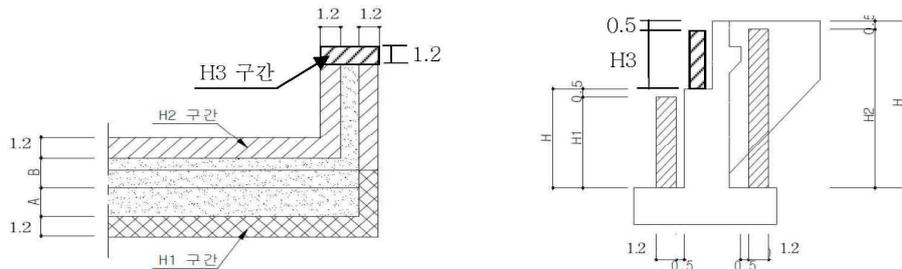
※ 교좌장치의 점검이 용이하도록 하부 구조물까지의 작업공간이 40cm 이상이 되도록 받침 모르타르를 설치한다.

## 아. 비 계

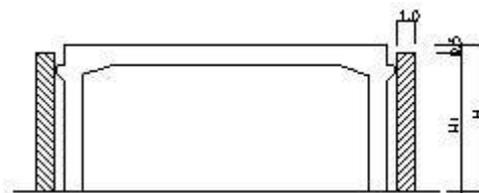
※ 폭원: 1.2m,

h = 구체높이가 2.0m 이상일 경우에 적용한다.(이격거리 유무에 따른 재질 구분)

1) ABUTMENT

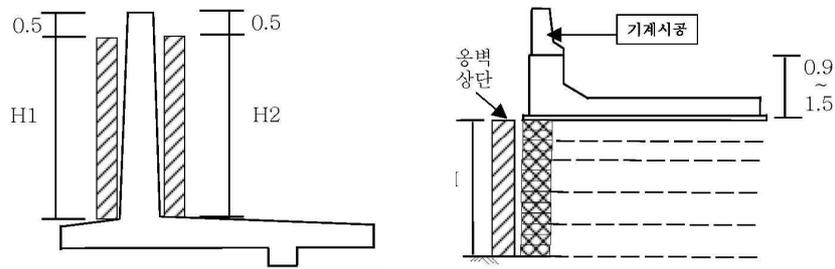


2) RAHMEN



※ 교대, 교각, 쌓기부 및 각기부는 기초 상단을 기준으로 하되 현장 여건에 따라 조정할 수 있으며 슬래브는 비계를 설치하지 않는다.

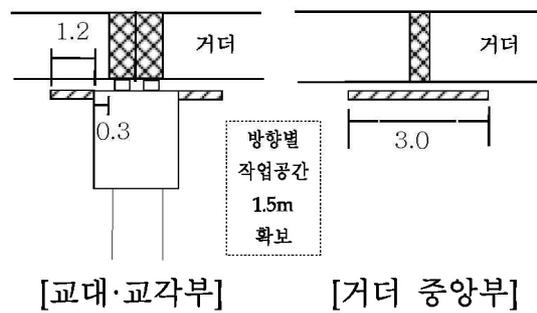
3) 옹벽



※ 발판(비계다리)은 비계 최상단부에만 설치

4) 작업발판(비계다리) : 최초 하단에서 2.0m높이에 설치, 추가 1.5m마다 설치

5) 콘크리트 가로보 하부(작업발판)



자. 동바리 (공/m<sup>3</sup>)

1) 교대

2) 교각



※ 교대, 교각, 슬래브는 원지반을 기준으로 하되, 현장여건에 따라 조정하여 산출할 수 있다.

※ 교대, 교각, 높이별 산출 (H=0-7m, H=7m 이상은 3m씩 추가계산)

※ 단, 교각에 강재거푸집, 슬립폼 및 클라이밍폼 등 동바리가 필요 없는 특수거푸집 적용시에는 반영하지 않는다.

차. 콘크리트 양생

교대, 교각 구조물의 표면적으로 산출한다.

카. 시공 JOINT

상·하행 교대 접합부에 설치한다.

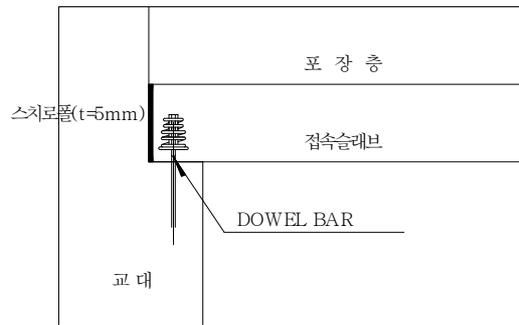
## 타. DOWEL BAR

### 1) APPROACH SLAB용

① 교대 : D25, L=600, C.T.C 400

### 2) APPROACH SLAB 줄눈용 스티로폼

- 교대(또는 벽체)와 접속 슬래브 사이의 포장 균열 억제를 위한 줄눈용 스티로폼의 두께를 20mm에서 5mm로 축소조정.



## 파. STEEL PILE

1) 품명, 규격별로 산출한다.

2) 길이별 분수(m)

① 항타비 : 말뚝길이-0.20m : 실근입깊이(단, 경사항타가 있을 경우에는 -0.25m)

② 말뚝이음 : 말뚝길이 15m에서 하며, 이음부 비파괴시험 수량을 반영한다.

③ 자재비 : (항타수량+0.20m)×1.05 (5%할증) (m)

④ 파일항타

3) 말뚝재하시험

말뚝재하시험은 압축시험, 인발시험, 횡방향 시험이 있으며, 말뚝재하시험의 방법은 정재하시험 방법과 동재하 시험 방법이 있으며, 시험 횟수는 지반조건에 큰 변화가 없으면 다음과 같이 실시한다.

| 구분     | 시험항목 및 방법           | 시험빈도 | 비고 |
|--------|---------------------|------|----|
| 정재하 시험 | 말뚝250개당 또는 구조물별     | 1회   |    |
| 동재하 시험 | 구조물별 말뚝 수 1~80본 까지  | 2회   |    |
|        | 구조물별 말뚝 수 1~160본 까지 | 3회   |    |
|        | 구조물별 말뚝 수 160본 이상   | 4회   |    |

#### 하. 석축 및 돌붙임

- 1) 수량산출서상 전개도를 그려서 수량산출한다.
- 2) 직고 3.0m 단위별로 구분 산출한다.
- 3) 물구멍은 2.0㎡당 1개소씩 계상(P.V.C  $\phi$ 50m/m)

#### 거. 정통기초

- 1) 정통직경은 외경으로 산출한다.
- 2) 2m이상은 비계계상(1LOT 3.0일 때 2.5m만 계상)한다.
- 3) 하상정리비 계상한다.
- 4) 방청철근, 내황산염 시멘트 : 염해의 우려지역 또는 매립지 등에 잔류염분이 예상되는 지역의 기초 (우레탄계통 사용)

#### 겨. 교량용지(점유폍)

- 1) 총척의 기준에 따른다.

#### 고. 점검통로 및 점검용 계단

- 1) 설계요령편 교량유지관리용 접근시설에 의거 수량을 산출한다.

## 4. 부 대 공

### 가. 교량 유지관리용 표지판

#### 1) 교량 BOX GIRDER 내부경간 표지

① 5경간 이상인 콘크리트 및 강상형교와 U형 빔교에 설치한다.

○ 설치위치

－ 콘크리트 BOX GIRDER교 : 경간중앙부 BOX 우측 벽체에 부착한다.

－ 강 교 : 경간중앙부 최 근접한 2개의 격벽 (DIAPHRAGM) 상단중앙에 부착한다.

○ 표지규격 : 500(250)×250×0.5

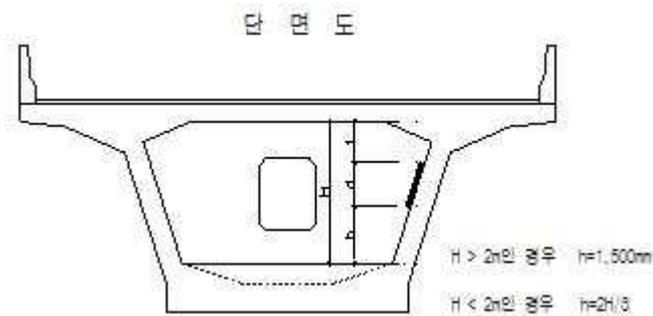
○ 재 질

－ 판 널 : 알미늄판

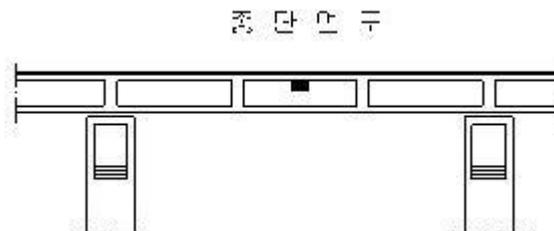
－ 문자 및 바탕 : 고휘도 반사지

② 콘크리트 BOX GIRDER교

○ 설치높이



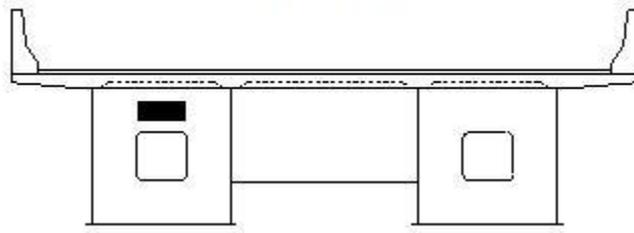
○ 설치위치



③ 강 교

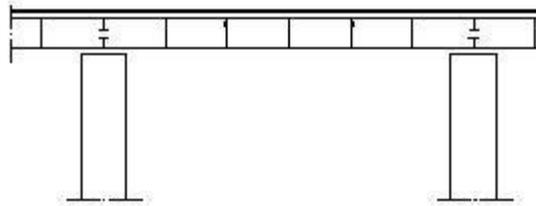
○ 설치높이

단 면 도

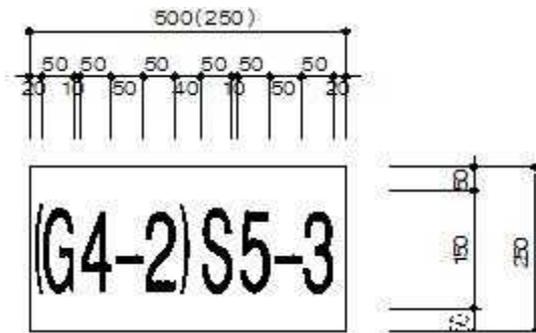


○ 설치위치

종 단 면 도



○ 문 안



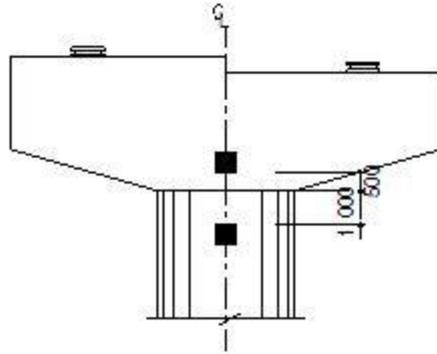
- 주) ( ) : GIRDER수가 하나인 경우 생략
- G : GIRDER            - 4 : 총 GIRDER수
- 2 : GIRDER번호(노선시점 기준으로 좌측에서부터 번호부여)
- S : SPAN                - 5 : 총 SPAN수 (교량시점(A1)기준으로부터 번호부여)
- 문자획의 굵기 : 20m/m    - 글씨체 : 고딕
- 색 상 : 바탕(청색), 문자(백색)
- 판 넬 : 알루미늄판
- 부착방법 : HIL T1 볼트, 점용접, 접착제 (에폭시수지)

## 2) 교각번호판 설치

① 5경간 이상인 장대교량에 설치한다.

○ 하부교각

- 하천교량 (일반교량) : 코핑부에 설치하되 코핑 하부로부터 0.5m 위  
코핑이 없는 경우 교각 상단으로부터 1m 아래



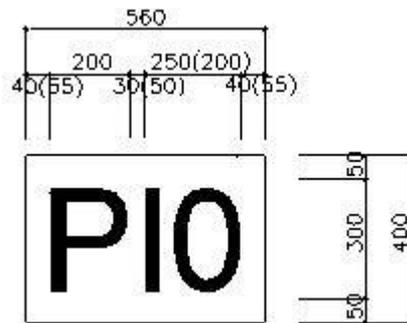
— 시내 고가차도

- $H > 10\text{m}$ 인 경우 : 교각 중간부에 설치한다.
- $H \leq 10\text{m}$ 인 경우 : 교각 상단으로부터 1m 아래 설치한다.

— 설치위치

- 좌·우 분리교각 : 교각코핑 측면에 부착한다.
- 좌·우 일체교각 : 교각코핑 중앙부 양면에 부착한다.

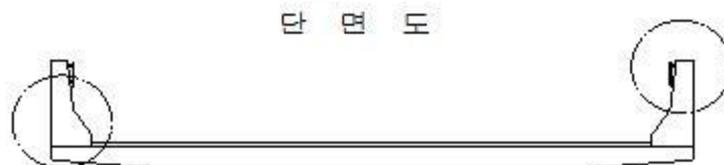
— 문 안



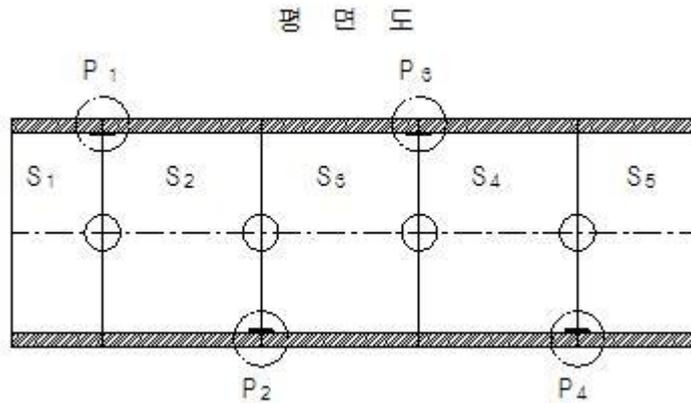
- 색 상 : 바탕(청색), 문자(백색)
- 글씨굵기 : 25mm
- 판 넬 : 알미늄판
- 주) ( ) : 외수일 경우
- 부착방법 : HILTI 볼트

○ 상부난간

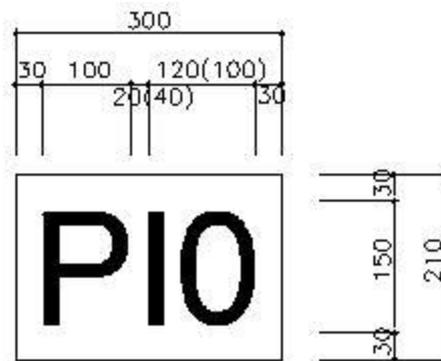
— 설치높이



－ 설치위치 : 좌·우 지그재그로 배치



－ 문 안



- 색 상 : 바탕(청색), 문자(백색)
- 글씨굵기 : 20mm
- 판 넬 : 알미늄판
- 주) ( ) : 외수일 경우
- 부착방법 : HILTI 볼트

#### 나. 교량공사 안전 점검비(초기,정기)

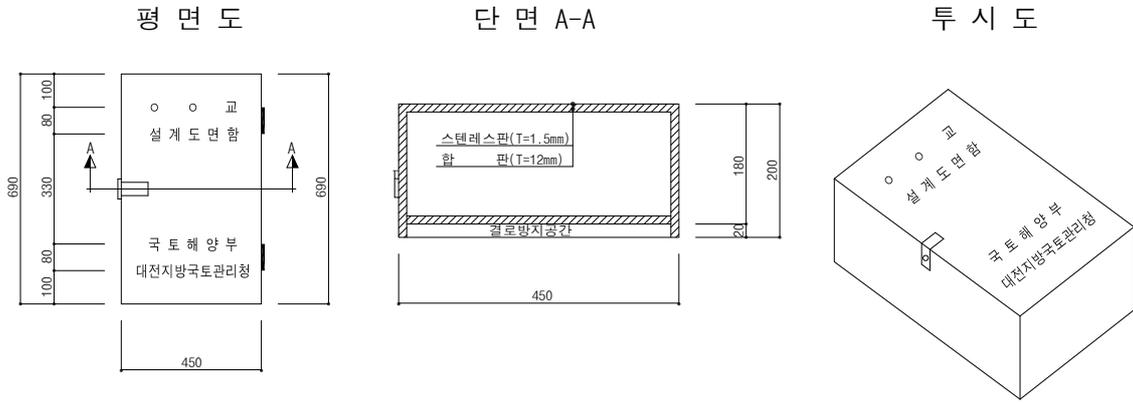
- 1) 시설물의 안전 점검비는 별도의 안전진단 전문기관에서 수행함을 원칙으로 하여 설계시 반영하여야 한다.

#### 다. P.S.C BEAM SOLE PLATE 산출

- 1) P.S.C BEAM 본당 수량산출시 Sole Plate 매입에 따른 수량을 반영하고,
- 2) Anchor Bar 수량도 반영할 수 있다.

#### 라. 도면보관함

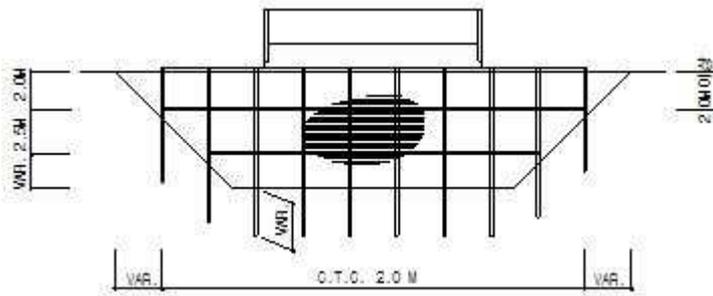
- 각 교량에 설치하며, 결로 방지를 위해 도면함의 내부는 판재마감(t=12 mm이상) 하고, 도면함의 바닥면은 콘크리트나 철재면과 직접 접촉하지 않도록 일정한 간격을 둔다.
- 도면함 내부는 습기제거를 위해 습기 제거제를 비치한다.
- 설치위치는 BOX인 경우 최우측 경간 BOX 거더 내부(ABUT 쪽)에, P.S.C BEAM인 경우 BEAM 사이의 ABUT에 위치하는 것으로 한다.



**마. 기존교량 철거공(철근, 무근 콘크리트 깨기)**

- 도심지 및 환경공해가 우려되는 경우(인접마을, 축사) 크레샤(압쇄기) 등 소음 및 분진 등을 최소화 할 수 있는 공법을 적용할 수 있다.

바. 가시설



| 종 류          | 규 격                              | 길이 | 개수 | 총길이 | 단위중량                     | 총중량            |
|--------------|----------------------------------|----|----|-----|--------------------------|----------------|
| H-형강         | 300×300×10×15                    |    |    |     | 94kgf/m                  | tonf           |
| ㄷ-형강         | 380×100×10.5×16<br>(300×90×9×13) | 계  |    |     | 54.5kgf/m<br>(38.1kgf/m) | tonf           |
| 토류판          | 1,950×150×100(80)                |    |    |     |                          | m <sup>2</sup> |
| EARTH ANCHOR |                                  | 계  |    |     |                          |                |

바. 가도공

1) 순쌓기 구간

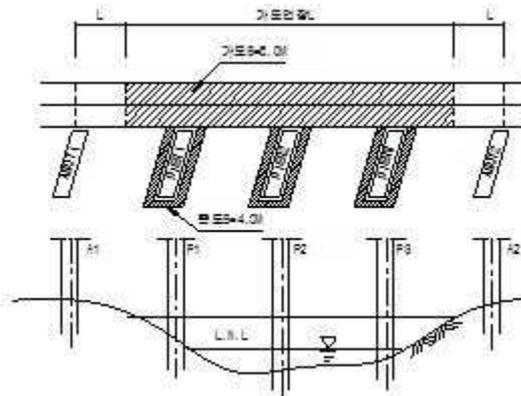
- ① 가도 토량 중 80%는 본선에 유용하며, 운반비는 현지여건에 따라 계상한다.
- ② 교량 및 수로용 가도 및 축도는 평수위(M.W.L) 이상의 토량 중 80%는 본선에 유용하며, 운반은 현장 여건에 따라 계상한다.(유·무대로 운반)
- ③ 다짐은 노체다짐으로 시공 한다.

2) 사토 구간

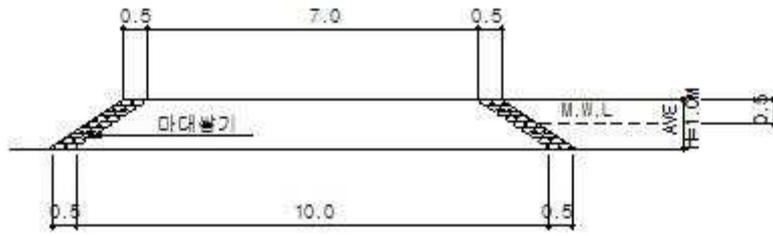
- ① 본선 또는 가까운 장소에서 발생하는 토석 등으로 가도 및 축도를 쌓고, 철거는 정리 후 사토처리 한다.
- ② 골재원 및 준설가도는 하상정리 후 사토.

3) 교량가도 및 축도

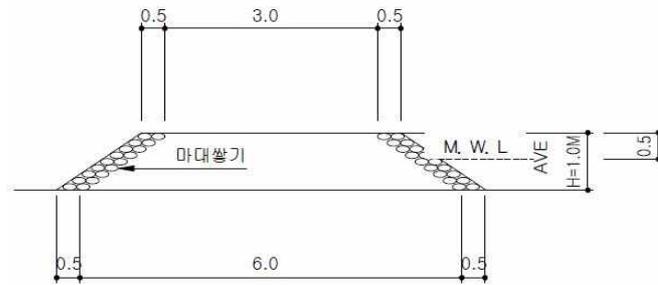
- ① 일반교량 : 가도 및 축도로 계상한다.
- ② 빙 교 량 : 가도는 양측 (상, 하류) 및 축도로 계상한다.



예)



< 가 도 >



< 축 도 >

※ 단, 가도 폭원은 장비 및 작업인원의 통행확보와 현지여건에 따라 차등 적용한다.

하천내 가도 및 가배수관은 교량가설 기간중에 1회/년으로 산출하며 정산처리 한다.

※ 가도 및 축도 단위수량은 다음과 같다.

○ 쌓기 면적

$$\text{가도} : (8.0+11.0) \times \frac{1}{2} \times 1.0 = 9.5\text{m}^2$$

$$\text{축도} : (4.0+7.0) \times \frac{1}{2} \times 1.0 = 5.5\text{m}^2$$

○ 마대 쌓기

$$\text{가도} : \sqrt{(1.0^2 + 1.5^2)} \times 2 = 3.6\text{m}$$

$$\text{축도} : \quad \quad \quad = 3.6\text{m}$$

○ 가배수관

하천의 M.W.L에 대한 유량이 통과할 수 있도록 수리 검토를 하여 가배수관의 직경 및 소요 개수를 산정하도록 하며 가배수관의 직경은  $\varnothing 800\text{mm}$ 이상으로 한다.

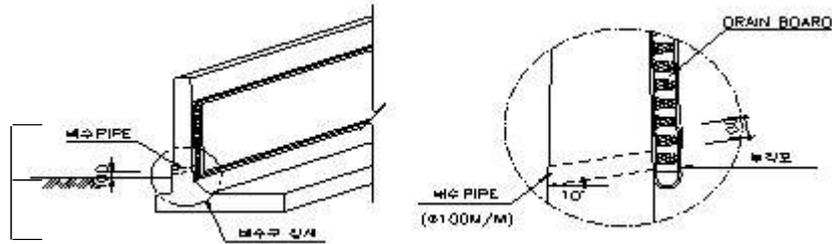
○ 가배수관은 전체연장의 부설비 및 철거비를 산출하고 가배수관의 재유용 및 재료비는 공사기간에 따라서 품셈을 기준으로 산출한다.

## 5. 용벽공

### 가. 배수시설공

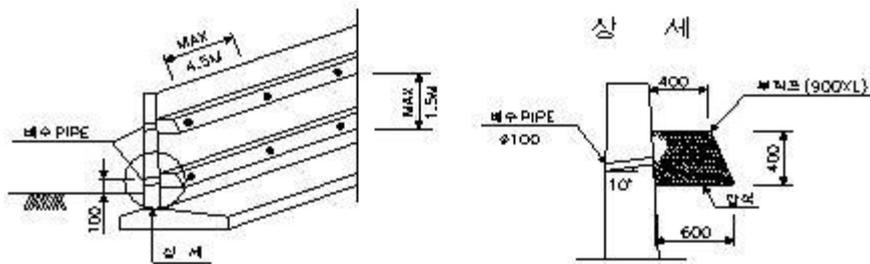
#### 1) DRAIN BOARD설치에 의한 배수

- ① PVC PIPE ( $\Phi=100$  mm) : 용벽 높이에 관계없이 4.5 m당 1개소를 설치한다.
- ② 시공성 양호, 배수효과 양호하다.



#### 2) 기존 필터층 설치에 의한 배수

- ① PVC PIPE( $\Phi=100$ mm) : 2 m<sup>2</sup>당 1개소 산출한다.
- ② 부직포(900×L) × 필터층수로 산출한다.
- ③ 필터층 설치공란



나. 거푸집    구    체 : 합판 3회, 노출면 코팅 3회  
                   기    초 : 합판 4회  
                   버    림 : 합판 6회

- 1) 용벽, 슬래브 거푸집은 합판 3, 4회를 유로폼(20회)으로 적용하되 현장여건에 따라 조정한다.
- 2) 용벽 전면 노출면은 가능한 문양 거푸집을 적용한다.

### 다. 비 계

- 1) 흠쌓기 구간 : Footing 상단에서 계상, 흠깔기 구간 : Footing 상단에서 계상한다.
- 2) 간격 0.5 m, 폭 1.0 m(목재), 1.2 m(강판)계상 : 상단에서 50cm는 제외한다.
- 3) 구체 수직고 H=2.0 m 이상부터 적용한다.
- 4) 강판비계 적용을 원칙으로 하며 부득이한 경우 목재비계를 적용한다.

### 라. 터파기

- 1) 암거의 경우와 동일 적용한다.

### 3.05 터널 공

## 1. 굴 착

굴착총량 = 설계굴착량 + 여굴량

### 가. 2차선

a. 전단면 굴착 : 표준단면 1, 2, 3

b. 반단면 굴착 : 표준단면 4, 5, 6

※ 여굴량 (버럭처리에는 포함되나 굴착비에는 포함되지 않음)

| 구 분    | 여 굴 량      |     |     |               |
|--------|------------|-----|-----|---------------|
|        | 2차선        |     |     |               |
|        | 여 굴 량 (cm) |     |     | 굴 진 장 (m)     |
|        | 측벽부        | 아치부 | 바닥부 |               |
| 표준단면 1 | 10         | 10  | 10  | 3.5           |
| 표준단면 2 | 10         | 10  | 10  | 3.5           |
| 표준단면 3 | 10         | 15  | 10  | 2.0           |
| 표준단면 4 | 10         | 15  | 10  | 상 1.5 , 하 3.0 |
| 표준단면 5 | 15         | 20  | 10  | 1.2           |
| 표준단면 6 | 15         | 20  | 10  | 1.0           |

| 구 분      | 아 치 부   | 측 벽 부   | 바닥부   | 비 고    |
|----------|---------|---------|-------|--------|
| 여굴두께(cm) | 15 - 20 | 10 - 15 | 10-15 | ※ 품셈기준 |

※ 아치부는 곡선반경(R)이 형성하는 상부 원곡선부로 함

※ 바닥부에 여굴 적용은 버럭을 제거하여 콘크리트로 채우는 경우에 한함.

## 2. 버럭처리

숏크리트 리바운드량 + 굴착총량 = 버럭처리

※ 숏크리트 리바운드량

- 측벽부 : 숏크리트량 ×  $\left[ \frac{1}{(1-0.10)} - 1 \right]$  (10%적용)

- 아치부 : 숏크리트량 ×  $\left[ \frac{1}{(1-0.13)} - 1 \right]$  (13%적용)

※ 발생된 리바운드 숏크리트는 건설폐기물로 분류되므로 폐기물처리법에 의하여 분리 발주하여 처리하는 것을 원칙으로 하나, 순성토 등 현장여건 및 경제성 등을 고려하여 발생현장에서 재활용이 가능하며, 이때 재활용 용도에 따라 품질이 확보되어야 한다.

### 3. 지보공

#### 가. 강섬유

1) 직 경 :  $\Phi 0.5\text{mm}$ , 길 이 :  $30\text{mm}$  (용도에 따라 규격상이)

2) 사용량 :  $37\text{kg/m}^3$  이상

#### 나. 강지보공

1) 표준단면별도 산출

#### 다. 슛크리트공 (여굴량 및 리바운드량 포함)

| 구 분    | 스�크리트 두께 (cm) |       | 적용두께 (cm) |       |
|--------|---------------|-------|-----------|-------|
|        | 측 벽 부         | 아 치 부 | 측 벽 부     | 아 치 부 |
| 표준단면 1 | 5             | 5     | 10        | 10    |
| 표준단면 2 | 5             | 5     | 10        | 10    |
| 표준단면 3 | 8             | 8     | 13        | 15.5  |
| 표준단면 4 | 12            | 12    | 17        | 19.5  |
| 표준단면 5 | 16            | 16    | 23.5      | 26    |
| 표준단면 6 | 16            | 16    | 23.5      | 26    |

A : 라이닝 내공 반경

B : 라이닝 두께

C : 슛크리트 두께

D : (여굴포함 라이닝 외곽선반경) :  $A + B + \text{여굴두께}/2$

E : (여굴포함 슛크리트 외곽선반경) :  $C + D + \text{여굴두께}/2$

$$\begin{aligned} \text{스�크리트총량} &= \left[ \text{총굴착} - \pi \times \frac{\theta}{360} \times D^2 \right. \\ &\quad \left. \times 1 / (1 - 0.13 \text{ or } 0.10) \right] \end{aligned}$$

#### 4. 록 볼트공

※ Pregrouting : 터널연장의 10%로 계산 (개소당 보강가능 영역 6.0m)

(예) 터널연장 100m시 :  $100 \times 0.1 \times 1/6 = ( )$  개소

#### 5. 방수공

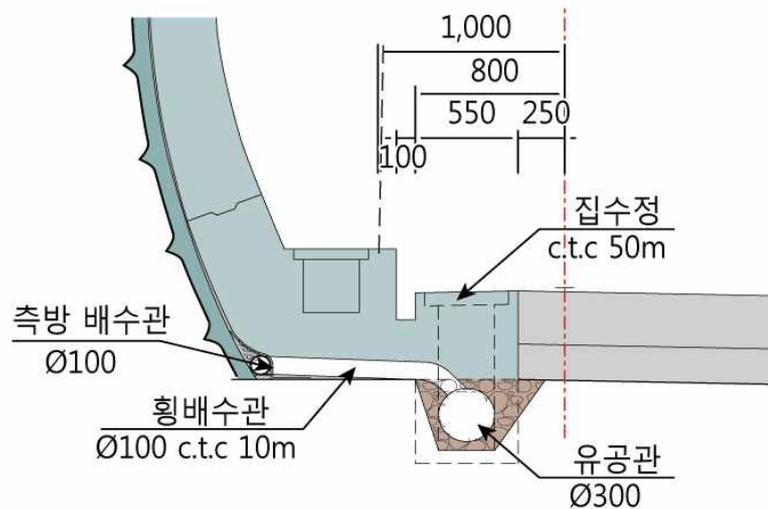
개착부도 굴착부와 동일한 방수막 및 부직포 사용하되, 갯문형식과 제반여건에 따라 변경 적용 할 수 있다.

#### 6. 배수공

가. 용수처리 : 30m마다 1개소로 가정하여 산출한다.(개소당 50m, 누수지점 유도배수공)

나. 맹암거 (과형아연도 유공강관  $\Phi 300$ ) 부직포 부착한 것으로 산출한다.

다. 비닐깔기 (L) =  $a+0.1(m)$ 로 산출한다.



#### 7. 콘크리트 라이닝 (여굴량 포함)

| 구 분       | 라이닝 두께 (cm) |            | 적용두께 (cm)  |            |
|-----------|-------------|------------|------------|------------|
|           | 측 벽 부(2차선)  | 아 치 부(2차선) | 측 벽 부(2차선) | 아 치 부(2차선) |
| 표준단면 1    | 30          | 30         | 35         | 35         |
| 표준단면 2    | 30          | 30         | 35         | 35         |
| 표준단면 3    | 30          | 30         | 35         | 37.5       |
| 표준단면 4    | 30          | 30         | 35         | 37.5       |
| 표준단면 5, 6 | 30          | 30         | 37.5       | 40         |

## 8. 갱문 및 용벽

- ※ 갱문형식은 Bell Mouth 형식일 경우 개착부의 모든 수량은 갱문수량에 포함시킨다.
- ※ 난간용 강제 파이프 및 인조대리석 부착은 면벽식 갱문일 경우만 해당된다.

## 9. 부대시설공

가. 터널타일붙임 : 적용규격(90×190×11, 100×200×10, 100×230×10 : 터널측벽부 전연장)

### 내장재 설치높이

| 터널연장              | 설치높이 | 비고 |
|-------------------|------|----|
| 300m이상 ~ 1,000m미만 | 2.0m |    |
| 1,000m이상          | 3.0m |    |

나. 물푸기 : 터널을 역경사로 굴착시 실시

총 굴착기간에 걸쳐 300m마다 1개소씩 설치(1일 1시간 양수)

다. 간이 오·폐수 처리시설 : 터널 입·출구부 설치

## 10. 계 측

가. 측정간격

| 지반 \ 조건          | 갱구부근 | 2D이하의 토피(D:터널굴착폭) | 시공초기단계   | 어느 정도 시공이 진행된 단계 |
|------------------|------|-------------------|----------|------------------|
| 경암지반(단층의 파쇄대 제외) | 10m  | 10m               | 20m      | 50m              |
| 연암지반(큰소성지압 발생없음) | 10m  | 10m               | 20m      | 30m              |
| 연암지반(큰소성 지압 발생)  | 10m  | 10m               | 20m      | 30m              |
| 토사지반             | 10m  | 10m               | 10 ~ 20m | 20m              |

주 1) 시공의 초기단계로는 긴 터널에서 200m 정도의 시공이 진행된 단계

2) 지질이 양호하고 균질한 경우는 표준간격을 넓힌다.

3) 지질변화가 심한 경우는 표준간격을 좁힌다.

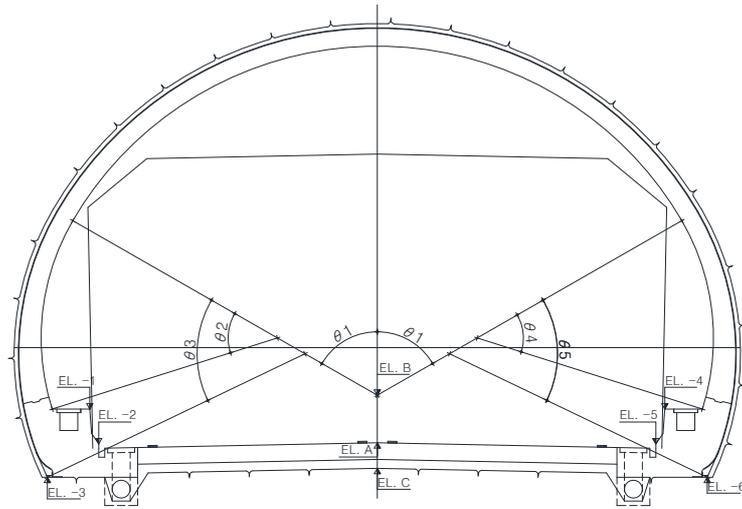
나. 측정빈도

(D : 터널굴착폭)

| 측정빈도       | 변위속도       | 막장으로부터의 거리 |
|------------|------------|------------|
| 1 ~ 2회 / 일 | 10mm/일 이상  | 0 ~ 1D     |
| 1회 / 일     | 10 ~ 5mm/일 | 1D ~ 2D    |
| 1회 / 2일    | 5 ~ 1mm/일  | 2D ~ 5D    |
| 1회 / 주     | 1mm/일 이하   | 5D 이상      |

## 11. 수량산출을 위한 좌표계산

### 가. 터널 내공단면 계산(예)



$$EL-A = 0.000 \text{ m}$$

$$EL-B = 0.800 \text{ m}$$

$$EL-C = -0.430 \text{ m}$$

$$EL1 = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 = 0.567 \text{ m}$$

$$EL2 = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.07500 = -0.018 \text{ m}$$

$$EL3 = 4 \times -0.02 - 0.5 = -0.580 \text{ m}$$

$$EL4 = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 = 0.567 \text{ m}$$

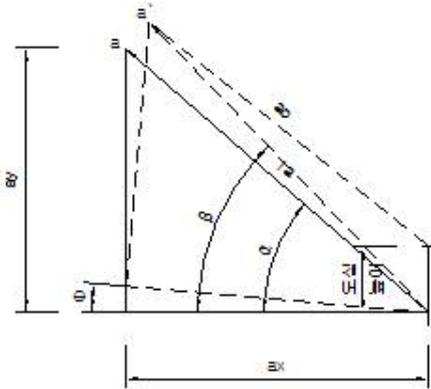
$$EL5 = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.07500 = -0.018 \text{ m}$$

$$EL6 = 4 \times -0.02 - 0.5 = -0.580 \text{ m}$$

1) R의 계산

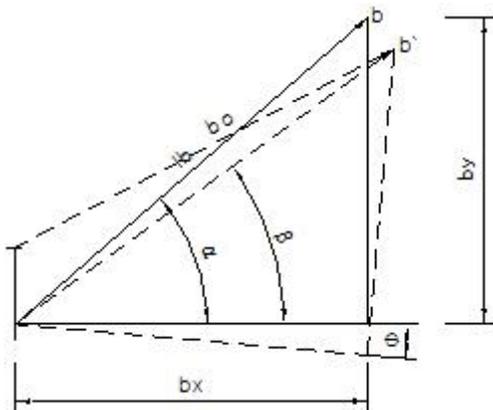
a : x = 4.750 m , y = 4.055 m      b : x = 4.750 m , y = 4.055 m  
 $\Phi = \tan^{-1}(0.02) = 1.145763^\circ$   
 $la = (4.75^2 + 4.055^2)^{\frac{1}{2}} = 6.245 \text{ m}$  ,  $lb = (4.75^2 + 4.055^2)^{\frac{1}{2}} = 6.245 \text{ m}$

1) a점의 좌표계산



$\alpha = \tan^{-1}(4.055 \div 4.75) = 40.486862^\circ$   
 $\beta = \alpha - \Phi = 39.341100^\circ$   
 $ax' = 6.24544 \times \cos \beta = 4.830134 \text{ m}$   
 $ay' = 6.24544 \times \sin \beta = 3.959208 \text{ m}$   
 $ao = (4.830134^2 + (3.959208 - 0.8)^2)^{\frac{1}{2}} = 5.772 \text{ m}$

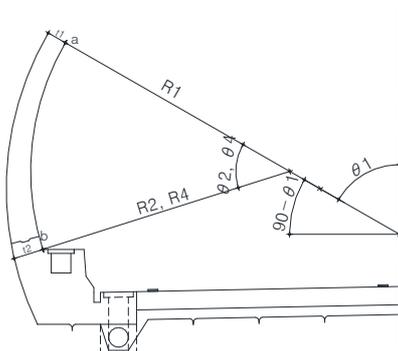
2) b점의 좌표계산



$\alpha = \tan^{-1}(4.055 \div 4.75) = 40.486862^\circ$   
 $\beta = \alpha - \Phi = 39.341100^\circ$   
 $bx' = 6.24544 \times \cos \beta = 4.830134 \text{ m}$   
 $by' = 6.24544 \times \sin \beta = 3.959208 \text{ m}$   
 $bo = (4.830134^2 + (3.959208 - 0.8)^2)^{\frac{1}{2}} = 5.771550 \text{ m}$

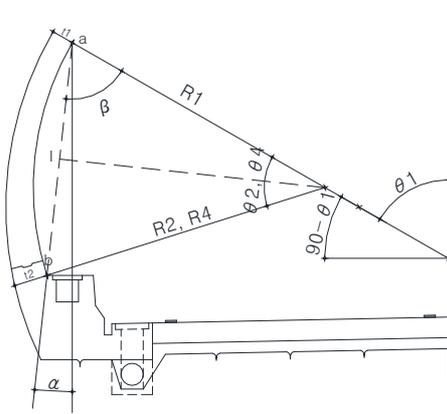
$\therefore ao > bo$  이므로  $R1 = ao + 0.098 = 5.870 \text{ m}$

2. R2 계산



$\theta1 = 60.000000^\circ$   
 $ax = 5.87 \times \sin 60 = 5.084 \text{ m}$   
 $ay = 5.87 \times \cos 60 + 0.8 = 3.735 \text{ m}$   
 $bx = 4 + 0.65 + 0.776 = 5.426 \text{ m}$   
 $by = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 = 0.567 \text{ m}$

$R2 = l \times \sec \beta$



$$l = \frac{1}{2} \times ((5.426 - 5.084)^2 + (0.567 - 3.735)^2)^{\frac{1}{2}} = 1.593 \text{ m}$$

$$\alpha = \tan^{-1} ((5.426 - 5.084) \div (0.567 - 3.735)) = -6.176^\circ$$

$$\beta = 60 - \alpha$$

$$\beta = 60 + 6.176235 = 66.17^\circ$$

$$R2 = 1.593 \times \sec 66.176235 = 3.944 \text{ m}$$

$$\theta 2 = 180 - 66.176235 \times 2 = 47.64^\circ$$

### 3. R4 계산

$$ax = 5.87 \times \sin 60 = 5.084$$

$$ay = 5.87 \times \cos 60 + 0.8 = 3.735$$

$$bx = 4 + 0.65 + 0.776 = 5.426$$

$$by = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 = 0.567$$

$$R4 = l \times \sec \beta$$

$$l = \frac{1}{2} \times ((5.426 - 5.084)^2 + (0.567 - 3.735)^2)^{\frac{1}{2}} = 1.593 \text{ m}$$

$$\alpha = \tan^{-1} ((5.426 - 5.084) \div (0.567 - 3.735)) = -6.176235^\circ$$

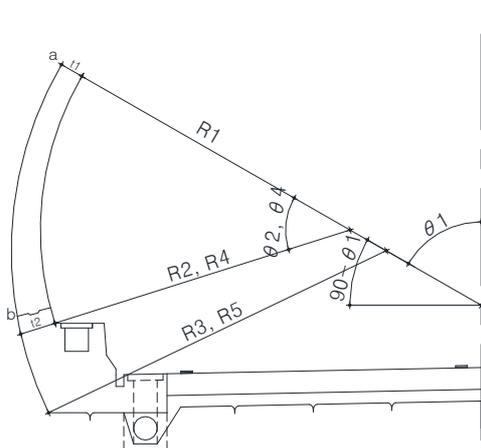
$$\beta = 60 - \alpha$$

$$\beta = 60 + 6.176235 = 66.176235^\circ$$

$$R4 = 1.593 \times \sec 66.176235 = 3.944 \text{ m}$$

$$\theta 4 = 180 - 66.176235 \times 2 = 47.64753^\circ$$

### 4. R3 계산



$$ax = 6.17 \times \sin 60 = 5.343 \text{ m}$$

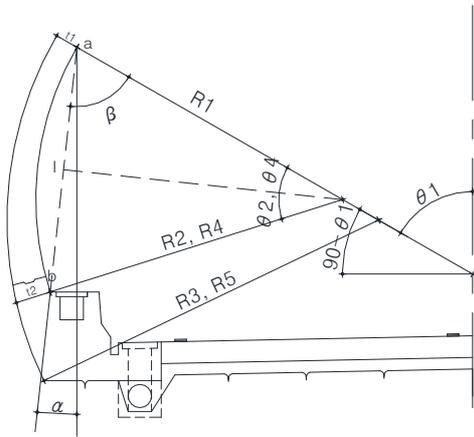
$$ay = 6.17 \times \cos 60 + 0.8 = 3.885 \text{ m}$$

$$bx = 5.426 + 0.457 \times \cos(90 - 60 - 47.64753) = 5.862 \text{ m}$$

$$by = 0.567 + 0.457 \times \sin(90 - 60 - 47.64753) = 0.428 \text{ m}$$

$$R3 = l \times \sec \beta$$

$$l = \frac{1}{2} \times ((5.862 - 5.343)^2 + (0.428 - 3.885)^2)^{\frac{1}{2}} = 1.748 \text{ m}$$



$$\alpha = \tan^{-1} ((5.862 - 5.343) \div (0.428 - 3.885)) = -8.534753^\circ$$

$$\beta = 60 - \alpha$$

$$\beta = 60 + 8.534753 = 68.534753^\circ$$

$$R3 = 1.748 \times \sec 68.534753 = 4.776 \text{ m}$$

$$\theta3 = \sin^{-1} ((0.58 + 3.885 - 4.776) \times \sin (90 - 60) \div 4.776) + 30 = 55.779614^\circ$$

### 5. R5 계산

$$ax = 6.17 \times \sin 60 = 5.343 \text{ m}$$

$$ay = 6.17 \times \cos 60 + 0.8 = 3.885 \text{ m}$$

$$bx = 5.426 + 0.457 \times \cos(90 - 60 - 47.64753) = 5.862 \text{ m}$$

$$by = 0.567 + 0.457 \times \sin(90 - 60 - 47.64753) = 0.428 \text{ m}$$

$$R5 = l \times \sec \beta$$

$$l = \frac{1}{2} \times ((5.862 - 5.343)^2 + (0.428 - 3.885)^2)^{\frac{1}{2}} = 1.748 \text{ m}$$

$$\alpha = \tan^{-1} ((5.862 - 5.343) \div (0.428 - 3.885)) = -8.534753^\circ$$

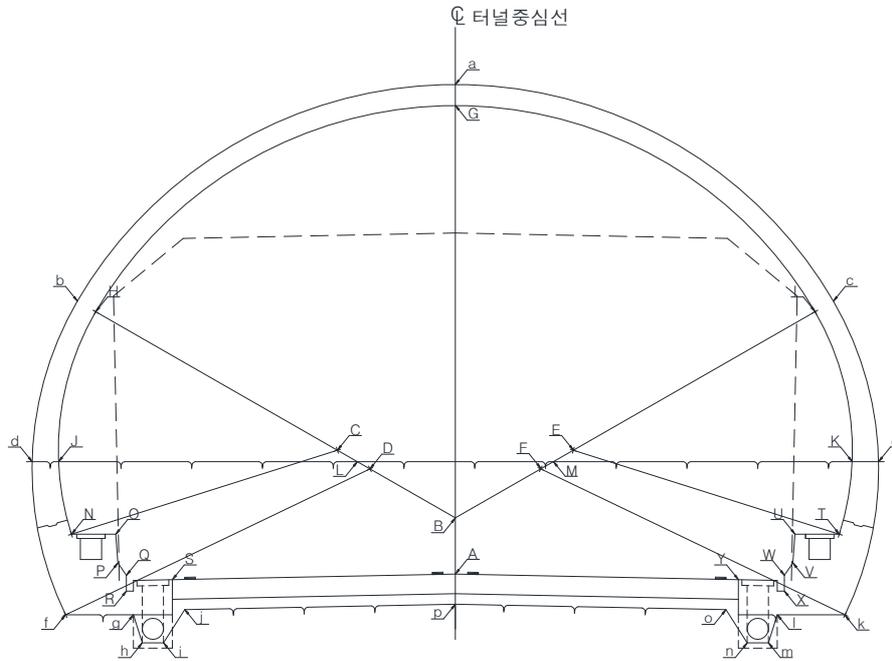
$$\beta = 60 - \alpha$$

$$\beta = 60 + 8.534753 = 68.534753^\circ$$

$$R5 = 1.748 \times \sec 68.534753 = 4.776 \text{ m}$$

$$\theta5 = \sin^{-1} ((0.58 + 3.885 - 4.776 \times \sin 30) \div 4.776) + 30 = 55.779614^\circ$$

## 나. 내공단면 및 콘크리트라이닝



- A.  $X = \text{터널 중심 } X\text{좌표} = 0.000 \text{ m}$   
 $Y = \text{EL-A 참조} = 0.000 \text{ m}$
- B.  $X = \text{터널 중심 } X\text{좌표} = 0.000 \text{ m}$   
 $Y = \text{EL-B 참조} = 0.800 \text{ m}$
- C.  $X = -(5.87 - 3.944) \times \sin 60 = -1.668 \text{ m}$   
 $Y = (5.87 - 3.944) \times \cos 60 + 0.8 = 1.763 \text{ m}$
- D.  $X = -(6.17 - 4.776) \times \sin 60 = -1.207 \text{ m}$   
 $Y = (6.17 - 4.776) \times \cos 60 + 0.8 = 1.497 \text{ m}$
- E.  $X = (5.87 - 3.944) \times \sin 60 = 1.668 \text{ m}$   
 $Y = (5.87 - 3.944) \times \cos 60 + 0.8 = 1.763 \text{ m}$
- F.  $X = (6.17 - 4.776) \times \sin 60 = 1.207 \text{ m}$   
 $Y = (6.17 - 4.776) \times \cos 60 + 0.8 = 1.497 \text{ m}$

|   |  |            |
|---|--|------------|
| G | X = 터널 중심 X좌표  | = 0.000 m  |
|   | Y = 0.8 + 5.87   | = 6.670 m  |
| H | X = $-5.87 \times \sin 60$   | = -5.084 m |
|   | Y = 0.8 + $5.87 \times \cos 60$                                      | = 3.735 m  |
| I | X = $5.87 \times \sin 60$  | = 5.084 m  |
|   | Y = 0.8 + $5.87 \times \cos 60$                                      | = 3.735 m  |
| J | X = $-1.668 - (3.944 \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.763) / 3.944)))$ | = -5.609 m |
|   | Y = 분할 굴착선 EL  | = 1.600 m  |
| K | X = $1.668 + (3.944 \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.763) / 3.944)))$  | = 5.609 m  |
|   | Y = 분할 굴착선 EL  | = 1.600 m  |
| L | X = $-(1.6 - 0.8) \times \tan 60$                                    | = -1.386 m |
|   | Y = 분할 굴착선 EL  | = 1.600 m  |
| M | X = $(1.6 - 0.8) \times \tan 60$                                     | = 1.386 m  |
|   | Y = 분할 굴착선 EL  | = 1.600 m  |
| N | X = $-4 - 0.65 - 0.776$  | = -5.426 m |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66$                       | = 0.567 m  |
| O | X = $-4 - 0.65 - 0.03 - 0.12$  | = -4.800 m |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66$                       | = 0.567 m  |
| P | X = $-4 - 0.65 - 0.03 - 0.12 + 0.03$                                 | = -4.770 m |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 - 0.41$                | = 0.157 m  |
| Q | X = $-4 - 0.65 - 0.03 - 0.12 + 0.03 + 0.12$                          | = -4.650 m |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 - 0.41 - 0.175$        | = -0.018 m |
| R | X = $-4 - 0.65 - 0.03 - 0.12 + 0.03 + 0.12$                          | = -4.650 m |
|   | Y = $4 \times 0.02 - 0.65 \times 0.02$                               | = 0.067 m  |
| S | X = -4   | = -4.000 m |
|   | Y = $4 \times 0.02$  | = 0.080 m  |
| T | X = $4 + 0.65 + 0.776$   | = 5.426 m  |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66$                       | = 0.567 m  |
| U | X = $4 + 0.65 + 0.03 + 0.12$   | = 4.800 m  |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66$                       | = 0.567 m  |
| V | X = $4 + 0.65 + 0.03 + 0.12 - 0.03$                                  | = 4.770 m  |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 - 0.41$                | = 0.157 m  |

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| W | $X = 4 + 0.65 + 0.03 + 0.12 - 0.03 - 0.12$                           | $= 4.650 \text{ m}$  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 - 0.41 - 0.175$        | $= -0.018 \text{ m}$ |
| X | $X = 4 + 0.65 + 0.03 + 0.12 - 0.03 - 0.12$                           | $= 4.650 \text{ m}$  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02$                              | $= -0.093 \text{ m}$ |
| Y | $X = 4$  | $= 4.000 \text{ m}$  |
|   | $Y = 4 \times -0.02$   | $= -0.080 \text{ m}$ |
| a | $X = \text{터널 중심 X좌표}$   | $= 0.000 \text{ m}$  |
|   | $Y = 6.67 + 0.3$   | $= 6.970 \text{ m}$  |
| b | $X = -6.17 \times \sin 60$   | $= -5.343 \text{ m}$ |
|   | $Y = 0.8 + 6.17 \times \cos 60$                                      | $= 3.885 \text{ m}$  |
| c | $X = 6.17 \times \sin 60$  | $= 5.343 \text{ m}$  |
|   | $Y = 0.8 + 6.17 \times \cos 60$                                      | $= 3.885 \text{ m}$  |
| d | $X = -1.207 - (4.776 \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / 4.776)))$ | $= -5.982 \text{ m}$ |
|   | $Y = \text{분할 굴착선 EL}$   | $= 1.600 \text{ m}$  |
| e | $X = 1.207 + (4.776 \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / 4.776)))$  | $= 5.982 \text{ m}$  |
|   | $Y = \text{분할 굴착선 EL}$   | $= 1.600 \text{ m}$  |
| f | $X = -1.207 - (4.776 \times \cos(60 + 55.779614 - 90))$              | $= -5.508 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$   | $= -0.580 \text{ m}$ |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| g | X = -4.55   | = -4.550 m |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.5$                            | = -0.580 m |
| h | X = -4.55 + 0.125                                     | = -4.425 m |
|   | Y = 맹암거 EL 참조   | = -0.980 m |
| I | X = -4.55 + 0.125 + 0.3                               | = -4.125 m |
|   | Y = 맹암거 EL 참조   | = -0.980 m |
| j | X = -4.55 + 0.125 + 0.3 × 2                           | = -3.825 m |
|   | Y = $-3.825 \times (2 / 100) - 0.43$                  | = -0.507 m |
| k | X = $1.207 + (4.776 \times \cos (60 + 55.779614-90))$ | = 5.508 m  |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.5$                            | = -0.580 m |
| l | X = 4.55  | = 4.550 m  |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.5$                            | = -0.580 m |
| m | X = 4.55 - 0.125                                      | = 4.425 m  |
|   | Y = 맹암거 EL 참조   | = -0.980 m |
| n | X = 4.55 - 0.125 - 0.3                                | = 4.125 m  |
|   | Y = 맹암거 EL 참조   | = -0.980 m |
| o | X = 4.55 - 0.125 - 0.3 × 2                            | = 3.825 m  |
|   | Y = $3.825 \times (-2 / 100) - 0.43$                  | = -0.507 m |
| p | X = 터널 중심 X좌표   | = 0.000 m  |
|   | Y = EL-C 참조   | = -0.430 m |

## 다. LINING CONCRETE (여굴포함)

P-1, P-2 (여굴 = 10cm)

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| a | $X = \text{터널 중심 X좌표}$   | $= 0.000 \text{ m}$  |
|   | $Y = \frac{6.67 + 0.3}{0.1/2}$   | $= 7.020 \text{ m}$  |
| b | $X = (-6.17 - 0.1/2) \times \sin 60$   | $= -5.387 \text{ m}$ |
|   | $Y = 0.8 + (6.17 + 0.1/2) \times \cos 60$  | $= 3.910 \text{ m}$  |
| c | $X = (6.17 + 0.1/2) \times \sin 60$  | $= 5.387 \text{ m}$  |
|   | $Y = 0.8 + (6.17 + 0.1/2) \times \cos 60$  | $= 3.910 \text{ m}$  |
| d | $X = \frac{-1.207 - ((4.776 + 0.1/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.1/2))))}{(4.776 + 0.1/2)}$ | $= -6.032 \text{ m}$ |
|   | $Y = \text{분할 굴착선 EL}$   | $= 1.600 \text{ m}$  |
| e | $X = \frac{1.207 + ((4.776 + 0.1/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.1/2))))}{(4.776 + 0.1/2)}$  | $= 6.032 \text{ m}$  |
|   | $Y = \text{분할 굴착선 EL}$   | $= 1.600 \text{ m}$  |
| f | $X = \frac{-1.207 - (4.776 + 0.1/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.05)))}{(4.776 + 0.05)}$      | $= -5.563 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$   | $= -0.580 \text{ m}$ |
| k | $X = \frac{1.207 + (4.776 + 0.1/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.05)))}{(4.776 + 0.05)}$       | $= 5.563 \text{ m}$  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$   | $= -0.580 \text{ m}$ |

P-3 (여굴 = 15cm)

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| a | $X = \text{터널 중심 X좌표}$   | $= 0.000 \text{ m}$  |
|   | $Y = 6.67 + 0.3 + 0.15/2$  | $= 7.045 \text{ m}$  |
| b | $X = (-6.17 - 0.15/2) \times \sin 60$  | $= -5.408 \text{ m}$ |
|   | $Y = 0.8 + (6.17 + 0.15/2) \times \cos 60$   | $= 3.923 \text{ m}$  |
| c | $X = (6.17 + 0.15/2) \times \sin 60$   | $= 5.408 \text{ m}$  |
|   | $Y = 0.8 + (6.17 + 0.15/2) \times \cos 60$   | $= 3.923 \text{ m}$  |
| d | $X = -1.207 - ((4.776 + 0.15/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.15/2))))$ | $= -6.057 \text{ m}$ |
|   | $Y = \text{분할 굴착선 EL}$   | $= 1.600 \text{ m}$  |
| e | $X = 1.207 + ((4.776 + 0.15/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.15/2))))$  | $= 6.057 \text{ m}$  |
|   | $Y = \text{분할 굴착선 EL}$   | $= 1.600 \text{ m}$  |
| f | $X = -1.207 - (4.776 + 0.15/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.075)))$     | $= -5.591 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$   | $= -0.580 \text{ m}$ |
| k | $X = 1.207 + (4.776 + 0.15/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.075)))$      | $= 5.591 \text{ m}$  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$   | $= -0.580 \text{ m}$ |

P-4 (여굴 = 15cm)

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
| a | $X = \text{터널 중심 X좌표}$  | $= 0.000 \text{ m}$  |
|   | $Y = 6.67 + 0.3 + 0.15/2$   | $= 7.045 \text{ m}$  |
| b | $X = (-6.17 - 0.15/2) \times \sin 60$   | $= -5.408 \text{ m}$ |
|   | $Y = \frac{0.8 + (6.17 + 0.15/2) \times \cos 60}{60}$   | $= 3.923 \text{ m}$  |
| c | $X = (6.17 + 0.15/2) \times \sin 60$  | $= 5.408 \text{ m}$  |
|   | $Y = 0.8 + (6.17 + 0.15/2) \times \cos 60$  | $= 3.923 \text{ m}$  |
| d | $X = \frac{-1.207 - ((4.776 + 0.15/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.15/2))))}{(4.776 + 0.15/2)}$ | $= -6.057 \text{ m}$ |
|   | $Y = \text{분할 굴착선 EL}$  | $= 1.600 \text{ m}$  |
| e | $X = \frac{1.207 + ((4.776 + 0.15/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.15/2))))}{(4.776 + 0.15/2)}$  | $= 6.057 \text{ m}$  |
|   | $Y = \text{분할 굴착선 EL}$  | $= 1.600 \text{ m}$  |
| f | $X = \frac{-1.207 - (4.776 + 0.15/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.075)))}{(4.776 + 0.075)}$      | $= -5.591 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$  | $= -0.580 \text{ m}$ |
| k | $X = \frac{1.207 + (4.776 + 0.15/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.075)))}{(4.776 + 0.075)}$       | $= 5.591 \text{ m}$  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$  | $= -0.580 \text{ m}$ |

P-5 (여굴 = 20cm)

$$a \quad X = \text{터널 중심 X좌표} = 0.000 \text{ m}$$

$$Y = \frac{6.67 + 0.3}{0.2/2} = 7.070 \text{ m}$$

$$b \quad X = (-6.17 - 0.2/2) \times \sin 60 = -5.430 \text{ m}$$

$$Y = 0.8 + (6.17 + 0.2/2) \times \cos 60 = 3.935 \text{ m}$$

$$c \quad X = (6.17 + 0.2/2) \times \sin 60 = 5.430 \text{ m}$$

$$Y = 0.8 + (6.17 + 0.2/2) \times \cos 60 = 3.935 \text{ m}$$

$$d \quad X = \frac{-1.207 - ((4.776 + 0.2/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.2/2))))}{1} = -6.082 \text{ m}$$

$$Y = \text{분할 굴착선 EL} = 1.600 \text{ m}$$

$$e \quad X = \frac{1.207 + ((4.776 + 0.2/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.2/2))))}{1} = 6.082 \text{ m}$$

$$Y = \text{분할 굴착선 EL} = 1.600 \text{ m}$$

$$f \quad X = \frac{-1.207 - (4.776 + 0.2/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.1)))}{1} = -5.619 \text{ m}$$

$$Y = 4 \times -0.02 - 0.5 = -0.580 \text{ m}$$

$$k \quad X = \frac{1.207 + (4.776 + 0.2/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.1)))}{1} = 5.619 \text{ m}$$

$$Y = 4 \times -0.02 - 0.5 = -0.580 \text{ m}$$

P-6 (여굴 = 20cm)

|   |  |            |
|---|--|------------|
| a | X = 터널 중심 X좌표  | = 0.000 m  |
|   | Y = $\frac{6.67}{0.2/2} + 0.3 +$   | = 7.070 m  |
| b | X = $(-6.17 - 0.2/2) \times \sin 60$   | = -5.430 m |
|   | Y = $0.8 + (6.17 + 0.2/2) \times \cos 60$  | = 3.935 m  |
| c | X = $(6.17 + 0.2/2) \times \sin 60$  | = 5.430 m  |
|   | Y = $0.8 + (6.17 + 0.2/2) \times \cos 60$  | = 3.935 m  |
| d | X = $\frac{-1.207 - ((4.776 + 0.2/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.2/2))))}{(4.776 + 0.2/2)}$ | = -6.082 m |
|   | Y = 분할 굴착선 EL  | = 1.600 m  |
| e | X = $\frac{1.207 + ((4.776 + 0.2/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.2/2))))}{(4.776 + 0.2/2)}$  | = 6.082 m  |
|   | Y = 분할 굴착선 EL  | = 1.600 m  |
| f | X = $\frac{-1.207 - (4.776 + 0.2/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.1)))}{(4.776 + 0.1)}$        | = -5.619 m |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.5$   | = -0.580 m |
| k | X = $\frac{1.207 + (4.776 + 0.2/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.1)))}{(4.776 + 0.1)}$         | = 5.619 m  |
|   | Y = $4 \times -0.02 - 0.5$   | = -0.580 m |

## 라 설계굴착단면

P-1, P-2 (Shotcrete = 5cm)

|   |   |            |
|---|---|------------|
| a | X = 터널 중심 X좌표   | = 0.000 m  |
|   | Y = 6.67 + 0.3 + 0.05   | = 7.020 m  |
| b | X = (-6.17 - 0.05) × sin 60   | = -5.387 m |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.05) × cos 60  | = 3.910 m  |
| c | X = (6.17 + 0.05) × sin 60  | = 5.387 m  |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.05) × cos 60  | = 3.910 m  |
| d | X = $\frac{-1.207 - ((4.776 + 0.05) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.05))))}{(4.776 + 0.05)}$ | = -6.032 m |
|   | Y = 분할 굴착선 EL   | = 1.600 m  |
| e | X = $\frac{1.207 + ((4.776 + 0.05) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.05))))}{(4.776 + 0.05)}$  | = 6.032 m  |
|   | Y = 분할 굴착선 EL   | = 1.600 m  |
| f | X = $\frac{-1.207 - (4.776 + 0.05) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.05)))}{(4.776 + 0.05)}$    | = -5.563 m |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5   | = -0.580 m |
| k | X = $\frac{1.207 + (4.776 + 0.05) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.05)))}{(4.776 + 0.05)}$     | = 5.563 m  |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5   | = -0.580 m |

P-3 (Shotcrete = 8cm)

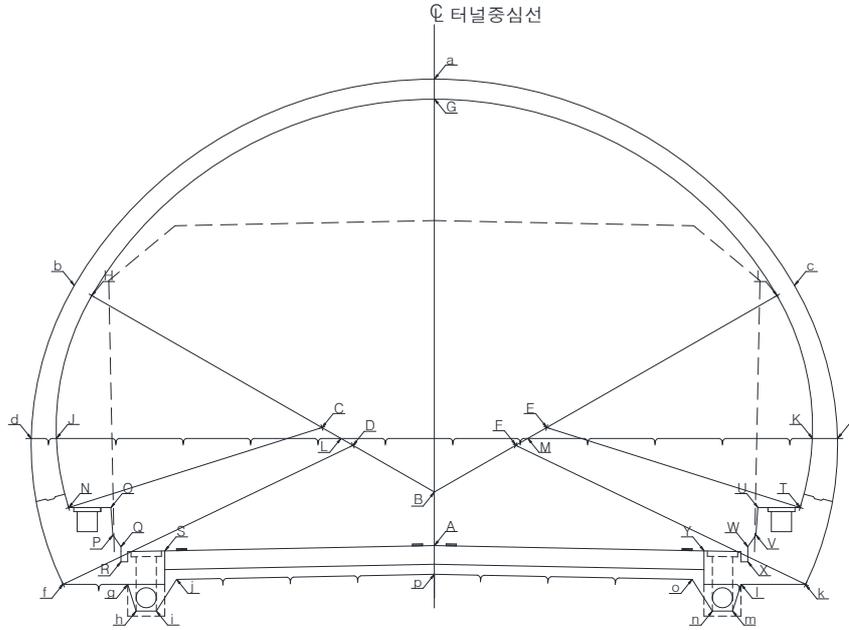
|   |   |            |
|---|---|------------|
| a | X = 터널 중심 X좌표   | = 0.000 m  |
|   | Y = 6.67 + 0.3 + 0.08   | = 7.050 m  |
| b | X = (-6.17 - 0.08) × sin 60   | = -5.413 m |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.08) × cos 60  | = 3.925 m  |
| c | X = (6.17 + 0.08) × sin 60  | = 5.413 m  |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.08) × cos 60  | = 3.925 m  |
| d | X = $\frac{-1.207 - ((4.776 + 0.08) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.08))))}{(4.776 + 0.08)}$ | = -6.062 m |
|   | Y = 분할 굴착선 EL   | = 1.600 m  |
| e | X = $\frac{1.207 + ((4.776 + 0.08) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.08))))}{(4.776 + 0.08)}$  | = 6.062 m  |
|   | Y = 분할 굴착선 EL   | = 1.600 m  |
| f | X = $\frac{-1.207 - (4.776 + 0.08) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.08)))}{(4.776 + 0.08)}$    | = -5.597 m |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5   | = -0.580 m |
| k | X = $\frac{1.207 + (4.776 + 0.08) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.08)))}{(4.776 + 0.08)}$     | = 5.597 m  |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5   | = -0.580 m |

P-4 (Shotcrete = 12cm)

|   |   |            |
|---|---|------------|
| a | X = 터널 중심 X좌표   | = 0.000 m  |
|   | Y = 6.67 + 0.3 + 0.12   | = 7.090 m  |
| b | X = (-6.17 - 0.12) × sin 60   | = -5.447 m |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.12) × cos 60  | = 3.945 m  |
| c | X = (6.17 + 0.12) × sin 60  | = 5.447 m  |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.12) × cos 60  | = 3.945 m  |
| d | X = $\frac{-1.207 - ((4.776 + 0.12) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.12))))}{(4.776 + 0.12)}$ | = -6.102 m |
|   | Y = 분할 굴착선 EL   | = 1.600 m  |
| e | X = $\frac{1.207 + ((4.776 + 0.12) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.12))))}{(4.776 + 0.12)}$  | = 6.102 m  |
|   | Y = 분할 굴착선 EL   | = 1.600 m  |
| f | X = $\frac{-1.207 - (4.776 + 0.12) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.12)))}{(4.776 + 0.12)}$    | = -5.641 m |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5   | = -0.580 m |
| k | X = $\frac{1.207 + (4.776 + 0.12) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.12)))}{(4.776 + 0.12)}$     | = 5.641 m  |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5   | = -0.580 m |

P-5, P-6 (Shotcrete = 16cm)

|   |   |              |
|---|---|--------------|
| a | $X =$ 터널 중심 X좌표   | $=$ 0.000 m  |
|   | $Y = 6.67 + 0.3 + 0.16$   | $=$ 7.130 m  |
| b | $X = (-6.17 - 0.16) \times \sin 60$   | $=$ -5.482 m |
|   | $Y = 0.8 + (6.17 + 0.16) \times \cos 60$  | $=$ 3.965 m  |
| c | $X = (6.17 + 0.16) \times \sin 60$  | $=$ 5.482 m  |
|   | $Y = 0.8 + (6.17 + 0.16) \times \cos 60$  | $=$ 3.965 m  |
| d | $X = \frac{-1.207 - ((4.776 + 0.16) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.16))))}{(4.776 + 0.16)}$ | $=$ -6.142 m |
|   | $Y =$ 분할 굴착선 EL   | $=$ 1.600 m  |
| e | $X = \frac{1.207 + ((4.776 + 0.16) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.16))))}{(4.776 + 0.16)}$  | $=$ 6.142 m  |
|   | $Y =$ 분할 굴착선 EL   | $=$ 1.600 m  |
| f | $X = \frac{-1.207 - (4.776 + 0.16) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.16)))}{(4.776 + 0.16)}$    | $=$ -5.685 m |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$  | $=$ -0.580 m |
| k | $X = \frac{1.207 + (4.776 + 0.16) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.16)))}{(4.776 + 0.16)}$     | $=$ 5.685 m  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$  | $=$ -0.580 m |



**마. 설계굴착단면 (여굴포함)**

P-1 P-2(여굴+ Shotcrete = 15cm)

- |   |  |            |
|---|--|------------|
| a | X = 터널 중심 X좌표  | = 0.000 m  |
|   | Y = 6.67 + 0.3 + 0.15  | = 7.120 m  |
| b | X = (-6.17 - 0.15) × sin 60  | = -5.473 m |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.15) × cos 60   | = 3.960 m  |
| c | X = (6.17 + 0.15) × sin 60   | = 5.473 m  |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.15) × cos 60   | = 3.960 m  |
| d | X = $-1.207 - ((4.776 + 0.15) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.15))))$ | = -6.132 m |
|   | Y = 분할 굴착선 EL  | = 1.600 m  |
| e | X = $1.207 + ((4.776 + 0.15) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.15))))$  | = 6.132 m  |
|   | Y = 분할 굴착선 EL  | = 1.600 m  |
| f | X = $-1.207 - (4.776 + 0.15) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.15)))$    | = -5.674 m |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5  | = -0.580 m |
| k | X = $1.207 + (4.776 + 0.15) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.15)))$     | = 5.674 m  |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5  | = -0.580 m |

P-3 (여굴+ Shotcrete = 23cm)

$$a \quad X = \text{터널 중심 X좌표} = 0.000 \text{ m}$$

$$Y = 6.67 + 0.3 + 0.23 = 7.200 \text{ m}$$

$$b \quad X = (-6.17 - 0.23) \times \sin 60 = -5.543 \text{ m}$$

$$Y = 0.8 + (6.17 + 0.23) \times \cos 60 = 4.000 \text{ m}$$

$$c \quad X = (6.17 + 0.23) \times \sin 60 = 5.543 \text{ m}$$

$$Y = 0.8 + (6.17 + 0.23) \times \cos 60 = 4.000 \text{ m}$$

$$d \quad X = \frac{-1.207 - ((4.776 + 0.23) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.23))))}{(4.776 + 0.23)} = -6.212 \text{ m}$$

$$Y = \text{분할 굴착선 EL} = 1.600 \text{ m}$$

$$e \quad X = \frac{1.207 + ((4.776 + 0.23) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.23))))}{(4.776 + 0.23)} = 6.212 \text{ m}$$

$$Y = \text{분할 굴착선 EL} = 1.600 \text{ m}$$

$$f \quad X = \frac{-1.207 - (4.776 + 0.23) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.23)))}{(4.776 + 0.23)} = -5.762 \text{ m}$$

$$Y = 4 \times -0.02 - 0.5 = -0.580 \text{ m}$$

$$k \quad X = \frac{1.207 + (4.776 + 0.23) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.23)))}{(4.776 + 0.23)} = 5.762 \text{ m}$$

$$Y = 4 \times -0.02 - 0.5 = -0.580 \text{ m}$$

P-4 (여굴+Shotcrete = 27cm)

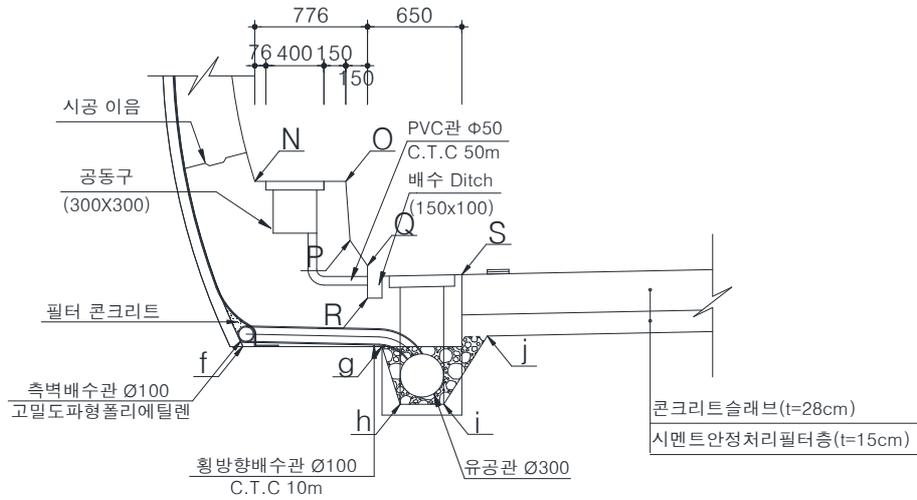
|   |   |            |
|---|---|------------|
| a | X = 터널 중심 X좌표   | = 0.000 m  |
|   | Y = 6.67 + 0.3 + 0.27   | = 7.240 m  |
| b | X = (-6.17 - 0.27) × sin 60   | = -5.577 m |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.27) × cos 60  | = 4.020 m  |
| c | X = (6.17 + 0.27) × sin 60  | = 5.577 m  |
|   | Y = 0.8 + (6.17 + 0.27) × cos 60  | = 4.020 m  |
| d | X = $\frac{-1.207 - ((4.776 + 0.27) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.27))))}{(4.776 + 0.27)}$ | = -6.252 m |
|   | Y = 분할 굴착선 EL   | = 1.600 m  |
| e | X = $\frac{1.207 + ((4.776 + 0.27) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.27))))}{(4.776 + 0.27)}$  | = 6.252 m  |
|   | Y = 분할 굴착선 EL   | = 1.600 m  |
| f | X = $\frac{-1.207 - (4.776 + 0.27) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.27)))}{(4.776 + 0.27)}$    | = -5.806 m |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5   | = -0.580 m |
| k | X = $\frac{1.207 + (4.776 + 0.27) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.27)))}{(4.776 + 0.27)}$     | = 5.806 m  |
|   | Y = 4 × -0.02 - 0.5   | = -0.580 m |

P-5, P-6 (여굴+ Shotcrete = 36cm)

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
| a | $X =$ 터널 중심 X좌표   | $= 0.000 \text{ m}$  |
|   | $Y = 6.67 + 0.3 + 0.36$   | $= 7.330 \text{ m}$  |
| b | $X = (-6.17 - 0.36) \times \sin 60$   | $= -5.655 \text{ m}$ |
|   | $Y = 0.8 + (6.17 + 0.36) \times \cos 60$  | $= 4.065 \text{ m}$  |
| c | $X = (6.17 + 0.36) \times \sin 60$  | $= 5.655 \text{ m}$  |
|   | $Y = 0.8 + (6.17 + 0.36) \times \cos 60$  | $= 4.065 \text{ m}$  |
| d | $X = \frac{-1.207 - ((4.776 + 0.36) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.36))))}{(4.776 + 0.36)}$ | $= -6.342 \text{ m}$ |
|   | $Y =$ 분할 굴착선 EL   | $= 1.600 \text{ m}$  |
| e | $X = \frac{1.207 + ((4.776 + 0.36) \times \cos(\sin^{-1}((1.6 - 1.497) / (4.776 + 0.36))))}{(4.776 + 0.36)}$  | $= 6.342 \text{ m}$  |
|   | $Y =$ 분할 굴착선 EL   | $= 1.600 \text{ m}$  |
| f | $X = \frac{-1.207 - (4.776 + 0.36) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.36)))}{(4.776 + 0.36)}$    | $= -5.904 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$  | $= -0.580 \text{ m}$ |
| k | $X = \frac{1.207 + (4.776 + 0.36) \times \cos(\sin^{-1}((1.497 + 0.58)/(4.776 + 0.36)))}{(4.776 + 0.36)}$     | $= 5.904 \text{ m}$  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$  | $= -0.580 \text{ m}$ |

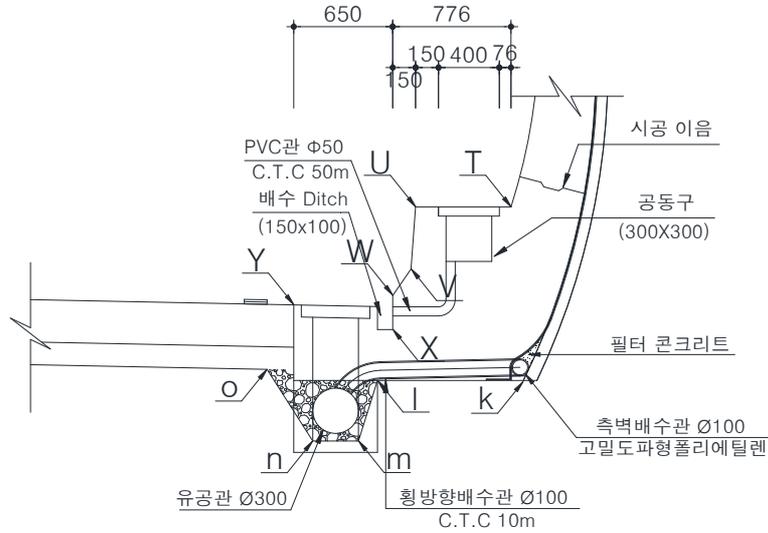
## 바. 배수 및 공동구

### 1) 좌 측



|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
| N | $X = -4 - 0.65 - 0.776$                                       | $= -5.426 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66$                | $= 0.567 \text{ m}$  |
| O | $X = -4 - 0.65 - 0.03 - 0.12$                                 | $= -4.800 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66$                | $= 0.567 \text{ m}$  |
| P | $X = -4 - 0.65 - 0.03 - 0.12 + 0.03$                          | $= -4.770 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 - 0.41$         | $= 0.157 \text{ m}$  |
| Q | $X = -4 - 0.65 - 0.03 - 0.12 + 0.03 + 0.12$                   | $= -4.650 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 - 0.41 - 0.175$ | $= -0.018 \text{ m}$ |
| R | $X = -4 - 0.65 - 0.03 - 0.12 + 0.03 + 0.12$                   | $= -4.650 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times 0.02 - 0.65 \times 0.02$                        | $= 0.067 \text{ m}$  |
| S | $X = -4$  | $= -4.000 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times 0.02$   | $= 0.080 \text{ m}$  |
| f | $X = -1.207 - (4.776 \times \cos(60 + 55.779614 - 90))$       | $= -5.508 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$                                    | $= -0.580 \text{ m}$ |
| g | $X = -4.55$   | $= -4.550 \text{ m}$ |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$                                    | $= -0.580 \text{ m}$ |
| h | $X = -4.55 + 0.125$   | $= -4.425 \text{ m}$ |
|   | $Y = \text{맹암거 EL 참조}$  | $= -0.980 \text{ m}$ |
| I | $X = -4.55 + 0.125 + 0.3$                                     | $= -4.125 \text{ m}$ |
|   | $Y = \text{맹암거 EL 참조}$  | $= -0.980 \text{ m}$ |
| j | $X = -4.55 + 0.125 + 0.3 \times 2$                            | $= -3.825 \text{ m}$ |
|   | $Y = -3.825 \times (2 / 100) - 0.43$                          | $= -0.507 \text{ m}$ |

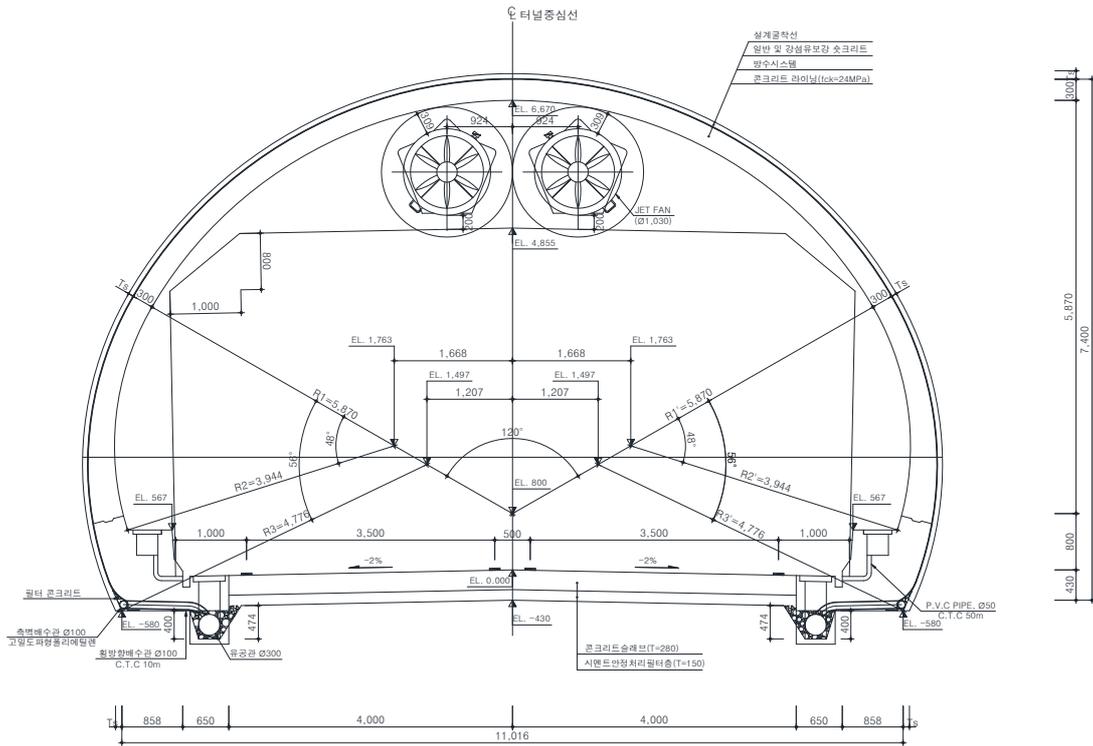
2) 우 측



|   |   |            |
|---|---|------------|
| T | $X = 4 + 0.65 + 0.776$  | = 5.426 m  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66$                | = 0.567 m  |
| U | $X = 4 + 0.65 + 0.03 + 0.12$                                  | = 4.800 m  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66$                | = 0.567 m  |
| V | $X = 4 + 0.65 + 0.03 + 0.12 - 0.03$                           | = 4.770 m  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 - 0.41$         | = 0.157 m  |
| W | $X = 4 + 0.65 + 0.03 + 0.12 - 0.03 - 0.12$                    | = 4.650 m  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02 + 0.66 - 0.41 - 0.175$ | = -0.018 m |
| X | $X = 4 + 0.65 + 0.03 + 0.12 - 0.03 - 0.12$                    | = 4.650 m  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.65 \times 0.02$                       | = -0.093 m |
| Y | $X = 4$   | = 4.000 m  |
|   | $Y = 4 \times -0.02$  | = -0.080 m |
| k | $X = 1.207 + (4.776 \times \cos(60 + 55.779614 - 90))$        | = 5.508 m  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$                                    | = -0.580 m |
| l | $X = 4.55$  | = 4.550 m  |
|   | $Y = 4 \times -0.02 - 0.5$                                    | = -0.580 m |
| m | $X = 4.55 - 0.125$  | = 4.425 m  |
|   | $Y = \text{맹암거 EL 참조}$  | = -0.980 m |
| n | $X = 4.55 - 0.125 - 0.3$                                      | = 4.125 m  |
|   | $Y = \text{맹암거 EL 참조}$  | = -0.980 m |
| o | $X = 4.55 - 0.125 - 0.3 \times 2$                             | = 3.825 m  |
|   | $Y = 3.825 \times (-2 / 100) - 0.43$                          | = -0.507 m |

## 12. 수량산출(예)

### 설계 단면



t<sub>1</sub> : 라이닝 두께

t<sub>2</sub> : 숯크리트 두께

t<sub>3</sub> : 여굴 두께

| 표준단면 | t1 (mm) | t2 (mm) | t3 (mm) |     | 굴진장(mm)            | 굴착방법   |
|------|---------|---------|---------|-----|--------------------|--------|
|      |         |         | 측벽      | 아치  |                    |        |
| 1, 2 | 300     | 50      | 100     | 100 | 3.500              | 전단면 굴착 |
| 3    | 300     | 80      | 100     | 150 | 2.000              | 전단면 굴착 |
| 4    | 300     | 120     | 100     | 150 | 상 1.500<br>하 3.000 | 반단면 굴착 |
| 5    | 300     | 160     | 150     | 200 | 1.200              | 반단면 굴착 |
| 6    | 300     | 160     | 150     | 200 | 1.000              | 반단면 굴착 |

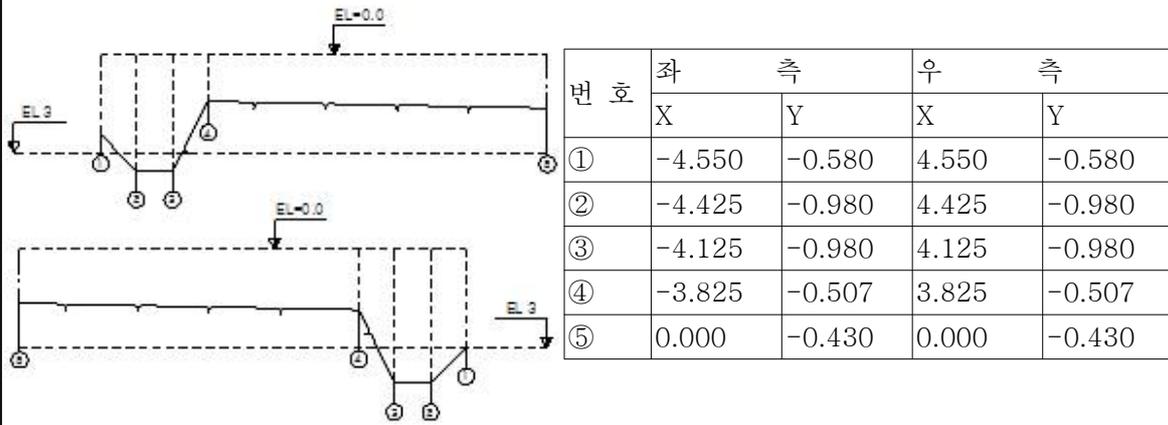
| 공 종            | 산   | 출   | 내                           | 역     | 계                 |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
|----------------|---|---|-----------------------------|-------|-------------------|-----|----------|-------------|-------|-----|------------|---------------|-------|----|----|--------|--|-----|-----|-------|--|-----|-----|-------|--|---|-------------------|-------------------|-------|---|------------------|------------------|-------|---|------------------------------|------------------------------|--------|---|----------------------------------|----------------------------------|--------|---|--|--|-------------------|
| P-3 상부 반단면 굴착공 | t1 : L i n i n g = 0.300 m ~ 0.457 m<br>Concrete  | t2 : Shotcrete = 0.080 m  | t3 : 여굴 = 0.150 m ~ 0.100 m |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| 총굴착            |   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>기호</th> <th>산 출 식</th> <th>좌 측</th> <th>우 측</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1`</td> <td>R1+t1+t2+t3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R3`</td> <td>(R3,R5)+t2+t3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>θ1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EL1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EL2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>(R1+t1-R3)×sin θ1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>cos(90-θ1-a)×R3`</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos θ1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>90+ sin<sup>-1</sup>(c/R3`)-θ1</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | 기호                          | 산 출 식 | 좌 측               | 우 측 | R1`      | R1+t1+t2+t3 |       |     | R3`        | (R3,R5)+t2+t3 |       |    | θ1 |        |  |     | EL1 |       |  |     | EL2 |       |  |   | a                 | (R1+t1-R3)×sin θ1 |       |   | b                | cos(90-θ1-a)×R3` |       |   | c                            | -(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos θ1 |        |   | a                                | 90+ sin <sup>-1</sup> (c/R3`)-θ1 |        |   |  |  |                   |
|                |   | 기호  | 산 출 식                       | 좌 측   | 우 측               |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| R1`            | R1+t1+t2+t3   |   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| R3`            | (R3,R5)+t2+t3   |   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| θ1             |   |   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| EL1            |   |   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| EL2            |   |   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| a              | (R1+t1-R3)×sin θ1   |   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| b              | cos(90-θ1-a)×R3`  |   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| c              | -(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos θ1  |   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| a              | 90+ sin <sup>-1</sup> (c/R3`)-θ1  |   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| 설계굴착           | <table border="1"> <thead> <tr> <th>기호</th> <th>산 출 식</th> <th>좌 측</th> <th>우 측</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1`</td> <td>R1+t1+t2</td> <td>6.250</td> <td>6.250</td> </tr> <tr> <td>R3`</td> <td>(R3,R5)+t2</td> <td>4.856</td> <td>4.856</td> </tr> <tr> <td>θ1</td> <td></td> <td>60.000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>EL1</td> <td></td> <td>1.600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>EL2</td> <td></td> <td>0.800</td> <td></td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>(R1+t1-R3)×sin θ1</td> <td>1.207</td> <td>1.207</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>cos(90-θ1-a)×R3`</td> <td>4.855</td> <td>4.855</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos θ1</td> <td>-0.103</td> <td>-0.103</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>90+ sin<sup>-1</sup>(c/R3`)-θ1</td> <td>28.785</td> <td>28.785</td> </tr> </tbody> </table> | 기호  | 산 출 식                       | 좌 측   | 우 측               | R1` | R1+t1+t2 | 6.250       | 6.250 | R3` | (R3,R5)+t2 | 4.856         | 4.856 | θ1 |    | 60.000 |  | EL1 |     | 1.600 |  | EL2 |     | 0.800 |  | a | (R1+t1-R3)×sin θ1 | 1.207             | 1.207 | b | cos(90-θ1-a)×R3` | 4.855            | 4.855 | c | -(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos θ1 | -0.103                       | -0.103 | a | 90+ sin <sup>-1</sup> (c/R3`)-θ1 | 28.785                           | 28.785 | $\begin{aligned} &① \pi \times R1'^2 \times \theta / 360 - \tan \theta \times EL - 2^2 \times \frac{1}{2} = \\ &② \pi \times R3'^2 \times a / 360 = \\ &③ \pi \times R3'^2 \times a / 360 = \\ &④ (a - EL2 \times \tan \theta + b) \times -c \times \frac{1}{2} = \\ &⑤ (a - EL2 \times \tan \theta + b) \times -c \times \frac{1}{2} = \\ &① \times 2 + ② + ③ + ④ + ⑤ = \end{aligned}$ |  |  | m <sup>3</sup> /m |
| 기호             | 산 출 식   | 좌 측   | 우 측                         |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| R1`            | R1+t1+t2  | 6.250   | 6.250                       |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| R3`            | (R3,R5)+t2  | 4.856   | 4.856                       |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| θ1             |   | 60.000  |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| EL1            |   | 1.600   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| EL2            |   | 0.800   |                             |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| a              | (R1+t1-R3)×sin θ1   | 1.207   | 1.207                       |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| b              | cos(90-θ1-a)×R3`  | 4.855   | 4.855                       |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| c              | -(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos θ1  | -0.103  | -0.103                      |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
| a              | 90+ sin <sup>-1</sup> (c/R3`)-θ1  | 28.785  | 28.785                      |       |                   |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |
|                |   |   |                             |       | m <sup>3</sup> /m |     |          |             |       |     |            |               |       |    |    |        |  |     |     |       |  |     |     |       |  |   |                   |                   |       |   |                  |                  |       |   |                              |                              |        |   |                                  |                                  |        |   |  |  |                   |

| 공 종                | 산 출 내 역  | 계                 |        |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
|--------------------|--|-------------------|--------|-----|-----|-----|------------|-------|-------|-----|---------------|-------|-------|----|--|--------|--|-----|--|-------|--|-----|--|-------|--|---|-------------------|-------|-------|---|------------------|-------|-------|---|-------------------------------|--------|--------|---|----------------------------------|--------|--------|-------------------|
| 여유굴착               | 총굴착량-설계굴착량 =   | m <sup>3</sup> /m |        |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| Shotcrete<br>(강섬유) | <table border="1"> <thead> <tr> <th>기호</th> <th>산 출 식</th> <th>좌 측</th> <th>우 측</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1`</td> <td>R1+t1+t3/2</td> <td>6.245</td> <td>6.245</td> </tr> <tr> <td>R3`</td> <td>(R3,R5)+ t3/2</td> <td>4.826</td> <td>4.826</td> </tr> <tr> <td>θ1</td> <td></td> <td colspan="2">60.000</td> </tr> <tr> <td>EL1</td> <td></td> <td colspan="2">1.600</td> </tr> <tr> <td>EL2</td> <td></td> <td colspan="2">0.800</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>(R1+t1-R3)×sin θ1</td> <td>1.207</td> <td>1.207</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>cos(90-θ1-a)×R3`</td> <td>4.825</td> <td>4.825</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>-(EL1-EL2)+ (R1+t1-R3)×cos θ1</td> <td>-0.103</td> <td>-0.103</td> </tr> <tr> <td>α</td> <td>90+ sin<sup>-1</sup>(c/R3`)-θ1</td> <td>28.778</td> <td>28.778</td> </tr> </tbody> </table> <p>           ① <math>\pi \times R1'^2 \times \theta / 360 - \tan \theta \times EL2^2 \times \frac{1}{2}</math> =<br/>           ② <math>\pi \times R3'^2 \times \alpha / 360</math> =<br/>           ③ <math>\pi \times R3'^2 \times \alpha / 360</math> =<br/>           ④ <math>(a - EL2 \times \tan \theta + b) \times -c \times \frac{1}{2}</math> =<br/>           ⑤ <math>(a - EL2 \times \tan \theta + b) \times -c \times \frac{1}{2}</math> =<br/>           ①×2+ ②+ ③+ ④+ ⑤ =<br/>           (총굴착량-(①×2+ ②+ ③+ ④+ ⑤))÷(1-0.13) =         </p> | 기호                | 산 출 식  | 좌 측 | 우 측 | R1` | R1+t1+t3/2 | 6.245 | 6.245 | R3` | (R3,R5)+ t3/2 | 4.826 | 4.826 | θ1 |  | 60.000 |  | EL1 |  | 1.600 |  | EL2 |  | 0.800 |  | a | (R1+t1-R3)×sin θ1 | 1.207 | 1.207 | b | cos(90-θ1-a)×R3` | 4.825 | 4.825 | c | -(EL1-EL2)+ (R1+t1-R3)×cos θ1 | -0.103 | -0.103 | α | 90+ sin <sup>-1</sup> (c/R3`)-θ1 | 28.778 | 28.778 | m <sup>3</sup> /m |
| 기호                 | 산 출 식  | 좌 측               | 우 측    |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| R1`                | R1+t1+t3/2   | 6.245             | 6.245  |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| R3`                | (R3,R5)+ t3/2  | 4.826             | 4.826  |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| θ1                 |  | 60.000            |        |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| EL1                |  | 1.600             |        |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| EL2                |  | 0.800             |        |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| a                  | (R1+t1-R3)×sin θ1  | 1.207             | 1.207  |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| b                  | cos(90-θ1-a)×R3`   | 4.825             | 4.825  |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| c                  | -(EL1-EL2)+ (R1+t1-R3)×cos θ1  | -0.103            | -0.103 |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| α                  | 90+ sin <sup>-1</sup> (c/R3`)-θ1   | 28.778            | 28.778 |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| 강섬유보강재             | 강섬유보강재 혼합 단위수량 (kg/m <sup>3</sup> ) = 37.000 kg/m <sup>3</sup><br>(Shotcrete량×강섬유보강재 혼합 단위수량)÷1,000  | ton/m             |        |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| 버력처리               | 총굴착량 =   | m <sup>3</sup> /m |        |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |
| Shotcrete<br>버력처리  | Shotcrete량×(1/(1-0.13)-1) =  | m <sup>3</sup> /m |        |     |     |     |            |       |       |     |               |       |       |    |  |        |  |     |  |       |  |     |  |       |  |   |                   |       |       |   |                  |       |       |   |                               |        |        |   |                                  |        |        |                   |

| 공 종            | 산  | 출   | 내        | 역      | 계       |                   |       |
|----------------|--|---|----------|--------|---------|-------------------|-------|
| P-3 하부 반단면 굴착공 | t1 : Lining Concrete                                   | =   | 0.300 m  | ~      | 0.457 m |                   |       |
|                | t2 : Shotcrete   | =   | 0.080 m  |        |         |                   |       |
|                | t3 : 여굴  | =   | 0.150 m  | ~      | 0.100 m |                   |       |
|                | 기호   | 산   | 출        | 식      | 좌 측     | 우 측               |       |
|                | R1`  | R1+t1+t2+t3                                   |          |        |         |                   |       |
|                | R3`  | (R3,R5)+t2+t3                                 |          |        |         |                   |       |
|                | θ1   |   |          |        |         |                   |       |
|                | EL1  |   |          |        |         |                   |       |
|                | EL2  |   |          |        |         |                   |       |
|                | EL3  |   |          |        |         |                   |       |
|                | a  | (R1+t1-R3)×sin θ1                             |          |        |         |                   |       |
|                | b  | cos(90-θ1-a)×R3`                              |          |        |         |                   |       |
|                | c  | -(EL1-EL2)+ (R1+t1-R3)×cos θ1                 |          |        |         |                   |       |
|                | d  | R3`×cos(sin <sup>-1</sup> ((EL1-EL3+c)/R3`))) |          |        |         |                   |       |
|                | α  | 90+ sin <sup>-1</sup> (c/R3`)-θ1              |          |        |         |                   |       |
| β              | 90 - θ1 - α + sin <sup>-1</sup> ((EL1-EL3+c)/R3`))     |   |          |        |         |                   |       |
| 총굴착            | ④ (a-EL2×tan θ1+b)×-c×½                                | =   |          |        |         |                   |       |
|                | ⑤ (a-EL2×tan θ1+b)×-c×½                                | =   |          |        |         |                   |       |
|                | ⑥ π×R3' <sup>2</sup> ×β/360                            | =   |          |        |         |                   |       |
|                | ⑦ π×R3' <sup>2</sup> ×β/360                            | =   |          |        |         |                   |       |
|                | ⑧ ((EL1+ -EL3+ -c)×d+ (EL1+ (-EL3)+ c+ (EL2-EL3))×a)×½ | =   |          |        |         |                   |       |
|                | ⑨ ((EL1+ -EL3+ -c)×d+ (EL1+ (-EL3)+ c+ (EL2-EL3))×a)×½ | =   |          |        |         |                   |       |
|                | ⑩ tan θ1×EL2 <sup>2</sup> ×½                           | =   |          |        |         |                   |       |
|                | -(④+ ⑤)+ ⑥+ ⑦+ ⑧+ ⑨+ ⑩×2+ 추가 굴착량                       | =   |          |        |         | m <sup>3</sup> /m |       |
|                | 설계굴착   | 기호  | 산        | 출      | 식       | 좌 측               | 우 측   |
|                |  | R1`   | R1+t1+t2 |        |         | 6.250             | 6.250 |
| R3`            |  | (R3,R5)+t2                                    |          |        | 4.856   | 4.856             |       |
| θ1             |  |   |          |        | 60.000  |                   |       |
| EL1            |  |   |          |        | 1.600   |                   |       |
| EL2            |  |   |          |        | 0.800   |                   |       |
| EL3            |  |   |          |        | -0.580  | -0.580            |       |
| a              |  | (R1+t1-R3)×sin θ1                             |          |        | 1.207   | 1.207             |       |
| b              |  | cos(90-θ1-a)×R3`                              |          |        | 4.855   | 4.855             |       |
| c              |  | -(EL1-EL2)+ (R1+t1-R3)×cos θ1                 |          |        | -0.103  | -0.103            |       |
| d              |  | R3`×cos(sin <sup>-1</sup> ((EL1-EL3+c)/R3`))) |          |        | 4.389   | 4.389             |       |
| α              |  | 90+ sin <sup>-1</sup> (c/R3`)-θ1              |          |        | 28.785  | 28.785            |       |
| β              | 90 - θ1 - α + sin <sup>-1</sup> ((EL1-EL3+c)/R3`))     |   |          | 26.539 | 26.539  |                   |       |

| 공 종                | 산   | 출  | 내  | 역 | 계                 |     |
|--------------------|-----|--|--|---|-------------------|-----|
|                    | ④   | $(a-EL2 \times \tan \theta_1 + R3') \times c \times \frac{1}{2}$                                     |  | = |                   |     |
|                    | ⑤   | $(a-EL2 \times \tan \theta_1 + R3') \times c \times \frac{1}{2}$                                     |  | = |                   |     |
|                    | ⑥   | $\pi \times R3'^2 \times \beta / 360$  |  | = |                   |     |
|                    | ⑦   | $\pi \times R3'^2 \times \beta / 360$  |  | = |                   |     |
|                    | ⑧   | $((EL1 + (-EL3) + (-c)) \times d + (EL1 + (-EL3) + (-c) + (EL2 - EL3)) \times a) \times \frac{1}{2}$ |  | = |                   |     |
|                    | ⑨   | $((EL1 + (-EL3) + (-c)) \times d + (EL1 + (-EL3) + (-c) + (EL2 - EL3)) \times a) \times \frac{1}{2}$ |  | = |                   |     |
|                    | ⑩   | $\tan \theta_1 \times EL2^2 \times \frac{1}{2}$  |  | = |                   |     |
|                    |     | $-(④ + ⑤) + ⑥ + ⑦ + ⑧ + ⑨ + ⑩ \times 2 +$ 추가 굴착량   |  | = | m <sup>3</sup> /m |     |
| 여유굴착               |     | 총굴착량-설계굴착량 =   |  | = | m <sup>3</sup> /m |     |
| Shotcrete<br>(강섬유) | 기호  | 산  | 출  | 식 | 좌 측               | 우 측 |
|                    | R1` | R1+t1+t3/2   |  |   |                   |     |
|                    | R3` | (R3,R5)+t3/2   |  |   |                   |     |
|                    | θ1  |  |  |   |                   |     |
|                    | EL1 |  |  |   |                   |     |
|                    | EL2 |  |  |   |                   |     |
|                    | EL3 |  |  |   |                   |     |
|                    | a   | $(R1 + t1 - R3) \times \sin \theta_1$  |  |   |                   |     |
|                    | b   | $\cos(90 - \theta_1 - a) \times R3`$   |  |   |                   |     |
|                    | c   | $-(EL1 - EL2) + (R1 + t1 - R3) \times \cos \theta_1$   |  |   |                   |     |
|                    | d   | $R3` \times \cos(\sin^{-1}((EL1 - EL3 + c) / R3`))$  |  |   |                   |     |
|                    | α   | $90 + \sin^{-1}(c / R3`) - \theta_1$   |  |   |                   |     |
|                    | β   | $90 - \theta_1 - a + \sin^{-1}((EL1 - EL3 + c) / R3`)$   |  |   |                   |     |
|                    |     | ④  | $(a-EL2 \times \tan \theta_1 + R3') \times c \times \frac{1}{2}$ |   | =                 |     |
|                    | ⑤   | $(a-EL2 \times \tan \theta_1 + R3') \times c \times \frac{1}{2}$                                     |  | = |                   |     |
|                    | ⑥   | $\pi \times R3'^2 \times \beta / 360$  |  | = |                   |     |
|                    | ⑦   | $\pi \times R3'^2 \times \beta / 360$  |  | = |                   |     |
|                    | ⑧   | $((EL1 + (-EL3) + (-c)) \times d + (EL1 + (-EL3) + (-c) + (EL2 - EL3)) \times a) \times \frac{1}{2}$ |  | = |                   |     |
|                    | ⑨   | $((EL1 + (-EL3) + (-c)) \times d + (EL1 + (-EL3) + (-c) + (EL2 - EL3)) \times a) \times \frac{1}{2}$ |  | = |                   |     |
|                    | ⑩   | $\tan \theta_1 \times EL2^2 \times \frac{1}{2}$  |  | = |                   |     |
|                    |     | $-(④ + ⑤) + ⑥ + ⑦ + ⑧ + ⑨ + ⑩ \times 2 +$ 추가 굴착량   |  | = |                   |     |
|                    |     | $(\text{총굴착량} - (25.204 + \text{바닥여굴})) \div (1 - 0.1)$  |  | = | m <sup>3</sup> /m |     |

| 공 종            | 산 출 내 역   | 계                 |
|----------------|---|-------------------|
| 강섬유보강재         | 강섬유보강재 혼합 단위수량 (kg/m <sup>3</sup> ) = 37.000 kg/m <sup>3</sup><br>(Shotcrete량×강섬유보강재 혼합 단위수량)÷1,000 | ton/m             |
| 버럭처리           | 총굴착량 =  | m <sup>3</sup> /m |
| Shotcrete 버럭처리 | Shotcrete량×(1/(1-0.1)-1) =  | m <sup>3</sup> /m |



|              |   |   |                   |                   |
|--------------|---|---|-------------------|-------------------|
| 바닥면 및 배수로 굴착 | ①   | $(4.55-4.425) \times (0.58+0.98) \times \frac{1}{2}$        | = 0.098           |                   |
|              | ②   | $(4.425-4.125) \times (0.98+0.98) \times \frac{1}{2}$       | = 0.294           |                   |
|              | ③   | $(4.125-3.825) \times (0.98+0.507) \times \frac{1}{2}$      | = 0.223           |                   |
|              | ④   | $(3.825-0) \times (0.507+0.43) \times \frac{1}{2}$          | = 1.791           |                   |
|              | ⑤   | $(4.55-4.425) \times (0.58+0.98) \times \frac{1}{2}$        | = 0.098           |                   |
|              | ⑥   | $(4.425-4.125) \times (0.98+0.98) \times \frac{1}{2}$       | = 0.294           |                   |
|              | ⑦   | $(4.125-3.825) \times (0.98+0.507) \times \frac{1}{2}$      | = 0.223           |                   |
|              | ⑧   | $(3.825-0) \times (0.507+0.43) \times \frac{1}{2}$          | = 1.791           |                   |
|              | ⑨   | $4.55 \times 0.58 + 4.55 \times 0.58$                       | = 5.278           |                   |
|              | ⑩   | $((0.079 \times 1) + (0.079 \times 1)) / 50$ (집수정 추가굴착량)    | = 0.003           |                   |
|              |   | ①+②+③+④+⑤+⑥+⑦+⑧-⑨+⑩   | = -0.464          |                   |
|              |   | ⑪ $(1.608+1.708) \times \frac{1}{2} \times 0.1$ (기초콘크리트 좌측) | = 0.166           | m <sup>3</sup> /m |
|              | ⑫ $(1.608+1.708) \times \frac{1}{2} \times 0.1$ (기초콘크리트 우측) | = 0.166   | m <sup>3</sup> /m |                   |

| 공 종   | 산 출 내 역   | 계   |
|---|---|---|
| 지 보 공 Shotcrete, 강섬유 보강재 수량은 상, 하부 굴착공에 포함                |   |   |
| Rock bolt<br>D25,<br>SD350<br>L= 3.000<br>(Random)<br>P-1 | <p>개수 ① 천반부 : <math>(1/3.5)</math> = 0.286</p> <p>② 측벽부 : <math>(1/3.5)</math> = 0.286</p> <p>천공 ① 천반부: <math>(3+0.1) \times (1/3.5)</math> = 0.886</p> <p>② 측벽부 : <math>(3+0.1) \times (1/3.5)</math> = 0.886</p> <p>Resin(전체) : <math>((1/3.5) + (1/3.5)) \times 3</math> = 1.714</p> <p>Mortar(사용안함) : = 0.000</p> <p>천공체적 : <math>\pi/4 \times 0.038^2 \times (3+0.1) = 0.0035</math></p> <p>Rock bolt 체적 : <math>\pi/4 \times 0.025^2 \times 3 = 0.0015</math></p>   | EA/m<br>EA/m<br>m/m<br>m/m<br>EA/m<br>m <sup>3</sup> /m |
| Rock bolt<br>D25,<br>SD350<br>L= 3.000<br>(System)<br>P-2 | <p>개수 ① 천반부: <math>(6.5/3.5)</math> = 1.857</p> <p>② 측벽부 : <math>(1/3.5)</math> = 0.286</p> <p>천공 ① 천반부: <math>(3+0.1) \times (6.5/3.5)</math> = 5.757</p> <p>② 측벽부: <math>(3+0.1) \times (1/3.5)</math> = 0.886</p> <p>Resin(전체) : <math>((6.5/3.5) + (1/3.5)) \times 3</math> = 6.429</p> <p>Mortar(사용안함): = 0.000</p> <p>천공체적 : <math>\pi/4 \times 0.038^2 \times (3+0.1) = 0.0035</math></p> <p>Rock bolt 체적: <math>\pi/4 \times 0.025^2 \times 3 = 0.0015</math></p> | EA/m<br>EA/m<br>m/m<br>m/m<br>EA/m<br>m <sup>3</sup> /m |

| 공 종   | 산 출 내 역   | 계   |
|---|---|---|
| 지 보 공   | Shotcrete, 강섬유 보강재 수량은 상, 하부 굴착공에 포함  |   |
| Rock bolt<br>D25,<br>SD350<br>L= 4.000<br>(System)<br>P-3 | 개수 ① 천반부: $(8.5/2)$ = 4.250<br>② 측벽부: $(6/2)$ = 3.000<br>천공 ① 천반부: $(4+0.1) \times (8.5/2)$ = 17.425<br>② 측벽부: $(4+0.1) \times (6/2)$ = 12.300<br>Resin(전체) : $((8.5/2) + (6/2)) \times 4$ = 29.000<br>Mortar(사용안함): = 0.000<br>천공체적 : $\pi/4 \times 0.038^2 \times (4+0.1) = 0.0046$<br>Rock bolt 체적 : $\pi/4 \times 0.025^2 \times 4 = 0.002$             | EA/m<br>EA/m<br>m/m<br>m/m<br>EA/m<br>m <sup>3</sup> /m                     |
| Rock bolt<br>D25,<br>SD350<br>L=4.000<br>(System)<br>P-4  | 개수 ① 천반부: $(8.5/1.5)$ = 5.667<br>② 측벽부: $(6/1.5)$ = 4.000<br>천공 ① 천반부: $(4+0.1) \times (8.5/1.5)$ = 23.233<br>② 측벽부: $(4+0.1) \times (6/1.5)$ = 16.400<br>Resin(전체) : $((8.5/1.5) + (6/1.5)) \times 4$ = 38.667<br>Mortar(사용안함): = 0.000<br>천공체적 : $\pi/4 \times 0.038^2 \times (4+0.1) = 0.0046$<br>Rock bolt 체적 : $\pi/4 \times 0.025^2 \times 4 = 0.002$ | EA/m<br>m<br>EA/m<br>m<br>m/m<br>m/m<br>EA/m<br>m<br>m <sup>3</sup> /m<br>m |

| 공 종  | 산 출 내 역  | 계   |
|--|--|---|
| 지 보 공  | Shotcrete, 강섬유 보강재 수량은 상, 하부 굴착공에 포함   |   |
| Rock bolt<br>D25,<br>SD350<br>L=4.000<br>(System)<br>P-5 | 개수 ① 천반부: $(8.5/1.2)$ = 7.083<br>② 측벽부: $(6/1.2)$ = 5.000<br>천공 ① 천반부: $(4+0.1) \times (8.5/1.2)$ = 29.042<br>② 측벽부: $(4+0.1) \times (6/1.2)$ = 20.500<br>Resin(전체) : $((8.5/1.2) + (6/1.2)) \times 4$ = 48.333<br>Mortar(사용안함): = 0.000<br>천공체적 : $\pi/4 \times 0.038^2 \times (4+0.1) = 0.0046$<br>Rock bolt 체적: $\pi/4 \times 0.025^2 \times 4 = 0.002$ | EA/m<br>EA/m<br>m/m<br>m/m<br>EA/m<br>m <sup>3</sup> /m |
| P-6  | 개수 ① 천반부: $(0/1)$ = 0.000<br>② 측벽부: $(6/1)$ = 6.000<br>천공 ① 천반부: $(4+0.1) \times (0/1)$ = 0.000<br>② 측벽부: $(4+0.1) \times (6/1)$ = 24.600<br>Resin(전체) : $((0/1) + (6/1)) \times 4$ = 24.000<br>Mortar(사용안함): = 0.000<br>천공체적 : $\pi/4 \times 0.038^2 \times (4+0.1) = 0.0046$<br>Rock bolt 체적 : $\pi/4 \times 0.025^2 \times 4 = 0.002$                   | EA/m<br>EA/m<br>m/m<br>m/m<br>EA/m<br>m <sup>3</sup> /m |

| 공 종   | 산 출 내 역  | 계                 |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|---|--|-------------------|-------|-----|-----|-----|--------------|--|--|-----|----------------|--|--|----|--|--|--|-----|--|--|--|--|
| Filter<br>Concrete                                  | $((0.200+0.150)\times\frac{1}{2}\times 0.15 - (\pi\times 0.114^2/4)\times\frac{1}{2})\times 2$ 개소 = 0.042  | m <sup>3</sup> /m |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
| 배수관   | H.D.P 유공관 (Φ100): 종방향 (1×2)/1 = 2.000  | m/m               |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   | P.V.C관 (Φ100): C.T.C 10 m (1+1)/10×(4/5) = 0.160   | m/m               |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   | P.V.C관 (Φ50): C.T.C 10 m (0.723+0.723)/10= 0.145   | m/m               |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   | P.V.C관-Y형 (Φ100): C.T.C 50 m (1.2×2)/50×2 = 0.096  | m/m               |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   | T형 연결관 (Φ100 + Φ100): C.T.C 10 m (1×2)/10×(4/5) = 0.160  | EA/m              |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   | Y형 연결관 (Φ100 + Φ100): C.T.C 50 m (1×2)/50×1/5×2= 0.016   | EA/m              |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
| 방수막<br>및<br>부직포                                     | <table border="1"> <thead> <tr> <th>기호</th> <th>산 출 식</th> <th>좌 측</th> <th>우 측</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1`</td> <td><math>R1+t1+t3/2</math></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R3`</td> <td><math>(R3,R5)+t3/2</math></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>θ1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>θ2`</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | 기호                | 산 출 식 | 좌 측 | 우 측 | R1` | $R1+t1+t3/2$ |  |  | R3` | $(R3,R5)+t3/2$ |  |  | θ1 |  |  |  | θ2` |  |  |  |  |
|   | 기호   | 산 출 식             | 좌 측   | 우 측 |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   | R1`  | $R1+t1+t3/2$      |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   | R3`  | $(R3,R5)+t3/2$    |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   | θ1   |                   |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   | θ2`  |                   |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
| ① $(2\pi\times R1'\times\theta1/360)$               | =  |                   |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
| ② $(2\pi\times R3'\times\theta2'/360)+0.5$ (단부 추가량) | =  |                   |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
| ③ $(2\pi\times R3'\times\theta2'/360)+0.5$ (단부 추가량) | =  |                   |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
| ①×2+ ②+ ③   | =  |                   |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |
|   |  | m <sup>2</sup> /m |       |     |     |     |              |  |  |     |                |  |  |    |  |  |  |     |  |  |  |  |

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 공 | 종 | 산 | 출 | 내 | 역 | 계 |
|---|---|---|---|---|---|---|

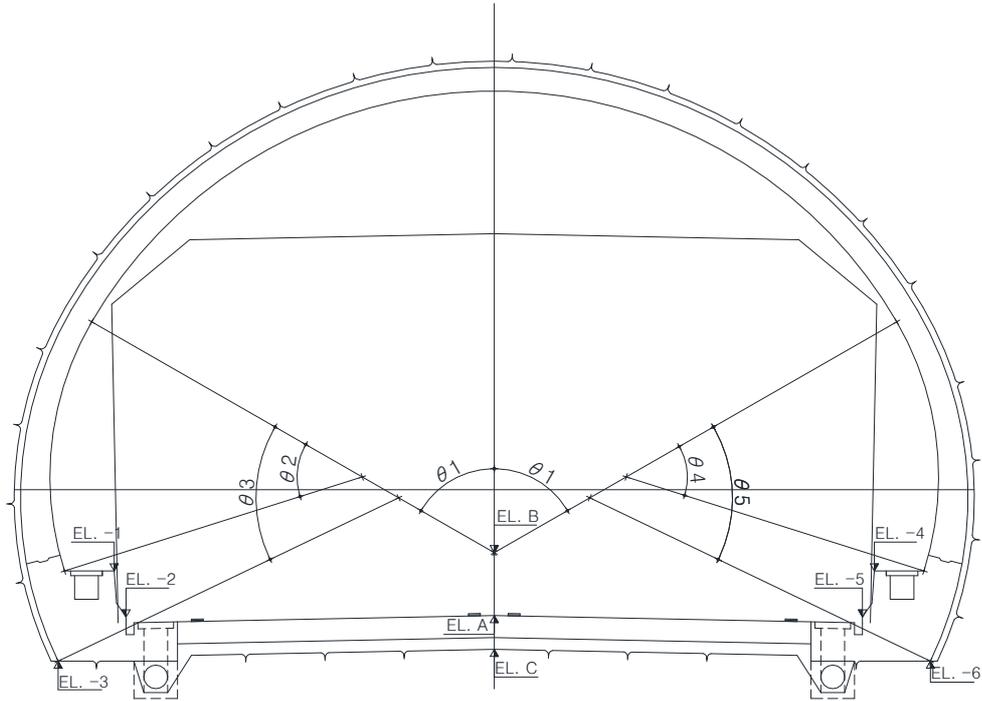
|   | <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">번호</th> <th colspan="2">좌 측</th> <th colspan="2">우 측</th> </tr> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>-4.550</td> <td>-0.580</td> <td>4.550</td> <td>-0.580</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>-4.425</td> <td>-0.980</td> <td>4.425</td> <td>-0.980</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>-4.125</td> <td>-0.980</td> <td>4.125</td> <td>-0.980</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>-3.825</td> <td>-0.507</td> <td>3.825</td> <td>-0.507</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>-4.550</td> <td>-0.521</td> <td>4.550</td> <td>-0.521</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>-4.425</td> <td>-0.519</td> <td>4.425</td> <td>-0.519</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>-4.125</td> <td>-0.513</td> <td>4.125</td> <td>-0.513</td> </tr> <tr> <td>⑧</td> <td>-3.825</td> <td>-0.507</td> <td>3.825</td> <td>-0.507</td> </tr> </tbody> </table> | 번호     | 좌 측   |        | 우 측 |  | X | Y | X | Y | ① | -4.550 | -0.580 | 4.550 | -0.580 | ② | -4.425 | -0.980 | 4.425 | -0.980 | ③ | -4.125 | -0.980 | 4.125 | -0.980 | ④ | -3.825 | -0.507 | 3.825 | -0.507 | ⑤ | -4.550 | -0.521 | 4.550 | -0.521 | ⑥ | -4.425 | -0.519 | 4.425 | -0.519 | ⑦ | -4.125 | -0.513 | 4.125 | -0.513 | ⑧ | -3.825 | -0.507 | 3.825 | -0.507 |
|---|---|--------|-------|--------|-----|--|---|---|---|---|---|--------|--------|-------|--------|---|--------|--------|-------|--------|---|--------|--------|-------|--------|---|--------|--------|-------|--------|---|--------|--------|-------|--------|---|--------|--------|-------|--------|---|--------|--------|-------|--------|---|--------|--------|-------|--------|
|   | 번호  |        | 좌 측   |        | 우 측 |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |
| X |   | Y      | X     | Y      |     |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |
| ① | -4.550  | -0.580 | 4.550 | -0.580 |     |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |
| ② | -4.425  | -0.980 | 4.425 | -0.980 |     |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |
| ③ | -4.125  | -0.980 | 4.125 | -0.980 |     |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |
| ④ | -3.825  | -0.507 | 3.825 | -0.507 |     |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |
| ⑤ | -4.550  | -0.521 | 4.550 | -0.521 |     |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |
| ⑥ | -4.425  | -0.519 | 4.425 | -0.519 |     |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |
| ⑦ | -4.125  | -0.513 | 4.125 | -0.513 |     |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |
| ⑧ | -3.825  | -0.507 | 3.825 | -0.507 |     |  |   |   |   |   |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |   |        |        |       |        |

|   |  |
|---|--|
| <p>맹암거</p> <p>유공관 (Φ300) : 종방향 (1×2)/1 = 2.000</p> <p>부직포 = ((0.3+0.002×2)×π+0.05)×2EA = 2.010</p> <p>삽석채움</p> <p>① (0.059+0.462)/2×0.125 = 0.033</p> <p>② (0.462+0.468)/2×0.3 = 0.139</p> <p>③ (0.468+0)/2×0.3 = 0.070</p> <p>④ (0.059+0.462)/2×0.125 = 0.033</p> <p>⑤ (0.462+0.468)/2×0.3 = 0.139</p> <p>⑥ (0.468+0)/2×0.3 = 0.070</p> <p>⑦ ((0.3+0.002×2)<sup>2</sup>×π/4)×2EA = 0.145</p> <p>⑧ (0.059+0.07)/2×0.55+(0.059+0.07)/2×0.55 = 0.071</p> <p>①+②+③+④+⑤+⑥-⑦-⑧ = 0.268</p> | <p>m/m</p> <p>m<sup>2</sup>/m</p> <p>m<sup>3</sup>/m</p> |
|---|--|

|   |   |   |         |        |
|---|---|---|---------|--------|
|   | 기호  | 산 출 식   | 좌 측     | 우 측    |
|   | R1'                                       | $R1+t1+t3/2$  | 6.245   | 6.245  |
|   | R3'                                       | $(R3,R5)+t3/2$  | 4.826   | 4.826  |
|   | θ1  |   | 60.000  |        |
|   | θ2'                                       | $180-\theta1-\cos^{-1}((EL6-EL3)/R3')$                          | 55.493  | 55.493 |
|   | θ3'                                       | $180-\delta-\psi$   | 40.186  | 40.186 |
|   | EL1                                       |   | 1.600   |        |
|   | EL2                                       |   | 0.800   |        |
|   | EL3                                       |   | -0.580  | -0.580 |
|   | EL4                                       |   | 0.767   | 0.767  |
|   | EL5                                       | $(R2, R4) \times \sin(\theta1 + (\theta2, \theta4) - 90) + EL4$ | 1.763   | 1.763  |
|   | EL6                                       | $(R1' - R3') \times \cos \theta1 + EL2$                         | 1.497   | 1.497  |
|   | a   | $(R1+t1-R3) \times \sin \theta1$                                | 1.207   | 1.207  |
|   | c   | $-(EL1-EL2) + (R1+t1-R3) \times \cos \theta1$                   | -0.103  | -0.103 |
|   | d   | $R3' \times \cos(\sin^{-1}((EL1-EL3+c)/R3'))$                   | 4.356   | 4.356  |
|   | e   | $R3' - ((R2,R4)+t1+t3/2)$                                       | 0.531   | 0.531  |
| f | $e \times \sin \theta3'$                  | 0.343   | 0.343   |        |
| δ | $90-\epsilon+\theta1$                     | 135.377   | 135.377 |        |
| ψ | $\sin^{-1}((e \times \sin \delta)/R3')$   | 4.437   | 4.437   |        |
| ε | $\sin^{-1}((EL5-EL4)/(R2,R4))+90-\theta1$ | 44.623  | 44.623  |        |

| 공 종   | 산 출 내 역  | 계 |
|---|--|---|
| 배수<br>Concrete  | 기계타설   |   |
|   | ① $(\pi \times R3'^2 \times \Theta 2' / 360) + (\pi \times R3'^2 \times \Theta 2' / 360)$                            | = |
|   | ② $((EL6 + (-EL3)) \times d + (EL6 + (-EL3)) \times d) \times \frac{1}{2}$   | = |
|   | ③ $(\pi \times R2^2 \times \varepsilon / 360) +$ Lining concrete ②   | = |
|   | ④ $(\pi \times R2^2 \times \varepsilon / 360) +$ Lining concrete ③   | = |
|   | ⑤ $(\pi \times R2^2 \times (\Theta 2 - \varepsilon) / 360 + (\pi \times R2^2 \times (\Theta 2 - \varepsilon) / 360)$ | = |
|   |  | = |
|   | ⑥ $R2 \times \cos(\Theta 1 + \Theta 2 - 90) \times (EL5 - (EL4 - 0.2)) \times \frac{1}{2}$                           | = |
|   | ⑦ $R2 \times \cos(\Theta 1 + \Theta 2 - 90) \times (EL5 - (EL4 - 0.2)) \times \frac{1}{2}$                           | = |
|   | ⑧ $e \times \cos(90 - \Theta 1) \times (((EL5 + EL6) / 2) - (EL4 - 0.2))$  | = |
|   | ⑨ $e \times \cos(90 - \Theta 1) \times (((EL5 + EL6) / 2) - (EL4 - 0.2))$  | = |
|   | ⑩ $(4 - a) \times (EL4 - 0.2 + (-EL3)) + (4 - a) \times (EL4 - 0.2 + (-EL3$  | = |
|   | ))   |   |
|   | ⑪ $0.65 \times (0.66 \times 2 - 0.02 \times 0.65) / 2 + 0.65 \times (0.66 \times 2 - 0.02$                           | = |
|   | $\times 0.65) / 2$   |   |
|   | ⑫ $(0.3 \times 0.3 + 0.06 \times 0.4) + (0.3 \times 0.3 + 0.06 \times 0.4)$  | = |
|   |  | = |
|   | ⑬ $((0.3 \times 0.85 \times 0.415) + (0.3 \times 0.85 \times 0.415) + ((0.44 + 0.01) \times 1 \times 0.08)$          | = |
|   | $+ ((0.44 + 0.01) \times 1 \times 0.08)) / 50$   | = |
|   | ⑭ $((0.15 + 0.152) / 2 \times 0.1) + (0.12 \times 2 + 0.03) \times 1 / 2 \times 0.41 + 0.12 \times 0.175 / 2$        | = |
| $+ ((0.15 + 0.152) / 2 \times 0.1) + (0.12 \times 2 + 0.03) \times 1 / 2 \times 0.41$     | =  |   |
| $+ 0.12 \times 0.175 / 2$   |  |   |
| ⑮ $(\pi \times 0.114^2 / 4) \times 2 +$ 필터콘크리트  | =  |   |
| ①+ ②- (③+ ④+ ⑤+ ⑥+ ⑦+ ⑧+ ⑨+ ⑩+ ⑪+ ⑫+ ⑬+ ⑭+ ⑮)   | =  |   |
|   |  |   |
| 인력타설  |  |   |
| ① $(0.5 \times (1.563 + 1.563) \times 0) + (0.5 \times (1.563 + 1.563) \times 0) +$ 집수정추가 | =  |   |
|   |  |   |
| 집수정추가   |  |   |
| ① $((0.475 \times 0.55 \times 1) - (0.4 \times 0.3 \times 0.85)) \times 2 / 50$           | =  |   |
|   |  |   |
| 배수 Concrete 신축이음  |  |   |
| ① $(2\pi \times 4.094 \times 20.28 / 360) / 3\text{span}$                                 | =  |   |
| $+ (2\pi \times 4.094 \times 20.28 / 360) / 3\text{span}$                                 | =  |   |

가. 라이닝 콘크리트



(단위 : mm)

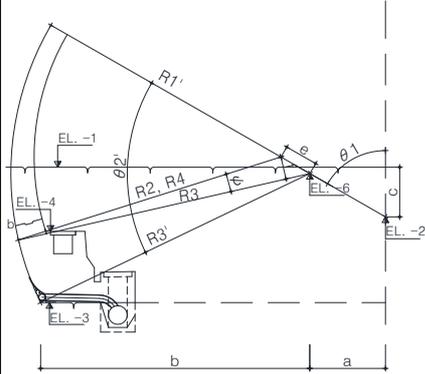
| 구분          | 설계라이닝<br>두께 | 여굴  |     | 여굴포함 적용두께(t) |     |
|-------------|-------------|-----|-----|--------------|-----|
|             |             | 측벽부 | 아치부 | 측벽부          | 아치부 |
| 표준단면 - 1    | 300         | 100 | 100 | 350          | 350 |
| 표준단면 - 2    | 300         | 100 | 100 | 350          | 350 |
| 표준단면 - 3    | 300         | 100 | 150 | 350          | 375 |
| 표준단면 - 4    | 300         | 100 | 150 | 350          | 375 |
| 표준단면 - 5, 6 | 300         | 150 | 200 | 375          | 400 |

|        |                  |   |
|--------|------------------|---|
| 공<br>종 | 산<br>출<br>내<br>역 | 계 |
|--------|------------------|---|

Lining Concrete

t1 : Lining Concrete = 0.300 m ~ 0.457 m

t3 : 여굴 = 0.150 m ~ 0.100 m



| 기호  | 산 출 식  | 좌 측 | 우 측 |
|-----|--|-----|-----|
| R1` | $R1+t1+t3/2$   |     |     |
| R3` | $(R3,R5)+t3/2$   |     |     |
| θ1  |  |     |     |
| θ2` | $180 - \cos^{-1}((EL6-EL3)/R3')$                               |     |     |
| θ3` | $180-\delta-\psi$  |     |     |
| EL1 |  |     |     |
| EL2 |  |     |     |
| EL3 |  |     |     |
| EL4 |  |     |     |
| EL5 | $(R2,R4) \times \sin(\theta1 + (\theta2, \theta4) - 90) + EL4$ |     |     |
| EL6 | $(R1' - R3') \times \cos \theta1 + EL2$                        |     |     |
| a   | $(R1+t1-R3) \times \sin \theta1$                               |     |     |
| c   | $-(EL1-EL2) + (R1+t1-R3) \times \cos \theta1$                  |     |     |
| d   | $R3' \times \cos(\sin^{-1}((EL1-EL3+c)/R3'))$                  |     |     |
| e   | $R3' - ((R2,R4) + t1 + t3/2)$                                  |     |     |
| f   | $e \times \sin \theta3'$                                       |     |     |
| δ   | $90 - \epsilon + \theta1$                                      |     |     |
| ψ   | $\sin^{-1}(e \times \sin \delta / R3')$                        |     |     |
| ε   | $\sin^{-1}((EL5-EL4)/(R2,R4)) + 90 - \theta1$                  |     |     |

|                    |  |   |                   |
|--------------------|--|---|-------------------|
| Lining<br>Concrete | ① $(\pi \times R1'^2 \times \theta1 / 360) - (\pi \times (R1' - t1 - t3/2)^2 \times \theta1 / 360)$                        | = | m <sup>3</sup> /m |
|                    | ② $(\pi \times R3'^2 \times \theta3' / 360) - (\pi \times R2^2 \times \epsilon / 360) - (R3' \times f \times \frac{1}{2})$ | = |                   |
|                    | ③ $(\pi \times R3'^2 \times \theta3' / 360) - (\pi \times R2^2 \times \epsilon / 360) - (R3' \times f \times \frac{1}{2})$ | = |                   |
|                    | ① × 2 + ② + ③ =  | = |                   |

| 공 종   | 산   | 출                               | 내  | 역 | 계  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---------------------------------|--|---|--|----|---|---|---|---|---|---|---|-----|--|--|---------------------|--|--|--|--|-----|--|--|----------------------|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|--------------------------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|---|--|--|--|--|---|--|--|---|--|--|--|--|---|--|--|-----------------------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|
| 터널타일  | ① $2\pi \times R2 \times \text{타일불임각도}/360$<br>② $2\pi \times R2 \times \text{타일불임각도}/360$<br>①+ ②  | =<br>=<br>=                     |  |   | m <sup>2</sup> /m                          |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| Lining<br>Concrete<br>이음  | 신축이음<br>① $(2\pi \times (R1' - t1 - t3/2) \times \theta1/360)/3\text{span}$<br>② $(2\pi \times (R2 + t1/2) \times \epsilon/360)/3\text{span}$<br>③ $(2\pi \times (R2 + t1/2) \times \epsilon/360)/3\text{span}$<br>①×2+ ②+ ③ =<br><br>시공이음<br>$(① \times 2 + ② + ③) \times 3\text{span} \times (1/1\text{span} - 1/3\text{span})$ | =<br>=<br>=<br>=<br>=<br>=      |  |   | m/m<br><br>m/m                             |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| 배면<br>Grouting  | 1m당 0.1m <sup>3</sup>   |                                 |  |   | m <sup>3</sup> /m                          |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>기호</th> <th>산</th> <th>출</th> <th>식</th> <th>좌</th> <th>측</th> <th>우</th> <th>측</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R1'</td> <td></td> <td></td> <td><math>R1 + t1 + t2 + t3</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>R3'</td> <td></td> <td></td> <td><math>(R3, R5) + t2 + t3</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>θ1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EL1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EL2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EL3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>a</td> <td></td> <td></td> <td><math>(R1 + t1 - R3) \times \sin \theta1</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>b</td> <td></td> <td></td> <td><math>\cos(90 - \theta1 - \alpha) \times R3'</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>c</td> <td></td> <td></td> <td><math>-(EL1 - EL2) + (R1 + t1 - R3) \times \cos \theta1</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>d</td> <td></td> <td></td> <td><math>R3' \times \cos(\sin^{-1}((EL1 - EL3 + c)/R3'))</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>α</td> <td></td> <td></td> <td><math>90 + \sin^{-1}(c/R3') - \theta1</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>β</td> <td></td> <td></td> <td><math>90 - \theta1 - \alpha + \sin^{-1}((EL1 - EL3 + c)/R3')</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |   |                                 |  |   |  | 기호 | 산 | 출 | 식 | 좌 | 측 | 우 | 측 | R1' |  |  | $R1 + t1 + t2 + t3$ |  |  |  |  | R3' |  |  | $(R3, R5) + t2 + t3$ |  |  |  |  | θ1 |  |  |  |  |  |  |  | EL1 |  |  |  |  |  |  |  | EL2 |  |  |  |  |  |  |  | EL3 |  |  |  |  |  |  |  | a |  |  | $(R1 + t1 - R3) \times \sin \theta1$ |  |  |  |  | b |  |  | $\cos(90 - \theta1 - \alpha) \times R3'$ |  |  |  |  | c |  |  | $-(EL1 - EL2) + (R1 + t1 - R3) \times \cos \theta1$ |  |  |  |  | d |  |  | $R3' \times \cos(\sin^{-1}((EL1 - EL3 + c)/R3'))$ |  |  |  |  | α |  |  | $90 + \sin^{-1}(c/R3') - \theta1$ |  |  |  |  | β |  |  | $90 - \theta1 - \alpha + \sin^{-1}((EL1 - EL3 + c)/R3')$ |  |  |  |  |
| 기호  | 산   | 출                               | 식  | 좌 | 측  | 우  | 측 |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| R1'   |   |                                 | $R1 + t1 + t2 + t3$                                      |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| R3'   |   |                                 | $(R3, R5) + t2 + t3$                                     |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| θ1  |   |                                 |  |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| EL1   |   |                                 |  |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| EL2   |   |                                 |  |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| EL3   |   |                                 |  |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| a   |   |                                 | $(R1 + t1 - R3) \times \sin \theta1$                     |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| b   |   |                                 | $\cos(90 - \theta1 - \alpha) \times R3'$                 |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| c   |   |                                 | $-(EL1 - EL2) + (R1 + t1 - R3) \times \cos \theta1$      |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| d   |   |                                 | $R3' \times \cos(\sin^{-1}((EL1 - EL3 + c)/R3'))$        |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| α   |   |                                 | $90 + \sin^{-1}(c/R3') - \theta1$                        |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| β   |   |                                 | $90 - \theta1 - \alpha + \sin^{-1}((EL1 - EL3 + c)/R3')$ |   |  |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |
| 면정리   | 상부<br>① $(2\pi \times R1' \times \theta1/360)$<br>② $(2\pi \times R3' \times \alpha/360)$<br>③ $(2\pi \times R3' \times \alpha/360)$<br>①×2+ ②+ ③<br><br>하부<br>① $(2\pi \times R3' \times \beta/360)$<br>② $(2\pi \times R3' \times \beta/360)$<br>①+ ②   | =<br>=<br>=<br>=<br>=<br>=<br>= |  |   | m <sup>2</sup> /m<br><br>m <sup>2</sup> /m |    |   |   |   |   |   |   |   |     |  |  |                     |  |  |  |  |     |  |  |                      |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |     |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |                                      |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |                                   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |  |

### 3.06 포장공

## 1. 일반사항

가. 수량산출시 산식에 의한 결과치 및 집계표의 집계수량은 소수1자리까지 한다.

단위수량 및 철근은 소수 3자리까지 한다. (밑의 자리에서 절삭)

나. 설계서수량은 정수로 하되, 철근은 소수 3자리까지로 한다. (밑의 자리에서 절삭)

다. 모든 공종은 소집계표에서 중집계표, 대집계표로 작성한다.

라. 시멘트, 철근, 규격별 골재의 집계표를 작성한다.

(골재 배합기준은 현장생산 기준 입도기준에 맞추어 시험 후 세골재율을 결정한다.)

마. 콘크리트 포장구간의 교량 어프로치 슬래브는 사각별로 일반도를 작성한 후 표준도의 단위량을 참고하고, 아스콘포장구간의 교량 어프로치 슬래브는 구조물공에서 산출한다.

바. 길어깨 포장

1) 본선이 아스팔트포장 구간 : 본선과 동일하게 적용한다.

2) 본선이 콘크리트포장 구간 : 본선과 동일하게 적용한다.

사. 기존국도 또는 지방도(아스콘 포장)로 부터 연결로로 유입되는 부분에서, 곡선부까지는 아스콘 포장으로 하고 아스콘 접속부를 설치한다.

아. 길어깨부 수량은 표준경사 및 편경사를 고려하여 측구형태별 수량으로 산출한다.

자. 단위수량은 표준경사를 기준으로 산출하고, 위치·연장별로 Type별, 형식별로 수량을 산출한다.

차. 교량, 터널등 공제구간은 그 위치 및 연장을 명시하고 수량산출에 반영한다.

카. 포장공법검토시 현지형 및 지역여건을 감안하여, 콘크리트 포장 및 아스팔트 콘크리트포장 형식을 검토하여 결정한다.

타. 『순환골재 등 의무사용건설공사의 순환골재·순환골대 재활용제품 사용용도 및 의무사용에 관한 고시』(국토교통부, 2014. 01)에 따라 순환골재와 재생 아스팔트 콘크리트를 일정비율 이상 사용해야 한다.

하. 아스팔트의 굵은골재의 품질 및 등급 기준

표층 및 중간층의 아스팔트 골재의 편장석율은 아스팔트 혼합물의 소성변형 저항성 등에 저항성 등에 큰 영향을 미치므로 아래표의 적용범위에 따라 편장석율 기준에 맞는 골재를 사용한다. 단 현장 여건상 골재의 수급이 어려우면 발주자의 승인을 받아 골재의 등급 적용을 조정할 수 있다.

<천연골재 등급의 기준 및 적용범위>

| 등 급 | 기 준         | 적 용 범 위   |
|-----|-------------|---|
| 1등급 | 편장석률 10% 이하 | ·4차로 이상의 도로(신설 및 덧씌우기)<br>·중차량 통행이 빈번한 도로<br>·발주처에서 중요하다고 인정하는 도로 |
| 2등급 | 편장석률 20% 이하 | ·2차로 이하의 일반국도<br>·발주처에서 중요하다고 인정하는 도로                             |
| 3등급 | 편장석률 30% 이하 | ·2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급 및 2등급에 해당되지 않는 도로 등                         |

거. 측도(부체도로)

- 1) 콘크리트 포장 구간 : T=20cm의 콘크리트 포장 및 T=20cm 보조기층으로 포설  
하며, 콘크리트 포장을 원칙으로 한다.
- 2) 아스팔트 포장 구간 : 표층 5cm, 기층 10cm 및 보조기층 20cm로 한다.
- 3) 측도(부체도로) 수량은 포장공에서 산출한다.

※ 단, 현장여건 및 기존도로와 접속부는 기존 포장두께를 고려하여 조정 설치하  
며, 포장구조 계산후 적용.

## 2. 공종별 사항

### 가. 동상방지층 및 보조기층 운반, 포설 및 다짐(m<sup>3</sup>)

1) 최대입경 100mm 및 50mm 강자갈은 현지여건에 따라 결정한다.

① 동상방지층 : 100mm

② 보조기층재 : SB-2(40mm) 기준

2) 표층 상단끝에서 단면을 끊어 차도부 및 길어깨부 수량을 구하고 길어깨부 및 확폭구간은 편경사를 고려하여 수량을 산출한다.

① 표준단면 적용 (차도부 2%, 길어깨부 : 포장시 2%, 비포장시 4%)

3) 각종 공제수량을 산출하여 전체수량에서 가감한다.

4) 포설량 : 다짐수량으로 산출한다.

골재구입량 : 포설량에 F치 적용 ( $\frac{L}{C} = \frac{1.175}{0.95}$ )

골재운반량 : 구입수량에 4% 할증 가산하여 수량산출

| 구 분    | 다 짐         | 자 연         |
|--------|-------------|-------------|
| 포 설    | $f = C / L$ | $f = 1$     |
| 구입(생산) | $f = 1$     | $f = L / C$ |
| 운 반    | $f = C / L$ | $f = 1$     |

5) 동상방지층 : 기존도로 동상방지층재의 50% 유용

보조기층 : 기존도로 보조기층재의 60% 유용 (동상방지층재로 유용)

### 나. 린콘크리트기층 (T=15cm, m<sup>3</sup>)

포장슬래브 양단에서 90cm 여유폭을 두는 것으로 하며, 본선포장의 중분대측은 연결시키는 것으로 한다. (생산 및 운반은 포설량의 4% 할증)

### 다. 콘크리트 생산 (m<sup>3</sup>)

콘크리트 포설량으로 산출한다. (콘크리트 포설량의 4%로 할증) 구조물용 콘크리트 (절성보강슬래브, 교량접속슬래브)는 구조물공으로 이월 집계한다.

### 라. 콘크리트 운반 (m<sup>3</sup>)

콘크리트 포설량으로 산출한다. (콘크리트 포설량의 4%를 할증, 구조물공 콘크리트는 1%로 할증)

1) 덤프트럭 : 기계포설 수량

2) 믹서트럭 : 인력포설 수량

**마. 콘크리트 포설 및 양생 (m<sup>3</sup>)**

1) 기계포설

4차로 구간 본선포장은 2차로 동시포설로 하고, 6차로구간 본선포장은 2차로 동시포설과 1차로 포설을 병행 한다.

- ① 2차로 동시포설 : 본선차로부, 분리구간, 터널구간, 중간층
- ② 1차로 포 설 : 버스정차장, 램프구간, 오르막차로
- ③ 중분대 기초 콘크리트

2) 인력포설

교량접속부, 절성경계보강부, 연결로 접속부, 암거보강부, 부체도로, 중간층(슬라브 인력포설구간), 버스정차장(1차선 포설구간 제외) I.C 노즈부, 본선 길어깨 보강부(오르막차로 테이퍼, 가감속차로 테이퍼, 시가지 접속부등의 병목구간, 버스정류장 테이퍼) 시·종점부 길어깨 전·후 30m, 루프램프 내측부

**바. 철근설치공(ton)**

1) 철근가공(간단) : 세로 줄눈용 타이바

2) 철근가공 및 조립(보통) : 교량접속부, 어프로치슬래브, 절성경계 보강부, 정차대, 암거보강부

3) 와이어메쉬 설치 (#8 150×150 2층) (m<sup>2</sup>)

콘크리트 포장의 예각부 폭이 1m 이하인 곳에 와이어메쉬를 설치한다.

$$1.0\text{m}^2\text{당} : (3.14159 \times 0.004)/4 \times 1.0 \times 7850 \times 13.3 \times 2 = 2.62\text{kg/m}^2$$

4) 스페이샤 제작설치 : 철근콘크리트 인력포설 지역에 m<sup>2</sup>당으로 설치한다.

**사. 비닐깔기(m<sup>2</sup>)**

1) 본선 : 콘크리트 슬래브와 린콘크리트 사이에 설치하며, 콘크리트 슬래브 면적으로 산출하며, 여유 폭원은 50cm × 2 (양측)으로 산출한다.

2) 측도(부체도로) : 여유 폭원은 10cm×2 (양측)으로 산출한다.

**아. 콘크리트 포장용 거푸집(합판 4회)(m<sup>2</sup>)**

교량접속부, 연결로 접속부, 절성경계 보강부, 암거부 및 정차대등에 콘크리트 인력 포설시 사용

**자. 줄눈 설치공(m)**

1) 세로줄눈(형식 1)

① 본선 2차로 동시포설시(형식 1-1) : 본선 2차로 콘크리트 포장연장으로 산출

하고, 타이바 설치 (D16 × 800, CTC 750)

- ② 본선 2차로 동시포설시(형식 1-2) : 본선 4차로 콘크리트 포장연장으로 산출하고, 타이바 설치 (D16 × 800, CTC 400)
- ③ 본선 1차로 동시포설시(형식 1-3) : 본선 1차로 콘크리트 포장연장으로 산출하고, 타이바 설치 (D16 × 800, CTC 750)
- ④ 중분대 기초(형식 1-4) : 중분대 연장으로 산출하고, 타이바를 설치하지 않음.
- ⑤ 길어깨 접속부(형식 1-5) : 길어깨부 연장으로 산출하고 타이바를 설치하지 않음.

## 2) 가로수축 줄눈(형식 2)

본선 포장 및 중분대포장, 공히 6m 간격으로 설치한다.

- ① 본선 2차로용(형식 2-1, 2)  
슬래브 두께가 30cm이고 다웰바 간격이 30cm인 주행선과 45cm인 추월선을 더한 2차로폭의 가로 수축줄눈이다.
- ② 본선 3차로용 (형식 2-1-1, 2-1-2, 2-2)  
슬래브 두께가 30cm이고 다웰바 간격이 30cm인 주행선(2차로)과 45cm인 추월선을 더한 3차로폭의 가로수축줄눈이다.
- ③ 본선 4차로용 (형식 2-1-1, 2-1-2, 2-2-1, 2-2-2)  
슬래브 두께가 30cm이고 다웰바 간격이 30cm인 주행선(2차로)과 45cm인 추월선(2차로)을 더한 4차로폭의 가로수축줄눈이다.
- ④ 교량접속슬래브 2차로용(형식 2-3, 4) : 4.10-b-1참조
- ⑤ 교량접속슬래브 3차로용(형식 2-3-1, 2-3-2, 2-4) : 4.10-b-2참조
- ⑥ 교량접속슬래브 4차로용(형식 2-3-1, 2-3-2, 2-4-1, 2-4-2) : 4.10-b-3참조
- ⑦ 1차로용(형식 2-6) : 6차로, 오르막차선, 버스정차대)
- ⑧ 중분대 기초용(형식 2-5)  
중분대 폭으로 산출하고, 다웰바 설치하지 않음.

## 3) 팽창줄눈(형식 3)

- ① 공사마감부(형식 3-1, 3-2, 3-8)  
1일 공사가 마감되는 시공줄눈 위치에 설치  
콘크리트 플랜트(강제식) 120m<sup>3</sup>/h 2기  
시간당 작업량 = 60 × 1.5 × 0.9/1.5 = 54m<sup>3</sup>/h  
1일 생산량 = 54 × 8 × 2 = 864m<sup>3</sup>/일  
본선용(4차로) : 864/(8.0×0.3) = 360m  
중분대 : 본선 간격과 동일하게 설치
- ② 교량접속부(형식 3-3, 3-4)

③ 아스콘 접속부(형식 3-6, 3-7)

콘크리트 포장과 아스콘 포장이 접하는 부분에 설치

주) 팽창줄눈과 가로수축줄눈이 동일위치에 설치될 경우 가로수축줄눈 공제

**차. 스티로폴 줄눈(m)**

중분대와 어프로치 슬래브, 교대와 어프로치 슬래브 사이에는 T=20mm 어프로치 슬래브와 어프로치 슬래브 사이에는 T=10mm인 스티로폴 줄눈을 사용한다.

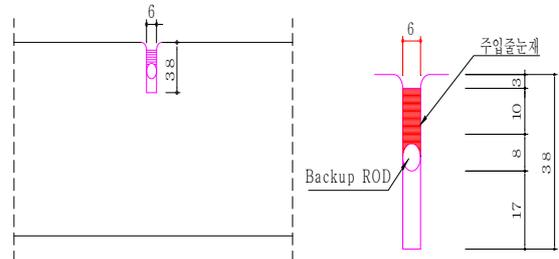
**카. 부체도로용 줄눈(m)**

1) 수축줄눈

- ① 설치간격 : 콘크리트 슬래브두께가 20cm인 경우 5m, 17.5cm인 경우 4.5m, 15cm인 경우 4m 간격으로 설치한다.

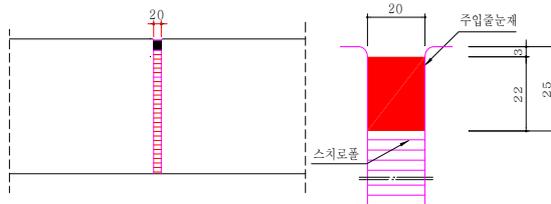
② 구조

슬래브를 cutting 후 실린트로 충전하고 다웰바는 설치하지 않는다



2) 팽창줄눈

- ① 설치간격 : 콘크리트 1일 시공량 (50m³)를 기준으로 설치  
(예, 포장폭4m, 포장두께20cm인 경우 :  $L=50\text{m}^3 / (4.0\text{m} \times 0.2\text{m})=62.5\text{m} \approx 60\text{m}$ )
- ② 구조 : 스티로폴 줄눈설치



**타. 콘크리트 포장면 연마(m²)**

[시공줄눈개소 × 6m/개소(면갈이 연장) × 포장폭(m)]의 수량을 산출한다.

**파. 프라이م 코팅(m²)**

- 1) 아스콘 재료층과 보조기층 사이에 살포한다.
- 2) 살포면적 : 기층하단폭
  - ① Dyke 부는 기층 하단폭원만 적용
  - ② 길어깨부 수량 고려

3) 살포량 : 75ℓ/a(RSC-3) 할증 3% 적용

※ 「도로공사 표준시방서 9-1 프라임 코트」 참조

#### 하. 텍코팅(m<sup>2</sup>)

1) 아스콘층(표층, 기층) 사이에 살포한다.

2) 살포면적

① 각층포장 포설폭

② 표층과 기층사이의 기층 상단폭

3) 살포량 : 30ℓ/a(RSC-4) 할증 3% 적용

#### 거. 아스콘 기층(m<sup>3</sup>)

1) 포설구배 : 1:1

2) 보조기층 위에 포설하며 아스콘 기층 두께별 포장면적으로 산출한다.

#### 너. 아스콘 중간층(m<sup>3</sup>)

1) 포설구배 : 1:1

2) 아스콘 기층 위에 포설하며 아스콘 중간층 두께별 포장면적으로 산출한다.

#### 더. 아스콘 표층(m<sup>3</sup>)

1) 포설구배 : 1:1

2) 아스콘 중간층 위에 포설하며 아스콘 표층 두께별 포장면적으로 산출한다.

#### 러. 길어깨 포장(m<sup>3</sup>)

1) 쌓기부 : 표층과 동일재료 동일두께로 포설한다.

2) 깎기부 (L형 및 옹벽형 측구) : 본선포장과 동일하게 포설한다.

3) 시가지 U형 측구구간 : 본선포장과 동일

#### 며. 크랏샤 설치 및 철거

골재를 크기별로 생산하기 위하여 설치한다.

1) 설치 : 1식으로 산출

2) 철거 : 1식으로 산출

#### 버. 콘크리트 배치플랜트

각 공종에 소요되는 콘크리트를 생산하기 위하여 설치한다.

1) 설치 : 1식으로 산출

2) 철거 : 1식으로 산출

적용) 구조물용 배치플랜트 1기 → 120m<sup>3</sup>, 포장용 배치플랜트 1기 → 120m<sup>3</sup>,

#### 서. 아스팔트 콘크리트 플랜트

아스콘 기층, 표층을 생산하기 위하여 설치한다.

- 1) 설치 : 1식으로 산출
- 2) 철거 : 1식으로 산출

#### 어. 팻칭공(m<sup>2</sup>)

덧씌우기를 하기전에 기존 포장구간중 크랙(Crack) 부분을 팻칭하는 것으로, 면적으로 산출한다.

#### 저. 노면절삭(T=5cm) (m<sup>2</sup>)

기존 아스콘 포장을 절삭하는 것으로, 면적으로 산출한다.

#### 처. 골재생산(구입) 및 운반

- 1) 각 공종에 필요한 골재 생산 및 운반량을 산출한다.
- 2) 모래 및 혼합골재 운반은 15ton 덤프 80%와 20ton 덤프 20%로 구분하여 각각 수량을 산정하고, 시공시 운반송장 결과에 따라 정산한다.
- 3) 골재생산(현장암 유용)시 조골재 소할비는 토공으로 이월하여 처리토록 한다.

#### 커. 소형고압 블록포장(m<sup>2</sup>)

시가지구간 보도에 포설하며 면적으로 산출한다.

- 1) 회색 : 포설 면적의 50%로 산출한다.
- 2) 적색 : 포설 면적의 50%로 산출한다.

### 3. 기타사항

#### 가. 혼합골재 생산

- 1) 모래혼합
- 2) 잔골재 (# 4 이하) 쇠석채움 (부순모래) 및 현장 유용토
- 3) 재크라싱 등 공법 및 경제성을 검토하여 적용
  - ① 모래혼합 (혼합골재 재료할증)
- 4) 재료할증 : 조골재 : 4%, 세골재 : 6%, 유용토: 6%
- 5) 보조기층 생산시 재료분리
  - ① 조골재 : 보조기층 수량(m<sup>3</sup>)×1/0.95×0.95×2.0×1.04÷1.7 = 조골재(m<sup>3</sup>)
  - ② 세골재 : 보조기층 수량(m<sup>3</sup>)×1/0.95×0.05×2.0×1.06÷1.6 = 세골재(m<sup>3</sup>)

(※ 단 보조기층 수량(m<sup>3</sup>)은 Net 수량 적용)

  - ③ 세골재(스크리닝스)의 최대혼합 비율은 5%로 하며, 보조기층 생산시 반드시 현장배합 설계 후 재료비율에 따라 적용하되 수량은 정산한다.
- 6) 동상방지층 생산시 재료분리
  - ① 조골재 : 동상방지층 수량(m<sup>3</sup>)×1/0.95×1.0×2.0×1.04÷1.7 = 조골재(m<sup>3</sup>)

나. 아스콘 밀도

- 1) 표층 : 2.34t/m<sup>3</sup>
- 2) 기층 : 2.32t/m<sup>3</sup>

다. 배합설계 및 시공시 유의사항

1) 배합설계

- ① 아스팔트 혼합물의 소성변형의 가장 큰 요인중의 하나가 과도한 아스팔트 함량에 기인한 것으로 규명되고 있는바, 아스팔트 배합설계시 다음 사항에 유의하여야 함.
  - 이론최대밀도 계산시 골재의 비중값은 겉보기 비중과 표면건조 겉보기 비중의 평균값 적용(현행: 겉보기 비중 적용)

| 구 분       | 단 위     | 표층 혼합물       | 중간층 혼합물<br>(조립도 19m/m) | 비 고 |
|-----------|---------|--------------|------------------------|-----|
| 다 짐 회 수   | 양면각회    | 50(75)       | 50                     |     |
| 안 정 도     | Kg      | 500 (750) 이상 | 500 이상                 |     |
| 흐 림 치     | 1/100cm | 20 - 40      | 20 - 40                |     |
| 공 극 률     | %       | 3~6          | 3~7                    |     |
| 아 스 팔 트 량 | %       | 4.5~7        | 4.5~6/1                |     |

(주) ( )은 대형차 교통량이 1일 1방향 1000대 이상인 경우에 적용

- 마찰시험 기준치
  - 골재의 입도 : No.4(4.75mm)체 통과량을 지방기준의 중간치 이하로 조정
  - 최적 AP함량 : 배합설계 조건의 기준치를 만족하는 공통범위의 중앙값과 하한 값 사이에서 결정하되 중앙값의 아스팔트량보다 0.5% 보다 많거나 적지 않도록 결정 (일반적으로 6%이하임)
- ② 현장수정 배합실시절저
- ③ 시공시
  - 혼합물이 포설 및 다짐, 온도 관리가 용이하고, 포장 후 집중적인 강우의 피해를 입지 않도록 가능한 가을철에 시공(6 - 8월 시공은 가능한 억제)
  - 지방서에 명시된 혼합물의 온도 및 다짐관리를 철저히하고, 충분한 양생 실시 후 교통 개방
  - 택코팅
    - 역청재 살포 후 수분이 건조할 때까지 충분히 양생을 실시하여야하며, 다음층 포설 완료시까지 차량 통행을 금지 시켜야하며 작업차량 운행에 따른 역청재 훼손 부위는 즉시 재살포 하여야함.

### 3.07 교통안전시설공

## 1. 교통표지판

가. 설계기준 『1. 도로교통표지판』 참조

나. 교통표지판은 설치위치, 규격, 개수 등을 구분 산출한다.

다. 터파기의 경사 : 1:0.3(저판 여유 : 0.3m씩)

라. 기초콘크리트 강도 : 25-18-8

마. 되메우기 및 다짐 : 터파기에서 콘크리트를 제외한 나머지

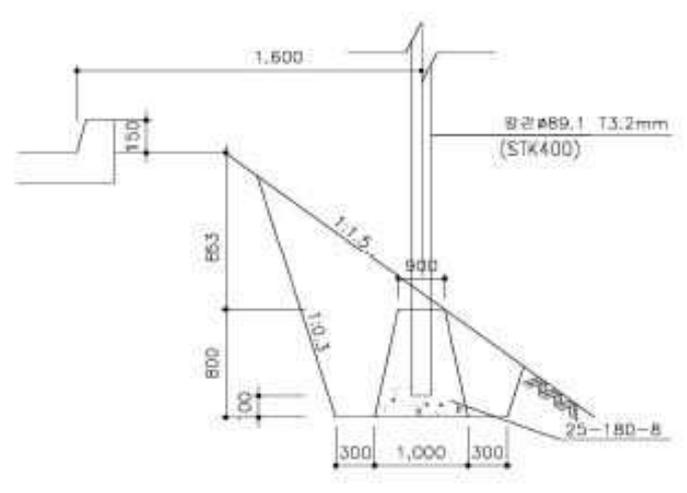
바. 거푸집 : 합판6회

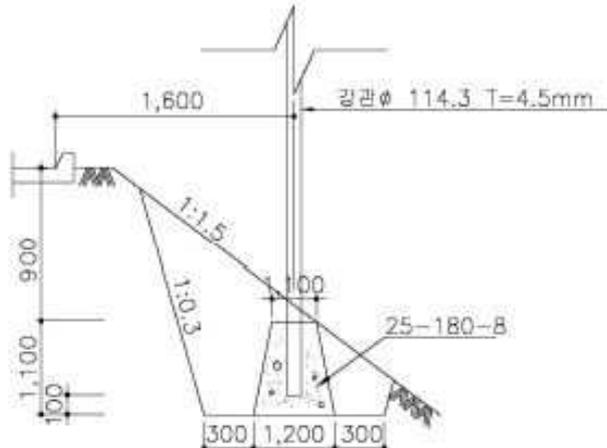
사. 표지판 자재비

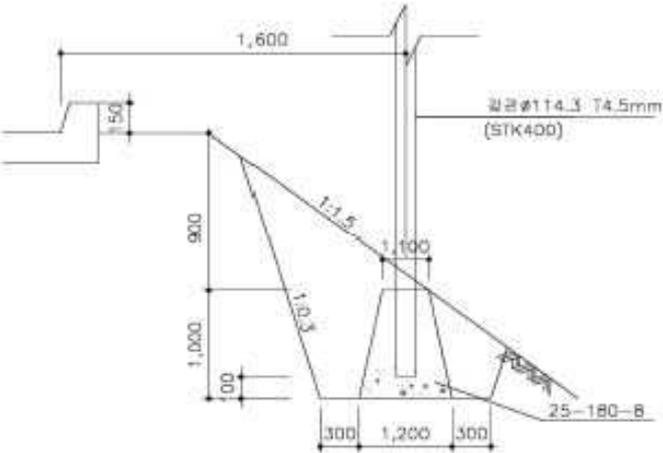
1) 형태별, 규격별로 산출한다.

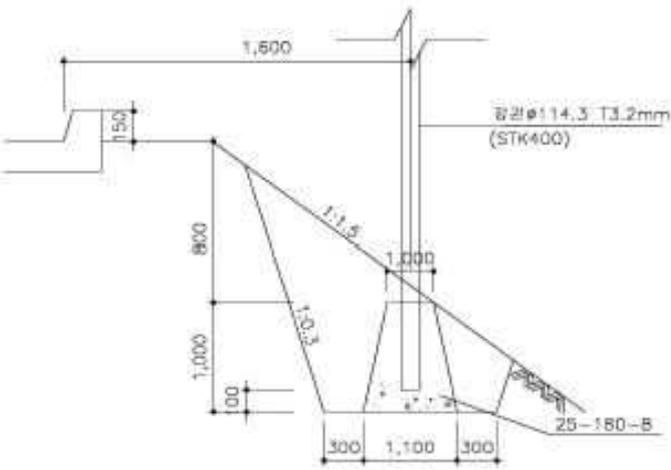
2) 견적처리 또는 단가산출한다.

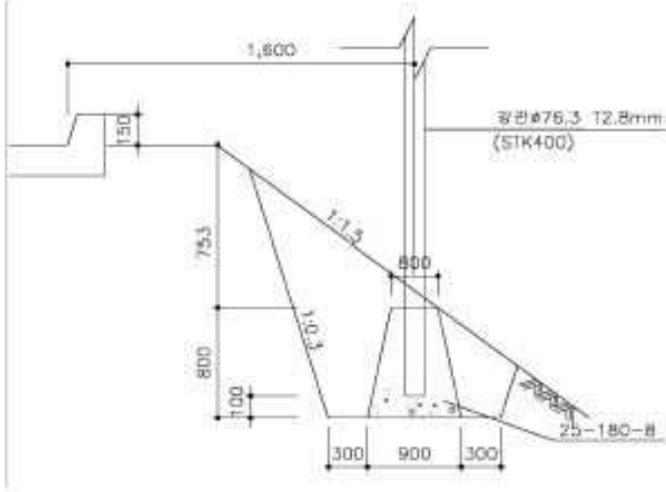
※ 교통표지판 : 개소당 (수량산출 예)

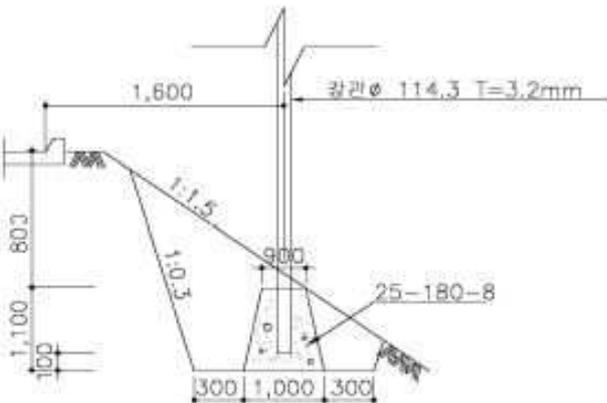
| 공 종  | 산 출 근 거   | 수 량   |
|--|---|---|
| <p>교통표지판<br/> <math>\Phi 89.1\text{mm}</math><br/> 형식-1<br/> 풍속40m/s<br/> 속도80km/h<br/> 이상</p> <p>삼각<br/> (1200×1039)</p> <p>원형<br/> (<math>\Phi 896</math>)</p> |  <p>(1) 터파기<br/> <math>\{(2.08 \times 2.08) + (1.6 \times 1.6)\} \times 1/2 \times 0.8 = 2.754\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량<br/> <math>2.754 - \{(0.9 \times 0.9) + (1.00 \times 1.0)\} \times 1/2 \times 0.8 = 2.754 - 0.723 = 2.031\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(3) 콘크리트 (25-18-80)<br/> <math>\{(0.9 \times 0.9) + (1.00 \times 1.0)\} \times 1/2 \times 0.8 = 0.723\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(4) 거푸집 (합판 6회)<br/> <math>[\{(0.9 + 1.0) \times 1/2\} \times \{\sqrt{\{(0.05)^2 + (0.8)^2}\} \times 4}] = 3.040\text{m}^2/\text{개소}</math></p> | <p>2.754m<sup>3</sup>/개소</p> <p>2.031m<sup>3</sup>/개소</p> <p>0.723m<sup>3</sup>/개소</p> <p>3.040m<sup>2</sup>/개소</p> |

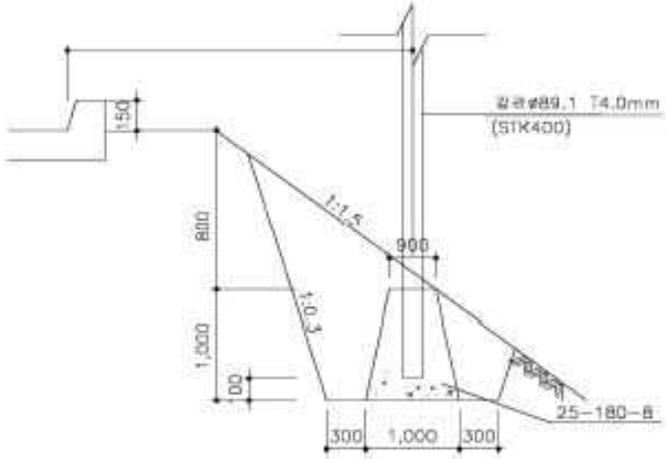
| 공 종   | 산 출 근 거   | 수 량   |
|---|---|---|
| <p>교통표지판<br/> <math>\Phi 114.3\text{mm}</math><br/> 형식-2<br/> 풍속40m/s<br/> 속도80km/h<br/> 이상</p> <p>삼각+삼각<br/> (1200×1039<br/> +1200×1039)</p> <p>삼각+원형<br/> (1200×1039<br/> +<math>\Phi 896</math>)</p> |  <p>(1) 터파기<br/> <math>\{(2.46 \times 2.46) + (1.8 \times 1.8)\} \times 1/2 \times 1.1 = 5.110\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량<br/> <math>5.110 - \{(1.1 \times 1.1) + (1.2 \times 1.2)\} \times 1/2 \times 1.1 = 5.110 - 1.456 = 3.654\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(3) 콘크리트 (25-18-80)<br/> <math>\{(1.1 \times 1.1) + (1.2 \times 1.2)\} \times 1/2 \times 1.1 = 1.456\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(4) 거푸집 (합판 6회)<br/> <math>[\{(1.1 + 1.2) \times 1/2\} \times \{\sqrt{\{(0.05)^2 + (1.1)^2}\} \times 4}] = 5.060\text{m}^2/\text{개소}</math></p> | <p>5.110<sup>3</sup>/개소</p> <p>3.654<sup>3</sup>/개소</p> <p>1.456<sup>3</sup>/개소</p> <p>5.060<sup>2</sup>/개소</p> |

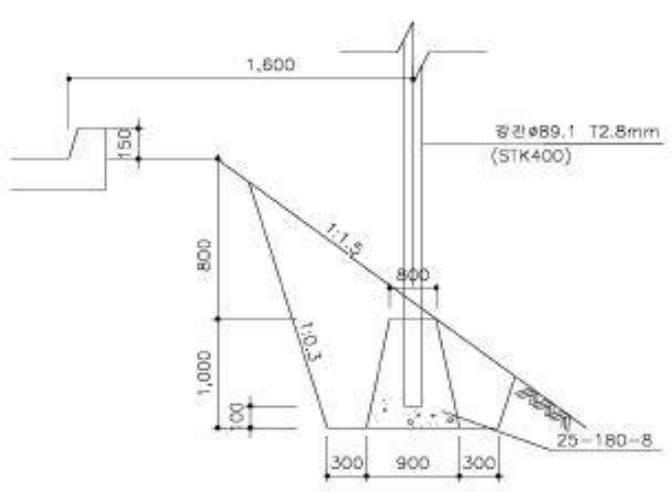
| 공 종  | 산 출 근 거   | 수 량 |
|--|---|-----|
| <p>교통표지판<br/> <math>\Phi 114.3\text{mm}</math><br/>           형식-3<br/>           풍속40m/s<br/>           속도80km/h<br/>           이상</p> <p>삼각+사각<br/>           (1200×1039<br/>           +1200×400)</p> |  <p>(1) 터파기<br/> <math>\{(2.4 \times 2.4) + (1.8 \times 1.8)\} \times 1/2 \times 1.0 = 4.500\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(2) 퇴예우기 = 터파기 - 콘크리트량<br/> <math>4.500 - \{(1.1 \times 1.1) + (1.2 \times 1.2)\} \times 1/2 \times 1.0 = 4.500 - 1.324 = 3.176\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(3) 콘크리트 (25-18-80)<br/> <math>\{(1.1 \times 1.1) + (1.2 \times 1.2)\} \times 1/2 \times 1.0 = 1.324\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(4) 거푸집 (합판 6회)<br/> <math>[\{(1.1 + 1.2) \times 1/2\} \times \{\sqrt{\{(0.05)^2 + (1.0)^2}\} \times 4}] = 4.605\text{m}^2/\text{개소}</math></p> |     |

| 공종  | 산출근거  | 수량  |
|---|---|---|
| <p>교통표지판<br/> <math>\Phi 114.3\text{mm}</math><br/>           형식-4<br/>           풍속 40m/s<br/>           속도 80km/h<br/>           이상</p> <p>원형+사각<br/>           (<math>\Phi 896 + 1200 \times 400</math>)</p> |  <p>(1) 터파기<br/> <math>\{(2.3 \times 2.3) + (1.7 \times 1.7)\} \times 1/2 \times 1.0 = 4.090\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량<br/> <math>4.090 - \{(1.0 \times 1.0) + (1.1 \times 1.1)\} \times 1/2 \times 1.0 = 4.090 - 1.103 = 2.907\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(3) 콘크리트 (25-18-80)<br/> <math>\{(1.0 \times 1.0) + (1.1 \times 1.1)\} \times 1/2 \times 1.0 = 1.103\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(4) 거푸집 (합판 6회)<br/> <math>[\{(1.0 + 1.1) \times 1/2\} \times \{\sqrt{\{(0.05)^2 + (1.0)^2} \times 4}\}] = 4.200\text{m}^2/\text{개소}</math></p> | <p>4.090m<sup>3</sup>/개소</p> <p>2.907m<sup>3</sup>/개소</p> <p>1.103m<sup>3</sup>/개소</p> <p>4.200m<sup>2</sup>/개소</p> |

| 공 종  | 산 출 근 거   | 수 량 |
|--|---|-----|
| <p>교통표지판<br/> <math>\Phi 76.3\text{mm}</math><br/> 형식-5<br/> 풍속40m/s<br/> 속도80km/h<br/> 미만</p> <p>삼각<br/> (900×779)</p> <p>원형<br/> (<math>\Phi 597.2</math>)</p> |  <p>(1) 터파기<br/> <math>\{(1.98 \times 1.98) + (1.5 \times 1.5)\} \times 1/2 \times 0.8 = 2.468\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(2) 퇴메우기 = 터파기 - 콘크리트량<br/> <math>2.468 - \{(0.8 \times 0.8) + (0.9 \times 0.9)\} \times 1/2 \times 0.8 = 2.468 - 0.580 = 1.888\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(3) 콘크리트 (25-18-80)<br/> <math>\{(0.8 \times 0.8) + (0.9 \times 0.9)\} \times 1/2 \times 0.8 = 0.580\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(4) 거푸집 (합판 6회)<br/> <math>[\{(0.8 + 0.9) \times 1/2\} \times \{\sqrt{\{(0.05)^2 + (0.8)^2}\} \times 4}] = 2.720\text{m}^2/\text{개소}</math></p> |     |

| 공 종  | 산 출 근 거   | 수 량   |
|--|---|---|
| <p>교통신호등<br/> <math>\Phi 114.3\text{mm}</math><br/> 형식-6<br/> 풍속 40m/s<br/> 속도 80km/h 미<br/> 만</p> <p>삼각+삼각<br/> (900×779<br/> + 900×779)</p> <p>삼각+원형<br/> (900×779<br/> + <math>\Phi 597.2</math>)</p> |  <p>(1) 터파기<br/> <math>\{(2.26 \times 2.26) + (1.6 \times 1.6)\} \times 1/2 \times 1.1 = 4.217\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량<br/> <math>4.217 - \{(0.9 \times 0.9) + (1.0 \times 1.0)\} \times 1/2 \times 1.1 = 4.217 - 0.994 = 3.223\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(3) 콘크리트 (25-18-80)<br/> <math>\{(0.9 \times 0.9) + (1.0 \times 1.0)\} \times 1/2 \times 1.1 = 0.994\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(4) 거푸집 (합판 6회)<br/> <math>[\{(0.9 + 1.0) \times 1/2\} \times \{\sqrt{\{(0.05)^2 + (1.1)^2}\} \times 4}] = 4.180\text{m}^2/\text{개소}</math></p> | <p>4.217m<sup>3</sup>/개소</p> <p>3.223m<sup>3</sup>/개소</p> <p>0.994m<sup>3</sup>/개소</p> <p>4.180m<sup>2</sup>/개소</p> |

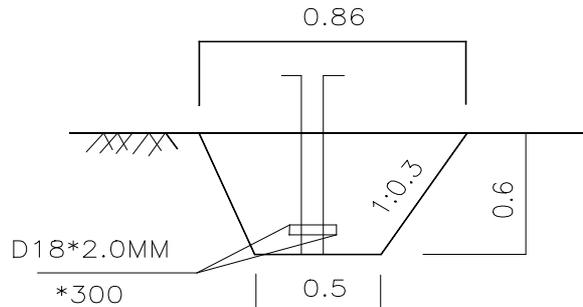
| 공 종  | 산 출 근 거  | 수 량   |
|--|--|---|
| <p>교동표지판<br/> <math>\Phi 89.1\text{mm}</math><br/> 형식-7<br/> 중속40m/s<br/> 속도30km/h미<br/> 만</p> <p>삼각+사각<br/> (900×779<br/> +900×400)</p> |  <p>(1) 터파기<br/> <math>\{(2.2 \times 2.2) + (1.6 \times 1.6)\} \times 1/2 \times 1.0 = 3.700\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(2) 퇴에우기 = 터파기 - 콘크리트량<br/> <math>3.700 - \{(0.9 \times 0.9) + (1.0 \times 1.0)\} \times 1/2 \times 1.0 = 3.700 - 0.905 = 2.795\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(3) 콘크리트 (25-18-80)<br/> <math>\{(0.9 \times 0.9) + (1.0 \times 1.0)\} \times 1/2 \times 1.0 = 0.905\text{m}^3/\text{개소}</math></p> <p>(4) 거푸집 (합판 6회)<br/> <math>[\{(0.9 + 1.0) \times 1/2\} \times \{\sqrt{\{(0.05)^2 + (1.0)^2\}} \times 4\}] = 3.800\text{m}^2/\text{개소}</math></p> | <p>3.700m<sup>3</sup>/개소</p> <p>2.795m<sup>3</sup>/개소</p> <p>0.905m<sup>3</sup>/개소</p> <p>3.800m<sup>2</sup>/개소</p> |

| 공 종  | 산 출 근 거  | 수 량   |
|--|--|---|
| <p>교통표지판<br/> <math>\Phi 114.3\text{mm}</math><br/> 형식-8<br/> 풍속40m/s<br/> 속도80km/h미<br/> 만</p> <p>원형+사각<br/> (<math>\Phi 397.2 +</math><br/> <math>600 \times 300</math>)</p> |  <p>(1) 터파기<br/> <math>((2.1 \times 2.1) + (1.5 \times 1.5)) \times 1/2 \times 1.0 =</math></p> <p>(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량<br/> <math>3.330 - ((0.8 \times 0.8) + (0.9 \times 0.8)) \times 1/2 \times 1.0</math><br/> <math>= 3.330 - 0.725 =</math></p> <p>(3) 콘크리트 (25-18-80)<br/> <math>((0.8 \times 0.8) + (0.9 \times 0.8)) \times 1/2 \times 1.0 =</math></p> <p>(4) 거푸집 (합판 6회)<br/> <math>[((0.8 + 0.9) \times 1/2) \times (\sqrt{((0.05)^2 + (1.0)^2}) \times 4}] =</math></p> | <p>3.330m<sup>3</sup>/개소</p> <p>2.605m<sup>3</sup>/개소</p> <p>0.725m<sup>3</sup>/개소</p> <p>3.400m<sup>2</sup>/개소</p> |

## 2. 시선유도표지

### 가. 테리네이타

- 설치기준 : 설계요령 『2. 시선유도표지(테리네이타)』 참조
- 중앙분리대용, 가드레일용, 교량용, 옹벽용, 토공용 등을 구분하여 수량을 산출한다.
- 소분리대 반사판 : IC 분류 노즈부에 설치한다.
- 토공용(가이드 포스트) : 터파기, 되메우기 기준



#### 1) 터 파 기

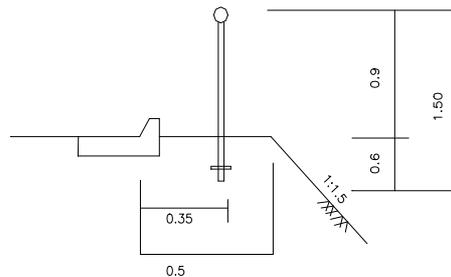
$$(0.86^2 + 0.5^2) \times 1/2 \times 0.6 = 0.297 m^3 / \text{개소}$$

#### 2) 되메우기

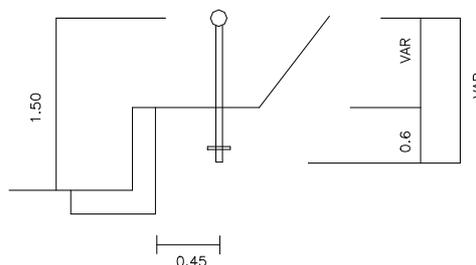
$$0.297 - \left[ \frac{(0.048^2 \times \pi)}{4} \times 0.5 + \frac{(0.018^2 \times \pi)}{4} \times 0.252 \times 2 \right] = 0.296 m^3 / \text{개소}$$

#### ① 설치표준도

- 쌓기부



- 깎기부



- ② 노면에서 반사체의 중심까지 높이는 0.9m를 적용 설치한다.

③ 종류별 설계기준

| 구 분         | 적 용                        |
|-------------|----------------------------|
| 토공용 시선유도 표지 | 깎기부 L형측구(형식-1)적용 및 기타 필요구간 |
| 가드레일용       | 가드레일 설치구간                  |
| 옹 벽 용       | 옹벽 L형측구(형식-2,3), 토공용 방음벽   |
| 중앙분리대 방호벽용  | 중앙분리대 단부구간                 |
| 교 량 용       | 교량 방호벽 상단                  |
| 중앙분리대용      | 중앙분리대 설치구간                 |
| 소분리대 반사판    | 유출연결로 노즈부설치                |

나. 표지병

1) 설치기준

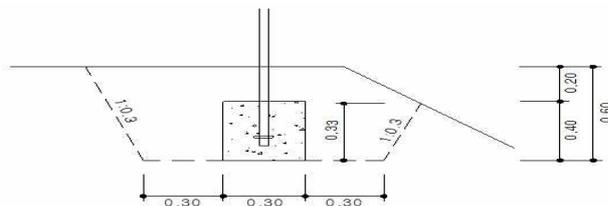
- 설계요령 『2. 시선유도표지(표지병)』 참조
- 중앙선, 차도경계선, 버스전용차로 경계선, 길가장자리 구역선, 노상장애물, 안전 지대 등에 설치하며 개소로 수량을 산출한다.

다. 갈매기표지판

1) 설치기준

- 설계요령 『2. 시선유도표지(갈매기표지판)』 참조
- 길어깨 가장자리로부터 0~200cm 되는 곳에 지형에 맞게 설치하며 길어깨 측과 중분대 측을 고려하여 개소로 수량을 산출한다.

2) 기초수량 기준



(1) 터파기

$$\{(0.900+0.900)+(1.26 \times 1.26)\} \times 1/2 \times 0.60 = 0.719 \text{ m}^3 / \text{개소}$$

(2) 되메우기(터파기-콘크리트량)

$$0.719 - 0.3 \times 0.3 \times 0.4 = 0.683 \text{ m}^3 / \text{개소}$$

(3) 콘크리트(25-18-8)

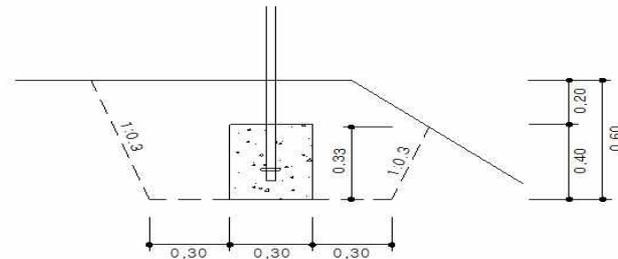
$$0.30 \times 0.30 \times 0.40 = 0.036 \text{m}^3/\text{개소}$$

(4) 거푸집 (합판6회)

$$0.3 \times 0.4 \times 4 \text{개} = 0.480 \text{m}^2/\text{개소}$$

#### 라. 장애물 표적표지

- 1) 중앙분리대 시점부, 지하차도와 기둥, 교대 및 교각, 입체교차시설 진입부등에 설치하며 개소로 수량을 산출한다.
- 2) 기초수량 기준



(1) 터파기

$$\{(0.9 \times 0.9) + (1.26 \times 1.26)\} \times 1/2 \times 0.60 = 0.719 \text{m}^3/\text{개소}$$

(2) 되메우기(터파기-콘크리트량)

$$0.719 - 0.036 = 0.683 \text{m}^3/\text{개소}$$

(3) 콘크리트(25-18-8)

$$0.30 \times 0.30 \times 0.40 = 0.036 \text{m}^3/\text{개소}$$

(4) 거푸집 (합판6회)

$$0.3 \times 0.4 \times 4 \text{개} = 0.480 \text{m}^2/\text{개소}$$

#### 마. 구조물도색 및 빗금표지

- 1) 차량의 진행방향을 지시하여 구조물과의 충돌을 방지하는 시설물에 설치한다.
  - 구조물도색 : 검정색과 노란색 도료로 도색하며, 면적(m<sup>2</sup>)으로 산출한다.
  - 빗금표지(알루미늄판)
    - 한방향 지시 : 30cm×90cm 크기로 개소로 산출한다.
    - 동일방향 교통류분리 : 60cm×90cm 크기로 개소로 산출한다.

#### 바. 시선유도봉

- 교통사고 발생위험이 높은 곳, 운전자의 주의가 요하는 곳에 설치한다.
- 원통형을 표준으로 개소로 산출한다.
- 규격
  - 70km/h 이상인 도로 : 70cm
  - 60km/h 이하인 도로 : 40cm

### 3. 노면표시

가. 설치기준 : 설계요령 『3. 노면표시』 참조

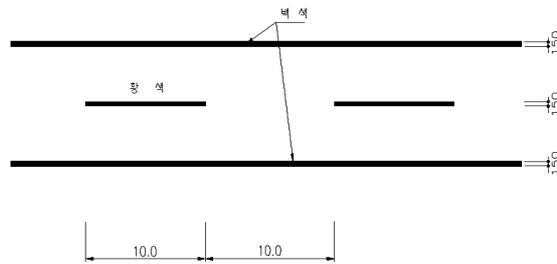
나. 백색, 황색으로 구분하여 면적단위로 산출한다.

다. 포장시공중 차량 통행을 위한 임시 차선도색을 계상한다.

라. 차선도색

1) 본선이 2차로인 경우

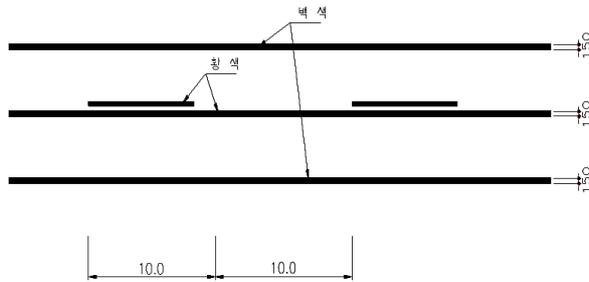
#### <양방향 추월 가능구간>



① 백색 :  $0.15 \times 2 \times 1.0 = 0.30\text{m}^2/\text{m}$

② 황색 :  $10.0 \times 0.15 \times 1/20 = 0.075\text{m}^2/\text{m}$

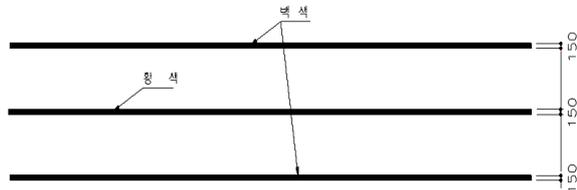
#### <일방향 추월 가능구간>



③ 백색 :  $0.15 \times 2 \times 1.0 = 0.30\text{m}^2/\text{m}$

④ 황색 :  $(0.15 \times 1.0) + (0.15 \times 10.0 \times 1/20) = 0.225\text{m}^2/\text{m}$

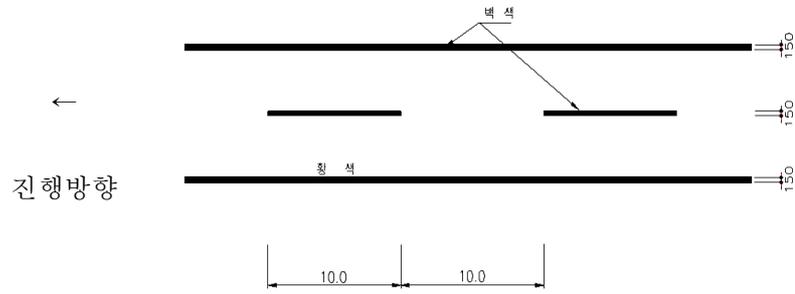
#### <추월금지 구간>



⑤ 백색 :  $0.15 \times 2 \times 1.0 = 0.30\text{m}^2/\text{m}$

⑥ 황색 :  $0.15 \times 1.0 = 0.15\text{m}^2/\text{m}$

2) 본선이 4차로인 경우



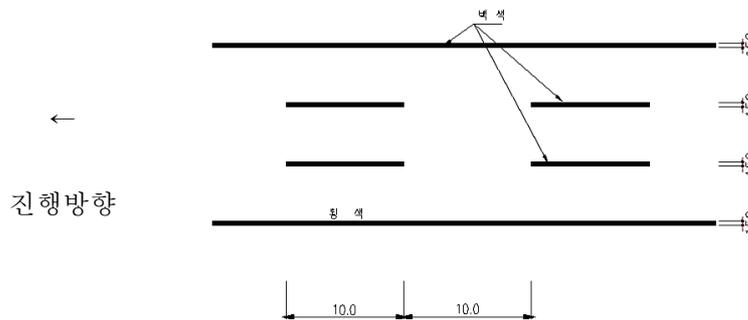
① 백 색

- 가열형 (외측 측대선 : 실선) :  $0.15 \times 1.0 \times 2 = 0.30\text{m}^2/\text{m}$
- 가열형 (차선 분리선 : 파선) :  $0.15 \times 10.0 \times 1/20 \times 2 = 0.15\text{m}^2/\text{m}$
- 가열형 (차선 분리선 : 실선 터널구간) :  $0.15 \times 1.0 \times 1 = 0.15\text{m}^2/\text{m}$

② 황 색

- 상온형(내측 측대선 : 실선) :  $0.15 \times 1.0 \times 2 = 0.30\text{m}^2/\text{m}$

3) 본선이 6차로인 경우



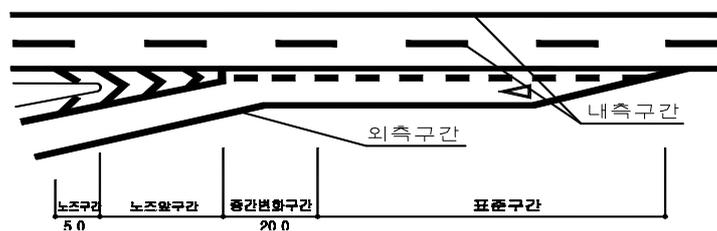
① 백 색

- 가열형 (외측 측대선 : 실선) :  $0.15 \times 1.0 \times 2 = 0.30\text{m}^2/\text{m}$
- 가열형 (차선 분리선 : 파선) :  $0.15 \times 10.0 \times 1/20 \times 4 = 0.30\text{m}^2/\text{m}$

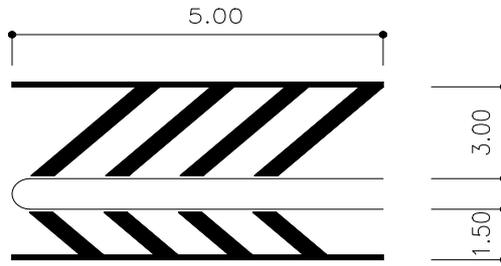
② 황 색

- 상온형(내측 측대선 : 실선) :  $0.15 \times 1.0 \times 2 = 0.30\text{m}^2/\text{m}$

4) 교차로 가·감속 차로 및 노즈구분

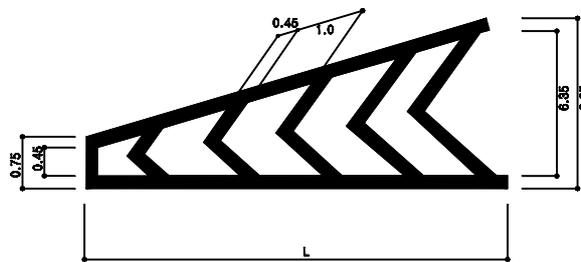


① 노즈구간



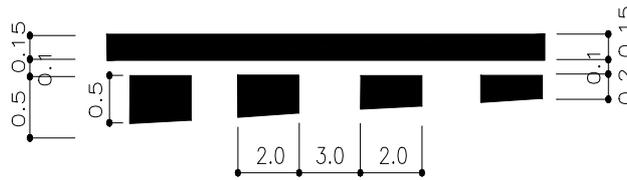
- 백색 실선(가열형) :  $0.15 \times 5.0 \times 2 = 1.50\text{m}^2/\text{m}$
- 백색 갈매기차로(가열형) :  $0.45 \times 4.35 \times 1/\text{COS}45^\circ \times 4 = 11.073\text{m}^2/\text{개}$

② 노즈 앞구간



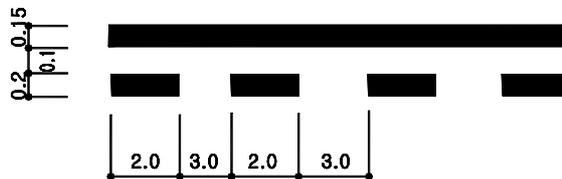
- 백색 실선(가열형) :  $0.15 \times L \times 2$
- 백색 갈매기차로(가열형) :  $(0.45+6.35) \times 1/2 \times 0.45 \times 1/\text{COS}45^\circ \times (L \div 1.45)$

③ 중간부 변화구간



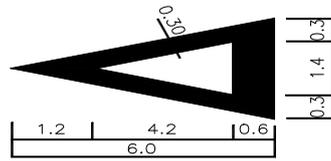
- 백색(가열형) :  $0.15 \times 20 = 3.00\text{m}^2/\text{개}$
- 백색(가열형) :  $(0.50 + 0.20) \times 1/2 \times 8.0 = 2.80\text{m}^2/\text{개}$

④ 표준구간



- 백색(가열형) :  $0.15 \times 10/10 = 0.15\text{m}^2/\text{m}$
- 백색(가열형) :  $(0.20 \times 2.0 \times 2) \times 1/10 = 0.08\text{m}^2/\text{m}$

⑤ 양보표지



○ 백색(가열형) :  $2.0 \times 6.0 \times 1/2 - 1.4 \times 4.2 \times 1/2 = 3.06\text{m}^2/\text{개}$

5) 차로유도선(나들목, 분기점)

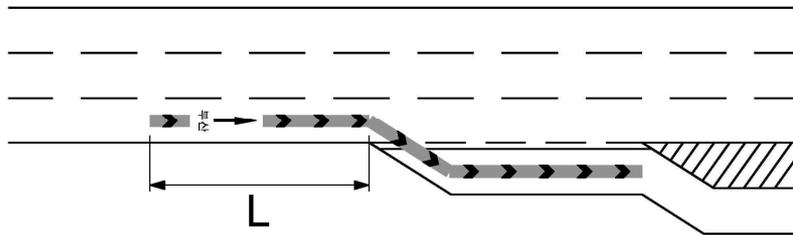
- 감속차로 진입전 설치연장 산출

인지반응거리 =  $80\text{km} \times 2.5\text{초}/3.6 = 55.6\text{m} \Rightarrow \text{적용 } 60\text{m}$

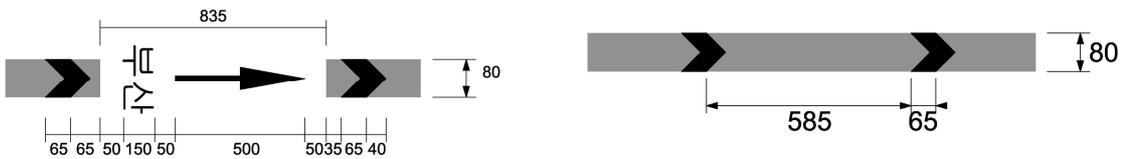
$L = V \times t_1 / 3.6$

여기서,  $L$  = 인지반응거리       $V$  = 설계속도(km/h)

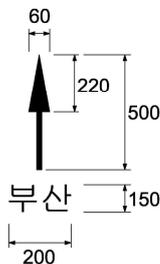
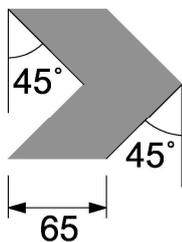
$t_1$  = 인지반응시간(2.5초)



- 세부수량산출



○ 분홍색 (가열형) :  $0.8 \times 1.0 = 0.8\text{m}^2/\text{m}$



○ 백색(가열형) : 갈매기표지

$(0.8 \times 0.65 \times 2) \times 1/6.5 = 0.16\text{m}^2/\text{m}$

○ 백색(가열형) : 글자 및 화살표

$(0.6 \times 2.2 \times 0.5 + 2.8 \times 0.15) + (2.0 \times 1.5 \times 0.5) = 2.58\text{m}^2/\text{개소}$

마. 노면요철포장은 길이단위로 산출한다.

#### 4. 가드레일

- 설치기준 : 설계요령 『4. 차량방호 안전시설』 참조
- 표준 쌓기 구간은 성토부 실물충돌시험에 합격한 가드레일로 산출한다.
- 표준 쌓기 구간 이외에는 지주의 수평지지력시험을 실시하여 현장지지력이 시험장지지력의 90%미만일 때 지주지지력 보강시설을 포함한다.

##### 가. 가드레일

- 1) 가드레일은 성능기준에 맞는 제품을 사용하고 설치길이는 설치 등급에 따라 「실물충돌시험」에 의한 개소당 설치연장으로 산출한다.

##### 나. 레일포스트

- 1) 가드레일 설치시 레일포스트 설치간격을 산출한다.

$$\text{※ 수량} = \text{개소당 설치연장(L)} \div n + 1$$

- 2) 포스트는 용도별, 길이별로 산출한다.

##### 다. 단부레일

- 1) 라운딩 단부레일은 토공부 차량진행방향의 시점부에 설치한다.
- 2) 주먹형 단부레일은 차량진행방향의 종점부에 설치한다.

##### 라. 전이구간

- 1) 콘크리트방호벽과 연결부에 설치하며 개소로 산출한다.

##### 마. 지주지지력 보강시설

- 1) 지주의 수평지지력 시험은 최소 1개소 이상(1km당 2개소) 실시한다.
- 2) 지주지지력 보강시설은 지주 보강판, 콘크리트 기초 등이 있으며 현장지지력이 시험장지지력의 90% 이상을 만족해야 한다.

#### 5. 중앙분리대

- 설치기준 : 설계요령 『5. 중앙분리대』 참조
- 암구간 : 지주매입깊이는 포장층 아래 0.4m이상으로 한다.
- 쌓기구간 : 포장면 보링 후 설치한다.

##### 가. 가드레일

- 1) 표준레일(양면)
  - 충분대용 가드레일 설치길이는 「실물충돌시험」에 의한 개소당 설치연장으로 산출한다.
- 2) 레일포스트

- 중분대용 가드레일 설치시 레일포스트 설치간격을 산출한다.

$$\text{※ 수량} = \text{개소당 설치연장(L)} \div n + 1$$

### 3) 라운드레일

- 차량진행방향의 시·종점부에 설치한다.

## 나. 콘크리트 방호벽

### 1) 토 공 용

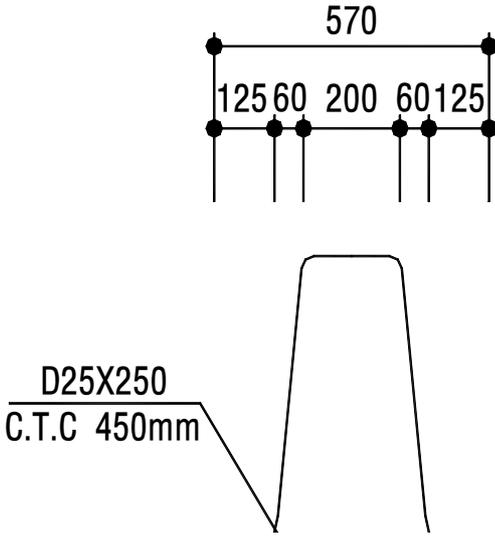
- 구체콘크리트 : 연장으로 산출
- 단부처리 : 연장으로 산출
- 개 구 부 : IC간격에 따라 설치, 연장으로 산출
- 조인트 마감처리 30m마다 설치, 개소로 산출( $L \div 30 - 1$ )

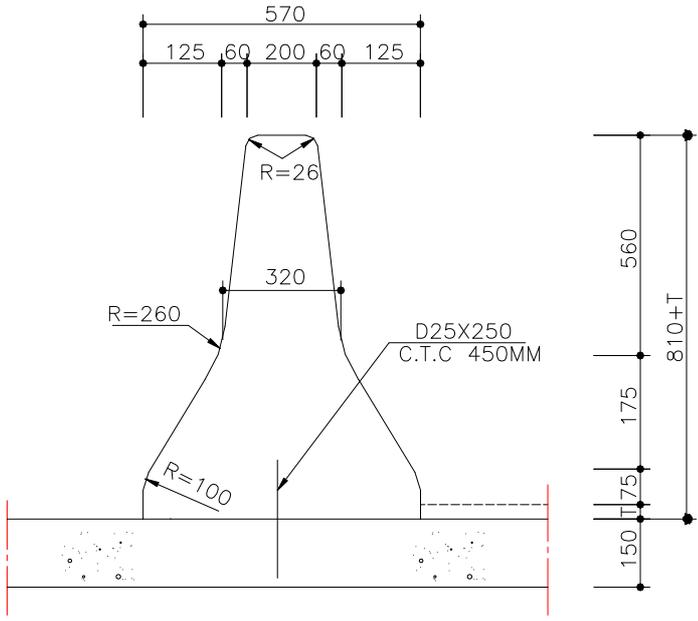
### 2) 교량용 (분리형 및 일체형에 공통적용)

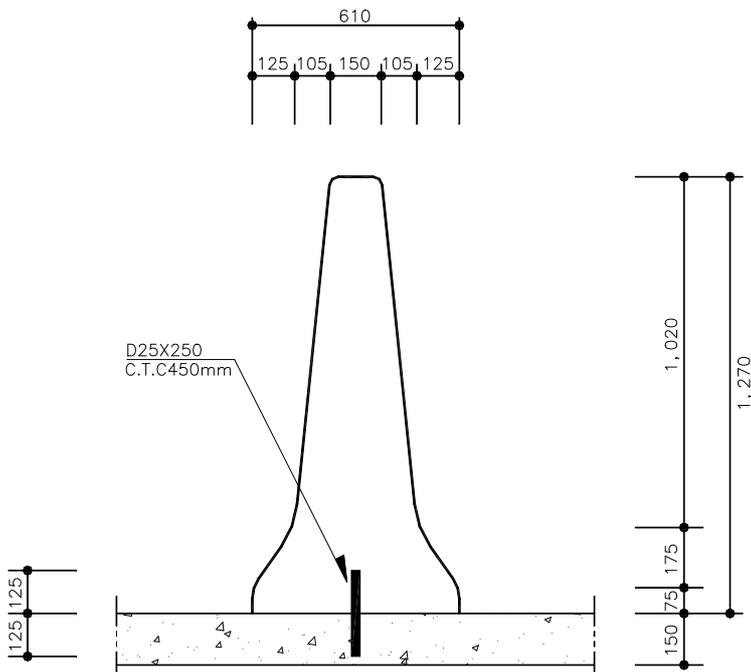
- 구체콘크리트 : 연장으로 산출
- 조인트 마감처리 : 개소로 산출(교량 조인트부에 설치)

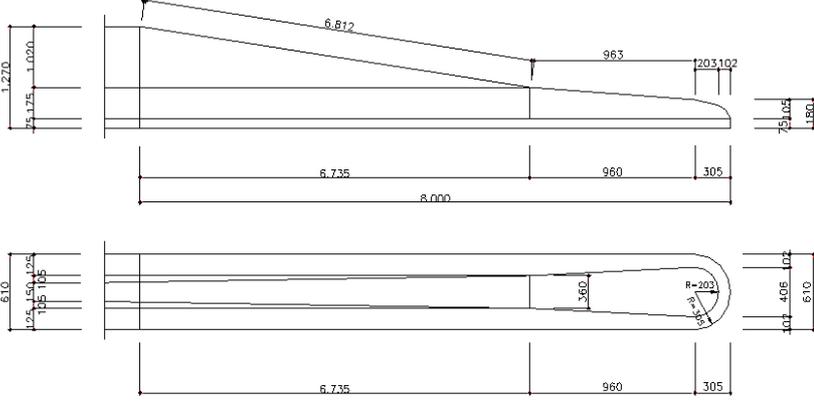
### 3) I.C용

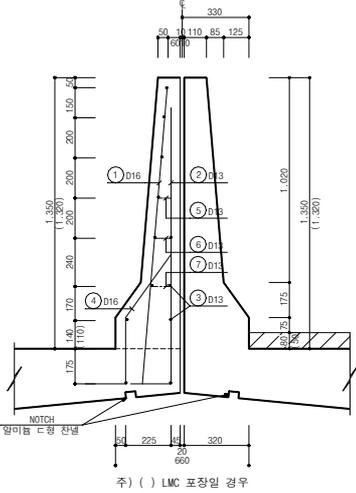
- 토공용 : 연장으로 산출
- 교량용 : 연장으로 산출
- 집산로 소분리대 : 연장으로 산출

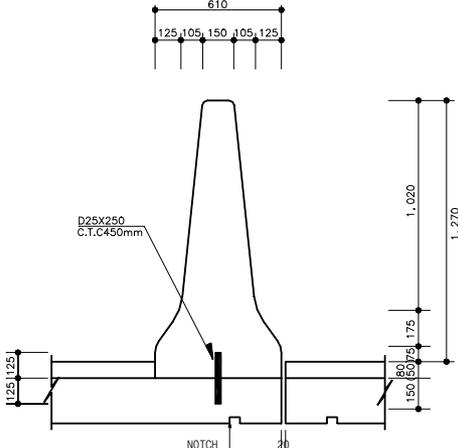
| 공 종                            | 산 출 근 거   | 수 량 |
|--------------------------------|---|-----|
| 중앙분리대<br>(국도Ⅳ,<br>국가지원<br>지방도) | <p>A. 토공용 중분대</p> <p>① 콘크리트 포장용</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>- 콘크리트(구체)<br/> <math>(0.20 + 0.32) \times 1/2 \times 0.56 + (0.32 + 0.57) \times 1/2 \times 0.175 + 0.57 \times 0.075 =</math> <span style="float: right;">0.266m<sup>3</sup>/m</span></p> <p>- 철근(구체)<br/> <math>3.98 \times 0.25 \times 2.22 =</math> <span style="float: right;">2.209kg/m</span></p> <p>- 양생면적(구체)<br/> <math>\{0.075 + \sqrt{(0.560^2 + 0.06^2)} + \sqrt{(0.175^2 + 0.125^2)}\} \times 2 + 0.2 =</math> <span style="float: right;">1.907m<sup>2</sup>/m</span></p> |     |

| 공 종                   | 산 출 근 거  | 수 량 |
|-----------------------|--|-----|
| (국도Ⅳ,<br>국가지원<br>지방도) | <p>② 아스팔트 포장용</p>   |     |
|                       | <p>- 콘크리트(구체)<br/> <math>(0.20+0.32) \times 1/2 \times 0.56 + (0.32+0.57) \times 1/2 \times 0.175 + 0.57 \times 0.125 =</math></p> <p>0.294m<sup>3</sup>/m</p> <p>- 철근(구체)<br/> <math>3.98 \times 0.25 \times 2.22 =</math></p> <p>2.209kg/m</p> <p>- 양생면적(구체)<br/> <math>\{0.125 + \sqrt{(0.560^2 + 0.06^2)} + \sqrt{(0.175^2 + 0.125^2)}\} \times 2 + 0.2 =</math></p> <p>2.006m<sup>2</sup>/m</p> |     |

| 공 종                              | 산 출 근 거   | 수 량  |
|----------------------------------|---|--|
| <p>중앙분리대<br/>(국도 I, II, III)</p> |  <p>- 콘크리트 (구체)<br/> <math>(0.15 + 0.36) \times 1/2 \times 1.02 + (0.36 + 0.61) \times 1/2 \times 0.175 + 0.61 \times 0.075 =</math></p> <p>- 철근(구체)<br/> <math>3.98 \times 0.25 \times 2.22 =</math></p> <p>- 양생면적(구체)<br/> <math>\{0.075 + \sqrt{(1.02^2 + 0.105^2)} + \sqrt{(0.175^2 + 0.125^2)}\} \times 2 + 0.15 =</math></p> <p>- 조인트 마감처리<br/>           중분대 연장 ÷ 30 - 1 = EA</p> | <p>0.391m<sup>3</sup>/m</p> <p>2.209kg/m</p> <p>2.781m<sup>2</sup>/m</p> |

| 공 종     | 산 출 근 거  | 수 량            |       |   |     |     |         |                      |                |       |   |         |  |  |       |  |
|---------|--|----------------|-------|---|-----|-----|---------|----------------------|----------------|-------|---|---------|--|--|-------|--|
|         |  <p style="text-align: center;"><b>수 량 표</b> <span style="float: right;">m<sup>3</sup>/개소</span></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>공 종</th> <th>단 위</th> <th>수 량</th> <th>비 고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>콘크리트보강용</td> <td>콘 크 리 트<br/>fck=24MPa</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0.866</td> <td rowspan="2">fck=240kgf/cm<sup>2</sup><br/>액역(19M/M)</td> </tr> <tr> <td>이스콘 포장용</td> <td></td> <td></td> <td>1.006</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 콘크리트 (단부)<br/>단부콘크리트 (1개소당)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>(1/2 \times 1.02 \times 6.735 \times 0.36) - \{(1.02 \times 0.105 \times 1/2 \times 6.735) \times 2\} = 0.875</math></li> <li>2) <math>\{(0.36 \times 0.61) / 2 \times 0.175 \times 6.735\} = 0.517</math></li> <li>3) <math>0.61 \times 6.735 \times 0.075 = 0.308</math></li> <li>4) <math>\{(0.36 + 0.61) / 2 \times 0.175 \times 0.96\} - [\{(0.36 + 0.406) / 2 \times 0.07 \times 0.96\} / 2]</math><br/><math>= 0.068</math></li> <li>5) <math>0.61 \times 0.96 \times 0.075 = 0.043</math></li> <li>6) <math>\{(0.305^2 \times 3.14) / 2 + (0.203^2 \times 3.14) / 2\} \times 0.105 \times 1/2 = 0.011</math></li> <li>7) <math>\{(0.305^2 \times 3.14) / 2\} \times 0.075 = 0.01</math></li> </ol> <p>계 1)+2)+3)+4)+5)+6)+7) =</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1)~3) <math>[\{(1.02 \times 6.735) \times 1/2\} + \{(0.175 + 0.075) \times 6.735\}] \times 2 = 10.237</math></li> <li>4) <math>[\{(0.175 + 0.105) / 2 \times 0.96\} + \{(0.305 \times 0.105) / 2\}] \times 2 = 0.301</math></li> <li>5) <math>0.075 \times 0.96 \times 2 = 0.144</math></li> <li>6) <math>0.203^2 \times 3.14 \times 1/2 = 0.065</math></li> <li>7) <math>[\{(3.14 \times 0.406) + (3.14 \times 0.57)\} \times 1/4 \times \sqrt{(0.305^2 + 0.105^2)} + \{(3.14 \times 0.61 \times 0.075) \times 1/2\}] = 0.329</math></li> <li>8) <math>\{(0.15 + 0.36) \times 1/2 \times 6.812\} + \{(0.36 + 0.406) \times 1/2 \times 0.96\} = 2.105</math></li> </ol> <p>계 1)+2)+3)+4)+5)+6)+7)+8) =</p> | 구 분            | 공 종   | 단 위                                     | 수 량 | 비 고 | 콘크리트보강용 | 콘 크 리 트<br>fck=24MPa | m <sup>3</sup> | 0.866 | fck=240kgf/cm <sup>2</sup><br>액역(19M/M) | 이스콘 포장용 |  |  | 1.006 | <p style="text-align: center;">1.527<br/>m<sup>3</sup>/개소</p> <p style="text-align: center;">13.171<br/>m<sup>3</sup>/개소</p> |
| 구 분     | 공 종  | 단 위            | 수 량   | 비 고                                     |     |     |         |                      |                |       |   |         |  |  |       |  |
| 콘크리트보강용 | 콘 크 리 트<br>fck=24MPa   | m <sup>3</sup> | 0.866 | fck=240kgf/cm <sup>2</sup><br>액역(19M/M) |     |     |         |                      |                |       |   |         |  |  |       |  |
| 이스콘 포장용 |  |                | 1.006 |   |     |     |         |                      |                |       |   |         |  |  |       |  |

| 공 종 | 산 출 근 거   | 수 량  |
|-----|---|--|
|     | <p>B. 교량용 중분대</p> <p>○ 구체 콘크리트 (분리형)</p>  <p>(1) 콘크리트(구체) : 형식 1</p> $\{(0.11 + 0.195) \times 1/2 \times 1.02 + (0.195 + 0.320) \times 1/2 \times 0.175 + 0.155 \times 0.320\} \times 2 = 0.500 \text{m}^3/\text{m}$ <p>콘크리트(구체-LMC포장일때) : 형식 1-1</p> $\{(0.11 + 0.195) \times 1/2 \times 1.02 + (0.195 + 0.320) \times 1/2 \times 0.175 + 0.125 \times 0.320\} \times 2 = 0.481 \text{m}^3/\text{m}$ <p>(2) 구체콘크리트 표면적(양생면적) : 형식 1</p> $\{0.11 + \sqrt{(0.085^2 + 1.02^2)} + \sqrt{(0.125^2 + 0.175^2)} + 0.155\} \times 2 = 3.007 \text{m}^2/\text{m}$ <p>구체콘크리트 표면적(양생면적-LMC포장일때) : 형식 1-1</p> $\{0.11 + \sqrt{(0.085^2 + 1.02^2)} + \sqrt{(0.125^2 + 0.175^2)} + 0.125\} \times 2 = 2.947 \text{m}^2/\text{m}$ <p>1. JOINT 마감처리</p> <p>중분대 연장 ÷ 30 - 1 = EA</p> <p>2. 철 근</p> <p>D 16 : 0.049358 t/m</p> <p>D 13 : 0.056852 t/m</p> <p>계 : 0.106210 t/m</p> | <p>0.500m<sup>3</sup>/m</p> <p>0.481m<sup>3</sup>/m</p> <p>3.007m<sup>2</sup>/m</p> <p>2.947m<sup>2</sup>/m</p> <p>EA</p> <p>0.106210</p> <p>t/m</p> |

| 공 종 | 산 출 근 거  | 수 량   |
|-----|--|---|
|     | <p>○ 구체 콘크리트 (일체형)</p>  <p>주) ( ) LMC 포장일 경우</p> <p>(1) 콘크리트(구체) : 형식 2</p> $\{ (0.15 + 0.36) \times 1/2 \times 1.02 + (0.36 + 0.61) \times 1/2 \times 0.175 + 0.155 \times 0.61 \} =$ <p>콘크리트(구체-LMC포장일때) : 형식 2-1</p> $\{ (0.15 + 0.36) \times 1/2 \times 1.02 + (0.36 + 0.61) \times 1/2 \times 0.175 + 0.125 \times 0.61 \} =$ <p>(2) 구체콘크리트 표면적(양생면적) : 형식 2</p> $\{ 0.155 + \sqrt{(0.105^2 + 1.02^2)} + \sqrt{(0.125^2 + 0.175^2)} \} \times 2 + 0.15 =$ <p>구체콘크리트 표면적(양생면적-LMC포장일때) : 형식 2-1</p> $\{ 0.125 + \sqrt{(0.105^2 + 1.02^2)} + \sqrt{(0.125^2 + 0.175^2)} \} \times 2 + 0.15 =$ <p>1. JOINT 마감처리</p> <p>중분대 연장 ÷ 30 - 1 = EA</p> <p>2. 철 근</p> <p>D 25 : 0.002209 t/m</p> | <p>0.439m<sup>3</sup>/m</p> <p>0.421m<sup>3</sup>/m</p> <p>2.941m<sup>2</sup>/m</p> <p>2.881m<sup>2</sup>/m</p> <p>0.002209 t/m</p> |



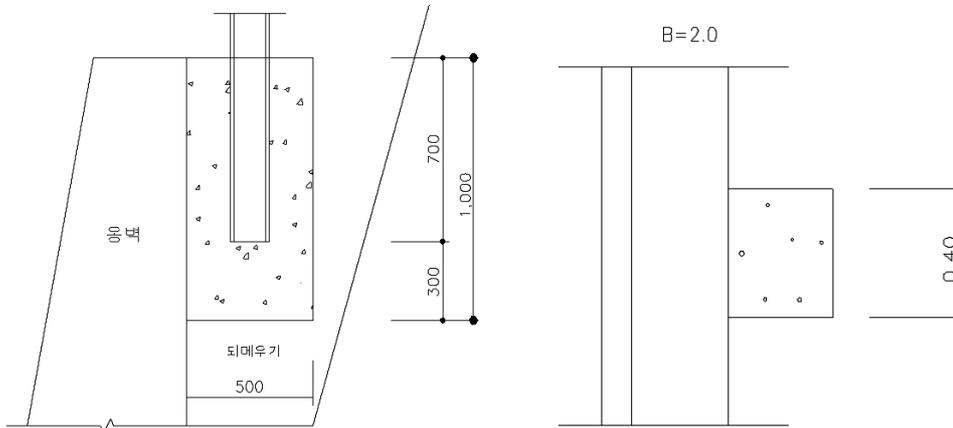
## 6. 낙석방지시설

### 가. 낙석방지울타리(낙석방지책)

- 1) 설치기준 : 설계요령 『6. 낙석방지시설』 참조
- 2) 낙석방지울타리를 설치연장으로 수량을 산출한다.
- 3) SPAN길이는 현지여건을고려 일반구간은2.0m, 낙석등의 우려구간은3.0m로 한다.
- 4) 높이는 2.853m로 한다.

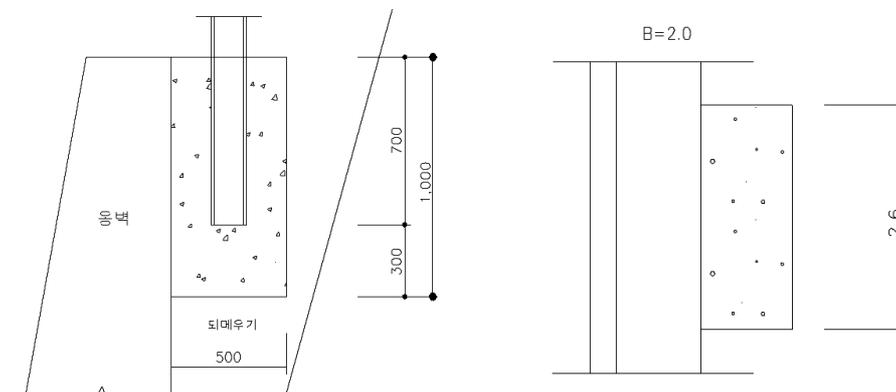
SPAN 2.0m

※ 표준구간

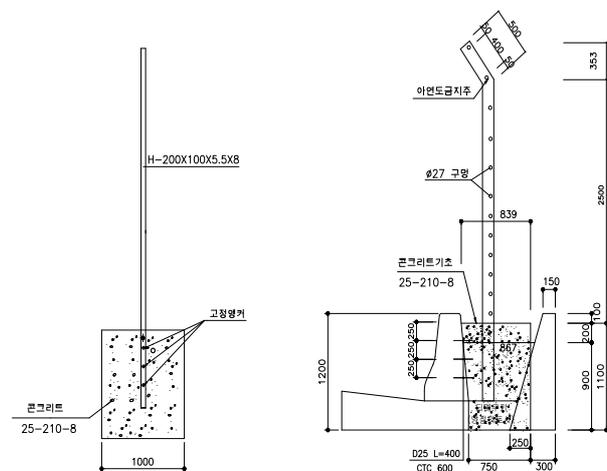


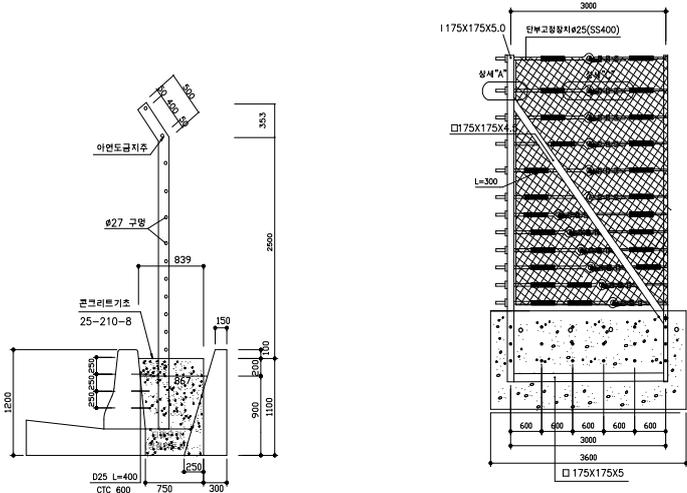
- ① 되메우기 공제 :  $0.50 \times 0.40 \times 0.80 = 0.160\text{m}^3$
- ② 콘크리트(25-21-8) :  $0.50 \times 0.40 \times 1.00 = 0.200\text{m}^3$
- ③ 거푸집(합판6회) :  $(0.50 \times 1.0 \times 2EA) + (0.40 \times 1.0) = 1.400\text{m}^2$

※ 단부구간



- ① 되메우기 공제 :  $0.50 \times 2.6 \times 0.80 = 1.040\text{m}^3$
- ② 콘크리트(25-21-8) :  $0.50 \times 2.60 \times 1.00 = 1.300\text{m}^3$
- ③ 거푸집(합판6회) :  $(0.5 \times 1.0 \times 2EA) + (2.6 \times 1.0) = 3.600\text{m}^2$

| 공 종                                       | 산 출 근 거   | 수 량 |
|---|---|-----|
| 낙석방지<br>울타리<br>옹벽용<br><br>일반부<br>SPAN3.0m |  <p data-bbox="414 918 1380 1792">             - 콘크리트 (25-21-8)<br/> <math>(0.839 \times 1.0 + 0.75 \times 1.0) \div 2 \times 0.8 + (0.75 \times 1.0 \times 0.3) = 0.860\text{m}^3/\text{nr}</math><br/>             - 거푸집 (합판6회)<br/> <math>\{(0.839 + 0.75) \div 2 \times 0.8 + 0.75 \times 0.3\} \times 2\text{nr} + 1.1 \times 1.0 = 2.821\text{m}^3/\text{nr}</math><br/>             - 암 터파기<br/> <math>(0.55 + 0.15) \times 1/2 \times 1.2 \times 1.6 = 0.672\text{m}^3/\text{nr}</math><br/>             - 되메우기<br/> <math>0.672 - (0.25 \times 0.75 \times 1/2 \times 1.0) = 0.578\text{m}^3/\text{nr}</math><br/>             - L형측구 되메우기 공제<br/> <math>\{(0.867 + 0.60) \times 1/2 \times 0.6 - 1/2 \times 0.050 \times 0.150 + (0.6 + 0.5) \times 1/2 \times 0.3\} \times 1.0 = 0.601\text{m}^3/\text{nr}</math><br/>             - 철 근(D25)<br/> <math>3.98 \times 0.4 \times 3 \div 1000 = 0.0047\text{t}/\text{nr}</math> </p> |     |

| 공 종   | 산 출 근 거  | 수 량 |
|---|--|-----|
| <p>낙석방지<br/>울타리<br/>옹벽용</p> <p>단 부<br/>SPAN3.0m</p> |  <p>- 콘크리트 25-21-8)<br/> <math>(0.839 \times 3.6 + 0.75 \times 3.6) \div 2 \times 0.8 +</math><br/> <math>(0.75 \times 3.6 \times 0.3)</math> = 3.098m<sup>3</sup>/nr</p> <p>- 거푸집 (합판6회)<br/> <math>\{(0.839 + 0.75) \div 2 \times 0.8 + 0.75 \times 0.3\}</math><br/> <math>\times 2nr + 1.1 \times 3.6</math> = 5.681m<sup>2</sup>/nr</p> <p>- 암 터파기<br/> <math>(0.55 + 0.15) \times 1/2 \times 1.2 \times 4.2</math> = 1.764m<sup>3</sup>/nr</p> <p>- 되메우기<br/> <math>1.764 - (0.25 \times 0.75 \times 1/2 \times 3.6)</math> = 1.426m<sup>3</sup>/nr</p> <p>- L형추구 되메우기 공제<br/> <math>\{(0.867 + 0.60) \times 1/2 \times 0.6</math><br/> <math>- 1/2 \times 0.050 \times 0.150 + (0.6 + 0.5) \times 1/2 \times 0.3\} \times 3.6</math> = 2.164m<sup>3</sup>/nr</p> <p>- 철 근(D25)<br/> <math>3.98 \times 0.4 \times 3 \div 1000 \times 6</math> = 0.0286t/nr</p> |     |

나. 낙석방지망

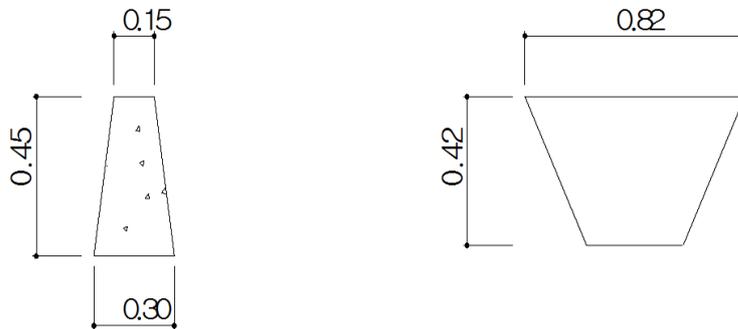
- 1) 설치기준 : 설계요령 『6. 낙석방지시설』 참조
- 2) 낙석방지망은 설치면적으로 수량산출한다.
- 3) 절개면 하단부에 낙석방지울타리가 설치된 경우에는 낙석방지망의 하단부 높이를 조절하여 설치한다. 이때 낙석방지망의 하단부 높이는 낙석방지울타리의 높이까지로 한다.
- 4) 낙석방지울타리가 없는 곳은 지면에서 1m정도 띄어 설치한다.

7. 가드웬스

가. 설치기준 : 설계요령 『7. 가드웬스』 참조

나. 토공용과 육교용으로 구분하여 연장으로 수량산출한다.

※ 토공용



1) 터파기

$$\{(0.40 \times 0.40) + (0.82 \times 0.82)\} \times 1/2 \times 0.42 = 0.175 \text{m}^3/\text{개소}$$

2) 되메우기=터파기-콘크리트량

$$0.175 - 0.025 = 0.150 \text{m}^3/\text{개소}$$

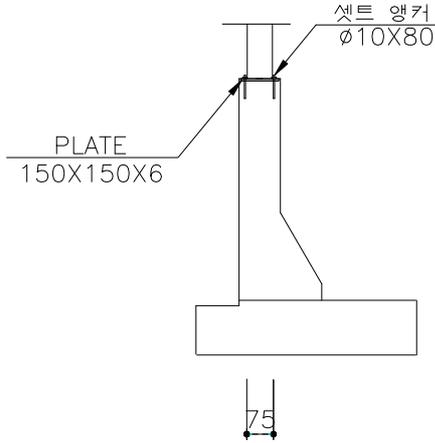
3) 콘크리트(25-18-8)

$$\{(0.30 \times 0.30) + (0.15 \times 0.15)\} \times 1/2 \times 0.45 = 0.025 \text{m}^3/\text{개소}$$

4) 거푸집(합판 6회)

$$(0.30 + 0.15) \times 0.45 \times 1/2 \times 4 = 0.405 \text{m}^2/\text{개소}$$

※ 육교용



1) Plate 및 Anchor를 사용하여 설치

STS Plate (215×245×16t) : 1 EA

STS Anchor B/N (Ø16×200) : 4 EA

## 8. 미끄럼 방지시설

가. 설치기준 : 설계요령 『8. 미끄럼 방지시설』 참조

나. 미끄럼 방지 포장면적(m<sup>2</sup>)으로 수량을 산출한다.

다. 전면식, 이격식을 구분하여 산출한다.

라. 그루빙은 종·횡방향을 구분하여 산출한다.

마. 노면요철포장은 절삭형, 다짐형으로 구분하여 산출한다.

## 9. 안전관리 시설

가. 건기법 시행규칙 제21조의 4의 규정에 의하여 안전간판, 가드휀스 등 교통안전 관리시설에 필요한 수량을 각 1식으로 산출한다.

## 10. 충격 흡수시설

가. 장소에 따라 적절한 수량을 산출한다.

나. 개소 단위로 산정한다.

## 11. 현광방지 시설(차광망)

가. 차광망은 연장으로 산출한다.

## 12. 비상주차대

가. 750m마다 1개소씩 산출하여 수량은 각 해당 공종별로 산출한다.

## 13. 긴급제동 시설

가. 골재부설

1) 최대골재크기 : 둥근강자갈 Ø40mm

2) 설치길이에 따라 체적(m<sup>3</sup>)으로 산출한다.

나. 감속원통

1) 유격 : Ø1,000mm

- 2) 감속원통속은 등근 강자갈로 채운다.
- 3) 수량은 설치개소에 따라 EA 단위로 산출한다.

**다. 구난앵커**

- 1) 설치개소에 따라 EA단위로 산출한다.

**라. 이탈방지독**

- 1) 재 료 : 토사
- 2) 설치개소 및 규격에 따라 체적(m<sup>3</sup>)으로 산출한다.

**마. 배수파이프**

- 1) 배수가 필요한 장소에 P.V.C Pipe Ø300mm를 연장(m)으로 산출한다.

**14. 교통신호기**

가. 평면교차로 형태와 신호등화 형식을 구분하여 수량을 개소 단위로 산출한다.

- 1) 3지 교차
- 2) 4지 교차
- 3) 점멸등

**15. 악천후구간, 터널 및 장대교량 안전시설**

가. 대상시설에 따라 적절한 수량을 산출한다.

**16. 동물침입방지시설**

가. 야생동물을 생태통로로 유도하기 위해 필요한 구간에 유도휀스를 높이별, 종류별 연장(m)으로 산출한다.

**17. 기타사항**

가. 안개시정표지 및 도로전광표지

- 1) 장소에 따라 적절한 수량을 산출한다.
- 2) 개소단위로 산출한다.

나. 기타 교통안전시설은 설치목적과 기능에 적합한 설치위치와 수량을 산출한다.

## 3.08 부대공

## 1. 도로안내표지판

가. 설계요령 『1. 도로안내표지판』 참조

나. 안내표지판은 설치위치, 종류별 규격, 설치형태, 개수 등을 구분 산출한다.

다. 터파기의 경사 : 1:0.3(저판 여유 : 0.3m씩)

라. 기초콘크리트 강도 : 25-210(21)-8

마. 되메우기 및 다짐 : 터파기에서 콘크리트를 제외한 나머지

바. 거푸집 : 합판6회

사. 표지판 자재비

- 1) 형태별, 규격별로 산출한다.
- 2) 견적처리 또는 단가산출한다.

아. 문형식표지판 지주보호용 덮개 : 개소로 산출한다.

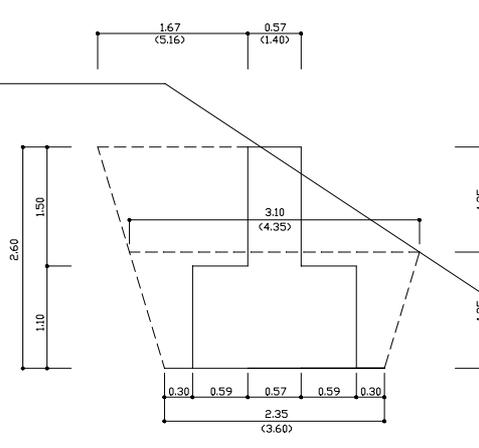
- 중앙분리대측 : 강판덮개 설치
- 길어깨측 : 가드레일 설치

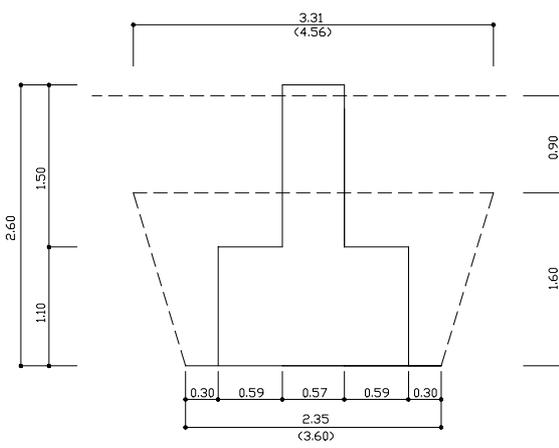
자. 표지판지주는 잡철물 제작수량에서 제외한다.

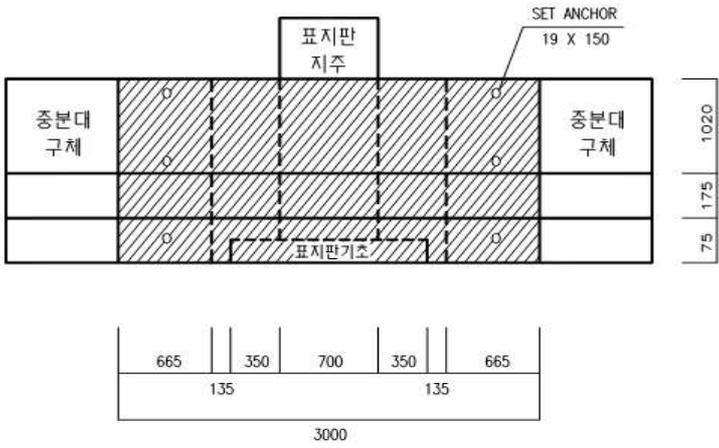
| 공 종  | 산 출 근 거  | 수 량  |
|--|--|--|
| 문형식표지판<br>길어깨+중분대<br>(편도2.3차로용)<br>형식1+형식2<br><br>421-2<br>422-1,2<br>423-1,2<br>423-4 | 1. 터파기<br>$28.635 + 18.843 =$<br><br>2. 되메우기<br>$22.206 + 12.669 =$<br><br>3. 잔 토<br>$6.429 + 6.174 =$<br><br>4. 콘크리트 (25-180(18)-8)<br>$6.972 + 6.972 =$<br><br>5. 거푸집 (합판 6회)<br>$16.36 + 16.36 =$<br><br>6. 철 근<br>$D13 = 0.034 + 0.034 = 0.068 \text{ t/개소}$<br>$D19 = 0.047 + 0.047 = 0.094 \text{ t/개소}$<br>$D22 = 0.490 + 0.490 = 0.980 \text{ t/개소}$<br>$D25 = 0.136 + 0.136 = 0.272 \text{ t/개소}$ | $47.478\text{m}^3/\text{개소}$<br><br>$34.875\text{m}^3/\text{개소}$<br><br>$12.603\text{m}^3/\text{개소}$<br><br>$13.944\text{m}^3/\text{개소}$<br><br>$32.72\text{m}^2/\text{개소}$<br><br>$1.414\text{t}/\text{개소}$ |

| 공 종   | 산 출 근 거                          | 수 량                      |
|---|----------------------------------|--------------------------|
| 문형식<br>표지판<br>길어깨+중분대<br>(편도4.5차로용)<br>형식-3<br>(형식d+형식e)<br>(T=0.73m) | 1.터파기                            |                          |
|   | 36.017 + 27.141 =                | 63.158m <sup>3</sup> /개소 |
|   | 2. 되메우기                          |                          |
|   | 26.603 + 18.298 =                | 44.901m <sup>3</sup> /개소 |
|   | 3. 잔 토                           |                          |
|   | 9.414 + 8.843 =                  | 18.257m <sup>3</sup> /개소 |
|   | 4. 콘크리트 (25-180(18)-8)           |                          |
|   | 9.505 + 9.505 =                  | 19.010m <sup>3</sup> /개소 |
|   | 5. 거푸집 (합판 6회)                   |                          |
|   | 18.01 + 18.01 =                  | 36.020m <sup>2</sup> /개소 |
|   | 6. 철 근                           |                          |
|   | D13 = 0.034 + 0.034 = 0.068 t/개소 |                          |
|   | D19 = 0.047 + 0.047 = 0.094 t/개소 |                          |
|   | D22 = 0.671 + 0.671 = 1.342 t/개소 |                          |
|   | D25 = 0.198 + 0.198 = 0.396 t/개소 | 1.906t/개소                |

| 공 종   | 산 출 근 거                | 수 량                      |
|---|------------------------|--------------------------|
| 문형식<br>표지판<br>길어깨+중분대<br>(편도4.5차로용)<br>형식-4<br>(형식d+형식f)<br>(T=0.90m) | 1. 터파기                 |                          |
|   | 36.017 + 23.823 =      | 59.840m <sup>3</sup> /개소 |
|   | 2. 되메우기                |                          |
|   | 26.603 + 15.116 =      | 41.719m <sup>3</sup> /개소 |
|   | 3. 잔 토                 |                          |
|   | 9.414 + 8.707 =        | 18.121m <sup>3</sup> /개소 |
|   | 4. 콘크리트 (25-180(18)-8) |                          |
|   | 9.505 + 9.505 =        | 19.010m <sup>3</sup> /개소 |
|   | 5. 거푸집 (합판 6회)         |                          |
|   | 18.01 + 18.01 =        | 36.020m <sup>2</sup> /개소 |
| 6. 철 근  |                        |                          |
| D13 = 0.034 + 0.034 = 0.068 t/개소                                      |                        |                          |
| D19 = 0.047 + 0.047 = 0.094 t/개소                                      |                        |                          |
| D22 = 0.671 + 0.671 = 1.342 t/개소                                      |                        |                          |
| D25 = 0.198 + 0.198 = 0.396 t/개소                                      | 1.906t/개소              |                          |

| 공 종  | 산 출 근 거   | 수 량 |
|--|---|-----|
| 문형식<br>표지판<br>길어깨부<br>(편도2,3차로용)<br>형식-a<br>(T=85cm) |  <p>1. 터파기</p> $\{(1.67 \times 1.88) + (3.166 \times 4.416)\} \times 1/2 \times 1.24 + \{(3.166 \times 4.416) + 2.35 \times 3.6\} \times 1/2 \times 1.36 =$ <p>25.875m<sup>3</sup>/개소</p> <p>2. 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량</p> $28.875 - \{6.972 - (0.557 \times 1.4 \times 0.317) \times 1/2\} =$ <p>19.029m<sup>3</sup>/개소</p> <p>3. 잔토 = 터파기 - 되메우기</p> $25.875 - 19.029 =$ <p>6.846m<sup>3</sup>/개소</p> <p>4. 콘크리트 (25-180(18)-8)</p> $\{(0.57 \times 1.40 \times 1.50) + (1.75 \times 3.0 \times 1.1)\} =$ <p>6.972m<sup>3</sup>/개소</p> <p>5. 거푸집 (합판 6회)</p> $(0.57 + 1.40) \times 1.5 \times 2 + (1.75 + 3.0) \times 1.1 \times 2 =$ <p>16.36m<sup>2</sup>/개소</p> <p>(5) 철근</p> <p>D13 : 0.034 t/개소</p> <p>D19 : 0.047 t/개소</p> <p>D22 : 0.490 t/개소</p> <p>D25 : 0.136 t/개소</p> <p>0.707t/개소</p> |     |

| 공 종  | 산 출 근 거   | 수 량   |
|--|---|---|
| 문형식<br>표지판<br>중분대축<br>(편도2,3차로용)<br>형식-c<br>(T=85cm) |  <p>1. 터파기</p> $\{(3.34 \times 4.95) + (2.35 \times 3.60)\} \times 1/2 \times 1.75 =$ <p>2. 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량</p> $21.236 - \{6.972 - (0.57 \times 1.4 \times 1.85)\} =$ <p>3. 잔토 = 터파기 - 되메우기</p> $18.843 - 12.669 =$ <p>4. 콘크리트 (25-180(18)-8)</p> $\{(0.57 \times 1.40 \times 1.50) + (1.75 \times 3.0 \times 1.1)\} =$ <p>5. 거푸집 (합판 6회)</p> $\{(0.57 + 1.40) \times 1.5 \times 2 + (1.75 + 3.0) \times 1.1 \times 2\} =$ <p>6. 철 근(NET)</p> <p>D13 : 0.034 t/개소</p> <p>D19 : 0.047 t/개소</p> <p>D22 : 0.490 t/개소</p> <p>D25 : 0.136 t/개소</p> | <p>28.229m<sup>3</sup>/개소</p> <p>14.942m<sup>3</sup>/개소</p> <p>6.174m<sup>3</sup>/개소</p> <p>6.972m<sup>3</sup>/개소</p> <p>16.36m<sup>2</sup>/개소</p> <p>0.707t/개소</p> |

| 공 종                                  | 산 출 근 거   | 수 량 |                           |    |     |     |              |   |                           |            |          |    |      |  |
|--------------------------------------|---|-----|---------------------------|----|-----|-----|--------------|---|---------------------------|------------|----------|----|------|--|
| 문형식<br>표지판<br>지주보호용<br>덮 개<br>(중분대측) |  <p style="text-align: right;">(지주 1개당)</p> <table border="1" data-bbox="427 907 1168 1048"> <thead> <tr> <th>구 분</th> <th>규 격</th> <th>수량</th> <th>재 료</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>덮 개</td> <td>4.0X903X3000</td> <td>2</td> <td>강판 KSD3503.SS-400 T=4.0MM</td> </tr> <tr> <td>SET ANCHOR</td> <td>19 X 150</td> <td>12</td> <td>스텐레스</td> </tr> </tbody> </table> <p>주 : . 상기 치수는 표준구간의 치수이므로 곡선구간 등 선형의 변화가 있는 구간은 감독원의 승인을 득한 후 변경할 수 있음.<br/>         . 표지판 지주 보호용 덮개 표면은 용융아연도금 550g/m<sup>2</sup> 이상이어야 함</p> | 구 분 | 규 격                       | 수량 | 재 료 | 덮 개 | 4.0X903X3000 | 2 | 강판 KSD3503.SS-400 T=4.0MM | SET ANCHOR | 19 X 150 | 12 | 스텐레스 |  |
| 구 분                                  | 규 격   | 수량  | 재 료                       |    |     |     |              |   |                           |            |          |    |      |  |
| 덮 개                                  | 4.0X903X3000  | 2   | 강판 KSD3503.SS-400 T=4.0MM |    |     |     |              |   |                           |            |          |    |      |  |
| SET ANCHOR                           | 19 X 150  | 12  | 스텐레스                      |    |     |     |              |   |                           |            |          |    |      |  |

## 2. 방호시설

가. 도로확장구간에 차량통행시 교통안전과 도로폭 확보를 위하여 방호시설을 설치하며 연장으로 수량 산출한다.

### 나. 흙깎기

#### 1) 암파쇄 방호시설

○ 기존도로정비 또는 확장공사구간과 인접하여 시공되는 깎기부중 계획깎기고가 10m이상인 구간에 적용하여 수량을 산출한다.

○ 계획깎기고가 10m미만일 경우는 임시방호시설 또는 암파쇄 방호시설 설치지침에 준하여 적용하여 수량을 산출한다.

### 다. 흙쌓기

1) 마대쌓기 : H=2.0m 미만일 때 수량을 산출한다.

2) 토류벽 : H=2.0m 이상일 때 수량을 산출한다.

## 3. 방음벽

가. 설치기준 : 설계요령 『3.방음벽』 참조

나. 방음판 수량 : 판의 종류별 높이별로 구분하여 길이(m)로 소요연장을 산출하고, 내역서에 반영하는 수량은 경간수로 환산하여 적용한다.

○ 판높이(H<sub>2</sub>) = 방음벽높이(H) - 기초돌출높이(H<sub>1</sub>=1.0m)

○ 종류별 높이별 방음판 수량(경간수) = 소요연장 ÷ 경간장(지주간격)

다. 지주 및 앵커 수량 : 지주 높이별로 경간당 개수로 환산하여 산출한다.

○ 지주(Base plate 포함) 및 앵커 수량(경간당 개수) = [(방음판 경간수)+ 1] ÷ 경간장

라. 방음벽기초 수량 : 종류별 높이별로 구분하여 길이(m)로 산출한다.

#### ○ L형옹벽 기초

연장(L) = (방음판 경간수 × 경간장) + 2×(베이스플레이트길이/2 + 여유길이(6cm))

#### ○ 직벽형 기초

연장(L) = (방음판 경간수 × 경간장) + 2×(강관말뚝직경/2 + 여유길이(10cm))

마. 설치연장이 500m 이상일 경우 약 250m 간격으로 출입구를 설치하며 점검로가 필요한 경우 접근로, 계단 등을 설치한다.

사. 방음벽 기초 설계기준 검토 및 표준도 작성연구( '04. 12. 건교부)보고서에 따른다.

아. 가설방음벽은 2회이상 사용을 원칙으로 한다.

#### 4. 공사용 진입가도

가. 포장 공사용 진입가도에는 현장사무실 진입로, 배치플랜트 진입로, 터널상황실 진입로 등이며 포장두께는 기층 10cm, 보조기층 20cm로 산출하며 현장여건을 고려하여 적용 할 수 있다.

나. 공사용진입가도 : 수량산출근거작성, 임시차선도색 등 수량산출

#### 5. 버스정차대 계단

가. 계단은 연장(m)으로 수량 산출

나. 단부는 개소로 수량 산출

#### 6. 폐기물처리

가. 환경 관리비에 포함을 원칙으로 한다.

나. 발생하는 모든 폐기물에 대하여 종류별(지장가옥, 건설폐기물, 나무뿌리 등)로 수량 산출 (단위 : ton)하고 나무뿌리 등은 별도의 수량산출기준, 처리방법에 의거 처리한다. (나무뿌리는 건설폐기물에서 제외)

#### 7. 준공도면 전산화

가. 설계도면 작성매수로 산출한다.

나. 설계도서 등의 사본작성지침(국토해양부)에 근거하여 산정한다.

#### 8. 기존도로 유지보수

가. 기존도로 유지보수 공종을 명기한다

나. 교량, 포장, 부대시설, 보수비 반영

다. 공사기간에 따른 풀깎기 반영(년2회)

라. 횡배수관 관청소 유지비 반영(년1회)

마. 공사기간 내외 준공 후를 구분하여 도로유지 보수비 반영(년2회)

바. 구국도 활용계획 및 공사기간 중 유지관리계획에 근거하여 산정한다.

#### 9. 시공상세도면 작성

가. 1식 단위로 산정한다.

나. 설계서에 반영 및 지방서 목록표 명기

## 10. 깎기부 점검로

- 가. 경사별 계단부는 m단위로 산정
- 나. 단부는 개소 단위로 산정

## 11. 도로대장 작성

- 가. km로 산정한다.

## 12. 시험비

- 가. 설계수량에 의하여 적용하며 식단위로 산정한다.

## 13. 시공 측량비

- 가. km로 산정한다.

## 14. 안전시설비

- 가. 건별 1식 단위로 산정한다.

## 15. 산림복구비

- 가. 석산 및 토취장 등 훼손된 산림의 복구가 필요한 곳에 적용한다.

### 1) 비탈면 보호공

토사구간 : 거적덮기 + 종자분사 파종공 등

리핑구간 : 현지여건에 맞는 공법 적용

비탈면 녹화 설계 및 시공 잠정지침을 참조하여 적용한다.

### 2) 측구설치(U측구, 산마루측구)

### 3) 식재

## 16. 지장 가옥철거

- 가. 도로건설공사에 편입되는 지장가옥은 정확히 조사하여 수량 산출한다.

## 17. 세륜세차시설

- 가. 환경 관리비에 포함을 원칙으로 한다.

### 나. 자동식 세륜시설(이동식)

#### 1) 자동세륜기 : 견적처리

#### 2) 기초 콘크리트 : 25-210(21)-8

#### 3) 철근가공조립 : 보통

#### 4) 거푸집(합판6회)

#### 5) 토 공 (터파기, 퇴메우기, 잔토처리)

#### 6) 잡석깔기

7) 현장여건에 따라 조정

다. 수조를 이용한 세륜시설(고정식)

- 1) 콘크리트 : 25-210(21)-8
- 2) 거푸집 (합판6회)
- 3) 토 공 (터파기, 되메우기, 잔토처리)
- 4) 잡석깔기
- 5) 현장여건에 따라 조정

## 18. 접도구역표주

가. 접도구역 경계선상에 설치하며 개소로 수량산출

나. 설치간격

- 1) 평지 : 200m 내외
- 2) 곡선지역 및 취락지역 : 50m 내외
- 3) 산지 : 500m 내외
- 4) 주요도로, 철도 등을 횡단하는 경우에는 그 시설의 양측면에 설치
- 5) 농경지 내에 설치하는 경우는 그 외곽(논두렁, 밭두렁 등)에 설치

## 19. 식재공

가. 주 단위로 수량 산출한다.

## 20. 철재지지대

가. set 단위로 수량 산출한다.

## 21. 토지임대료

가. 가설사무소, 야적장, 제작장 등 토지임대가 필요한 곳에 적용한다.

나. 개월(또는 년)로 산정한다.

## 22. 품질관리차량비

가. 개월로 산정한다.

## 23. 중기운반

가. 식으로 산정한다.

## 24. 준공표지판

가. 시·종점부에 1개소씩 설치한다.

나. 개소 단위로 산정

## 25. 수로보호공

- 가. 돌붙임 m<sup>2</sup> 단위로 산정
- 나. 돌붙임기초 m 단위로 산정

## 26. 가설사무실

- 가. 1식 단위로 산정
- 나. 현장사무실의 바닥 콘크리트 (25-180(18)-8, T = 10mm)로 인력 타설한다.

## 27. 오탁방지막

- 가. 환경 관리비에 포함을 원칙으로 한다.
- 나. 교량공사시 오탁수의 유출 확산으로 인한 주변 수질 및 자연환경에 피해가 우려되는 지역에 설치한다. (단위:m<sup>2</sup>)

## 28. 골재덮개시설

- 가. 환경 관리비에 포함을 원칙으로 한다.
- 나. B/P장, C/R장을 제외한 현장내에 야적된 골재가 분진 또는 강수로 인한 유실 등으로 발생하는 품질저하를 대비하여 골재덮개시설을 설치한다.

## 29. 지주목 삼발이

- 가. 조단위로 수량 산출한다.

## 30. 환경관리비

### 가. 환경관리비 항목

- |              |           |
|--------------|-----------|
| - 가설방음벽, 방진망 | - 세륜세차시설  |
| - 살수         | - 침사지     |
| - 오탁방지막      | - 골재덮개시설  |
| - 공사장폐수 처리시설 | - 폐기물 처리비 |
| - 환경보전비      | - 기 타     |

나. 환경관리와 관련한 시험검사비, 교육훈련비, 점검비, 환경관리비의 유지관리 비용 (가설방음벽, 오탁방지막, 침사지 보수등 ) 환경관리비를 항목별로 명시할 수 없는 경우에는 위의 합계액의 12%상당액을 그 밖의 환경보전비로 계상할 수 있다.

다. 본 환경관리비에서의 폐기물처리는 상차비만을 반영하며, 처리비용은 별도로 처리한다.

### 31. 공사손해 보험료

가. 공사손해 보험료는 다음과 같다.

- 1) 대상은 1종시설물(교량, 터널등)로 한다.
- 2) 산정은 교량공, 터널공에서 각각 시설물별로 공사금액, 공사기간, 공사손해보험료를 산출한다.
- 3) 시설물별 보험료 및 근거를 전체 집계하여 내역에 반영한다.
- 4) 손해보험 가입 대상공사(추정가격(단일공종)이 200억 이상인 공사)이외의 공사에 대하여는 공사손해보험료를 미반영한다.

### 33. 안전점검비

가. 초기안전점검, 정기안전점검은 건설공사 안전점검지침에 따른다.

### 34. 공사안내 간판

가. 대형 및 소형 안내간판 설치기준에 적용하여 식 단위로 산정한다.

### 35. 시추 조사비

가. 추정 토질심도별로 계상한다.

### 36. 축중기 설치

가. 축중기 설치(개소)

### 37. 보호길어깨 잠초성장 억제시설

가. m단위로 수량산출한다.

### 38. 공사원가 연구개발비

가. 주요수량 및 산출요령

- 1) 수량내역 : 공사원가 연구개발비1식(PS)
- 2) 공사원가 연구개발비용은 다음과 같다.

공사원가 연구개발비 = 연구개발비 대상액(①) × 연구개발비 비율

### 39. 기 타

가. 각 공종별 자재대 및 운반비 항목은 해당 공종에서 집계하여 내역에 반영한다.

나. 모래 및 혼합골재 운반수량은 덤프트럭 15ton 80%와 덤프트럭 20ton 20%로 구분하여 각각 수량을 산출한다. (단 공사시 발부 송장에 의거 정산한다. )

### 40. 특허 및 신기술기술료

가. 특허 및 신기술 보호기간 내에서 기술료를 지급한다.

## IV. 참고자료

---

# 감사 지적 사례

---



**종합건설사업소**

# 목 차

- ① 공사 설계변경 부적정
- ② 원가계산 부적정
- ③ 보험료 미정산에 따른 과다지급
- ④ 시공중인 교량공사를 특허공법으로 변경하여 예산낭비
- ⑤ 개산계약제도 운영 및 설계변경 부적정
- ⑥ 설계 부적정에 따른 원가 과다계상
- ⑦ 설계기준에 맞지 않는 위치에 부잔교 설치로 예산낭비 초래
- ⑧ 인근 시·군 협의없이 추진된 도로 미사용 방치
- ⑨ 특정업체를 위한 분할발주에 의한 수의계약 체결
- ⑩ 단일공사를 부당하게 분할계약 체결
- ⑪ 행정절차 이행없이 추진한 개발사업 중단으로 예산낭비
- ⑫ 설계와 시공이 다른데도 준공금 부당지급
- ⑬ 객관성이 결여된 자료를 근거로 발파공법 선정
- ⑭ 공사 발주방법 및 비탈면 보호식재(녹생토) 시공 검토 소홀
- ⑮ 관련법령 미준수에 따른 공사중지 및 선금급 지급 부적정
- ⑯ 설계와 시공이 다른데도 준공금 지급 및 공사감독 소홀
- ⑰ 계획공정에 맞지 않는 무리한 사업발주로 공사중지 장기화
- ⑱ 부당한 설계변경에 따른 사업비 증액 및 사전절차 미이행
- ⑲ 부당한 설계변경과 공사감독 소홀 등으로 예산낭비
- ⑳ 소규모 건설공사 예정가격 산정 개선필요

# 1

## 공사 설계 변경 부적정

「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제22조 및 「건설산업 기본법」 제29조에 따르면 설계변경은 설계서의 내용이 불분명하거나 누락·오류 또는 상호 모순되는 점이 있거나, 지질, 용수 등 공사현장의 상태가 설계서와 다를 경우, 새로운 기술·공법 사용으로 공사비의 절감 및 시공기간 단축 등의 효과가 현저할 경우, 그 밖에 발주기관이 설계서를 변경할 필요가 있다고 인정할 경우에 한하여 설계변경이 가능하며,

또한 설계변경은 당초 계약의 목적 및 본질 등을 바꿀 만큼의 변경이 되어서는 아니되고, 이와 같은 경우에는 새로운 계약으로 추진하여야 함

### □ 지적내용

- □□구에서는 ○○경찰서 주변 침수지 해소공사를 추진하면서
  - 조경식재 추가의 사유로 설계변경된 공사금액이 당초 계약된 공사금액(780백만원) 보다 142백만원이 증액된 바
  - 조경식재 부분의 설계변경은 당초 계약의 목적과 본질 등을 훼손할 우려와 하자구분이 불분명한지를 판단하지 않고 공사수행이 용이함을 내세워 원도급업체와 설계변경을 하였고
  - 원도급업체에서는 조경식재 공사업면허를 소지한 업체에게 하도급을 하여 조경식재공사를 시공하였으나 추가되는 공사부분(조경식재 등) 당초 계약의 목적과 본질 등에서 상이하며 하자구분이 명확하여 새로운 계약으로 추진하는 것이 타당한 데도 설계변경으로 공사금액을 증액 처리하는 등 설계변경을 부당하게 추진하였음

### □ 업무처리시 고려사항

- 1천만원 이상 공사는 전문공사면허를 보유한 업체가 시공하게 하고 설계변경 시에는 당초 계약의 목적, 본질 등 훼손 등과 하자구분의 명확여부를 판단하여야 함

## 2

## 원가계산 부적정

각종 공사설계 및 조형물 제작·설치의 용역에 따른 원가산정시에는 「지방자치단체 원가계산 및 예정가격 작성요령(행정안전부 예규)」 과 「엔지니어링기술진흥법 시행령」 제14조의 규정에 따른 「엔지니어링 사업대가의 기준(지식경제부공고 제2008-109호)」에 따라 적정하게 산정하여야 함

### □ 지적내용

- □□시에서는 ○○산업특구 상징 조형물 제작·설치용역을 추진하면서
  - 원가계산서 확인 결과, 추정가격 298,841천원 중 경비 항목의 연구용 재료비(원형모델링·청동주물제작·기초좌대) 131,063천원은 산출기초나 거래실례가격에 따른 견적서 징구도 없이 부적정하게 산정하였고
  - 요율 산정관정에서는 요율 산정을 잘못(3.9%→4.45%)하였을 뿐만 아니라 본 공사는 주 공종이 인도를 개체하는 공사로서 「엔지니어링사업대가의 기준」 제13조 별표 1의 업무별요율의 실시설계 요율만 적용하는 것이 타당한 데도 기본설계를 동시에 하는 실시설계로 인정하여 실시설계 요율의 1.3배를 적용하는 등 총 12,000천원 정도를 과다하게 계상하여 집행하였음

### □ 업무처리시 고려사항

- 상징 조형물 및 디자인조성공사 실시설계용역의 발주를 위하여 원가계산을 할 경우에는 업무별요율 산정을 적정하게 하고 실시설계 요율 적용시 기본설계 요율 인정여부를 판단하여야 함

### 3

## 보험료 미정산에 따른 과다지급

「건설산업기본법」 제22조에 따르면 건설공사의 도급계약의 당사자는 「국민연금법」에 따른 국민연금보험료, 「국민건강보험법」에 따른 건강보험료, 「노인장기요양보험법」에 따른 노인장기요양보험료는 그 건설공사의 도급금액 산출내역서에 반영하고 같은 법 시행령 제26조의 2 제5항에 따르면 실제로 지출된 보험료 보다 많은 경우에는 초과하는 금액을 정산할 수 있도록 규정하고 있음.

「지방자치단체 입찰 및 계약 집행기준」에 따르면 입찰공고시 입찰참가자가 입찰금액 산정시 국민건강보험 등은 예정가격 작성시 계상된 금액을 조정 없이 반영하여야 함을 공고하고 사후 정산을 하게 된다는 사항을 알리도록 정하고 있음.

### □ 지적내용

- □□군에서는 ○○ 청사신축공사(소방) 등 15건의 공사를 추진하면서
  - 입찰공고 내용에 예정가격시 산정한 보험료를 조정없이 반영하도록 명시를 하고도 계약내역서상 보험료 금액을 예정가격보다 적게 반영함으로써 준공시에 보험료 전액이 감액되는 결과를 초래함에 따라 감액하여야 할 보험료 3,502천원 상당을 과다 지급되었고
  - △△ 편의시설 공사 등 9건의 공사는 계약 내역서에 반영한 금액보다 보험료를 적게 납부하였음에도 정산절차를 이행하지 않아 30,895천원 상당을 과다 지급하였음

### □ 업무처리시 고려사항

- 계약담당자는 국민건강보험료 등의 사후정산과 관련된 사항을 입찰공고 등에 명시(사후정산, 보험료 금액, 입찰금액에 조정 없이 반영)하고
- 계약담당자는 계약대가의 지급시 청구서류를 검토하여 보험료 납부여부를 확인하여 정산하여야 함

## 4

# 시공중인 교량공사를 특허공법으로 변경하여 예산낭비

「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제22조 및 「지방자치단체 공사 계약 일반조건」 제 6절에 따르면 공사의 설계변경 사유로 설계서 내용 불분명, 누락·오류 또는 상호 모순되는 점이 있을 경우, 지질, 용수 등 공사현장의 상태가 설계서와 다를 경우, 새로운 기술·공법사용으로 공사비의 절감 및 시공기간의 단축 등의 효과가 현저할 경우, 그 밖에 발주기관의 필요에 의해 해당 공사의 일부변경이 수반되는 추가공사 발생, 특정공종 삭제, 공정계획·시공방법 변경 등을 규정하고 있음

### □ 지적내용

- □□ 시에서는 2010.1.11. 교량설치공사를 발주하여 2010.2.2. ○○○건설주식회사와 354,069천원에 계약후 2010.11.4. ‘RC라멘교’ 교량공법을 특허공법인 ‘강합성복합라멘교’로 적용하여 648,870천원으로 설계변경 계약하면서
- 하천계획홍수위와 시·중점부 접속도로와 연계성, 시공성, 경제성 등을 감안하여 P.P.C. CIP빔교, UCB교, 라멘교 등 4개 공법 중 「하천설계기준」 및 「□□시 ○○○천 하천정비계획」에 적합한 ‘RC라멘교’ 공법을 선정하고도 정당한 이유 없이 특허공법인 ‘강합성복합라멘교’공법으로 설계변경함으로써 4개월의 공기 지연과 294,801천원 상당의 예산 낭비 등 결과 초래

### □ 업무처리시 고려사항

- 시설공사의 설계변경은 시공 중 예기치 못했던 사태의 발생이나, 물량증감 등 불가피한 경우이거나, 공사비 절감 및 시공기간의 단축 등에 현저한 효과가 있는 신기술 및 신공법 적용 등에 한해 적용하고
- 설계기준이 적합한 데도 정당한 사유 없이 공법변경 및 사업비를 증액하여 특혜를 주거나 예산낭비 되는 일이 없도록 유의

## 5

# 개산계약제도 운영 및 설계변경 부적정

「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제85조 및 「지방재정 조기집행을 위한 지방자치단체 개산계약제도 운용요령」에 따르면 긴급복구가 필요한 수해 등 비상재해 그 밖에 이에 준하는 경우의 재해복구사업으로서 개산가격 30억원 미만인 공사 또는 2억원 미만의 용역에 대하여 개산계약을 체결하고자 하는 때에는 입찰 전에 계약목적물의 특성·계약수량 및 이행기간 등을 고려하여 원가검토에 필요한 기준 및 절차 등을 정하여야 하며 이를 입찰에 참가하고자 하는 자가 열람할 수 있도록 규정하고 있음.

### □ 지적내용

- □□시에서는 ◎◎천 재해예방사업 실시설계 용역을 추진하면서
  - 긴급한 재난복구를 위한 개산계약임과 정산방법 등을 입찰공고문에 명시하여야 함에도 명시하지 않았고 2009.3월 실시설계가 완성되었다면 즉시 확정계약을 체결하여야 함에도 이를 미이행하였으며
  - 확정계약금액이 개산계약금액 대비 20%를 초과한 경우 설계변경을 통한 물량을 증가시킬 수 없고 동일구조물로서 추가시공물량이 발생한 경우 별도로 발주하여야 함에도
  - 2009.1.16. 계약체결한 2009년 ◎◎천 재해예방사업 실시설계 용역에 대하여 2009.2.9. 3개 공구로 나누어 공사계약 체결한 이후, 신규 교량공 시공이 발생하자 2009.8.24. 2공구는 77.4%, 2009.12.29. 3공구는 76.6%, 2009.12.31. 1공구는 150.7%를 증액하여 변경계약을 체결함

### □ 업무처리시 고려사항

- 긴급한 재난복구를 위한 개산계약으로 사업을 집행하는 경우 개산계약임을 명시하여 공고토록 하고 개산계약 운용요령에 따라 설계변경 또는 추가 발주 여부를 검토하여야 함

## 6

# 설계 부적정에 따른 원가 과다계상

「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제16조, 같은 법 시행령 제56조, 「지방자치단체 입찰 및 계약 집행기준」에 따르면 지방자치단체의 장 또는 계약담당자는 공사·물품·용역 등의 계약을 체결한 경우 그 계약을 적절하게 이행하도록 하기 위하여 필요하다고 인정하면 계약서·설계서 및 그 밖의 관계서류에 따라 감독하거나 소속공무원 등에게 그 사무를 위임하여 감독하게 할 수 있으며

용역감독공무원, 지원업무담당자 및 책임감리원은 원가계산방법으로 예정가격을 작성할 때 예산 사정 등을 이유로 부당감액하거나 과잉 계산되지 않도록 용역시행 단계에서 현장여건에 맞는 공법 적용 등으로 예산절감이 가능하도록 필요한 조치를 하여야 함

### □ 지적내용

- □□도시공사에서는 ☆☆국가산업단지 ◇◇◇지구 조성사업 기본 및 실시설계 용역(24억, 2007.12~2008.12.)을 추진하면서
  - 사업지구 내에서 발생하는 리핑암과 발파암 2,961,275m<sup>3</sup>를 3km 지점의 현장에 사토하는 것으로 설계하였으나 동 현장과의 사업시기 불일치 등으로 사토장 위치 변경(1.1km 지점의 현장에 사토 가능)이 불가피함에도 아무런 조치를 하지 않아 66억원 상당을 과다계상하였고
  - 가배수로(2.167m) 축조방법을 변경(PP마대쌓기→PP마대→PE필름)할 경우 9억원 상당의 예산절감이 가능함에도 이에 대한 검토를 소홀히 하는 등 원가계산을 부적정하게 하였음

### □ 업무처리시 고려사항

- 실시설계용역 시 토공작업 시기와 사토장의 반입가능 시기를 검토하여 사토장 위치를 확정하고 시공방법은 경제성, 시공성, 현장 적합성 등을 종합적으로 검토 결정하여야 함

## 7

# 설계기준에 맞지 않는 위치에 부잔교 설치로 예산 낭비 초래

「항만설계기준」 계류시설 편에 따르면 조위차가 커서 일반시설로는 하역이 어려운 지역이나 수심이 깊고 연약지반이 깊어 경제성이 떨어지는 지역에 계류앵커로 고정시킨 폰툰과 연락교를 시설하여 육지와 연결하는 접안시설로 수심에 떠있는 구조물이므로 파랑과 조류 속도가 큰 곳에서는 설치할 수 없도록 되어 있고

「공유재산 및 물품관리법」 제9조, 같은 법 시행령 제4조 및 제6조 등에 따르면 지방자치단체의 장은 공유재산을 취득한 경우 2개월 이내에 등기·등록이나 그 밖에 권리보전에 필요한 조치를 하여야 하고 ① 건물, 선박 ② 공유재산 대장에 기록된 가격이 1억원 이상의 것으로서 지방자치단체의 장이 중요하다고 인정하는 공작물·기계 및 기구 등에 대하여는 손해보험이나 공제에 가입하여야 함

### □ 지적내용

- □□군에서는 실시설계 용역기간 동안의 자료만 적용하여 산출한 데이터를 기초로 항만설계기준에 맞지 않게 파랑·수심·조류의 영향이 심한 지역을 부잔교 설치 위치로 결정하였고
  - 그 결과 부잔교 설치사업이 완료된 지 7개월 만에 태풍으로 유실되어 446백만원 상당의 예산이 낭비됨
- 부잔교 설치 후 2개월 이내에 공유재산으로 등록하고 손해보험·공제에 가입하여 예기치 못한 사고에 대비하여야 하나
  - 공유재산등록과 손해보험·공제 가입을 지연하던 중 태풍으로 유실되는 사고가 발생하여 보험금 수령 기회 상실, 2009.12.31. 1공구는 150.7%를 증액하여 변경계약을 체결함

### □ 업무처리시 고려사항

- 설계기준에 맞게 구조물을 설치하고 준공 후에는 공유재산 등록 및 손해보험·공제에 가입하도록 하여야 함

## 8

# 인근 시·군 협의없이 추진된 도로 미사용 방치

「농어촌도로 정비법」 제9조, 같은 법 시행령 제8조에 따르면 군수는 농어촌도로 사업계획이 확정된 도로에 대해 그 노선을 지정하도록 하고 있고, 인접한 시군의 관할 구역에 있는 도로와 연결시킬 필요가 있을 때에는 도로의 연결구간과 연결시기, 비용 부담 등을 관계 군수와 협의하여 노선을 지정하고 공사를 시행하도록 되어 있고

「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제22조에 따르면 공사 등의 계약을 체결한 후 물가변동 및 설계변경, 그 밖에 계약내용의 변경으로 인하여 필요하면 계약금액을 조정하는 설계변경을 하도록 규정하고 있음

### □ 지적내용

- □□군에서는 군도 확포장공사(2.2km, 18억 2009.1~2011.2.)를 추진하면서
  - 인접한 ○○시에서는 관할 구간의 도로개설 시급성이 없어 도로개설에 협의하지 않아 사업조정이 필요했음에도 일방적으로 도로공사를 추진 완료하였으나 인접한 ○○시 구간 미개설(1.3km)로 인해 도로로서의 기능을 장기간 상실한 채 방치되는 결과 초래
  - 객관적인 근거자료 없이 발파암각기 수량 등을 임의 변경하여 사업비80백만원 상당을 증액하는 등 설계변경 부당 처리

### □ 업무처리시 고려사항

- 시·군간 연결도로 개설 시 도로개설 시기, 비용 부담 등을 상호 협의하여 도로개설을 추진하고
- 객관적인 근거자료를 토대로 부당하게 증감되는 사업비가 없도록 확인한 후 설계변경 하여야 함

## 9

# 특정업체를 위한 분할발주에 의한 수의계약 체결

「다수공급자계약 업무처리기준」 제 29조에 따르면 다수공급자계약 수요물자에 대한 수요기관의 1회 납품요구대상금액이 5천만원 이상(중소기업자간 경쟁제품은 납품요구 대상금액이 1억원 이상)인 경우 5인 이상의 계약상대자를 대상으로 나라장터를 통하여 가격 등 제안서를 제출하도록 하여야 하지만 수요기관의 요청이 있을 경우에는 납품요구 대상 계약상대자가 중소기업이고 1회 납품요구대상금액이 1억원 미만이면 제안요청 없이 바로 구매하도록 할 수 있으며 구매대상수요물자가 중소기업자간 경쟁물품에 해당하는 경우에는 제안요청시 계약가격의 100분의 90미만으로 가격제안서를 제출 할 수 없도록 규정하고 있음

### □ 지적내용

- □□시에서는 ○○○로 개설 전기공사(4억, 2010.3~2010.12.) 등 3개 공사를 추진하면서
  - 특정업체의 자재를 구매하기 위해 금액이 각각 150백만원, 230백만원 등으로서 1억원 이상 인데도 수의계약이 가능하도록 공사별로 2~3차례로 분할(1차 88백만원, 2차 72백만원 등)하여 계약을 체결하였음

### □ 업무처리시 고려사항

- 구입예정 관급자재가 다수공급자 계약물품인지 여부를 확인한 후 계약부서에 구매요구하여 다수공급자가 계약물품이 분할 수의계약 되지 않도록 주의

## 10

# 단일공사를 부당하게 분할계약 체결

「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제24조, 같은 법 시행령 제77조에 따르면 지방자치단체의 장 또는 계약담당자는 이행에 수년이 걸리는 공사·제조 또는 용역 등의 계약은 총액으로 입찰하여 각 회계연도 예산의 범위에서 낙찰된 금액의 일부에 대하여 연차별로 계약을 체결하는 장기계속계약으로 추진하여야 하고

안전행정부장관이 정하는 동일 구조물공사 및 단일공사로서 설계서 등에 따라 전체 사업내용이 확정된 공사는 이를 시기적으로 분할하거나 공사량을 분할하여 계약할 수 없지만 다른 법령에 따라 다른 업종의 공사와 분리 발주할 수 있도록 규정된 공사 등 분할계약을 체결하였을 때에는 시·군·구 시·도지사에게, 시·도는 안전행정부장관에게 각각 보고하도록 규정하고 있음.

### □ 지적내용

- □□군에서는 국악 체험관 건립사업(37억, 2011.4.~2012.10.)에 대한 실시설계용역을 단일공사로 추진하고 연도별 사업비가 확보되었음에도
  - 사업부서에서는 ‘토지매입과 관련한 인·허가 지연으로 늦어진 계획공정만회’를 사유로 기반조성공사, 건축공사 등으로 부당하게 분리 발주 의뢰하였고
  - 계약부서에서는 국악 체험관 건립사업이 단일공사임을 인지하고서도 사업부서의 요구대로 각각 분리발주 하는 등 계약업무를 소홀함

### □ 업무처리시 고려사항

- 단일공사로 설계된 공사가 분리 발주되지 않도록 주의

「지방재정법」 제3조, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제30조에 따르면 지방자치단체는 주민의 복리증진을 위하여 그 재정을 건전하고 효율적으로 운용하여 국가의 정책에 반하거나 국가 또는 다른 지방자치단체의 재정에 부당한 영향을 미치게 하여서는 아니되며

도시·군계획시설사업의 시행자는 도시·군계획시설사업에 관한 실시계획을 작성하여 국토교통부장관, 시·도지사, 대도시 시장의 인가를 받아야 하며 공익사업의 계획이 확정된 때에는 「측량·수로조사 및 지적에 관한 법률」에 따른 지적도 또는 임야도에 대상 물건인 토지를 표시한 용지도를 토대로 편입토지 조서 및 물건조서를 작성한 후 토지소유자 및 관계인과 성실하게 협의하여 보상을 추진하도록 하고 있음.

#### □ 지적내용

- □□군에서는 ◎◎지역 토지개발(골프장 등 체육시설) 사업(230억, 2008.2~2012.3 사업 중단)등 3개 사업을 추진하면서
  - 군관리계획 결정 및 실시계획인가 승인 없이 무리하게 추진하였고
  - 사업계획 확정 전에 부당하게 토지보상을 실시하는 과정에서 주민들의 토지 편입 반대 등으로 추진이 어려워지자 군정조정위원회 등에서 사업 중단을 결정함에 따라 군관리계획 수립용역비 14억원 상당의 예산이 낭비되고 사업성이 없는 불필요한 토지 보상비로 99억원 상당이 집행됨

#### □ 업무처리시 고려사항

- 대규모 개발사업 추진 시 각종 행정절차 이행 여부를 확인한 후 절차에 따라 보상을 실시하여야 함

## 12

## 설계와 시공이 다른데도 준공금 부당지급

「건설기술관리법」 제35조, 「지방자치단체 공사계약일반조건」에 따르면 발주청이 발주하는 건설공사의 공사감독자는 해당 공사의 설계도서·계약서 그 밖의 관계서류 등의 내용을 숙지하여 해당 공사가 설계도서, 계약서, 공정계획표, 그 밖의 관계서류의 내용대로 시공되는지를 공사시행 단계별로 확인·검측하고 품질·시공·안전·환경관리에 필요한 감독 업무를 성실히 수행하여야 하고

준공검사시에는 준공된 공사가 설계도서대로 시공되었는지 여부, 공사 시공시의 현장 공사감독관이 비치한 제 기록 등을 검토하도록 규정하고 있음.

### □ 지적내용

- □□군에서는 전통공예테마파크 기반조성 전기공사(2억)를 추진하면서
  - 설계도서상의 가로등 설치 개수 보다 실제 8분이 미설치 되었는데도 책임감리원이 제출한 준공검사조서를 근거로 감액 등 필요한 조치 없이 준공처리하여 14백만원 상당을 부당 지급하였고
  - 시공회사에서 허위로 제출한 준공검사조서를 그대로 승인하여 발주청에 보고하는 등 책임감리원 업무 소홀

### □ 업무처리시 고려사항

- 준공검사 시 설계도서 대로 시공되었는지 여부 등을 면밀히 확인한 후 준공에 따른 공사대금을 지급하여야 함

## 13

### 객관성이 결여된 자료를 근거로 발파공법 선정

「건설기술관리법」 제23조의2, 같은 법 시행규칙 제 32조에 따르면 발주청 또는 설계등 용역업자는 설계보고서에 신기술과 기존 공법에 대하여 시공성, 경제성, 안전성, 유지관리성, 환경성 등을 종합적으로 비교·분석하여 해당 건설공사에 적용 여부를 검토한 내용 등을 포함시켜 설계도서를 작성하여야 하고

특정한 공법·기술·자재를 설계에 반영할 경우 경제성, 시공성, 내구성 등을 종합적으로 검토하여 신중히 결정하여야 함

#### □ 지적내용

- □□도시공사에서는 ◇◇◇◇신도시 택지개발사업 조성공사(744억, 2011.12.~2014.12.)를 추진하면서
  - 2개 공구의 발파공법이 동일한데도 공구별로 발파 시공단가를 달리 적용하고 공법 비교 갯수도 달리 적용하는 등 객관성이 결여된 자료를 근거로 발파공법을 부적정하게 선정하였고
  - 공사현장 내에서 발생하는 발파암을 매각하지 않고 공공사업장 등의 사토처리 용도로 변경하면 38억원 상당의 적치장 운영비를 절감할 수 있는 데도 이에 대한 검토를 소홀히 함

#### □ 업무처리시 고려사항

- 각종 공법 선정시에는 객관적인 자료를 근거로 공법선정위원회 등의 공정한 절차를 거쳐서 결정하여야 함

「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제9조, 제24조에 따르면 지방자치단체의 장 또는 계약담당자는 계약을 체결하려는 경우 이를 공고하여 일반입찰에 부쳐야 하고 이행에 수년이 걸리는 공사·제조 또는 용역 등의 계약은 총액으로 입찰하여 각 회계연도 예산의 범위에서 낙찰된 금액의 일부에 대하여 연차별로 계약을 체결하는 장기계속계약으로 추진하여야 하며

「공사계약일반조건」 제6절에 따르면 발주기관의 필요에 의한 설계변경은 해당공사의 일부변경이 수반되는 추가공사가 발생되거나 불필요한 특정공종의 삭제, 시공방법의 변경 등에 한정됨

## □ 지적내용

- □□군에서는 ◇◇◇◇평화도로·평화자전거누리길(1,2공구) 개설공사 (54억, 2011.1.~2012.6.)를 추진하면서
  - 1년 이상의 공사기간, 예산의 일괄 확보의 어려움 등의 상황에서는 장기계속계약을 활용함이 타당하나 확보된 예산에 맞춰 사업물량을 축소 조정하여 단년도계약을 체결한 후 추가 확보된 예산에 따라 사업구간 연장, 관급자재의 사급자재 전환 등의 설계변경을 통해 사업비를 증액(17억원→54억원)하는 등 계약방법 검토를 소홀히 하였고
  - 비탈면 보호식재(녹생토) 시 현장여건, 경제성 등을 고려하여 적절한 공법을 선정하지 않고 고가의 공법을 적용하였으며 3,021㎡ 시공구간에 적정두께가 5cm~10cm임에도 시공두께 15cm로 일괄 적용함으로써 83백만원 상당의 예산이 낭비되는 결과 초래

## □ 업무처리시 고려사항

- 계약방법 검토 철저 및 현장에 적합한 공법 선정에 유의

**15****관련법령 미준수에 따른 공사중지 및 선금급 지급 부적정**

「국토의 계획 및 이용에 관한법률」 제88조, 제92조, 「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제35조 등에 따르면 도시계획시설사업은 군관리계획 결정 및 실시계획인가 승인을 받은 후 발주하고 긴급입찰의 경우 최소 5일간 공고하여야 하며

「지방재정법」 제73조 및 같은 법 시행령 제96조에 따르면 선금급은 신청을 받아 지급한도 70%를 초과하지 않는 범위내에서 정당한 채주에게 지급하여야 함

**□ 지적내용**

- □□군에서는 외국체험관광마을 조성사업(49억, 2010.6~2012.8)을 추진하면서
  - 군관리계획 결정 및 실시계획 인가 등 행정절차 이행없이 긴급입찰공고 기간(5일)을 채우지(3일) 않은 채 사업을 발주하여 착공과 동시에 공사가 중지되었고
  - 위와 같이 관련 절차 미이행으로 공사중지가 예견되어 지급해서는 안되는 선금급 1,200백만원을 부당하게 지급하였고 관련부서간 협의를 통해 시공회사가 신청하지 않은 2,477백만원을 추가 지출하기 위해 허위공문서를 작성하고 선금급 지급한도(70%)를 초과(75%)하여 채주(시공회사) 계좌가 아닌 □□군 세입세출현금계좌로 입금하고 7일후에 반환하는 등 회계서류 조작 및 회계질서 문란

**□ 업무처리시 고려사항**

- 실시계획인가 등 공사 발주전 이행해야 할 절차를 준수하고 선금급지급 요건 준수

**16****설계와 시공이 다른데도 준공금 지급 및 공사감독 소홀**

「건설기술관리법」 제35조, 「□□□도 건설공사 감독관 복무규정」 등에 따르면 발주청이 발주하는 건설공사의 공사감독자는 해당 공사의 설계도서·계약서 그 밖의 관계서류 등의 내용을 숙지하여 그 공사의 특수성을 파악한 후 그 감독 업무를 성실히 수행하여야 하며 해당 공사가 설계도서, 계약서, 공정계획표, 그 밖의 관계서류의 내용대로 시공되는지를 공사시행 단계별로 확인·검측하고 품질·시공·안전·환경관리에 필요한 감독을 하여야 함

**□ 지적내용**

- □□군에서는 공설운동장 주차장 조성사업(33억, 2009.2~2009.9)을 추진 하면서
  - 시공업체가 설계에 반영된 소·중규모진동제어 발파공법(13천원/m<sup>3</sup>)으로 시공하지 않고 시공단가가 저렴한 일반발파공법(6천원/m<sup>3</sup>)을 적용하여 시공하였는데도 감독업무를 소홀히 하였으며 사업준공 시 공사비를 정산하지 않고 그대로 지급하여 331백만원 예산 낭비 초래

**□ 업무처리시 고려사항**

- 현장 감독업무 수행시 설계도서에 반영된 발파공법대로 시공하는지 여부 등을 직접 확인하고
- 준공검사 시에도 발파대장 등 관련서류로 확인하여 준공처리 하여야 함

## 17

### 계획공정에 맞지 않는 무리한 사업발주로 공사중지 장기화

「건설기술관리법」 제21조의3, 같은 법 시행령 제55조에 따르면 발주청은 건설공사를 경제적·능률적으로 시행하기 위하여 건설공사의 계획·설계·시공·감리·유지·관리 등이 상호 유기적으로 이루어지도록 하여야 하고

발주청은 다른 법령에서 특별히 정한 경우를 제외하고는 제56조부터 제70조까지의 (기본구상→타당성조사→건설공사기본계획→공사수행방식의 결정→기본설계→공사비 증가 등에 대한 조치→실시설계→측량 및 지반조사→설계의 경제성 등 검토→시공 상태의 점검·관리→공사의 관리→준공→공사참여자의 실명관리→사후평가→유지·관리) 규정에 따른 건설공사의 시행과정에 따라 건설공사를 시행하도록 되어 있음

#### □ 지적내용

- □□시에서는 ○○~○○간 도로개설(2공구)조경공사(22억, 2010.7~2011.1. 공사중지)를 추진하면서
  - ○○~○○간 도로개설(2공구)공사 (125억, 2009.6.~2011.10.)의 작업 공정상 조경공사를 시공할 수 없음에도 조기집행 및 지역 업체 참여 확대 등의 이유로 무리하게 사업을 발주함으로써 공사착공 3일후에 공사가 중지(2010.7.)되고 15개월 동안 공사 중지로 인해 시공회사에 직·간접 피해를 주는 결과 초래
  - 인근토지의 개발행위허가 등으로 인해 현장여건이 변화(비탈면 사라짐)되었음에도 비탈면에 옹벽(수경시설, 뮤직위터커튼)을 설치하는 것으로 설계하여 1,511백만원 상당 과다 계상

#### □ 업무처리시 고려사항

- 본 공사의 추진공정 등을 종합적으로 검토하여 본 공사에 따른 조경공사가 발주되도록 주의하여야 함

「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제16조, 같은 법 시행령 제56조, 「지방자치단체 입찰 및 계약 집행기준」 등에 따르면 지방자치단체의 장 또는 계약담당자는 공사·물품·용역 등의 계약을 체결한 경우 그 계약을 적절하게 이행하도록 하기 위하여 필요하다고 인정하면 계약서·설계서 및 그 밖의 관계서류에 따라 감독하거나 소속공무원 등에게 그 사무를 위임하여 감독하게 할 수 있고

용역감독공무원, 지원업무담당자 및 책임감리원은 원가계산방법으로 예정가격을 작성할 때 예산 사정 등을 이유로 부당감액하거나 과잉 계산되지 않도록 용역시행 단계에서 현장여건에 맞는 공법 적용 등으로 예산절감이 가능하도록 필요한 조치를 하여야 함

#### □ 지적내용

- □□군에서는 ◎◎스포츠타운 조성공사(37억, 2009.2.~2012.2.)를 추진하면서
  - 충분한 기술검토 없이 작업조건 및 사토처리 방법 변경 등의 이유로 100백만원 상당을 증액하는 등 부당하게 설계 변경하였고
  - 인조잔디 포장 과다적용, 교통영향분석 개선대책 심의회의 의견 미반영(도로포장 형식변경)등으로 194백만원 상당을 과다 계상하였으며
  - 실시계획인가 없이 도시계획시설사업을 시행함으로써 국·공유자 (9,811㎡) 및 농지(75,271㎡)가 불법 훼손되는 결과 초래

#### □ 업무처리시 고려사항

- 도시계획사업 시행 시에는 실시계획인가 등 사전절차를 이행하고 부당한 설계변경에 따른 사업비 증액을 방지하여야 함

## 19

### 부당한 설계변경과 공사감독 소홀 등으로 예산낭비

「건설기술관리법」 제35조, 「□□광역시 건설공사 감독자의 업무처리규정」 등에 따르면 발주청이 발주하는 건설공사의 공사감독자는 해당 공사의 설계도서·계약서 그 밖의 관계서류 등의 내용을 숙지하여 그 공사의 특수성을 파악한 후 그 감독 업무를 성실히 수행하여야 하며 해당 공사가 설계도서, 계약서, 공정계획표, 그 밖의 관계서류의 내용대로 시공되는지를 공사시행 단계별로 확인·검측하고 품질·시공·안전·환경관리에 필요한 감독을 하여야 함

#### □ 지적내용

- □□구에서는 명물테마거리 조성사업(12억원, 2009.12.~2010.4.)을 추진하면서
  - 공원배치계획 변경 과정에서 특정업체의 디자인이 선정되도록 하였고 상기 업체에서 부풀려 제출한 견적단가 (88만원→425만원)를 그대로 인정하여 실시설계용역을 준공 처리하였고
  - 계약 체결 후 미착공단계인데도 부당한 설계변경(판넬→동판)을 통하여 낙찰차액(182백만원) 만큼의 사업비를 증액하였으며
  - 감독·준공검사 공무원의 업무소홀로 인해 도금액 1,222백만원의 24%인 293백만원이 부당지급(과다책정 및 미시공 57백만원, 품 과다적용 236백만원)되었고 설계도면과 다르게 임의 변경 시공되었는데도 이를 묵인하고 준공처리함

#### □ 업무처리시 고려사항

- 실시설계 시 부풀려진 견적단가가 반영되지 않도록 주의하고, 부당한 방법을 통해 사업비가 증액되지 않도록 설계변경 시 주의

지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제9조(예정가격의 결정) 및 같은법 시행규칙 제4조부터 제13조까지, 「지방자치단체 입찰 및 계약 집행기준」 제2장제5절에 따라 예정가격의 작성, 원가계산, 원가검토 등의 적용기준을 명시하고 있으며, 적정한 예정가격 책정을 위해 토목건축공사 표준품셈(한국건설연구원), 노임단가, 자재가격 등을 활용하도록 되어 있다.

#### □ 지적내용

- 00시(00읍, 00면)에서는 1억 이하 소규모 건설공사 27건의 예정가격 산정에 있어 소규모 건설공사에 적용되는 소규모건설기계 미적용과 소반이 필요한 현장에 소운반거리를 미반영 사항에 대하여 예정가격을 재산정한 결과 기존예정가격 대비 12.86%가 증가되는 등 예정가격 산정 개선이 필요한 것으로 확인되었다.
- 소규모 건설공사 임에도 대형장비 반영(굴삭기 04m<sup>3</sup>→07m<sup>3</sup>), 자재 상·하차 비용 누락, 제경비 적용오류, 교통통제 미반영 등 총 9건의 공사건에 대하여 14개 사항(Δ4.57%)이 확인되었다.

#### □ 업무처리시 고려사항

- 건설공사 예정가격 산정에 있어, 건설공사 표준 품셈 등에 따라 현장여건에 부합된 사업계획 및 실시설계를 통하여 적정공사비가 반영 될 수 있도록 적극 검토·추진 요망
- 예정가격 산정에 있어 건설공사 표준 품셈 등에 따라 현장여건에 부합된 사업계획 및 실시설계를 통하여 적정공사비가 반영 될 수 있도록 적극 검토·추진하여 주시기 바랍니다.



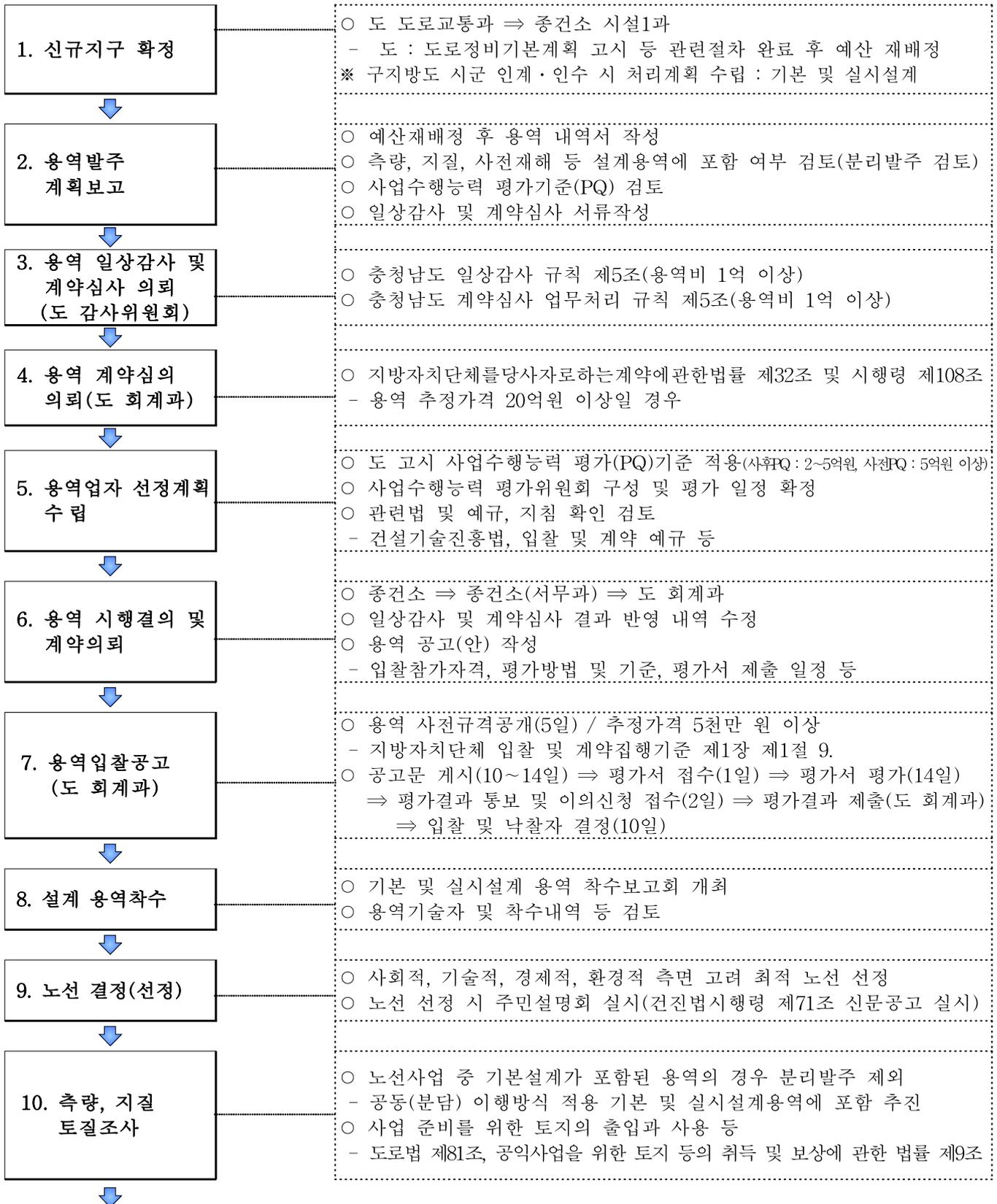
2020.01.

# 도로사업 추진 업무 매뉴얼



## 종합건설사업소

# I. 도로공사 설계용역

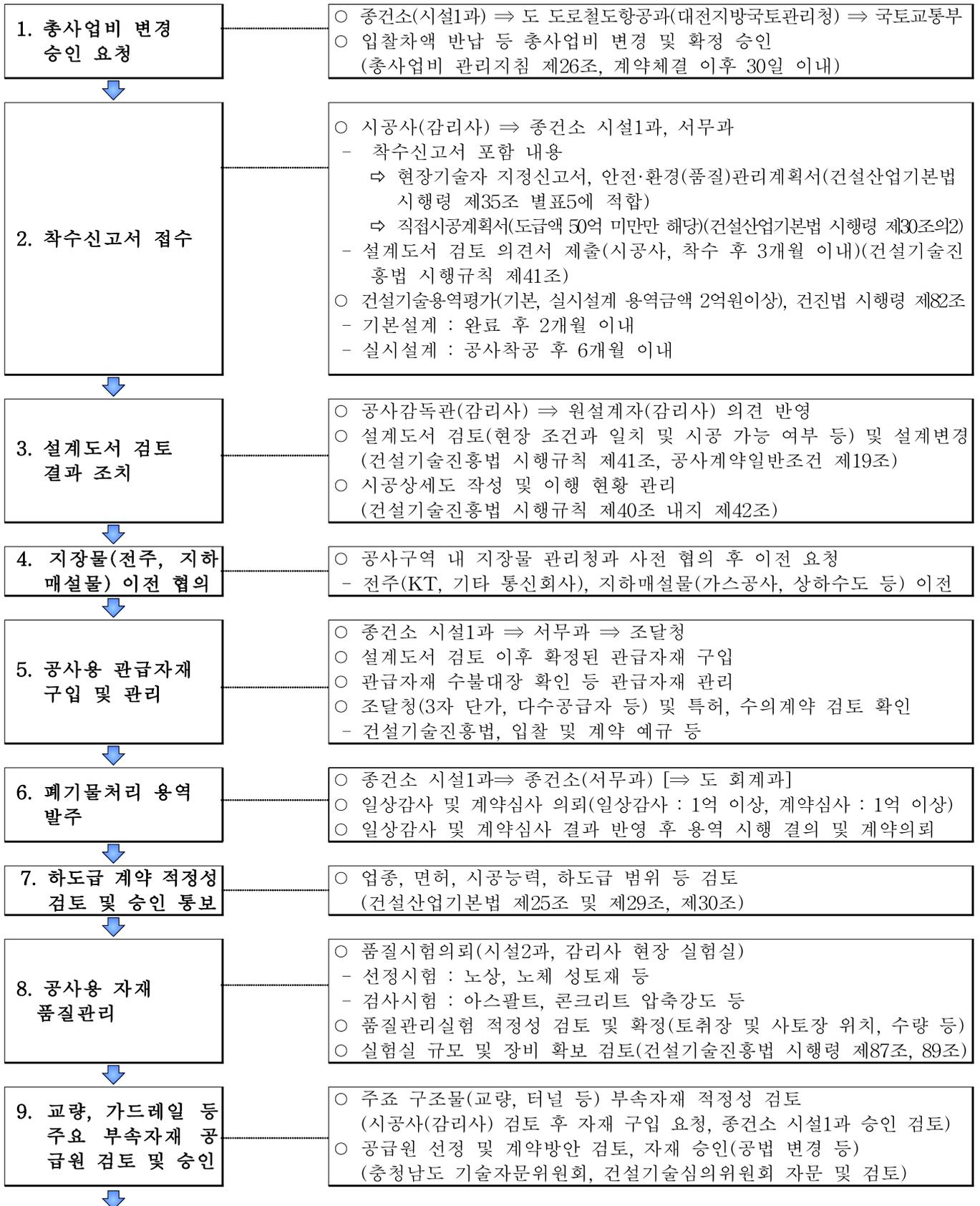


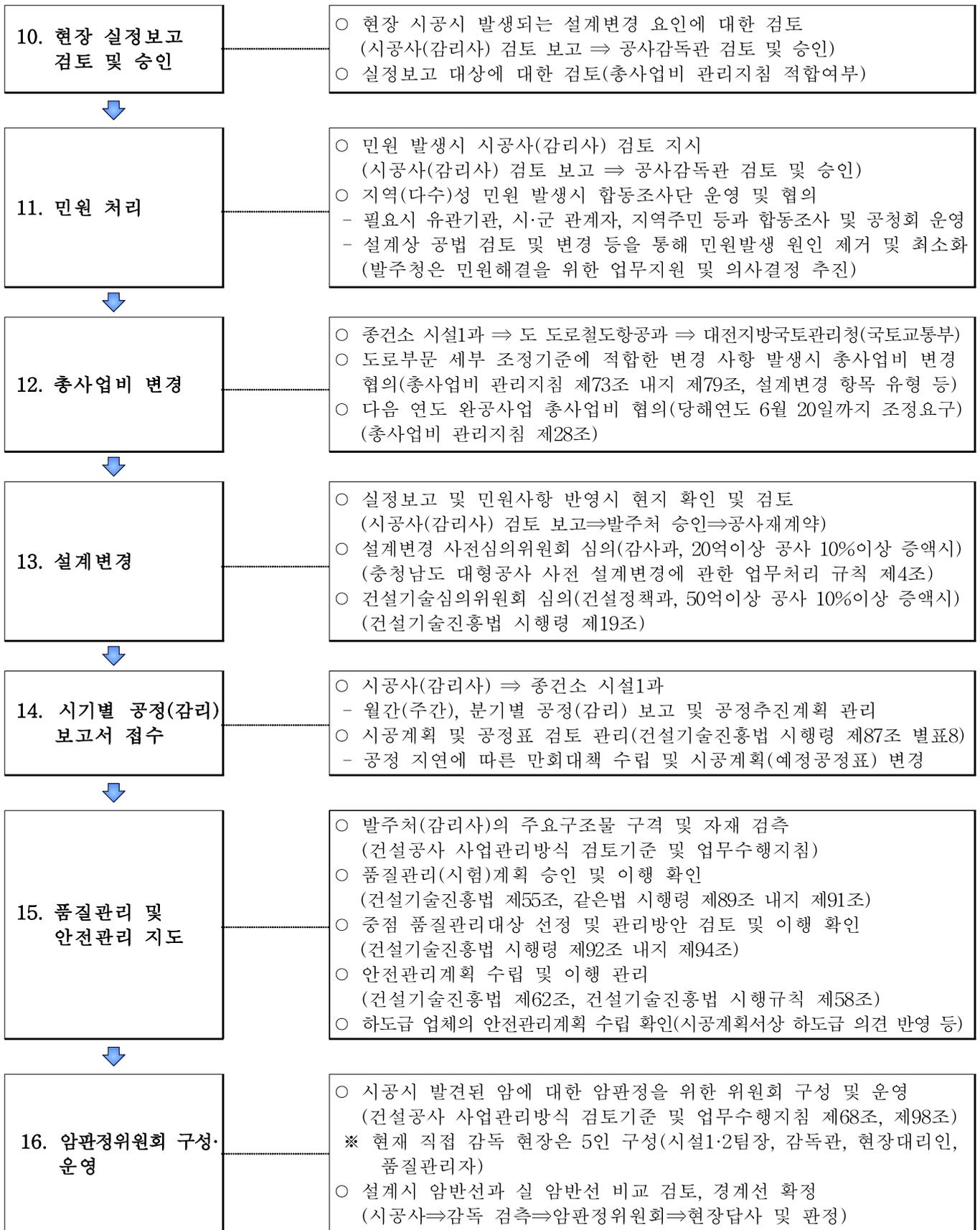
|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 11. 재해영향평가 검토                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자연재해 대책법 제5조 및 동법 시행령 제6조에 따라 개발사업 면적 5,000㎡ 이상이거나 연장이 2km 이상</li> <li>- 설계용역에 포함하여 추진</li> </ul>   |
| 12. 환경영향평가(소규모), 교통영향평가 용역 발주       | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 환경영향평가법 제43조</li> <li>- (신설연장)/4km + (확장연장)/10km = 1.0 이상 : 환경영향평가 대상</li> <li>- 사업계획면적(계획 1만, 생산0.75만, 보전0.5만)이상: 소규모환경영향평가 대상</li> <li>○ 도시교통정비촉진법 제15조</li> <li>- 총 길이 5km 이상 신설노선</li> </ul>  |
| 13. 매장 문화재 지표조사 용역시행                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 내역서 작성 ⇒ 일상 및 계약심사 ⇒ 용역발주</li> <li>○ 매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 제8조, 시행령 제4조, 규칙 제3조</li> <li>- 사업면적 3만㎡이상</li> </ul>   |
| 14. 측량 실시                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공공측량 작업계획서 승인 요청(국토지리정보원)</li> <li>○ 승인 후 현황측량 등 추진</li> </ul>  |
| 15. 선형 설계 및 설계 건설사업관리 용역 시행         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 설계속도, 횡단구성, 평면선형 등 관련규정·지침 적용 설계 추진</li> <li>○ 교량 등 주요구조물 공법, 배수구조물 및 사면검토</li> <li>○ 설계 건설사업관리 용역 시행</li> <li>- 총공사비 300억 이상인 건설공사의 기본 및 실시설계용역</li> <li>- 제1,2종 시설물이 포함된 기본 및 실시설계용역</li> <li>- 건설기술진흥법 제39조 및 동법 시행령 제57조</li> </ul> |
| 16. 공법 및 주요자재 선정 자문위원회 개최           | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 교량, 터널, 등 특허공법 및 주요자재에 대한 자문실시</li> <li>- 충청남도 기술자문위원</li> <li>○ 자문의견 반영 공법 및 주요자재 선정하여 설계에 반영</li> <li>※ (자재)신기술·특허사용협약 등 체결</li> </ul>  |
| 17. 세부설계 추진 및 관련기관 협의               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주민합동 배수조사 및 세부설계 추진</li> <li>○ 설계에 따른 관련 기관 협의</li> </ul>   |
| 18. 실시설계 물량확정 및 주민설명회 개최 설계안전성검토 시행 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 실시설계(안) 주민설명회 의견 수렴</li> <li>○ 실시설계 물량 확정 및 보상면적, 지장물 조서 작성</li> <li>○ 지하안전영향평가 실시</li> <li>- 굴착깊이 20m 이상 굴착공사 수반 사업</li> <li>- 굴착깊이 10m 이상 굴착공사 수반 사업(소규모)</li> <li>- 지하안전관리에 관한 특별법 제14조, 제23조 및 동법 시행령 제13조, 제23조</li> </ul>         |
| 19. 교통시설 안전진단 용역 발주                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 특별시도, 광역시도, 지방도 총 길이 3km 이상</li> <li>○ 일반국도, 고속국도 총 길이 5km 이상</li> <li>○ 교통안전법 제34조 및 동법 시행령 제22조</li> </ul>  |
| 20. 경관심의 및 설계 안전성 검토 용역 발주          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 도로사업 : 총공사비 500억 이상</li> <li>○ 경관법 제26조 및 동법 시행령 제18조</li> <li>○ 지하 10m 이상 굴착 건설공사 등</li> <li>○ 건설기술진흥법 시행령 제75조의 2, 제98조</li> </ul>  |

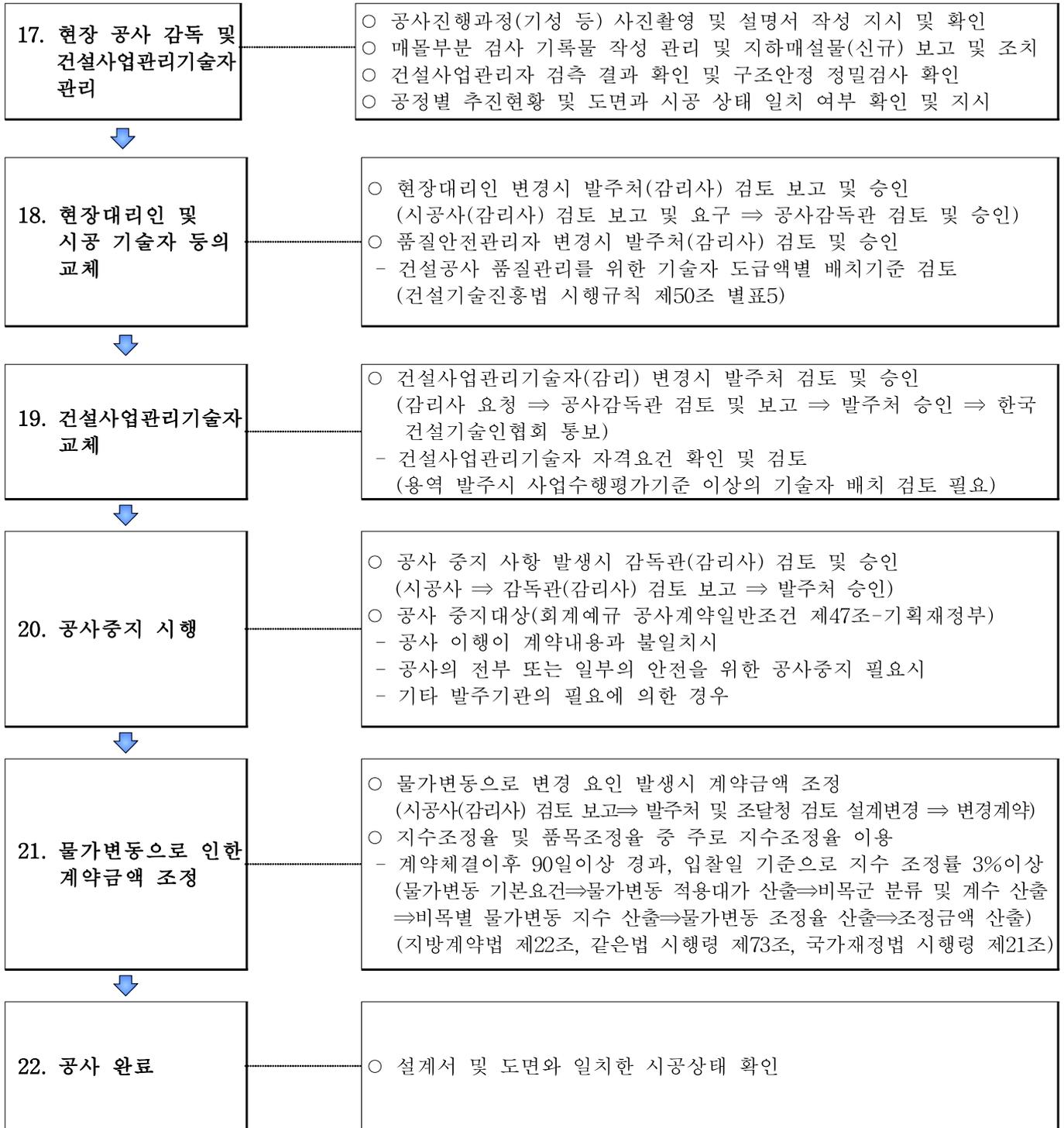
|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <p>21. 실시설계 경제성 검토(VE)용역 발주 및 추진</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 내역서 작성 ⇒ 일상 및 계약심사 ⇒ 용역발주</li> <li>○ 건설기술진흥법 시행령 제75조(공사비 100억 이상)</li> <li>○ 설계 경제성 검토의견 반영 내역서(물량 등) 재작성</li> <li>○ 지방건설기술심의회 자료 작성</li> </ul>   |
| <p>22. 지방건설기술 심의회 개최 (도 건설정책과)</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 건설기술진흥법 제5조 및 시행령 제19조</li> <li>○ 건설기술심의회 의견반영 / 내역 및 물량 재작성</li> <li>○ 건설기술심의회 의견반영 결과 제출</li> </ul>  |
| <p>23. 관계법령에 따른 인·허가 협의</p>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 매장 문화재 지표조사 결과 협의(국가지정 : 문화재청, 도지정 : 시도지사) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 제8조, 시행령 제4조, 규칙 제3조</li> </ul> </li> <li>○ 재해영향평가 검토 협의(도 자연재난과)</li> <li>○ 환경(소규모)환경영향평가 협의(금강청) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경영향평가법 제44조, 시행령 제61조</li> </ul> </li> <li>○ 비관리청 공사시행허가 신청(국도 : 대전지방국토관리청, 도 도로철도항공과) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로법 제36조, 시행령 24조</li> </ul> </li> <li>○ 도시관리계획 결정 및 실시계획 인가협의(도 건설정책과) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국도의 계획 및 이용에 관한법률 제86조, 제88조</li> </ul> </li> <li>○ 농지,산지 전용, 하천, 지하안전영향평가 등 협의</li> <li>○ 교통시설 안전진단, 설계안정성검토 등 협의</li> </ul> |
| <p>24. 도로구역 결정고시 의뢰</p>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 종건소(시설1과) ⇒ 도 도로철도항공과</li> <li>○ 지형도면 병행고시</li> <li>○ 결정고시 완료 후 도로공사 시행계획 공고</li> </ul>  |
| <p>25. 공사원가 사전 검토의뢰</p>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 종건소(시설1과) ⇒ 종건소(서무과) ⇒ 조달청</li> <li>○ 조달사업에 관한 법률 시행령 제15조의2 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 추정가격 100억 이상</li> </ul> </li> <li>○ 조달청 원가검토 결과에 따라 최종 물량 및 내역서 작성</li> <li>○ 조달청 원가검토 수수료 납부</li> <li>○ 일상감사 의뢰 서류작성(계약심사 제외)</li> </ul>  |
| <p>26. 공사 일상감사 및 계약심사 의뢰</p>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 종건소(시설1과) ⇒ 도 감사위원회</li> <li>○ 일상감사 : 10억 이상</li> <li>○ 계약심사 : 5억 이상</li> <li>○ 조달청 원가 사전검토 미실시 공사 계약심사 이행</li> </ul>  |
| <p>27. 총사업비 변경 승인요청</p>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 종건소(시설1과) ⇒ 도 도로철도항공과</li> <li>○ 총사업비 확정 승인</li> </ul>   |
| <p>28. 공사 계약 심의 의뢰</p>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 종건소(시설1과) ⇒ 도 회계과</li> <li>○ 입찰참가자격, 계약체결방법, 낙찰자 결정방법</li> <li>○ 지방계약법 시행령 제108조 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 추정가격 70억 이상</li> </ul> </li> </ul>   |
| <p>29. 용역 준공</p>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기본 및 실시설계 용역, 관련용역 준공</li> </ul>   |

|   |  |
|---|--|
| <p>30. 공사 발주</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 종건소(시설1과) ⇒ 종건소(서무과) ⇒ 도 회계과</li> <li>○ 입찰공고(40일) / 적격심사(7일)</li> </ul>   |
|  |  |
| <p>31. 건설관리용역 발주</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사업수행능력 평가(PQ)기준 확정</li> <li>○ 사업수행능력 평가위원회 구성 및 평가 일정 확정</li> <li>○ 관련법 및 예규, 지침 확인 검토 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건설기술진흥법, 입찰 및 계약 예규 등</li> </ul> </li> <li>○ 용역내역서 작성 ⇒ 용역 일상감사 및 계약심사(10일) ⇒ 계약의뢰 ⇒ 용역 사전규격공개(5일) ⇒ 입찰 공고문 게시(10~14일) ⇒ 평가서 접수(1일) ⇒ 평가서 평가(14일) ⇒ 평가결과 통보 및 이의신청 접수(2일) ⇒ 기술자 면접(1일) ⇒ 평가결과 제출(도 회계과) ⇒ 입찰 및 낙찰자 결정(10일)</li> </ul> |

## II. 도로공사 착공(시공)







# Ⅲ. 도로공사 준공



## 관련법령에 따른 인·허가 협의 사항

| 구 분                | 관계법령   | 비 고 |
|--------------------|--|-----|
| 설계자문               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설기술진흥법 시행령 제19조 3항</li> <li>② 발주청은 기술자문위원회를 구성·운영하는 경우에는 계획·조사·설계 용역의 수행단계에서 제4항에 따른 기술자문위원회의 심의 사항에 대하여 1회 이상 기술자문위원회에 자문하여야 한다. 다만, 계획·조사·설계 용역의 규모가 작거나 자문할 만한 중요한 사항이 없다고 판단되는 경우에는 그러하지 아니하다.</li> </ul>  |     |
| 건설사업관리<br>(설계단계)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설기술진흥법 제39조 3항</li> <li>③ 발주청은 대통령령으로 정하는 설계용역에 대하여 건설기술용역업자로 하여금 건설사업관리를 하게 하여야 한다.</li> <li>• 대통령이 정하는 설계용역이란<br/>건설기술진흥법 시행령 제57조 2항</li> <li>- 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제2조 제2호 및 제3호에 따른 1종시설물 및 2종시설물이 포함되는 건설공사의 기본설계(발주청이 건설 사업관리가 필요하다고 인정하는 경우만 해당한다) 및 실시설계용역</li> </ul>   |     |
| 설계의 경제성등<br>검토(VE) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설기술진흥법 시행령 제75조</li> <li>① 발주청은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 설계 대상 시설물의 주요 기능별로 설계내용에 대한 대안별 경제성과 현장 적용의 타당성(이하 "설계의 경제성등"이라 한다)을 직접 검토하거나 건설기술용역업자 등 전문가로 하여금 검토하게 하여야 한다.</li> <li>-총공사비 100억원 이상인 건설공사의 기본설계 및 실시설계를 하는 경우</li> </ul>   |     |
| 건설기술심의             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설기술진흥법 시행령 제17조 1항</li> <li>②지방위원회는 다음 각 호의 사항을 심의한다.</li> <li>1. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 건설공사의 설계의 타당성과 시설물의 안전 및 공사시행의 적정성에 관한 사항. 다만, 제19조에 따라 기술자문위원회에 자문하여 의견을 받은 건설공사와 국토교통부령으로 정하는 건설공사는 제외</li> <li>가. 지방자치단체 또는 지방자치단체가 납입자본금의 2분의 1 이상을 출자한 기업이 시행하는 건설공사로서 총공사비가 100억원 이상인 건설공사</li> <li>나. 총공사비가 100억원 이상인 건설공사로서 그 건설공사에 관한 허가·인가·승인 등(이하 "허가등"이라 한다)을 한 행정기관(「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률」 제2조를 적용받는 기관은 제외한다)의 장이 필요하다고 인정하여 특별히 요청하는 공사</li> </ul> |     |
| 건설新기술심의            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 충청남도지방건설기술심의위원회운영조례시행규칙 제5조</li> <li>1. 조례 제5조제1항에 따른 기본 및 실시설계 심의사항(설계변경을 포함한다)</li> <li>라. 건설공사에 적용될 공법 및 기술의 적정성</li> </ul>  |     |
| 경관심의               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 경관법 시행령 제18조 1항</li> <li>1. 법 제26조제1항제1호부터 제3호까지의 규정에 따른 도로사업, 철도시설사업 및 도시철도시설사업: 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사업</li> <li>가. 총사업비가 500억원 이상인 사업</li> <li>나. 지방자치단체가 500억원 미만의 범위에서 조례로 정하는 총사업비 규모 이상인 사업으로서 해당 지방자치단체가 발주청(「건설기술 진흥법」 제2조제6호에 따른 발주청을 말한다. 이하 이 조에서 같다)인 사업</li> </ul>   |     |

|                             |  |                                       |
|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| <p><b>공공디자인심의</b></p>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 충청남도 공공디자인 진흥 조례 제18조</li> <li>① 다음 각 호의 자가 공공디자인 관련 사업을 추진하는 경우에는 사업계획을 수립하기 전에 총괄부서의 장에게 별지 제1호서식에 따라 협의를 요청하여야 한다. 다만, 제19조 제3항 각 호의 어느 하나에 해당되는 경우에는 협의를 거치지 아니 할 수 있다.</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 충청남도의 각 부서</li> <li>2. 도비를 지원받는 공공디자인사업을 하는 시장·군수 또는 공공 기관 등</li> </ol>  | <p>충남공공<br/>디자인센<br/>터 사전<br/>컨설팅</p> |
| <p><b>일반교통<br/>안전진단</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교통안전법 제34조, 시행령 제22조</li> <li>1) 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제10호에 따른 도시계획시설사업으로 시행하는 다음과 같은 도로의 건설             <ul style="list-style-type: none"> <li>가) 일반국도·고속국도 : 총 길이 5km 이상</li> <li>나) 특별시도·광역시도·지방도 : 3km 이상</li> <li>다) 시도·군도·구도 : 총 길이 1km 이상</li> </ul> </li> <li>2) 「도로법」 제11조에 따른 다음과 같은 도로의 건설             <ul style="list-style-type: none"> <li>가) 일반국도·고속국도 : 총 길이 5km 이상</li> <li>나) 특별시도·광역시도·지방도 : 3km 이상</li> <li>다) 시도·군도·구도 : 총 길이 1km 이상</li> </ul> </li> </ul>                                       |                                       |
| <p><b>교통영향평가</b></p>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 도시교통정비 촉진법 제15조 및 동법 시행령 제13조 및 별표1</li> <li>1.개발사업             <ul style="list-style-type: none"> <li>가. 도시의 개발 3)국계법</li> <li>마. 도로의 건설</li> </ul> </li> <li>「도로법」 제10조에 따른 도로의건설             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 총길이 5km 이상인 신설노선 중 인터체인지, 분기점, 교차부분 및 다른 간선도로와의 접속부</li> </ul> </li> </ul>   |                                       |
| <p><b>전략환경<br/>영향평가</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경영향평가법 제9조</li> <li>① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 계획을 수립하려는 행정기관의 장은 전략환경영향평가를 실시하여야 한다.</li> <li>5. 도로의 건설에 관한 계획</li> <li>• 환경영향평가법 시행령 제7조</li> <li>② 법 제9조제2항에 따른 전략환경영향평가 대상계획(이하 "전략환경영향평가 대상계획"이라 한다)의 구체적인 종류는 별표 2와 같다.</li> <li>2. 개발기본계획             <ul style="list-style-type: none"> <li>마. 도로의 건설                 <ul style="list-style-type: none"> <li>2) 「도로법」 제2조제1호 및 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조 제13호에 따른 도로(고속국도는 제외한다)의 건설공사 계획(별표 3 제 5호에 따른 환경영향평가 대상사업 규모이상인 경우로 한정한다)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |                                       |
| <p><b>환경영향평가</b></p>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경영향평가법 제4조, 동법시행령 제3조 및 별표3, 별표 4</li> <li>- 별표 3(환경영향평가)</li> <li>5.도로의 건설사업             <ul style="list-style-type: none"> <li>3) 「신설과 확장을 함께 하는 경우로서 다음 계산식에 따라 산출한 수치의 합이 1 이상인 것</li> </ul> <math display="block">= (\text{신설구간 길이의 합}/4\text{km}) + (\text{확장구간 길이의 합}/10\text{km})</math> </li> </ul>   |                                       |
| <p><b>지하안전<br/>영향평가</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 지하안전관리에 관한 특별법 시행령 제14조, 제16조제3항 및 제23조 관련 시행령 별표1</li> <li>5. 도로의 건설사업             <ul style="list-style-type: none"> <li>「도로법」 제2조제1호 및 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조제13호</li> </ul> </li> </ul>   |                                       |

|                 |   |     |  |      |                                       |
|-----------------|---|-----|--|------|---------------------------------------|
|                 | <p>에 따른 도로의 건설사업<br/>비교</p> <p>2. 위 표에도 불구하고 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사업은 지하안전 영향평가 대상사업에서 제외한다.</p> <p>다. 굴착 지역이 「산지관리법」 제2조제1호에 따른 산지 또는 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 제2조제1호가목 및 나목에 따른 바다 및 바닷가인 사업</p>  |     |  |      |                                       |
| 재해영향평가 검토       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 자연재해대책법 시행령 제6조</li> <li>① 법 제5조에 따라 관계행정기관의 장이 사전재해영향성검토협의를 요청하여야 하는 행정계획 및 개발사업의 범위 및 그 협의 시기는 별표 1과 같다.</li> <li>1. 행정계획_다. 교통시설의 건설 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제30조에 따른 도시·군관리계획 : 부지면적 5000㎡ 이상 또는 2km이상</li> </ul> </li> <li>2. 개발사업_다. 교통시설의 건설 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 「도로법」 제31조에 따른 도로공사(공사시행진) : 부지면적 5000㎡ 이상거나 2km 이상</li> </ul> </li> </ul>  |     |  |      |                                       |
| 도시기후변화 재해취약성 분석 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제27조</li> <li>① 도시·군관리계획을 입안하는 경우에는 제13조를 준용한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항을 입안하는 경우에는 그러하지 아니하다.</li> <li>③ 국토교통부장관, 시·도지사, 시장 또는 군수는 제1항에 따른 기초조사의 내용에 토지적성평가와 재해취약성분석을 포함하여야 한다. &lt;개정 2013.3.23., 2015.1.6.&gt;</li> <li>• 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령 제21조 2항</li> <li>4. 재해취약성분석을 실시하지 아니할 수 있는 요건: 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 경우 <ul style="list-style-type: none"> <li>라. 다음의 어느 하나에 해당하는 기반시설을 설치하는 경우 <ul style="list-style-type: none"> <li>1) 제3호자목1)의 기반시설 : 도로·철도·궤도·수도·가스 등 선형(線型)으로 된 교통시설 및 공급시설</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |     |  |      |                                       |
| 문화재지표조사         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 제4조, 제6조</li> <li>- 문화재지표조사 업무지침 : 사업면적 3만 제곱미터 이상의 건설 공사</li> </ul>  |     |  |      |                                       |
| 설계안전성검토         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 건설기술 진흥법 시행령 75조의 2(설계의 안전성 검토)</li> <li>① 발주청은 제98조제1항에 따라 안전관리계획을 수립하여야 하는 건설공사의 실시설계를 할 때에는 기술자문위원회로 하여금 시공과정의 안전성 확보 여부를 검토하게 하거나 한국시설안전공단에 검토를 의뢰하여야 한다.</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>제98조</p> <p>1. 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제2조제2호 및 제3호에 따른 1종시설물 및 2종시설물의 건설공사(같은 법 제2조제12호에 따른 유지관리를 위한 건설공사는 제외한다)</p> </div>  |     |  |      |                                       |
| 소나무류 재선충병 방제계획  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 재선충병방제특별법 제13조의2</li> <li>① 제9조에 따른 반출금지구역이 포함된 산지를 전용하려는 자는 「산지관리법」 제14조·제15조 및 제15조의2의 규정에도 불구하고 산지전용허가·산지전용 또는 산지일시사용(이하 "산지전용등"이라 한다)을 신청·신고 할 때 재선충병방제계획서를 함께 제출하여야 한다.</li> <li>③ 제1항 및 제2항의 서류는 제8조의3제2항의 각 호에 해당하는 자가 작성하여야 한다.</li> </ul>   |     |  |      |                                       |
| 산지전용협의          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 산지관리법 제8조, 제14조, 시행령 제6조</li> </ul>  |     |  |      |                                       |
|                 | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20%;">산림청</td> <td>보전산지(공·사유림) 100만㎡이상, 준보전산지(공·사유림) 200㎡이상</td> </tr> <tr> <td>시도지사</td> <td>보전산지(공·사유림) 3만㎡이상~50㎡미만, 준보전산지(공·사유림)</td> </tr> </table>  | 산림청 | 보전산지(공·사유림) 100만㎡이상, 준보전산지(공·사유림) 200㎡이상 | 시도지사 | 보전산지(공·사유림) 3만㎡이상~50㎡미만, 준보전산지(공·사유림) |
| 산림청             | 보전산지(공·사유림) 100만㎡이상, 준보전산지(공·사유림) 200㎡이상  |     |  |      |                                       |
| 시도지사            | 보전산지(공·사유림) 3만㎡이상~50㎡미만, 준보전산지(공·사유림)   |     |  |      |                                       |

|                      |       |   |  |
|----------------------|-------|---|--|
|                      |       | 50만㎡이상~200만㎡미만  |  |
|                      | 시군구청장 | 보전산지(공·사유림) 100만㎡이상, 준보전산지(공·사유림) 200㎡이상  |  |
| 농지전용협의               |       | • 농지법 제34조, 시행규칙 제30조   |  |
|                      | 농림부   | 농업진흥지역 3만㎡이상, 농업진흥구역 이외 20만㎡이상  |  |
|                      | 시도지사  | 농업진흥지역 3천㎡이상~3만㎡미만, 농업진흥구역 이외 3만㎡이상 20만㎡미만  |  |
|                      | 시군구청장 | 농업진흥지역 3천㎡미만, 농업진흥구역 이외 3만㎡미만   |  |
|                      |       | ※ 전용면적 1만㎡이상, 산림복구공사의감리 검토 복구계획서 산지관리법 제40조   |  |
| 하천점용협의               |       | • 하천법 제33조, 소하천정비법 제14조   |  |
|                      | 국가하천  | 대전지방국토관리청   |  |
|                      | 지방하천  | 재난안전실 하천과   |  |
|                      | 소하천   | 관할시군  |  |
| 수질오염총량관리             |       | • 금강수계 물관리 및 주민지원등에 관한 법률 제9조<br>- 오염총량관리 기본방침 제27조   |  |
| 사업인정 협의 및 의견청취, 인정고시 |       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률 제21조, 시행령 제11조 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 국토교통부장관은 사업인정을 하려면 관계 중앙행정기관의 장 및 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)와 협의하여야 하며, 대통령령으로 정하는 바에 따라 미리 제49조에 따른 중앙토지수용위원회 및 사업인정에 이해관계가 있는 자의 의견을 들어야 한다.</li> </ul> </li> <li>• 공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률 시행령 제22조, 도로법 제82조 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 도로관리청은 도로공사의 시행을 위하여 필요하면 도로구역에 있는 토지·건축물 또는 그 토지에 정착된 물건의 소유권이나 그 토지·건축물 또는 물건에 관한 소유권 외의 권리를 수용하거나 사용할 수 있다.</li> <li>② 제1항에 따른 수용 또는 사용에 관하여는 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」을 준용한다. 이 경우 제25조에 따른 도로구역의 결정 또는 변경과 도로구역의 결정 고시 또는 변경 고시는 「공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률」 제20조제1항 및 제22조에 따른 사업인정 및 사업인정고시로 보며, 도로관리청은 같은 법 제23조제1항 및 제28조제1항에도 불구하고 도로공사의 시행기간에 재결을 신청할 수 있다.</li> </ul> </li> </ul> <p>※ 도로법 제82조에 따라 사업인정고시는 도로구역(변경)결정고시로 인정<br/>공익사업을 위한 토지 등의 취득 및 보상에 관한 법률 시행령 제22조(사업인정의 고시)</p> |  |