생명과 충북 태양의 땅

2022年度

道路工事 設計適用 基準

忠 淸 北 道

목 차

제Ⅰ편. 일반사항

1. 적용범위 ---------- 5
2. 적용기준 ---------- 5
3. 환율적용 ---------- 5
4. 유 류 대 ---------- 6
5. 자재단가 ---------- 6
6. 노임단가 ---------- 6
7. 하천골재 사용료 ---------- 6
8. 품질시험 및 검사수수료 산정---------- 6
9. 조달수수료---------- 6
10. 주요자재 ---------- 7
11. 자재운반 ---------- 8
12. 재료의 단위중량---------- 8
13. 재료의 할증---------- 8
14. 발생쟁의 처리---------- 9
15. 표준건설기계---------- 9
16. 공사구간내 운반속도---------- 10
17. 거 푸 집 ---------- 10
18. 가설사무실 및 창고---------- 11
19. 도로의 기하구조---------- 11
20. 교량의 구조 및 형식---------- 15
21. 교차로 설치 ---------- 15
22. 각종영향평가 ---------- 16
23. 설계자문 및 승인---------- 16

제Ⅱ편. 공종별 기준

1. 토 공

1.1 설계요령 ---------- 23
1.2 수량산출요령---------- 65

2. 비탈면안전공

2.1 설계요령 ---------- 89
2.2 수량산출요령---------- 105

3. 배 수 공

3.1 설계요령 ---------- 116
3.2 수량산출요령---------- 144

4. 구조물공
4.1 설계요령 ---------- 161
4.2 수량산출요령 ---------- 266
5. 지하차도공
5.1 설계요령 ---------- 297
5.2 수량산출요령 ---------- 311
6. 터 널 공
6.1 설계요령 ---------- 328
6.2 수량산출요령 ---------- 380
7. 포 장 공
7.1 포장단면설계 ---------- 427
7.2 수량산출요령 ---------- 511
8. 교통안전시설공
8.1 설계요령 ---------- 523
8.2 수량산출요령 ---------- 574
9. 부 대 공
9.1 설계요령 ---------- 610
9.2 수량산출요령 ---------- 646

제Ⅲ편. 제경비 및 기타
□ 간접공사비 산출근거 ---------- 666
□ 표준시장단가 적용시 간접공사비 등 산정참고자료---------- 673
□ 제경비율 적용 (토목)---------- 675
□ 건설노임단가 년도별 대비표---------- 676
□ 환경·교통·재해영향평가 검토대상---------- 680
□ 조달수수료 요율 ---------- 685
□ 품질시험 및 검사수수료---------- 690
□ 석산골재단가 ---------- 692
□ 공사발주시 설계서 검토사항---------- 693
□ 설계변경시 검토 유의사항---------- 695
□ 관급자재 구입 및 변경시 유의사항---------- 698
□ 도로공사 시행체계(지방도)---------- 701
□ 도로시설기준의 체계 및 현황---------- 702

제 Ⅰ 편. 일 반 사 항

목 차

제 I 편 일반사항

1. 적용범위
2. 적용기준
3. 환율적용
4. 유 류 대
5. 자재단가
6. 노임단가
7. 하천골재 사용료
8. 품질시험 및 검사수수료
9. 조달수수료
10. 주요자재
11. 자재운반
12. 재료의 단위중량
13. 재료의 할증
14. 발생재의 처리
15. 표준건설기계
16. 공사 구간내 운반속도
17. 거푸집
18. 진동기 사용
19. 가설사무실 및 창고
20. 도로의 기하구조
21. 교량의 구조 및 형식
22. 교차로 설치
23. 각종 영향평가
24. 설계자문 및 승인

제 1 편 일반사항

1. 적용범위

- 본 설계기준은 충청북도에서 시행하는 지방도 정비사업의 실시설계 및 설계변경에 적용한다.
- 본 설계기준은 충청북도에서 시행하는 도로공사의 실시설계 및 단가산출, 시공 등을 위한 일반적인 내부기준임. 따라서 시·군 및 기타 부서에서 본 자료를 그대로 활용하는 것을 금함(발주처별 자체 기준을 작성하여 사용하여야 함)
- 본 설계기준은 가장 일반적이고 보편적인 기준을 적용 예시한 것이므로 현장여건을 고려하여 설계자가 기술적, 경험적 판단을 종합하여 적용하여야 함
- 본 설계기준과 관련된 상위 법령 및 기준 등이 제·개정되거나 폐지되면 이의 적용 여부에 대하여 발주처와 적용여부를 협의한다.

2. 적용기준

- 본 설계기준은 현재까지의 시공사례와 경험을 토의하여 보완된 내용을 확정한 것이며, 국토교통부(지방국토관리청)의 국도건설공사 설계실무 요령을 참고하여 작성하였음
- 예정가격 산정을 위해 표준시장단가를 적용하는 공사규모는 아래와 같다
  - 종합공사 : 추정가격 100억원 이상
  - 전문공사 : 추정가격 100억원 이상

  ※ 위 추정가격은 총 공사비에서 부가세, 관급자재대를 제외한 금액이며, 금액 규모의 기준은 표준시장 단가를 적용한 경우를 의미한다.
- 표준시장단가는 최근 발표(2회/년)된 “건설공사 표준시장단가 적용 공종 및 단가”를 적용한다.
- 도로의 설계, 시공시에는 개발과 보전이 조화를 이룰 수 있도록 환경성을 적극 고려하여야 한다.<환경친화적인 도로건설지침. 환경부·국토부 고시(2015.8. 개정)>
- 본 설계기준에 없는 신기술의 적용에 대하여는 현지여건, 경제성 등을 종합적으로 검토하여 합리적으로 설계를 하여야 하며, 1현장 1종의 신기술 및 특허기술 반영을 원칙으로 함

3. 환율 적용

- 2022년 1월 3일자 하나은행 고시 환율 적용 : **1$ ⇒ 1,185원**
  (외국환거래법에 의한 기준환율 또는 재정환율 : 매매기준율) 적용

4. 유 류 대

- 유류대 적용은 조달청 2022. 1월 공지 자료를 적용함을 원칙으로 하며, 해당 자료가 없을 경우 한국석유공사 발표 전국평균 대리점 가격을 적용한다.
- 조달청 2022. 1월 시설공사 유류단가 공지 자료 (22. 1. 3.)

품 명	단 위	부가세 제외	비 고
무연휘발유	원/ℓ	1,389	
저유황경유	원/ℓ	1,209	
고유황경유	원/ℓ	1,242	
중유	원/ℓ	788	

※ 환율 및 유류단가는 년도 초 기준을 적용함이 원칙이나 발주 시 해당월 초 기준으로 3% 이상 등락이 발생한 경우 해당 월초의 환율 및 유류단가를 적용한다.

5. 자재단가

- 조달청 가격정보 ⇒ 물가자료 ⇒ 물가정보 ⇒ 거래가격 ⇒ 유통물가를 적용하되 5가지 중 최저가격으로 한다.
- 상기자료에 게재되지 아니한 품목은 견적 등을 통하여 탄력적으로 적용한다.
- 2022년 자재품목이 없는 경우 2021년 12월 가격을 참고로 한다.

6. 노임단가

- 대한건설협회 발표 2022년 상반기 적용
  (적용일 : 2022년 1월 1일부터)
  “건설업 임금실태 조사 보고서”를 활용

7. 하천골재 사용료

- 근거 : 충청북도 하천점용료등 징수조례 제2조제1항 규정에 의한다.

8. 품질시험 및 검사수수료 산정

- 시험빈도 : 건설공사 품질관리 업무지침(국토교통부 고시 제2020-720호)
- 시험수수료 : 충청북도 건설공사 품질시험 수수료 징수조례에 따름 (조견표 별첨)

※ 개정시 충청북도 건설공사 품질시험 수수료 징수조례에 따름

9. 조달수수료

- 조달청 고시 기준에 따름 (조달청고시 제2020-3호)

10. 주요자재

- 지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙 및 동 회계예규 등 관계 규정이나 계약조건에 따라 주요자재는 관급을 원칙으로 한다.
- 중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률(2012.02.18. 시행)에 따라 공사용 자재의 직접구매 대상 품목에 대해서는 그 품목을 해당 공사의 관급자재로 설계에 반영하고 직접구매를 하여야 한다.
  - 종합공사 40억원 이상
  - 직접구매 대상품목의 추정가격이 4천만 원 이상인 경우
  - 공사용자재 직접구매 대상품목 : 380개 품목

  → 공사용자재 직접구매 대상품목의 제품명, 정부물품분류번호, 세부품명 및 산업분류번호는 상세내역은 중소벤처기업부 홈페이지(www.smba.go.kr, 또는 공공구매종합정보(www.smpp.go.kr)에게 게제되어 있음.

  ※ 공사용자재 직접구매 대상품목 지정내역 고시(중소벤처기업부 고시 제2020-66호) 참조
- 자재별 적용범위

자 재 명	적 용 기 준
아 스 콘	• 관급원칙 • 관급시 부가가치세, 운반비 포함 단가
시멘트, 철근	• 필요시 관급 (관급시 부가가치세 포함 단가) • 운반비 별도계상 (인근하치장 또는 생산공장 상차)
흄관, 아스팔트	• 필요시 관급 (관급시 부가가치세 포함 단가) • 운반비 별도계상 흄관 ⇒ 인근공장, 아스팔트 ⇒ 최 근거리 철도역
레 미 콘	• 필요시 관급 (관급시 부가가치세 포함 단가) • 현장 도착도 원칙 (특수레미콘은 별도계상)
석 산 골 재	• 할증 및 골재 변화율 (체적환산계수)에 의한 환산수량 포함하여 적용 (수량에 포함) • 골재 소요량 : 막자갈 수량 / 0.81 (0.95/1.175 = 0.81) • 원석대 + 운반비(제잡비 포함)가 가장 경제적인 골재원(석산) 또는 크랏샤 설치 단가와 비교 적용

11. 자재운반

- 통운 요율 적용 : 카고트럭 기준

12. 재료의 단위중량

품 명	단위	중 량	비 고	품 명	단위	중 량	비 고
발파암	m^3	2,500kg	자연상태	조약돌	m^3	1,700kg	자연상태
리핑암	m^3	1,900	〃	강,주강,단철	m^3	7,850	〃
토 사	m^3	1,600	〃	철근콘크리트	m^3	2,400	〃
자 갈	m^3	1,700	〃	무근콘크리트	m^3	2,300	〃
모 래	m^3	1,600	〃	역청포장	m^3	2,350	〃
막자갈	m^3	2,000	〃	시멘트몰탈	m^3	2,100	〃
사 석	m^3	2,000	〃	시멘트	m^3	3,150	〃

※ 추정 단위중량표이며 시험에 의하여 결정하여야함

13. 재료의 할증

구 분	자 재 별	할증율(%)	특기사항	비 고
콘크리트및포장용	시 멘 트	3		
	잔골재(채움재)	12		
	굵은골재	5		
	아스팔트,석분	3		
	시멘트 콘크리트	4		
	아스팔트 콘크리트	2		
노상및노반용	모 래	6	관 및 구조물기초 부설용모래 4 %	
	부순돌, 자갈,막자갈	4		
	점 질 토	6		
강 재 류	이형철근	3		
	〃	6~7	교량, 지하철 및 이와 유사한 복잡한 구조물의 주철근	
	강 판	10		
	봉 강	5		
기 타 재 료	레디믹스트 콘크리트타설	2	무근구조물	
	〃	1	철근, 철골구조물	
	각 재	5		
	판 재	10		
	일반용합판	3		
	시 즈 관	8		
	도 료	2		
	조경용 수목	10		
	잔디 및 초화류	10		
	줄 대	20		
	조립식구조물	3	U형플륨관 등	관급자재로 설계할 경우 할증 미적용
	경계블록	3		
	호안블록	5		

14. 발생재의 처리

- 사용고재 (시멘트 공대 및 공드럼 제외) : 90 %
- 강재 스크랩(Scrap) : 70 %
- 기타 발생재 : 발생량

※ 공제금액 계산 : 발생량 × 공제율 × 고재단가

15. 표준건설기계

- 공사의 규모 (시공량)

- 대규모 : 100,000㎥이상, 중규모 : 100,000㎥~10,000㎥, 소규모 : 10,000㎥미만

작업종류	작업규모	표 준 규 격	비 고
유압립퍼작업	중규모 이하	19 t	
	대 규 모	32 t	
굴삭압토(운반)	중규모 이하	19 t	
	대 규 모	32 t	
집토(굴삭,보조)	중규모 이하	19 t	
	대 규 모	32 t	
스크레이퍼작업	소 규 모	5.4~9.0 ㎥	
	중 규 모	11.0~18.0 ㎥	
	대 규 모	18.0 ㎥ 이상	
굴삭 적재작업	소 규 모	굴삭기(무한궤도) 0.4 ㎥	
	중 규 모	굴삭기(무한궤도) 0.7 ㎥	
	대 규 모	굴삭기(무한궤도) 1.0 ㎥	
덤프트럭 운반	소 규 모	8t 이하	
	중 규 모	8 ~ 15t	
	대 규 모	15t 이상	

- 운반거리 및 설계량을 감안하여 비교 설계를 실시, 경제적인 기종을 선택
- 도쟈는 설계물량 및 암질에 따라 비교설계 적용
- 각 작업규모별 구체적인 덤프트럭 규격(2.5, 4.5, 6, 8, 10.5, 15, 20, 32톤)은 도로 상태, 시공성, 시공규모 등을 감안하여 현장실정에 맞도록 조정 적용
- 유압식 립퍼도쟈 사용시 : 25,000 ㎥ 이상 - 30 톤 25,000 ㎥ 미만 - 20 톤 적용

16. 공사 구간내 운반속도

구 분	V_1	V_2
토공, 콘크리트골재, 흄관 등 기초자재	20 ㎞/hr	20 ㎞/hr
선택층, 보조기층	25 ㎞/hr	25 ㎞/hr
기 층	25 ㎞/hr	30 ㎞/hr
표 층	30 ㎞/hr	35 ㎞/hr

- 적재함 덮게 설치 및 해체시간 (t_5)
  - 인력에 의한 경우 3.77 분, 자동덮개시설인 경우 0.5분 (손료 별도 계상)

17. 거푸집

사용회수	유형	사 용 구 조 물
합판 1~2 회	제물치장	제물치장 콘크리트
합판 2 회	매우복잡/ 소규모	T형보, 난간, 복잡한 구조의 교각, 수문관의 본체등 복잡한 구조 소규모 : 조적턱, 창호턱 등 소규모로 산재되어 있는 구조물
합판 3 회	복잡	교대, 교각, 파라펫트, 날개벽 등 복잡한 벽체 구조, 건축 라멘구조의 보, 기둥
합판 4 회	보통	측구, 수로, 우물통 등 비교적 간단한 벽체 구조, 교량 및 건축 슬래브
합판 6 회	간단	수문 또는 관의 기초, 호안 및 보호공의 기초 등 간단한 구조

- 현장 및 구조물의 규격, 안전 조건(콘크리트 치기 시 측압) 등을 검토하여 유로폼 사용을 검토 적용한다.
- 문양거푸집 : 도시지역, 관광지 등 미관을 고려하여 시공을 요하는 구조물, 통로BOX, 옹벽 등
  - 도로구조물 중 외관이 표출되는 부분은 가급적 문양거푸집 사용
- 유로폼 : 단순·일정규격의 구조물에 대하여는 가급적 유로폼 적용(거푸집단가 비교 적용)

  ※ 주요 구조물에 “道도 심벌마크 및 캐릭터” 활용
  - 설치간격 : 50 ~ 100 m 간격, H = 1.0 m 이상
  - 대상 구조물 : 교량 교명주, 도로변 옹벽, 통로BOX 등에 위치, 주변환경 등을 고려하여 설치

18. 가설사무실 및 창고

- **현장사무소 등의 규모**
  - 대상 : 현장사무소, 창고, 숙소 등
  - 면적 : 직접노무비 규모에 따라 표준품셈을 기준으로 산출
    ※ 1. 직접노무비는 가설물의 조립해체(부지조성비 포함)에 소요되는 노무비를 제외한 모든 직접노무비의 총금액으로 함
- **시험실의 규모**
  - 면적 : 건설기술진흥법 시행규칙 별표 5의 규정에 의함<개정2020.3.18.>

건설공사 품질관리를 위한 시설 및 건설기술인 배치기준(제50조제4항 관련)

대상공사 구분	공사규모	시험·검사장비	시험실 규모	건설기술자
특급 품질관리 대상공사	영 제89조제1항제1호 및 제2호에 따라 품질관리계획을 수립해야 하는 건설공사로서 총공사비가 1,000억원 이상인 건설공사 또는 연면적 5만㎡ 이상인 다중이용 건축물의 건설공사	영 제91조제1항에 따른 품질검사를 실시하는 데에 필요한 시험·검사장비	50㎡ 이상	가. 특급기술인 1명 이상 나. 중급기술인 이상인 사람 1명 이상 다. 초급기술인 이상인 사람 1명 이상
고급 품질관리 대상공사	영 제89조제1항제1호 및 제2호에 따라 품질관리계획을 수립해야 하는 건설공사로서 특급품질관리 대상 공사가 아닌 건설공사	영 제91조제1항에 따른 품질검사를 실시하는 데에 필요한 시험·검사장비	50㎡ 이상	가. 고급기술인 이상인 사람 1명 이상 나. 중급기술인 이상인 사람 1명 이상 다. 초급기술인 이상인 사람 1명 이상
중급 품질관리 대상공사	총공사비가 100억원 이상인 건설공사 또는 연면적 5,000㎡ 이상인 다중이용 건축물의 건설공사로서 특급 및 고급품질관리 대상 공사가 아닌 건설공사	영 제91조제1항에 따른 품질검사를 실시하는 데에 필요한 시험·검사장비	20㎡ 이상	가. 중급기술인 이상인 사람 1명 이상 나. 초급기술인 이상인 사람 1명 이상
초급 품질관리 대상공사	영 제89조제2항에 따라 품질시험계획을 수립해야 하는 건설공사로서 중급품질관리 대상 공사가 아닌 건설공사	영 제91조제1항에 따른 품질검사를 실시하는 데에 필요한 시험·검사장비	20㎡ 이상	초급기술인 이상인 사람 1명 이상

비고

1. 건설공사 품질관리를 위해 배치할 수 있는 건설기술인은 법 제21제1항에 따른 신고를 마치고 품질관리 업무를 수행하는 사람으로 한정하며, 해당 건설기술인의 등급은 영 별표 1에 따라 산정된 등급에 따른다.
2. 발주청 또는 인·허가기관의 장이 특히 필요하다고 인정하는 경우에는 공사의 종류·규모 및 현지 실정과 법 제60조제1항에 따른 국립·공립 시험기관 또는 건설기술용역사업자의 시험·검사대행의 정도 등을 고려하여 시험실 규모 또는 품질관리 인력을 조정할 수 있다.

- **부지면적 : 가설건축물 면적(㎡) × 5**
- **임 대 료 : 부지면적 × 지가(최인근 토지보상가) × 10% × 절대공기(개월수) / 12**

19. 도로의 기하구조

- 도로의 기하구조는「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(2020.3)」에 의거 현지 여건과 계획교통량 등의 특성을 종합적으로 고려하여 아래 기준을 적용한다.

구 분			고속도로	일반도로				비 고
				주간선 도 로	보조간선 도 로	집산도로	국지도로	
도로의 구분		제3조	(도시) 고속도로	일반국도 특별시도 광역시도	일반국도 특별시도 광역시도 지방도 시도	지방도 시도 군도 구도	군도 구도	
설계기준자동차		제5조	세 미 트레일러	세 미 트레일러	세 미 트레일러, 대형자동차	세 미 트레일러, 대형자동차	승용자동차, 대형자동차	·우회할 수 있는 도로가 있는 경우 대형, 승용, 소형 자동차로 할 수 있음
설계속도	지방지역	제8조	120/ 110/ 100	80/ 70/ 60	70/ 60/ 50	60/ 50/ 40	50/ 40/ 40	· 평지/구릉지/산지 ·필요시 -20㎞/hr
	도시지역		100	80	60	50	40	
차 로 폭 (m)	지방지역	제10조	3.5	3.5	3.25	3.25	3.0	·필요시 3m 이상 ·회전차로, 도시지역 40Km/hr 이하도로 2.75m 이상 가능
	도시지역		3.5	3.25	3.25	3.0	3.0	
	소형차도로		3.25	3.25	3.0	3.0	3.0	
중앙분리대 (m)	지방지역	제11조	3.0	1.5	1.5			·4차로 이상 ·측대폭 80㎞/hr 이상 0.5m 80 ㎞/hr 미만 0.25m ·노면표시 중심간격 0.5m 이상
	도시지역		2.0	1.0	1.0			
	소형차 도로		2.0	1.0	1.0			
길어깨 m) 오른쪽	지방지역	제12조	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	·오르막, 변속차로구간0.5m이상 ·터널,교량,고가도로,지하차도 -고속도로 1.0m 이상 -일반도로 0.5m 이상
	도시지역		2.0	1.5	1.0	1.0	0.75	
	소형차 도로		2.0	1.0	0.75	0.75	0.75	
왼쪽	지방지역 도시지역		1.0	0.75	0.5	0.5	0.5	·80㎞/hr 기준
	소형차 도로		0.75	0.75	0.5	0.5	0.5	
보도폭 (m)		제16조		2.0m이상	2.0m이상	2.0m이상	2.0m이상	불가피하다고 인정시1.5m이상
평면곡선부 최대편경사 (%)	적설한랭 도시지역	제21조	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
	연결로, 그밖의 지역		8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	

구 분			폭	높이	길이	축간거리	앞내민길 이	뒷내민길 이	최소회전반경	비 고
설계기준 자동차제원 (m)	세 미 트레일러	제5조	2.5	4.0	16.7	앞축4.2 뒷축9.0	1.3	2.2	12.0	
	대 형 자 동 차		2.5	4.0	13.0	6.5	2.5	4.0	12.0	
	소 형 자 동 차		2.0	2.8	6.0	3.7	1.0	1.3	7.0	
	승 용 자 동 차		1.7	2.0	4.7	2.7	0.8	1.2	6.0	
평면곡선부 확 폭 (m)	세 미 트레일러	제22조	곡선반경 150~280	90-150	65-90	50-65	40-50	35-40	30-35	20-30	
	대 형 자 동 차		곡선반경 110~200	65-110	45-65	35-45	25-35	20-25	18-20	15-18	
	소 형 자 동 차		곡선반경 45~55	25-45	15-25						
	최 소 확 폭 량		0.25	0.5	0.75	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0	
횡단경사		제28조	・아스팔트 시멘트 포장도 1.5-2.0%이하 ・간이포장도로 2.0-4.0%이하 ・비포장도로 3.0-6.0%이하							・보도, 자전거도 횡단경사 2%까지 ・길어깨와 차도의 횡단경사 차이는 8%이하
평면교차접속기준		제32조	・도로 교차각은 직각에 가깝게 ・교차로의 종단경사 3%이하 (필요시 6%이하)							
터널안 환기시설		제42조	・환기시설 : 환기시 터널안 풍속이 10m/sec 넘지않도록하고 ・일산화탄소 100ppm이하, 질소산화물 25ppm이하 되게							

구 분			설계 속도 (km/hr)									비 고
			120	100	80	70	60	50	40	30	20	
평면곡선 반경 (m)	최대편경사 6퍼센트	제19조	710	460	280	200	140	90	60	30	15	
	7퍼센트		670	440	265	190	135	85	55	30	15	
	8퍼센트		630	420	250	180	130	80	50	30	15	
평면곡선 최소길이 (m)	도로교각 5°미만	제20조	700/θ	550/θ	450/θ	400/θ	350/θ	300/θ	250/θ	200/θ	150/θ	· 도로교각 2°미만 은2°로한다
	5° 이상		140	110	90	80	70	60	50	40	30	
편경사최대 접속설치율	2 차로	제21조	1/200	1/175	1/150	1/135	1/125	1/115	1/105	1/95	1/85	· 4차로 × 1.5 · 6차로 × 2.0
완화곡선최소길이(m)		제23조	70	60	50	40	35					· 60㎞/hr미만 도로
완화구간최소길이(m)								30	25	20	15	
시 거	정 지	제24조	215	155	110	95	75	55	40	30	20	· 도로설계기준적용
	앞지르기				540	480	400	350	280	200	150	
최대종단 경사 (%)	고속도로	제25조	평지3 산지4	3 5	4 6							· 필요시 +1.0% · 필요시오르막차로 설치 · 40㎞/hr미만 제외 · 차로폭은 본선과 같게 · 소형차도로는 별도 기준 적용
	간선도로			평지3 산지6	4 7	5 7	5 8	5 8	6 9			
	집산도로 연 결 로				산지6 평지9	7 10	7 10	7 10	7 11	7 12		
	국지도로						산지7 평지13	7 14	7 15	8 16	8 16	
종단곡선	최소변화비율 (m/%) 블록형	제27조	120	60	30	25	15	8	4	3	1	· 변화비율, 길이중 큰값 적용
	최소변화비율 (m/%) 오목형		55	35	25	20	15	10	6	4	2	
	최소길이(m)		100	85	70	60	50	40	35	25	20	
입체교차 연 결 로	연결도로 120㎞/hr	제34조	80-50									· 루프 연결로 -10㎞/hr
	100		70-50	70-50								
	80		70-40	60-40	60-40							
	70		70-40	60-40	60-40	60-40						
	60		60-40	60-40	60-30	50-30	50-30					
	50		60-40	60-40	60-30	50-30	50-30	40-30	40-30	40-30	40-30	
입체교차의 변속차로	연결도로 80㎞/hr	제35조	120 (245)	85 (55)								· ( )내는 가속차로 · 연결로가 2차로인 경우 ×1.2 · 본선 종단경사에 따른 보정율 -0~2%미만 : 1.0(1.0) -2~3%미만 : 1.1(1.2) -3~4%미만 : 1.2(1.3) -4~5%미만 : 1.3(1.4) -5%이상 : 1.35(1.5) ※ ( )는 오르막경사
	70		140 (335)	100 (145)	55							
	60		155 (400)	120 (220)	80 (55)	55						
	50		170 (445)	135 (265)	90 (100)	70 (50)	55					
	40		175 (470)	145 (300)	100 (135)	85 (85)	65					
	30		185 (500)	155 (330)	115 (165)	95 (100)	80 (70)					
변속차로 변이구간의 최소길이 (m)			90	70	60	60	60	60	60			

20. 교량의 구조 및 형식

- 내진 설계를 표준으로 한다.
- 구조와 형식은 초기건설비, 유지관리비, 시공성, 미관, 안전성 등을 종합적으로 고려하여 경제적이며 유지관리가 용이한 안전한 구조와 형식으로 계획한다.
- 교량 받침부는 40㎝ 이상의 형하공간을 확보하여 받침의 이상 유무를 관찰·점검하기에 용이하도록 계획한다.
- 신축이음장치 및 교좌장치에는 누수침투 방지공을 설치한다.
- 하부공 기초는 충분한 지지층에 근입시키고 암반층 심도가 깊을 경우에는 기초의 세굴방지 방안을 수립한다.
- 강교 등 강재구조물에 대하여는 설계도면에 구조상 취약부위(FCM)와 인장·압축부재를 명기하고, 주요 용접부에 대한 상세도와 품질관리 항목 등 시공기준을 제시 한다.
- 유지관리용 접근시설을 설치하며, 설치대상과 구조에 대하여는 「교량점검시설 설치지침(2020.3 국토교통부)」에 의거 적용한다.
- 발파에 의한 우물통 침하공법은 가능한 배제하되, 불가피할 경우에는 다음 사항에 대한 검토와 대책을 수립한다.
  - 발파에 의한 슈(Shoe) 및 우물통의 파손 방지대책
  - 암질에 따른 1회 굴진장 및 장약량
  - 발파패턴도
  - 우물통 손상유무 확인절차 및 방법
  - 손상시 보완방안
- 시가지, 취락지 구간에 설치되는 교량은 통수단면적이 큰 구조로 하고, 가능한 한 교각수를 줄여 유수에 지장이 없도록 한다.
- 교각은 홍수 시 유송잡물의 원활한 처리와 유수저항 및 세굴영향을 최소화할 수 있는 적정한 단면 형상을 선정하고 상·하행 분리교량의 경우 교각을 가급적 일치되도록 적용한다.
- 전기, 통신관로 등의 매설시 사전에 현장조사를 실시하여 관련기관과 협의후 공동구 설치를 검토한다.

21. 교차로 설치

- 입체 및 평면교차로를 검토, 적정한 형식으로 계획하되 지방도 이상의 도로와 접속·교차시 외에는 가능한 교차로수를 최소화 (교차로간 최소 2Km 간격유지)
- 평면교차로의 형태와 구조 등은 본선 교통의 흐름에 지장이 최소화 되도록 하고, 보행자를 보호할 수 있도록 계획하여야 하며, 좌·우회전차로, 가·감속차로를 충분한 길이로 계획한다.

※ 「평면교차로 설계지침('15. 12.)」,「회전교차로 설계지침('14. 12..)」과 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」중 도로 여건을 감안하여 적용한다.

- 교차부에 설치되는 구조물(암거, 교량, 지하차도 등)의 폭과 경간장은 교차도로의 장래 확장계획을 감안하여 충분한 크기로 계획한다.
- 불완전 입체교차시설은 장래 교통량 증가 추이와 통상계획노선의 차량 주행속도가 설계속도보다 큰 현실을 감안하여 가·감속차로 길이를 충분히 확보한다.
- 계획노선에 여러개의 기존마을 진입로, 가로망 등이 빈번하게 교차되는 경우에는 수개의 기존도로 가로망을 연결하는 측도를 설치하여 통합처리 함으로써 직접 교차수를 최소화(본선과 측도 사이에 방호책 설치) 되도록 계획한다.
- 교차로에는 보행자 보호를 위하여 교통섬 등 보호시설 설치
- 4차로는 무질서한 좌회전 방지를 위하여 시가지 및 취락지구간에는 중앙분리대 설치
- 입체교차로 계획은 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙(2020.3)」에 의거 계획
- 교차로 연결로 차로수 결정은 본선 주방향 교통용량과 연결로 교통용량을 고려하여 차로 수 분배를 결정해야 한다.

22. 각종 영향평가

- 환경·재해·지하안전·교통 등 영향평가는 기본 또는 실시설계 착수와 동시에 계획구간이 대상인지의 여부를 면밀히 검토하고, 문화재 지표조사 대상인지의 여부를 확인하여 해당되는 경우에는 관계법령에 따라 실시한다.

23. 설계자문 및 승인

- 설계방침은 현지 조사측량 실시 전에 비교 안에 대한 검토결과와 최적"안" 선정사유 및 발주처의 종합적인 검토의견을 첨부하여 요청한다.
- 설계방침 승인 요청시에는 전체 노선계획을 1/50,000~1/25.000 지형도에 표시하고, 주변 지형 및 지장물 현황을 1/5,000 - 1/10,000 지형도에 상세히 표시하여, 비교 대안에 대한 도상검토가 가능하도록 한다.
- 설계방침서의 추정 소요사업비는 당해 사업의 경제성 평가와 사업 우선순위 결정에 기준이 되므로 지형 및 지역여건, 도로기하구조, 교차로 및 주요구조물의 구조·형식 등을 면밀히 검토하여 산정함으로써 실시설계 완료시의 사업비와 20%이상 차이가 발생되지 않도록 하여야 하며, 20%이상 차이가 발생될 경우에는 도와 재 협의 해야 한다.
- 설계자문일정은 착수, 중간, 마무리단계, 예비준공검사를 단계별 항목에 따라 실시해야 한다.

제Ⅱ편. 공 종 별 기 준

1. 토 공
2. 비탈면 안전공
3. 배 수 공
4. 구 조 물 공
5. 지 하 차 도 공
6. 터 널 공
7. 포 장 공
8. 교통안전시설공
9. 부 대 공

1. 토　　공

목 차

1.1 설 계 요 령

1. 흙 및 암의 분류
2. 조사 및 시험
3. 토량 변화율
4. 흙쌓기
5. 암발파 공법
6. 연약지반처리공
7. 기타(공종별 설계요령)

1.2 수량산출요령

1. 기존 구조물 깨기
2. 측구뚝쌓기
3. 표토제거
4. 벌개제근 및 가로수제거
5. 흙깎기
6. 유용토 운반
7. 순쌓기 운반
8. 사토
9. 흙쌓기
10. 뒷채움 및 다짐공
11. 노상준비공
12. 되메우기 및 다짐공
13. 쌓기비탈면 다짐공
14. 층따기
15. 토공규준틀 설치
16. 연약지반처리공
17. 측도(부체도로) 및 기타사항
18. 토공수량표
19. 기타(일반사항)

1.1 설계요령

1. 흙 및 암의 분류

1) 관련기준

- ○ 한국산업표준(KSF 2302, 2303, 2324)
- ○ KDS 도로토공 44 30 00(국토교통부, 2016)
- ○ 도로설계편람(국토교통부, 2012. 04)

2) 흙의 분류

(1) 분류방법

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

(2) 통일 분류법

① 개 요

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 (Gravel)	G	W	입도분포 양호, 세립분 거의 없음. (75 ㎛ 이하 5% 미만 함유)
			P	입도분포 불량, 세립분 거의 없음
			M	세립분 12 % 이상 함유, A선 아래, 소성지수 4 % 이하
			C	세립분 12 % 이상 함유, A선 위, 소성지수 7 % 이상
	모래 (Sand)	S	W	입도분포 양호, 세립분 거의 없음. (75 ㎛ 이하 5% 미만 함유)
			P	입도분포 불량, 세립분 거의 없음
			M	세립분 12 % 이상 함유, A선 아래, 소성지수 4 % 이하
			C	세립분 12 % 이상 함유, A선 위, 소성지수 7 % 이상
세립토	실트 (Silt)	M	H	압축성 높음, LL≥50
			L	압축성 낮음, LL<50
	점토 (Clay)	C	H	압축성 높음, LL≥50
			L	압축성 낮음, LL<50
	유기질의 실트 및 점토 (Organic Clay)	O	H	압축성 높음, LL≥50
			L	압축성 낮음, LL<50
유기질토	이탄 (Peat)	P	H	압축성 높음, LL≥50
			L	압축성 낮음, LL<50

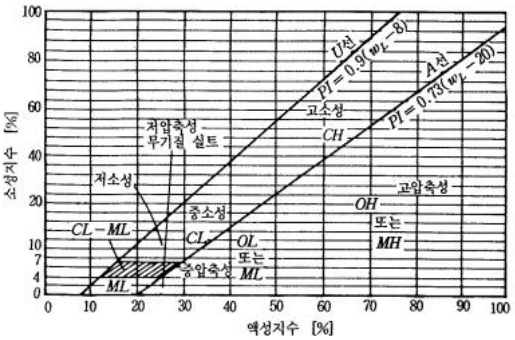
③ 통일분류법에 의한 흙의 공학적 분류방법 (KS F 2324)

<table>
<tr><th colspan="3">구 분</th><th>분류기호</th><th>대 표 명</th><th colspan="3">분 류 방 법</th></tr>
<tr><td rowspan="8">조립토
(0.075mm 체 통과율 50% 이하)</td><td rowspan="4">자 갈
(4.75mm 체 통과율 50% 이하)</td><td rowspan="2">깨끗한 자갈</td><td>GW</td><td>입도분포 양호한 자갈, 자갈 모래 혼합토</td><td rowspan="4">입도곡선으로 모래와 자갈의 비율을 결정

세립분(0.075mm이하)의 백분율에 따라 다음과 같이 분류

5% 이하 :
GW, GP, SW, SP

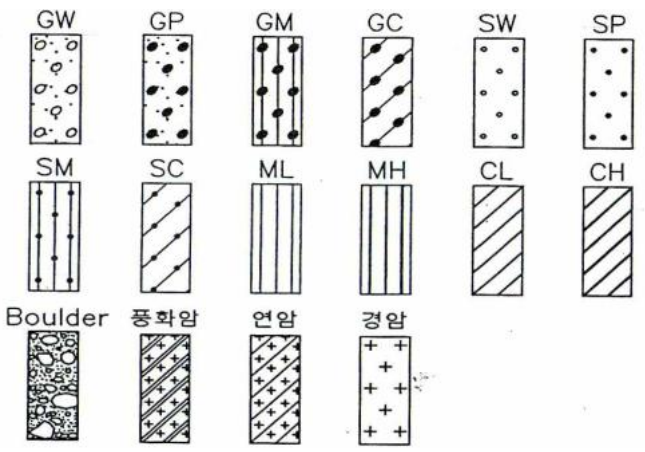
5%~12% :
경계선에서
이중기호 사용

12% 이상 :
GM, GC, SM, SC</td><td colspan="2">$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$,
$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1 \sim 3$</td></tr>
<tr><td>GP</td><td>입도분포 불량한 자갈, 자갈 모래 혼합토</td><td colspan="2">GW 분류기준에 맞지 않는 경우</td></tr>
<tr><td rowspan="2">세립분을 함유한 자갈</td><td>GM</td><td>실트질 자갈, 자갈 모래 실트 혼합토</td><td>소성도에서 A선 아래 또는 PI < 4</td><td rowspan="2">소성도에서 사선 부분은 이중기호로 분류</td></tr>
<tr><td>GC</td><td>점토질 자갈, 자갈 모래 점토 혼합토</td><td>소성도에서 A선 위 또는 PI > 7</td></tr>
<tr><td rowspan="4">모 래
(4.75mm 체 통과율 50% 이상)</td><td rowspan="2">깨끗한 모래</td><td>SW</td><td>입도분포 양호한 모래, 자갈섞인 모래</td><td colspan="2">$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$,
$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1 \sim 3$</td></tr>
<tr><td>SP</td><td>입도분포 불량한 모래, 자갈섞인 모래</td><td colspan="2">SW 분류기준에 맞지 않는 경우</td></tr>
<tr><td rowspan="2">세립분을 함유한 모래</td><td>SM</td><td>실트질 모래, 실트섞인 모래</td><td>소성도에서 A선 아래 또는 PI < 4</td><td rowspan="2">소성도에서 사선부분은 이중기호로 분류</td></tr>
<tr><td>SC</td><td>점토질 모래, 점토섞인 모래</td><td>소성도에서 A선 위 또는 PI > 7</td></tr>
<tr><td rowspan="6">세립토
(0.075mm 체 통과율 50% 이상)</td><td colspan="2" rowspan="3">실트 및 점토
(액성한계 < 50%)</td><td>ML</td><td>무기질 점토, 극세사, 암분, 실트 및 점토질 세사</td><td rowspan="6" colspan="3"> 

소성도

주) Cu : 균등계수 , Cc : 곡률계수 , PI : 소성지수(%)</td></tr>
<tr><td>CL</td><td>저-중소성의 무기질 점토, 자갈섞인 점토, 모래섞인 점토, 실트섞인 점토, 점성이 낮은 점토</td></tr>
<tr><td>OL</td><td>저소성 유기질점토, 유기질 실트 점토</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">실트 및 점토
(액성한계 > 50%)</td><td>MH</td><td>무기질 실트, 운모질 또는 규조질 세사 또는 실트, 탄성있는 실트</td></tr>
<tr><td>CH</td><td>고소성 무기질 점토, 점질많은 점토</td></tr>
<tr><td>OH</td><td>중 또는 고소성 유기질 점토</td></tr>
<tr><td colspan="3">유 기 질 토</td><td>pt</td><td>이탄토 등 기타 고유기질토</td></tr>
</table>

④ 토질주상도 SYMBOL



2) 암의 분류

(1) 분류기준

① 토층과 리핑암의 경계를 시추자료로 판단할 때, N치가 50일때 10cm를 경계로 하여 더 많이 관입하면 도져로 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, 발파암을 분류한다.

⑥ 표준관입시험, 불연속면의 발달빈도, 탄성파속도 등은 별개의 고려 조건이 아니므로 분류시 이 요소들을 종합적으로 검토한다.

(도로설계편람, 국토교통부, 2012. 04,)

구 분		토 공 작 업		
		토 사(도 쟈)	리 핑 암	발 파 암
표준관입시험(N치)		50 / 10 미만	50 / 10 이상	
불연속면의 발달빈도	BX크기	-	T.C.R=5%이하이고 R.Q.D=0%정도	T.C.R=5~10%이상이고 R.Q.D=5%이상
	NX크기	-	T.C.R=25%이하이고 R.Q.D=10%정도	T.C.R=25%이상이고 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 B 그룹 암종 : 흑색편암, 휘록응회암, 셰일, 이암, 응회암, 집괴암				

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

2. 조사 및 시험

1) 관련기준

- 국도설계업무매뉴얼-토질조사 및 시험기준(국토교통부, 2008. 12)
- KDS 비탈면 설계기준 11 70 00 (국토교통부, 2016)
- KDS 지반조사 11 10 10 (국토교통부, 2016)

2) 현장조사 및 시험

① 기본설계

조사위치		조사항목	조사빈도	조사심도	비 고
쌓기 비탈면	일반 구간	핸드오거	300m	가능심도까지	-전답토 통과 구간 -지반상태 변화가 예상되는 곳은 추가 시행
		시추조사	500m	풍화토 N=30 이상 3회 연속 또는 풍화암 확인	
	연약 지반	핸드오거	200m	가능심도까지	-지반상태 변화가 예상되는 곳은 추가 시행
		시추조사	100~200m 간격	연약지반 통과 후 견고한 지층 3~5m 확인	-SPT(1.0m 간격) -지하수위조사
		자연시료채취	공당 1개소 이상	필요깊이	시추공 5m마다 채취
		베인시험	800m	-연약층 전심도 -5m마다	최소 2개소
		콘관입시험	200m	-연약층 전심도 -5m마다	
		간극수압 소산시험	400m	연약층이 얇은 경우 : 연약층 중앙부 연약층이 두꺼운 경우 : 연약층 중앙부 또는 총두께의 1/3지점	-1회/CPTu 2회
깎기 비탈면		지표지질조사	깎기부 전체 길이	-	
		시추조사	개소당 1공 이상 (연장 200m 이상 시 1공 추가) 깎기높이 20m 이상 비탈면인 경우 2개소 이상 (연장 200m 이상 시 1공 추가)	계획고하 2m(단, 1개소에 2공 이상 계획 시 비탈면 중간부에서는 계획고 위에서 경암 출현하는 경우 경암 2m 이상 확인)	-불안정요인을 갖는 비탈면으로써 횡단 지층상태 변화가 심할 것으로 예상되는 구간은 개소당 횡단 방향으로 1공씩 추가 -단층대 등 지질이상대 출현 시 분포심도 확인 -지하수위조사
		시험굴조사	깎기높이 20m 이상 비탈면 1~2개소	1~3m	불교란시료채취
		굴절법 탄성파탐사	-	-	미시추구간

조사위치	조사항목		조사빈도	조사심도	비 고
교량부	시추조사		연장 100m 이상 교량 3공 이상 연장 100m 미만 교량 최소 각 교대	기반암 3m 이상	
	굴절법 탄성파탐사		직접기초에 풍화암 심도 급변구간	직접기초 예상심도까지	
박스	시추조사		개소당 1공	풍화대 50/30 이하 3회 연속 확인	
터널부	지표지질조사		터널 전체 길이	-	
	시추조사	산악(NATM, TBM)	3공 이상(입출구부 포함) 계곡부/저토피 구간 1공 이상	터널 바닥고 하 0.5~1.0 D ; D:터널 최대 직경 (기반암이 확인 안 된 경우 터널 바닥고 하 1.0~2.0D)	
		도심지(개착)	200~500m 간격, 주요 구조물(수직구, 정거장, 집수정, 환기구 등)은 개소당 1공	계획고 하 3m 이상(기반암이 확인 안 된 경우 계획고 하 0.5B, B:굴착 계획폭) 주요 구조물에는 기반암 3m 이상	
	굴절법탄성파탐사		입출구부/저토피구간	-	가탐심도 50m 내외
	전기비저항탐사		터널 전체 길이(병열터널은 일방향만)	-	가탐심도 200m 내외
재료원	석 산	시추조사	필요시	필요깊이	
	하상 골재원	시험굴조사	필요시	필요깊이	
	토취장	시추조사	필요시	필요깊이	
		시험굴조사	필요시	3~5m	

주) 1) 토취장 조사는 개소 당 시추는 2개소 이상, 심도는 경암 5m까지 수행하며, 시험굴은 5개소 이상 실시한다.

2) 단선병렬 터널의 경우, 두 터널 중심 간의 거리가 5D(터널 폭) 이상 이격되었을 경우, 각각의 터널로 지반조사를 수행한다.

3) 위 기준은 최소 권장사항이며, 사업규모 및 특성에 따라 수량 및 심도를 증가하여 정밀조사를 실시한다.

4) 불안정 요인을 갖는 비탈면이라 함은 건설공사 비탈면 설계기준 3.5의 불안정요인을 갖는 지형·지질 조사 대상인 비탈면을 말한다.

5) 터널부 시추조사에서 산악이란 구릉지 또는 산이 형성되어 있는 지역을 말하며 도심지란 시가지를 형성하고 있는 지역을 말한다.

② 실시설계

조사위치		조사항목	조사빈도	조사심도	비 고
쌓기 비탈면	일반 구간	핸드오거	300m	3~5m	-전답토 통과 구간 -지반상태 변화가 예상되는 곳은 추가
		시추조사	500m	풍화토 N=30 이상 3회 연속 또는 풍화암 확인	
	연약 지반	핸드오거	200m	가능 심도까지	-최소 2개소 이상 -지반상태 변화가 예상되는 곳은 추가
		시추조사	100m	풍화잔류토층 N=30 까지 또는 지지층(풍화암)확인	-SPT(1.0m 간격) -지하수위조사
		자연시료채취	공당 2개소 이상	필요깊이	시추공 5m마다 채취
		베인시험	200m	-연약층 전심도 -5m마다	-최소 2개소
쌓기부	연약 지반	콘관입시험	100m	-연약층 전심도 -5m마다	
		간극수압소산시험	200m	-연약층 전심도 -5m마다	-1회/CPTu 2회
깎기부		지표지질조사	깎기부 전체 길이	-	
		시추조사	-깎기높이 20m이상인 비탈면구간 2개소 이상 (길이 200m마다 1개소씩 추가) -깎기높이 20m미만인 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 횡단방향으로 1공씩 추가, 필요시 2공씩 추가
		시추공전단시험	풍화암층이 두꺼운 지층인 경우		
		시험굴조사	개소당 1~2개소	1~3m	
		굴절법 탄성파탐사	깎기높이20m이상인 비탈면구간	-	-시추조사와 병행 -미시추조사구간
		시추공내 화상정보시험	깎기높이10m이상 비탈면구간 1공이상	암반구간	
		공내재하시험	깎기높이20m이상 비탈면구간 1공이상	층별(풍화암,연암,경암) 각각 1회	
		투수시험 또는 암반수압시험	용출수 산정 필요시	-	

조사위치	조사항목	조사빈도	조사심도	비 고
교량부	시추조사	교대 및 교각마다 1개소 (분리교량일 경우 교량마다 시행)	풍화암 7m,연암 3m,경암 1m이상에 도달하면 시추조사 중단	-SPT(1.0m 간격) -교량당 1개소이상 연암 확인
	공내재하시험	-풍화대가 깊어 직접기초 심도 결정시 침하량산정이 필요한 경우 -연약층이 깊어 말뚝기초의 수평방향변위, 반력계수 산정이 필요한 경우	층별(풍화암,연암,경암) 각각 1회	
	굴절법탄성파탐사	-직접기초 위치의 풍화암 심도가 급변 하는 경우	직접기초 예상심도이상깊이 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, 병열터널은 각각 5개소) -계곡부/저토피구간 1개소 이상 (길이 100m마다 1개소 추가) -기타구간 1개소 이상 (길이 300m 마다 1개소 추가, 수직갱 등 중요구조물 위치 추가)	계획고하 2m 또는 터널 최대직경의 0.5배	-SPT(1.0m 간격), -지하수위조사
	시추공전단시험	-입출구부의 풍화암층이 두꺼운 지층인 경우		
	굴절법탄성파탐사	입출구부/저토피구간	-	가탐심도 50m내외
	전기비저항탐사	터널 전체 길이	-	가탐심도 200m 내외
쌓기 비탈면 / 연약지반	콘관입시험	100m	-연약층 전심도 -5m마다	
	간극수압소산시험	200m	-연약층이 얇은 경우 : 연약층 중앙부 -연약층이 두꺼운 경우 : 연약층 중앙부 또는 총두께의 1/3 지점	-1회/CPTu 2회
깎기 비탈면	지표지질조사	깎기부 전체 길이	-	
	시추조사	-깎기높이 20m이상인 비탈면구간 2개소 이상 (길이 200m마다 1개소씩 추가) -깎기높이 20m미만인 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 횡단방향으로 1공씩 추가, 필요시 2공씩 추가
	시추공전단시험	풍화암층이 두꺼운 지층인 경우		

Ⅱ. 공종별 기준

조사위치	조사항목	조사빈도	조사심도	비 고
깎기비탈면	시험굴조사	개소당 1~2개소	1~3m	
	굴절법 탄성파탐사	깎기높이20m이상인 비탈면구간	-	-시추조사와 병행 -미시추조사구간
	시추공 영상촬영	깎기높이10m 이상 1공	암반구간	
	공내재하시험	깎기높이20m이상 비탈면구간 1공 이상	층별(풍화암,연암,경암) 각각 1회	
	투수 및 수압시험	투수계수 산정 필요 시 수행	-	
교량부	시추조사	교대 및 교각마다 1개소 (분리교량일 경우 교량마다 시행)	기반암 3m 이상	-SPT(1.0m 간격) -교량당 1개소이상 연암 확인
	공내재하시험	1공	지층별 각 1회	
	굴절법탄성파탐사	직접기초에 풍화암 심도 급변구간	직접기초 예상심도까지	
	시추공 토모그래피탐사	상부구조물에 큰 영향을 미칠 공동 발견되어 필요한 경우	필요깊이까지	탄성파 또는 전기비저항 방식
박스	시추조사	개소당 1공	풍화대 50/30 이하 3회 연속 확인	
터널부	지표지질조사	터널 전체 길이	-	
	시추조사 - 산악(NATM, TBM)	50~200m 간격(입출구부 포함) 계곡부/저토피 1공 이상 (200m 마다 1개소 추가)	터널 바닥고 하 0.5~1.0D ; D=터널최대 직경 (기반암이 확인 안 된 경우 터널 바닥고 하 1.0~2.0D)	
	시추조사 - 도심지(개착)	100m 간격, 주요 구조물(수직구, 정거장, 집수정, 환기구 등)은 개소당 1공	-계획고 하 3m 이상 (기반암이 확인 안 된 경우 계획 고 하 0.5B, B=굴착 계획고) 주요 구조물에는 기반암 3m 이상	
	시추공전단시험	-	풍화암층이 두꺼운 경우 필요 시 수행	
	굴절법탄성파탐사	입출구부/저토피구간	-	가탐심도 50m내외
	전기비저항탐사	터널 전체 길이	-	가탐심도 200m 내외
	시추공영상촬영	입출구부 각 1회	암반구간	
	공내재하시험	입출구부, 본선 각각 1공	층별(풍화암, 연암, 경암) 각각 1회	
	암반수압시험	투수계수 산정 필요 시 수행	-	
	시추공 토모그래피탐사	터널 입출구부 / 상부 구조물에 영향을 미치는 공동 발견 시	필요 깊이까지	
재료원 - 석산	시추조사	2개소 이상	필요깊이까지	
재료원 - 하상골재원	시험굴조사	필요시	필요깊이까지	
재료원 - 토취장	시추조사	2개소 이상	필요깊이까지	
	시험굴조사	2개소 이상	3~5m	

주) 1) 토취장 조사는 개소 당 시추는 2개소 이상, 심도는 경암 5m까지 수행하며, 시험굴은 5개소 이상 실시한다.
2) 단선병렬 터널의 경우, 두 터널 중심 간의 거리가 5D(터널 폭) 이상 이격되었을 경우, 각각의 터널로 지반조사를 수행한다.
3) 여건에 의해 시추조사를 실시하지 못하는 경우(지형조건, 민원 등) 발주처의 승인을 받아 물리탐사(굴절법 탄성파검사 등)로 대체할 수 있다.
4) 위 기준은 최소 권장사항이며, 사업규모 및 특성에 따라 수량 및 심도를 증가하여 정밀조사를 실시한다.
5) 터널부 시추조사에서 산악이란 구릉지 또는 산이 형성되어 있는 지역을 말하며 도심지란 시가지를 형성하고 있는 지역을 말한다.

3) 실내시험

조 사 내 용		실 내 시 험 항 목	
		기본설계	실시설계
시추조사	깎기부	-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 액·소성한계시험 -깎기높이 20m 이상 비탈면 등은 암석의 비중시험·흡수율·단위중량시험·포아송시험·일축압축시험·삼축압축시험 추가	-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 액·소성한계시험 -이암, 세일은 풍화내구성지수시험, 팽윤시험 추가 -깎기높이 20m 이상 비탈면 등은 암석의 비중시험·흡수율·단위중량시험·포아송시험·일축압축시험·삼축압축시험·주요 절리면 전단시험 추가
	연약지반	-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 액·소성한계시험, 일축압축시험, 직접전단시험, 압밀시험, 삼축압축시험	-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 액·소성한계시험, 일축압축시험, 직접전단시험, 압밀시험, 삼축압축시험
	터 널 부	-비중시험, 흡수율시험, 단위중량시험, 포아송비시험, 일축압축시험, 삼축압축시험, 탄성파속도시험, 탄성계수시험, 인장강도시험, 전단강도시험	-비중시험, 흡수율시험, 안정성시험, 마모시험, 단위중량시험, 포아송비시험, 일축압축시험, 삼축압축시험, 탄성파속도시험, 탄성계수시험, 인장강도시험, 전단강도시험, 주요 절리면 전단시험
	교 량 부	-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 액·소성한계시험, 암석의 일축압축시험 또는 점하중시험	-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 액·소성한계시험, 암석의 일축압축시험 또는 점하중시험
시험굴조사 (Test pit)		-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 액·소성한계시험, 다짐시험, 실내C.B.R시험	-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 액·소성한계시험, 다짐시험, 실내C.B.R시험, 불교란시료 직접전단시험
Hand Auger-Boring		-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 액·소성한계시험	-함수량시험, 비중시험, 체가름시험, 입도시험, 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.

4) 특수 지반 및 구조물에서의 추가적인 조사

(1) 폐기물 및 오염물질 분포 지역에서의 조사

① 기초 하부에 폐기물이나 오염물이 예상되는 지역에서는 현장시험이나 실내시험 등을 통하여 오염물질의 특성을 평가한다.

② 현장시험은 전기비저항, pH, 온도, 산화환원전위 등이며, 실내시험은 토양오염, 수질분석, 콘크리트 부식 성분 조사 등이다.

(2) 지하수 및 간극수압 특성조사

① 간극수압 분포 조사는 수위, 시간에 따른 변화, 수문학적 정보를 포함한다.

② 만약 피압수나 용출수가 있다면 보고서에 기록하여야 하고, 피압수두의 측정이 가능하다면 그 크기를 측정한다.

③ 현장 근처에 지하수 양수정이 있으면 그 위치 및 용량을 확인한다.

(3) 시험터널조사

① 특수한 지반상태를 직접 확인할 필요가 있거나 특정한 원위치시험을 시행할 필요가 있을 때에는 시험터널을 굴착하여 조사할 수 있다.

② 시험터널 내에서 각종 원위치시험이나 계측을 시행할 경우 및 시료를 채취할 경우에는 원지반의 교란을 최소화한다.

③ 시험터널 조사는 지표지질조사, 시추조사 등과 연계 분석하여 터널의 지질도를 작성한다.

(4) 불안정 요인을 갖는 비탈면 조사

① 불안정 지형·지질 요인을 갖는 비탈면에서는 각각의 불안정 요인에 따라 적절하게 조사방법과 조사범위를 설정하여 안정성 확보를 위한 상세한 설계를 실시한다.

② 비탈면 파괴 또는 산사태 지역에 대한 조사에는 예비조사 및 본조사에서 시행 하는 조사방법을 바탕으로 비탈면의 활동요인 및 파괴토체의 기하학적 특성을 규명하고 파괴토체의 활동으로 인해 예상되는 위험도를 평가하기 위한 조사가 포함된다.

③ 낙석에 대한 조사는 급경사의 깎기비탈면 상부에 낙석이 발생 가능하고, 낙석 발생 시 비탈면 하부의 시설물 및 인명에 위험성이 있는 경우에 시행한다.

④ 토석류 발생가능 구간에 대한 조사는 과거에 토석류가 발생하였거나 계곡부의 유역면적이 매우 넓고 경사가 급한 경우에 실시한다.

3. 토량 변화율

1) 관련기준

○ 도로설계편람(2012. 04, 국토교통부)

2) 개요

(1) 흙이나 암석을 굴착하거나 다짐할 때의 토량 변화율은 시험에 의해 산정하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 소량의 토공작업일 때에는 국토교통부 표준품셈에서 제시하는 토량 변화율을 적용할 수도 있다.

(3) 토량 변화율은 자연상태의 토량, 흐트러진 상태의 토량, 다짐상태의 토량을 조합하여 표현한다.

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

3) 토량환산계수(f) 표

구하는 Q / 기준이 되는 Q	자연상태의 토 량	흐트러진상태의 토 량	다져진후의 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	

4. 흙쌓기

1) 관련기준

- KCS 흙쌓기(성토) 11 20 20 (국토교통부, 2016)
- KDS 도로토공 44 30 00 (국토교통부, 2016)

2) 흙쌓기 재료의 품질기준

공종 / 규격기준	노 체		노 상	비 고
	일반 흙쌓기	암쌓기		
최 대 치 수 (mm)	300 이하	600 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
다짐후의 건조밀도	14.71kN/m3 이상	-	-	KS F 2312

5. 암발파 공법

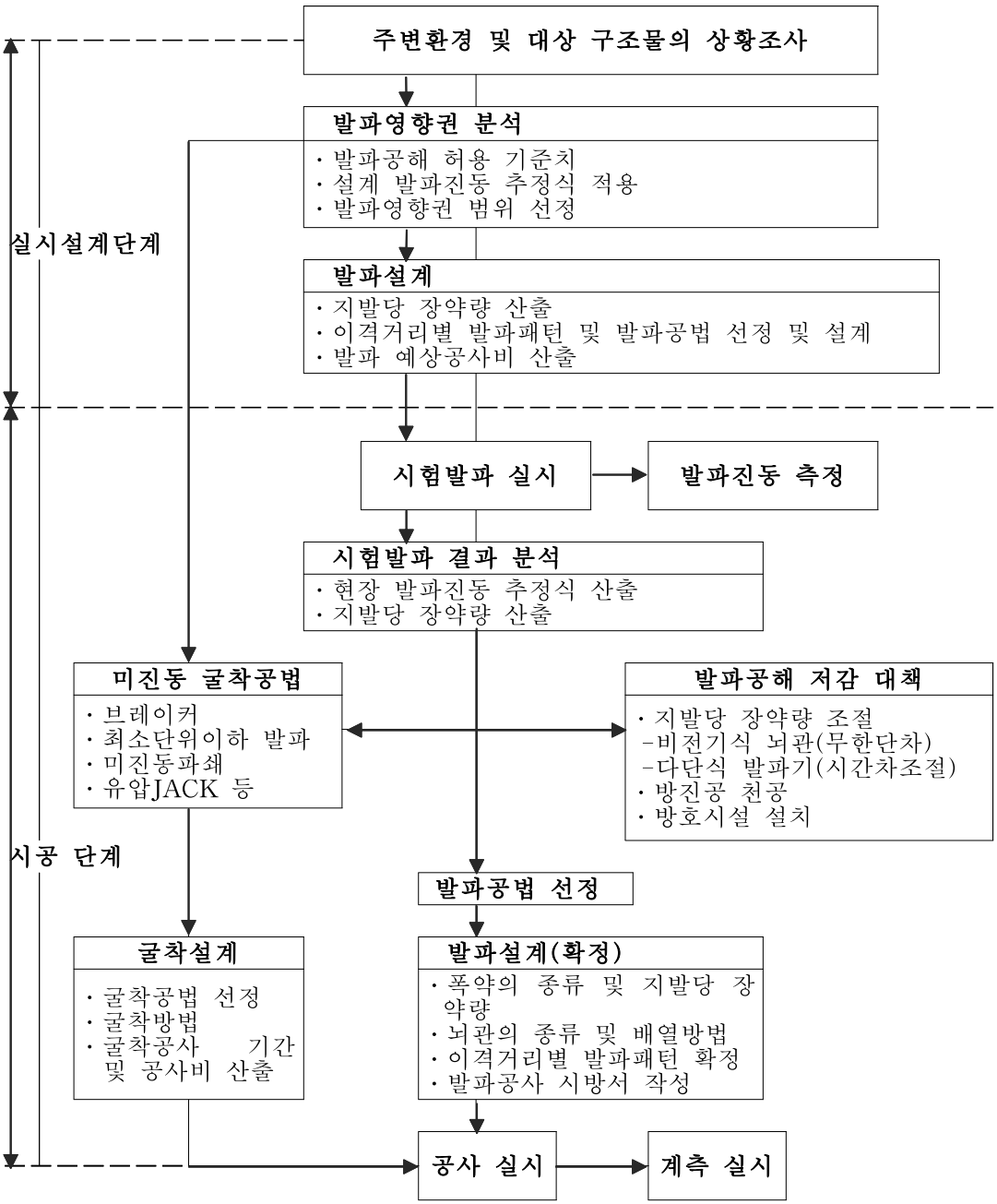
1) 관련기준

- 도로공사 노천발파 설계·시공지침(국토교통부, 2006. 12)
- KCS 도로공사 44 00 00 (국토교통부, 2016)
- 일반국도공사 전문시방서(2015. 국토교통부)
- KDS 도로토공 44 30 00 (국토교통부, 2016)
- KDS 터널굴착 27 20 00 (국토교통부, 2016)
- 소음·진동관리법 시행규칙(환경부, 2020.01)

2) 개요

도로건설공사의 암 발파로 인하여 발생되는 진동·발파소음으로 인한 민원발생을 사전에 예방하고 현장 여건에 적합한 경제적인 발파공법의 적용이 필요하며, 보안시설물의 허용진동규제기준과 이격거리에 따라 적용되도록『거리~지발당 장약량 조견표』에 의거 설계자가 쉽게 현지여건에 맞는 적정 발파공법을 적용하는데 있다.

3) 암발파 업무 흐름도



4) 발파공법 설계

① 현장조사를 거쳐 보안물건(가옥, 상가, 축사, 아파트 등)에 대한 허용 발파소음·진동 규제기준을 정한다.

② 이격거리는 발파원으로부터 보안물건까지의 사거리를 기준으로 측정하여 적용한다.

③ 설계 발파진동 추정식 $v = 200(\frac{D}{W^{1/2}})^{-1.6}$을 이용한「거리~지발당 장약량 조견표」를 참고하여 보안물건에 대한 발파진동 허용기준 및 이격거리에 맞는 지발당 장약량을 구하고, 이에 적합한 발파공법을 선정한다.

④ 설계도에는 설계에 반영한 TYPE별 표준발파패턴을 첨부하고, 발파공법별 수량산출은 Ⅳ.수량산출기준을 참고하여 공법별로 각각 발파수량을 산출하고, 단가적용은 표준품셈에 따라 계상한다.

⑤ 발파공사 시행 전에는 설계에 적용된 표준발파패턴 및 공법을 기준으로 하되 현장 상황이 허락하는 한 실제 시공과 비슷한 조건으로 시험발파를 시행하여야 하며, 그 결과에 따라 현지암반별 발파진동 추정식(K, n)을 구하여 발파설계를 수정·보완하여 변경한다.

⑥ 시험발파 적용대상은 일반발파, 대발파를 제외한 미진동굴착공법, 정밀진동제어, 소규모, 중규모 진동제어발파를 적용하되, 일반발파, 대발파인 경우에도 보안물건에 발파영향을 미치는 경우에는 시험발파를 실시할 수 있다.

⑦ 시험발파 횟수는 보안물건이 있는 경우 4 km 범위 내에서 1회를 적용하되, 암반특성 및 현장여건에 따라 추가할 수 있다.

5) 설계 발파진동 추정식(설계단계)

① 발파진동 추정식은 시험발파 등을 통하여 결정되는 것이나 설계단계에서 이러한 절차 수행에는 현실적으로 적용하기에 무리가 있으므로, 효율적인 설계추진을 위하여 진동예측을 위한 설계단계에서의 발파진동 추정식 결정이 필요하다.

② 설계단계에서 예비검토를 위한 설계 발파진동 추정식은 아래와 같다.

$$v = 200\left(\frac{D}{\sqrt{W}}\right)^{-1.60}$$

여기서, v : 진동속도 (cm/s)

D : 폭원으로부터 이격거리 (m)

W : 지발당 최대장약량 (kg)

③ 국내 도로공사 현장의 실 계측자료로부터 구한 K=200, n=-1.60이다. 이 추정식은 일반적인 환경에서 예비검토를 위한 추정식으로 사용하며 발파규모는「발파소음·진동·비석 영향권」분석에 의해 설정한다.

【거리~지발당 장약량 조견표】

단위 : kg

적용공법	진동속도 / 이격거리(m)	0.1 ㎝/s	0.2 ㎝/s	0.3 ㎝/s	0.5 ㎝/s	1.0 ㎝/s	5.0 ㎝/s	적용공법
TYPE Ⅰ 미진동 굴착공법	5	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.25	TYPE Ⅱ
	10	0.01	0.02	0.03	0.06	0.13	0.99	TYPE Ⅲ
	15	0.02	0.04	0.07	0.13	0.30	2.24	TYPE Ⅳ
	20	0.03	0.07	0.12	0.22	0.53	3.98	
	25	0.05	0.11	0.18	0.35	0.83	6.21	TYPE Ⅴ 일반발파
	30	0.07	0.16	0.27	0.50	1.20	8.95	
	40	0.12	0.28	0.47	0.89	2.13	15.9	TYPE Ⅵ 대규모발파
TYPE Ⅱ 정밀진동 제어발파	50	0.19	0.44	0.74	1.40	3.32	24.9	
	60	0.27	0.64	1.06	2.01	4.79	35.8	
	70	0.37	0.87	1.45	2.74	6.51	48.7	
	80	0.48	1.14	1.89	3.58	8.51	63.6	
TYPE Ⅲ 소규모 진동제어	90	0.61	1.44	2.39	4.53	10.8	80.5	
	100	0.75	1.78	2.95	5.59	13.3	99.4	
	110	0.90	2.15	3.57	6.76	16.1	120	
	120	1.08	2.56	4.25	8.05	19.1	143	
	130	1.26	3.01	4.99	9.45	22.5	168	
	140	1.47	3.49	5.79	11.0	26.1	195	
TYPE Ⅳ 중규모 진동제어	150	1.68	4.00	6.64	12.6	29.9	224	
	160	1.91	4.55	7.56	14.3	34.0	254	
	170	2.16	5.14	8.53	16.2	38.4	287	
	180	2.42	5.76	9.56	18.1	43.1	322	
	190	2.70	6.42	10.7	20.2	48.0	359	
	200	2.99	7.11	11.8	22.4	53.2	398	
	210	3.30	7.84	13.0	24.7	58.6	438	
	220	3.62	8.61	14.3	27.1	64.4	481	
	230	3.96	9.41	15.6	29.6	70.3	526	
	240	4.31	10.2	17.0	32.2	76.6	573	
	250	4.67	11.1	18.4	34.9	83.1	621	
TYPE Ⅴ 일반발파	260	5.05	12.0	20.0	37.8	89.9	672	
	270	5.45	13.0	21.5	40.8	96.9	725	
	280	5.86	13.9	23.1	43.8	104	779	
	290	6.29	15.0	24.8	47.0	112	836	
	300	6.73	16.0	26.6	50.3	120	895	
TYPE Ⅵ	450	15.1	36.0	59.8	113	269	2013	

0.06	미진동 굴착공법	0.25	정밀진동제어발파	1.00	소규모 진동제어발파
3.00	중규모진동제어발파	7.50	일반발파	20.0	대규모발파

【주】 1. 위 발파공법별 적용거리 기준 및 지발당 장약량은 설계 발파진동 추정식 $v = 200(D/\sqrt{W})^{-1.6}$에 의하여 설정한 것으로, 발파 대상 현장의 암반특성 및 관리 대상 보안물건의 특성에 따라 증·감될 수 있다.

2. 발파소음의 제어는 지반진동보다 훨씬 어려우므로 만약, 발파소음에 민감한 가축 사육시설 또는 요양원, 종교시설 등이 근접한 경우에는 별도 공법을 적용할 수 있다.

3. TYPE별 공법 설계는 상기기준에 맞게 하되 현장여건에 따라 조정할 수 있다.

4. 발파진동은 보안물건의 노후도나 상태, 암반상태, 진동주파수 등에 따라 달라지므로, 설계자 및 발파자는 보안물건상태, 현장조건과 관련법규 등을 검토하여 발파진동 허용기준치를 설정하고 이에 대한 이격거리별 지발당장약량을 산정하여야 한다.

Ⅱ. 공종별 기준

6) 발파공법 분류 기준

(1) 표준발파공법별 분류 기준

구 분	TYPE Ⅰ 미진동 굴착공법	TYPE Ⅱ 정밀진동 제어발파	TYPE Ⅲ·Ⅳ 진동제어발파		TYPE Ⅴ 일반발파	TYPE Ⅵ 대규모 발파
			소규모	중규모		
공법개요	보안물건 주변에서 TYPE Ⅱ 공법 이내 수준으로 진동을 저감시킬 수 있는 공법으로서 대형 브레이커로 2차 파쇄를 실시하는 공법	소량의 폭약으로 암반에 균열을 발생시킨 후, 대형 브레이커에 의한 2차 파쇄를 실시하는 공법	발파영향권 내에 보안물건이 존재하는 경우 "시험발파" 결과에 의해 발파설계를 실시하여 규제기준을 준수할 수 있는 공법		1공당 최대 장약량이 발파 규제기준을 충족시킬 수 있을 만큼 보안물건과 이격된 영역에 대해 적용하는 공법	발파영향권 내에 보안물건이 전혀 존재하지 않는 산간 오지 등에서 발파효율 만을 고려하는 공법
주 사용폭약 또는 화공품	최소단위미만폭약 미진동파쇄기 미진동파쇄약 등	에멀젼 계열 폭약	에멀젼 계열 폭약		에멀젼 계열 폭약	주폭약:초유폭약 기폭약:에멀젼
지발당장약량범위 (kg)	폭약기준 0.125 미만	0.125 이상 0.5 미만	0.5 이상 1.6 미만	1.6 이상 5.0 미만	5.0 이상 15.0 미만	15.0 이상
천공직경	ϕ51mm 이내	ϕ51mm 이내	ϕ51mm 이내	ϕ76mm	ϕ76mm	ϕ76mm 이상
천공장비	공기압축기식 크롤러 드릴 또는 유압식 크롤러 드릴 선택 사용					
표준패턴	미진동 굴착공법	정밀진동 제어발파	진동제어발파		일반발파	대규모 발파
			소규모	중규모		
천공깊이 (m)※	1.5	2.0	2.7	3.4	5.7	8.7
최소저항선 (m)※	0.7	0.7	1.0	1.6	2.0	2.8
천공간격 (m)※	0.7	0.8	1.2	1.9	2.5	3.2
표준 지발당 장약량(kg)	-	0.25	1.0	3.0	7.5	20.0
파쇄 정도	균열만 발생 (보통암 이하)	파쇄 + 균열	파쇄 + 균열		파쇄 + 대괴	파쇄 + 대괴
계측관리	필 수	필 수	필 수		선 택	선 택
발파보호공	필 수	필 수	필 수		불 필 요	불 필 요
2차 파쇄	대형브레이커 적용	대형브레이커 적용	-		-	-

※ 천공 깊이, 최소저항선, 천공간격 치수 등은 평균적으로 제시한 수치이며, 공사시행 전에는 시험발파에 따라 현장별로 검토·적용할 것.

(2) 표준발파공법 패턴별 특성

Type	명칭	설계 지발당 장약량 (kg)	발파제원※ W×E×H(m)	천공경 (mm)	공당 파쇄량‡ (m^3/공)	사용폭약
Ⅰ	미진동 굴착공법	폭약기준 0.125 미만	0.7×0.7×1.3	φ 51 이내	0.637	
Ⅱ	정밀 진동제어발파	0.25	0.7×0.8×1.8	φ 51 이내	1.01	에멀젼 폭약 등 (φ25~32mm)
Ⅲ	소규모 진동제어발파	1.0	1.0×1.2×2.4	φ 51 이내	2.88	〃 (φ32mm)
Ⅳ	중규모 진동제어발파	3.0	1.6×1.9×3.0	φ 76	9.12	〃 (φ50mm)
Ⅴ	일반발파	7.5	2.0×2.5×4.8	φ 76	24.0	〃 (φ50mm)
Ⅵ	대규모발파	20.0	2.8×3.2×7.3	φ 76 이상	65.4	주폭약 : ANFO 기폭약 : 에멀젼

【주】※ W:최소저항선 E:공간간격 H:벤치고 ‡ 공당파쇄량은 평균값임.

1. 설계 지발당 장약량 기준은 설계 발파진동 추정식 $v = K(D/W^b)^n$에 의한 "거리~지발당 장약량" 조견표 기준임. (진동상수 K = 200, n = -1.6, b = 1/2)
2. 발파대상 암반의 강도나 지형특성 등에 따라 설계지발당 장약량과 발파제원이 변동될 수 있음
3. 미진동파쇄기와 유압잭 및 브레이커 파쇄공법 등은 진동전파 특성에 따라 일반폭약과는 상이하므로 시험시공에 의해 지발당장약량과 천공패턴 등의 굴착방법을 설정할 것
4. 장소가 협소하거나 현장여건상 크롤러드릴의 사용이 곤란한 장소에서는 착암기를 사용한 발파공법을 적용할 수 있음.

(3) 표준발파공법 및 진동규제기준별 적용되는 이격거리(m)

단위 : m

TYPE	진동속도 (cm/s) / 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

7) 발파 소음·진동 허용 기준

(1) 도로의 발파·진동 허용기준

구 분	진동속도에 따른 규제 기준	
	건 물 종 류	허용 진동속도(cm/sec)
KDS 터널굴착 27 20 00 (국토교통부, 2016)	문화재 및 진동예민 구조물	0.2~0.3
	조적식(벽돌, 석재 등) 벽체와 목재로 된 천장을 가진 구조물	1.0
	지하기초와 콘크리트 슬래브를 갖는 조적식 건물	2.0
	철근콘크리트 골조 및 슬래브를 갖는 중소형 건축물	3.0
	철근콘크리트 또는 철골골조 및 슬래브를 갖는 대형건물	5.0
KDS 도로 토공 44 30 00 (국토교통부, 2016)	가축	0.1
	문화재, 진동예민구조물	0.2~0.3
	가옥(조적)	0.3~0.5
	가옥(RC조)	0.5
	공업용 건물	1.0

(2) 공공기관의 발파·진동 허용기준

구 분	진동속도에 따른 규제 기준	
	건 물 종 류	허용 진동속도(cm/sec)
발파작업 표준안전작업지침 (노동부고시 2020-6호)	문화재	0.2
	주택, 아파트	0.5
	상가(금이없는 상태)	1.0
	철근콘크리트 빌딩 및 상가	1.0~4.0
서울시 지하철 시방기준	문화재, 정밀기기 설치건물	0.2
	주택, 아파트	0.5
	상가, 사무실, 공공건물	1.0
	RC, 철골조 공장	4.0
한국토지주택공사 시방기준	가축류 등	0.1
	유적, 문화재, 컴퓨터시설물	0.2
	재래 주택(조적식,목재)	0.3
	주택,아파트(R.C조)	0.5
	상업용건축물	1.0
	철근콘크리트건물 및 공장	1.0~5.0

(3) 환경분쟁 조정위원회에서 제안된 건축물에 대한 발파진동 허용기준

① 건축물에 대한 발파진동 허용기준

(연구수행기관 : 서울대학교)

건전도 등급	대상 건축물	진동속도, cm/sec		
		주파수 대역		
		<10 Hz	10-50 Hz	50-100 Hz
Ⅰ	철근 콘크리트 고층건물(동적하중 고려 설계)	2.0	2.0~4.0	4.0~5.0
Ⅱ	철근 콘크리트 고층건물(동적하중 미고려 설계)	1.5	1.5~2.0	2.0~3.0
Ⅲ	조적조 주거용 건축물	0.5	0.5~1.5	1.5~2.0
Ⅳ	진동에 예민한 건축물 문화재 등	0.3	0.3~0.8	0.8~1.0

주1. 측정점은 최저층 외측벽체 또는 바닥 슬래브기준
주2. 측정값은 직교하는 3축방향의 성분들 중 최대값

② 민감 가축사육시설에 대한 발파진동 허용기준

구 분	진동속도(cm/sec)	진동레벨(dB(V))	소음레벨(dB(A))
가축사육시설	0.02	57	60

(4) 인접구조물의 발파진동 허용기준

구 분	진동속도에 따른 규제 기준		
	건 물 종 류		허용 진동속도 (cm/sec)
도로구조물 발파진동 허용기준 (한국도로공사, 2015)	교량, 터널, 암거, 옹벽, 매설관		3.0
	포장	콘크리트	1.7
		아스팔트	8.7
	중앙분리대		7.0
지하철 인접굴착공사 업무 매뉴얼 (서울시 메트로, 2007)	철도 구조물		0.3
인접굴착공사 관리지침 (서울시 도시철도공사)	철도 구조물		0.3
지중송전설비 인접굴착공사 협의기준 (한국전력공사, 2007)	전력구 터널		0.5
	케이블 접속부		무진동 파쇄공법
송전철탑기초 인접굴착·발파공사 협의기준 (한국전력공사, 2008)	송전철탑 기초		1.0
가스관 보호기준 (한국가스공사)	(단위:cm/sec)		

구분	금지범위	대책범위	안전범위
노출가스관	3.0이상	3.0~0.4	0.4이내
매설가스관	4.0이상	4.0~1.0	1.0이내
대책내용		-무진동 공법시공 -보강후 시공	

Ⅱ. 공종별 기준

(5) 일반적인 건설현장 생활 소음·진동 규제 기준 (소음·진동 관리법 시행규칙 제20조의 3항 별표8)

◦ 생활소음 규제기준

(단위 : dB(A))

대상지역	시간대별 / 소음원		아침,저녁 (05:00~07:00, 18:00~22:00)	주간 (07:00~18:00)	야간 (22:00~05:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역중 취락지구 및 관광·휴양개발 진흥지구, 자연환경보전지역, 그밖의 지역안에 소재한 학교·병원·공공도서관	확성기	옥외설치	60 이하	65 이하	60 이하
		옥내에서 옥외로 소음이 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 옥외로 소음이 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 이하일때는 +10dB을, 3시간 초과 6시간 이하일 때는 +5dB을 규제기준치에 보정한다

⑤ 발파소음의 경우 주간에만 규제기준치(광산의 경우 사업장 규제기준)에 +10dB을 보정한다

⑥ 공사장의 규제기준 중 다음 지역은 공휴일에만 -5dB을 규제기준치에 보정한다.

가. 주거지역

나. 「의료법」에 따른 종합병원, 「초·중등교육법」 및 「고등교육법」에 따른 학교, 「도서관법」에 따른 공공도서관의 부지경계로부터 직선거리 50m 이내의 지역

◦ 생활진동 규제기준

(단위 : dB(V))

대상지역 / 시간별	주간 (06:00~22:00)	심야 (22:00~06:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역중 취락지구·주거개발진흥지구 및 관광·휴양개발진흥지구, 자연환경보전지역, 그 밖의 지역에 소재한 학교·종합병원·공공도서관	65 이하	60 이하
그 밖의 지역	70 이하	65 이하

※ ① 진동의 측정 및 평가기준은 환경오염공정시험기준에서 정하는 바에 따른다.
② 대상지역의 구분은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따른다.
③ 규제기준치는 생활진동의 영향이 미치는 대상지역을 기준으로 하여 적용한다
④ 공사장의 진동규제기준은 주간의 경우 특정공사의 사전신고대상 기계·장비를 사용하는 작업시간이 1일 2시간 이하일 때는 +10 dB을, 2시간 초과 4시간 이하일 때는 +5 dB를 규제기준치에 보정한다.
⑤ 발파진동의 경우 주간에 한하여 규제 기준치에 +10dB을 보정한다.

8) 표준발파공법 요약 및 수량산출 예시

구분	단위	발파 설계 결과 제원					
		TYPE 1 미진동 굴착공법	TYPE 2 정밀진동 제어발파	TYPE 3 소규모진동 제어발파	TYPE 4 중규모진동 제어발파	TYPE 5 일반발파	TYPE 6 대규모 발파
지발당 허용 장약량	kg	폭약기준 0.125미만	0.125 이상 0.5 미만	0.5 이상 1.5 미만	1.5 이상 5 미만	5 이상 15 미만	15 이상
적용 굴착공법			정밀제어+ 브레이커	제어발파	제어발파	일반발파	일반발파
천공장비		크롤러드릴	크롤러드릴	크롤러드릴	크롤러드릴	크롤러드릴	크롤러드릴
천공직경	mm	Φ51mm 이내	Φ51mm 이내	Φ51mm 이내	Φ76mm	Φ76mm	Φ76mm 이상
계단 높이	m	1.3	1.8	2.4	3.0	4.8	7.3
천공장	m	1.5	2.0	2.7	3.4	5.7	8.7
최소 저항선	m	0.7	0.7	1.0	1.6	2.0	2.8
천공간격	m	0.7	0.8	1.2	1.9	2.5	3.2
공당 장약량	kg/공	0.18 (미진동파쇄)	0.25 (에멀젼폭약)	1.0 (에멀젼폭약)	3.0 (에멀젼폭약)	7.5 (에멀젼폭약)	20.0 (초유폭약)
비천공장	m/㎥	2.355	1.984	0.938	0.373	0.238	0.133
비장약량	kg/㎥	0.283	0.25	0.35	0.33	0.31	0.31
비뇌관량	ea/㎥	-	0.992	0.347	0.110	0.042	0.015
공당 파쇄량	㎥/공	0.637	1.01	2.88	9.12	24.0	65.4

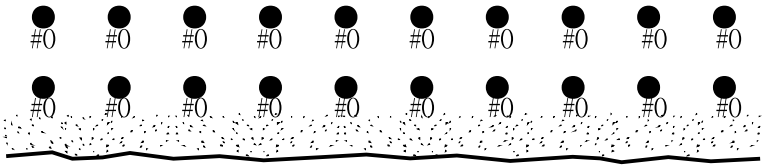
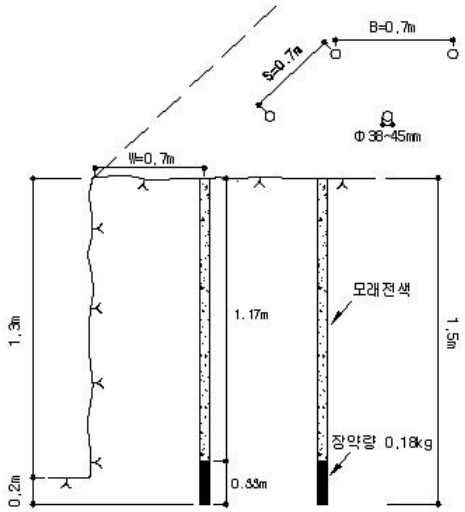
【주】

1. 위 발파패턴은 설계 발파진동 추정식 $v = K(D/W^{b})^{n}$을 기초로 하여 산정한 "거리~지발당 장약량" 조견표에 의해 각 발파공법별 평균치를 적용한 것임. (진동상수 K = 200, n = -1.6, b = 1/2)
2. 위 발파패턴은 개략 공사비를 산출하기 위한 것으로 참고용이므로 시험발파를 실시하여 발파패턴을 확정한 후 공사비를 산출할 수 있다.
3. 시험발파 결과는 발주처의 승인을 받아 시행할 것.
5. 미진동 굴착공법은 응용패턴의 일례임
6. 미진동 굴착공법은 진동감쇄 특성이 일반폭약과는 상이하므로 별도 시험발파에 의해 지발당 장약량과 천공패턴을 설정한다.

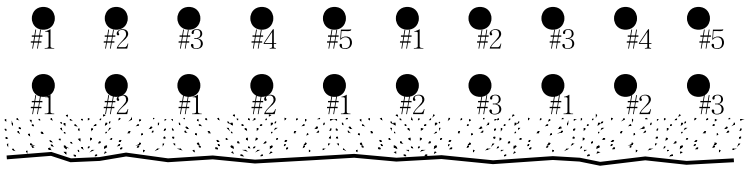
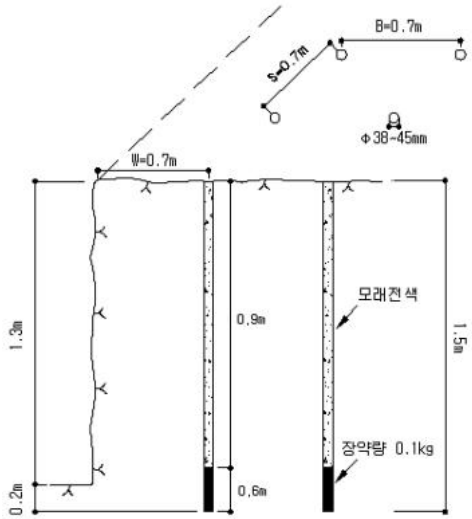
9) TYPE별 발파설계 패턴도(예시)

가. TYPE Ⅰ : 미진동 굴착공법

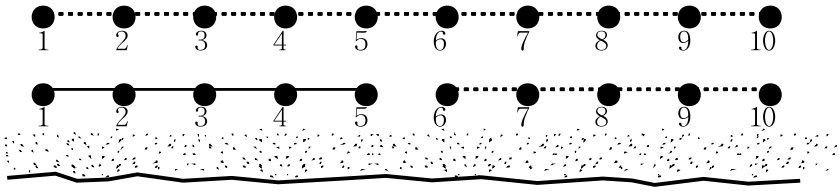
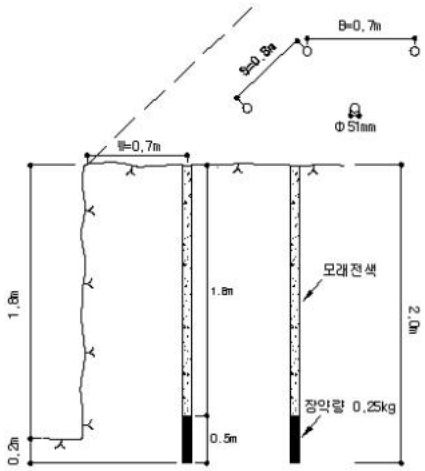
① 응용패턴1 (미진동 파쇄기)

구 분	패 턴 도
천공 평면도	
천공 단면도	
특 기 사 항	① 주 용도는 도심지에서 암반발파, 콘크리트 파쇄작업을 수행하는데 사용되며, 특히 근접한 시설물을 보호하기 위한 장소에 적합하다. ② 고열을 이용한 가스 팽창으로 암 균열이 주로 이루어지므로, 발파공 사이로 가스가 새어 나오지 않도록 전색을 철저히 하여야 한다. ③ 본 제품은 약통경이 30~36 mm이므로 tamping효과, 파쇄효과 등을 고려하여 ø38~45 mm의 비트를 사용하는 것이 바람직하다. ④ 천공장이 짧아 공발현상이 일어날 우려가 있거나, 암질이 강해 장약량이 많이 필요한 경우에는 경사공으로 천공하여야 한다. ⑤ 이 제품은 순발이므로 보안물건과 근접된 장소에서 대량으로 기폭시킬 경우 1열 단위로 분할하여 적정 수량을 동시 기폭시키도록 한다.

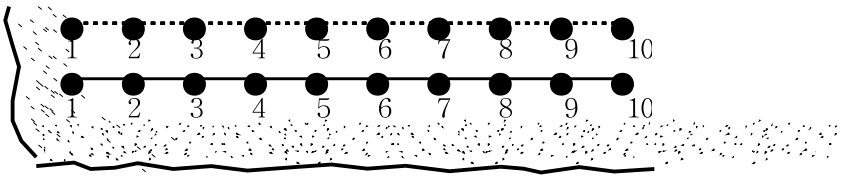
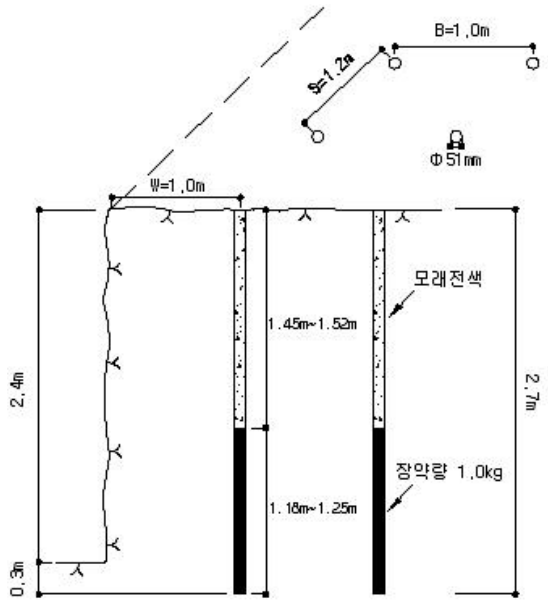
② 응용패턴2 (미진동 파쇄약)

구 분	패 턴 도
천공 평면도	
천공 단면도	
특 기 사 항	① 근접발파용으로 만들어진 제품이다. ② 공발현상이 우려되므로 전색을 철저히 하여야 한다. ③ 본 제품은 약통경이 32 mm이므로 tamping 효과, 파쇄효과 등을 고려하여 ø38~45 mm 비트를 사용하는 것이 바람직하다. ④ 천공장이 짧아 공발현상이 일어날 우려가 있거나, 암질이 강해 장약량이 많이 필요한 경우에는 경사공으로 천공한다. ⑤ 이 제품은 지발이지만 보안물건과 근접된 장소에서 대량으로 기폭시킬 경우 1열 단위로 분할하여 적정 수량을 기폭 한다.

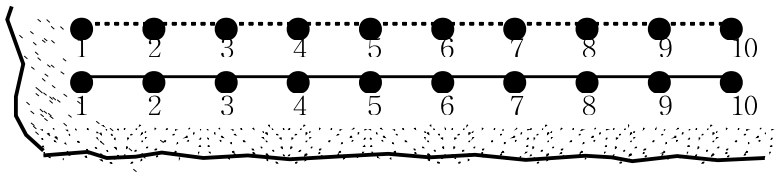
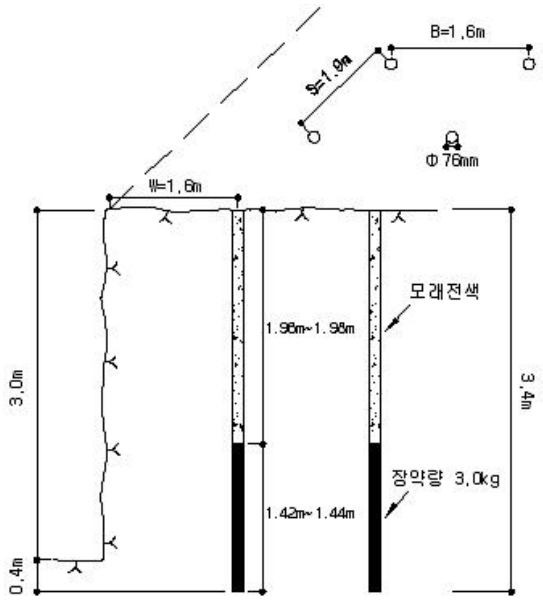
나. TYPE Ⅱ : 정밀진동제어 발파공법

구 분	패 턴 도
천공 평면도	 번호는 뇌관이 기폭되는 순서를 나타냄.
천공 단면도	
특 기 사 항	① 본 발파패턴은 정밀 진동제어발파 공법으로 비장약량을 감소시켜 균열을 형성시킨 후 불도저로 리핑 또는 브레이커로 2차 굴착처리하는 방법으로 암반굴착지역이 주택지 등 보안물건이 근접하여 있는 경우에 효과적인 방법이다. ② 뇌관은 MS지발뇌관을 사용한다. ③ 표준패턴은 보통암 기준으로 작성되어 있다. 풍화암에서 중경암까지는 천공간격이나 천공경, 장약량에 융통성이 있으나, 경암에서는 공간격이나 장약량이 발파성패를 좌우하게 되므로 천공시 공간격 결정에 특히 유의한다. ④ 극경암이나 경암에서는 자유면이 형성되지 않으면 공발현상이 일어나거나 표면암반만 발파되어 비석우려가 있으므로 가능한 자유면을 형성하도록 한다. ⑤ 정밀진동제어 발파개념의 분류는 편의상 지발당 허용장약량 0.5 ㎏ 이하의 개소에서 크롤러드릴 천공 시에 적용하는 것을 원칙으로 한다. ⑥ 본 발파패턴은 전색이 불충분할 때 비석 발생의 우려가 있으므로 필히 비석방호를 위한 적절한 발파보호공을 설치해야 한다. ⑦ 발파보호공은 50 kg/㎡ 이상의 중량물로서 내구성이 우수한 것으로 한다. ⑧ 본 발파패턴은 발파 후 대형브레이커에 의한 2차 굴착이 수행되므로 뇌관은 필히 역기폭 방식으로 기폭해야 한다. ⑨ 브레이커에 의한 2차 파쇄시 잔류약 타격에 의한 폭발사고의 가능성을 배제하기 위해 다이너마이트의 사용을 금한다.

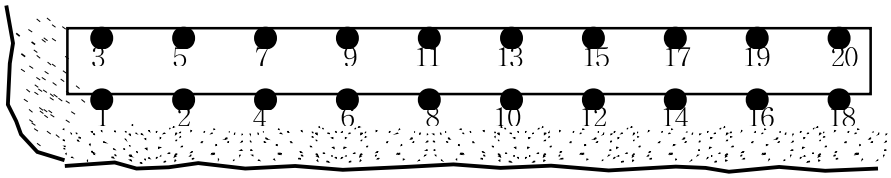
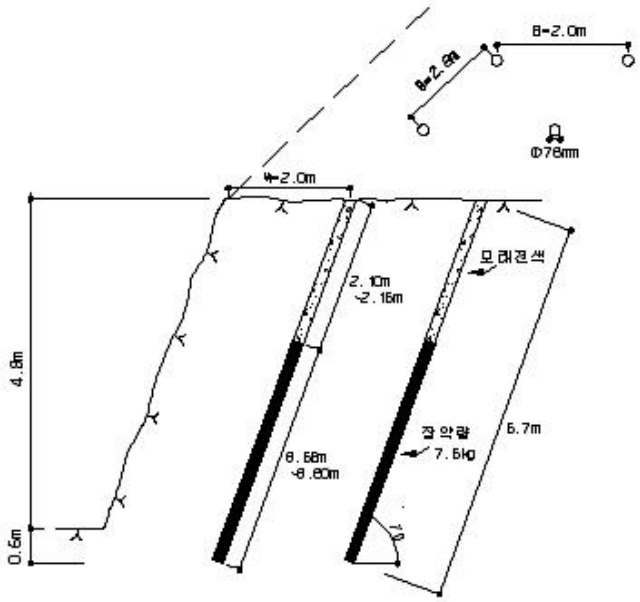
다. TYPE Ⅲ : 소규모 진동제어 발파공법

구 분	패 턴 도
천공 평면도	 번호는 뇌관이 기폭되는 순서를 나타냄.
천공 단면도	
특 기 사 항	① 본 발파패턴은 소규모 진동제어발파 공법으로 매 발파작업시 계측과 병행 실시해야 함. ② 적용 폭약은 Φ32mm 에멀젼 폭약을 기준으로 하였음. ③ MS 전기뇌관을 사용하며, 각선의 길이는 천공장 + 1.0 m를 기준으로 함. ④ 10공을 기준하여 1회 발파로 설정하였으나 시험발파 결과에 의해 증감가능 ⑤ 본 발파공법은 분할발파를 실시하므로 전회 발파에 의해 후방파쇄(back break)가 발생할 경우 비석 발생 위험성이 있음. 경사공으로 시공하거나 비석방호를 위한 적절한 발파보호공을 설치할 것. ⑥ 발파보호공은 50 kg/㎡ 이상의 중량물을 사용하고 내구성이 우수한 것으로 할 것.

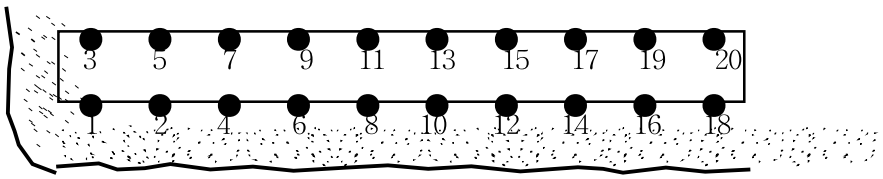
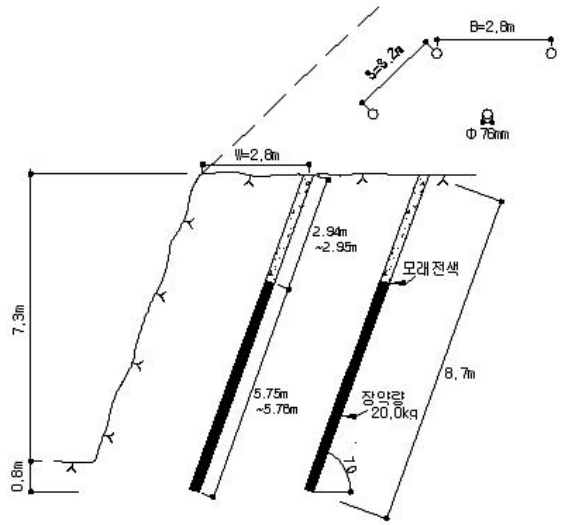
라. TYPE Ⅳ : 중규모 진동 발파공법

구 분	패 턴 도
천공 평면도	 번호는 뇌관이 기폭되는 순서를 나타냄.
천공 단면도	
특 기 사 항	① 본 발파패턴은 중규모 진동제어발파 공법으로 매 발파마다 계측과 병행 실시해야 함. ② 적용 폭약은 Φ50 mm 에멀젼 폭약을 기준으로 하였음. ③ MS 전기뇌관을 사용하며, 각선의 길이는 천공장 + 1.0 m를 기준으로 함. ④ 10공을 기준하여 1회 발파로 설정하였으나 시험발파 결과에 의해 증감할 수 있음. ⑤ 본 발파공법은 분할발파를 실시하므로 전회 발파에 의해 후방파쇄가 발생할 경우 비석 발생 위험성이 있음. 경사공으로 시공하거나 비석방호를 위한 적절한 발파보호공을 설치할 것. ⑥ 발파보호공은 50 kg/㎡ 이상의 중량물을 사용하고 내구성이 우수한 것으로 할 것.

마. TYPE V : 일반 발파공법

구 분	패 턴 도
천공 평면도	 번호는 뇌관이 기폭되는 순서를 나타냄.
천공 단면도	
특 기 사 항	① 적용 폭약은 Φ50 mm 에멀젼 폭약을 기준으로 하였음. ② MS 전기뇌관을 사용하며, 각선의 길이는 천공장 + 1.5 m를 기준으로 함. ③ 20공을 기준하여 1회 발파로 설정하였으나 시험발파 결과에 의해 증감할 수 있음. ④ 지발당장약량은 7.5 kg으로 기준하였으나, 이격거리 및 시험발파 결과에 따라 14 kg까지 증가할 수 있음

바. TYPE Ⅵ : 대규모 발파공법

구 분	패 턴 도
천공 평면도	 번호는 뇌관이 기폭되는 순서를 나타냄.
천공 단면도	
특 기 사 항	① 적용 폭약은 주 폭약으로 초유폭약(ANFO)을 적용하였다. ② 기폭약(primer)은 에멀젼 폭약으로 설정하였다. ③ MS 전기뇌관을 사용하며, 각선의 길이는 천공장 + 1.5 m를 기준으로 함. ④ 20공을 기준하여 1회 발파로 설정하였으나 시험발파 결과에 의해 증감할 수 있음. ⑤ 기폭약포의 위치는 천공저부로부터 50 cm 상부에 설치할 것. ⑥ 만약, 천공에 용수가 발생할 경우에는 초유폭약 대신 에멀젼 폭약 등으로 대체 할 것. ⑦ 초유폭약은 사용하는 비트의 마모도에 따라 단위 길이 당 장약량이 변화하므로 소정의 전색장(기준 2.5 m 이상)을 준수할 수 있도록 조치할 것. ⑧ 초유폭약은 정전기에 의한 위험이 있으므로 천공이 완료된 후 적어도 30분 이상 경과한 후 장약을 할 것. ⑨ 석회암 지대에서는 암반에 공동이 존재할 수 있으므로 천공 및 장약 시에 이를 관찰하여 과장약이 되는 일이 없도록 조치할 것.

6. 연약지반처리공

1) 관련기준

- 도로설계요령(한국도로공사, 2009)
- KDS 지반조사 11 10 10(국토교통부, 2016)
- KDS 지반계측 11 10 15(국토교통부, 2016)
- KDS 연약지반설계기준 11 30 05(국토교통부, 2016)
- KDS 도로토공 44 30 00(국토교통부, 2016)
- 도로설계편람(2012. 04, 국토교통부)

2) 연약지반 기준

(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

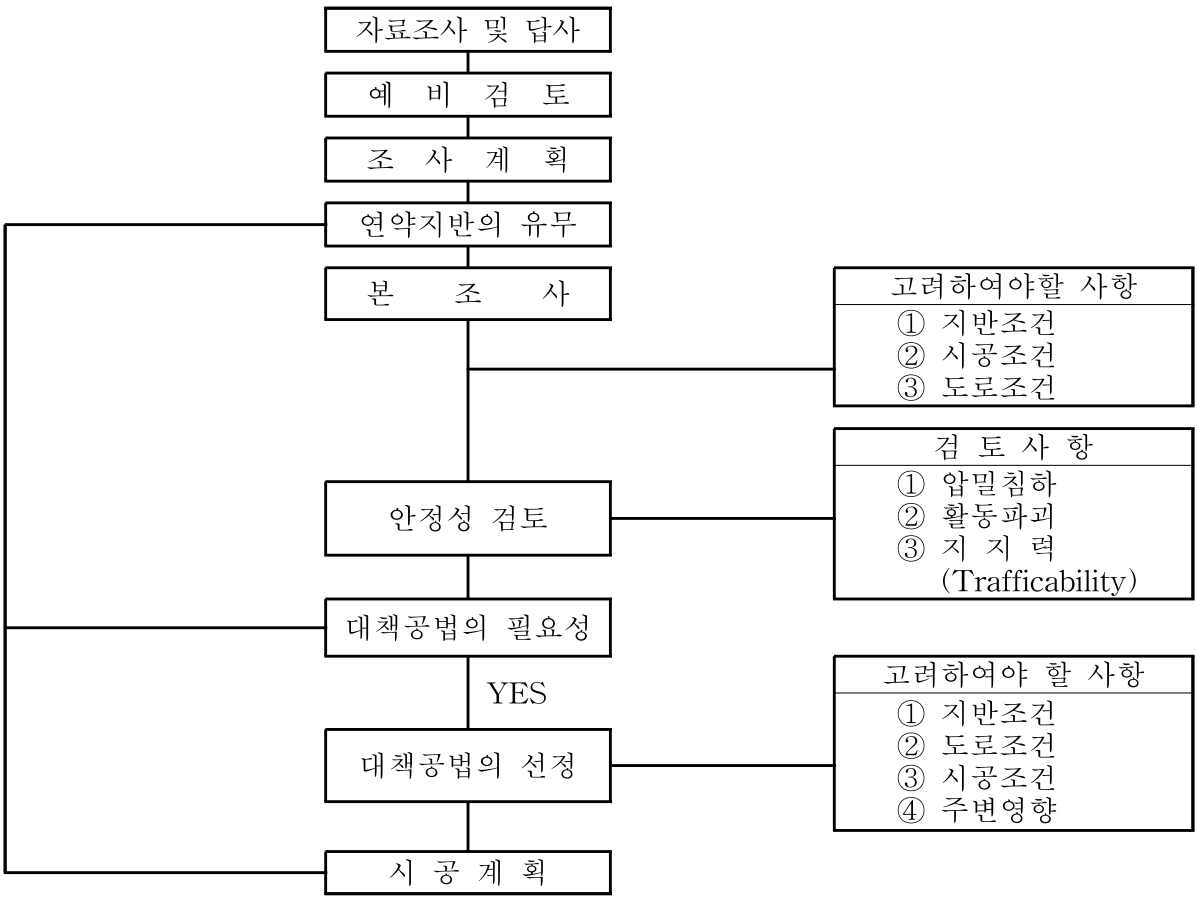
3) 연약지반 조사, 시험 및 계측

구 분		조사, 시험, 계측의 목적 및 배치기준
현장조사	시 추 조 사	- 연약지반 구간 및 신설 구조물 - 연약지반에서 조사간격 : 기본설계(1공/100~200m), 실시설계(1공/100m)
	자 연 시 료	- 연약지반 시추조사에서 심도 2~3m마다, 층이 바뀔 때 마다 - 연약층이 균일하거나, 분포의 두께가 얇은 경우 : 기본설계(공당1개소), 실시설계(공당 2개소)
	핸 드 오 거	- 쌓기부 : 기본설계(1개소/200m), 실시설계(1개소/200m) - 연약층이 두꺼운 경우는 제외한다.
현장시험	표준관입시험	- 시추조사시 매 1.0m마다 또는 토층이 바뀔 때마다 - KSF 2307에 의거 연속성 있게 실시(표준관입시험 개정2002년)
	베 인 시 험	- 상부연약층의 비배수 전단강도(Cu)를 측정하기 위하여 실시 - 연약지반에서 100~250m 간격 - 쌓기지역 연약층(최대 5.0m 까지)의 전단강도 측정 - 측정심도는 연약층 전체 또는 시료채취위치
	콘관입시험 (CPT, PCPT)	- 연약한 표층의 지지력 특성 및 주행성 예측을 위하여 실시 - 연약지반에서 100~250m당 1회 - 연약지반 표층의 지지력 및 강도, 간극수압 파악 - 필요시 소산시험 실시
실내시험	물리시험	- 비중시험, 함수량시험, 입도시험, 액성한계, 소성한계
	역학시험	- 투수시험, 압밀시험, 일축압축시험, 삼축압축시험, 직접전단시험

구	분	조사, 시험, 계측의 목적 및 배치기준
현장계측	지표 침하판	- 전침하량측정, 흙쌓기속도 조절, 프리로딩 제거시기 판정 - 연약지반 흙쌓기시 100m 간격으로 흙쌓기단면 중앙에 설치
	지중 경사계	- 흙쌓기비탈면부의 수평방향 변형, 교대부 측방유동 안정성검토 - 전단파괴가 우려되는 쌓기부 좌,우 비탈면, 교대 중앙부에 설치
	간극수압계	- 흙쌓기하중에 의한 간극수압 변화, 과잉간극수압 소산정도 - 설치 간격 : 기본설계(400m간격), 실시설계(200m간격) - 흙쌓기 단면 중앙에 설치, 연약층두께에 따라 동일지점에 공당 소자 1~3개씩 설치
	지하수위계	- 흙쌓기에 의한 간극수압 변화, 과잉간극수압 소산정도 - 200m 간격으로 흙쌓기에 의한 영향을 받지 않도록 비탈면과 이격하여 설치
	층별침하계	- 연약지반 쌓기의 심도별 압밀침하량 측정과 지표면 침하량 분석 - 200m 간격으로 흙쌓기단면 중앙에 설치, 연약층두께에 따라 동일지점에 공당 소자 1~3개씩 설치

4) 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

※ 상세 해석조건은「비탈면 안정공」참조

(3) 연약지반 계측 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

5) 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(Polystylene 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 침하촉진	Mat 공법 + Vertical Drain + 재하중
쌓기지반 Trafficability 및 활동방지, 침하촉진	Mat 공법 + Vertical Drain + 압채움 + 재하중
	Mat 공법 + Vertical Drain + Sand Compaction Pile
구조물의 활동방지 및 침하촉진	재하중 공법 + Vertical Drain + Sand Compaction Pile
	Mat 공법 + 재하중 공법 + Vertical Drain + Sand Compaction Pile

7. 기타 (공종별 설계요령)

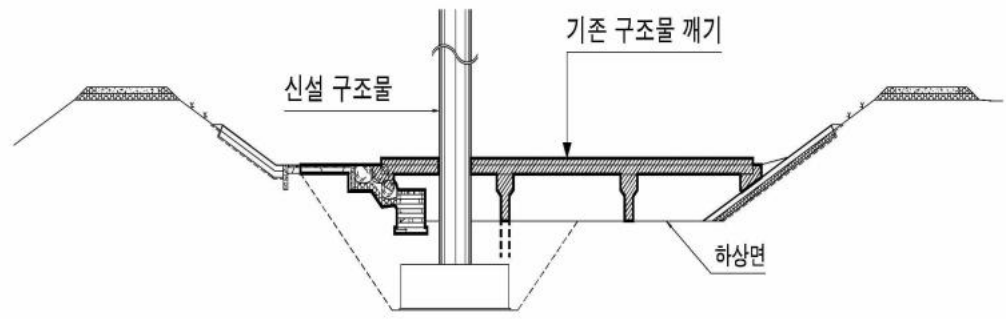
1) 관련기준

- ○ 도로공사 노천발파 설계・시공지침(국토교통부, 2006. 12)
- ○ 도로설계요령(한국도로공사, 2009)
- ○ 폐기물관리법 시행규칙(환경부, 2019.12)
- ○ 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률(환경부, 2019.04)
- ○ 건설폐기물의 처리 및 재활용 관련 업무처리지침(환경부, 2019.08)
- ○ KDS 도로 토공 44 30 00 (국토교통부, 2016)
- ○ KDS 쌓기・깎기 설계기준 11 70 00 (국토교통부, 2016)

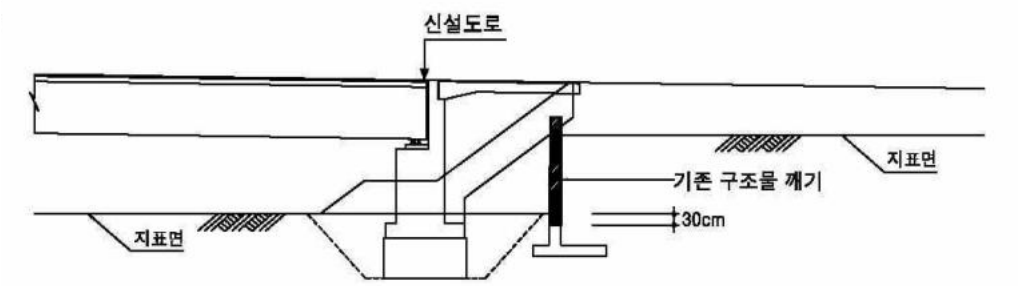
2) 기존 구조물 깨기

(1) 구조물 하부구조

① 유수부는 하상면까지 제거한다.



② 토공부는 지표면에서 최소 30cm 깊이까지 제거한다.



(2) 도로완성면에서 최소 1m 이하까지 저촉되는 모든 구조물은 제거하되 설계포장두께가 1.0m를 넘는 경우에는 포장층내의 모든 저촉 구조물을 제거한다(단, 아스팔트 포장은 현지여건을 감안하여 제거하여야 한다. 도로완성면 하부에 1m 이상에 이격되어 있는 기존구조물은 그 형상, 재질 등으로 인하여 제체의 시공성 또는 안정성 확보가 곤란한 경우 제거방안를 검토 후 발주청과 협의하여 제거 여부를 결정한다).

(3) 철거작업으로 발생하는 웅덩이, 구멍, 도랑 등은 주변지반 높이까지 되메운 후 다짐한다.

(4) 철거된 물질 중 흙쌓기용 재료로 유용할 수 있는 것은 가능한 유용토록 하고 불량재료는 「폐기물관리법」에 의거 처리한다.

(5) 철거작업에 발파가 필요할 때에는 영향권 내의 보안물건에 대한 허용 발파소음·진동 규제기준을 정한다.

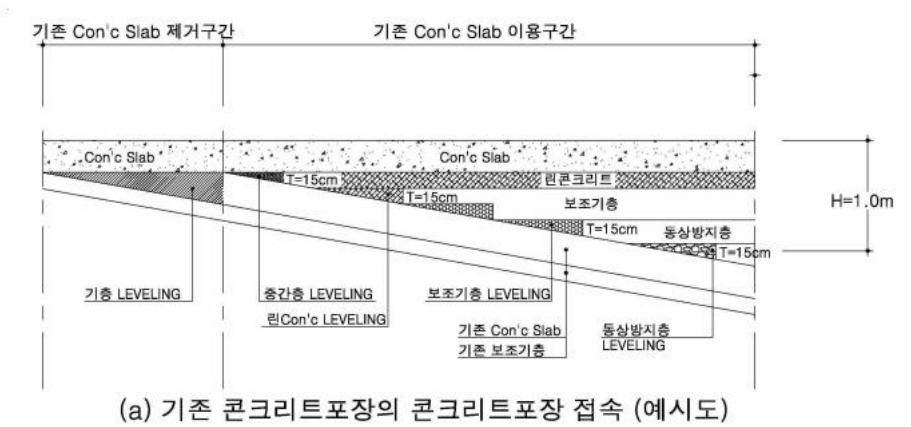
(6) 연약지반처리가 필요한 구간은 깊이에 관계없이 모든 구조물을 제거한다.

(7) 기존 도면입수 가능한 것은 도면에 의하여 수량 산출한다.

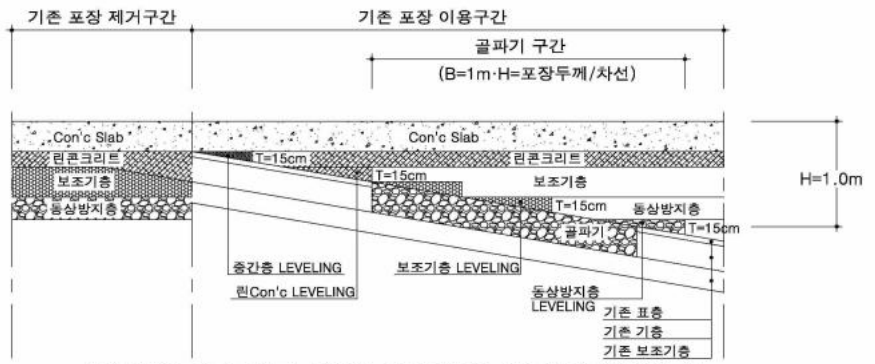
(8) 기존 아스팔트콘크리트 포장깨기 시

① 확장공사의 종단개량으로 인한 기존도로 굴착시

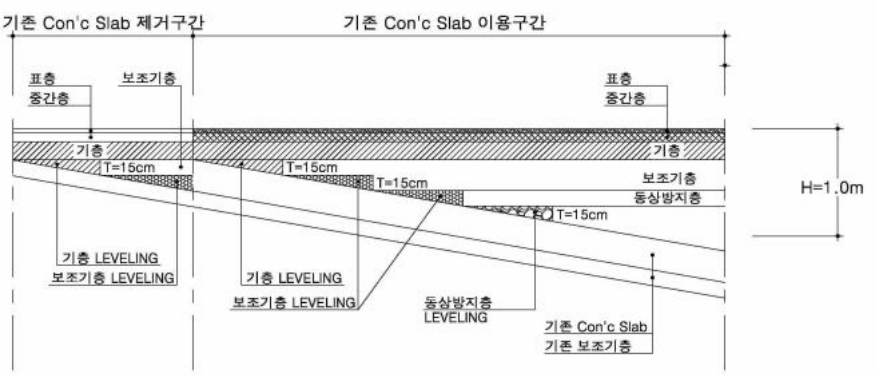
- 기존 포장체가 신설포장부에 보조기층 또는 동상방지층내에 위치할 경우 골파기 수량을 반영하고, 골파기는 1m폭에 아스팔트 콘크리트 포장두께 깊이로 하고 1차로당 1line을 설치한다.



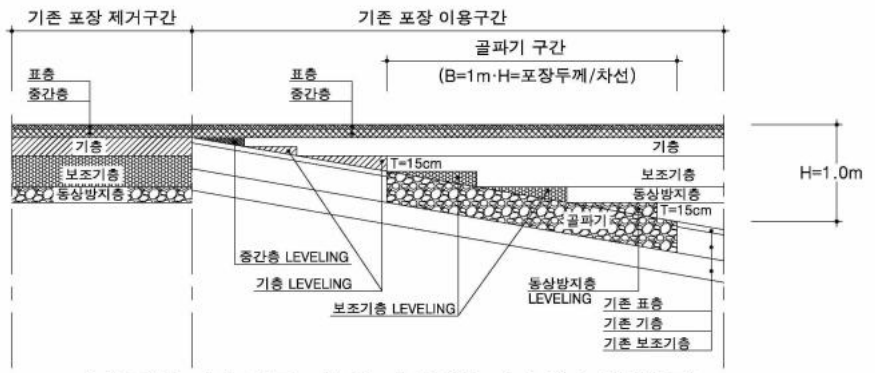
(a) 기존 콘크리트포장의 콘크리트포장 접속 (예시도)



(b) 기존 아스팔트포장의 콘크리트포장 접속 (예시도)



(c) 기존 콘크리트포장의 아스팔트포장 접속 (예시도)



(d) 기존 아스팔트포장의 아스팔트포장 접속 (예시도)

3) 측구뚝쌓기

(1) 콘크리트 측구 및 토사측구 등 쌓기부 측구의 형식에 따라 구분하되, 지형조건・현장여건을 고려하여 답구간에 설치한다.

(2) 도로 계획 노선이 비옥토가 분포하는 구간을 관통하게 될 경우 비옥토를 가능한 한 도로 공사의 조경 식재에 활용할 수 있도록 한다. 비옥토 보관은 자생수목 가식장을 활용하며 비옥토 보관량은 가식장 면적과 수거 높이(1~1.5 m)의 곱으로 산정한다. 가식장 보관 후 녹지대 기반 조성 시 운반 및 활용한다.

4) 표토제거

(1) 연약지반 구간의 표토 등 유기물질을 다량으로 함유하고 있는 토량은 쌓기 재료로 부적절하므로 발주처와 협의하여 제거후 처리하여야 한다.

5) 벌개제근 및 가로수 제거

(1) 벌개제근시 산림지역에 적용하며 기존 도로폭은 제외한다.

(2) 벌채·가로수 제거시 발생한 임목폐기물은 현장내 처리하여(파쇄,분쇄) 우드칩, 톱밥, 퇴비원료 등으로 사용하되, 현장여건에 따라 탄력적으로 적용한다.

※ 「폐기물 관리법 시행규칙(환경부, 2019.12)」 적용

6) 땅깎기

(1) 도로 땅깎기는 도로, 교차시설, 진입로, 주차장, 수로, 측구 등의 땅깍기와 비탈면 고르기 및 비탈면 끝의 곡선처리, 비탈면의 소단형성, 땅깎기 구간의 노상부나 흙쌓기 구간 원지반의 부적합 재료의 제거와 추후 타 목적에 사용하기 위해 감독원이 지시한 재료의 깎기를 말한다. 도로 땅깎기의 토질은 다음과 같이 분류한다.

① 토사 : 땅깎기 시 불도저가 유효하게 사용될 수 있는 정도의 흙, 모래, 자갈 및 호박돌이 섞인 지층

② 리핑암 : 땅깎기 시 불도저에 장착한 유압식 리퍼(Hydraulic Ripper)가 유효하게 사용될 수 있는 정도의 풍화가 상당히 진행된 지층

③ 발파암 : 땅깎기 시 발파를 사용하는 것이 가장 유효한 지층

(2) 토사깎기의 공사규모(시공량)는 다음과 같다.

구 분	공사규모(시공량)	작업종류
대규모	100,000m3 이상	도쟈 32t
중규모	100,000~10,000m3	도쟈 19t
소규모	10,000m3 미만	도쟈 19t

(3) 깎기·쌓기부 비탈면경사는 토질별 비탈면 안정검토 결과에 따라 적용하며, 소규모 현장일 경우는 비탈면 표준경사 기준을 고려하여 설계에 반영한다.(평면계획상 비탈면경사 조정은 비탈면 안정공 참조)

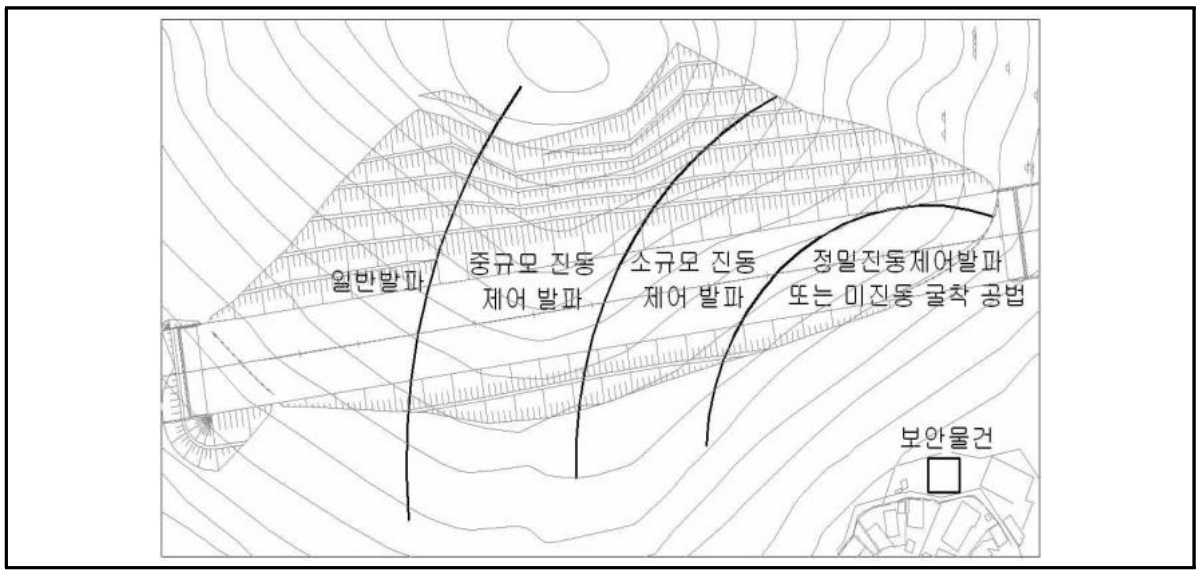
(4) 암발파 깎기부 비탈면 경사는 비탈면 안정검토 결과에 따라 적용하며 암발파 공법은 공사의 효율성과 민원발생 방지를 위하여 발파원에서부터 보안시설까지의 이격거리 기준으로 선정한다.

(5) 허용 진동속도는 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

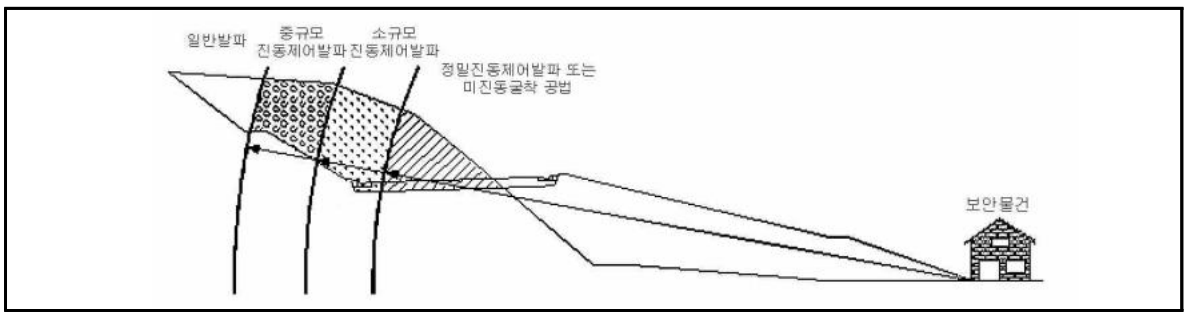
(6) 평면도 및 횡단면도상 수량산출 방법(“예”)

① 평면도상(○○～○○ 도로건설공사 STA.6+700지점 우측)



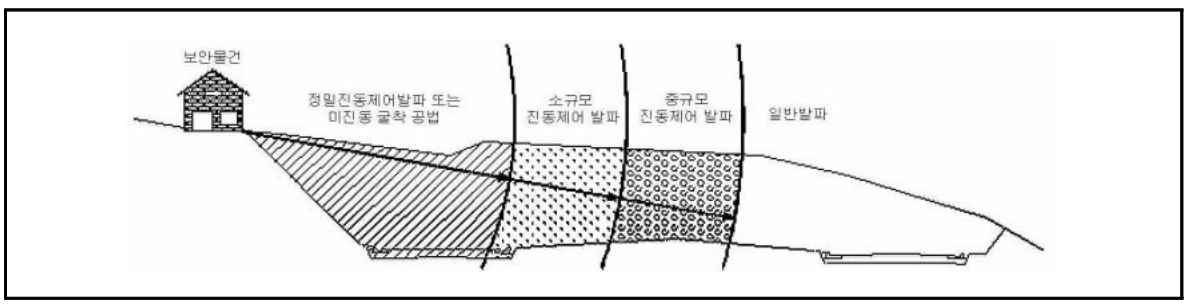
② 횡단면도상

① 보안물건이 발파지역보다 낮은 경우



- 평면도상 발파공법별 기준에 따른 이격거리를 산출하여 횡단면도에 원호를 그린다.
- 원호로 그은 선에 의하여 발파공법별 암 발파량을 구분하여 수량을 산출한다.
- 수량 산출을 용이하게 하기 위해 필요한 경우 원호와 계획선 및 지표선의 교차점을 잇는 현으로 직선화하여 수량을 산출할 수 있다.

② 보안물건이 발파지역보다 높은 경우



- 평면도상 발파공법별 기준에 따른 이격거리를 산출하여 횡단면도에 원호를 그린다.
- 원호로 그은 선에 의하여 발파공법별 암 발파량을 구분하여 수량을 산출한다.

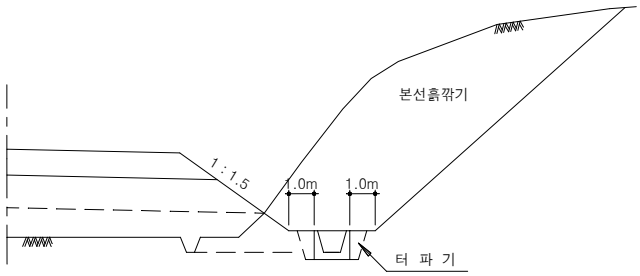
- 수량 산출을 용이하게 하기 위해 필요한 경우 원호와 계획선 및 지표선의 교차점을 잇는 현으로 직선화하여 수량을 산출할 수 있다.

(7) 도로 건설공사의 발파공법은 보안물건으로부터 발파소음, 진동, 비석 등의 환경피해 및 민원발생의 원인이 되므로, 환경피해를 저감 시킬 수 있도록 현지여건을 고려한 시공성, 경제성, 안전성 등을 감안하여 적정한 발파공법을 선정한다.

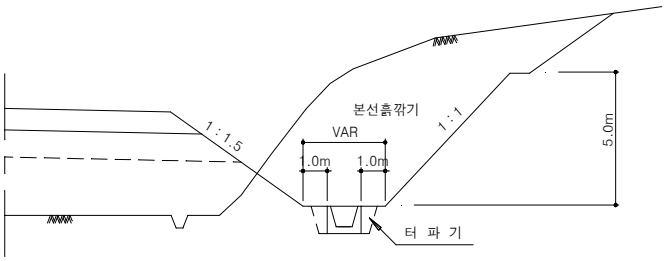
(8) 공사시에는 시험발파에서 제시된 천공간격, 지발당 허용장약량, 발파패턴 등에 따라 발파공사를 시행하여야 하며, 계측관리를 철저히 시행하여 안전하게 발파하여야 한다. (단, 설계 발파공법이 변경될 경우 발주처와 협의하여 설계변경을 하여야 한다)

(9) 땅깎기와 터파기의 구분 “예”

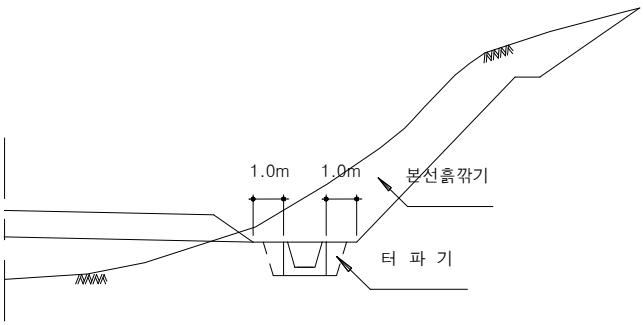
①



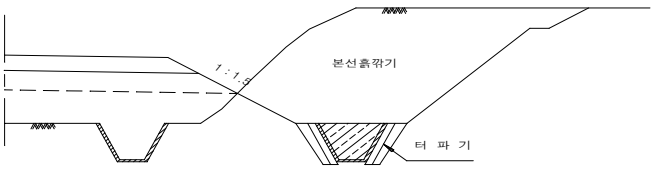
②



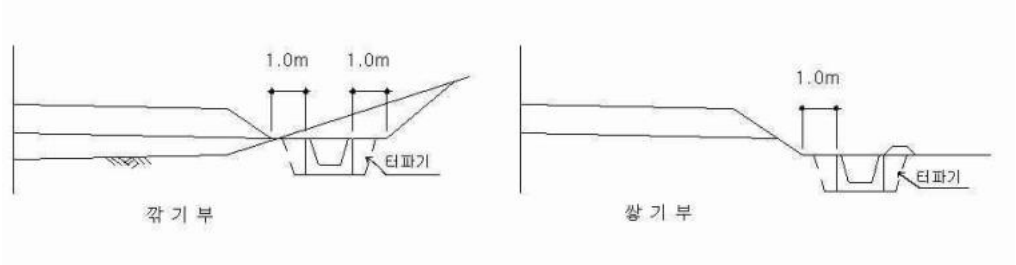
③



④



⑤



(10) 깎기부에 설치되는 교량 기초의 깎기·터파기후 발생하는 잔토는 환경훼손 최소화, 경제성 확보, 절취사면의 안정성 확보 등을 고려하여 가능한 원지반대로 복구토록 한다.

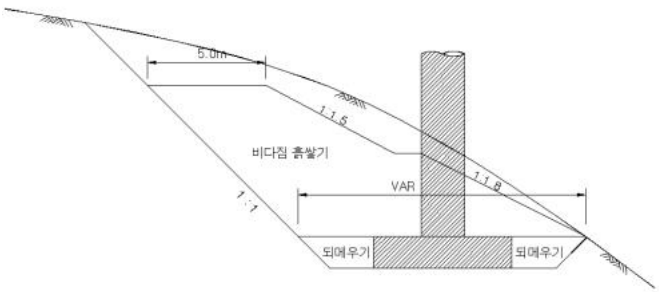
① 원지반경사가 1:1.5보다 완만한 경우 : 원지반으로 복구

② 원지반경사가 1:1.5보다 급할 경우 : 일반 쌓기부 경사(1:1.5 ~ 1:1.8)적용

③ 원지반 복구후의 잔토 : 현재와 동일하게 사토처리

④ 복구사면 녹화는 현장여건을 고려하여 적용여부 결정

⑤ 원지반 복구시 쌓기는 비다짐으로 적용(수량산출서에 산출근거(횡단면도 등) 명기)



※복구사면 상단부 소단폭원은 시공성을 고려하여 5.0m 적용

7) 순쌓기 운반(m^3)

(1) 토취장은 먼저 충분한 사전조사를 통하여 토질, 채취 가능 토량, 방재대책, 법적규제, 운반로, 현지조건 등을 종합적으로 조사한 후 선정하여야 한다.

(2) 토취장을 선정할 때에는 복수의 후보지를 대상으로 지형, 토질특성, 채취 가능량, 운반로, 방재, 문화재, 보상, 환경, 토지 이용현황 및 법적 규제 등을 충분히 검토하여야 한다.

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

(4) 토취장 계획에 대한 상세한 내용은 KDS 도로계획 44 30 00을 참조한다.

8) 사토(m^3)

(1) 사토장은 사토 가능량, 방재 대책, 법적 규제, 운반로, 현지조건 등을 종합적으로 조사한 후 계획하여야 한다.

(2) 잔토 및 불량토를 사토하는 경우는 사토 가능량, 토사유출 및 붕괴를 방지하기 위한 방

재대책, 법적 규제, 흙 운반로, 토지 이용계획, 용지보상, 문화재, 환경 등을 고려하여 후보지를 여러 곳 선정, 비교한 후 가장 유리한 사토장을 선정하여야 한다.

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

(4) 사토장 계획에 대한 상세한 내용은 KDS 도로계획 44 30 00을 참조한다.

9) 토석정보공유시스템 (https://tocycle.com)활용

(1) 기본 및 실시설계 완료시 토공사에 대한 토석정보공유시스템(https://tocycle.com)입력 현황을 보고서에 첨부시켜야 한다.

(2) 2개 공구가 인접하여 공사계획 시 순성토량과 사토량을 파악하여 토공 유동계획을 수립하여야 한다.

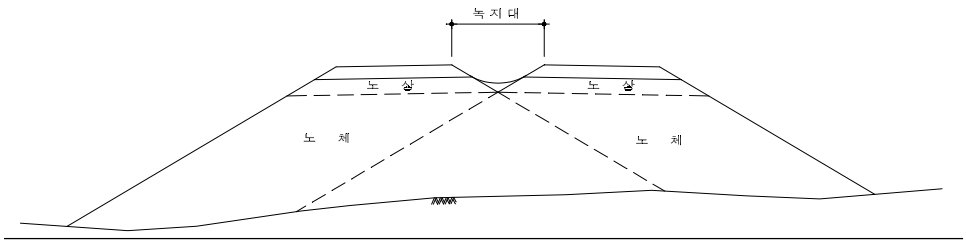
(3) 보고서에는 다음 내용을 포함한다.

① 인접공구 골재 최우선 활용방안 검토.

② 현장암 판매에 따른 사업비 절감방안 검토.

10) 흙쌓기(m^3)

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



(2) 높은 흙쌓기할 때에는 기초지반의 침하, 흙쌓기 비탈면의 안정성, 재료의 선정, 배수대책의 결정 등에 주의를 기울여야 한다.

(3) 높은 흙쌓기의 기준은 15 m 또는 공사감독자가 정하는 높이로 하여야 한다.

(4) 암쌓기

① 암버력을 흙쌓기 재료로 사용할 경우에는 노체완성면 600mm 이하 부분에서만 사용하여야 한다.

② 암 덩어리의 최대치수는 600mm를 초과할 수 없다. 다만, 풍화암이나 이암, 셰일, 실트스톤, 천매암, 편암 등 암석의 역학적 특성에 의해 쉽게 부서지거나 수침이 반복될 때 연약해지는 암버력의 최대치수는 300 mm이하로 한다.

③ 노체의 상부 600 mm는 필터층 역할을 할 수 있는 적절한 크기의 입상 재료 또는 소일시멘트 중간층 등을 설치한다.

④ 일반 흙쌓기부 위에 암쌓기를 하고자 할 경우에는 일반 쌓기부 표면은 중심에서 외측으로 1:12정도의 경사를 형성하여 배수가 원활히 되도록 한다.

⑤ 암쌓기 구간의 비탈면에 암버력이 노출되지 않도록 양질의 토사를 1m 이상 덮고 다짐을 실시한다.

⑥ 한쪽깎기·한쪽쌓기부, 깎기·쌓기 경계부, 향후 구조물 설치부는 암쌓기를 하여서는 안 된다.

⑦ 암거, 종·횡배수관 및 구조물 상부 600mm 내에서는 암쌓기를 하여서는 안 된다.

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

(6) 녹지대 쌓기

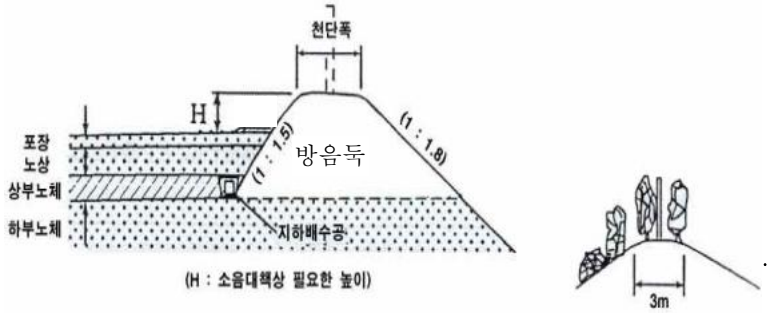
① 분리구간 녹지대는 토공균형 및 배수조건등을 고려하여 볼록형(凸) 또는 오목형(凹)을 선정 적용한다

(7) 방음둑 쌓기

① 계획도로 공사 시 사토가 발생되며 도로변에 충분한 여유부지의 확보가 가능한 지역을 대상으로 토사방음둑을 검토할 수 있다.

② 방음둑에 사용하는 쌓기 재료는 식물의 생육에 적당한 것을 사용하고, 둑마루폭은 3m를 표준으로 한다.

③ 방음둑의 다짐은 식물의 육성에 지장이 없는 정도의 소형다짐기계 등을 사용하여 다짐하며 방음둑 비탈면 부근은 배수불량에 따른 연약화하기 쉬워 충분한 배수대책을 수립한다.



11) 흙깎기부 소단설치

(1) 쌓기비탈면의 소단설치

① 비탈면높이가 5m 이상인 비탈면에서는 비탈면 유지관리를 위한 점검, 배수시설의 설치공간으로 활용하기 위하여 원칙적으로 소단을 설치한다.

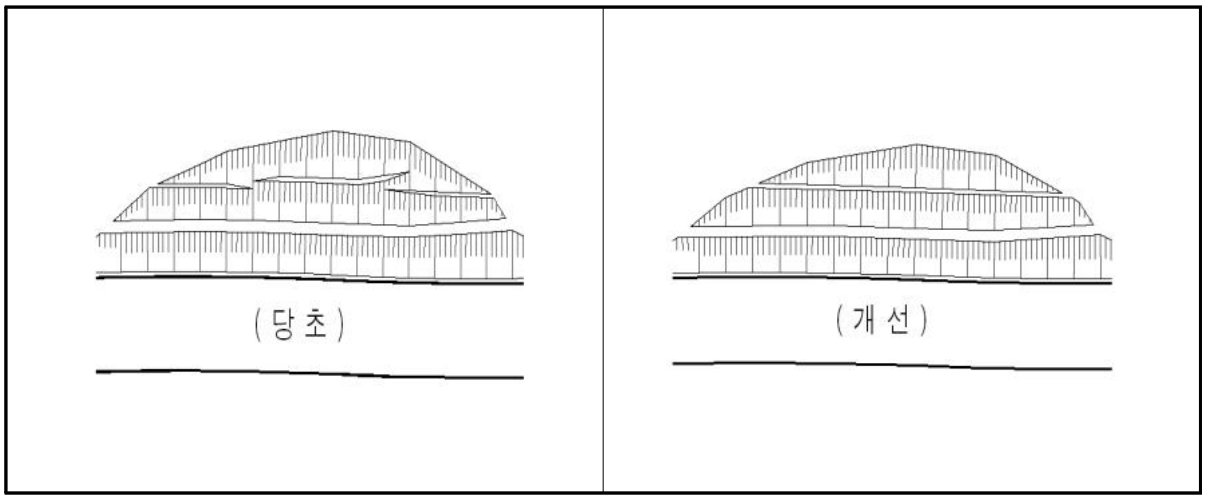
② 비탈면 중간에 5m 높이 마다 폭 1m의 소단을 설치한다.

③ 장비진입 등과 같은 작업공간의 확보가 필요한 경우에는 소단폭을 여건에 맞게 조정할 수 있다.

(2) 깎기비탈면의 소단설치

① 깎기비탈면의 높이가 10 m 이상인 비탈면에서는 비탈면 유지관리를 위한 점검, 배수시설의 설치공간으로 활용하기 위하여 원칙적으로 소단을 설치한다.

② 흙깎기부 소단설치는(리핑,발파암 포함) 시공성 및 미관을 고려하여 연속적이고 일관성 있게 설치한다.



③ 토사 및 리핑암 구간은 비탈면 중간에 5m 높이마다 폭 1m의 소단을 설치하고 일정한 높이(5의 배수)로 계획한다. 장비 진입 등과 같은 작업공간의 확보가 필요한 경우에는 소단 폭을 여건에 맞게 조정할 수 있다.

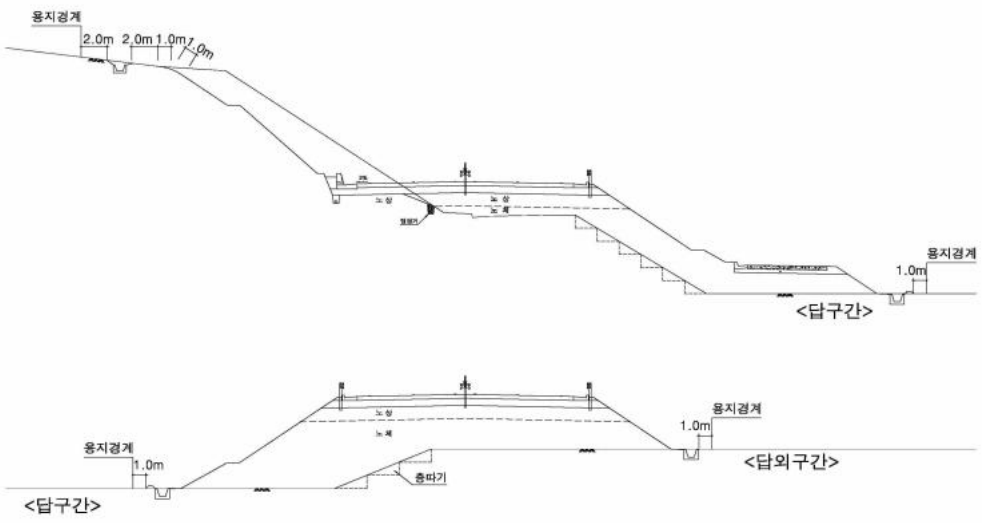
④ 깎기 비탈면은 공통적으로 높이 20m 마다 폭 3m의 소단을 설치한다.

12) 용지경계

(1) 토공구간

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

- 쌓 기 부 : 측구 및 비탈면 끝에서 1m
- 깎 기 부 : 측구 및 비탈면 끝에서 2m
- 부체도로 : 측구 및 비탈면 끝
- 도 시 부 : 사안별로 검토 결정



(2) 교량구간

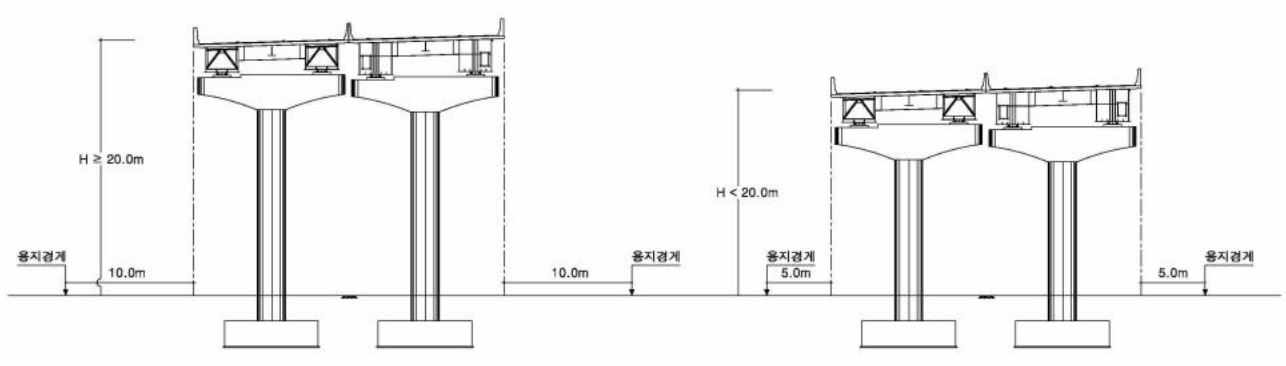
교량부 용지경계는 교량가설 시 시공공간 확보와 일조권 침해에 따른 간접피해보상 차원에서 다음사항을 기초로 적용한다.

◦ 교고

- 교고≥20m : 교량 끝에서 10m,
- 교고< 20m : 교량 끝에서 5m를 표준

◦ 도로, 철도, 하천등 공공시설 교차부는 교량 순폭원

◦ 시가지 또는 건물 밀집지역은 사안별로 검토하여 결정



13) 측도(부체도로) 및 기타사항

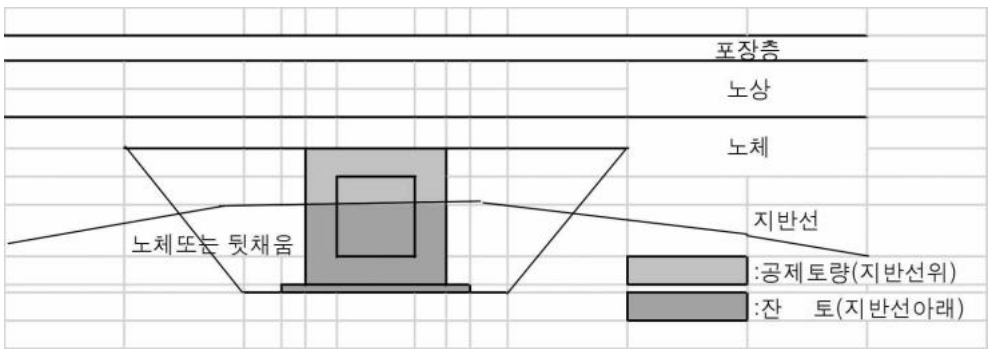
(1) 측도(부체도로)의 폭은 5.0m를 표준으로 하되 접속도로 현장여건 등을 종합적으로 검토하여 적용한다.

(단, 지방도 및 농어촌도로 등은 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 반원형관을 설치할 수 있다.

(4) 토공 유동표상 지반선 위의 공제토 작성기준

구 분	순 쌓 기 현 장	사 토 현 장
공 제 토 작성기준	① 순쌓기란에 ⊖공제토량 ② 흙쌓기란에 ⊖공제토량	① 유동표 운반에 ⊖공제토량 ② 흙쌓기란에 ⊖공제토량 ③ 사토란에 ⊕공제토량
단 면 예		

1.2 수량산출요령

1. 기존 구조물 깨기

1) 무근콘크리트 깨기(m^3)

(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/m3으로 한다.

2) 철근콘크리트 깨기(m^3)

(1) 기존 철근 콘크리트 구조물 전량에 대하여 수량을 산출한다.

(방호벽, 교량용중분대, 교량, 암거 및 날개벽, 옹벽, P.S.C BEAM등)

(2) 단위중량은 2,400kg/m3으로 한다.

(3) 수량산출시 인력, 기계로 구분하지 않고 단가산출에서 기계 100% 일괄 계상한다.

(4) 철근고재 발생품은 부피기준 0.8%로 계상한다.(80%고재 처리)

예) $1m^3$당×0.008×7,850kg/m^3×80%=50.24kg/m^3≒50kg/m^3

3) 석축헐기(m^2)

(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 시공성 결여)

4) 기존포장 깨기

(1) 콘크리트 포장깨기(m^3)

① 기존 콘크리트 포장두께를 정확히 조사하여 수량을 산출한다.

② 단위중량은 2,300kg/m^3으로 한다.

③ 기계 깨기 및 절단을 원칙으로 한다.

④ 콘크리트 포장깨기의 발생량 및 폐콘크리트(건설폐기물)는 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률에 따라 건설폐기물로 처리하거나 파쇄 후 쌓기재로 유용하는 것으로 하고 L형측구 뒷채움재나 기초잡석으로의 활용을 검토하여야 한다.
재활용용도(보조기층용, 동상방지층 및 차단층용) 골재 사용량의 40%이상은 순환골재로 의무사용토록 한다.

순환골재 의무사용 건설공사	사용 용도	순환골재 의무사용량
1) 공사구간의 폭이 2.75미터 이상이고 길이가 1킬로미터 이상 2) 포장면적이 9천제곱미터 이상	도로 보조기층용, 동상방지층 및 차단층용	사용용도별로 각각 골재 소요량의 40% 이상

※ 「순환골재 등 의무사용건설공사의 순환골재·순활골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용량에 관한 고시(국토교통부, 2017.09) 」적용

(2) 아스팔트 포장깨기(m^3)

① 기존 아스팔트 포장두께(덧씌우기 포함)를 정확히 조사하여 수량을 산출한다.

② 단위중량은 2,350kg/m^3으로 한다.

③ 기계깨기 및 절단을 원칙으로 한다.

④ 아스팔트 포장깨기의 발생량은 이동식 크랏샤로 크랏싱후(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 = (m^3)	연장×2=(m)
+	+			
+	+			
+	+			
+	+			

(3) 보도블럭 포장헐기(㎡)

① 기존보도블럭 포장 단면적으로 산출한다.

② 단위중량은 2,300kg/m^3으로 한다.

③ 인력헐기를 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) 호안블럭 헐기(㎡)

① 기존 호안블럭 단면적으로 산출한다.

② 철거한 호안블럭은 무근콘크리트깨기 수량에 반영한다.

③ 철거한 재료에 대한 적재 및 폐기물처리 비용은 별도 계상한다.

7) 돌망태 헐기(㎡)

① 기존 돌망태 단면적으로 산출한다.

② 철거한 재료에 대한 적재 및 폐기물처리 비용은 별도 계상한다.

8) 가드레일 철거(m)

① 철거 연장(m)으로 산출한다.

② 철거한 재료는 고재처리한다.

9) 강교철거(Ton)

(1) 철거 총 Ton 수로 산출한다.

10) P.S.C BEAM 철거

(1) 규격별 철거 총 본수로 산출한다.

(2) 철거한 P.S.C BEAM은 철근콘크리트 깨기 수량에 반영한다.

11) 건설폐기물 파쇄(㎥)

(1) 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률에 따라 현장 유용이 가능한 경우 경제성 및 현장적용성 등을 감안하여 이동식 크랏샤(자주식)를 이용 100mm이하로 파쇄한 후 쌓기재로 활용한다.(단 폐기물처리와 비교검토)

(2) 건설폐기물(폐콘크리트, 폐아스콘)을 ㎥로 산출한다.

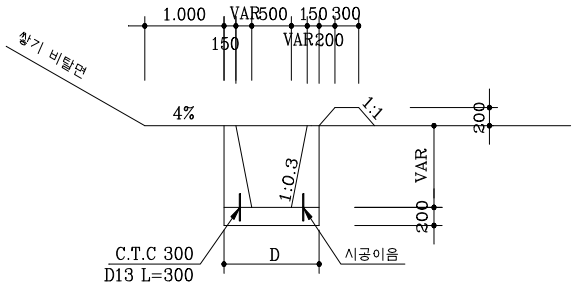
(3) 운반비는 현장발생한 폐기물량, 발생장소 등을 고려하여 발주처와 협의 결정하여야 한다.

(4) 폐콘크리트의 체적 환산계수(f) L:1.40~1.60, C:별도계상으로 산출한다

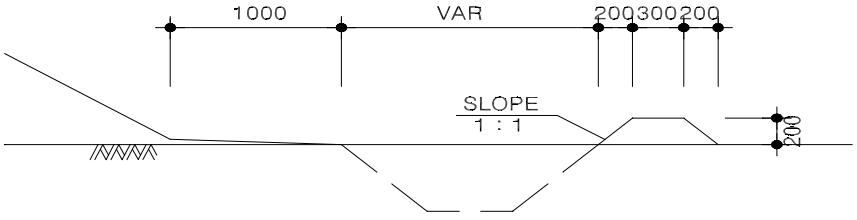
2. 측구뚝쌓기(m³)

1) 측구뚝쌓기는 비다짐 수량으로 산출한다.

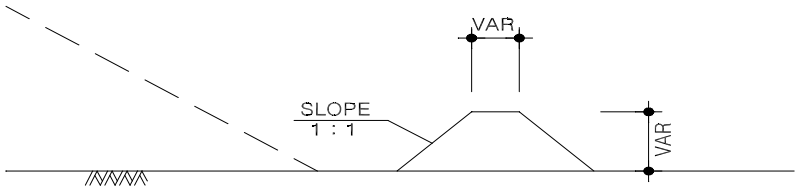
(1) 형식-1(콘크리트



(2) 형식-2(토사측구)



(3) 형식-3(토사측구)



3. 표토제거(㎡)

1) 답구간

(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 현재 지목으로 산출한다.

(8) 순쌓기 현장의 경우에는 유동표상에 쌓기부 표토제거 부분의 다짐물량 및 부족토공량을 계상하고, 사토현장의 경우에는 표토제거 부분의 다짐물량계상및 표토제거량을 전량 사토하는 것으로 계상한다.

(9) 흙깎기부는 깎기에서 공제하고 흙쌓기부는 쌓기에 포함한다.

2) 답외구간

(1) 답구간 표토제거 수량산출요령 공통적용

3) 연약지반구간

(1) 답구간 표토제거 수량산출요령 공통적용

4) 비옥토 수거

(1) 비옥토 수거와 표토제거는 중복 계산할 수 없다.

(2) 수량은 수평거리로 최단거리를 산정하되 측구부분을 제외한다.

(3) 비옥토는 지표면으로부터 두께 20cm를 수거하는 것으로 한다.

(4) 깎기부, 노체, 노상으로 구분 산출한다.

(5) 유동표상에 쌓기부의 비옥토 수거 부분은 다짐물량을 계상하며 순쌓기 현장은 추가로 부족 토공량을 계상한다.

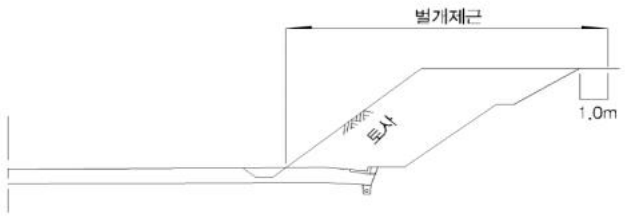
4. 벌개제근 및 가로수 제거

1) 벌개제근(㎡)

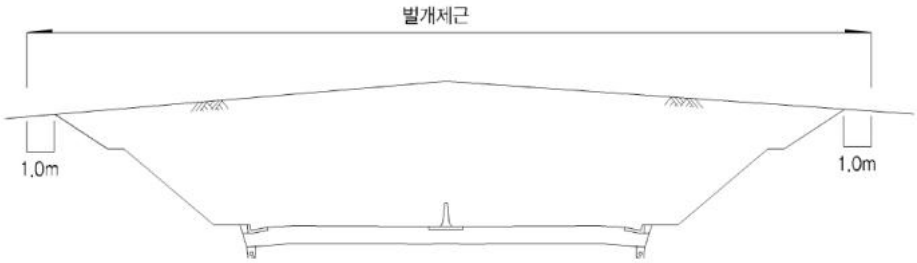
(1) 벌개제근 항목은 벌목과 뿌리뽑기로 구분하여 산출한다.

(2) 벌개제근 지역은 깎기부와 쌓기부로 구분하여 산출한다.

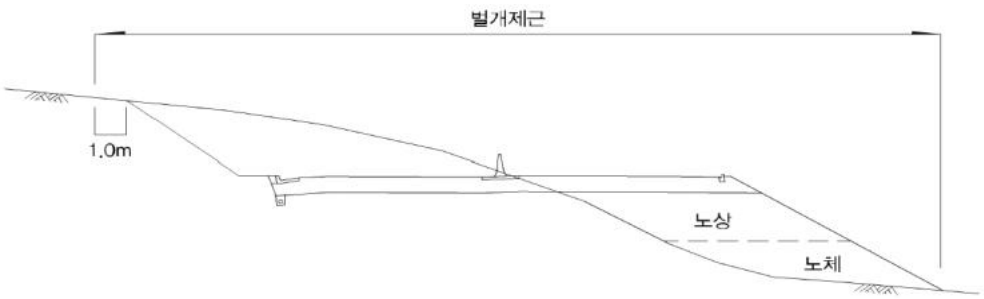
(3) 지표면의 최단거리로 산출한다.(산마루측구와 1m Rounding구간)



(a) 기존도로의 확장 구조 (예시)



(b) 신설도로-땅깎기부 예시)



(c) 신설도로-편절편성 (예시)

(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, 덤불등은 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 1.0㎡당 50~60%의 수량을 계상하여 적용한다.

5. 땅깎기(m^3)

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 부중 계획깎기고가 10m미만 구간에 설치하되 「암파쇄방호시설 설치지침」에 따른다.

※ 발파암 유용시: 기계소할 15%(브래이커 깨기, 미진동굴착, 정밀진동제어 발파는 제외)

4) 브레이커 : 기존도로와 접해있는 확장부의 깎기(깎기높이가 10m이상일때에는 차량통행에 지장이 없도록 가시설을 설계에 반영한다. : H-BEAM, 토류판 등)

5) 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)

6) 정밀진동제어발파 : 소음, 진동규제치 기준에 의거 발파원에서 보안물건(주요시설물, 축사, 가옥, 공장 등)과 충분한 이격거리에 맞게 적용하도록 하고, 시험발파를 통해 발주처와 협의하여 발파구간을 선정한다.

7) 진동제어발파(소규모, 중규모) : TYPE별 적용은 발파원 중심에서 보안시설물(주요시설물, 축사, 가옥, 공장 등) 과의 이격거리에 맞게 적용한다.

8) 일반발파 : 동일한 장소내에서 발파 규모가 적은 지역에 연속적인 작업이 가능한 지역으로 크롤러 드릴을 사용하여 공당 파쇄량이 24.0m^{3}인구간에 적용한다.

9) 대규모발파 : 동일한 장소내에서 일반발파규모가 큰 지역에 연속적으로 작업이 가능한 지역으로 크롤러 드릴을 사용하여 공당 파쇄량이 65.4m^{3}인구간에 적용한다.

※ 암발파 공법은 거리-지발당 장약량 조견표를 참조하여 설계시 공법을 검토하여야 한다.

10) 시험발파비용은 4km범위내에서 1회를 설계에 반영하고, 시공단계에서는 암반특성 및 현장조건에 따라 조정할 수 있다.

11) 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^3,6%할증)

-스크리닝스 사용범위:혼합골재 중량의 30%까지 대체(원석량=스크리닝스량x1.7/2.6)

※「보조기층 등 골재 생산시 스크리닝스 활용(2006.12,도로건설팀)」적용

6. 유용토 운반(m^3)

1) 설계서 수량은 자연상태 수량으로 토공유동표에서 산출한다.

2) 도쟈 및 덤프운반거리는 평균운반거리로 계상하고 운반수량은 토질별(토사, 리핑암, 발파암)로 구분하여 산출한다.

3) 양측확장의 경우 좌·우측 구간은 방향별로 유동표를 작성하여 운반거리를 산출한다.

4) 무대운반

(1) 종방향 무대는 L=20m로 한다.

(2) 종, 횡방향 무대량 산출 시 깎기·쌓기 경계부에 사용 중인 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)

(3) 층따기 수량은 무대로 산출 100% 유용한다.(노상, 노체로 구분 산출)

5) 도쟈운반

(1) 도쟈운반은 유토곡선 상에서 저변 60m이하를 기준으로 한다.

(2) 도쟈 깎기 및 운반수량은 구분하여 작성한다.

6) 덤프운반

(1) 덤프운반은 60m를 초과하는 것을 기준으로 한다.

(2) 덤프운반거리(평균운반거리)는 설계도로의 터널, 교량 등 현지여건을 고려하여 산출한다.

7. 순쌓기 운반(m^3)

1) 토사 [2) 리핑암, 3) 발파암 공통적용]

(1) 설계서 수량은 자연상태 수량으로 토공유동표에서 산출한다.

(2) 순쌓기는 가급적 본선의 깎기경사로 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) 토취장사용료 = 토취장 체적(㎥) × 해당지자체 최저골재가의 50%

(6) 산림복구비는 별도 계상한다.(부대공 참조)

(7) 토공유동표의 운반량(덤프운반)중 토사량과 순쌓기량에 대하여 6%를 가산한다.

(8) 순쌓기 운반량이 100만㎥이상이고, 운반거리가 10km이상 공사에 대하여 선별적으로 (15ton 덤프 80% + 20ton 덤프 20%)을 적용한 복합단가로 계상한다.

8. 사토(m^3)

1) 무대운반 [2)도쟈운반, 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^3)

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 비탈면 돌붙임 등을 검토하여 필요시 설치한다.

4) 교량구간 및 터널구간은 횡단면도 토적표상에서 시·종점을 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 계획구간의 원지반이 암지반, 파쇄암지반 등으로 인하여 흙쌓기가 불가능한 경우 원지반을 50cm 제거하고 토사로 복토한 후 떼붙임을 하며 식재기반을 조성할 경우 식재구덩이마다 최소 1.5m 이상의 깊이를 양질의 토사로 환토하고 원지반의 배수시설을 설치한다.

6) 암쌓기

(1) 암쌓기 면적으로 산출한다.

(2) 암버력 외측 비탈면구간에 실시하는 토사다짐과 암버력 상부에 설치하는 필터층은 별도 계상한다.

(3) 암버력 외측 비탈면 구간에 실시하는 토사다짐 폭은 1m 이상으로 한다.

(4) 암버력 상부에 설치하는 필터층은 암쌓기 상부 폭에 필터층 600mm로 산출한다.

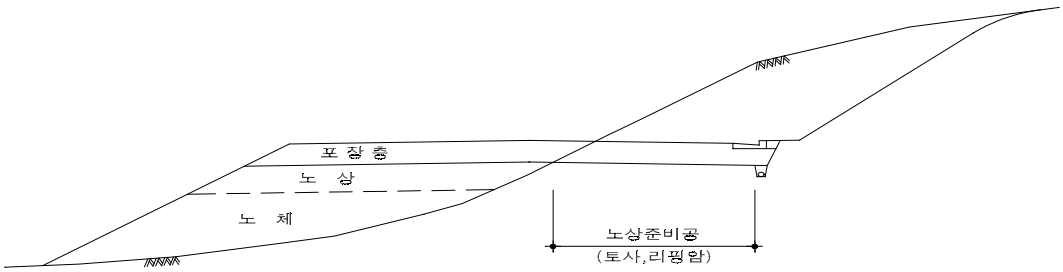
10. 뒷채움 및 다짐공(m^3)

1) 배수공 및 구조물공의 수량산출을 기준으로 집계한다.(교대, 날개벽, 암거 뒷채움)

11. 노상준비공(m^2)

1) 토사 및 리핑암 구간 깎기후 노상 최종면의 거리를 산출한다.

2) 맹암거 및 발파암 구간은 제외한다.



12. 되메우기 및 다짐공(m^3)

1) 배수공의 L형 측구, 부대공의 방음벽 및 다이크 되메우기량을 산출한다.

2) 수량은 다짐 및 비다짐으로 구분하여 적용한다.

13. 쌓기비탈면 다짐공(㎡)

1) 길어깨 상단에서 쌓기 비탈면 끝까지 하고, 소단 및 라운딩 구간을 포함한 비탈면 거리로 면적을 산출한다.

2) 비탈면 다짐은 쌓기부 줄떼 및 NET잔디 등의 면적과 동일하게 계산한다.

14. 층따기(m^3)

1) 비탈면경사가 1:4보다 급한 경우 층따기를 실시한다.

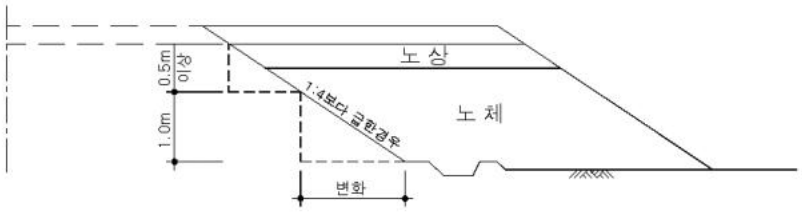
2) 층따기의 직고 높이는 1m를 기준으로 한다.

3) 최상단 층따기 높이가 50cm 미만일 경우는 그 아랫단의 수평거리를 노상 마무리선과 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 규준틀 설치(EA)

1)비탈규준틀

(1) 비탈규준틀은 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) 수평규준틀

(1) 수평규준틀은 토공구간에 100m간격으로 설치토록 한다.

16. 연약지반처리공

1) 침하토 쌓기 및 다짐(m^3)

(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^3)

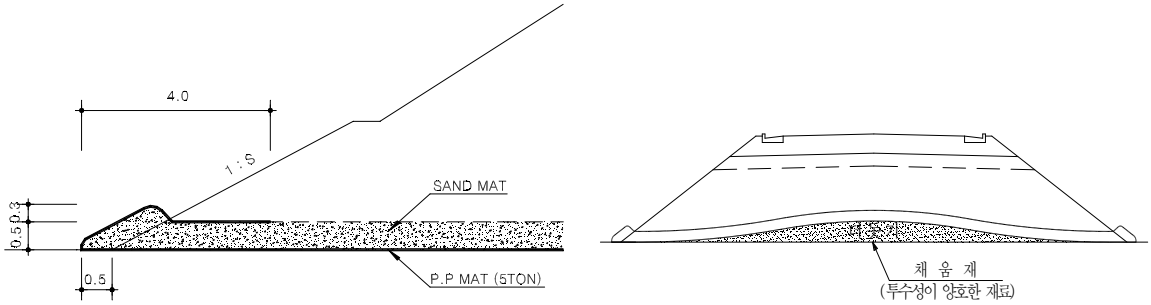
(1) 연약지반 구간의 샌드매트 두께는 콘지수, 주행성, 배수성을 종합적으로 검토하여 50~120cm 범위내에서 산출한다.

(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,

발주처의 승인후 침하량을 고려한 더돗기 등을 고려할 수 있다.

3) P.P 매트 부설(5ton/m)(m^2)

- 5ton/m (10ton/m, 15ton/m 공통적용)

(1) P.P 매트는 쌓기비탈면 끝단에서 4.0m씩 여유있게 산출한다.

(2) 현장봉합의 겹이음은 구입제품에 포함된 수량이다.

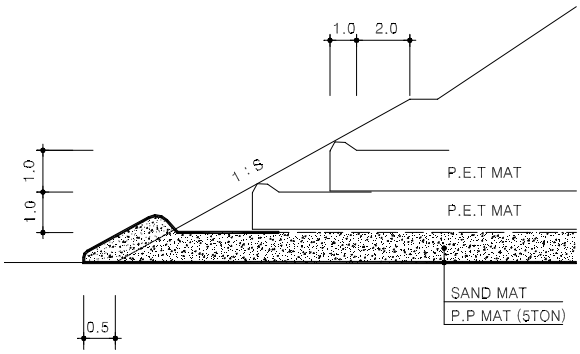
4) P.E.T 매트 부설(m^2)

- 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(ϕ400mm)(m)

(1) 연약지반 구간에 적용하며 심도는 Sand Mat층을 포함한다.(항타 및 인발)

(2) 모래수량은 Sand Mat층을 제외한 수량이다.

6) 샌드콤팩션 파일(ϕ700mm)(m)

(1) 연약지반 구간에 적용하며 심도는 Sand Mat층을 포함한다.(항타 및 인발)

(2) 모래수량은 Sand Mat층을 제외한 수량이다.

7) 팩 드레인(D120mm)(m)

(1) 연약지반 구간에서 팩 드레인 공법 사용시 적용하며 팩 드레인의 길이는 시공관리를 위하여 샌드매트 상단에서 50cm가 노출되도록 산출한다.

8) 표토제거(m^2)

(1) 수량은 수평거리로 산출한다.

(2) 연약지반구간 쌓기재료로 부적합한 지표(초근, 갈대, 습지 등)를 표토제거 T=20cm로 수량을 반영한다.

(3) 연약지반에서 표토제거로 발생된 토사는 사토하는 것을 원칙으로하되, 유용이 가능하다고 판단되는 경우 현장여건에 따라 유용할 수도 있다.

9) 과재쌓기(m^3)

(1) 연약지반 구간에 적용한다.

(2) 과재쌓기 후 제거한 수량은 본선 쌓기 작업에 유용한다.

10) 과재쌓기 제거(m^3)

(1) 과재쌓기 후 제거한 수량은 본선 쌓기 작업에 유용한다.

11) 치환토(m^3)

(1) 연약지반내에 치환하여야 할 토량은 체적으로 산출한다.

12) 침하판(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 설치는 지층까지의 깊이로 산출한다.

(2) 설치구간은 발주처와 협의하여 전단파괴 예상지점에 설치한다.

15) 간극수압계 설치(개)

(1) 연약지반 구간에 적용하며 계측관리 Tube 설치는 연약지반층 중간 깊이로 설치, 간격은 200m로 한다.

(2) 연약지반 두께가 5m미만인 경우 공당 1소자, 5~10m인 경우 공당 2소자, 10m이상인 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.

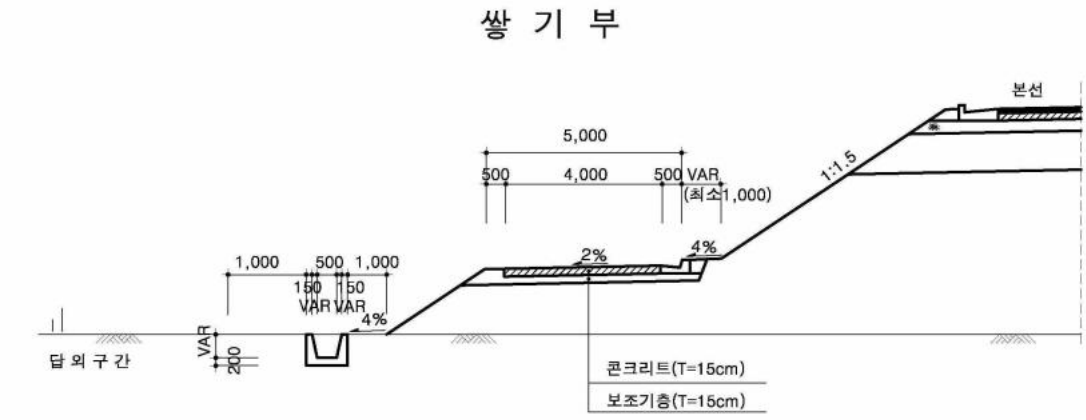
17. 측도(부체도로) 및 기타사항

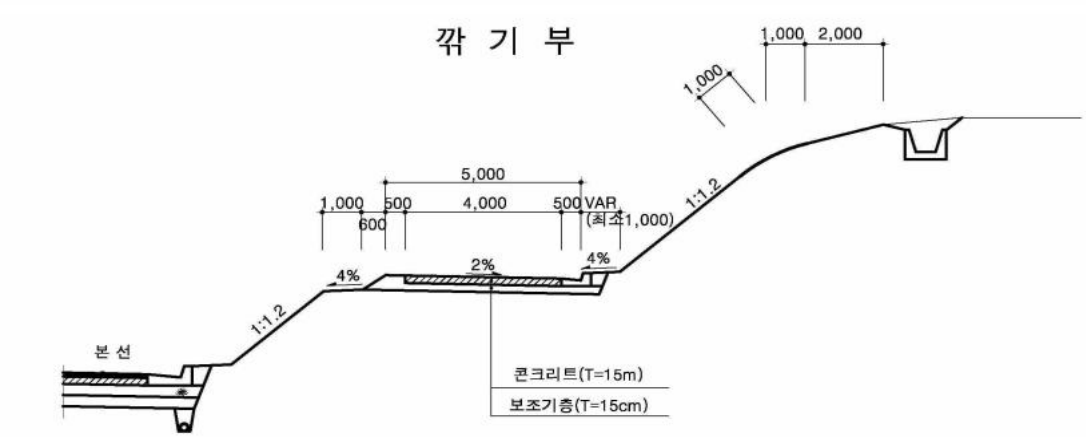
1) 본선과 인접시에는 본선과 같이 수량산출하고, 본선 물량에 포함시키기 어려운 경우는 별도 산출한다.

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.

<table>
<tr><td colspan="10">STA. +</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">지 반 고</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="5">땅깎기</td><td rowspan="3">진동제어발파</td><td rowspan="2">진동제어발파
(TYPE-Ⅲ)</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="5">비탈면
보호공</td><td>줄 떼</td><td></td></tr>
<tr><td>평 떼</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">계 획 고</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">진동제어발파
(TYPE-Ⅳ)</td><td rowspan="2"></td><td>얇은식생기반재</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">표토
제거</td><td>답구간</td><td></td><td rowspan="2">미진동굴착</td><td>미진동굴착
(TYPE-1)</td><td></td><td>두꺼운
식생기반재</td><td></td></tr>
<tr><td>답외구간</td><td></td><td>유압식
할암공법</td><td></td><td>리핑암면고르기</td><td></td></tr>
<tr><td>비옥토 수거</td><td></td><td rowspan="2">흙쌓기</td><td colspan="2">노 체</td><td></td><td>발파암면고르기</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">벌개제근</td><td>벌목</td><td></td><td colspan="2">노 상</td><td></td><td colspan="2">측구뚝쌓기</td><td></td></tr>
<tr><td>뿌리뽑기</td><td></td><td colspan="2">녹 지 대</td><td></td><td colspan="2">되메우기 및 다짐공</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">땅깎기</td><td>토 사</td><td></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">암 성 토</td><td>암쌓기</td><td></td><td rowspan="2">층따기</td><td>노 체</td><td></td></tr>
<tr><td>리핑암</td><td></td><td>필터층</td><td></td><td>노 상</td><td></td></tr>
<tr><td>일반발파
(TYPE-Ⅴ)</td><td></td><td>비탈면흙쌓기</td><td></td><td rowspan="3">연약
지반
처리</td><td>침하토</td><td></td></tr>
<tr><td>대규모발파
(TYPE-Ⅵ)</td><td></td><td rowspan="2">노 상
준비공</td><td colspan="2">깎 기 부</td><td></td><td>Sand Mat</td><td></td></tr>
<tr><td>정밀진동제어발파
(TYPE-Ⅱ)</td><td></td><td colspan="2">기존도로부</td><td></td><td>과재쌓기</td><td></td></tr>
</table>

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 셋째자리까지로 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 깬 잡석 발생량 50% 유용(돌붙임이 없을 경우 90% 토공에 유용)
- 콘크리트 및 아스콘 깨기 : 순쌓기구간은 이동식 크랏샤로 크라싱후(100m/m이하) 노체에 유용함을 원칙으로 하되, 경제성등을 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, 맹암거등의 터파기로 인하여 발생되는 잔토를 다음과 같이 산출한다.

잔 토 ┌ 육상 터파기 : 100% 유용(단 100%유용 가능시)
└ 수중 및 용수 터파기 : 80% 유용

- 석축, 배수관(날개벽 포함), 토사측구, 암거(날개벽 포함), 집수정, 잡석깔기, 맹암거 등
- 노견다이크, 도수로용 집수거, 도수로 : 잔토처리(단가에서 처리)

③ 구조물공 : 터파기로 인하여 발생되는 잔토를 다음과 같이 처리한다.

잔 토 ┌ 육상 터파기 : 100% 유용(단, 100% 유용 가능시)
├ 수중 및 용수 터파기 : 80% 유용
└ 유용이 불가능한 토사 : 사토처리

※ 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 중분대 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 상태수량)

(2) 깎기량은 토적표에는 자연상태의 수량을, 누가토적표에는 다짐상태의 수량을 기입한다.(토량환산계수는 토사 : 0.9, 리핑암 : 1.1, 발파암 : 1.28)

(3) 누가토적표의 횡방향 토량란에는 흙깎기·흙쌓기 수량중 작은 수량을 기입하며 이 수량은 유용 무대 처리한다.

(4) 누가토적표의 차인토량란에는 깎기량과 쌓기량과의 차이수량을 기입한다.
쌓기수량이 깎기수량보다 많은 경우에는 (-), 반대일 경우 (+)기호를 붙인다.

(5) 누가토량란에는 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 현지여건상 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)

사토량 = 깎기량 - 쌓기량

※ 검산방법 : 쌓기량=운반량(무대운반량+유대운반량), 깎기량=운반량+사토량

② 순쌓기의 경우(쌓기량 > 깎기량)

순쌓기량 = 쌓기량 - 깎기량

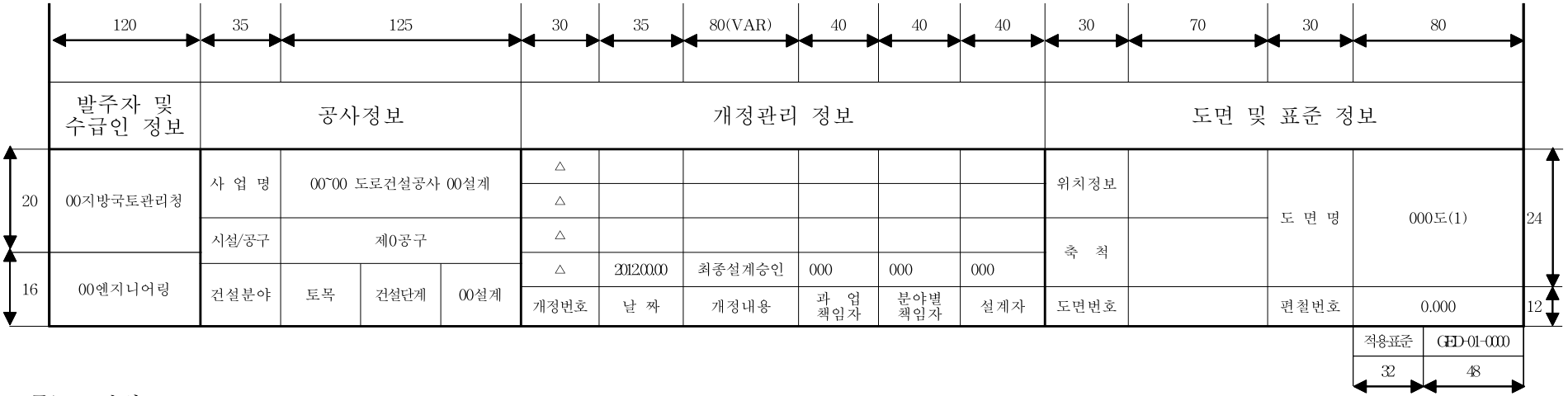
※ 검산방법 : 깎기량=운반량(무대운반량+유대운반량)

토 공 유 동 표

자연상태 / 다짐상태

구 분	흙깎기					운반																순쌓기				사 토				흙 쌓 기					비고
						무 대				도 자				덤 프				운반계																	
	토 사	리핑암	발파암	기 타	계	토 사	리핑암	발파암	소 계	토 사	리핑암	발파암	소 계	토 사	리핑암	발파암	소 계	토 사	리핑암	발파암	소 계	토 사	리핑암	발파암	계	토 사	리핑암	발파암	계	노체	노상	녹지대	기 타	계	
토 적 표 상																																			
측구 터파기																																			
토사다이크측조공																																			
표토제거(쌓기부)																																			
표토제거(깎기부)																																			
유 용 토																																			
공 제 토																																			
앞 채 움																																			
되 메 우 기																																			
기존구조물 깨기																																			
가도 쌓기																																			
가도 철거																																			
소 계																																			
순쌓기 6%할증(토사)																																			
합 계																																			
내역서 적 용 자연상태																																			
내역서 적 용 다짐상태																																			

설계도면 하단작성 요령

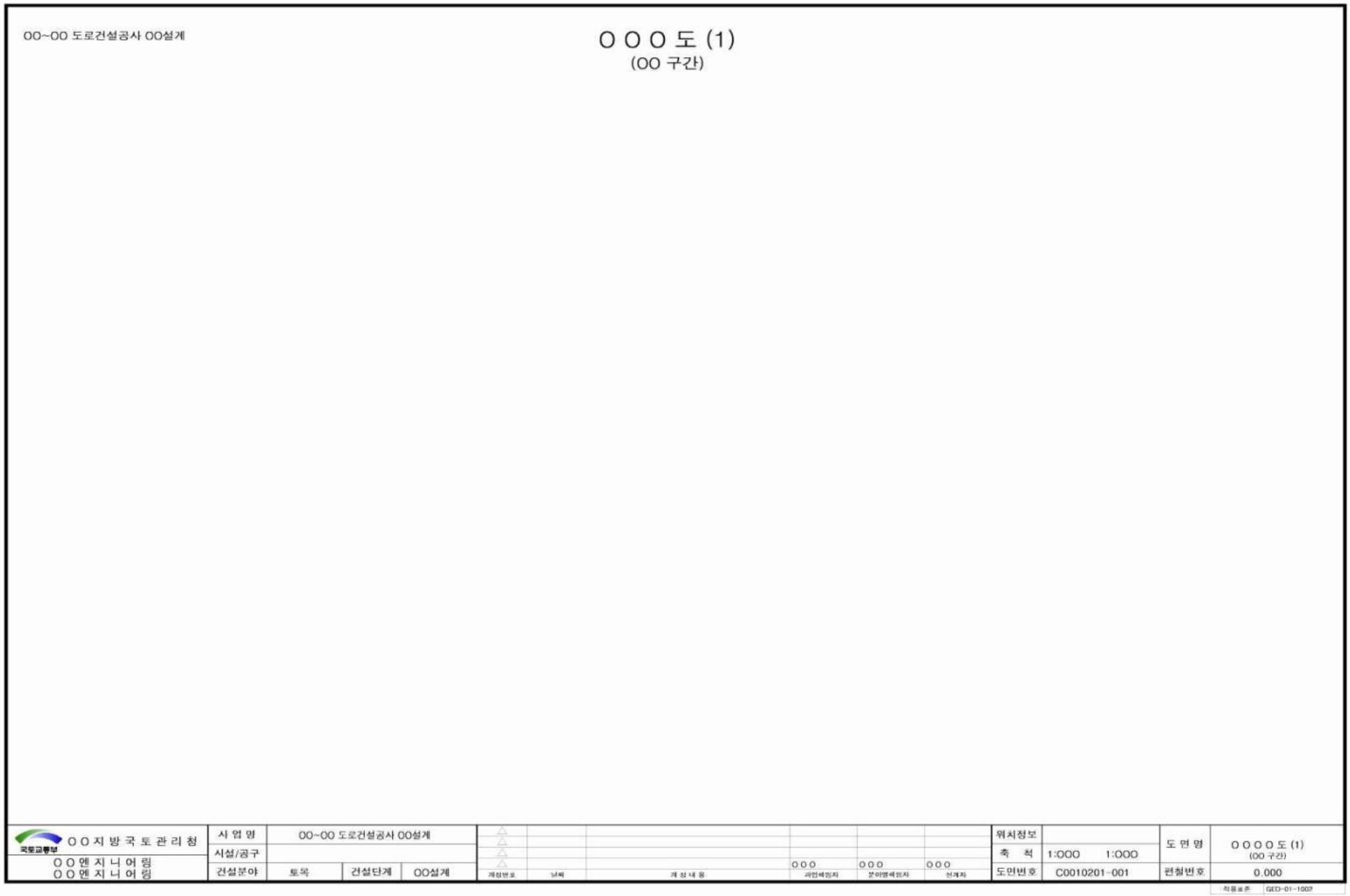


주) 1. 단위는 mm
2. 도곽선 굵기는 2mm

예시) 1. 발주자 및 수급인 정보(발주자 및 수급인 로고포함)
-발주자 : 국토해양부 ○○지방국토관리청, -수급인 : 설계회사(○○엔지니어링)공동도급일 경우 2개사 같이명기
2. 공사정보
-사 업 명 : ○○-○○ 도로건설공사, -시설/공구 : 세분화한 공구(제0공구), -건설분야 : 토목, -건설단계 : 기본 및 실시설계
3. 개정관리 정보
-개정번호 : 개정순차번호, -날짜 : 2012.00.00(준공일자 기재), -개정내용 : 최종실시설계 준공승인
-과업 참여자 : 담당자 이름과 서명기재

홍 길 동	이 하 늘	김 동 길
과 업 책 임 자	분야별 책임자	설 계 자

4. 도면 및 표준정보
-위치정보 : 해당도면 시설의 위치정보 기재, -축 척 : 대표적인 축척(1:200), -도면번호 : 목록에 따른 도면번호 기재
-도면명 : 시설물명. 주명칭. 부명칭 순으로 기재, -편철번호 : 공종별 일련번호, -적용표준 : GED-01-0000


00~00 도로건설공사 00설계
ㅇㅇㅇ도 (1)
(00 구간)
ㅇㅇ지방국토관리청
ㅇㅇ엔지니어링
ㅇㅇ엔지니어링
사업명
00~00 도로건설공사 00설계
시설/공구
건설분야
토목
건설단계
00설계
개정번호
날짜
개정내용
ㅇㅇㅇ
ㅇㅇㅇ
ㅇㅇㅇ
위치정보
축척
1:000 1:000
도면번호
C0010201-001
도면명
ㅇㅇㅇㅇ도 (1)
(00 구간)
편철번호
0.000
적용표준
GED-01-1002

2. 비탈면 안전공

목 차

2.1 설계요령

1. 관련기준
2. 비탈면 경사 및 안정검토
3. 비탈면 조사 및 시험
4. 비탈면 안정 분석과정
5. 비탈면 안정 해석
6. 비탈면 보호공
7. 비탈면 내진설계
8. 비탈면 계측

2.2 수량산출요령

1. 식생호공
2. 구조물보호공

2.1 설계요령

1. 관련기준

(1) KDS 11 70 00 비탈면 설계기준(국토교통부)
(2) KDS 11 70 05 쌓기・깎기 설계기준(국토교통부)
(3) KDS 11 70 10 비탈면 보호공법 설계기준(국토교통부)
(4) KDS 11 70 15 비탈면 보강공법 설계기준 (국토교통부)
(5) KDS 11 70 25 비탈면 배수시설 설계기준 (국토교통부)
(6) KDS 11 90 00 비탈면 내진 설계기준 (국토교통부)
(7) 도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침 (국토해양부, 2009.6)

2. 비탈면 경사 및 안정검토

1) 흙깎기 비탈면 경사

(1) 흙깎기 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 흙깎기 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 아래 표와 같이 표준경사를 적용할 수 있다.

<흙깎기 표준경사>

토 질 조 건		비탈면 높이(m)	경 사	비 고
모래			1:1.5 이상	SW, SP
사질토	밀실한 것	5 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SP
		5~10	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않고 입도분포가 나쁨	5 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
		5~10	1:1.2 ~ 1:1.5	
자갈또는 암괴 섞인 사질토	밀실하고 입도분포가 좋음	10 이하	1:0.8 ~ 1:1.0	SM, SC
		10~15	1:1.0 ~ 1:1.2	
	밀실하지 않거나 입도분포가 나쁨	10 이하	1:1.0 ~ 1:1.2	
		10~15	1:1.2 ~ 1:1.5	
점성토		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	
풍화암		-	1:1.0 ~ 1:1.2	시편이 형성되지 않는 암

주) 1. 실트는 점성토로 간주. 표에 표시한 토질 이외에 대해서는 별도로 고려한다.
2. 위 표의 경사는 소단을 포함하지 않는 단일 비탈면의 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 수있다.

※ 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>

지하수 조건	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) 흙깎기 비탈면 안정 검토

(1) 안전율

비탈면의 안전율은 피해의 정도와 경제성에 따라 선택되며, 도로의 깎기비탈면 붕괴시 재산의 피해가 크게 예상되므로 영구적인 안전을 도모하기 위해 아래와 같은 기준으로 적용한다.

구분		기준안전율	참 조
장기	건기	FS > 1.5	·지하수가 없는 것으로 해석
	우기	FS > 1.2 또는 FS > 1.3	·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=1.2적용 ·토층 및 풍화암으로 구성된 비탈면의 안정해석은 지하수위를 결정하여 해석하는 방법 또는 강우의 침투를 고려한 방법 사용 가능 ·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) ·강우의 침투를 고려한 안정해석을 실시하는 경우에는 현장 지반조사 결과, 지형조건, 배수조건과 설계계획빈도에 따른 해당지역의 강우강도, 강우지속시간 등을 고려하여 안정해석을 실시하며, 해석시 적용한 설계정수와 해석방법을 명확히 기술(FS=1.3적용)
	지진시	FS > 1.1	·지진관성력은 파괴토체의 중심에 수평방향으로 작용시킴 ·지하수위는 실제측정 또는 평상시의 지하수위 적용
단기		FS > 1.1	·1년 미만의 단기적인 비탈면의 안정성(시공중 포함) ·지하수위는 실제측정 또는 평상시의 지하수위 적용
* 비탈면 상부 파괴범위내에 1, 2종 시설물의 기초가 있는 경우 : 별도 검토			

(2) 분석과정

① 초기의 비탈면 설계단계에서는 국부적인 암반의 안정성을 판단하기보다는 전체적인 암반의 해석이 중요하므로 여러 단계의 조사에 의해 나온 결과를 가지고 대표적인 불연속면의 공학적인 특성을 고려하여 평사투영법을 시행한다.

② 평사투영법에 의해 불안정한 것으로 판단된 비탈면에 대해 한계평형식을 이용하여 안정성 분석을 시행한다.

③ 토층 및 풍화암층에 대해서는 한계평형식에 의한 수치해석 프로그램을 사용하여 복합적으로 비탈면경사의 안정해석을 수행한다.

④ 강우시 원호활동이 아닌 평면적인 얇은 지표면 포화대를 따라 발생하는 얕은 파괴에 대한 안정검토를 수행한다.

○대상 지반

- 비탈면 높이에 비해 활동면 깊이가 작은 경우, 토층이 얇은 경우, 느슨한 사질토, 화강풍화토 구간

○침투해석 수행 방법

- 함수비와 모관흡수력사이의 함수특성곡선을 사용
- 강우조건은 과거 50년 동안 해당지역 최대 강우기록의 가장 불리한 48시간 범위의 강우기록을 적용하나, 지표침투율 이상의 강우강도 값은 지표침투율 값 적용
- 강우에 의한 지표면 침투 범위 파악으로 파괴면을 예상하나, 강우침투범위 산정 곤란시 지표면에서 깊이 3m구간을 포화로 가정
- 집중호우시 지표면부터 포화(0.5~3.0m)되면 지반정수가 감소되므로 비탈면의 취약한 지점을 중심으로 무한병진활동 검토로 얕은 파괴 가능여부 판단

⑤ 현재 사용되는 비탈면 경사의 설계기준은 경험에 의한 일반적인 경사로 암반의 지질 및 절리상태에 따라 과다 및 과소한 경사가 될 수 있으므로 비탈면 안정 계산시 가장 경제적인 경사에서 비탈면 자체안정성을 최대로 확보한 최적의 경사를 찾아 비탈면을 설계하고 이를 설계보고서에 수록한다.

다만, 무한사면 발생, 지장물에 의한 경사완화가 불가한 경우 등 최적의 경사로 적용이 곤란한 경우는 그 사유를 설계보고서에 수록하도록 한다.

※ 가장 경제적인 경사분석은 비탈면 안정성 확보를 위해 필요한 토지매입비와 각 공종별(토공, 비탈면 보강공 등) 소요 공사비를 합산한 금액으로 분석한다.

⑥ 대규모 흙깎기부의 경우 탄성파탐사 또는 지질조사를 반드시 시행하여 파쇄대 등 불연속면의 존재를 사전에 확인하므로서 공사중이나, 유지관리 시 대규모 비탈면 파괴 등이 발생되지 않도록 한다.

- 설계시 지반조사를 수행하지 못한 구간은 그 사유와 필요한 조사항목 및 수량을 공사 시방서 및 설계서에 조사비 및 비탈면 안정 검토비를 반영한다.
- 흙깎기 비탈면 녹화전 현황도(Cut Slope, Face-Map)를 작성하고, 흙깎기 비탈면 현황도 작성에 따른 소요예산을 설계서에 반영한다. (비탈면 높이 5.0m이상)
- 대규모 흙깎기의 경우 필요에 따라 시공단계별(토질별, 소단별등)로 비탈면 안정성을 검토하여 대규모 비탈면 파괴 등이 발생되지 않도록 한다.

3) 흙쌓기 비탈면 경사

(1) 흙쌓기 비탈면의 경사는 별도의 비탈면 안정해석을 통해 결정하는 것이 원칙이나, 높이 10m 미만일 경우에는 지반분야 책임기술자의 판단에 따라 아래표의 표준경사를 적용할 수 있다.

<흙쌓기 비탈면 표준경사>

쌓기재료	비탈면 높이(m)	비탈면 상하부에 고정시설물이 없는 경우 (도로, 철도 등)	비탈면 상하부에 고정시설물이 있는 경우 (주택, 건물 등)
입도분포가 좋은 양질의 모래, 모래자갈, 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, 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 2) 비탈면높이는 비탈어깨에서 비탈끝까지 수직높이임			

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

4) 흙쌓기 비탈면 안정 검토

<일반 흙쌓기 비탈면 안정해석시 적용하는 기준안전율>

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

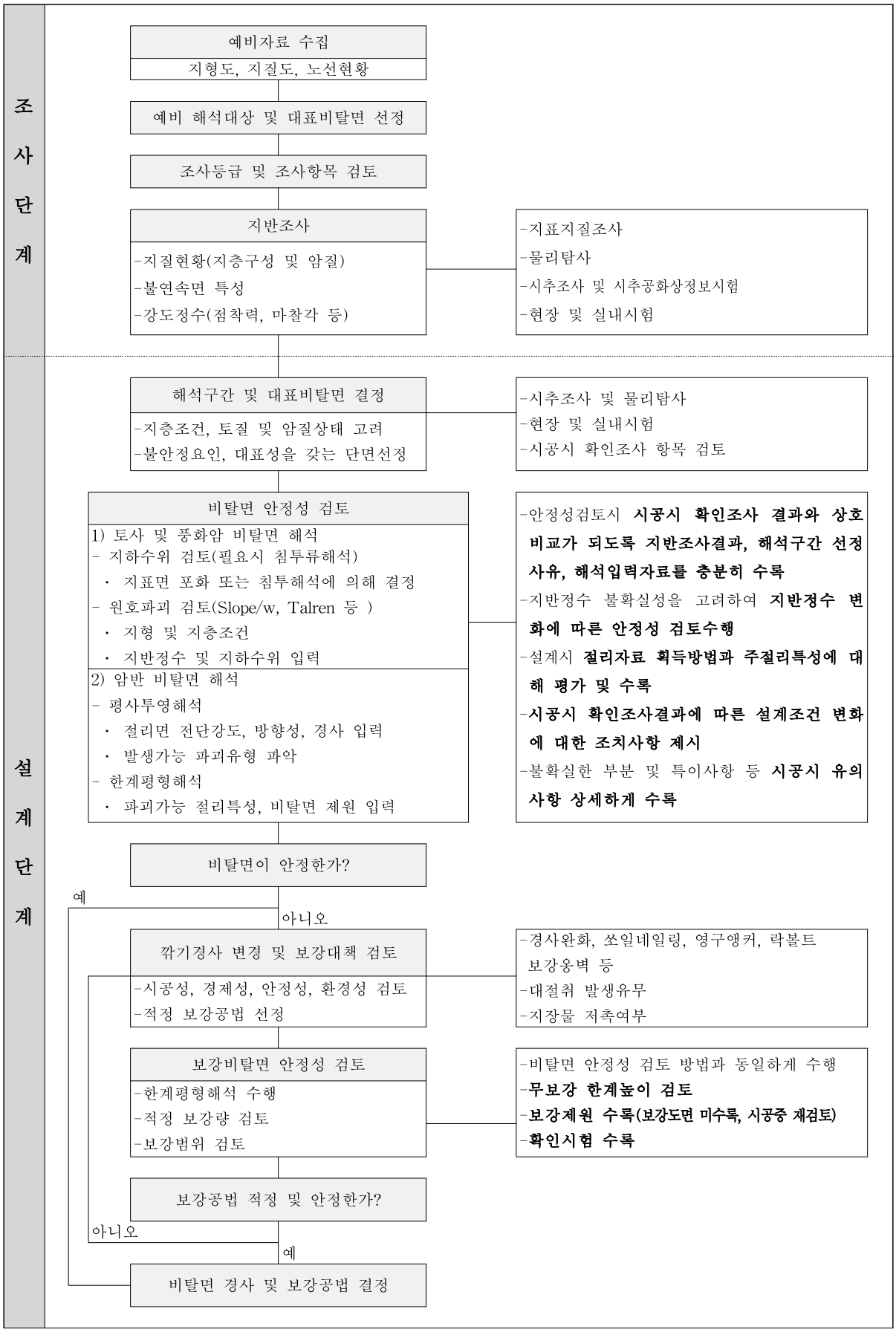
<연약지반 흙쌓기 비탈면 안정해석시 적용하는 기준안전율>

구분		기준안전율	참 조
장기	건기	FS > 1.3	·쌓기체 내에 지하수가 없는 것으로 해석
	우기	FS > 1.2	·지하수 조건은 지반조사 결과, 지형조건 및 배수조건 등을 종합적으로 판단하여 안정성에 가장 불리한 상태가 발생하는 조건에 대하여 수행 ·한쪽쌓기, 한쪽깎기 비탈면에서는 상기조건에 따라 산정한 지하수위 또는 침투해석을 통한 지하수위를 이용하여 해석 ·쌓기 표면에 강우침투가 발생하는 경우에는 설계계획빈도에 따른 해당지역의 강우강도, 강우지속시간 등을 고려하여 강우침투를 고려한 해석 실시
	지진시	FS > 1.1	·지진관성력은 파괴토체의 중심에 수평방향으로 작용시킴 ·지하수위는 우기시 조건과 동일하게 적용
단기		FS > 1.1	·1년 미만의 단기적인 비탈면의 안정성(시공중 포함) ·지하수위는 실제측정 또는 평상시의 지하수위 적용

3. 비탈면 조사 및 시험

구 분	비탈면 조사 및 시험내용	비 고
지표지질조사	- 암반의 풍화상태, 절리의 방향성, 연속성, 간격 및 거칠기 등 - 충진물의 분포상태 - 단층선 등의 구조대 발달여부	
시추조사	- 지층분포상태 - 절리면의 발달상태(절리간격 및 경사각) - 파쇄구간의 존재여부 - 암석코아의 강도 및 R.Q.D, T.C.R	
	- 깎기높이 20m 이상인 비탈면구간 2개소 이상(연장 200m마다 1개소씩 추가) - 깎기높이 20m 미만인 비탈면구간 1개소(연장 200m마다 1개소씩 추가) - 불안정 요인을 갖는 비탈면으로써 횡단 지층상태 변화가 심할 것으로 예상되는 구간은 개소당 횡단방향으로 1개소씩 추가, 필요시 2개소씩 추가	
탄성파탐사	- 탄성파속도의 분포에 의해 지하지질구조 및 파쇄대의 존재여부 파악 - 깎기높이 20m이상, 연장 200m 이상 구간에 실시하는 것을 기본으로 하고 그 이하 규모일지라도 불안정 요인을 내포할 가능성이 예상될 때에는 추가 수행할 수 있음	
	- 필요시 전기비저항탐사 실시	
현장시험	- Schmidt Hammer Test - Point Load Test - Profile Gauge Measurement - Tilt Test	
	- 화상정보시험(Bips) 및 시추공 전단시험 - 시험굴조사 : 200m마다	
실내시험	- 토질시험 : 함수비, 비중, 입도 및 액·소성한계, 직접전단 시험 등 - 암석시험 : 단위중량, 일축압축강도, 절리면전단시험 등	
성과분석	- 주절리군의 방향성 - 암반의 공학적 특성 : 강도 정수 산출 - 암반비탈면의 경사결정 : 예상파괴 형태 및 구간별 안정성 검토 - 대책공법 선정	

4. 비탈면 안정 분석과정


조사단계
예비자료 수집
지형도, 지질도, 노선현황
예비 해석대상 및 대표비탈면 선정
조사등급 및 조사항목 검토
지반조사
-지질현황(지층구성 및 암질)
-불연속면 특성
-강도정수(점착력, 마찰각 등)
-지표지질조사
-물리탐사
-시추조사 및 시추공화상정보시험
-현장 및 실내시험
설계단계
해석구간 및 대표비탈면 결정
-지층조건, 토질 및 암질상태 고려
-불안정요인, 대표성을 갖는 단면선정
-시추조사 및 물리탐사
-현장 및 실내시험
-시공시 확인조사 항목 검토
비탈면 안정성 검토
1) 토사 및 풍화암 비탈면 해석
- 지하수위 검토(필요시 침투류해석)
· 지표면 포화 또는 침투해석에 의해 결정
- 원호파괴 검토(Slope/w, Talren 등)
· 지형 및 지층조건
· 지반정수 및 지하수위 입력
2) 암반 비탈면 해석
- 평사투영해석
· 절리면 전단강도, 방향성, 경사 입력
· 발생가능 파괴유형 파악
- 한계평형해석
· 파괴가능 절리특성, 비탈면 제원 입력
-안정성검토시 시공시 확인조사 결과와 상호 비교가 되도록 지반조사결과, 해석구간 선정 사유, 해석입력자료를 충분히 수록
-지반정수 불확실성을 고려하여 지반정수 변화에 따른 안정성 검토수행
-설계시 절리자료 획득방법과 주절리특성에 대해 평가 및 수록
-시공시 확인조사결과에 따른 설계조건 변화에 대한 조치사항 제시
-불확실한 부분 및 특이사항 등 시공시 유의사항 상세하게 수록
비탈면이 안정한가?
예
아니오
깎기경사 변경 및 보강대책 검토
-시공성, 경제성, 안정성, 환경성 검토
-적정 보강공법 선정
-경사완화, 쏘일네일링, 영구앵커, 락볼트 보강옹벽 등
-대절취 발생유무
-지장물 저촉여부
보강비탈면 안정성 검토
-한계평형해석 수행
-적정 보강량 검토
-보강범위 검토
-비탈면 안정성 검토 방법과 동일하게 수행
-무보강 한계높이 검토
-보강제원 수록(보강도면 미수록, 시공중 재검토)
-확인시험 수록
보강공법 적정 및 안정한가?
아니오
예
비탈면 경사 및 보강공법 결정

5. 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)

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

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

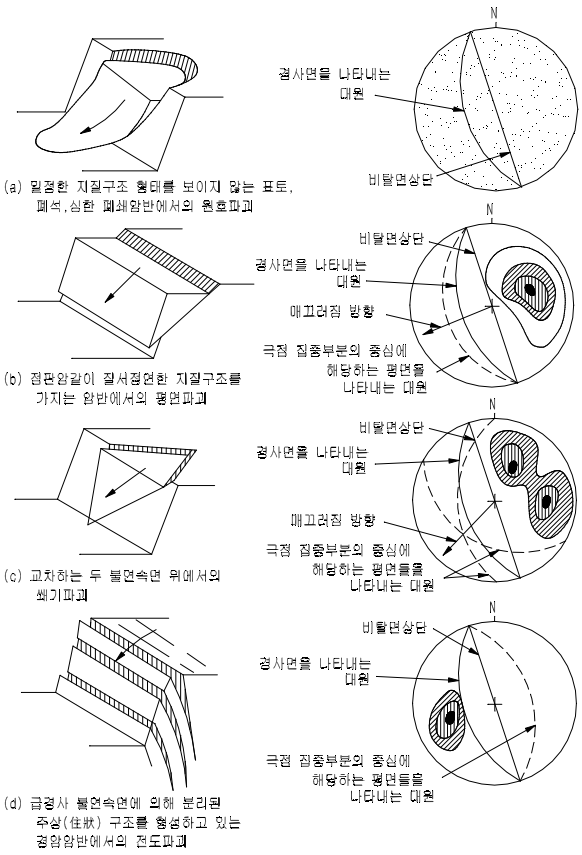
(3) 비탈면안정에 사용되는 강도정수는 각종시험 및 문헌을 참고하여 산정한다.

2) 암반의 비탈면안정 해석

(1) 평사투영법 및 한계 평형식을 이용하여 안정해석을 실시한다.

(2) 평사투영법 : 불연속면과 같은 3차원적인 형태를 2차원적인 평면상에 투영하는 방법

- 해석방법 : 대원(GREAT CIRCLE)과 극점(POLE) 투영 방법
- 안정성평가 : 원형파괴, 평면파괴, 쐐기파괴, 전도파괴에 대한 안정성 평가



(3) 한계 평형식 : 미끄러짐을 유발하는 힘에 대한 미끄러짐에 저항하는 힘의 비

평면파괴와 쐐기파괴 해석을 통한 안정성을 평가하여야 한다.

- 평면파괴 안전율 : $F = \dfrac{cA + (W\cos\psi_p - U - V\sin\psi_p)\tan\phi}{W\sin\psi_p + V\cos\psi_p}$
- 쐐기파괴 안전율 : $F = \dfrac{\sin\beta}{\sin\frac{1}{2}\xi} \dfrac{\tan\phi}{\tan\psi_i}$

6. 비탈면 보호공

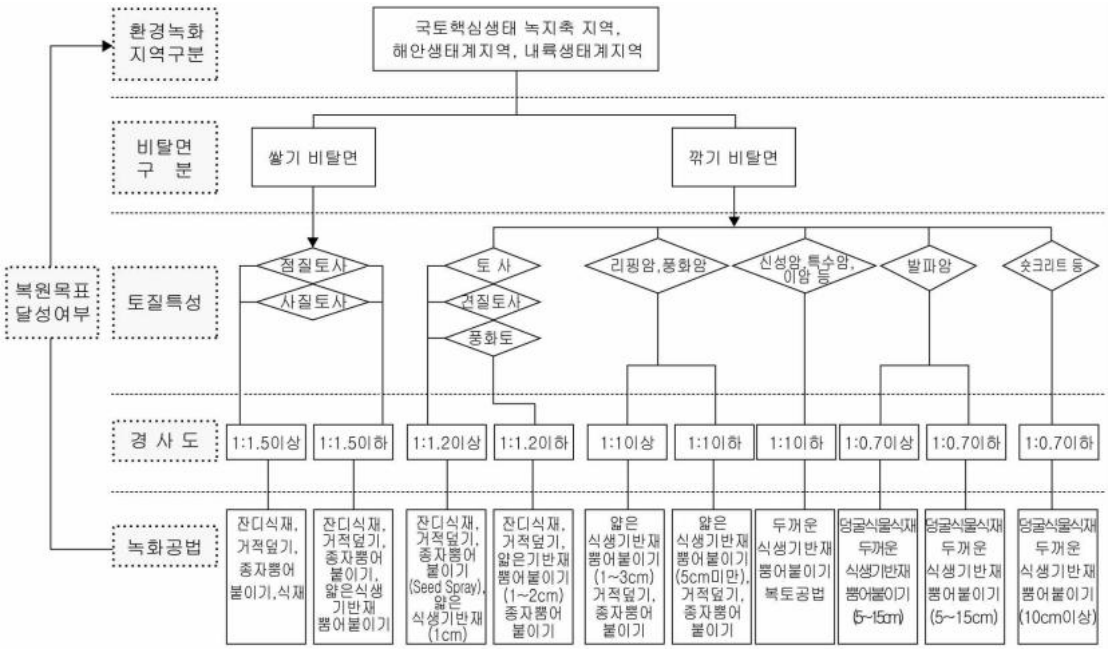
1) 식생 보호공

(1) 개 요

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

② 비탈면 녹화공법은 다음과 같은 선정절차에 따라 선정한다. 단, 아래에 제시한 공법은 토질과 경사도에 따른 일반적인 녹화공법의 예시이며, 전문가의 의견을 수렴하고 다양한 녹화공법을 검토하여 현지 여건에 맞는 녹화공법을 선정하여야 한다.

<비탈면 녹화공법 선정절차>



※ 1) 상기공법은 일반적인 공법을 예시한 것이며 이외에도 식생매트, 식생네트, 자생종묘식재+식생기반재 뿜어붙이기 등 다양한 녹화공법이 있다.

2) 건조 척박한 토양(경질토사, 화강풍화토 등) 및 세굴이 예상되는 구간에서는 발아율이 좋은 얇은 식생기반재 뿜어붙이기를 적용한다.

③ 깎기부 발파암 구간 중 미관이 요구되는 주요 경관지역은 발주처와 협의 후 별도의 비탈면보호를 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 식생보호공은 시험시공 모니터링을 수행하여 비탈면 녹화공법을 평가하여야 하며, 녹화공법 평가 일정은 다음과 같다.

파종	3~5월 파종	6~8월 파종	9~11월 파종
평가 시기	·여름 전과 여름 후에 1차 및 2차 평가 ·11월 전에 최종평가	·여름 후 9월경 1차 평가 ·이듬해 4~5월 2차 평가 ·이듬해 8~9월 최종평가	·11월 중 1차 평가 ·이듬해 여름 직전 2차 평가 ·이듬해 9~10월 최종평가

※ 공사의 긴급성 등을 감안해서 평가목적을 달성 할 수 있는 범위 내에서 평가기간을 단축할 수 있다. 또한, 공사 준공 일정에 따라 긴급이 요구되는 상황에서는 발주자와 상의하여 평가횟수를 줄일 수 있다.

⑦「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침(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 깎기 면적을 줄이고 자연환경의 훼손을 최소화시켜 비탈면의 안정을 확보하고자 할 경우에 적용한다.

④ 쐐기형파괴 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
흙깎기 비탈면	콘크리트 블록 격자공, 모르타르 뿜어 붙이기공, 블록 붙임공, 돌붙임공, 기대기 옹벽공 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 많은 곳, 부등침하가 예상되는 곳

① 콘크리트 블록 격자공

콘크리트의 직육면체 블럭을 비탈면상에 격자상으로 조립하여 그 골조에 의하여 비탈면의 붕괴나 세굴 등을 방지하고, 격자틀 내에 흙의 표면을 유수의 세굴로부터 보호하기 위하여 식생공법을 병행하는 것이 보통이다.

② 모르타르 뿜어 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 뿜어 붙이기공에서는 5~10cm, 콘크리트 뿜어 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 블럭 격자공 등에서 붕괴 가능성내지 안정이 우려될 때 사용한다. 현장타설 철근콘크리트 격자공은 격자의 교점이 일체화되어 있기 때문에 콘크리트 블럭 격자공에 비하여 경사 및 전단면의 강도가 크므로 표층 붕괴에 대해 어느정도 억지력을 기대할 수 있다. 이 격자공은 철근콘크리트보의 교점 등에 앵커나 록 볼트를 병용하는 경우가 많고 충분한 시공관리가 필요하다.

④ 블럭 붙임공, 돌 붙임공

비탈면의 풍화 및 침식 등의 방지를 주목적으로 해서 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 지반에 전달한다.
지 압 형	앵커의 일부 혹은 대부분을 크게 넓혀 뚫고 앵커체 수동토압으로 앵커 인발력에 저항한다.
복 합 형	마찰형 및 지압형의 복합형

⑥ 쏘일 네일링공

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 장점으로는 억지말뚝과는 정반대로 시공장비가 소규모라는 점을 들 수 있다. 그러나, 비탈면의 지하수위가 높이 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 보강 뿐만 아니라 간접적인 원지반의 물성을 강화하는 효과도 있으므로 보강토공법과도 유사하다. 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. 록볼트공은 일반적으로 암반 보강 기구에 의한 분류에서는 a.접속식, b.전면 접착식, a 및 b의 병용식으로 나누어진다. 비탈면에 사용하는 경우는 전면 시멘트 접착형이나 전면 수지 접착형 등의 접착제를 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, 흙쌓기 비탈면이 수로와 접하는 경우에 적용한다.

⑨ 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.

⑩ 피암터널

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

⑪ 깎기부 수평배수공

수평배수공은 다음과 같은 지반조건에 계획한다.

- 투수층과 불투수층의 경계부로서 용수가 예상되는 구간
- 토층, 붕적층, 풍화암, 암반으로 이루어진 비탈면에서 용수가 심할 것으로 예상되는 지반
- 산사태나 대규모의 비탈면붕괴와 같은 지반활동의 이력이 있는 지질조건을 갖는 비탈면
- 시추조사시 평상시 지하수위가 높게 형성되는 지역에 비탈면이 계획되는 경우
- 비탈면 상부가 집수지형을 형성하는 지형
- 사방지로 지정된 지역
- 비탈면 유실로 구조물 보강이 적용된 구간에 절성토 경계면과 같은 취약부로의 표면수 유입 방지가 요구되는 지역
- 네일, FRP공법, 록볼트, 앵커 등과 같은 비탈면 보강공법이 적용되는 비탈면에는 반드시 수평배수공을 설계에 반영할 필요가 없으며 지반조건, 지형상으로 용수가 예상되는 경우에만 배수공에 대한 계획을 반영해야 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 공법외 다수 있으므로 설계 및 시공시 발주처와 협의하여 공법을 적용한다.

7. 비탈면 내진설계

1) 설계 일반사항

(1) 비탈면이 속한 주구조물이 활성단층이 지나가는 구역, 활성단층 인접지역, 지진시 액상화 또는 과다한 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. (「KDS 17 10 00 내진설계 기준(국토교통부)」 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 Ⅰ등급, Ⅱ등급으로 구분한다.

① 비탈면의 붕괴가 주구조물의 구조적 안정성에 직접적인 영향을 미치는 경우에는 비탈면의 내진등급은 주구조물의 내진등급을 적용한다.

② 비탈면의 붕괴가 주구조물의 구조적 안정성에 직접적인 영향을 미치지는 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 발주처와 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 평가방법 및 기준안전율은 「KDS 17 10 00 내진설계 기준, 4.7 액상화 (국토교통부)」을 따른다.

(3) 지진하중을 고려한 비탈면 활동에 대한 기준안전율은 다음과 같다.

구 분	기준안전율	참 조
지진시 안정해석	FS > 1.1	·지진관성력은 파괴토체의 중심에 수평방향으로 작용 ·지하수위는 실제 측정 또는 평사시의 지하수위 적용

(4) 안정성 해석은 「KDS 11 90 00 비탈면 내진 설계기준(국토교통부)」에 준용하여 수행한다.

8. 비탈면 계측

1) 깎기 비탈면의 계측

(1) 계측계획 수립

① 깎기비탈면 계측은 비탈면 표면의 이동, 지층의 이동, 기상과 지하수위의 변화 등을 측정하고 이로부터 설계 시 예측한 거동이 적절했는지를 확인하여 구체적인 설계를 하거나, 기 설계된 내용을 보완하거나 향후 유지관리를 고려하여 계획한다.

② 설계단계에서는 예상되는 비탈면 거동을 확인하기 위하여 계측방법, 계측항목, 계측위치, 계측수량, 계측빈도 등에 대한 구체적인 계획을 사전에 수립하여야 하며, 계측 중에 예상치 못한 거동이 관측된 경우에 계측범위, 계측위치 및 빈도를 조절할 수 있도록 하여야 한다.

③ 계측계획은 설계자와 계측기기의 작동원리 및 적용성에 대한 지식을 가진 전문가와 협의하여 수립하여야 한다.

④ 시공단계에서는 비탈면의 변형이나 붕괴형태를 사전에 예상하고 계측목적에 부합하는 계측기 선정이나 배치, 계측방법, 관리기준치 설정 등을 검토하여 계측계획을 작성하여야 한다.

(2) 계측기준

① 비탈면의 시공상의 안전과 품질 검증을 위하여 현장 계측을 수행할 수 있으며 비탈면 거동을 잘 파악하기 위하여 지반조건, 주변환경, 계측기위치 등 다양한 조건에 대하여 충분한 검토가 이뤄져야 한다.

② 계측항목은 비탈면의 거동을 파악하기 위하여 필요한 직간접적인 인자를 계측하는데 필요한 항목으로서 파괴면의 형태, 범위 등 비탈면 거동을 가장 잘 파악하기 위한 종류를 우선적으로 고려하며 계측기의 내구성, 배치 형태, 빈도 등을 종합적으로 고려하여 결정하여야 한다.

③ 계측기의 배치는 비탈면의 붕괴 및 활동 특성, 지형적 위치, 계측기 설치 편의성, 계측기의 관리 편의성, 비용 등을 고려하여야 하며, 비탈면의 변동 상황을 최소한의 계측기로 효과적으로 파악할 수 있도록 배치하여야 한다.

④ 계측기간과 빈도는 측정하고자 하는 계측 값의 변화정도와 변화의 지속시간과 관련되며 비탈면의 파괴속도가 빠른 경우 또는 변화가 있는 경우에는 측정빈도를 높여 측정하여야 하고 변화가 장기간 지속되는 경우에는 측정기간도 이에 맞춰 측정하여야 한다.

⑤ 깎기 비탈면의 계측기 설치위치는 비탈면 자체 및 불연속면 등에 의해 이완된 암반의 거동을 충분히 고려하고 유사한 조건하에서 계측 예를 참고로 하여 선정하여야 한다.

2) 쌓기 비탈면의 계측

(1) 계측계획 수립

① 쌓기비탈면 계측은 비탈면 표면의 이동, 지층의 이동, 기상과 지하수위의 변화 등을 측정하고 이로부터 설계시 예측한 거동이 적절했는지를 확인하여 구체적인 설계를 하거나, 기 설계된 내용을 보완하거나 향후 유지관리를 고려하여 계획한다.

② 설계단계에서는 예상되는 비탈면 거동을 확인하기 위하여 계측항목, 계측위치, 계측수량, 계측빈도 등에 대한 구체적인 계획을 사전에 수립하여야 하며, 계측 중에 예상치 못한 거동이 관측된 경우에 계측범위, 계측위치 및 빈도를 조절할 수 있도록 하여야 한다.

③ 계측계획은 설계자와 계측기기의 작동원리 및 적용성에 대한 지식을 가진 전문가와 협의하여 수립하여야 한다.

④ 시공단계에서는 비탈면의 변형이나 붕괴형태를 사전에 예상하고 계측목적에 부합하는 계측기 선정이나 배치, 계측방법, 관리기준치 설정 등을 검토하여 계측계획을 작성하여야 한다.

(2) 계측기준

① 비탈면의 시공상의 안전과 품질 검증을 위하여 현장 계측을 수행 할 수 있으며 비탈면 거동을 잘 파악하기 위하여 지반조건, 주변환경, 계측기위치 등 다양한 조건에 대하여 충분한 검토가 이루어져야 한다.

② 계측항목은 비탈면의 거동을 파악하기 위하여 필요한 직간접적인 인자를 계측하는데 필요한 항목으로서 침하거동 특성, 파괴면의 형태, 범위 등 비탈면 거동을 가장 잘 파악하기 위한 종류를 우선적으로 고려하며 계측기의 내구성, 배치 형태, 빈도 등을 종합적으로 고려하여 결정하여야 한다.

③ 계측기의 배치는 비탈면의 붕괴 및 활동 특성, 지형적 위치, 계측기 설치 편의성, 계측기의 관리 편의성, 비용 등을 고려하여야 하며, 비탈면의 변동 상황을 최소한의 계측기로 효과적으로 파악할 수 있도록 배치하여야 한다.

④ 계측기간과 빈도는 측정하고자 하는 계측 값의 변화정도와 변화의 지속시간과 관련되며 비탈면의 파괴속도가 빠른 경우 또는 변화가 있는 경우에는 측정빈도를 높여 측정하여야 하고 변화가 장기간 지속되는 경우에는 측정기간도 이에 맞춰 측정하여야 한다.

⑤ 흙쌓기 비탈면의 계측기 매설위치는 비탈면 자체 및 원지반이나 인접구조물의 거동을 충분히 고려하고 유사한 조건하에서 계측 예를 참고로 하여 선정하여야 한다.

⑥ 연약지반 비탈면에 대한 계측관리는 대표지역에 대한 중점관리 구간과 기타 일상관리 구간으로 나누어 관리하도록 설계에 반영하여야 한다.

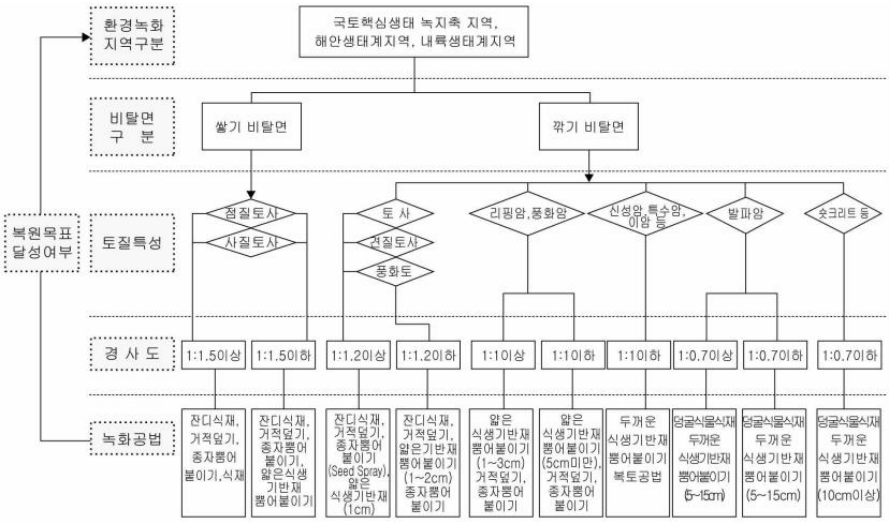
2.2 수량산출요령

○ 수량내역 및 수량산출의 항목은 일반적으로 산출하는 것을 제시한 것으로, 공사의 성격 및 여건 등을 고려하여 변경할 수 있다.

1. 식생 보호공

1) 비탈면 보호공법은 원칙적으로 안정성이 확보된 비탈면에 적용한다.

2) 녹화공법은 식물군락의 종류, 비탈면 지반의 생육적합성(비탈면 경사, 토양 경도와 산습도 등 지반조건), 시공시기 및 유지관리의 정도 등을 분석하여 비탈면의 조건과 식생의 적합성을 검토하여 발주처와 협의하여 결정한다.



※ (1) 상기공법은 일반적인 공법을 예시한 것이며 이외에도 식생매트, 식생네트, 자생종 포트 묘식재+식생기반재 품어붙이기 등 다양한 녹화공법이 있다.

(2) 건조 척박한 토양(경질토사, 화강풍화토 등) 및 세굴이 예상되는 구간에서는 발아율이 좋은 얇은 식생기반재 뿜어붙이기를 적용한다.

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 길어깨에서 흙쌓기 비탈면 끝단까지 구하고, 라운딩 구간을 포함하여 비탈면 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) 발파암 구간 중 단단한 암(절리, 풍화상태가 미약한 암)일 경우 덩굴 식물식재공법으로 면적을 산출하고, 그 외 지역에서는 두꺼운 식생기반재 뿜어붙이기 공법 등으로 식재면적을 산출할 수 있다.

5) 특수지역, 마사토일 경우 인력으로 골파기를 실시하고 해당공법에 대한 수량을 산출하여야 한다.

6) 비탈면 녹화공법 수량산출은「도로비탈면 녹화공사의 설계 및 시공지침(국토해양부, 2009.6)」에 의거 수량을 산출한다.

a. 평떼(㎡)

① 깎기부 토사구간 법면과 산마루측구 후비탈면까지 비탈면거리로 면적을 산출하고, 소단 및 라운딩 구간을 포함한다.

② 비탈면 고르기, 떼심기등은 단가에서 일괄 계상한다.

③ 암구간은 제외시킨다.

b. 줄떼(㎡)

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. 천연섬유매트 (㎡)

① 비탈면 경사 1:1.0~1:1.5에 적용한다

② 비탈면 거리로 면적을 산출한다.

d. 면고르기(깎기부)

① 비탈면과 소단을 비탈면 거리로 면적을 산출한다.

② 굴삭기를 사용한 깎기부 비탈면 고르기 기준이다.

e. 종자분사 파종공(㎡)

① 깎기부 토사와 쌓기구간 비탈면의 경사 거리로 면적을 산출한다.

f. 얇은 식생기반재 뿜어붙이기(㎡)

① 토사 또는 리핑암 깍기 비탈면에 적용하며, 비탈면의 식생기반조건, 토질조건, 주변환경 등을 고려 공법 및 수량을 산출한다.

② 두께는 T=1~2cm와, T=3~4cm로 구분하여 산출한다.

g. 두꺼운 식생기반재 뿜어붙이기(㎡)

① 발파암 깍기 비탈면에 적용하며, 미관이 요구되는 주요 경관지역이나, 주변 비탈면 식생기반조건, 토질조건, 주변환경, 생태계 등을 고려하여 공법 및 수량을 산출한다.

② 두께는 T=5~10cm와, T=10cm이상 구분하여 산출한다.

h. 거적덮기(㎡)

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(㎡)

① 1단 이상 흙쌓기부(H>5.0m)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(㎡)

① 녹지대는 녹지대떼를 심는다.

② 비탈면 거리로 면적을 산출한다.

③ 비탈면 고르기, 떼심기 등은 단가에서 일괄 계상한다.

k. 덩굴식물 식재공(주)

① 흙깍기, 비탈면녹화는 토질(암질) 특석상 절리 풍화가 없고 양호한 암반비탈면은 덩굴식물 식재공으로 적용.

② 주당으로 수량을 산출한다. (1~2m 간격으로 설치)

③ 지역여건에 따라 줄사철, 등나무 등을 사용할 수 있다.

l. 골파기파종(㎡)

① 흙깍기 비탈면중 특수지역, 마사토지역일 경우 골파기를 실시하고, 해당공법에 대한 수량을 산출할 수 있다.

m. 자생종묘식재(주)

① 주변생태환경에 어울리는 자생식물군락이 조성될 수 있도록 한다.

② 두꺼운 식생기반재와 함께 시공되도록 하여야 한다.

③ 주당으로 수량을 산출한다.

※ 산림복구비(부대공에서 일괄처리) 토취장 허가 시 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, 50㎡당 1주)

○ 수량의 150% 적용한다.

n. 비탈면 녹화 시험시공 모니터링

① 현장여건에 따라 비탈면녹화 시험시공 모니터링비가 반영되도록 한다.

② 시험시공비용은 사업구간 4km 범위내에서 1회를 설계에 반영하고 시공단계에서 조정 적용할 수 있다.

③ 시험시공의 면적은 공법 당 100~200㎡ 범위 내이고 녹화지역 구분과 비탈면의 지질, 암질, 토질상태, 자연환경 등에 따른 식생기반재 기준 등을 고려하여 뿜어 붙이기 두께를 결정한다.

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, 깍기가 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.

구 분	보 호 공	비 고
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 뿜어 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 3단이상 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 돌붙임 등을 설치하여야 한다.

③ 3단이상 흙쌓기구간 비탈면은 비탈면안정 및 침윤선 검토후 적용여부를 결정하여야 한다.

a-1 돌붙임공(㎡)

① 면적으로 수량을 산출한다.

a-2 돌붙임 기초공(m)

① 연장으로 수량을 산출한다.

b. 콘크리트 붙임공(㎡)

① 절리가 많은 암석이나 낭떠러지 등에서 붕락이 염려가 있는 경우에 사용한다.

② 장대비탈면이나 급경사의 비탈면에서는 철망, 철근을 넣음과 동시에 활동 방지를 위한 턱이나 앵커를 둔다.

③ 철근콘트리트 붙임공은 1:0.5 정도의 경사, 무근콘크리트 붙임공은 1:1 정도의 경사에 적용하며 두께는 20cm 면적으로 수량을 산출한다.

c. 콘크리트 블록(프리캐스트) (㎡)

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. 콘크리트 뿜어붙이기(㎡)

① 비탈면에 용수가 없고 당장 붕락의 위험성은 없으나 풍화되기 쉬운 암석 또는 풍화해서 박리될 염려가 있는 암석이나 호박돌이 섞인 토사 등에서 식생이 적당하지 않는 곳에 적용한다.

② 뿜어붙이기 두께는 비탈면의 상황과 기상 변화가 격심한 지역에서는 10cm 이상의 두께로 뿜어붙이기 면적으로 수량을 산출한다.

e. 앵커공(공)

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
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

④ 비탈면 보강 및 경사조정을 요하는 구간에 적용한다.

⑤ 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 보강 뿐만 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 접착식, ㉠ 및 ㉡의 병용식으로 나누어진다. 비탈면에 사용하는 경우는 전면 시멘트 접착형이나 전면 수지 접착형 등의 접착제를 사용하는 것이 광범위한 지질에 적용할 수 있다.

⑤ 깎기부 발파암 구간중 비탈면 보호를 요하는 구간에 적용한다.

⑥ 수량산출은 비탈면 보강에 필요한 공수로 산정한다.

g. 쏘일 네일링공(공)

① 지반의 전단 또는 활동 저항력을 증대시키기 위한 방법으로 원지반 자체 강도를 증가시키기 공법이다.

② 철근이나 강봉을 가상파괴면 보다 깊게 비탈면내에 삽입하여 비탈면의 안정효과를 갖는 공법으로 최근 많이 사용되고 있는 공법 중의 하나이다.

③ 비탈면 보호 및 경사조정을 요하는 구간에 적용한다.

④ 수량산출은 비탈면 보강에 필요한 공수로 산정한다.

⑤ 토사, 리핑암, 연암으로 구분하여 수량을 산출한다.

h. 비탈면 돌망태공(Gabion)(㎡)

① 비탈면 돌망태공은 비탈면에 용수가 있어서 토사가 유출할 위험성이 있는 경우, 또는 붕괴한 곳을 복구할 경우, 동상으로 비탈면이 붕괴할 위험이 있는 경우, 흙쌓기 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.

i. 수평배수공(공)

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 50㎡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. 배 수 공

목 차

3.1 설계요령

1. 개 설
2. 수문조사 및 분석
3. 콘크리트 사용기준
4. 측 구 공
5. 배수암거 및 배수관
6. 통로암거
7. 흙쌓기부 다이크
8. 기 타 공

3.2 수량산출요령

1. 일반사항
2. 터파기공
3. 측 구 공
4. 배수관공
5. 암 거 공
6. 기 타 공

3.1 설계요령

1. 개 설

1) 관련기준

◦ 도로배수시설 설계 및 관리지침(국토교통부, 2020.7)
◦ 도시부 도로배수시설 설계 잠정지침(국토해양부, 2012. 6)
◦ 수해 예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼(건설교통부, 2007. 7)
◦ KDS 44 00 00 도로설계기준(국토교통부)
◦ 국도 설계업무 매뉴얼(건설교통부, 2007. 12)
◦ 도로설계편람(국토해양부, 2012. 4)
◦ KDS 11 80 10 보강토옹벽(국토교통부)
◦ 암반구간 포장설계 지침(국토해양부, 2011. 8)
◦ KDS 11 70 20 낙석·토석대책시설 설계기준(국토교통부)
◦ KCS 44 00 00 도로공사 표준시방서(국토교통부)
◦ 생태통로설치 및 관리지침(환경부, 2010. 6)
◦ KDS 61 00 00 하수도설계기준(환경부)
◦ 홍수량 산정 표준지침(환경부, 2019.7)

2) 배수 시설의 목적

도로의 배수시설은 표면수의 침투나 지하수 유입에 따른 지반지지력 약화, 비탈면의 유실방지와 포장파손을 방지하고, 노면배수 불량으로 발생될 수 있는 미끄러짐에 의한 교통사고를 방지하는 등의 도로기능유지와 교통안전에 중요한 시설이다.

그러므로 신속한 노면배수와 침투수의 차단, 침투된 물의 지하배수, 도로 인접지로부터의 배수처리를 적절하게 하는 것이 요구된다. 배수시설을 설계함에 있어서는 현지의 상황, 특히 지형, 기상, 지형, 지질 등의 조건을 충분히 고려하여야 하며, 공용후의 청소, 보수, 점검 등 유지관리면도 고려하여야 한다.

3) 배수의 구분

도로의 배수는 대상구역별로 다음과 같이 구분된다.

◦ 횡단배수 : 도로와 도로 인접지역으로부터 유입되는 우수를 횡단하여 하천 또는 수로 등으로 배수시키기 위하여 설치한다.
(암거, 배수관)
◦ 노면배수 : 강우시 교통안전을 도모하기 위해 노면에 내린 우수를 원활히 배수하기 위하여 설치한다. (L형측구, 다이크, 배수구, 집수정 등)
◦ 지하배수 : 지하수위로 인하여 노상, 노체의 지지력 약화, 포장 파손을 방지하기 위하여

지하수위를 낮추고, 침투수를 배수하기 위하여 설치한다.(맹암거, 유공관, 배수층 등)

◦ 비탈면 배수 : 흙쌓기부와 흙깎기부 비탈면 및 비탈면 끝에 설치하며, 비탈면에 내린 우수 및 비탈면으로 유입되는 우수를 배수처리하기 위하여 설치한다. (종배수구, 집수정, V형 측구, 산마루측구, 도수로 등)

◦ 구조물 배수 : 구조물 배수를 원활하게 하기 위하여 설치한다. (암거, 터널, 교량 등의 배수시설)

◦ 측도 및 도로 인접지배수 : 측도의 노면이나 비탈면 및 인접지역의 배수를 위해 설치한다.(배수구, 집수정, 관거 등)

산악지 도로 배수시설은 토석류 등에 의한 토사 유입 또는 유송잡물 등으로 통수 단면이 축소 될 수 있으므로 , 주변 지형·지질을 고려하여 일반 도로의 설치규격보다 큰 것을 설치하여 도로의 피해를 최소화 한다.

도시부 도로배수 시설은 집중호우로부터 도시부 도로 침수를 예방하고, 토사 또는 이물질로 인하여 배수기능이 저하되는 것을 방지한다. 특별시도, 광역시도, 시·구도 등 도시부 도로 및 지방도로 중 취락지로 형성된 지역에 위치한 도로의 배수시설 설계 및 관리에 적용한다.

4) 배수계획

◦ 수문조사 및 분석 (HYDROLOGIC ANALYSIS)

현지조사와 수문자료 수집 및 분석을 하여 강우량, 설계 홍수량, 통수량등을 산정한다.

◦ 배수시설 계획

교량, 암거 및 배수관, 측구, 노면배수, 지하배수, 비탈면배수, 차단시설물 등의 계획

2. 수문조사 및 분석

1) 관련기준

◦ 도로배수시설 설계 및 관리지침(국토교통부, 2020.7)

◦ 수해 예방을 위한 산악지 도로설계 매뉴얼(건설교통부, 2007. 7)

◦ KDS 44 00 00 도로설계기준(국토교통부)

◦ 홍수량 산정 표준지침(환경부, 2019.7)

2) 유역면적

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

3) 설계발생빈도

구 분			설계빈도	적용위치 및 적용 방법	비고
교량	국가하천 주요구간		200년 이상	·기수립된 하천기본계획시의 기준과 비교 ·하천관련 기관의 계획에 따라 결정 ·하천이설 또는 교각 설치에 따른 수리 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		
암거 및 배수관		일반구간	30년	·도로와 도로인접지역으로부터 유입되는 지표수를 도로를 횡단하여 배수하기 위한 수로암거 및 횡배수관	
		도시지역	50년		
		산악지	50년		
노면 및 흙쌓기 비탈면 배수시설		일반구간	10년	·길어깨 및 중분대 등 노면 배수시설 ·흙쌓기부 도수로, 흙깎기·흙쌓기 경계부 측구 등	
		산악지	20년		
측도 및 도로 인접지 배수시설 흙깎기 비탈면 배수시설		일반구간	10년	·산마루 측구, 흙깎기부 도수로, 소단 측구 ·흙쌓기 비탈끝 배수시설, 수로이설	
		산악지	20년		
집수정 등 배수구조물 간 접속부			접속하는 시설물 중 빈도가 큰 값 적용		

※ 집중호우 등에 의한 재해 발생지역으로 홍수위 흔적, 산사태, 토석류 피해 규모등을 고려하여 발주처 및 관계기관과 협의하여 설계발생빈도를 상향하여 적용할 수 있다.

※ 하천을 횡단하거나 하천구역을 일부라도 점유하게 되는 구조물은 해당 하천의 하천기본계획이 수립된 경우 계획빈도를 따른다.

4) 산악지 적용 기준

산악지 도로설계는 다음의 경우에 해당하는 지역을 통과하는 도로에 적용한다

◦산림청의 산사태 위험지도상 1, 2 등급으로 분류되는 지역

◦표고 400m 이상 산지를 접한 계곡 등 영향권내의 지역

◦산사태 및 토석류 등으로 피해가 발생한 지역

◦산악지를 통과하는 지역으로 건설기술관리법 제5조의 2의 규정에 의한 도로, 수리·수문, 토질및기초, 구조, 지질및지반 분야의 전문가로 구성된 설계자문위원회에서 현행 설계기준보다 배수규격 확대 등 특별히 설계기준 강화가 필요하다고 판단되는 지역

5) 계획홍수량 산정방법

◦계획 홍수량은 유역면적이 4㎢ 미만이거나 유역 또는 하도의 저류 효과를 기대할 수 없는 소하천에서는 합리식을 적용하고 유역면적이 4㎢ 이상인 때에는 단위유량도법 또는 합성단위유량도법을 적용한다.

◦강우강도는 강우지속기간 5분을 적용하며, 도로배수 시설 설계 및 관리 지침(국토교통부, 2019.9)에서 제시한 강우강도-지속시간-빈도곡선(I.D.F) 또는 강우강도 공식으로 부터 결정한다.

◦중요한 배수시설물은 관계부서 및 발주기관과 협의 후 설계강우강도를 정한다.

◦강우강도 공식

Japanese형 : $I=\frac{a}{\sqrt{t}+b}$

Sherman형 : $I=\frac{a}{t^b}$

Talbot형 : $I=\frac{a}{t+b}$

General형 : $I=\frac{a}{t^n+b}$

I : 강우지속기간에 따른 강우강도(mm/hr)

t : 강우지속기간(min)

a,b,n : 상수

※ 홍수량 산정 표준지침(환경부, 2019.7)은 강우지속기간 1시간 미만은 General형 강우강도공식 적용을 권장한다.

(1) 합리식

합리식은 강우유출과 직접 연관을 가지며 유역면적이 4.0㎢이내일 때 사용되고 다음 식으로 표시된다.

$$Qd=1/3.6\times C\times I\times A$$

여기서 Qd : 설계홍수량 (㎥/sec)

C : 유출계수(산악지 노면배수 0.8이상 적용)

I : 유역특성에 따른 홍수도달시간과같은 지속기간의 평균강우강도(mm/hr)

A : 유역면적 (㎢)

(2) 단위유량도법

유역면적이 4.0㎢이상인 중규모 유역에서 적용하며, 유역의 강우량 및 유출량 자료가 다수 존재해야 하고, 관측된 유출량 자료를 바탕으로 한 유역의 대표 단위도가 존재하는 경우에 사용한다.

(3) 합성단위유량도법

유역면적이 4.0㎢ 이상인 중규모 유역에 대해서는 합성단위유량도법을 이용하여 계획홍수량을 산정한다. 계획홍수량 산정시 합성단위유량도법에 의한 유출량 산정 결과를 비교하여 유역특성에 맞는 최적의 방법을 선택하도록 한다.

합성단위유량도법에는 다음과 같은 방법이 있다.

① Snyder 합성단위유량도

② SCS (Soil Conservation Service) 무차원 수문곡선법

③ Nakayasu 무차원 수문곡선법

④ Clark의 유역홍수추적법

⑤ Nash 단위도법

(4) 산악지를 통과하는 도로는 주변여건 및 토질 상태 등을 고려한 토석류의 유입이 우려되는 지점인지를 사전조사를 실시하고, 토석류가 발생한 지점은 토석류의 용량을 검토하고, 토석류를 고려한 증가량을 홍수량으로 산정하여 이를 설계 홍수량으로 산정한다.

(5) 본 기준 이외의 하천의 수문조사 및 분석은「하천설계기준」에 따른다.

6) 수리계산 방법

수리계산 방법은 “도로배수시설 설계 및 관리지침(국토교통부, 2020.7)”을 따른다.

(1) 측구

◦ 측구(개수로)의 유량과 유속은 만닝(Manning)공식을 사용하여 산정한다.

◦ 평균유속

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

여기서, V : 평균유속 (m/sec)

n : 조도계수

R : 동수반경(m)

S : 수로경사(m/m)

◦ 통수량

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

여기서, Q : 유량(㎥/sec)

A : 통수단면적 (㎡)

n : 조도계수

R : 동수반경(m)

S : 수로경사(m/m)

(2) 암거 및 배수관

◦ 도로 암거 및 배수관의 수리계산은 도표를 이용한 반복시산에 의한 방법, 방정식과 수리학적 공식에 의한 방법(도식에 의한 방법), 토사퇴적과 유송잡물의 유입을 고려한 수리계산 방법이 있다.

◦ 도표를 이용한 반복시산에 의한 방법과 수리학적 공식에 의한 방법(도식에 의한 방법)은 비교적 토사퇴적의 우려가 적은 지역에 적용한다.

◦ 산악부 도로의 횡단배수시설의 수리계산은 토사퇴적 및 유송잡물 등의 유입 고려한 수리계방법을 적용한다.

◦ 횡단배수관의 경우 침전 및 유지관리를 고려하여 최소관경은 1,000mm 이상으로 하되, 지형 및 지역여건상 부득이한 경우에는 800mm이상으로 할 수 있으며, 동물이동경로 등이 예상되는 곳에는 동물이동경로, 배수능력, 경제성 등을 고려하여 관경을 결정하여야 한다

◦ 본선 수로암거 최소규격은 산악지 도로 등 토석류의 유입이 예상되는 경우 또는 유지관리 등을 고려하여 2.0×2.0 이상을 적용한다.

◦ 유입손실율

유입손실은 개수로와 암거에서의 속도수두 손실에 적용하기 위해 유입부 손실 수두량을 계산하는데 사용된다.

유입손실율 (Ce) - 배수관 : 0.5, 암거 : 0.2

◦ 산악지 도로의 횡단배수는 소하천 및 수로, 산지 계곡부 등 상류지역의 유역면적, 토석류 발생, 장래개발계획 등을 고려하여 도로 인접지역의 호우 피해예방과 도로의 기능 보전을 위하여 충분한 통수 단면을 확보한다.

7) 도시부 도로 배수 계획

◦ 도시부 도로 배수의 계획은 도로의 노면수와 인접지역에서 발생되어 도로로 유입되는 우수를 대상으로 하고, 하수도정비기본계획이 수립된 지역은 이를 고려하며, 하수도정비기본계획이 수립되어 있지 않은 지역은 기존 하수관거와의 연계를 검토하여 계획을 수립한다

◦ 주요 배수시설의 설계빈도, 유출부 위치 및 유출 유량 등은 기존 배수시설의 관계기관과 협의하여 결정한다.

◦ 도시부 도로의 침수는 도로에 집중된 노면수의 배수불량으로 인한 경우가 많으므로, 노면 배수를 계획할 때는 연계되는 하수도시설의 설계빈도 보다 크게 설계 할 수 있으며, 하류부의 침수가 우려되는 경우는 도로저류시설의 설치를 고려한다

◦ 배수관거의 유지관리 및 침식을 방지하기 위해 유속이 0.8~3.0 m/sec 범위가 되도록 하고, 부득이한 경우 유속이 3.0 m/sec 이상일 때 유입·출부에 수로보호공 및 감쇄공 등을 설치한다.

◦ 관거의 방향, 경사, 관경 등이 변화하는 장소 및 관거가 합류하는 장소는 맨홀을 사용하여 접합한다

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) · R.C SLAB교 · 콘크리트 포장 (부체도로, T=15cm)
	25	· GIRDER교 상부 SLAB (ST.BOX, ST.PLATE, PREFLEX, P.S.C BEAM) · 교량하부구조 (교각)
24	20	· 중분대 구체, 난간방호벽
	25	· 교량하부구조 (교대, 날개벽) · 암거 (구체, 날개벽) · 암거유출입부 접속저판 · 역T형 옹벽, L형 옹벽 · 접속슬래브 (교량 및 암거) · 방음벽 기초 · 버스정차대 계단
	25(수중)	· 수중콘크리트(현장타설말뚝)
21	20	· L형 측구 (형식1, 2, 성토부 L형 다이크)
	25	· L형 측구 (형식1, 2, 3) · 콘크리트 다이크 · U형 측구 (형식1, 2, 3, 4) · V형 측구 및 산마루측구 · 깍기·쌓기부 도수로, 도수로 집수거, 방수거, 다이크 집수거 · 우수받이 · U형개거 · 콘크리트 포장 (부체도로, T=20cm) · 경계표주 · 낙석방책기초, 가드휀스 기초 · 복주식, 편지식, 문형식 표지판기초
	25	· U형 측구 (형식5, 6) · 배수관 기초, 날개벽, 차수벽, SURROUNDING, 접속저판 · 집수정 · 차수벽 받침 콘크리트
18	25	· 중력식 옹벽 · 단주식 표지판기초
	25	· MASS 콘크리트
	25	· 버림 콘크리트

※ NOTE :

1. 구조계산 및 장비사용에 따라 골재치수와 슬럼프치는 변경될 수 있으며, 슬럼프치는 펌프카 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, 노출환경 등급과 구조 검토 결과에 따라 조정 적용 할 수 있다.
4. 염수분사시설과 해안구간에 근접 설치되는 콘크리트 구조물은 염해방지 대책을 검토 후 반영 (암거의 기준강도는 암거표준도에 따라 적용)
5. 부체도로 콘크리트 슬래브 두께별 강도는 “부체도로 포장단면 개선(2020.4.16. 부산 지방국토관리청)”방침을 반영

4. 측구공

측구의 형상과 구조는 지형, 배수의 목적, 배수량, 배수시설위치, 경제성 등 여러 가지 조건에 따라 적절한 형태와 크기를 선정하되 생태계 단절을 최소화하는 환경 친화적인 배수구조물을 적용한다.

1) 관련기준

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

◦ 생태통로 설치 및 관리지침(환경부, 2010. 6)

◦ KDS 44 00 00 도로설계기준(국토교통부)

◦ 도로배수시설 설계 및 관리지침(국토교통부, 2020.7)

◦ KCS 44 00 00 도로공사 표준시방서(국토교통부)

2) 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)

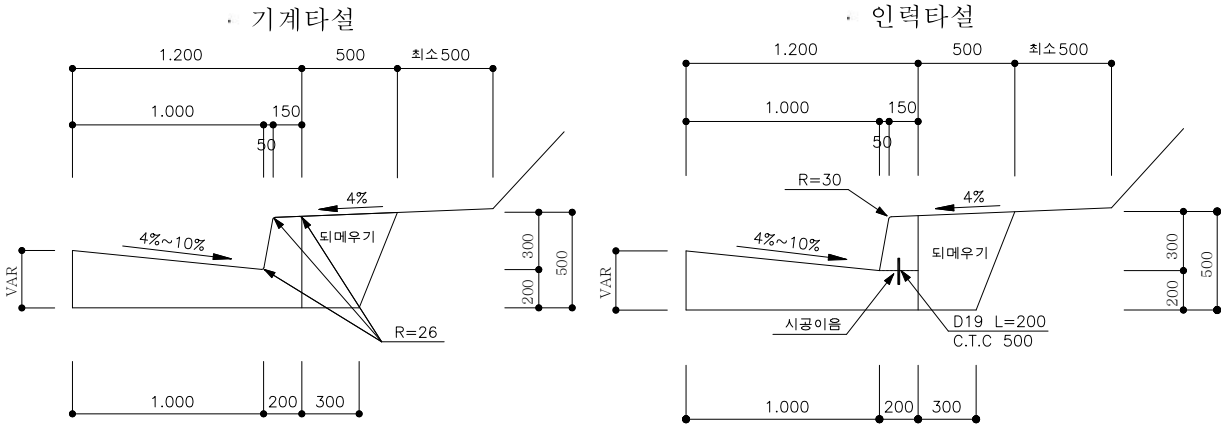
(3) L형측구 만으로 배수량이 과다할 때 측구용량을 계산하여 L형측구 밑으로 종방향 배수관을 설치하여 배수처리 한다.

※ 신축이음재(스치로폴) 간격 : 20m, 수축줄눈 간격 : 6m (형식-1,2,4,5)

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

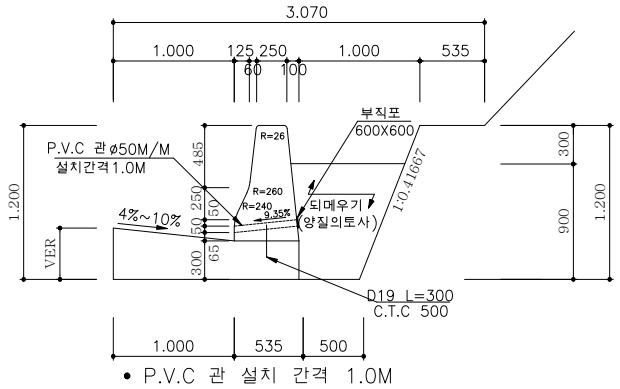
(4) 각 형식별 적용기준은 아래와 같다.

(형식 - 1)

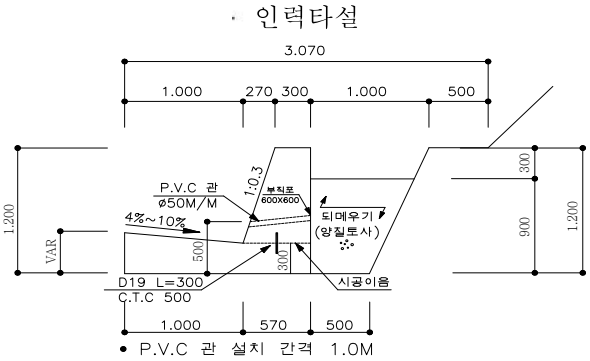


(형식 - 2)

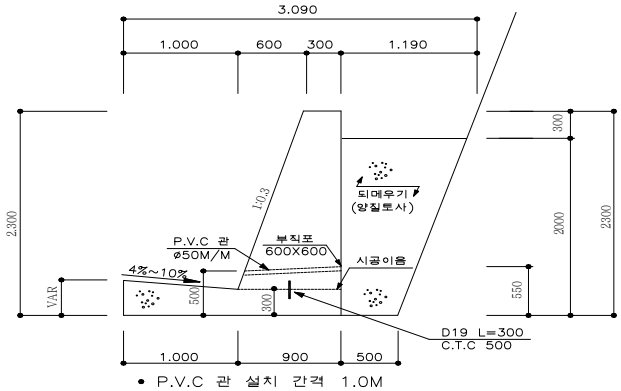
· 기계타설



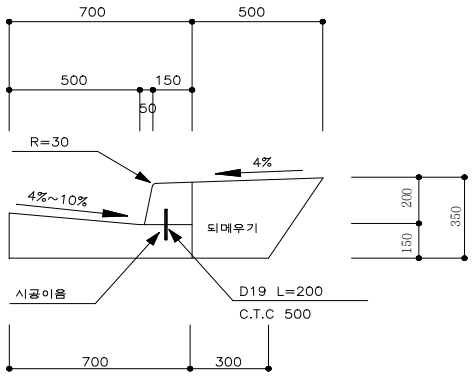
· 인력타설



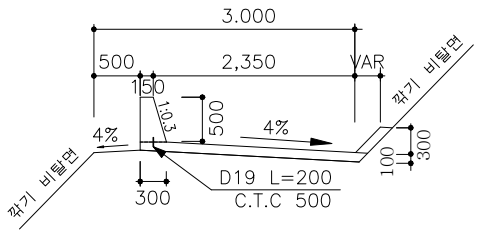
(형식 - 3)



(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

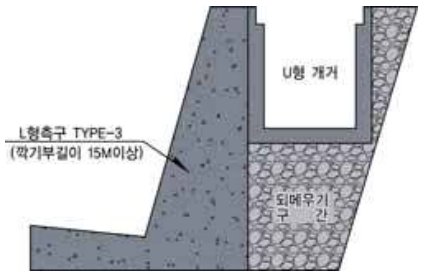
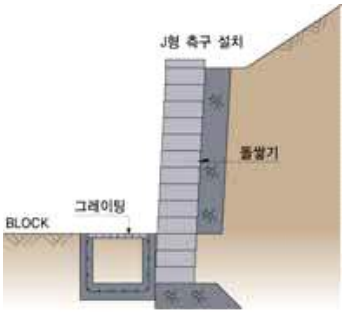
◦ 형식-3 (H=2.3m) : 발파암 H=30m 이상 중 연장 20m 이상구간.

◦ 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.

(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.

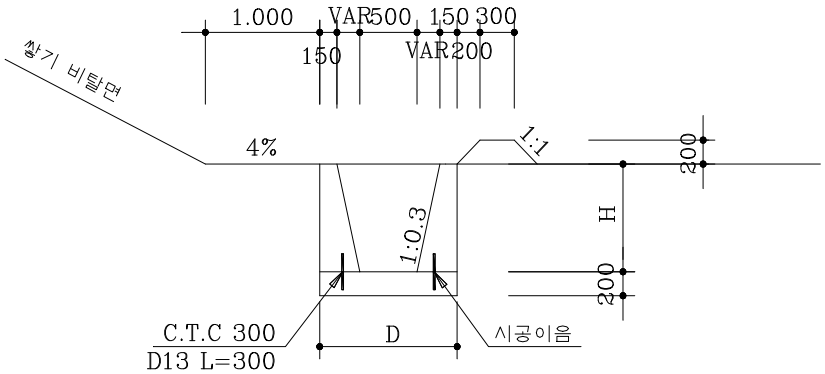
TYPE-1	TYPE-2
	
L형 측구 뒷채움구간의 U형개거 설치	L형측구 대신 석축으로 경사면을 보강하고, U형개거 설치후 노면수배수 원활을 고려한다.

3) 토사측구

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

4) V형 측구

흙깎기·흙쌓기 경계 지점에서 쌓기부 비탈면 단차경사가 심하고 세굴될 가능성이 많거나 용지경계를 명확히 할 필요가 있는 곳에 설치하는 콘크리트 구조물로서 측구형식은 수리계산 결과 및 지형 여건등을 감안하여 결정한다.



5) U형 측구

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

- 형식-1 : 영업소, 휴게소 구간에 적용한다.
- 형식-2, 3, 4 : 시가지 구간 H(높이)에 따라 적용한다.
- 형식-5 : 측도(부체도로)구간에 적용한다.
- 형식-6 : IC 및 분리구간 녹지대에 적용한다.

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

6) 산마루 측구

흙깎기 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 흙깎기부의 길어깨, 깎기·쌓기 경계부 및 용수다발지역 등에 설치한다.

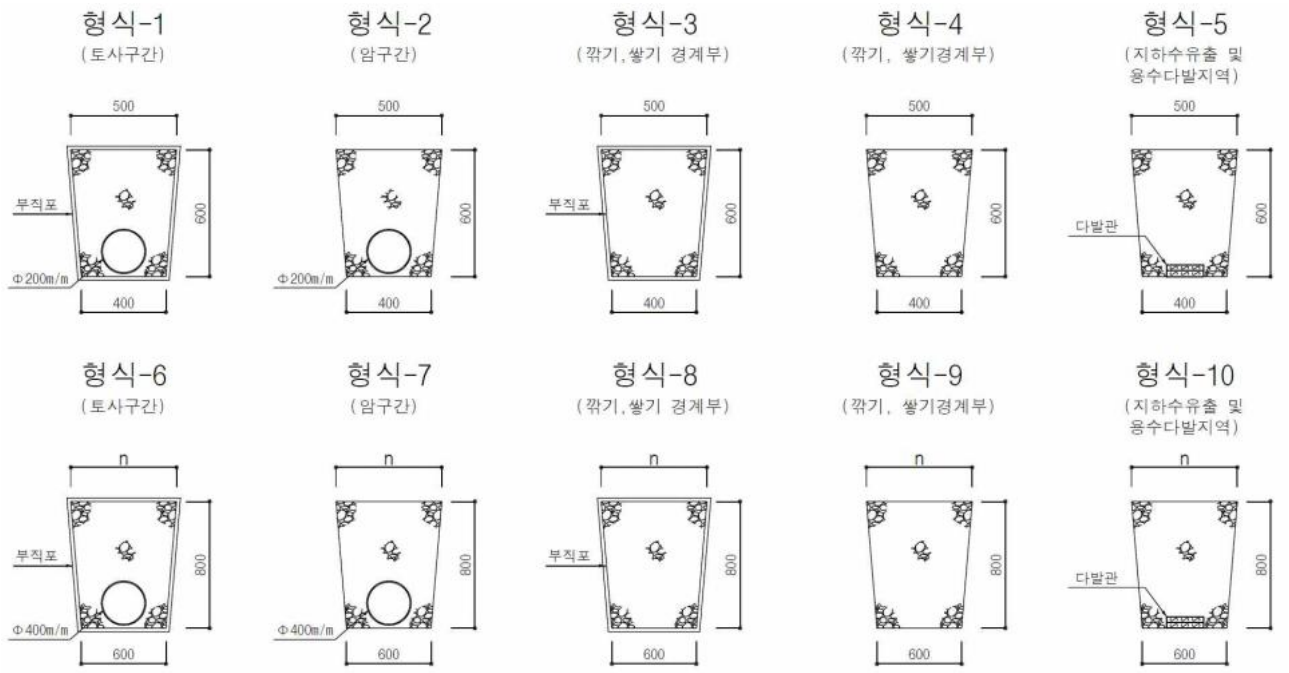
(1) 흙깎기 비탈면에 용수가 있을 때 부직포를 사용하지 않는 맹암거로 한다.

(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 않는다.

(4) 유공관의 내경은 200mm를 표준으로 하고, 유공관의 경사는 0.5% 이상이 바람직하나 최소 0.2% 이상으로 한다.

(5) 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.



<각 형식별 적용기준>

구 분	사 용 구 간	비 고
형식-1 형식-6	·길어깨 깎기부 L형측구 아래에 설치 (토사구간)	유공관, 부직포 사용
형식-2 형식-7	·길어깨 깎기부 L형측구 아래에 설치 (리핑암, 발파암 구간)	유공관 사용, 부직포 사용하지 않음
형식-3 형식-8	·편깎기, 편쌓기구간 및 깎기, 쌓기 경계구간에 설치 (토사구간), ·중분대쪽 맹암거 유출부는 도로중심선과 60°각도로 100m마다 설치 단, Sag구간은 40m 마다 설치 ·깎기부 비탈면 통수부에 설치(토사구간) ·기존포장 확장부 및 방음벽 기초하단부에 설치	유공관 사용하지 않음 부직포 사용
형식-4 형식-9	·형식-3과 설치방법은 동일 (리핑암, 발파암 구간)	유공관, 부직포 사용하지 않음
형식-5 형식-10	·지하수 유출 및 용수다발 지역에 설치	비탈면 보호공 다발관 사용

※ 형식 - 6~10 : 산악지 도로

8) 소단 측구

깎기고 20m이상의 흙깎기 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 4%로 하고 유출방지턱을 설치하며, 산마루측구와 연결하거나 도수로를 설치하여 비탈면이 유실되지 않도록 설치한다.

9) 쌓기부 도수로

길어깨 또는 길어깨 측구를 흐르는 물을 배제하기 위하여 쌓기 비탈면에 설치하는 것으로 간격은 30~100m(산악지 도로 : 30~70m)의 범위를 원칙으로 하며, 곡선부 외측 길어깨의 물만을 배제할 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 도수로를 추가 설치한다.

◦ 설치장소 : 유량이 길어깨 또는 길어깨 측구의 허용 통수량과 같게 되는곳
길어깨 또는 길어깨 측구의 가장 심한 요철부
교량 시점부, 교량 고가구간 및 연약지반
높은 흙쌓기구간의 장기성토 침하에 의해 길어깨 배수에 지장을 준다고 예상 되는 곳
설계시에는 지형, 비탈면상태 그리고 연결되는 배수시설을 고려 가장 효과적인 곳

10) 소형동물이동 경사로 설치

◦ 설치장소 : 습지와 논처럼 수환경이 풍부하거나 양서류의 집단 산란지 또는 이동경로가 노선근처(도로에서 100m이내)에 존재하는 도로 구간에 설치한다.
농수로가 콘크리트 등의 구조물로 조성되어 있어서 양서·파충류나 소형 포유류 탈출이 어려운 구간에 설치한다.
삼림을 통과하는 도로의 땅깎이부를 옹벽으로 길게 처리하여 동물이 자유롭게 오르내리기 어려운 구간에 설치한다

◦ 설계기준 : 경사로 폭 - 30cm이상(설치가 어려울 경우 20cm이상) , 경사각도 - 30°이하 (경사로바닥은 미끄러지지 않도록 요철(5cm내외) 처리함)

◦ 설치방법 : 양서류의 집단 이동 등을 위해 다수의 경사로 조성이 필요한 구간에서는 탈출경사로의 설치 간격을 30m 이내로 한다.
탈출한 양서·파충류가 도로 쪽으로 가지 않기 위해 탈출용 경사로는 측구 배수로의 양쪽 벽면 중 도로 쪽이 아닌 벽면에 설치한다.
필요에 따라 배수로 내에 저류홈을 만들어 탈출구를 찾지 못한 양서·파충류가 한 여름 온도가 올라가도 견딜 수 있고, 잠시 휴식할 수 있는 공간을 제공한다.
암거의 배출구쪽이 하천일 경우 하천제방으로 인해 높이 차이가 발생할 수가 있다. 이때에는 유수의 반대방향으로 탈출로를 설치하는 방안이 필요하다.
측구를 횡단하는 복개시설은 소형동물이 도로의 노면으로 올라올 우려가 없는 경우에 설치한다.
두더지, 도마뱀 등 동물의 보호를 목적으로 집수정에도 뚜껑을 씌우거나 낙하하였을 때 자력으로 탈출 할 수 있게 오름구조나 거치목 등을 설치한다.

11) L형측구 하부에 설치하는 집수정의 간격은 청소와 유지관리를 고려할 때 최대 30m, 시공성을 고려할 때 최소 5m로 한다. (단, 수리계산결과 집수정 간격이 최소값 이하인 경우 길어깨에 설치된 측구의 형태를 재 검토함)

12) 선배수 시설

(1) 선배수시설은 도로 노면수를 연속적으로 배제시키기 위해 길어깨 또는 중앙분리대의 배수취약구간에 연속하여 설치하는 시설을 말한다.

(2) 집중호우가 많아짐에 따라 선배수 시설을 설치함으로써 집수정의 그레이팅의 효율과 길어깨의 통수단면의 부족 등으로 배수효율이 떨어지는 구간에서 배수효율을 높일 수 있다.

(3) 선배수 구조물은 여러가지 형태로 설치될 수 있으며, 강우량이 많은 도로구간에는 측구대신 설치가 가능하고, 개거와 같은 형태의 구조물을 이용함으로써 배수효율을 높인다.

(4) 선배수시설은 기성제품을 적용하되, 토압 및 상재하중에 대한 구조적 안정성을 검토하여 적용한다.

(5) 선배수시설은 측구의 통수단면을 증대하기 위한 노면배수시설로, 선배수시설의 통수단면에 대한 최대연장은 통수량은 만닝(Manning)공식을 사용하여 산정한다.

◦ 설계유량

$$Q_d = \frac{1}{360} \times C \times I \times W \times L \times 10^{-4}$$

여기서, Q_d : 설계유량(m3/sec)

C : 유출계수

I : 설계강우강도(mm/hr)

$W \times L$: 집수면적

W : 집수폭(m)

L : 선배수시설 연결연장(m)

◦ 통수량

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

여기서, Q : 유량(㎥/sec)

A : 통수단면적 (㎡)

n : 조도계수

R : 동수반경(m)

S : 수로경사(m/m)

(6) 선배수시설에는 유지관리를 위한 집수정을 30m이내 간격으로 설치한다.

(7) 배수취약구간

◦ 길어깨

- 길어깨 보강구간 중 편경사 접속설치 구간 : -2% ~ +2%
- 종단경사 저점부 : -0.5% ~ 최저점 ~ +0.5% (종단곡선부 포함)
- 길어깨 차로 운영구간으로 배수용량이 부족한 구간

◦ 콘크리트 중앙분리대 설치 구간

- 집수정 소요간격이 5m 미만인 구간
- 종단경사 저점부 : -0.5% ~ 최저점 ~ +0.5% (종단곡선부 포함)

◦ 도시지역 교차로 구간

5. 배수암거 및 배수관

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

1) 관련기준

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

◦ KDS 44 00 00 도로 설계기준(국토교통부)

◦ 국도설계업무 매뉴얼(건설교통부, 2007. 6)

◦ 도로배수시설 설계 및 관리지침(국토교통부, 2020. 7)

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.
(토사퇴적을 최소화 할 수 있는 최소경사 0.2%, 유속 0.6m/sec 이상)

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 흄관 또는 VR관 등 원형배수관의 사용보다는 최소규격 2.0mx2.0m의 수로암거를 사용한다.

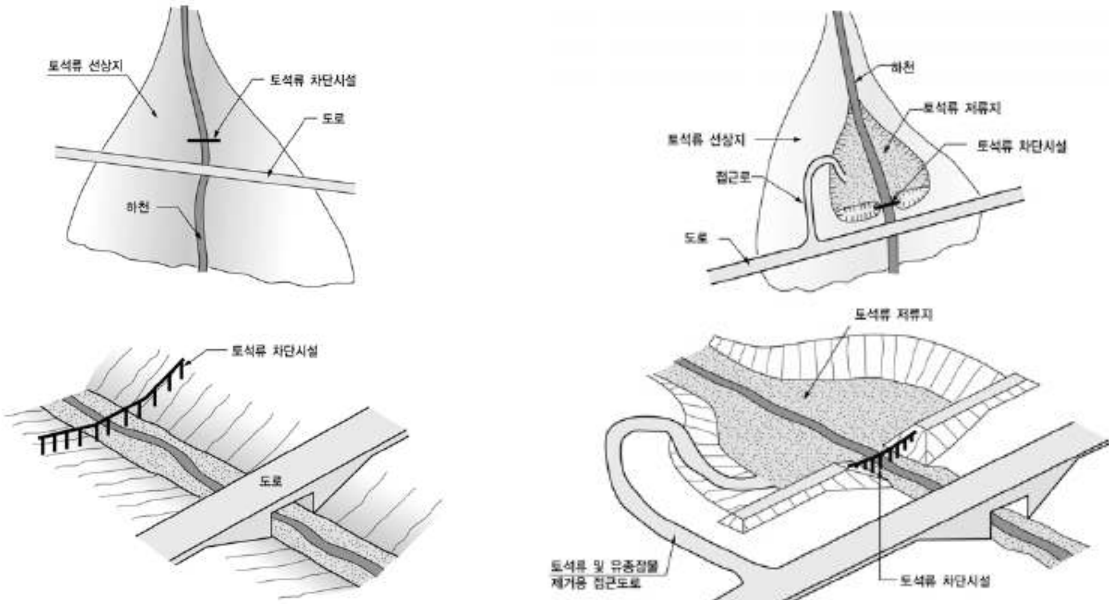
7) 산악지 도로에서 수로 폭이 6m 이상이 되는 구간은 2련 암거의 형태로 설치할 경우 유송잡물 및 토석류 등에 의한 암거의 통수단면 부족이 발생될 수 있으므로, 대형수로는 라멘교 등의 소규모 교량으로 계획 설계함으로써 유송잡물 및 토석류의 흐름을 원활하게

한다. 다만, 지형적인 여건 등 암거의 설치가 불가능할 경우, 최소규격 1,500mm이상의 파형강관 등을 사용하며, 유송잡류 및 토석류 등이 유입되는 경우, 유송잡류 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 대규모 산사태 및 토석류 발생에 의한 토석류 차단시설의 설치가 필요한 경우, 도로관리청은 토석류 차단시설을 도로부지내 필요한 지역에 설치하며, 도로부지 밖에 설치가 필요한 경우, 산림청 등과 같은 관계기관에서 설치 할 수 있도록 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>

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>우회시설</td><td>거치대</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>격자틀</td><td>분리대</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>슬릿트댐</td><td>네트</td></tr>
</table>

10) VR관 및 원심력철근콘크리트관의 토피고가 6m이상 되면 서라운딩을 설치한다.
단, 연약지반 및 포장층 내에 위치할 경우는 배수관을 보강(서라운딩)해야 한다.

11) 횡배수관, 종배수관 및 가배수관은 재료의 특성과 시공성 및 공사비 등을 비교 검토(VR관, 흄관 및 파형강관) 후 적용하여야 한다.

- 파형강관의 경우 호칭지름별 최소 판두께 이상을 적용하여야 하며, 흙쌓기고 등이 증가할 경우 적정 최소 판두께를 검토하여 증가시켜야 한다.

12) 사각 15°이상인 암거는 보강철근을 추가하며, 기준은 수량산출기준에 명시한대로 적용한다.

13) 암거구조물의 경사 S=25%(Θ=14°) 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 국토교통부「암거표준도」를 사용하되 구조검토 후 적용한다.

16) 시가지 및 기존도로 확장구간의 암거는 프리캐스트(precast)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

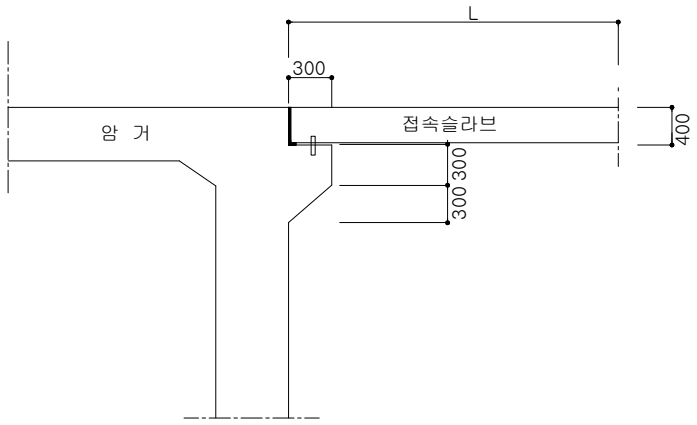
(3) 도심지의 경우 암거시공시 교통처리 등

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 강절점으로의 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) 관련기준

○ 국도설계업무 매뉴얼(건설교통부, 2007. 6.)

2) 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 (규격은 검토후 반영)	기존도로 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 우회도로가 있는 곳
3.0m × 3.0m	위의 기준외에 부득이 한 곳

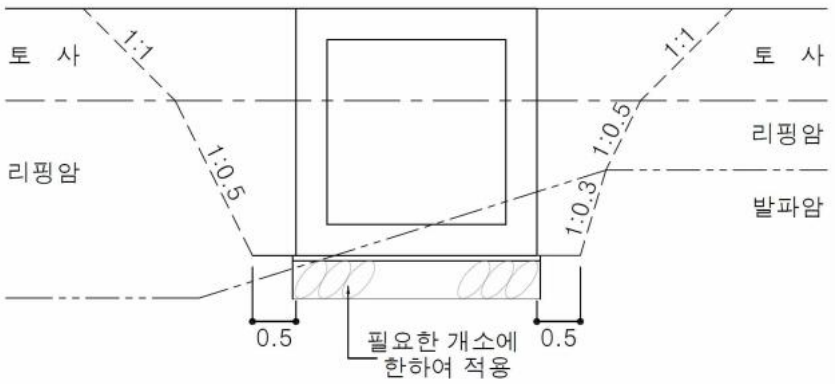
3) 통로암거의 양측이 비포장도로인 경우 양측 20m씩 콘크리트 포장을 한다.

4) 단구간에 여러개의 대형 통로암거 계획은 가능한 지양하고 측도를 설치하여 한곳으로 대형차량을 유도 처리하고 그 외는 소규격 암거로 계획한다.

5) 암거 입·출구는 대형차량의 통행이 가능하도록 곡선반경과 시거를 확보하여야 한다. (평행식 날개벽 적용 등)

6) 통로암거는 차수벽을 설치하지 않으며 지역여건, 경제성 등을 검토하여 조명시설을 설치한다.

7) 흙깎기 및 쌓기 경계부, 연약지반 등 부등침하가 우려되는 통로Box는 지지력을 확보할 수 있는 재료로 지반보강(T=30cm)을 하여야 한다.



8) 통로암거는 이용자의 안전, 지역여건 및 경제성을 고려하여 조명시설 등이 필요한 경우 다음과 같이 설치를 계획한다.

◦ 연장이 30m이상이고 이용자(차량, 보행자)의 안전을 고려한 조명이 필요한 경우

◦ 나들목, 분기점, 입체 교차로 등 인근에 도로조명과 인접하여 있는 10m이상의 경우

◦ 관할 지자체 및 이용주민 요청에 따라 조명시설이 필요하다고 판단되는 경우

◦ 차량통행이 빈번하고, 현지 여건상 주간조명이 필요한 통로암거는 KS C 3703(터널조명기준)을 참조하여 적용하며 통로암거 전, 후의 접속하는 도로에 조명은 생략가능하다.

◦ 조명시설 설치시 에너지 절감을 고려하여 주간 및 야간조명을 구분하여 회로구성을 하여야한다.

◦ 생태이동통로 하부도로, 교량 하부도로 등 통로암거의 이용목적과 유사한 경우에 조명시설을 설치할 수 있다.

7. 흙쌓기부 다이크

1) 관련기준

◦ KDS 44 00 00 도로 설계기준(국토교통부)

2) 노면에 내린 우수가 흙쌓기 비탈면으로 흘러들어 비탈면이 유실되는 것을 방지하기 위하여 설치한다.

3) 다이크 저판폭은 흙깎기부와 동일하게 적용한다.「표준도 참조」

8. 기타공

1) 관련기준

◦ KDS 44 00 00 도로 설계기준(국토교통부)

◦ KCS 44 00 00 도로공사 표준시방서(국토교통부)

◦ KDS 11 80 10 보강토옹벽(국토교통부)

◦ 암반구간 포장 설계지침(국토해양부, 2011. 8.)

◦ KDS 61 00 00 하수도설계기준(환경부)

2) 수로보호공

◦ 유속 2.5m/sec 이상인 경우 입·출구부에 수로보호시설을 설치하여야 한다.

2.5m/sec $<$ V $\leq$ 4.0m/sec : 수로보호공, 4.0m/sec $<$ V $\leq$ 6.0m/sec : 감쇄공

6.0m/sec $<$ V : 침전조 등의 수로보호시설을 설치하여야 한다.

3) 배수구조물이 토사측구, V형측구, 용수개거 등과 평행하지 않게 교차 접속될 때는 월류방지를 위하여 편측 측구높이를 30cm 이상 조정하여 보강 한다.

<배수관 종류별 비교검토>

구 분	원심력 철근콘크리트관	VR관	비 고
특 징	• 사용실적이 많고 공사비 저렴 • 운반과정에서 파손이 많음 • 외압강도가 관경이 클수록 VR관 보다 약함 • 노면배수용으로는 가능하지만 대성토고 도로내에서는 요구되는 응력에 미치지 못함	• 외압강도가 우수하고 부식성이 매우 양호 • 수밀성이 좋으며 충격에 강함 • 노면하중 토압에 대하여 강하며 변형이 없음 • 누수방지를 위한 RUBBERRING 설치가 가능	
검토의견	• 배수관은 종래에는 현장제작 콘크리트관(RC관), 원심력 철근콘크리트관, 파형강관, VR관이 있으나 RC관은 시공성이 복잡하고 작업공기가 과다 소요되며 원심력 철근콘크리트관은 외압에 대한 균열 및 제품의 규격에 대한 신뢰성이 저하되어 최근 외압강도 및 수밀성, 유지관리가 용이한 VR관 및 파형강관이 많이 사용되고 있음.		

4) 보강토 옹벽 상부 및 뒤채움부 배수시설

◦ 보강토체에 이용되는 뒤채움 재료로는 비교적 배수성이 양호한 양질의 토사를 사용하지만, 다량의 배면 유입수로 뒤채움 흙이 포화되면 흙의 전단강도가 급격히 저하되어 불안한 상태가 될 수 있으므로 배면 용출수의 유무, 수량의 과다에 따라 적절한 배수시설을 하여야 한다.

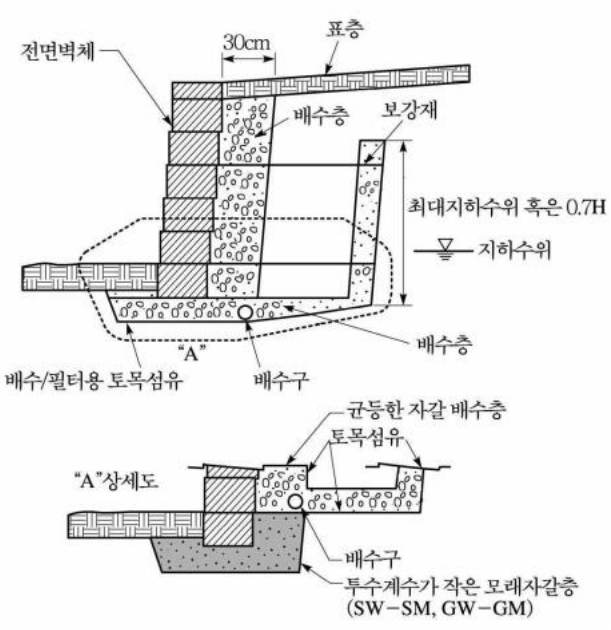
◦ 보강토 옹벽에 적용하는 배수시설의 종류는 다음과 같다.

<보강토체 내부 배수시설>

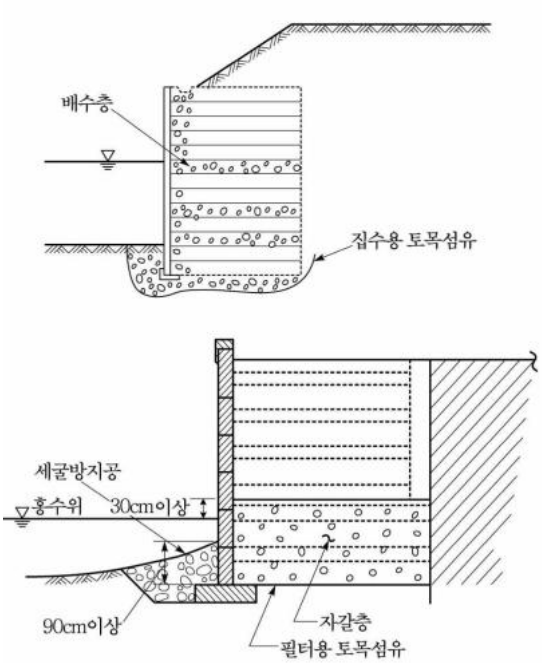
- 전면벽체 배면의 자갈/쇄석 배수층 및 암거
- 전면벽체 배면의 토목섬유 배수재
- 보강토체 내부의 수평 배수층

<보강토체 외부 배수시설>

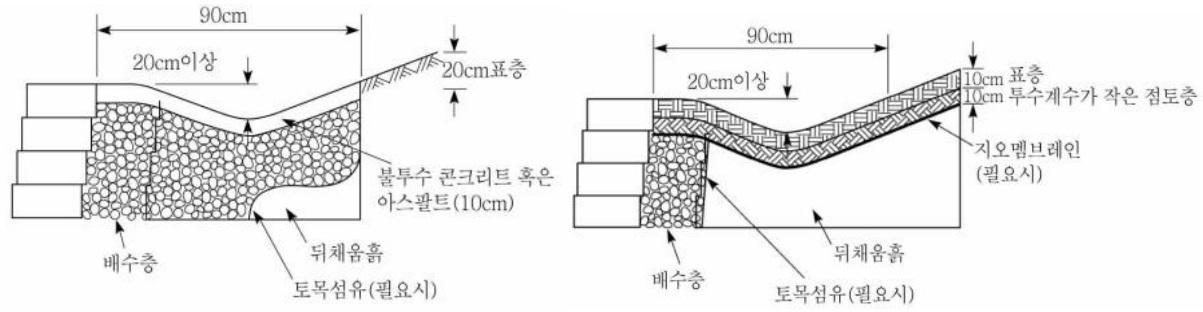
- 벽체상부 지표수 유입을 방지하기 위한 지표면 배수구
- 보강토 옹벽 배면에서 유입되는 용수 처리를 위한 보강토체 / 배면토체 경계면 배수층



(a) 보강토 옹벽의 배수시설



(b) 침수지역 보강토 옹벽의 배수시설



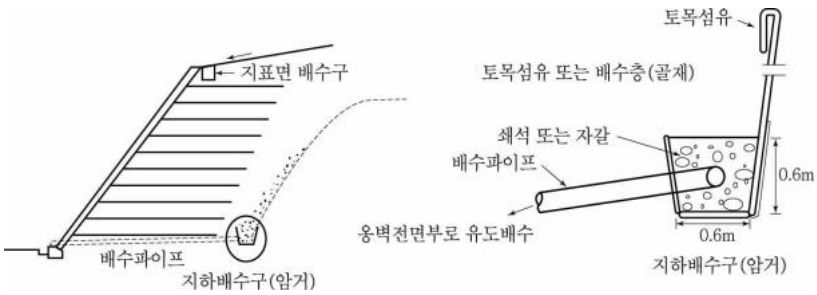
(c) 보강토 옹벽 상부 배수 및 차수대책

<그림 8-1> 보강토 옹벽의 배수시설 적용예

◦ 보강토체의 내부와 뒤채움에는 지하수를 처리하기 위한 모래자갈 수평 배수층을 두는 것이 필요하다. 저면 이외에는 지오텍스타일, 지오멤브레인 형의 배수재로 시공할 수도 있다. 특히 계곡부에 설치되는 보강토 옹벽에는 일반 쌓기비탈면과 동일하게 적정한 크기의 암거를 설치한다.

◦ 보강토체가 수중에 잠기는 경우에는 내·외수면이 같아지도록 투수성이 양호한 뒤채움 재료를 사용하여야 한다.

◦ 기존 원지반을 깎은 후에 보강토 옹벽을 설치하는 경우는 원지반과 보강토체 사이의 경계에 배수로를 그림 8-2와 같이 설치할 수 있다.



<그림 8-2> 보강토 비탈면의 배수시설 적용예

◦ 일반적으로 보강토체 내부의 배수대책과 외부의 배수대책을 설명하면 다음과 같다.

<보강토체 내부의 배수>

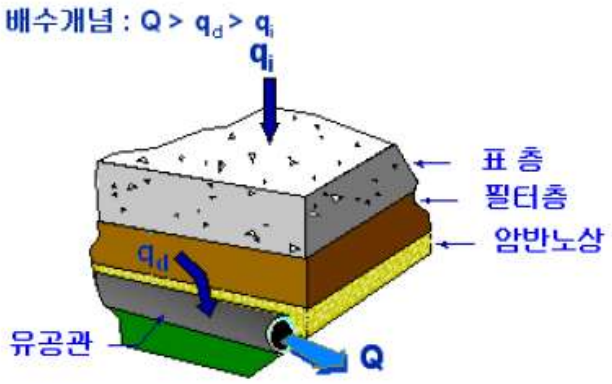
- 원지반을 절취하여 보강토체를 설치하는 경우는 굴착면에 지하배수공을 설치하고 원지반 비탈면에 용수 등이 있을 때는 지하배수구나 수평배수공 등을 설치한다.
- 기초부에는 보강토체 내의 간극수압의 상승을 방지하기 위해 배수층을 설치한다.
- 전면벽 부근의 배수처리 및 뒤채움재료의 유실을 방지하기 위해 전면벽 배면에 자갈 필터층을 두께 30cm 이상 설치하여야 한다. 또한 뒤채움재료의 유출을 억제하기 위해 부직포를 추가 적용할 수 있으며, 이 경우 자갈 필터층의 두께를 15cm까지 감소시킬 수 있다.
- 시공시기가 강우기인 경우와 함수비가 높은 뒤채움 흙을 사용하는 경우에는 일정 쌓기 두께마다 수평 배수공을 설치한다.

<보강토체 외부의 배수대책>

- 보강토체 상부표면과 상부 쌓기비탈면은 적절한 차수공 및 배수구를 설치하여 지표수가 보강토체 내부로 유입되는 것을 차단하여야 한다.
- 보강토 옹벽의 주변은 근처로부터의 유입수, 침투수 등의 유입을 막기 위해 그 경계부근에 유입수 방지공을 설치한다.

5) 암반구간 포장 배수시설의 설계

◦ 필터층에서 배수되는 침투수는 유공관을 통하여 배수구로 배수되어야 하며, 배수시설은 필터재료와 유공관, 토목섬유(지오텍스타일)로 구성된다. 각 배수시설은 <그림 8-3>과 같이 배수구 방향으로 갈수록 배수용량이 커져야 한다.



<그림 8-3> 침투수의 배수개념

◦ 유공관의 위치는 필터층의 바닥면보다 최소한 50mm 아래에 유공관의 상면이 위치하여야 한다. 침투수 배수에 사용하는 유공관은 폴리에틸렌 또는 PVC관의 사용을 추천한다. 토목섬유는 토목섬유 위의 재료가 혼합되는 것을 방지하고 본질적으로는 분리재로써의 역할을 한다. 토목섬유를 도로 하부의 전체 폭에 걸쳐 설치하는 방법으로 포장 구조의 일부, 혹은 그 이상의 부분이 상당한 투수성을 가지고 있다면 배수능력을 증대시킬 수 있다.

◦ 필터재료는 다음의 조건을 만족시키는 입도 배합의 것을 원칙으로 한다.

① 필터재료가 주변의 흙에 의하여 막히지 않기 위한 조건 :

$$\frac{D_{15}\ (\text{필터재료})}{D_{85}\ (\text{주변의흙})} < 5$$

② 필터재료가 주변의 흙에 비하여 충분한 투수성을 갖기 위한 조건 :

$$\frac{D_{15}\ (\text{필터재료})}{D_{15}\ (\text{주변의흙})} > 5$$

③ 유공관의 구멍과 관의 이음 부분이 필터재료로 막히지 않기 위한 조건 :

$$\frac{D_{85}\ (\text{필터재료})}{d} > 2$$

여기서, D_{15}, D_{85} : 입경가적곡선에 있어서 통과백분율이 각각 15%, 85%에 해당하는 입경 (mm)

d : 유공관의 직경, 또는 관의 이음 간격 (mm)

◦ 암반구간의 포장에서 포장체 내부로 침투하는 물은 크게 포장 표면으로 침투하는 우수와 암반의 틈에서 용출되는 용출수의 두 가지로 나눌 수 있다. 이러한 침투수는 1차적으로 필터층에서 배수되어진다.

◦ 필터층에서 배수되는 침투수는 유공관을 통하여 배수구로 유도되어야 한다. 유공관의

배수유량 산정은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$q_d = 24\,WHN_e U\frac{1}{t_d}$$

여기서, q_d : 설계 배수량(m3/day/m)

W : 필터층의 폭(m)

H : 필터층의 두께(m)

N_e : 유효공극률

U : 배수도

t_d : 50% 배수에 소요되는 시간(hr)

6) 맨홀공

◦ 도로 배수시설을 하수관거에 연결할 때 단차 등의 이유로 맨홀설치가 필요한 경우는 『KDS 61 00 00 하수도설계기준(환경부)』을 따른다.

◦ 맨홀은 관거의 기점, 방향, 경사 및 관경 등이 변하는 곳, 단차가 발생하는 곳, 관거가 합류하는 곳, 관거의 관리상 필요한 장소에 설치한다.

◦ 맨홀은 중간맨홀과 합류맨홀로 구분할 수 있으며, 중간맨홀은 1개의 유입관과 1개의 유출관이 일직선상으로 위치하는 맨홀이며, 합류맨홀은 유입관과 유출관이 일직선상으로 위치하지 않거나 2개 이상의 관이 유입되는 형태의 맨홀을 말한다.

<맨홀관경에 따른 설치간격>

맨 홀 관 경	맨홀최대 간격
600mm이하	75m
600mm ~ 1,000mm	100m
1.000mm ~ 1,500mm	150m
1,650mm	200m

<표준맨홀의 형상별 용도>

명 칭	치수 및 형상	용 도
1호맨홀	내경 900 mm 원형	관로의 기점 및 600 mm 이하의 관로 중간지점 또는 내경 400 mm까지의 관로 합류지점
2호맨홀	내경 1,200 mm 원형	내경 900 mm 이하의 관로 중간지점 및 내경 600 mm 이하의 관로 합류지점
3호맨홀	내경 1,500 mm 원형	내경 1,200 mm 이하의 관로 중간지점 및 내경 800 mm 이하의 관로 합류지점
4호맨홀	내경 1,800 mm 원형	내경 1,500 mm 이하의 관로 중간지점 및 내경 900 mm 이하의 관로 합류지점
5호맨홀	내경 2,100 mm 원형	내경 1,800 mm 이하의 관로 중간지점

<특수맨홀의 형상별 용도>

명 칭	치수 및 형상	용 도
특1호맨홀	내부치수 600×900 mm 각형	흙두께가 특히 적은 경우, 다른 매설물 등의 관계 등으로 1호맨홀이 설치 안되는 경우
특2호맨홀	내부치수 1,200×1,200 mm 각형	내경 1,000 mm 이하의 관로 중간지점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특3호맨홀	내부치수 1,400×1,200 mm 각형	내경 1,200 mm 이하의 관로 중간지점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특4호맨홀	내부치수 1,800×1,200 mm 각형	내경 1,500 mm 이하의 관로 중간지점에서 원형맨홀이 설치 안되는 경우
특5호맨홀	내부치수D×1,200 mm 각형(D는내경＋인버트 폭)	현장여건상 표준맨홀 및 특1, 2, 3, 4호 맨홀이 설치가 불가능한 경우에 600 mm 이상의 흄관에 적용
현장타설 관로용 맨홀	내경 900, 1,200 mm 원형	직사각형거, 말굽형거 및 실드(shield)공법에 의한 하수관로의 중간지점
부관붙임 맨홀		관로의 단차가 0.6 m 이상인 경우

7) 수로이설

◦ 수로이설 형식선정은 기존 수로형태, 주변 환경, 경제성을 고려하여 결정하며, 형식은 토사 수로, 콘크리트 개거, 자연형 하천 등으로 구분한다.

◦ 하천을 제외한 수로의 설계빈도는 일반적으로 30년으로 하고, 도시계획구간에서는 50년으로 정한다.

◦ 통수량은 합리식으로 산정하고 단면의 규격은 만닝(Manning)공식을 사용하여 산정한다.

◦ 측벽 경사는 기존 수로의 측벽형상에 맞추어 설계하되 유속이 2.5 m/sec를 초과할 때에는 콘크리트 및 돌붙임으로 측벽처리를 하고, 바닥에는 수로보호공을 설치한다. 또한, 유속이 4.0 m/sec 초과할 때에는 낙차공을 두어 유속을 저감시켜야 한다.

◦ 자연형 하천 적용

① 자연 상태의 하천을 이설 할 경우로서 기존 하천의 주변여건을 고려하여 적정공법을 검토한다.

② 하천 바닥 폭은 해당 하천이 원래 갖고 있던 정도의 폭을 유지하며, 바닥의 토사는 가급적 원상태를 유지한다.

③ 하천의 원래 형태를 최대한 유지한다.

④ 원래 하천이 갖고 있는 다양한 완급경사 및 형상을 유지한다.

⑤ 자연형 호안 공법은 계획홍수위까지 하고, 계획홍수위에서 둔치까지는 줄떼 및 수목식재 등의 설치계획을 검토한다.

⑥ 필요할 때 어소블럭, 어도, 여울 등의 계획을 검토한다.

◦ 자연형 하천 공법 적용 제외 대상

① 하천 이설 폭이 협소하거나 주변여건상 자연형 하천 적용이 곤란한 경우

② 이설할 기존 하천이 자연하천이 아닐 경우

③ 하천의 평균 하폭이 2 m 이하인 경우

3.2 수량산출 요령

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. 유용토

측구공, 배수관공, 암거공, 기타공 등의 잔토유용

※ 단, 배수공 소구조물(노견다이크 집수거, 도수로용 집수거, 쌓기부 도수로, 깎기부 도수로, 산마루측구)은 잔토처리

◦ 사유 : 공정상 토공 또는 포장공 완료후 시공하므로 현장 유용이 불가능

B. 공제토

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) 거푸집 합판 3, 4회의 경우 유로폼 적용성에 대한 비교・검토 후 적용한다.

6) 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

◦ 깎기부에 설치하며 형식별로 구분하여 산출한다.

◦ 콘크리트 (㎥) : 콘크리트 표준시방서의 굵은 골재 최대 치수 참조
(쌓기부 측구는 소형 콘크리트로 산출)

◦ 거 푸 집 (㎡) : 합판 4회

◦ 되메우기 (㎥)

깎기부 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 (㎥)

◦ 거푸집 (㎡) : 합판 4회 (형식 - 1~6)

◦ 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 협의하에 시방기준을 만족하는 재질로 대체할 수 있음)

◦ 일반부 : 형식-1~5, 산지부 : 형식-6~10

7) 소단측구

◦ 깎기부 높이 20m 지점에 설치하는 소단측구는 연장별로 산출한다.

◦ 현장타설콘크리트 적용(펌프카 사용)하고 콘크리트는 강도 21MPa(25m/m)로 한다.

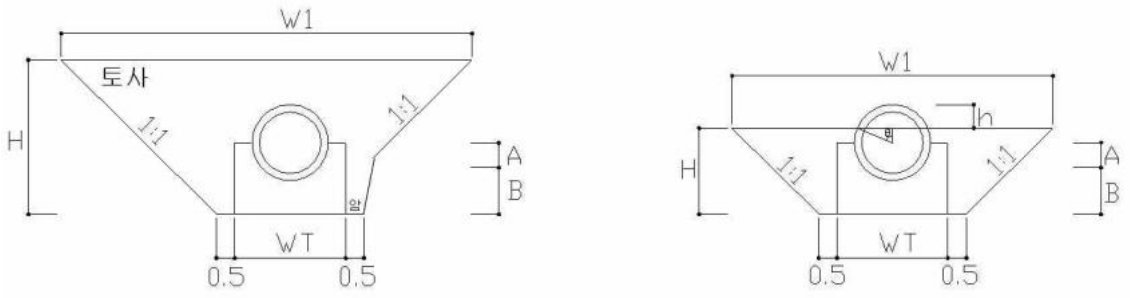
4. 배수관공

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≧A×2+B　　B. A+B<터파기 H<A×2+B



$$\theta = \cos^{-1}\frac{A-h}{A}$$

◦ 터 파 기 : (WT+1.0+W1)÷2×H×연장(H:배수구조물 횡단면도상의 H의 평균치)

※터파기 적용 경사

① 토　사 : 1 : 1.0

② 리핑암 : 1 : 0.5

③ 발파암 : 1 : 0.3

◦ 되메우기 : 1. 터파기 $-\left\{\frac{\pi \cdot A^2}{2}+(A+B)\times WT\right\}\times$연장

. 2. 터파기 $-\left\{\left\{\frac{\pi A^2}{2}+(A+B)\times WT\right\}+\left\{\frac{2\theta\pi A^2}{360}-\frac{A\sin\theta\times(A-h)}{2}\times 2\right\}\right\}\times$연장

◦ 유용토 = 터파기-되메우기(수중터파기 일때는 유용토 = 80%)

3) 배수관의 관제작 콘크리트는 25-27-150(80), 기초 콘크리트 25-21-150(80) 관이음 몰탈은 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, 배수토공은 횡단상의 연장에서 단위 m로 절상한 연장을 적용한다.)

5) 배수관 날개벽 및 면벽수량은 표준도의 단위수량을 참조하여 개소별로 산출한다.

※ 배수관 시공연장과 흄관 구입 본수 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 흙깎기부 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 무근콘크리트 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.

9) 가배수관은 유용시 손율은 다음의 기준을 적용한다.

흄관

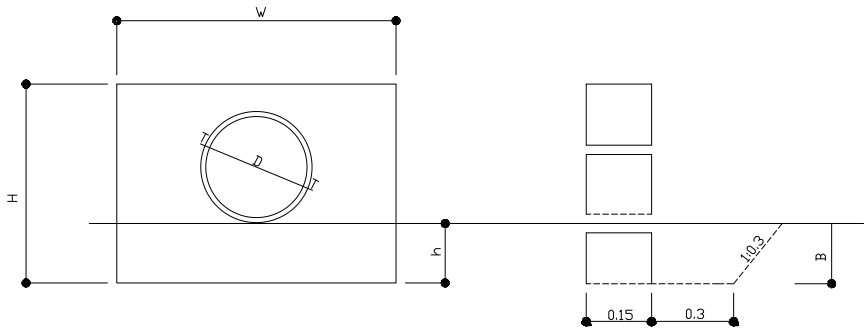
구분 \ 사용기간별	3개월미만(%)	6개월미만(%)	1개년미만(%)	1개년이상(%)
손율	80	100	100	100

※ 건설공사표준품셈 공통부문 2-2 손율 반영

10) 거푸집

◦ 기 초 : 합판 6회, 날개벽 : 합판 3회

A. 면벽공 단위물량



① 터파기

(0.9+B×0.3)×B×W×1/2

② 되메우기

(0.6+B×0.3)×B×W×1/2

③ 유용토(토사측구 및 답구간 표토제거는 전량유용 그외는 90%)

(터파기-되메우기)

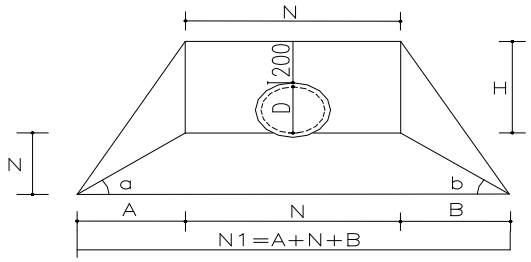
④ 거푸집

2×(H×0.15)+2×[W×H-{π×(D+2T)2×1/4}]

⑤ 콘크리트

H×0.15×W-0.15×{π×(D+2T)2×1/4}

B. 배수관 날개벽 공제단위 수량



$H = D+T+(0.2m)$

$Z = H \times S(S = 경사)$

$$A = \frac{Z}{\tan\alpha} \qquad B = \frac{Z}{\tan\beta}$$

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. 암 거 공

가. 암 거 공

1) 구 체

① 터파기(m^3)

도면 참조

○ 물이 있는 경우, 물푸기를 고려한 터파기는 용수터파기로 하고 물푸기를 고려하지 않는 경우는 수중터파기로 함.

○ 터파기 경사

토사 1:1.0, 리핑암 1:0.5, 발파암 1:0.3

○ 원지반 아래는 되메우기 및 뒷채움으로 계상한다.

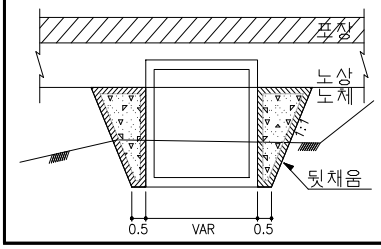
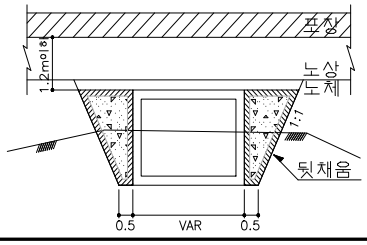
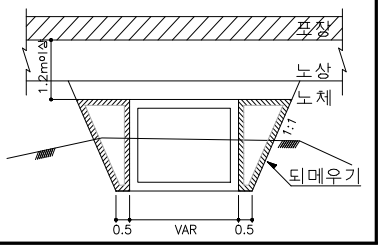
○ 연약지반구간은 원지반 하부를 기준으로 계상한다.

② 뒷채움(m^3)

○ 상부슬라브가 노상 마무리면으로부터 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 쐐기모양으로 층층이 펴깔고 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)
암거 상단이 노상내에 있는 경우는 노체 상단까지만 뒷채움 한다.	암거 상단이 노상 마무리면에서 1.2m 이내인 경우는 암거 상단까지만 뒷채움 한다.	암거 상단이 노상 마무리면에서 1.2m 이상인 경우는 되메우기로 하고 뒷채움과 동등한 수준으로 다짐한다.
		

☞ 본 내용은 KCS 20 00 00 도로공사 표준시방서(국토교통부) 및 KCS 11 20 00 토공사(국토교통부)의 되메우기 및 뒤채움편 참조

③ 유용토(m^3)

○ 유용토는 육상터파기 전부와 수중터파기 80%를 유용한다.

④ 콘크리트(m^3)

○ 구체 : 25-24-150(80), 버림 : 콘크리트 25-18-150(80)

⑤ 거푸집(m^2)

○ 합판3회(구체 및 날개벽)

○ 합판6회(기초)

○ 통로Box 노출면(구체, 날개벽)은 코팅거푸집 또는 문양거푸집을 사용

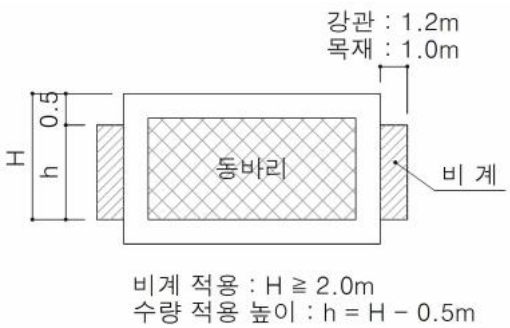
⑥ 동바리(m^3/공) 및 비계(m^2)

○ 동바리

- 암거의 경우 내공 H에 관계없이 전체 계상
- 암거내공에 중간 벽체, 헌치부 등 단면 변화 요인이 발생할 경우 이를 공제하고 계상

○ 비계

- 적용대상 : 암거구체 높이(기초슬래브 높이 제외) 2.0m이상일 경우
- 적용높이 : 암거구체 높이(기초슬래브 높이 제외) - 0.5m
- 모든 비계는 시스템 비계(일체형 작업발판) 적용을 원칙으로 한다.
- 다만, 시스템 비계 설치가 곤란한 경사지, 복잡한 구조형식, 비정형구조물, 지반 등 현지 여건이 강관비계 또는 목재비계를 사용할 수 밖에 없는 경우에는 작업 전에 상세도 및 구조계산서를 포함한 작업계획을 작성하여 감독원 승인을 받아 작업에 착수해야 한다.
- 강관비계 또는 목재비계 사용 시 설치폭원 : 강관 1.2m, 목재 1.0m

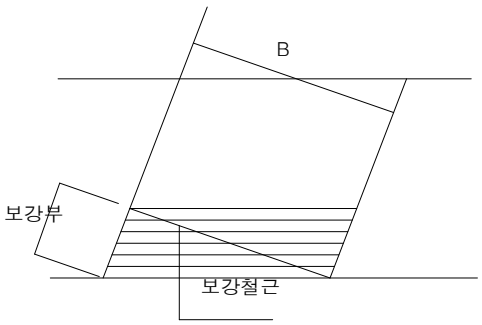


⑦ 철근(ton)

○ 도면참조

○ 사각 15°이상인 암거는 반드시 보강철근을 가산한다.
(SKEW 보강철근 산출방법)

○ 할증제외된 물량으로 계산한다.



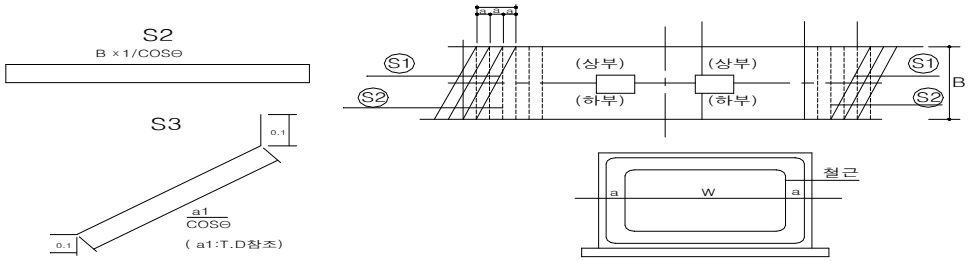
• B : 주철근 중심에서 중심까지

• 보강철근 규격 및 간격은 본체 보강부의 철근과 동일

주철근 간격 : a. 보강길이 : X = B×tanΘ

○ 개소당 : SKEW 보강철근 계수 : $\left(\frac{X}{a}+1\right)$ 개

○ 철근상태

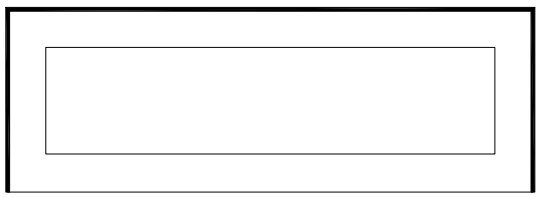


⑧ 아스팔트 코팅(m^2)

○ 통로암거 외벽의 상면과 측벽에는 아스팔트 코팅 2회로 한다.

○ 수량은 면적(m^2)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 25-24-150(80)
버림 25-18-150

⑪ 암거타설

○ 저판 : 현장(인력) 타설

○ 구체 : 펌프카 타설

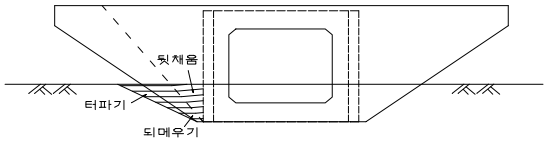
⑫ 신축 및 시공줄눈 이음위치

○ 측벽에 직각으로 하는 것을 원칙으로 하되, 표피두께가 얇을 경우에는 중앙분리대 위치 또는 차선표시 방향으로 한다.

○ 이음부는 충분한 방수처리를 하여야 한다.

⑬ 통로암거 설치시 우수등의 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 : 25-24-150(80), 버림 : 25-18-150

※ 현장별 구조계산시 조정 사용

⑥ 거푸집(m^2)

○ 합판3회(날개포함), 합판6회(기초)

⑦ 비계(m^2)

⑧ 배수구(ea)

○ 2m마다 ø50m/m PVC PIPE(도면 참조)

⑨ 날개벽 연장

○ 통로암거와 현장 여건상 법면유지를 위하여 필요시 날개벽을 법면쪽으로 감아돌려 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) 구조물 터파기 장비조합에 따른 물푸기 시간 산출

① 토사굴삭기 0.7m3) : 터파기량(m3) ÷ 시간당 작업량(m3/hr)

② 리핑암, 발파암(대형브레이카+굴삭기 0.7m3) :

터파기량(m3) × 단위부피당 작업시간(hr/m3)

2) 토 사

① 터파기(굴삭기 0.7m3) : Q=39.29m3/hr÷1.5 = 26.20m3/hr

② 토사물푸기시간 : 토사수중, 터파기량(m3)÷26.20m3/hr = ( )hr

3) 리핑암

① 대형브레이카 : Q1 = 3.5m3/hr÷1.5 = 2.34m3/hr (= 0.427hr/m3)

② 집 토(굴삭기 0.7m3) : Q2 = 24.48m3/hr÷1.5 = 16.32m3/hr (= 0.061hr/m3)

Q = Q1+Q2 = 0.488hr/m3

리핑암 물푸기시간 : 리핑암 수중터파기량(m3)×0.488hr/m3 = ( ) hr

※ 발파공법 적용 시 대형브레이카 제외

4) 발파암

① 대형브레이카 : Q1 = 2.6m3/hr÷1.5 = 1.74m3/hr (= 0.575hr/m3)

② 집 토(굴삭기 0.7m3) : Q2 = 12.79m3/hr÷1.5 = 8.53m3/hr (= 0.117hr/m3)

Q = Q1+Q2 = 0.692hr/m3

발파암 물푸기시간 : 발파암 수중터파기량(m3)×0.692hr/m3 = ( ) hr

※ 발파공법 적용 시 대형브레이카 제외

5) 총물푸기 시간

A. 터파기 물푸기 시간 : 2)+3)+4) = ( ) hr

B. 거푸집 조립, 철근조립 및 콘크리트 타설 = 24hr

C. 콘크리트 양생, 거푸집 해체 = (120)hr

∴ 총 물푸기 시간 : A+B+C = ( )hr

※ KCS 21 00 00 가설공사 표준시방서(국토교통부) 및
KCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항(국토교통부) 참조

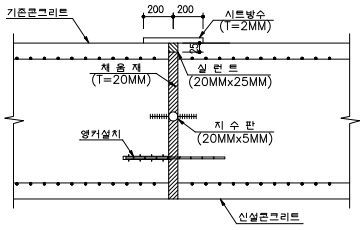
※ 표준타입에 대한 기준으로 현장여건에 따라 변경이 필요한 경우 발주처의 승인을 득한 후 반영 가능

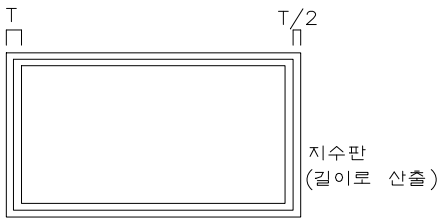
※ 반폭씩 시공시 물푸기 시간 2배 계상한다.

다. 암거확장 및 신설 이음부

1) 확장암거의 연결부는 접합부의 면정리를 한 후, 신구이음 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 두께 30cm 부설

② 깎기부 : 용수가 없고 충분한 지지력이 확인될 때는 지반보강 불필요

2) 연약지반 : 환토 등의 연약지반 처리공법으로 처리한 후 암거 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-SILL은 수로보호공에서 산출집계 한다.

4) 찰쌓기, 찰붙임은 전개도를 작성하고 표준도는 참조단면을 그리며, 단위수량은 산출위치 및 공종별로 집계표를 작성한다.

나. 다이크

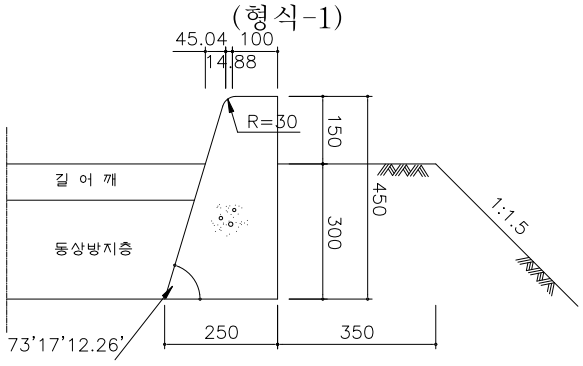
1) 쌓기구간에 설치하며 길이로 산출한다.

2) 기계타설을 원칙으로 하되 현장여건을 고려하여 콘크리트 타설 맞 기성제품(P.C)으로 적용할 수 있다.

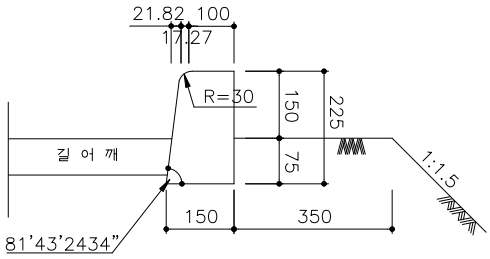
3) 기존도로 길어깨 확장시에는 현장여건을 고려하여 다이크 형식(1~4)을 적용할 수 있다.

<다이크 형식>

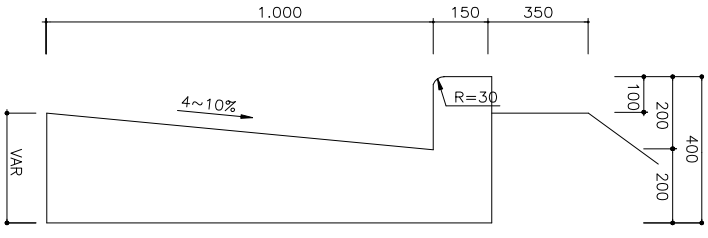
(형식-1)



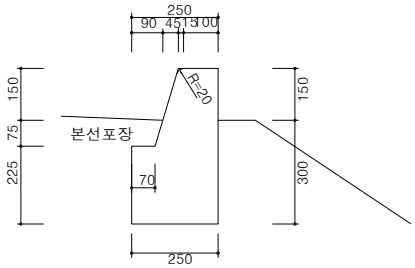
(형식-2)



(형식-3)



(형식-4)



다. 반월관

1) 접합부(2.5m 간격)에는 기초 콘크리트로 보강한다.

2) 콘크리트는 25-21-150(80), 거푸집은 합판 4회로 한다.

라. 길어깨다이크용 집수거

1) 다이크용 집수거 설치간격은 종단경사 및 다이크의 용량을 고려하여 설치한다.

마. 도수로용 집수거

1) 흙깎기 및 흙쌓기 배수관용을 총괄집계한다.

2) 콘크리트 25-21-150(80), 거푸집 합판 4회로 한다.

바. 흙쌓기부 도수로

1) 흙쌓기부 도수로는 현장타설로 적용한다.

2) 콘크리트 25-21-150(80), 거푸집 합판 4회로 한다.

사. 흙깎기부 도수로

1) 흙깎기부 도수로 연장이 10m 이상일 때는 철근콘크리트로 타설

2) 콘크리트 25-21-150(80), 거푸집 합판 4회로 한다.

3) 흙깎기부 도수로의 규격 결정은 유역면적을 고려하여 결정한다.

<도수로의 규격 산정>

형 식	규 격(m/m)	유 역 면 적(㎡)
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(흙깎기부)에서 L형 측구(U형)만으로 배수량이 과다할 때 L형 측구 하단부에 종 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

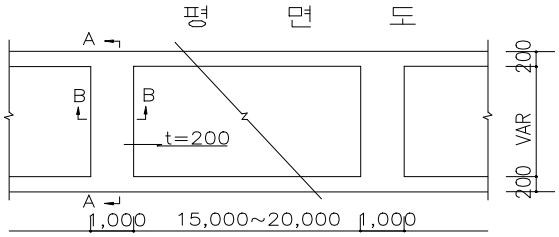
용수개거 높이가 2.0m이상일 경우 용수로 출입을 위한 사다리를 설치하며, 사다리 관경은 19mm, 간격은 30cm로 하고, 재질은 아연도금 또는 스테인레스로 한다, 설치간격은 30m간격으로 지그재그로 설치한다.

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 비계(m^2)

개거 구체높이가 2.0m 이상일 경우에 적용하며, 수량은 개거 구체 기초 상단선을 기준으로 계상하되 현지 여건에 따라 조정할 수 있다.(내측, 외측 모두 적용)



3) 건조수축 온도, 부피 변화에 의한 구조물의 누수 및 균열방지를 위하여 지수판 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 집수될수 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 확보해야 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 이물질을 침전시킬수 있는 침전조(인버트)를 설치하여야 한다.

5) 맨홀 및 물받이에는 주철제 또는 철근콘크리트제 등으로 된 뚜껑을 설치한다.

6) 비계(m2)는 맨홀 구체높이가 2.0m 이상일 경우에 적용하며, 수량은 맨홀 구체 기초 상단선을 기준으로 계상하되 현지 여건에 따라 조정할 수 있다. (외측 적용)

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

흙깎기 집수정의 경우 노면에 유입되는 유수를 방지하기 위한 유수방지턱을 설치한다.

4. 구 조 물 공

목 차

4.1 설 계 요 령

1. 일반사항
2. 옹벽공
3. 지중 Rahmen의 뒷채움 및 접속슬래브 설치기준
4. 교량용 방호울타리 설치기준
5. 교대 벽체 균열 유발 줄눈 설치
6. 방음벽 지주 설치
7. 교면방수
8. 교면포장
9. 공사용 가교 설치
10. 교량유지 관리용 접근시설
11. 부대공
12. 지하공동 보강공
13. 하부구조 설계기준

4.2 수량산출요령

1. 토 공
2. 상 부
3. 하부구조
4. 부대공
5. 옹벽공

4.1 설계요령

1. 일반사항

가. 적용 기준

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

KDS 24 00 00 교량설계기준	.....	국토교통부
KCS 24 00 00 교량설계기준	.....	국토교통부
KDS 14 00 00 구조설계기준	.....	국토교통부
KCS 14 00 00 구조개료공사	.....	국토교통부
도로설계편람(교량편)	.....	국토교통부, 2008
도로설계요령	.....	한국도로공사, 2016
KDS 44 00 00 도로설계기준	.....	국토교통부
KDS 11 00 00 지반설계기준	.....	국토교통부
KDS 51 10 05 하천일반사항	.....	국토교통부

기타 국토교통부에서 제정한 관련시방서 등

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

※ KDS 24 10 00 (교량설계 일반사항).....국토교통부
KDS 24 12 00 (교량 설계 하중) .....국토교통부
KDS 24 14 00 (교량 구조 설계) .....국토교통부
KDS 24 17 00 (교량 내진 설계) .....국토교통부
KDS 24 90 00 (교량 기타시설 설계).....국토교통부

나. 적용 범위

본 설계요령은 국대도, 일반국도, 국지도 공사의 도로 구조물 설계에 적용한다.

다. 설계등급

「도로교 설계기준(한계상태설계법)」에 의한다.

1) 1등교 (차량활하중 KL-510) : 고속국도, 자동차 전용도로, 특별시도, 광역시도, 일반국도 및 국방상 중요한 도로상의 교량, 교통량이 많고, 중차량의 통과가 불가피한 지방도, 장대교량
2) 2등교 (1등교 활하중 효과의 75%를 적용) : 일반국도, 특별시도와 지방도로상의 교통량이 적은 교량, 시도 및 군도중에서 중요한 도로상에 가설하는 교량
3) 3등교 (2등교 활하중 효과의 75%를 적용)

라. 교량의 설계 발생 빈도, 다리 밑 공간(통과높이), 경간장 결정

1) 설계발생빈도

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

2) 다리 밑 공간(통과높이)

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

① 도 로

○ 국도(주간선 도로) : 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 따라 철도공사와 협의)

○ 고속철도 : 9.01m 이상(관계기관과 협의)

② 교량의 형하고는 계획홍수위에 여유고를 더한 높이 이상으로 한다. 단, 현재의 계획 제방 높이 또는 현재의 제방 높이보다 낮아서는 안 된다. 여유고는 계획홍수량에 따라 다음표의 높이를 표준으로 한다. 단, 하한치보다 작아서는 안 된다.

하천에서의 다리 밑 공간

계획홍수량(㎥/sec)	다리 밑 공간(m)	비 고
200 미만	0.6 이상	
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 헌치부 하단까지의 높이)

3) 교량의 경간장 결정(「하천설계기준, 국가건설기준, KDS 51 90 10, 2018」)

① 교량길이는 하천 폭 이상이어야 한다.

② 경간장은 산간 협착부라든지 그 외 하천의 상황, 지형의 상황 등에 따라 치수상 지장이 없다고 인정되는 경우를 제외하고는 다음 식으로 얻어지는 값 이상으로 한다. 단, 그 값이 50m를 넘는 경우에는 50m로 할 수 있으나 인접교량의 교각과 연계하여 수리적 특성(통수단면 축소, 수위상승량, 세국반경 등)의 검토와 교량설치에 따른

공사비 등을 종합적으로 분석해야 한다. 만약 최소경간장이 50m 일 때 부정적인 수리영향이 예상될 때에는 경간장을 70m로 한다.

$$L = 20+0.005Q$$

여기서 L은 경간장(m)이고 Q는 계획홍수량(㎥/sec)이다.

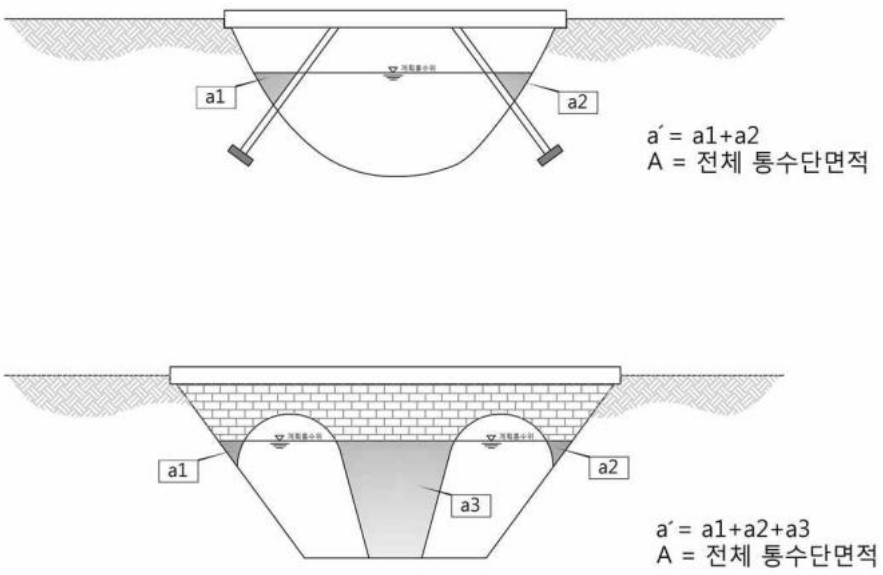
③ 다음의 각 항목에 해당하는 교량의 경간장은 하천 관리상 큰 지장을 줄 우려가 없다고 인정될 때는 ②항의 규정에 관계없이 다음의 값으로 한다.

- ○ 계획홍수량이 500㎥/sec 미만이고 하천폭이 30m 미만인 하천일 경우 12.5m이상
- ○ 계획홍수량이 500㎥/sec 미만이고 하천폭이 30m 이상인 하천일 경우 15m 이상
- ○ 계획홍수량이 500㎥/sec～2000㎥/sec인 하천일 경우 20m 이상
- ○ 주운을 고려해야할 경우는 주운에 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.

⑤ ②항에서 산정된 경간장이 25 m를 넘는 경우에는 유심부 이외의 부분은 25 m이상으로 할 수 있다. 단, 이 경우에는 교량의 경간장 평균값은 규정된 경간장보다 길어야 한다.

⑥ 일반적인 형식의 교량이 아닌 아치형, 경사 지주형 라멘교(diagonal brace rahmen) 등의 경간장은 해당교량의 교대 및 교각에 의해 잠식된 하도의 점유 단면적(a′)은 계획홍수량을 통과시키는 하도 단면적(A) 대비 잠식된 점유 비율(a′/A×100)은 5%이내로 한다.



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 10m이상 떨어져야 한다. 단, 계획홍수량이 500㎥/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 전하폭에 걸치게 되는 교량을 계획하지 않아야 한다.

제방도로와 계획홍수량 관계(㎥/s)

계획홍수량 (㎥/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.

자 료 : ① 도로교 설계기준 (국토교통부)

② 도로설계 요령 (한국도로공사, 제3권 교량편)

③ 하천 설계 일반사항 (국토교통부)

④ 교량은 물이 흐르는 방향인 하천 종방향으로 설치하지 않아야 하지만 설치가 불가피한 경우 수리모형실험과 수치모형해석을 통해 설치의 적정성을 평가한 후 설치해야 한다. (KDS 51 90 10, 2018)

마. 설계방법 및 적용 구조물

1) 설계적용 방법

① 한계상태설계법 : 휨이나 진동의 증가 등에 기인하는 사용한계 상태와 구조물의 파괴를 가정한 극한한계 상태를 고려하여 설계하는 방법

② 허용응력설계법 : 구조물을 탄성체로 가정하고 재료가 공칭항복강도에 도달했을 때 파괴가 발생한다는 가정하에 구조부재의 응력이 적합한 안전율을 고려한 재료의 허용응력을 초과하지 않도록 설계하는 방법

③ 강도설계법 : 구조물이 극한상태에 도달했을 때 파괴가 발생하는 것으로 가정하고 강도감소계수를 고려하여 산정한 부재의 설계강도가 하중계수 고려하여 계산한 부재의 소요강도보다 크도록 설계하는 방법

④ 합성형교 콘크리트 바닥판의 경우 한계상태설계법을 적용하며 경험적 설계법 기준을 만족할 경우 경험적 설계법을 적용할 수 있다.

2) 적용구조물

적용설계법	주 요 대 상 구 조 물		비고
한계상태 설계법	RC 구조물	라멘교, 슬래브, 교대, 교각 등	
	PSC 구조물	PSC BEAM, PSC BOX등	
	강합성 구조물	합성형 라멘교, ST. BOX GIRDER등	
전통적 설계법	강도설계법	RC암거, RC옹벽등	향후 한계상태설계법으로 가능
	허용응력설계법	말뚝 및 말뚝 두부보강	
	경험적설계법	BEAM교 또는 GIRDER교의 바닥판	

바. 하 중

아래표의 하중은 교량을 설계할 때 고려해야 할 하중의 종류를 모두 열거한 것으로, 가설지점의 여러 조건과 구조에 따라 적절한 하중 및 하중조합을 선정하여야 하며 가장 불리한 조합하중으로 설계하고 구조계산서에 상세히 기재한다.

1) 하중의 종류

설계에 있어서는 다음 하중을 고려한다.

이때 사용되는 하중은 KDS 24 12 21 : 교량설계하중 (한계상태 설계법, 2018)을 사용함을 원칙으로 한다.

지속하는 하중	변동하는 하중
1) 고정하중 - 구조부재와 비구조적 부착물의 중량(DC) - 포장과 설비의 고정하중(DW)	1) 활하중 - 차량활하중(LL) - 상재활하중(LS) - 보도하중(PL)
2) 프리스트레스힘(PS) - 포스트텐션에 의한 2차 하중효과를 포함한 시공과정 중 발생한 누적 하중효과	2) 충격(IM)
	3) 풍하중 - 차량에 작용하는 풍하중(WL) - 구조물에 작용하는 풍하중(WS)
3) 시공 중 발생하는 구속응력(EL)	4) 온도변화의 영향 - 단면평균온도(TU) - 온도경사(TG)
4) 콘크리트 크리프의 영향(CR)	5) 지진의 영향(EQ)
	6) 정수압과 유수압(WA)
	7) 부력 또는 양압력(BP)
	8) 설하중 및 빙하중(IC)
5) 콘크리트 건조수축의 영향(SH)	9) 지반변동의 영향(GD)
	10) 지점이동의 영향(SD)
	11) 파압(WP)
	12) 원심하중(CF)
6) 토압 - 수평토압(EH) - 상재토하중(ES) - 수직토압(EV) - 말뚝 부마찰력(DD)	13) 제동하중(BR)
	14) 가설 시 하중(ER)
	15) 충돌하중 - 차량충돌하중(CT) - 선박충돌하중(CV)
	16) 마찰력(FR)

2) 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 다음에 나타낸 단위질량을 사용하여야 한다. 다만, 실질량이 명백한 것은 그 값을 사용한다.

재료의 단위질량

(단위 : kg/㎥)

재 료	단 위 질 량	재 료	단 위 질 량
강재, 주강, 단강	7,850	콘 크 리 트	2,350
주 철	7,250	시멘트모르터	2,150
알 미 늄	2,800	목 재	800
철근콘크리트	2,500	역청재 (방수용)	1,100
프리스트레스 콘 크 리 트	2,500	아스팔트포장	2,300

흙의 단위질량

(단위 : kg/㎥)

재 료	단 위 질 량	재 료	단 위 질 량
지 하 수 위 이 상	1,800	뒷채움 (ø= 35°)	2,000
지 하 수 위 이 하	1,000	뒷채움 (ø= 30°)	1,900

② 지하구조물(암거) 토피하중

$Pv = \alpha \cdot \gamma \cdot D$

Pv :암거윗면에 작용하는 연직토압(kN/㎡)

γ :암거상부의 흙의 단위체적중량(kN/㎥)

D :암거의 토피두께(m)

α:암거근입특성에 따른 계수

$= 1+0.2(D/B0) \leq 1.15$

B0:암거의 외측폭(m)

3) 활하중

① 차량활하중(LL)

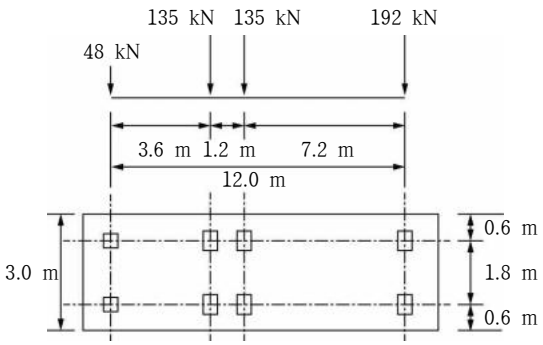
○ 차량활하중의 재하를 위한 재하차로의 수 N은 다음식과 같다.

$$N = \frac{W_C}{W_P}$$ 의 정수부

여기서, W_C = 연석, 방호울타리(중앙분리대 포함)간의 교폭 (m)

W_P = 발주자에 의해 정해진 계획차로의 폭 (m)

○ 표준트럭의 중량과 축간거리는 아래 그림과 같다.



표준트럭하중

② 상재활하중(LS)

교량에 궤도차량하중이 있다면 발주자가 궤도차량하중의 특성과 궤도차량과 일반 차량간의 예상되는 상호관계를 규정해야 한다.

③ 보도하중(PL)

○ 바닥판과 바닥틀을 설계하는 경우는 보도 등에는 5×10^{-3} MPa의 보도하중이 설계차량활하중과 동시에 적용된다.

○ 주거더를 설계하는 경우에 보도 등에는 아래와 같은 등분포하중을 재하한다.

○ 보도나 보행자 또는 자전거용 교량에서 유지관리용 또는 이에 부수되는 차량통행이 예상되는 경우 이 하중은 설계에 고려되어야한다. 이 차량에 대해 충격하중은 고려하지 않는다.

지간장 L(m)	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$L > 130$
등분포하중의 크기(MPa)	3.5×10^{-3}	$(4.3-0.01L)\times10^{-3}$	3.0×10^{-3}

④ 지하구조물의 노면 활하중(폭원 6m이하일 경우에 한함)

○ 암거 상면의 토피 및 포장층 두께 (m)

Bo : 암거폭(다련 BOX인 경우 외측 1-BOX의 폭) (m)

○ 노면활하중이 10 kN/㎡ 이하일 때는 10 kN/㎡으로 한다

⑤ D/Bo ≥ 0.5

토피두께 (D, m)	노면활하중 (P_{VI} ,kN/㎡)	비 고
1.0	39	• 토피의 중간 값은 노면활하중 상위의 값을 적용
1.5	25	
2.0	18	
2.5	14	
3.0	11	
3.5이상	10	

⑥ D/Bo 〈 0.5

D/B_o	노면활하중 (P_{VI}×D, kN/㎡)	비 고
0.1	17	• D/B_o의 중간 값은 P_{VI}×D의 상위 값을 적용 • 노면활하중(P_{VI})은 표의 값을 D로 나누어 구함.
0.2	27	
0.3	33	
0.4이상	36	

⑦ 토피고 1.0m이내인 경우 이동하중으로 재하하고 상부 슬래브는 바닥판 기준을 따라 설계한다.

※ 상기 노면 활하중 값의 기준은 DB-24이므로 DB-18 적용시는 별도로 검토하여 적용되어야 한다.

※ 자 료 : ① 도로교 설계기준 (국토교통부 2016)

② 도로설계 요령 (한국도로공사, 제7권 암거)

※ 폭원 6m이상일 경우 지하차도공을 참고한다.

4) 충격 하중

○ 원심력과 제동력 이외의 표준트럭하중에 의한 정적효과는 아래표에 규정된 충격하중의 비율에 따라 증가시켜야한다.

○ 정적 하중에 적용시켜야 할 충격하중계수는 다음과 같다. (1+IM/100)

○ 충격하중은 보도하중이나 표준차로하중에는 적용되지 않는다.

충격하중계수,IM

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

다음과 같은 경우에는 충격하중을 적용할 필요가 없다.

① 상부구조물로부터 수직반력을 받지 않는 옹벽

② 전체가 지표면이하인 기초부재

충격하중은 KDS 24 10 11(4.7.2.1)의 규정에 따라 충분한 증거에 의해 검증될 수 있다면 연결부를 제외한 다른 부재에 대하여 감소시킬 수 있다.

4) 토　　압 (EH, ES, LS, DD)

① 적용방법

토압은 구조물과 지반의 상대적인 변위와 관계하여 정지토압, 주동토압 및 수동토압으로 구분된다.

토압과 토압분포는 구조물과 지반과의 상대적인 변위, 구조물의 형태, 토질종류, 토층상태, 배면지형, 상재하중조건 등을 고려하여 산정한다.

토압은 다음과 같은 요인에 의하여 영향을 받는다.

- ○ 지반의 종류와 밀도
- ○ 함수비
- ○ 흙의 크리프특성
- ○ 다짐도
- ○ 지하수위
- ○ 지반-구조물 상호작용
- ○ 상재하중
- ○ 지진효과
- ○ 후면경사각
- ○ 벽체 경사

② 토압강도

- ○ 가동벽 (주동토압) : 교대, 옹벽
  - – 점성토 : $Pa = Ka \cdot (q + r \cdot h) - 2 \cdot c \cdot \sqrt{Ka}$
  - – 사질토 : $Pa = Ka \cdot (q + r \cdot h)$
- ○ 고정벽 (정지토압) : 우물통, 날개벽, 라멘, 암거 등에 적용

$Ps = Ks \cdot (q + r \cdot h)$

여기서, Pa : 주동토압강도 (kN/m^2)

Ps : 정지토압강도 (kN/m^2)

q : 노면 활하중 (kN/m^2)

r : 흙의 단위중량 (kN/m^3)

h : 토압이 작용하는 깊이 (m)

Ka : 주동토압 계수

Ks : 정지토압 계수

※ q(토압활하중) 적용하는 경우

i) 암거 및 지중 라멘인 경우 : q는 P_{VI}를 적용

ii) 옹벽 및 교대인 경우 : q는 과재하중 10 kN/m^2를 적용

③ 토압계수

○ Coulomb 토압계수 : 단면설계시 적용

$$Ka = \frac{\cos^2(\phi - \Theta)}{\cos^2\Theta \cdot \cos(\Theta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \times \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\Theta + \delta) \times \cos(\Theta - \alpha)}}\right]^2}$$

$$Kp = \frac{\cos^2(\phi + \Theta)}{\cos^2\Theta \cdot \cos(\Theta + \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta) \times \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\Theta + \delta) \times \cos(\Theta - \alpha)}}\right]^2}$$

○ Rankine 토압계수 : 안정검토시 적용

$$Ka = \cos\alpha \cdot \frac{\cos\alpha - \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi}}{\cos\alpha + \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi}}$$

$$Kp = \cos\alpha \cdot \frac{\cos\alpha + \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi}}{\cos\alpha - \sqrt{\cos^2\alpha - \cos^2\phi}}$$

여기서, Ka : 주동토압 계수. Kp : 수동토압 계수. ø : 흙의 전단 저항각

α : 지표면과 수평면이 이루는 각. Θ : 벽배면과 연직면이 이루는 각

δ : 벽배면과 흙사이의 벽면 마찰각 (ø/3)

○ 정지토압계수 (Ks)

$Ks = 1 - \sin\phi$

Ⅱ. 공종별 기준

사. 구조물 설계법 기준

1) 한계상태 설계법

① 하중계수를 고려한 총 설계하중은 다음과 같이 결정한다.

이때 사용되는 하중조합은 KDS 24 12 11 : 교량설계하중조합 (한계상태 설계법, 2016)을 사용함을 원칙으로 한다.

$$\Sigma\ \eta i\ \gamma i\ Qi \leq RT\ (= \Phi Rn)$$

ηi : 하중수정계수 (연성, 여용성, 구조물의 중요도에 관련된 계수)

γi : 하중계수 (하중효과에 적용하는 통계적 산출계수)

Qi : 하중 또는 하중효과

RT : 계수저항강도, RT = ΦRn

Φ : 저항계수

Rn : 공칭저항강도

② 하중 조합

○ 극한한계상태 : 대상구조물이 구조적 혹은 기능적 설계 요구 성능을 만족하지 못하는 한계상태 (붕괴 또는 구조적 파괴)

극한한계상태 하중조합Ⅰ	일반적인 차량통행을 고려한 기본하중조합. 이때 풍하중은 고려하지 않는다.
극한한계상태 하중조합Ⅱ	발주자가 규정하는 특수차량이나 통행허가차량을 고려한 하중조합. 풍하중은 고려하지 않는다.
극한한계상태 하중조합Ⅲ	거더 높이에서의 풍속 25m/s를 초과하는 설계 풍하중을 고려하는 하중조합
극한한계상태 하중조합Ⅳ	활하중에 비하여 고정하중이 매우 큰 경우에 적용하는 하중조합
극한한계상태 하중조합Ⅴ	차량 통행이 가능한 최대 풍속과 일상적인 차량통행에 의한 하중효과를 고려한 하중조합

○ 극단상황계상태 : 극단(지진, 선박, 차량 등 충돌사고)하중을 고려한 한계상태

극단상황한계상태 하중조합Ⅰ	지진하중을 고려하는 하중조합
극단상황한계상태 하중조합Ⅱ	빙하중, 선박 또는 차량의 충돌하중 및 감소된 활하중을 포함한 수리학적 사건에 관계된 하중조합. 이때 차량충돌하중 CT의 일부분인 활하중은 제외된다.

○ 사용한계상태 : 부재가 충분한 기능을 발휘할 수 있도록 사용 중의 응력한계, 균열폭 제한 및 처짐 제한에 관련된 한계상태(처짐,균열)

사용한계상태 하중조합Ⅰ	교량의 정상 운용 상태에서 발생 가능한 모든 하중의 표준값과 25m/s의 풍하중을 조합한 하중상태
사용한계상태 하중조합Ⅱ	차량하중에 의한 강구조물의 항복과 마찰이음부의 미끄러짐에 대한 하중조합
사용한계상태 하중조합Ⅲ	교량의 정상 운용 상태에서 설계 수명 동안 종종 발생 가능한 하중조합. 이 조합은 부착된 프리스트레스 강재가 배치된 상부구조의 균열폭과 인장응력 크기 검증시 사용
사용한계상태 하중조합Ⅳ	설계수명 동안 종종 발생 가능한 하중조합으로 교량 특성상 하부구조는 연직하중보다 수평하중에 노출될 때 더 위험하기 때문에 연직 활하중 대신에 수평 풍하중을 고려한 하중조합
사용한계상태 하중조합Ⅴ	설계수명 동안 작용하는 고정하중과 수명의 약 50%기간 동안 지속하여 작용하는 하중을 고려한 하중조합

○ 피로한계상태 : 구조물 수명이내 반복하중에 의해 부재가 파단되는 한계상태

피로한계상태 하중조합	피로설계트럭하중을 이용하여 반복적인 차량하중과 동적응답에 의한 피로파괴를 검토하기 위한 하중조합

③ 하중조합과 하중계수

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

④ γ_p에 관한 하중계수

하중의 종류	하중계수	
	최대	최소
DC : 구조부재와 비구조적 부착물	1.25 1.50(극한한계 상태 조합IV에서만)	0.90
DD : 말뚝부마찰력	1.80	0.45
DW : 포장과 시설물	1.50	0.65
EH : 수평토압 주동 정지	 1.50 1.35	 0.90 0.90
EV : 연직토압 전체 안정성 옹벽 및 교대 강성 암거 (예, 콘크리트 박스) 뼈대형 강성구조물 (예, 라멘형) 연성 암거 (예, 파형강관) 박스형 연성 강재암거	 1.00 1.35 1.30 1.35 1.95 1.50	 - 1.00 0.90 0.90 0.90 0.90
ES : 상재토하중	1.50	0.75
EL : 시공중 발생하는 구속응력	1.0	1.0
PS : 프리스트레스힘 세그멘탈콘크리트교량의 상부, 하부구조 비세그멘탈콘크리트교량 상부구조 비세그멘탈콘크리트교량 하부구조 - I_g를 사용하는 경우 - $I_{effective}$를 사용하는 경우 강재 하부구조	 1.0 1.0 0.5 1.0 1.0	
CR, SH : 크리프, 건조수축 세그멘탈콘크리트교량의 상부,하부구조 비세그멘탈콘크리트교량 상부구조 비세그멘탈콘크리트교량 하부구조 - I_g를 사용하는 경우 - $I_{effective}$를 사용하는 경우 강재 하부구조	 DC에 대한 γ_p사용 1.0 0.5 1.0 1.0	

⑤ 가설 시 하중에 대한 하중계수

○ 구조물과 부속물의 중량에 대한 하중계수는 1.25 이상의 값을 택해야 한다.

○ 발주자에 의해 특별히 제시되지 않은 경우에는 시공하중, 설비하중 그리고 동적 효과에 대한 하중계수는 1.5 이상의 값을 택해야 한다. 풍하중에 대한 하중계수는 1.25 이상의 값이어야 한다. 모든 다른 하중계수들은 1.0을 택한다.

⑥ 받침인상과 포스트텐션힘을 위한 하중계수

○ 발주자에 의해 정하지 않았다면, 사용하는 설계인상력을 받침인상위치에 가장 가까운 지점에 발생하는 고정하중에 의한 반력의 1.3배보다 작아서는 안 된다. 받침인상작업 시 교통통제가 이루어지지 않은 경우에는 활하중계수를 곱한 활하중에 의한 반력을 포함하여야한다.

○ 포스트텐션의 정착부에 대한 설계력은 최대긴장력의 1.2배를 택한다.

2) 허용응력 설계법

① 하중조합 및 증가계수

○ 강 교

강교에서의 하중조합 및 증가계수

하 중 조 합		강 교	콘크리트교
1	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 온도변화의 영향	1.15	1.15
2	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 풍하중	1.25	1.25
3	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 온도변화의 영향 + 풍하중	1.35	1.35
4	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 풍하중 + 제동하중	1.25	1.25
5	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 충돌하중	1.70	1.50
6	풍하중만 고려할 때	1.20	1.20
7	제동하중만 고려할 때	1.20	-
8	활하중 및 충격 이외의 주하중 + 지진의 영향	1.50	1.33
9	가설시 하중	1.25	1.25

※ 주 : 1) 가설시 하중의 경우, 특히 가설기간이 길거나 신공법으로 가설되는 교량에 대해서는 허용응력을 증가시키지 않는다.

2) 콘크리트교에서 부하중 및 부하중에 상당하는 특수하중을 고려하는 경우에 PS강재의 허용인장응력은 PS강재 항복점의 90%이하의 값으로 하며, 프리스트레싱 직후의 콘크리트 및 PS강재의 허용응력은 증가시키지 않는다.

○ 하부구조

하부구조에서의 하중조합 및 증가계수

하 중 조 합		증가계수
1	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 온도변화의 영향	1.15
2	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 풍하중	1.25
3	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 온도변화의 영향 + 풍하중	1.35
4	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 풍하중 + 제동하중	1.25
5	주하중 + 주하중에 해당하는 특수하중 + 충돌하중 강구조에 대하여 철근 및 무근콘크리트에 대하여	 1.70 1.50
6	활하중 및 충격 이외의 주하중 + 지진의 영향 강구조에 대하여 철근 및 무근콘크리트에 대하여	 1.50 1.33
7	가설시 하중의 조합 완성후의 응력이 현저히 저하되는 경우 완성후의 응력이 허용응력과 같은 정도로 되는 경우	 1.50 1.25

3) 강도 설계법

① 설계하중 조합

○ 주요 하중 조합의 하중계수

U=1.3D+2.15(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q ……①

U=1.3D+1.7H+1.3Q+1.3W……②

U=1.3D+1.3(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3(0.5W+WL+BK) ……③

U=1.3D+1.3(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3G……④

U=1.25D+1.65H+1.25Q+1.25W+1.25G ……⑤

U=1.25D+1.25(L+i)+1.25CF+1.65H+1.25Q+1.25(0.5W+WL+BK)+1.25G……⑥

U=D+H+Q+E ……⑦

U=1.3D+1.3(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q+1.3CO ……⑧

U=1.2D+1.55H+1.2Q+1.2W+1.2CO ……⑨

여기서, D = 고정하중 또는 이에 따른 단면력.
L = 활하중 또는 이에 따른 단면력
i = 충격 또는 이에 따른 단면력
H = 토압 또는 이에 따른 단면력
W = 풍하중 또는 이에 따른 단면력
WL = 차량활하중에 작용하는 풍하중 또는 이에 따른 단면력
BK = 제동하중 또는 이에 따른 단면력
E = 지진의 영향 또는 이에 따른 단면력
CF = 원심하중 또는 이에 따른 단면력
CO = 충돌하중 또는 이에 따른 단면력
G = 부등침하, 크리프, 건조수축, 제작 또는 시공시 치수의 착오, 습도변화 또는 온도변화등으로 인한 팽창 또는 수축변형으로 유발된 변형력 또는 이에 따른 단면력
Q = 부력 또는 양압력, 수압, 파압 등이 하중 또는 이에 따른 단면력

○ 특수 하중조합의 하중계수

– 2, 3등교의 설계에서 초과하중에 대하여 검토하는 경우

$$U=1.3D+2.85(L+i) \quad \cdots\cdots \text{⑩}$$

– 특별 과하중(탱크, 특수 중차량 등)에 대하여 검토하는 경우

$$U=1.3D+1.3(L+i)+1.3CF+1.7H+1.3Q \quad \cdots\cdots \text{⑪}$$

○ 식 ①에서 충격을 고려한 차량활하중과 보도 등의 군중하중의 하중조합에 의해서 외측 주거더를 설계할 때는 활하중계수를 2.15대신 1.65로 하여 설계한다. 다만 이때의 설계강도는 활하중계수를 2.15로 한 차량 활하중만에 의한 값보다 작아서는 안된다. 이 경우에 있어서 바닥판 슬래브를 설계할 때는 활하중계수를 2.15 대신 1.3으로 한다.

○ ①항의 모든 하중조합에서 각 경우에 대한 고정하중계수와 토압하중 계수는 각각 다음표에 제시한 값을 사용하여야 한다.

주요하중조합에서 고정하중계수와 토압하중계수를 바꾸어 설계하는 경우

구 분	고 정 하 중 계 수	토 압 하 중 계 수	
식	기둥설계시 최소 축하중 및 최대 모멘트 또는 최대 편심에 대하여 설계할경우	라멘구조에서 횡토압에 의해 정모멘트를 검토하는 경우	연직토압의 경우
① ~ ④ ⑦ ~ ⑧ ⑩ ~ ⑪	1.00	0.65	1.50
⑤ ~ ⑥	0.95	0.65	1.45
⑨	0.90	0.80	1.40

○ 기초를 설계할 경우 토압 등에는 하중계수에 의한 하중 증가를 시키지 않는다. 또한, 전도, 활동 등에 대한 안전율을 사용하여 구조물 기초의 안정성을 검토하는 경우에도 하중계수를 사용하지 않는다.

아. 주요 재료 사용기준

1) 콘크리트

① KDS 24 10 11 : 교량설계일반(한계상태설계법, 2018)을 적용한다.

② 노출환경 등급에 따른 최소 콘크리트 기준 압축강도를 적용한다.

노출환경	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	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

③ 현장 타설말뚝

○ 일반적으로 현장 타설 말뚝은 지하수위 영향 등으로 배합 콘크리트 강도에 비하여 변동이 크고 또한 평균 강도도 저하되게 된다. 따라서 호칭강도에 준하는 콘크리트 사용시 실제 기준강도는 다음표 이상의 값이 되도록 한다.

(단위 : MPa)

콘크리트의 호칭 강도	30	35	40
수중 콘크리트의 설계기준 강도	24	27	30

2) 철 근 : KS D 3504에 적합한 재료를 기준

종 류	항 복 강 도	허 용 응 력	적 용 구 조 물
SD 500	f_y=500MPa	f_{sa}=225MPa	• f_{ck} = 27 MPa 이상 구조물 • 교각 기둥 및 기초판 (발주자 협의)
SD 400	f_y=400MPa	f_{sa}=180MPa	• f_{ck} = 27 MPa 이상 구조물 • 일반적 부재
		f_{sa}=160MPa	바닥 및 지간이 10m이하인 슬래브교 수중 혹은 지하수위 이하에 설치되는 구조물
SD 300	f_y=300MPa	f_{sa}=150MPa	f_{ck} = 27 MPa 미만 구조물

3) PC 강재 : KS D 7002에 적합한 재료를 기준으로 적용한다.

① SWPC 7BL (B종, 저릴렉세이션)

항복점 강도 f_{py} = 1,580 MPa

인 장 강 도 f_{pu} = 1,860 MPa

② SWPC 7DL (D종, 저릴렉세이션)

항복점 강도 f_{py} = 2,040 MPa

인 장 강 도 f_{pu} = 2,400 MPa

③ 기타사항은 관련 시방기준에 따라 적용할 수 있다.

4) 일반강재 : KS D 3503, KS D 3515에 적합한 재료를 기준으로 하여 다음과 같이 부재별 기능 및 적용 기준을 적용하여 설계하여야 한다.

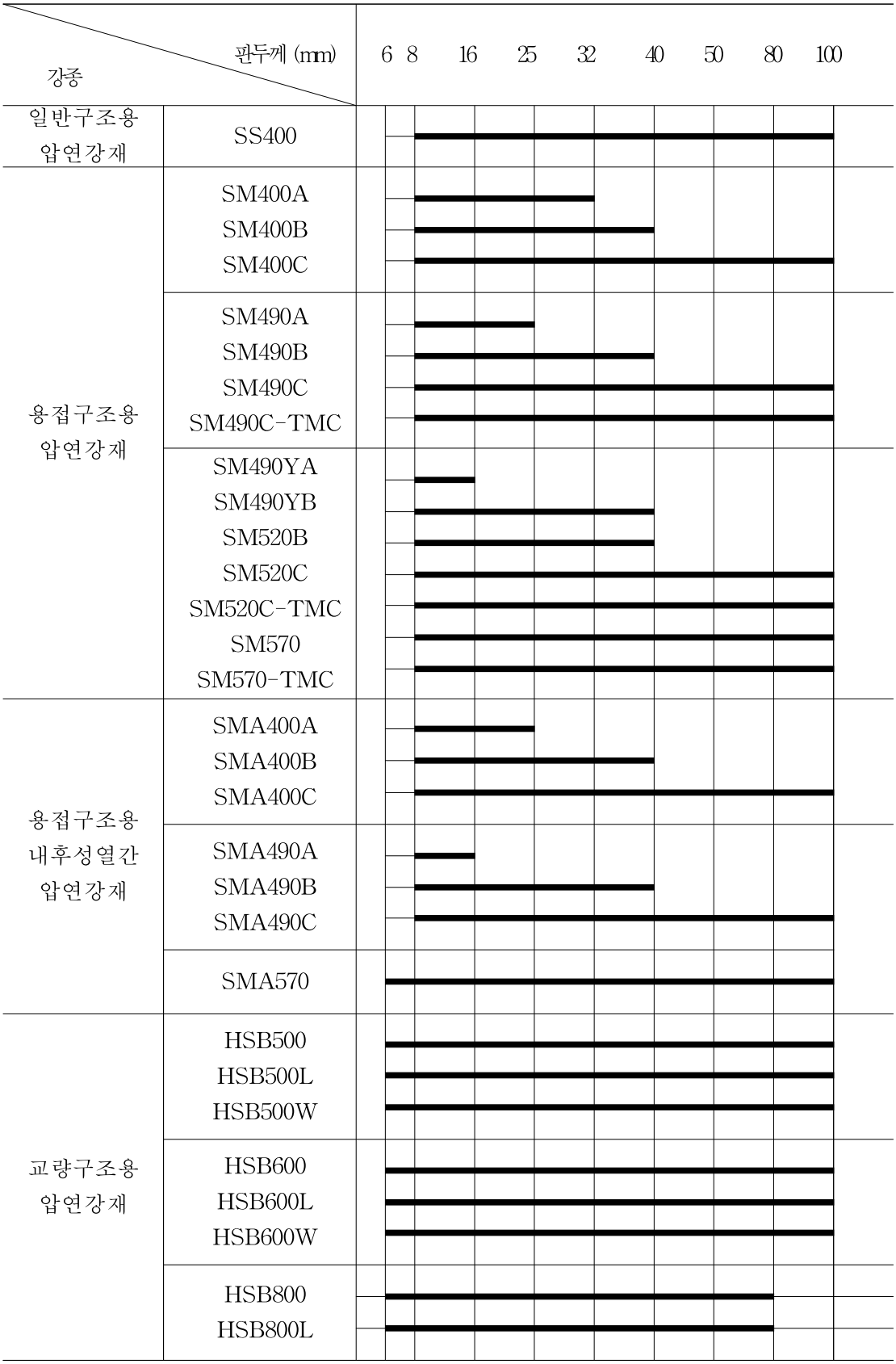
구 분	기 능	응력수준 (상대적)	중요도 구 분	사 용 강 종
상·하 플 랜 지	외부하중을 직접 부담하며 휨모멘트에 저항하는 주거더 부재	High	주요부재	HSB500 or HSB600 or HSB800
복 부 (Web)	외부하중을 직접 부담하며 전단력에 저항하는 주거더 부재	High	주요부재	HSB500 or HSB600 or HSB800
주거더연결판 (Splice Plate)	주거더를 연결하는 연결판으로 휨모멘트 및 전단력에 저항	High	주요부재	HSB500 or HSB600 or HSB800
종 리 브	주형의 일부로 작용하며 휨모멘트에 대하여 저항	High	주요부재	HSB500 or HSB600 or HSB800
횡 리 브	플랜지 국부 좌굴방지용 보강재	Low	2차부재	SM 400
수직 보강재	복부의 면외 변형방지 및 복부 좌굴방지용 보강재	Low	2차부재	SM 400
지 점 부 수직 보강재	연직하중이 집중되는 부분으로 받침에 원활한 하중전달	High	주요부재	HSB500 or HSB600 or HSB800
수평 보강재	복부의 수평방향 좌굴방지용 보강재로 부착되는 위치의 복부 응력과 같은 응력이 작용	High	주요부재	HSB500 or HSB600 or HSB800
격 벽 (Diaphragm)	박스거더의 횡단면 변형 방지 및 비틀림 모우멘트에 대한 보강	Low	2차부재	SM 400
지점부 격벽	횡단면 변형방지와 비틀림 저항 능력 보강은 물론 수직하중을 분담하여 지점에 전달	High	주요부재	HSB500 or HSB600 or HSB800
횡 빔 (Cross-beam)	주형의 하중 분배 및 전달	Low	2차부재	SM 400
교량받침이 설치되는 횡빔	형하공간 제약등 특수한 경우에 교량받침을 횡빔에 설치, 큰 연직하중을 횡빔을 통해 하부로 전달	High	주요부재	HSB500 or HSB600 or HSB800
스트링거 (Stringer)	종방향 Girder의 역할보다는 슬래브 하중을 횡빔으로 전달하는 역할이 주 기능	Low	2차부재	SM 400
Sole plate	지점부 수직하중을 확실하게 받침에 전달 (해석상으로는 지점부 수직보강재가 응력 분담) (pre-flex-beam의 경우 주부재로 작용)	High	주요부재	HSB500 or HSB600 or HSB800
Plate Girder교 Bracing재	주요부재의 2차적 기능을 가진 부재	Low	2차부재	SM 400

※ 1. 특수교 및 장경간 교량 등은 단면력에 따라 변경할 수 있다.

2. 1 BOX 1 SHOE의 지점부 횡빔은 주요부재로 적용한다.

3. HSB500(HSB380) , HSB600(HSB460) , HSB800(HSB690) , SM400(SM275)

Ⅱ. 공종별 기준



※ 1) 판두께가 8 mm 미만의 강재에 대해서는 도로교설계기준의 강바닥판 구조 세목에 따른다.

2) 판두께 25 mm로 부터 32 mm 사이의 SM490YB는 진정강괴로 제조해야 한다.

주요 구조용 강재의 재료강도(MPa)

강도	강재기호 / 판구께	SS400 SM400 SMA400	SM490 SMA490	SM520 SM490Y	SM570 SMA570
Fy	40mm 이하	235	315	355	450
	40mm 초과 75mm 이하	215	295	335	430
	75mm 초과 100mm이하	215	295	325	420
Fu	100mm이하	400	490	520 (490) 1)	570

구조용 강재의 재료강도(MPa)(계속)

강도	강재기호 / 판두께	SM490C-TMC	SM520C-TMC	SM570TMC	HSB500	HSB600	HSB800
Fy	100mm이하	315	355	450	380	450	6902)
Fu	100mm이하	490	520	570	500	600	8002)

※ 1) SM490Y의 인장강도는 490 MPa

2) HSB800의 경우 적용 판두께는 80mm 이하

자. 철근 구조 세목 적용 기준

1) 철근 피복 기준

철근피복은 도로교설계기준 및 콘크리트 구조설계기준에 근거하여 다음 표와 같이 적용한다. 다만 가설 지점 위치가 특수한 경우 과업 여건에 따라 발주자 및 설계자의 결정으로 변경하여 적용할 수 있다.

① 환경 조건에 따른 노출 등급

노출 등급	환경 조건	해당 노출 등급이 발생할 수 있는 사례
	○ 부식이나 침투 위험 없음	
E0	• 철근이나 매입금속이 없는 콘크리트 : 동결/융해, 마모나 화학적 침투가 있는 곳을 제외한 모든 노출 • 철근이나 매입금속이 있는 콘크리트 : 매우 건조	• 공기 중 습도가 매우 낮은 건물 내부의 콘크리트

Ⅱ. 공종별 기준

○ 탄산화에 의한 부식

EC1	건조 또는 영구적으로 습윤한 상태	• 공기 중 습도가 낮은 건물의 내부 콘크리트 • 영구적 수중 콘크리트
EC2	습윤, 드물게 건조한 상태	• 장기간 물과 접촉한 콘크리트 표면 • 대다수의 기초
EC3	보통의 습도인 상태	• 공기 중 습도가 보통이거나 높은 건물의 내부 콘크리트 • 비를 맞지 않는 외부 콘크리트1,2
EC4	주기적인 습윤과 건조 상태	• EC2 노출등급에 포함되지 않는 물과 접촉한 콘크리트 표면

○ 염화물에 의한 부식

ED1	보통의 습도	• 공기 중의 염화물에 노출된 콘크리트 표면
ED2	습윤, 드물게 건조한 상태	• 염화물을 함유한 물에 노출된 콘크리트 부재
ED3	주기적인 습윤과 건조 상태	• 염화물을 함유한 물보라에 노출된 교량 부위 • 포장

○ 해수의 염화물에 의한 부식

ES1	해수의 직접적인 접촉없이 공기 중의 염분에 노출된 해상대기중	• 해안 근처에 있거나 해안가에 있는 구조물
ES2	영구적으로 침수된 해중	• 해양 구조물의 부위
ES3	간만대 혹은 물보라 지역	• 해양 구조물의 부위

노출 등급	환경 조건	해당 노출 등급이 발생할 수 있는 사례

○ 동결 / 융해 작용

EF1	제빙화학제가 없는 부분포화상태	• 비와 동결에 노출된 수직 콘크리트 표면
EF2	제빙화학제가 있는 부분포화상태	• 동결과 공기 중 제빙화학제에 노출된 도로 구조물의 수직 콘크리트 표면
EF3	제빙화학제가 없는 완전포화상태	• 비와 동결에 노출된 수평 콘크리트 표면
EF4	제빙화학제나 해수에 접한 완전포화상태	• 제빙화학제에 노출된 도로와 교량 바닥판 • 제빙화학제를 함유한 비말대와 동결에 직접 노출된 콘크리트 표면 • 동결에 노출된 해양 구조물의 물보라 지역

○ 화학적 침식

EA1	조금 유해한 화학환경	• 천연 토양과 지하수
EA2	보통의 유해한 화학환경	• 천연 토양과 지하수
EA3	매우 유해한 화학환경	• 천연 토양과 지하수

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

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

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

Ⅱ. 공종별 기준

② 상부구조물 설계강도 및 피복 두께

부 재		위치	재료	콘크리트 강도(Mpa)			철근 피복 두께(mm)								
								② 환경조건			최소피복 MAX (①, ②)	강도상향 철근고정 품질확보	설계편차	공칭피복 (순피복)	적용피복 (설계피복)
				노출등급	최소강도	적용강도	※(1) ① 부착 (<80 mm)	내구성 최소피복	염화물 or 해수	Σ					
콘크리트 포장	슬래브 (캔틸레버)	상면	철근	EC3	30	35	25	35	-	35	35	-10	5	30	50
		하면	철근	EC3 ED1	30	35	25	MAX (35/ 45)	5	50	50	-10	5	45	60
아스콘 포장	슬래브 (캔틸레버)	상면	철근	ED3	35	35	25	55	15	70	70	-10	5	65	80
		하면	철근	EC3 ED1	30	35	25	MAX (35/ 45)	5	50	50	-10	5	45	60
가로보		전체	철근	EC3	30	35	25	35	-	35	35	-10	5	30	50
거 더 (포스트 텐션)		외측	철근	EC3 ED1	30	공법 사별 적용	공법사	MAX (35/ 45)	5	50	50	-5 (0+0+5)	5	50	공법 사별 적용
			강연선				덕트 지름	MAX (45/ 55)	5	60	덕트 지름	-5 or 공법사	5	공법 사별 적용	
		내측	철근	EC3	30	공법 사별 적용	공법사	35	-	35	35	-10 (5+0+5)	5	30	
			강연선				덕트 지름	45	-	45	덕트 지름	-10 or 공법사	5	공법 사별 적용	

※ 1. 슬래브 적용피복은 주철근 직경 25mm 기준임.

③ 하부구조물 설계강도 및 피복 두께

부재	위치		재료	콘크리트 강도(Mpa)			철근 피복 두께(mm)								
								② 환경조건			최소 피복 MAX (①, ②)	강도상향 철근고정 품질확보	설계편차	공칭피복 (순피복)	적용피복 (설계피복)
				노출등급	최소강도	적용강도	① 부착	내구성 최소피복	염화물 or 해수	Σ					
일반교대	흉벽	전면	철근	ED3	35	35	16	55	15	70	70	-5 (0+0+5)	10	75	100
		배면	철근	EC4	30	35	16	40	-	40	40	-10 (5+0+5)	10	40	100
	벽체	전면	철근	ED3	35	35	32	55	15	70	70	-5 (0+0+5)	10	75	100 (110)[1]
		배면	철근	EC4	30	35	32	40	-	40	40	-10 (5+0+5)	10	40	100
	날개벽	전면	철근	ED3	35	35	32	55	15	70	70	-5 (0+0+5)	10	75	100 (110)[1]
		배면	철근	EC4	30	35	32	40	-	40	40	-10 (5+0+5)	10	40	100
	기초		철근	EC2	24	27	32	35	-	35	35	-5 (0+0+5)	10	40	100 (150)[2]
	접속슬래브	아스팔트	철근	EC4	30	35	32	40	-	40	40	-10 (5+0+5)	10	40	80 (80)[3]
		콘크리트	철근	ED3	35	35	32	55	15	70	70	-5 (0+0+5)	10	75	150 (80)[3]
교각	코핑	상면	철근	ED3	35	40	32	55	15	70	70	-5 (0+0+5)	10	75	120
		수직면	철근	ED3	35	40	32	55	15	70	70	-5 (0+0+5)	10	75	120
		하면	철근	ED3	35	40	32	55	15	70	70	-5 (0+0+5)	10	75	120
	기둥		철근	ED3	35	40	32	55	15	70	70	-5 (0+0+5)	10	75	125
	기초		철근	EC2	24	27	32	35	-	35	35	-5 (0+0+5)	10	40	100 (150)[2]

※ 1. 차도가 6.0m이내에 없는 경우 반일체식, 일체식 교대는 신축이음 장치가 없으므로 EC등급 적용.

2. 무늬거푸집 적용 시 기본 피복+20mm 추가 적용한다.

주) 1) 철근 직경32mm 적용시 피복

2) 말뚝기초 적용시 피복

3) 하면 적용 피복 : 접속슬래브 하면은 교대기초와 동일한 조건임.

2) 철근비 기준

① 최소철근비

항 목	내 용	비 고
① 건조수축 및 온도철근	• $f_y \leq 400$ MPa, Pmin ≥ 0.002 • $f_y > 400$ MPa, Pmin $\geq 0.002 \times \frac{400}{f_y}$	콘크리트 구조기준 P109
② 휨 부 재	• Pmin > MAX $\left(\frac{0.25\sqrt{f_{ck}}}{f_y}, \frac{1.4}{f_y}\right)$	콘크리트 구조기준 P123
③ 플랜지가 인장상태인 정정 구조물	• Pmin > MAX $\left(\frac{0.25\sqrt{f_{ck}}}{f_y}, \frac{1.4}{f_y}\right)$	콘크리트 구조기준 P123
④ 두께가 균일한 구조용 슬래브 및 기초판	• $f_y \leq 400$ MPa, $0.0014 < Pmin < 0.002$ • $f_y > 400$ MPa, $0.0014 < Pmin < 0.002 \times \frac{400}{f_y}$	콘크리트 구조기준 P109
⑤ 압축부재 (기둥)	• $0.01\ A \leq Pmin \leq 0.08\ A$ A : 압축부재의 총단면적	콘크리트 구조기준 P128
⑥ 벽 체	• 수직철근 Pmin > 0.0015 • 수평철근 Pmin > 0.0025	콘크리트 구조기준 P189

※ 건조수축 및 온도철근 : 교대, 기초 등 교량 하부구조에 배치하여야 하는 온도·수축철근의 단면적은 0.0015hs 이상되어야 한다. 여기서 h는 부재의 두께이며 s는 온도·수축철근의 간격이다.

② 균형 철근비(Pb)와 최대 철근비(Pmax)

구 분	균 형 철 근 비 (Pb)	최대철근비 (Pmax)
인장철근만을 갖는 직사각형 단면	• $P_b = 0.85\beta_1 \frac{f_{ck}}{f_y}\left(\frac{600}{600+f_y}\right)$	Pmax = 0.75 P_b
압축철근만을 갖는 직사각형 단면	• $P_b = \overline{Pb} + P' \frac{f_s'}{f_y}$ 여기서 f_s'= 균형조건에서의 압축철근의 응력 $f_s' = 600\left(1 - \frac{d'}{d} \cdot \frac{600+f_y}{600}\right) \leq f_y$	Pmax = 0.75 P_b

③ 계수전단력 Vu가 콘크리트에 의한 설계전단강도 ΦVc의 1/2을 초과하는 모든 철근콘크리트 휨부재에는 다음의 경우를 제외하고는 최소전단철근을 배치하여야 한다.

○ 슬래브와 기초판

○ 전체 깊이가 250mm이하이거나 I형보, T형보에서 그 높이가 플랜지 두께의 2.5배 또는 복부폭의 1/2 중 큰 값 이하인 보

○ 교대 벽체 및 날개벽, 옹벽의 벽체, 암거등과 같이 휨이 주거동인 판 부재

3) 철근의 정착

각 단면의 철근에서 계산된 힘이 매입길이, 갈고리나 기계적 장치, 또는 이들의 조합에 의해 단면의 양 측에서 발휘될 수 있도록 철근을 정착하여야 한다. 갈고리는 인장철근을 정착하는데만 유효하다.

도로교설계기준 (한계상태설계법, 2016)을 원칙으로 한다.

① 부착강도

○ 극한상태의 부착 강도는 부착파괴에 대해 충분한 여유를 가지고 있어야 한다.

○ 이형 철근의 부착강도에 대한 설계값은 다음과 같이 취한다.

$$f_{bd} = \phi_c \ 2.25 \ \eta_1\eta_2 f_{ctk}$$

여기서, f_{ctk} = 콘크리트 기준인장강도 $f_{ctk} = 0.21 f_{c,\mathrm{m}}{}^{2/3}$

ϕ_c = 콘크리트의 재료계수

고강도 콘크리트의 경우 취성이 커지기 때문에 평균부착강도가 f_{ck}= 50 MPa일 때의 값 이상으로 커진다는 것이 입증되지 않으면 f_{ctk} 값은 f_{ck} = 50 MPa일 때의 값(f_{ctk} = 3.07 MPa)로 제한되어야 한다.

η_1 = 부착조건과 콘크리트 타설 시의 철근의 위치에 관계되는 계수,

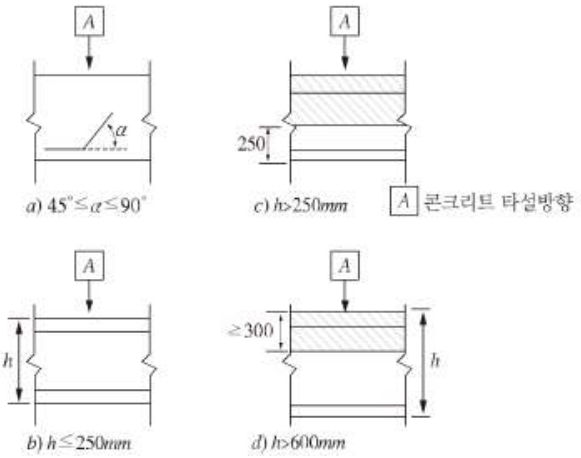
η_1 = 1.0 : 양호한 조건의 경우

η_1 = 0.7 : 그 외의 경우와 양호한 부착조건이 아닌 슬립폼으로 만들어진 구조 부재 내의 철근의 경우

η_2 = 철근의 지름에 관계되는 계수

η_2 = 1.0, $d_b < 32$ mm

η_2 = (132-d_b)/100, $d_b > 32$ mm의 경우



a)와 b) 모든 철근이 양호한 부착조건

c)와 d) 빗금치지 않은 영역-양호한 부착조건 빗금 친 영역-불량 부착조건

② 기본정착길이

○ 기본정착길이(l_b)는 균일한 부착응력 f_{bd}을 가정하여 철근의 힘 $A_s f_{yd}$를 정착하는데 필요한 직선구간 길이이다. 기본정착길이의 산정에는 철근의 종류와 철근의 부착특성을 고려하여야 한다.

○ 절곡 철근의 정착길이는 철근의 중심선을 따라 잰 값으로 한다.

○ 지름이 d_b인 철근의 기본적인 정착길이는 다음과 같다.

$$lb = (db/4\ )(\sigma sd/fbd\ )$$

여기서, σ_{sd}는 철근의 설계 응력이다.

○ 와이어나 철근의 다발(pairs of wires/bars)이 용접된 섬유구조(welded fabric)인 경우에는 지름 d_b는 등가의 지름 $d_{b,\,n} = d_b\sqrt{2}$로 바꾸어 계산한다.

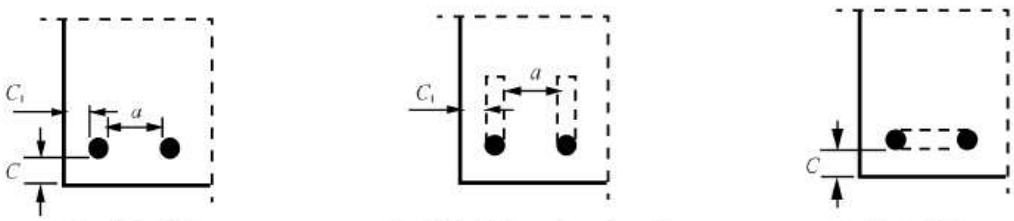
③ 설계정착길이

○ 설계정착길이는 다음 식으로 계산한다.

$lbd = \alpha 1\alpha 2\alpha 3\alpha 4\alpha 5\alpha 6lb \geq lb$, min 여기서 $\alpha 1$ $\alpha 2$ $\alpha 3$ $\alpha 4$ $\alpha 5$ $\alpha 6$은 다음 표의 계수이다.

α_1 : 적절한 피복두께를 가진 철근의 형상효과

α_2 : 콘크리트 피복두께의 효과



a) 직선 철근 $C_d = \min(a/2, c_1, c)$

b) 굽힘 철근 또는 갈고리 $C_d = \min(a/2, c_1)$

c) 루프 철근 $C_d = c$

보와 슬래브에서 Cd 의 크기

α_3 : 횡철근에 의한 구속 철근

α_4 : 설계정착길이 l_b 내에 하나 또는 하나 이상의 용접된 횡철근의 영향, $d_{b,\,t}$는 횡철근의 지름으로 $db,\ t > 0.6db$이어야 한다.

α_5 : 설계정착길이를 따라 발생하는 쪼갬 면 (plane of splitting)을 가로지르는 압력에 대한 효과

$(\alpha 2\ \alpha 3\ \alpha 5\ )$의 곱 ≥ 0.7

α_6 : 표준갈고리의 전 정착길이에 배근된 띠철근이나 스터럽에 의한 구속 효과

여기서 표준갈고리한 보와 슬래브에서의 Cd 값을 만족하는 갈고리를 뜻한다.

l_b, min : 다른 제한 조건이 더 이상 적용되지 않는 경우, 최소 정착길이

- 인장측에서의 정착길이 : l_b,min>max(0.3l_b ; 15d_b ; 100 mm)
- 압축측에서의 정착길이 : l_b,min>max(0.6l_b ; 15d_b ; 100 mm

영향 인자	정착부 형태	철근	
		인장측	압축측
철근의 형상	직선	$\alpha 1 = 1.0$	$\alpha 1 = 1.0$
	직선 외 형태	C $d > 3d_b$이면 $\alpha 1 = 0.7$ 아니면 $\alpha 1 = 1.0$	$\alpha 1 = 1.0$
콘크리트 피복	직선	$\alpha 2 = 1 - 0.15(\mathrm{C}\ d - d_b)/d_b$ ≥ 0.7 ≤ 1.0	$\alpha 2 = 1.0$
	직선 외 형태	$\alpha 2 = 1 - 0.15(\mathrm{C}\ d - 3d_b)/d_b$ ≥ 0.7 ≤ 1.0	$\alpha 2 = 1.0$
주철근에 용접되어 있지 않는 횡철근에 의한 구속	모든 형태	$\alpha 3 = 1 - \mathrm{K}\lambda$ ≥ 0.7 ≤ 1.0	$\alpha 3 = 1.0$
용접된 횡철근에 의한 구속 *	모든 형태 위치와 크기	$\alpha 4 = 0.7$	$\alpha 4 = 0.7$
횡방향 압력에 의한 구속	모든 형태	$\alpha 5 = 1 - 0.04p$ ≥ 0.7 ≤ 1.0	-
표준갈고리	그림 5.11.5와 그림 5.11.6을 만족하는 경우	$\alpha 6 = 0.7/\alpha 1$	-
	그림 5.11.5와 그림 5.11.7을 만족하는 경우	$\alpha 6 = 0.5/\alpha 1$	-
	그림 5.11.5와 그림 5.11.6과 그림 5.11.7을 모두 만족하는 경우	$\alpha 6 = 0.4/\alpha 1$	-
	그 외의 형태	$\alpha 6 = 1.0$	-

계수 $\alpha_1\alpha_2\alpha_1\alpha_4\alpha_5\alpha_6$

여기서 제시한 그림 번호는 도로교설계기준(한계상태설계법, 2016)에 따른다.

4) 철근의 이음

① 일반사항

○ 철근에 작용하는 힘은 다음의 방법으로 다른 철근에 전달된다.

- 겹침이음
- 용접
- 기계식 장치

○ 철근의 이음 및 이음부를 엇갈리게 배치하는 것에 대한 허용 위치, 형태 및 치수는 설계도서에 명시되어야 한다.

② 겹침이음

○ 철근 사이의 겹침이음 상세는 다음과 같아야 한다.

- 하나의 철근에서 다른 철근으로의 하중전달이 확실하여야 한다.
- 이음부 근처에서 콘크리트의 박리가 발생하지 않아야 한다.
- 구조물의 성능에 영향을 주는 커다란 균열은 발생하지 않아야 한다.

○ 겹침이음

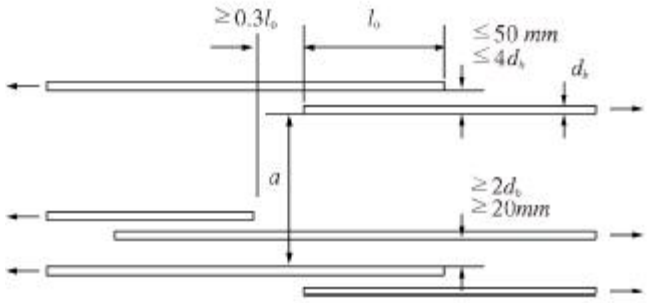
- 철근 사이에서 서로 엇갈리게 배치하고 응력이 큰 영역에서는 배치하지 않는다. 예외는 아래 그림과 같다.
- 일반적으로 대칭으로 배치한다.

○ 겹침이음 철근의 배치는 아래 그림에 따른다.

- 겹침이음된 두 철근 사이의 횡방향 순거리는 $4db$ 또는 50 mm 이하이어야 한다. 이를 만족하지 못하는 경우, 겹침이음 길이는 $4db$ 또는 50 mm를 넘는 순간격만큼 동등한 길이로 증가시켜야 한다.
- 인접한 두 겹침이음의 축방향 거리는 겹침이음 길이(d_0)의 0.3배 이상이 되어야 한다.
- 인접한 겹침이음의 경우, 철근사이의 순거리는 $2db$ 또는 20 mm 이상이 되어야 한다.

○ 상기 항에 부합되는 경우, 인장측에서의 철근의 겹침이음 허용비율은 모든 철근이 한층에 배치되어 있을 경우 100 %로 할 수 있다. 만약, 철근이 여러 층에 배치되어 있는 경우에는 50 %로 감소시켜야 한다.

압축측의 모든 철근과 배력 철근은 한 단면에서 겹침이음이 되어도 된다.



인접 겹침이음

③ 겹침이음 길이

○ 설계 겹침이음길이는 다음과 같이 계산한다.

$$l_0 = \alpha1\ \alpha2\ \alpha3\ \alpha5\ \alpha6\ lb\ \mathrm{A}s,reg/\mathrm{A}s,prov \geq l_0,\ \mathrm{min}$$

여기서,

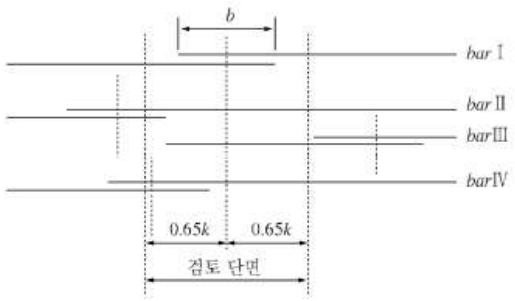
$$l_0,\mathrm{min} > \max(0.3\ \alpha6\ lb\ ;15db\ ;\ 200\ \mathrm{mm})$$

○ $\alpha_1,\ \alpha_2,\ \alpha_3,\ \alpha_5$의 값들은 아래표와 같다. 그러나, α_3의 계산에 있어서 $\sum \mathrm{A}st\ ,\ \mathrm{min}$ 는 1.0 As로 하여야 한다. As는 겹침이음철근 1개의 면적이다. As,reg는 필요 철근 단면적이며, As,prov는 사용한 철근의 단면적이다.

$\alpha_6 = (\rho_1/25\ )^{0.5}$이지만 1.5를 넘어서는 안된다. 여기서, ρ_1은 고려하는 겹침길이의 중앙으로 부터 0.65 l_0내에 겹침이음된 철근의 비이다.(아래 그림참조) α_6의 값은 아래표에 주어져 있다.

총 단면적에 대한 겹침이음철근의 비율	< 25 %	33 %	50 %	> 50 %
α_6	1	1.15	1.4	1.5

주) 중간 값들은 보간법으로 결정할 수 있다.



주) 그림에서 Ⅱ번 철근과 Ⅲ번 철근은 고려하는 단면의 외측에 있다. 따라서 이경우의 겹침이음의 비율은 50%이고 α=1.4이다.

④ 겹침이음 영역에서의 횡방향 철근

○ 겹침이음 구역에서의 횡방향 인장력에 저항하도록 횡방향철근을 배치하여야 한다.

○ 겹침이음 철근의 지름이 20 mm 보다 작은 경우 또는 겹침이음철근의 비율이 어느 한 부분에서 25 %보다 작은 경우에는, 전단철근이나 띠철근으로 배치된 횡방향 철근이 횡방향 인장력에 대해 충분하다고 가정할 수 있다.

○ 겹침이음 철근의 지름이 20 mm 이상인 경우, 횡방향 철근의 전체면적 A_{st} (겹침이음된 철근에 평행한 모든 횡방향 철근 단면적의 합)은 겹침이음된 철근 하나의 면적(A_s)보다 작아서는 안된다($\Sigma A_{st} \geq 1.0A_s$).

횡방향 철근은 겹침이음 철근과 콘크리트 표면 사이에 겹침이음 철근의 방향에 수직으로 배치하여야 한다. 만약에 50 % 이상의 철근이 한 지점에서 겹침이음되고 또한, 단면 내에서 이웃하는 겹침이음 사이의 거리(a)가 $10db$이하라면(인접 겹침이음 그림 참조) 횡방향 철근은 띠철근 또는 단면 내에 정착되는 U형 철근형태로 배치하여야 한다.

⑤ 기타 겹침이음의 상세

- 용접철망의 겹침이음
- 지름이 큰 철근에 대한 추가 규정
- 다발철근에 대한 추가 규정
- 프리스트레스트 콘크리트 긴장재의 상세
- 기타 철근 상세 등

※ 도로교설계기준(한계상태설계법, 2016)에 준하여 설계에 반영한다.

차. 교량배수 시설기준

1) 점배수구 배치 기준

① 배수구의 배치는 교각 상면에 물이 떨어지지 않는 곳에 두도록 하며, 횡단육교에서는 가급적 배수구를 교량내에 두지 않도록 한다.

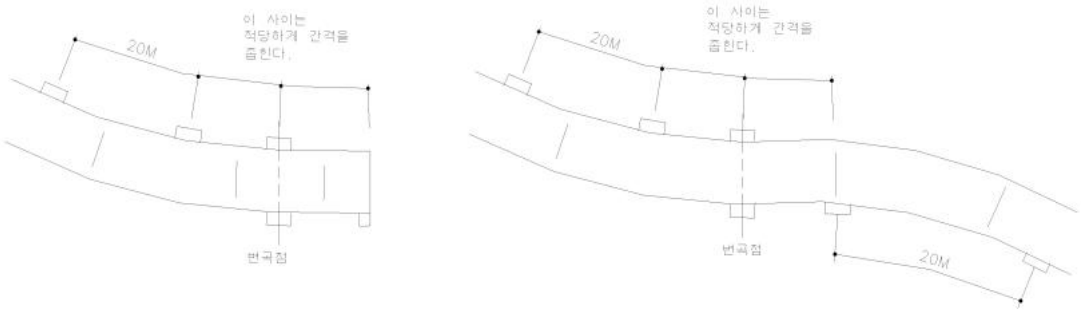
② 배수구의 간격은 아래의 표를 기준으로 한다.

배수구형태	배수구 설치 간격 (m)		
	최대간격	일반구간	완화곡선,Sag부
사각집수구	20	10~20 (5m단위로)	3~10 (정수 단위로)

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 양측에 배수구를 설치하여야 한다.



⑤ 교량 신축이음과 난간이 만나는 부분에는 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

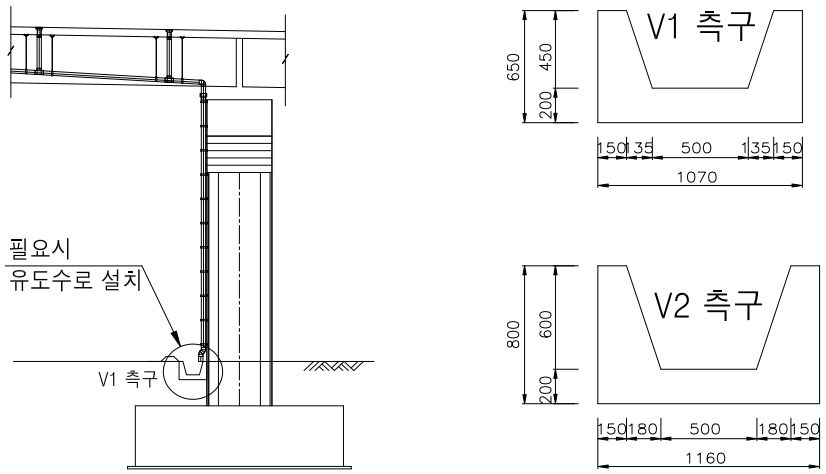
d. 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우

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 적정공법을 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 선(線) 배수 시스템 설치방안

a. 배수관 설계 : 철근 배근 고려 규격 80mm, 배수관 간격 최소 1.0m 적용

b. 측구 설계 : 강우강도 10년, 수위 측구 전체높이의 80% 적용

② 선(線) 배수 시스템 적용 대상

a. 설치대상

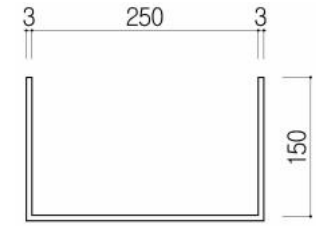
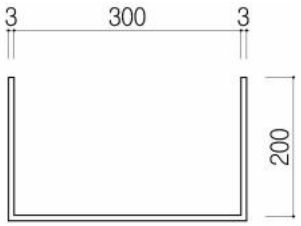
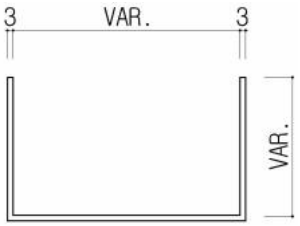
구 분		대 상	비고
직선교량		전 체	
곡선 교량	분리교량	각 행선별 곡선내측	
	비분리교량	길어깨측(중앙분리대 측 제외)	

b. 배수시설 설치형식 : 육교용 배수관 설치 대상구간(하천용 제외)

c. 효율 및 횡배수관 설치간격(최소 1.0m) 고려 횡단경사 2% 이상 교량

d. 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 규 격			
	250×150mm	300×200mm	연장별 규격산정
	생산가능		별도 제작

☞ 교량 연장별 유량 산정 후 측구규격 산정 필요

○ 교량점검시설 설치구간은 측구 간섭이 발생되지 않도록 교량 점검시설을 측구 외측으로 이동 설치(교량점검시설 별도 구조검토 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) 배수설비의 연결구 및 배수관 내부에 오물이 퇴적되어 교량 상판 노면 빗물의 배수가 원활하지 못하는 문제 발생을 고려하여 배수설비의 연결구에 오물배출식 장치 등을 설치하여 오물의 퇴적상태를 용이하게 점검 및 확인하여 간편하게 외부로 배출시켜 제거할 수 있도록 계획한다.

10) 교량경관 개선 및 장대교량 연속 배수 적용을 고려하여 수리검토 후 배수관 용량

및 경사를 결정한다.

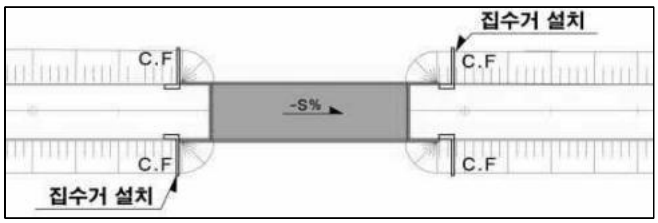
○ 교량 미관 개선 및 내구성 증진을 위한 배수구 설치 간격 검토

① 초기 배수구 위치에 따른 교면 배수구 최소화

구분	초기 배수구 위치가 교량 밖에 있는 경우	초기 배수구 위치가 교량 안에 있는 경우
	<그림 2>	<그림 3>
(기존)	최대 20m 이하로 교면 배수구 설치	
(개선)	·교면 배수구 미 설치	·초기 배수구 위치를 계산하여 설치 ·그 이후는 20m 이하로 설치
- 수리계산 결과에 의한 배수구 간격 결정 - 현행 “국토부 지침”에 위배되지 않도록 최대 간격 20m 준수		

(설치 방법)

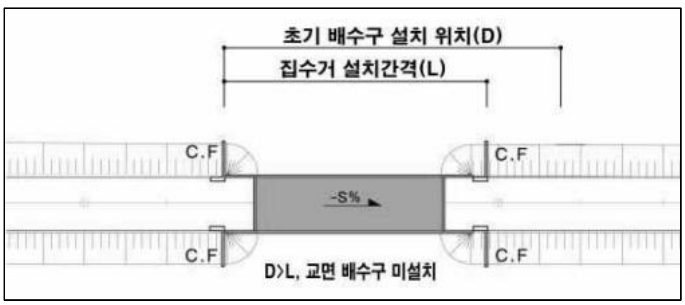
a. 교량 전·후 토공부에 집수거 설치



<그림 1>

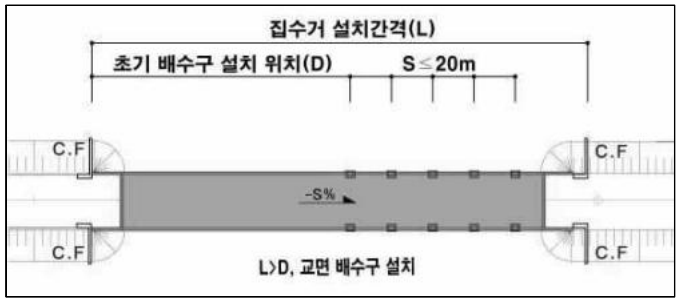
b. 교량 종·횡단경사를 고려하여 초기 배수구 위치(D) 결정

c. 초기 배수구 위치(D)가 토공 집수거 설치간격(L)보다 클 경우 교면 배수구를 설치하지 않음.



<그림 2>

d. 초기배수구 위치(D)가 집수거 설치 간격(L)보다 작은 경우 배수구 설치 간격(S)에 따라 배수구 설치



<그림 3>

※ 배수구 설치 간격(S)이 20m 이상인 경우 20m이하로 설치

② 종배수관 최소화를 위한 배수구 간격 조정 검토

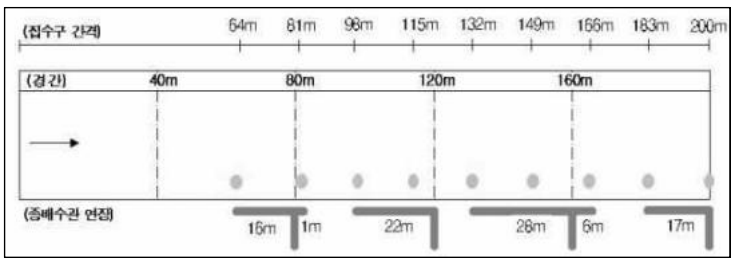
o 교각(교대) 근처 배수구 설치로 최소화 가능

ex) 연장 5@40 = 200m,

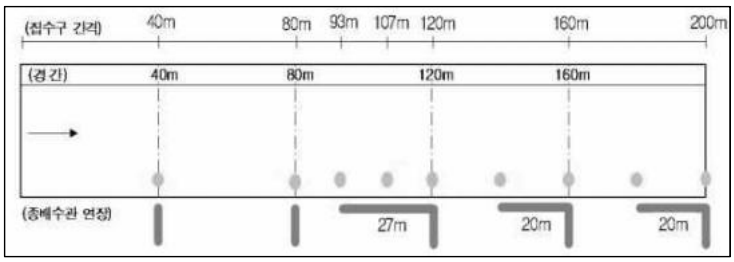
- 초기 배수구 위치 계산값 64m

- 그 이후 구간 17m

a. 간격 조정 없는 경우 (종배수관 총 연장 : 90m)



b. 간격 조정 하는 경우 (종배수관 총 연장 : 67m)



Ⅱ. 공종별 기준

카. 신축이음, 받침

1) 신축이음

o 신축이음을 선정하고 배치할 때에는 온도변화 및 시간 의존적 원인에 의한 교량 상하부구조의 각종 변형을 수용하여 교량 기능을 보장하여야 하고 차량 및 이륜 자동차, 원동기, 자전거 등의 통행에 지장이 없도록 하여야 한다.

o 신축이음은 사용한계상태 및 극한한계상태에서 하중을 충분히 지지할 수 있어야 하고, 상하부 구조의 회전 및 이동을 자유롭게 수용해야 한다. 또한 피로한계상태에 대한 요구조건을 만족하여 충분한 내구성을 가지도록 설계되어야 한다. 대부분의 신축이음은 방수기능이 필수적으로 요구되 고 있는데 이러한 신축이음은 내구연한동안 누수가 발생하지 않도록 설계되어야 한다.

o 신축이음 내구연한이 교량 공용수명보다 작은 경우에는 상부구조에의 영향을 최소화하는 교체 방법을 제시하여야 한다. 또한 신축이음 내구연한 동안 유지관리나 교체가 필요한 부품들에 대한 작업 방법들을 제시하여야 한다.

o 신축이음에 발생하는 하중은 신축이음 구조형상과 각 요소들의 강성, 제작 및 시공 오차에 따라 달라진다. 각 요소들에 대한 설계하중 계산 시 이러한 영향들을 합리적으로 고려하여야 한다.

① 신축이음 장치의 요구사항

a. 구조설계

신축이음의 허용 신축량과 극한 신축량은 발생 가능한 모든 하중들의 조합들 중에서 가장 불리한 경우에 대하여 각각 계산하여야 한다. 신축이음장치 본체와 그 지지부는 최대로 신축하였을 때 계수 하중에 안전하도록 설계하여야 한다. 여기서, 재료계수는 강교편에 규정된 적절한 값을 사용할 수 있고 하중계수와 하중조합은 제3장 하중편을 참조한다.

눈이 많이 내리는 지역에서는 신축이음 연결부 및 앵커는 제설기에 의해 신축이음에 가해질 수 있는 수평하중에 저항하도록 설계하여야 한다.

b. 형상

신축이음 이동방향은 이동이 구속되거나 또한 받침에 불리한 하중이 작용하지 않도록, 받침과 연계하여 작동할 수 있는 형상으로 설계되어야 한다. 그리고 차량, 원동기 및 자전거 등의 바퀴와 보행자가 미끄러지거나 빠지지 않는 형상을 갖도록 해야 한다.

c. 재료

재료는 온도나 화학적으로 적합한 것을 선정하여야 한다. 재질적 차이가 있는 곳에서의 접촉면은 완전하게 제기능을 발휘할 수 있도록 처리하여야 한다.

탄성체를 제외한 다른 재료들은 50년 이상의 사용수명을 가지고 있어야 한다. 신축이음 봉함재에 사용되는 탄성체와 물받이는 15년 이상의 사용수명을 가져야 한다.

차륜을 접촉하는 신축이음은 미끄럼이 발생하지 않도록 해야 하며 모든 부품은 마모와 차량의 충격에 견딜 수 있어야 한다.

융빙제에 노출되는 신축이음의 경우, 고장력 볼트를 제외한 나머지 부분은 도장처리를 실시하거나 스테인레스 강재 등 내부식성 재료로 만들어져야 한다.

d. 유지관리 및 교체

신축이음은 교량 설계수명동안 유지관리가 최소화가 되도록 설계하여야 한다. 바닥판 하부에서 신축이음에 접근이 가능하도록 유지관리를 위한 충분한 공간이 확보되어야 한다.

부분 또는 전면 교체를 고려하여 설계할 경우에는 구체적인 교체 방법을 제시해야 한다. 탄성부품 등 소모성 부품은 교체가 가능해야 한다. 그리고 도로 포장의 덧씌우기를 고려하여 수직방향으로 높이 조절이 가능하도록 설계되어야 한다.

② 신축이음 장치의 선정 및 위치

교량 구조물에서 신축이음 수는 최소화하도록 하고 교량 종방향 구배를 고려하여 곡선부 최고점에 설치하는 것이 바람직하다.

③ 신축이음장치의 설계

a. 설계 이동량 계산 및 허용 틈새 간격

○ 신축이음의 이동량은 발생 가능한 모든 하중들의 조합들 중에서 가장 불리한 경우에 대하여 하중편에서 규정한 극한한계상태 하중조합을 사용하여 계산하여야 한다.

○ 각종 이동량 및 시공 여유량 등을 모두 고려하여 차량진행방향으로 산정한 신축이음 노면 최대 틈새 간격(W, mm)은 다음을 만족하여야 한다.

- 틈새가 하나인 경우(for single gap) : $W \leq 100mm$
- 틈새가 여러 개인 모듈 형식(for multiple modular gaps) : $W \leq 80mm$

○ 강교량인 경우 노면 틈새 간격은 계수하중을 고려한 극한이동 상태에서 최소 25mm 이상이어야 한다.

○ 크리트교량인 경우 크리프 및 건조수축 변형을 감안하여 초기에 일시적으로 최소 틈새 간격이 25 mm 보다 작을 수 있다.

b. 설계 상세

○ 신축이음은 차량과 포장 유지관리 장비, 그리고 장기적인 다양한 환경적 손상 영향을 수용할 수 있도록 설계되어야 한다.

○ 교대부에서 신축이음 양쪽 부분의 부등 처짐이 예상되는 경우에는 이를 수용할 수 있는 신축이음을 선정해야 한다.

○ 콘크리트 단부 보호용 앵글 등에서는 콘크리트 타설시 충분한 채움을 위해 중심 간격 460 mm이하, 최소 직경 20mm의 공기 배출 구멍을 가지고 있어야 한다.

○ 신축이음과 채움 콘크리트 사이에 완전 합성거동을 보장할 수 있는 앵커나 전단 연결재를 설계하여야 하며, 경계면은 완전 방수 처리하여 누수가 발생하지 않도록 해야 한다.

○ 주행방향으로 300mm 이상 신축이음 표면이 차량에 노출되는 경우에는 미끄럼 방지 처리를 하여야 한다.

④ 제작 및 현장이음설계

a. 제작

앵글 또는 형강, 강판 등은 용접 변형 최소화 또는 부속 부품과의 강한 접합을 위해 충분한 두께를 가져야 한다.

○ 신축이음의 구성요소는 제작장에서 완벽하게 가조립한 상태에서 검사를 받아야 한다.

○ 신축이음과 봉함재는 가능한 완전하게 조립되어 현장(job-site)으로 운반되어야 한다.

○ 길이 18,000 mm 까지의 조립 신축이음은 중간에 현장 용접이음이 없어야 한다.

b. 현장 이음 설계

교량 시공 단계별로 설치되거나 길이가 18,000 mm 이상인 신축이음에서는 현장 이음을 가질 수 있다. 이러한 현장 이음은 피로설계를 수행하여 피로수명을 최대로 하는 이음부 상세를 가져야 한다. 가능하면 피로하중을 작게 받고 부식이 적게 발생하도록, 차륜의 통과위치나 체수가 예상되는 지역을 피해서 설치하는 것이 좋다.

고무 또는 기타 재료로 만들어진 봉함재는 일체형 하나로 사용되어야 한다. 봉함재의 현장이음이 불가피한 경우에는 연결부에 가황처리를 해야 한다.

2) 받 침

① 일반사항

○ 받침의 설계는 도로교 설계기준(한계상태설계법, 2016)을 기준으로 시행한다.

○ 받침은 상부구조에서 전달된 하중을 하부구조에 전달하여야 하고 특히 부반력에 대하여는 안전하게 설계되어야 하며 상·하부 구조에 유해한 구속력을 발생시키지 않아야 한다.

○ 곡선교의 경우 교량 받침의 배치방향에 따라 교량 하부에 미치는 온도하중의 영향이 있으므로 현방향 배치 및 접선방향 배치 중 유리한 배치 방법을 검토하여야 한다.

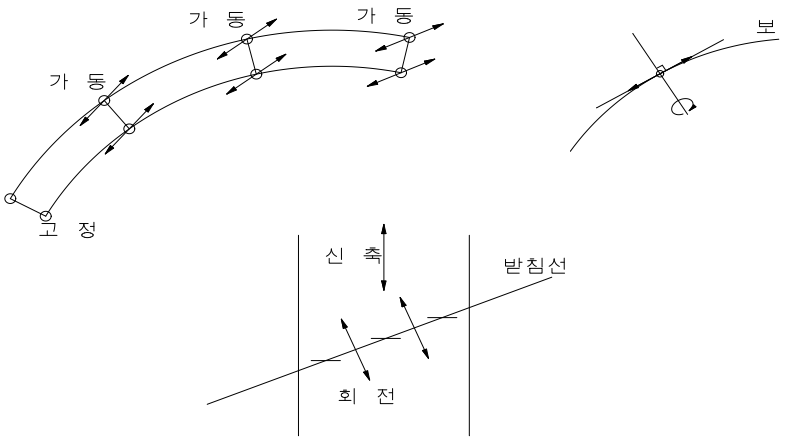
○ 받침은 지진, 바람, 온도변화 등에 대해서도 안전하도록 설계하여야 한다.

○ 받침 또는 받침 부품은 필요 시 점검, 유지관리 및 교체가 가능하도록 설계하여야 한다.

○ 받침은 최소의 반력을 발생시키면서 지정된 이동이 가능하도록 설계되어야 한다. 가능한 프리 셋팅(presetting)을 피해야 하며, 불가피한 경우에는 공장에서 이행해야 한다. 현장조정이 불가피할 때에는 발주처의 승인 하에 수행해야 한다.

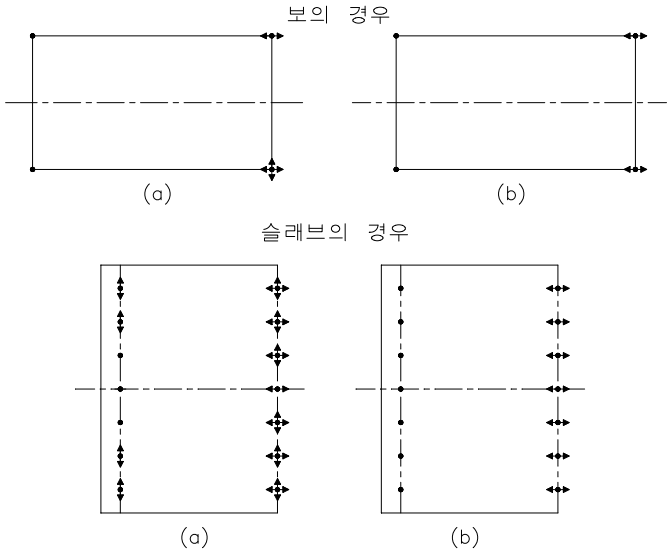
○ 받침 또는 받침 부품은 필요 시 점검, 유지관리 및 교체가가능하도록 설계하여야 한다.

○ <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 반력중 불리한 값을 사용하여 설계하는 것을 원칙으로 한다.

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

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

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

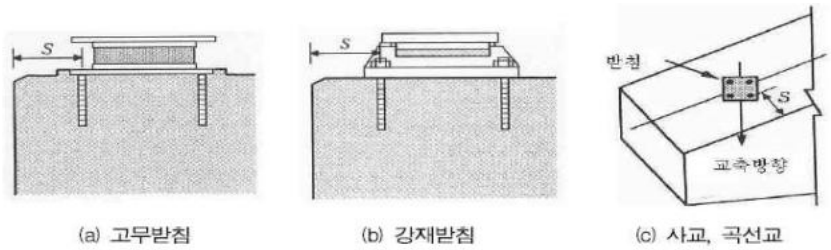
○ 거더밑 공간은 인체의 일부분 (머리 및 어깨)이 들어가서 작업을 하거나 세밀하게 관찰할 수 있고, 유지보수시 JACK의 설치가 가능한 공간인 400mm를 확보하도록 한다. 단, 부득이한 경우는 450mm까지 가능하다.

○ 교량받침은 무수축성 모르터로 처리하며 높이는 50mm를 기준으로 하고 폭은 교량받침보다 50mm이상 여유를 둔다.

④ 교량받침 연단거리 확보 기준

○ 연단거리 기준

다리밑공간 확보를 위해 콘크리트 받침을 설치할 경우의 연단거리 적용기준은 원칙적으로 도로교 설계기준의 기준을 적용하되 특히, 소교량의 교각 등에서 연단거리의 기준으로 인한 비경제적인 설계를 방지하기 위하여 아래 그림과 같이 교좌장치 전면으로 부터 취하는 것으로 한다.



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)

○ 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 콘크리트 강도를 고려한 받침부 설계

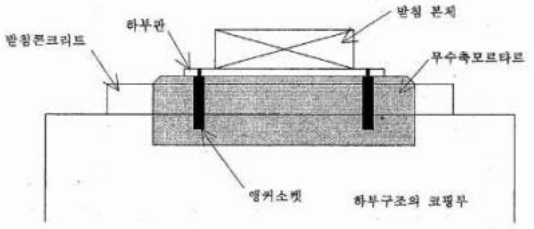
a. 설계 개념

○ 교량 받침부는 상부의 하중을 지지하면서, 내구성과 유지관리성을 만족하도록 설계

○ 교량 받침부는 콘크리트의 저항강도를 우선적으로 평가한 후 부족한 경우에 철근을 배근

○ 교량 받침부와 신축이음 하부는 잭킹, 청소, 보수 및 받침과 신축이음의 교체가 용이하도록 설계

b. 받침부 정의

• 받침콘크리트 : 받침부의 점검과 유지보수를 위하여 필요한 공간을 확보하기 위하여 하부구조의 코핑부와 받침사이에 두는 콘크리트 • 하부판 : 받침과 하부구조를 연결하기 위하여 설치, 주강재 받침에는 25mm이상, 주철재 받침에는 35mm이상 • 앵커볼트 : 받침에 작용하는 부반력과 수평하중에 저항하면서 받침의 하부판과 하부구조를 연결하기 위한 강재 볼트 • 앵커소켓 : 앵커볼트 시공을 위하여 앵커볼트보다 직경이 큰 소켓을 미리 설치	

c. 받침콘크리트 보강 설계 기준

○ 연직, 수평하중에 대해 콘크리트 강도(지압, 파열)만으로 대부분 저항 가능

○ 설계 시 검토하여 최소철근 배치

- 연직하중에 대한 검토

• 받침콘크리트 높이 × 2 ≤ 연단거리 : 검토 생략 및 최소철근 보강

• 받침콘크리트 높이 × 2 > 연단거리 : 검토 필요

• P (= 계수연직하중 - 콘크리트 지압강도)에 대해 철근 보강

- 수평하중에 대한 검토

• 받침콘크리트 높이 / 1.5 ≤ 연단거리 : 검토 생략 및 최소철근 보강

• 받침콘크리트 높이 / 1.5 > 연단거리 : 검토 필요

• H_s (= 계수수평하중 - 콘크리트 파열강도)에 대해 철근 보강

d. 코핑부 콘크리트 보강 설계 기준

○ 연직, 수평하중에 대해 콘크리트 강도(지압, 파열)만으로 대부분 저항 가능

○ 설계 시 검토하여 최소철근 배치

- 연직하중에 대한 검토

• P (= 계수연직하중 - 콘크리트 지압강도)에 대해 철근 보강

• 보강 철근량 $A_{sn1} = \frac{1}{4}(1-\frac{b_1}{b_c})\frac{P}{f_y}$

- 수평하중에 대한 검토

- H_s (= 계수수평하중 - 콘크리트 파열강도)에 대해 철근 보강
- 보강 철근량 $A_{sn2} = \frac{H_s}{\Phi f_y}$

e. 받침 콘크리트의 철근 배근

○ 최소철근 및 가외철근

- 받침 콘크리트가 구조적 안전성을 확보하고 있다 할지라도 균열 및 취성파괴 방지를 위해 최소 철근 및 가외철근을 배근한다.
- 최소철근과 가외철근은 코핑부와 일체 거동을 할 수 있을 정도의 철근량을 배근한다.

- 각 방향에 대해 동일간격으로 적용한다.
- 최소철근량
  - 최소철근은 D13이상의 철근을 200mm 이하의 간격으로 배근한다.
  - 0.0015hs 이상이어야 한다.

    여기서, h는 받침콘크리트 두께이며 s는 철근의 배근간격이다.
  - 철근은 Π형으로 가공하고 수직길이는 철근의 정착길이 이상으로 하되 수평력에 의한 파괴면을 고려하여 가능한 길게 한다.
- 가외철근
  - 가외철근은 200mm 이하의 간격으로 배근한다.
  - 철근 간격은 50mm 내외에서 이동할 수 있다. (소켓에 의한 철근절단 방지)
  - Π형 철근을 배근하되 주철근을 90도 표준갈고리를 갖도록 한다.
- 철근피복
  - 철근 피복은 50mm 이상 확보하여야 한다.
- 철근 배근 방법
  - 최소철근과 가외철근은 2싸이클로 배근하여야 한다.

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 전

단 파괴면은 발생치 않을 것으로 판단됨.)

○ 보강 철근량

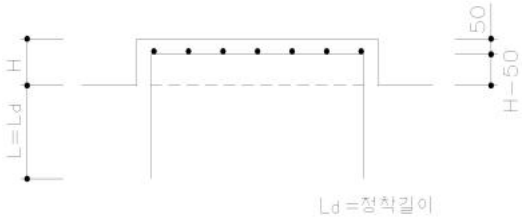
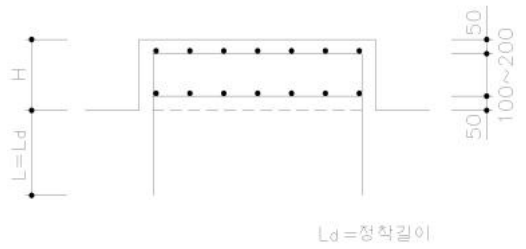
$A_s \geqq H / f_{sa}$ (전단마찰 계산시의 마찰계수 μ 적용)

A_s : 보강 철근량 (mm^2). H : 수평력 (kN). f_{sa} : 철근의 허용인장응력 (kN/mm^2)

○ 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≦ 200mm	② H > 200mm
	

파. 교대의 기초 설계

1) 연약지반 위에 만들어지는 교대의 기초 설계 시에는 측방향 이동의 유무를 검토하여야 한다.

2) 말뚝 시공 후 지반의 이완 또는 말뚝의 돌출을 고려하여 교대 앞면을 기초폭 이상의 여유를 확보한다.

3) 말뚝머리의 수평변위량을 계산할 때 돌출말뚝으로 계산한다.

하. 내진 설계기준

1) 내진설계 기준의 기본 개념

이 기준은 국토교통부의 내진설계일반(KDS 17 10 00 : 2018) 및 기타 연구결과 중 현재 수준에서 인정할 수 있는 일부 규정을 기존 설계기준의 체계에 맞도록 채택하여 개정되었다. 이 기준을 따르지 않더라도 기술자의 판단에 따라 보다 발전된 설계를 할 경우에는 이를 인정한다.

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 기간내에 설계지진력이 발생할 가능성은 희박하다.

⑤ 설계기준은 남한 전역에 적용될 수 있다.

⑥ 본 규정을 따르지 않더라도 창의력을 발휘하여 보다 발전된 설계를 할 경우에는 이를 인정한다.

2) 내진 구조 계획

내진구조계획의 목표는 지진시 발생하는 구조물의 변형과 부재력에 적절히 대응할 수 있도록 구조적 안정성과 경제성의 양 측면을 동시에 만족하는 교량 설계를 도모하는데 있다. 초기 계획 단계에서의 내진 구조계획은 교량의 기하학적 형상, 상하부 구조형식, 사용재료 특성, 부재간 연결상태 등을 종합적으로 고려하여 지진하중에 대한 효율성을 제고토록 하여야 하는바, 조건이 허락하는 한도내에서 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.

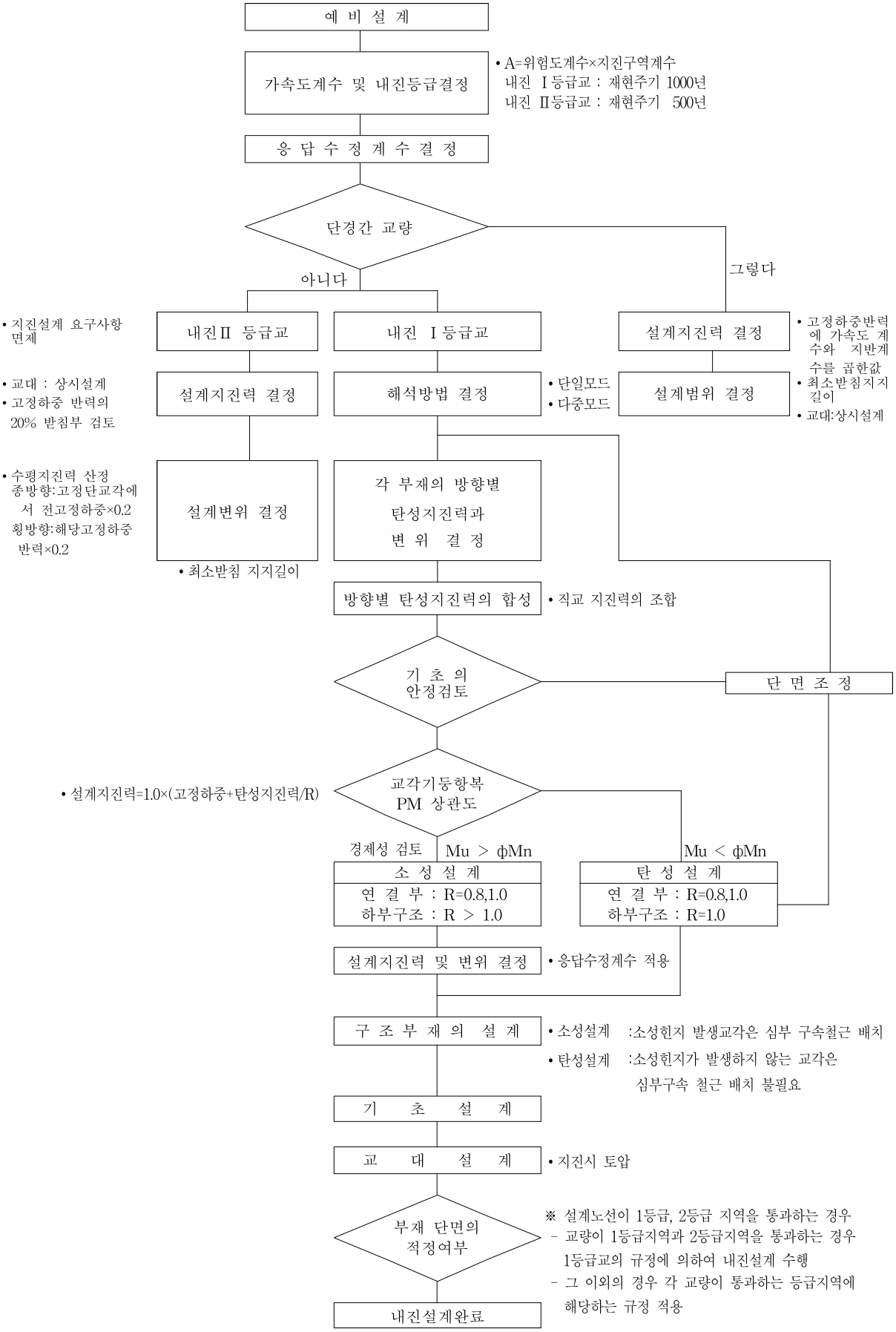
② 대칭성

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

③ 완전성 및 연속성

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

3) 내진설계 흐름도



※ 필요에 따라 소요 연성도를 이용한 방법(도로교설계 기준, 2016 참조)을 적용할 수도 있다.

4) 가속도 계수 결정

① 유효수평지반가속도 계수 S(or A) = 지진구역 계수(Z) × 위험도 계수(I)

지진구역 구분

지진구역	행 정 구 역	
Ⅰ	시	서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주, 세종
	도	경기, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남, 강원 남부(1)
Ⅱ	도	강원 북부(2), 제주

주 : (1) 강원도 남부 (군, 시) : 영월, 정선, 삼척, 강릉, 동해, 원주, 태백

(2) 강원도 북부 (군, 시) : 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천, 속초

지진구역 계수 (평균재현주기 500년에 해당)

지 진 구 역	Ⅰ	Ⅱ
지진구역계수,Z	0.11	0.07

위 험 도 계 수

재현주기 (년)	50	100	200	500	1,000	2,400	4,800
위험도 계수, Ⅰ	0.4	0.57	0.73	1.0	1.4	2.0	2.6

② 특정 부지에 대해 지진위험도(지진재해도)를 정밀하게 평가하고자 할 경우에는 행정안전부장관이 정한 국가지진위험지도를 내진설계에 활용할 수 있다. 국가지진위험지도의 값은 우효수평지반가속도(S)이며, 국가지진위험지도를 이용하여 유효수평지반가속도를 결정하는 경우, 행정구역에 따라 결정한 값의 80%보다 작지 않아야 한다.

교량의 내진등급

내진등급	교 량
내진특등급	- 내진I등급 중에서, 국방, 방재상 매우 중요한 교량 또는 지진 피해 시 사회경제적으로 영향이 매우 큰 교량
내진I등급	- 고속도로, 자동차전용도로, 특별시도, 광역시도 또는 일반국도상의 교량 및 이들 도로 위를 횡단하는 교량 - 지방도, 시도 및 군도 중 지역의 방재계획상 필요한 도로에 건설된 교량 및 이들 도로 위를 횡단하는 교량 - 해당도로의 일일계획교통량을 기준으로 판단했을 때 중요한 교량
내진II등급	- 내진특등급 및 내진I등급에 속하지 않는 교량

5) 내진성능목표

① 교량의 최소 내진성능목표는 KDS 17 10 00(4.1.4(2))에 따른다.

② 아래 표와 같이 기능수행을 포함하고, 즉시복구, 장기복구/인명보호, 붕괴방지 수준 중에서 하나 이상의 내진성능수준을 선택할 수 있다.

③ 잠정적으로 붕괴방지수준만을 내진성능수준으로 선택할 수 있다.

교량의 내진성능목표(1)

	내진성능수준 / 평균재현주기	기능수행	즉시복구	장기복구/인명보호	붕괴방지
설계지진	50년	내진II등급			
	100년	내진I등급			
	200년	내진특등급			
	500년				내진II등급
	1,000년				내진I등급
	2,400년				내진특등급

교량의 내진성능목표(2)

설계지진	내진성능수준 / 평균재현주기	기능수행	즉시복구	장기복구/인명보호	붕괴방지
	50년	내진II등급			
	100년	내진I등급			
	200년	내진특등급			
	500년		내진특등급	내진I등급	내진II등급
	1,000년				
	2,400년				

6) 지반의 분류

① 국지적인 토질조건, 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 아래 표에서와 같이 S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6의 6종으로 분류한다. 다만, 기반암은 전단파속도가 760 m/s 이상인 지층으로 정의한다.

지반종류	지반종류의 호칭	분규기준	
		기반암 깊이, H (m)	토층평균전단파속도, $V_{s,soil}$(m/s)
S_1	암반 지반	1 미만	-
S_2	얕고 단단한 지반	1~20 이하	260 이상
S_3	얕고 연약한 지반		260 미만
S_4	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상
S_5	깊고 연약한 지반		180 미만
S_6	부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반		

② 토층의 평균전단파속도($V_{s,soil}$)는 탄성파시험 결과가 있을 경우 이를 우선적으로 적용한다. 이때, 탄성파시험은 시추조사를 바탕으로 가장 불리한 시추공에서 수행하는 것을 원칙으로 한다.

③ 기반암 깊이와 무관하게 토층평균전단파속도가 120 m/s 이하인 지반은 S_5지반으로 분류한다.

④ 지반종류 S_6은 부지 고유의 특성평가 및 지반응답해석이 필요한 지반으로 다음과 같다.

- 액상화가 일어날 수 있는 흙, 예민 비가 8 이상인 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 붕괴성 흙과 같이 지진하중 작용 시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반
- 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토지반(지층의 두께 > 3 m)
- 매우 높은 소성을 띤 점토지반(지층의 두께 > 7 m이고, 소성지수 > 75)
- 층이 매우 두껍고 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토(지층의 두께 > 36 m)

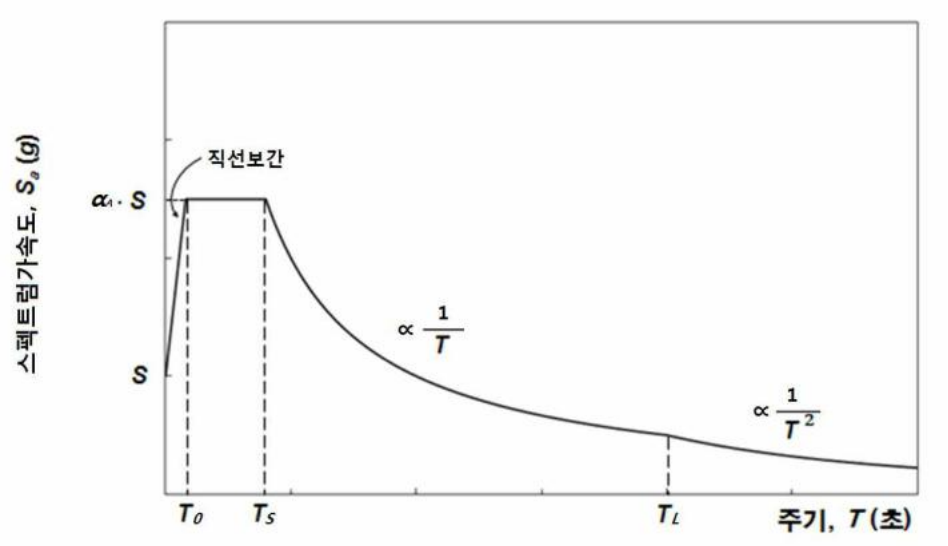
○ 기반암이 깊이 50 m를 초과하여 존재하는 지반

7) 설계지반운동의 특성 표현

① 설계지반운동의 세기 및 진동수성분은 기본적으로 응답스펙트럼으로 표현한다.

② 암반지반(S_1지반) 설계지반운동의 가속도표준설계응답스펙트럼은 다음과 같다.

○ 5% 감쇠비에 대한 수평설계지반운동의 가속도표준설계응답스펙트럼은 가속도표준설계응답스펙트럼(암반지반) 및 가속도표준설계응답스펙트럼 전이주기로 정의되며, 각 주기영역에 대한 설계스펙트럼가속도(S_a)는 주기영역별 설계스펙트럼가속도(S_a)과 같다.



가속도표준설계응답스펙트럼(암반지반)

가속도표준설계응답스펙트럼 전이주기

구분	α_A (단주기스펙트럼 증폭계수)	전이주기 (sec)		
		T_o	T_S	T_L
수 평	2.8	0.06	0.3	3

주기영역별 설계스펙트럼가속도(S_a)

주기(T, sec)	$0 \le T \le T_0$	$T_0 \le T \le T_S$	$T_S \le T \le T_L$	$T_L \le T$
설계스펙트럼가속도 (S_a, g)	$(1+30T)\times S$	$2.8S$	$\frac{0.84}{T}\times S$	$\frac{2.52}{T^2}\times S$

○ 5% 감쇠비에 대한 수직설계지반운동의 가속도표준설계응답스펙트럼은 수평설계지반운동의 가속도표준설계응답스펙트럼과 동일한 형상을 가지며, 최대 유효수평지반가속도에 대한 최대 유효수직지반가속도의 비는 0.77이다.

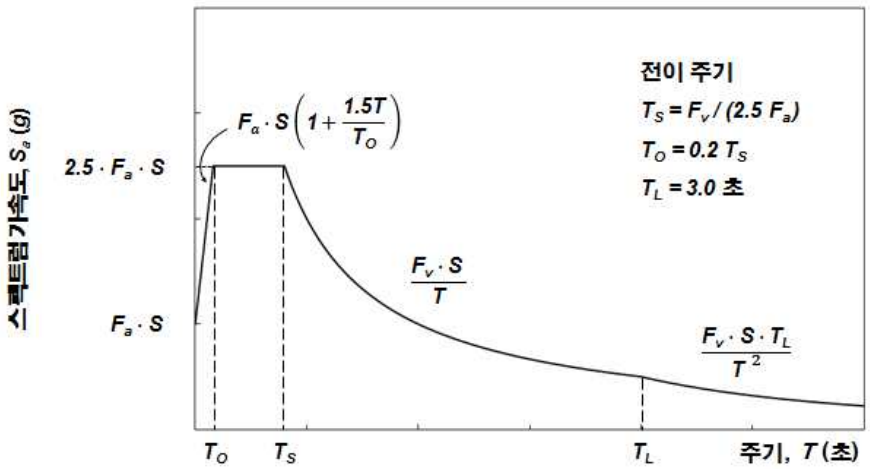
○ 수평 및 수직 설계지반운동의 가속도표준설계응답스펙트럼의 감쇠비(ξ, %단위)에 따른 스펙트럼 형상은 감쇠보정계수 C_D를 표준설계응답스펙트럼에 곱해서 구할 수 있다. 단, 감쇠비가 0.5%보다 작은 경우에는 적용하지 않으며 해당 구조물의 경우 응답이력해석(=시간이력해석)을 권장한다.

감쇠보정계수(C_D)

주기(T, sec)	$T=0$	$0 \le T \le T_o$	$T_0 \le T$
C_D	모든 감쇠비에 대해서 1.0	$T=0$일 때, 1.0 $T=T_o$일 때, $\left(\frac{6.42}{1.42+\xi}\right)^{0.48}$ 그 사이는 직선보간	$\left(\frac{6.42}{1.42+\xi}\right)^{0.48}$

② 토사지반(S_2~S_5지반) 설계지반운동의 가속도표준설계응답스펙트럼은 다음과 같다.

○ 5% 감쇠비에 대한 수평설계지반운동의 가속도표준설계응답스펙트럼은 그림 4.2-2로 정의한다.



가속도표준설계응답스펙트럼(토사지반)

○ 유효수평지반가속도(S)에 따른 단주기지반증폭계수(F_a)와 장주기지반증폭계수(F_v)는 아래 표를 이용하여 결정한다. 유효수평지반가속도(S)의 값이 중간 값에 해당할 경우 직선보간하여 결정한다.

지반증폭계수(F_a 및 F_v)

지반종류	단주기지반증폭계수 , F_a			장주기지반증폭계수 , F_v		
	$S \leq 0.1$	$S = 0.2$	$S = 0.3$	$S \leq 0.1$	$S = 0.2$	$S = 0.3$
S_2	1.4	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3
S_3	1.7	1.5	1.3	1.7	1.6	1.5
S_4	1.6	1.4	1.2	2.2	2.0	1.8
S_5	1.8	1.3	1.3	3.0	2.7	2.4

○ 감쇠비에 따른 스펙트럼 형상은 해당 토사지반에 적합한 가속도시간이력을 이용하여 공학적으로 적절한 분석과정을 통해 결정할 수 있다.

○ 5% 감쇠비에 대한 수직설계지반운동의 가속도표준설계응답스펙트럼은 ①에 있는 수평설계지반운동의 가속도표준설계응답스펙트럼과 동일한 형상을 가지며, 최대 유효수평지반가속도에 대한 최대 유효수직지반가속도의 비는 공학적 판단으로 결정할 수 있다.

8) 내진해석방법

해 석 방 법		주 요 특 성
응답 스펙트럼 해석법	단일 모드 해석법	• 구조물의 형상이 단순하여 기본모드가 구조물의 동적거동을 대표할 수 있는 경우 • 교량의 기본 주기로부터 탄성지진력 및 변위를 예측 • 동역학에 대한 깊은 지식이 없어도 쉽게 적용가능한 간략한 해석법이며 수계산이 가능 • 형상이 단순한 단순교나 연속교에 적용 가능 • 일반적으로 다른 해석법에 비해 응답값이 크게 산정됨. • 구조물의 형상이 복잡하여 기본모드 이외의 모드들에 의한 영향이 큰 경우는 적용이 어려움.
	다중 모드 해석법	• 기본모드 이외의 모드들이 구조물의 동적거동에 대한 기여도가 큰 경우에 사용 • 여러개의 진동모드가 구조물 전체의 거동에 기여 • 선형해석프로그램을 이용하여 해석 • 일반적으로 중간정도 지간의 연속교에 적용하며 해석모델을 잘 선택할 경우, 장대교와 특수교량에도 적용 가능 • 시간이력해석법에 비해 시간과 노력을 적게 들이고도 정밀한 해석결과를 얻을수 있음 • 기하학적인 형상이 복잡하여 직교좌표축으로 모드를 분리하기 힘든 교량에 대해서는 적절한 응답값을 기대하기 어려움
시간이력 해석법		• 하중의 지속기간이 짧을 경우 • 모드간의 구분이 명확하지 않아 Coupling 모드가 나타나기 쉬운 경우 • 높은 안전성이 요구되어 비선형 해석을 필요로 하는 경우 • 입력 데이터로 실측된 지진파형이나 인공파형이 필요 • 선형 혹은 비선형 해석 프로그램을 이용하여 해석 • 응답해석에 필요한 모드의 갯수가 많을 경우 효과적 (모드중첩법) • 동적 비선형 해석 가능(직접분석법) • 예상되는 지반운동을 정확히 예측하기가 어렵기 때문에 기존의 지진기록이나 합성된 지진기록을 사용하여야 하므로 해석 및 결과분석에 많은 시간과 노력이 필요

9) 단경간교의 설계규정

① 상부구조와 교대 사이의 연결부에 대하여 고정하중 반력에 최대지반가속도를 곱한 값의 수평지진력이 작용한다고 보고 종방향, 횡방향 및 수직방향에 대하여 안전하도록 설계하여야 한다. 이때 최대지반가속도는 암반지반(S_1)의 경우는 지진위험도 및 유효수평지반가속도에서 규정된 유효수평지반가속도(S)로 하고, 토사지반(S_2~S_5) 의 경우는 유효수평지반가속도(S)와 토사지반(S_2~S_5) 설계지반운동의 가속도 표준 설계응답스펙트럼에 규정된 단주기 지반증폭계수(F_a)를 곱한 값으로 한다.

② 낙교방지를 위한 최소받침지지길이는 KDS 17 10 00 : 2018의 4.2.8 설계변위에서 규정한 값으로 한다.

③ 지진구역 Ⅱ에 위치하는 내진 Ⅱ등급교의 설계지진력은 다음과 같다.

○ 지진구역 Ⅱ에 위치하는 내진Ⅱ등급교에서 상부구조와 하부구조를 연결하는 교량받침이나 기계장치는 고정하중의 20%에 해당되는 수평지진력이 구속방향으로 작용한다고 보고 이에 저항하도록 설계하여야 한다.

○ 종방향으로 구속되어 있을 경우 종방향의 수평지진력에 사용되는 고정하중은 상부구조의 각 세그멘트의 고정하중으로 정의 된다.

○ 횡방향으로 구속되어 있을 경우 횡방향의 수평지진력에 사용되는 고정하중은 그 교량받침에서의 고정하중 반력으로 정의 된다.

10) 응답수정계수와 설계 지진력

① 응답수정계수, R

하 부 구 조	R	연 결 부 분(1)	R
벽식 교각	2	상부구조와 교대	0.8
철근콘크리트 말뚝가구(Bent) 1. 수직말뚝만 사용한 경우 2. 한 개 이상의 경사 말뚝을 사용한 경우	 3 2	상부구조의 한 지간내의 신축이음부	0.8
단일 기둥	3	기둥, 교각 또는 말뚝가구와 캡빔 또는 상부구조	1.0
강재 또는 합성강재와 콘크리트 말뚝가구 1. 수직말뚝만 사용한 경우 2. 한 개 이상의 경사 말뚝을 사용한 경우	 5 3	기둥 또는 교각과 기초	1.0
다주 가구	5		

주 1) 연결부분은 부재간에 전단력과 압축력을 전달하는 기구를 의미하며, 교량받침과 전단키 등이 이에 포함된다. 이때, 응답수정계수는 구속된 방향으로 작용하는 탄성지진력에 대해서만 해당된다.

② 응답수정계수의 적용

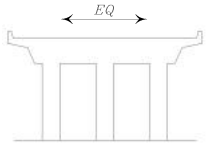
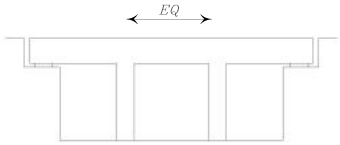
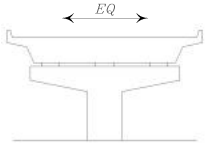
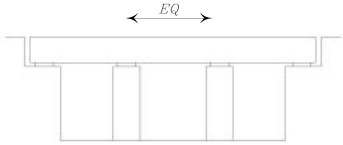
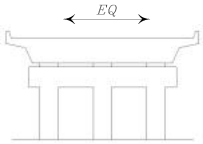
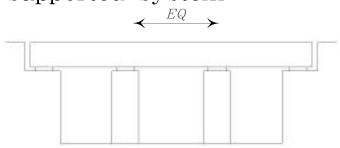
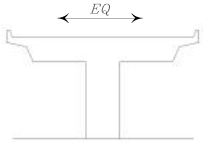
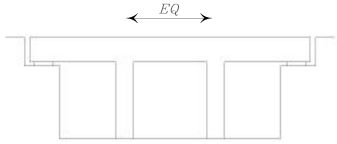
○ 소성설계를 수행하는 경우 교량 각 부재와 연결부분에 대한 설계 지진력은 탄성지진력을 응답수정계수로 나눈 값으로 한다. 단, 하부구조의 경우 축방향력과 전단력은 응답수정계수로 나누지 않는다.

○ 소성설계 요건을 충족시키지 못하는 경우 하부구조와 연결부분에 대한 응답수정계수는 각각 1.0과 0.8을 넘지 못한다.

○ 벽식 교각의 약축방향은 기둥규정을 적용하여 설계할수 있다. 이때 응답수정 계수 R은 단일기둥의 값을 적용할 수 있다.

○ 응답수정계수 R은 하부구조의 양 직교축방향에 대해 모두 적용한다.

○ 방향별 응답수정계수(R) 적용기준

① Multiple columns with moment-resisting system	
	
R = 5	R = 5
② Single column with bearing-supported system	
	
R = 3	R = 3
③ Multiple columns with bearing-supported system	
	
R = 5	R = 3
④ Single column with moment-resisting system	
	
R = 3	R = 5

③ 설계지진력

○ 구조부재 및 연결부의 설계지진력

– 설계지진력은 다음의 각 경우에 적용한다.

• 상부구조, 상부구조의 신축이음 및 상부구조와 하부구조 상단 사이의 연결부

• 하부구조 상단으로부터 기둥이나 교각하단까지

(단 후팅, 말뚝머리 및 말뚝은 포함하지 않는다.)

• 상부구조와 교대의 연결요소

– 설계지진력은 탄성지진력과 탄성변위의 조합,하중 경우 1과 하중 경우 2 및 하중 경우 3으로부터 구한 탄성지진력을 응답수정계수 R 로 나눈 값으로 한다. 철근콘크리트 기둥형식의 교각(단일기둥, 다주가구, 말뚝가구)을 철근콘크리트 기둥의 연성도 내진설계에 따라 설계하는 경우에는 이항에 따라 기둥의 설계지진력을 결정할 필요가 없다.

- 각 설계지진력을 다른 설계력과 함께 KDS 24 12 11(4.1)에 따라 최대하중을 구한다. 이때 설계지진력의 부호는 양 또는 음 중 불리한 경우를 취한다.

- 응답수정계수가 적용되지 않은 경우, 교각과 상부구조 또는 하부구조와의 연결부분의 설계지진력은 교각의 최대소성힌지력에 따라 결정된 교각의 최대소성힌지력과 응답수정계수를 적용하지 않은 탄성지진력 중 작은 값으로 한다.

– 설계지진력 = 탄성지진력 / R

– 설계지진력의 조합

최대하중 = 1.0 (D + B + F + H + E_M)

D = 고정하중, B = 부력, F = 유체압, H = 횡토압,

E_M =설계지진력

– 설계지진력이 포함된 하중조합은 전체하중조합과 함께 사용해야 한다.

– 허용응력 설계법을 사용할 경우 강구조물은 1.5 철근콘크리트 구조물 1.33의 할증계수를 사용할 수 있다.

○ 기초의 설계지진력

– 확대기초, 말뚝머리 및 말뚝을 포함하는 기초의 설계지진력 교각의 최대소성힌지력과 응답수정계수를 적용하지 않은 탄성지진력 중 작은값으로 한다.

– 각 설계지진력은 다른설계력과 함께 KDS 24 12 11(4.1)에 따라 최대하중을 구한다. 이때 설계지진력의 부호는 양 또는 음 중 불리한 경우를 취한다.

– 기초의 각 요소에서 단면의 설계강도는 최대하중에 대한 소요강도 이상이어야 하며 설계규정을 만족하여야 한다.

설계지진력 = 탄성지진력 / 0.5R

– 말뚝가구

설계지진력 = 탄성지진력 / R

– 설계지진력의 조합

최대하중 = 1.0 (D + B + F + H + E_F)

D = 고정하중, B = 부력, F = 유체압, H = 횡토압,

E_F = 설계지진력

– 설계지진력이 포함된 하중조합은 전체하중 조합과 함께 사용해야 한다.

④ 설계변위

○ 내진Ⅰ등급교 및 지진구역Ⅰ에 위치하는 내진Ⅱ등급교

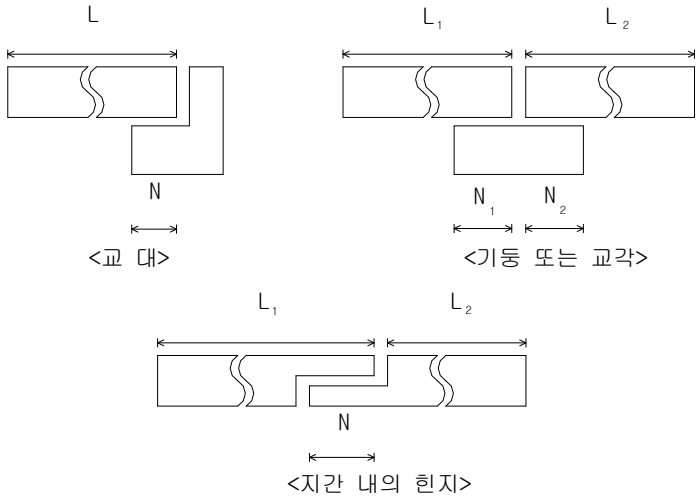
– 최소받침 지지길이

$N = (200 + 1.67L + 6.66H) (1 + 0.000125\Theta^2) (mm)$

여기서,

L : 인접 신축이음부까지 또는 교량단부까지의 거리 (m)

다만, 지간내에 힌지가 있는 경우의 L은 힌지 좌·우측방향의거리인 L1과 L2의 합으로 한다. (그림참조)



최소 받침지지길이 규정에 관한 치수

H : 다음 각 경우에 대한 평균 높이 (m)

교대 … 인접 신축이음부의 교량상부를 지지하는 기둥의 평균 높이

단경간교의 평균높이는 0으로 한다.

기둥 또는 교각 … 기둥 또는 교각의 평균높이

지간 내의 힌지 … 인접하는 양측 기둥 또는 교각의 평균높이

Θ : 받침선과 교축직각방향의 사잇각(도)

– 내진해석으로부터 구한 탄성지진변위

두값 중에서 큰값을 설계변위로 한다.

○ 단경간교 및 지진구역Ⅱ에 위치하는 내진Ⅱ등급교로 하고, (1)항의 최소받침지지 길이 이상으로 한다.

⑤ 상부구조의 여유간격

a. 지진시에 상부구조와 교대 혹은 인접하는 상부구조물간의 충돌에 의한 주요구조부재의 손상을 방지하고, 설계시 고려된 내진성능이 충분히 발휘될 수 있도록 하기 위하여 교량의 단부에는 최소 받침지지길이 규정에 관한 치수 그림과 같이 여유간격을 설치하여야 한다.

b. 교량의 여유간격은 아래식에 의한 값 보다 작아서는 안되며, KDS 24 90 11(4.2.2.3)에서 규정하는 여유량을 고려한 가동받침의 이동량보다는 커야 한다.

$$\Delta l_i = d + \Delta l_s + \Delta l_c + 0.4\Delta l_t$$

여기서,

Δl_i : 상부구조의 여유간격(mm)

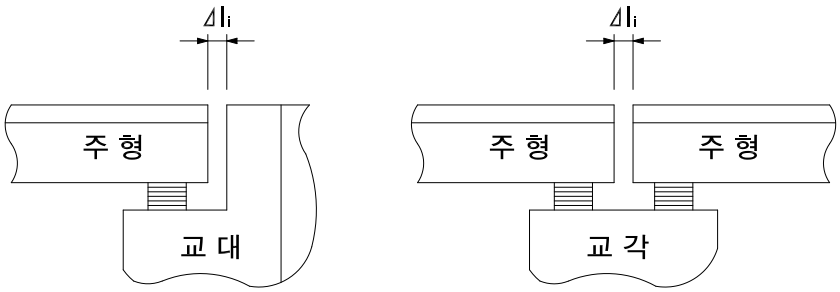
d : 지반에 대한 상부구조의 총변위($d_i + d_{sub}$)(mm)

Δl_s : 콘크리트의 건조수축에 의한 이동량(mm)

Δl_c : 콘크리트의 크리프에 의한 이동량(mm)

Δl_t : 온도변화로 인한 이동량(mm)

c. 교축직각방향의 지진 시 변위에 의한 인접교량 및 주요 구조부재간의 충돌가능성이 있을 때는 이를 방지하기 위한 여유간격을 설치하여야 한다.



교량의 여유간격

11) 기초 및 교대 내진설계

① 기초

○ 조 사

지진구역 Ⅰ에서는, 평상시 설계에 필요한 조사이외에 지진에 대한 ① 사면불안정, ② 액상화, ③ 성토지반의 침하, ④ 수평토압 증가와 관련된 지진피해 가능성 판단과 내진설계에 필요한 조사를 추가하여야 한다.

○ 액상화 검토

$FS_L = \tau 1 / \tau d$

여기서,

FS_L : 액상화 안전율(현장시험 : 1.5, 실내시험 : 1.0)

τ1 : 반복횟수 N번일 때, 액상화를 일으키는 평균반복 전단 응력

τ1는 불교란시료의 실내 반복전단시험이나 현장시험(예:표준관입시험) 결과로부터 결정 할 수 있다.

τd : 지진에 의해 N번 반복되는 평균반복전단응력

τd는 지반응답해석으로 계산하거나, 지진규모 6.5를 적용하여 Seed와 Idriss(1971)의 간편법으로 산출한다.

- 현장시험을 이용한 액상화 평가의 안전율이 1.5미만일 경우에만 실내시험을 이용한 액상화 평가를 추가로 수행한다.

○ 기초설계시 고려사항

- 지진이 발생하는 동안에 일어나는 지반의 강도와 강성의 변화
- 기초의 상승

지진의 반복하중에서 지반의 강도가 심하게 감소하지 않는 경우에는 선단지지 군말뚝수의 1/2 까지, 기초 바닥판 접촉면적의 1/2까지는 일시적으로 지반과 분리되는 것을 허용한다.

- 말뚝의 횡하중

수평방향의 강성을 계산할 때는 말뚝을 탄성체로 간주하고 Winkler의 탄성기초 해석법 또는 탄성연속체 해석방법 및 등가 캔틸레버개념을 이용한다. 그러나 연약점토와 사질토에서 큰수평력이 발생하는 경우에는 지반의 비선형 반력을 고려할 수 있는 말뚝의 p-y곡선을 사용한 설계를 하여야 한다.

- 지반과 말뚝의 상호작용

자유장 지진의 지반운동과 말뚝 사이의 상호작용결과 나타나는 교량 구조물의 관성효과로 인한 횡하중을 고려한다.

- 기초의 침하량

구조물 설계시에는 기초가 침하 하더라도 교량 구조물이 지진에 견딜 수 있도록 하여야 한다.

② 교대

○ Mononobe-Okabe 토압공식

교대에 작용하는 지진에 의한 토압계산은 Mononobe-Okabe에 의해 개발된 의사-정적 해석방법을 적용한다.

– 주동토압계수

$$K_{AE}=\frac{\cos^2(\psi-\Theta+\beta)}{\cos\Theta\cdot\cos^2\beta\cdot\cos(\delta+\beta+\Theta)\cdot\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\psi+\delta)\cdot\sin(\psi-\Theta-i)}{\cos(\delta+\beta+\Theta)\cdot\cos(i-\beta)}}\right]^2}$$

– 수동토압 계수

$$K_{PE}=\frac{\cos^2(\psi-\Theta+\beta)}{\cos\Theta\cdot\cos^2\beta\cdot\cos(\delta-\beta+\Theta)\cdot\left[1-\sqrt{\frac{\sin(\psi-\delta)\cdot\sin(\psi-\Theta+i)}{\cos(\delta-\beta+\Theta)\cdot\cos(i-\beta)}}\right]^2}$$

Θ = $\tan^{-1}\{K_h / (1-K_v)\}$

δ = 흙과 교대사이의 마찰각

I = 뒷채움흙 경사각

β = 교대 배면과 연직면의 사이각

– 작용점

지진시 토압은 교대 배면에 균등하게 분포하고, 그 합력은 교대 높이의 $\frac{1}{2}$에 작용하는 것으로 가정한다.

○ 독립식 교대

– 교축방향 변위 허용시

수평지진계수 : K_h = 0.5A,

수평예상변위 : δ = 250A (mm)

– 교축방향 변위 구속시

수평지진계수 : K_h = 1.5A

○ 일체식 교대

– 일체식 교대는 지진시 큰 상부 관성력이 뒷채움 흙에 전달되므로 과다한 상대변위가 발생하지 않도록 적절한 수동저항력을 갖도록 설계한다.

– 교대뒷채움흙의 강성과 근입된 기초 강성을 조합하여 내진설계 과정에 따라 설계한다.

12) 구조 세목

① 강교 설계

a. 적용대상

구조용 강재 기둥과 연결부의 설계 및 시공에 적용한다.

b. 설계법

KDS 24 14 31(강교 설계기준(한계상태설계법)과 KDS 24 17 11(내진설계 일반)의 추가 요구조건을 만족하여야 한다.

c. P-△효과의 고려

P-△효과 (지진변위로부터 발생하는 편심과 기둥 축력에 의한 모멘트)로 인한 2차 휨을 고려하여 축방향 응력과 휨응력을 계산할 때, 모든 축방향 하중을 받는 부재는 KDS 24 14 31(4.5)에 의거하여 설계하여도 된다.

② 콘크리트교 설계

a. 적용대상

일체로 현장치기되는 기둥, 교각의 확대기초, 연결부의 설계와 시공

b. 설계법

KDS 24 14 21(콘크리트설계기준(한계상태설계법)과 KDS 24 17 11(내진설계 일반)의 추가 요구조건을 만족하여야 한다.

c. 소성힌지에서의 심부구속 횡방향 철근 배치

– 원형기둥의 나선 철근비 ρ_s는 체적비

$$\rho_s = 0.45\left[\frac{Ag}{Ac} - 1\right]\frac{f_{ck}}{f_{yh}} \quad \text{---------- 가}$$

$$\rho_s = 0.12\frac{f_{ck}}{f_{yh}} \quad \text{---------- 나}$$

가, 나 중 큰값으로 한다.

원형후프띠철근을 용접 또는 기계적 연결장치 등으로 연결하거나 보강띠철근을 추가하여 정착단에서 슬립이 발생하지 않게 함으로써 나선철근과 동등한 심부구속효과를 발휘할 수 있다면 원형 띠철근량의 계산은 나선철근식을 사용할 수 있다.

– 사각형 기둥의 띠철근량

$$A_{sh} = 0.30 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{fck}{fy}\left[\frac{A_g}{A_c} - 1\right] \quad \text{----------가}$$

$$A_{sh} = 0.12 \cdot a \cdot h_c \cdot \frac{f_{ck}}{f_y} \quad \text{----------나}$$

가, 나 중 큰값으로 한다.

여기서 ,

a : 띠철근의 수직간격, 최대 150 mm

A_c : 기둥 심부의 면적(mm^2)

A_g : 기둥의 총 단면적(mm^2)

A_{sh} : 수직간격이 a이고, 심부의 단면치수가 hc인 단면을 가로지르는 보강띠철근(cross ties)을 포함하는 횡방향 철근의 총 단면적(mm^2) 직사각형 기둥의 두 주축 모두에 대하여 별도로 계산하여야 한다

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준강도(MPa)

f_y : 띠철근 또는 나선철근의 항복강도(MPa)

h_c : 띠철근 기둥의 고려하는 방향으로 심부의 단면 치수(mm)

P_s : 콘크리트 심부 전체의 부피에 대한 나선철근의 부피의 비 (나선철근의 끝에서 끝까지)

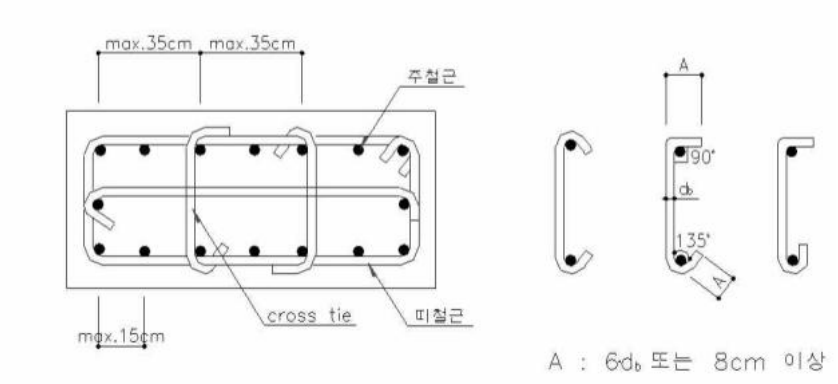
- 원형기둥에서 심부구속철근으로 원형띠철근을 사용하는 경우

원형후프띠철근을 용접 또는 기계적 연결장치 등으로 연결하거나, 보강띠철근을 추가하여 정착단에서 슬립이 발생하지 않게 함으로써 나선철근과 동등한 심부구속 효과를 발휘할 수 있다면, 완전원형후프로 인정하여 나선철근식을 사용한다.

d. 소성힌지에서의 심부구속 횡방향 철근 배치

- 나선철근은 소성힌지구간에서 겹침이음하지 않아야 한다. 소성힌지구간에서 나선철근의 연결은 기계적 연결이나 완전 용접이음으로 하여야 한다.
- 사각형 심부구속 횡방향철근으로는 하나의 사각형 후프띠철근 또는 중복된 사각형 폐합띠철근을 사용할 수 있으며, 보강띠철근은 후프띠철근과 유사한 크기를 사용하여야 한다.
- 사각형 후프띠철근은 외측 축방향철근들을 감싸는 폐합띠철근 형태이거나 또는 나선철근과 유사하게 연속적으로 감은 연속띠철근 형태로 사용할수 있다. 사각형 폐합띠철근 형태는 양단에 띠철근 지름의 6배와 80mm 중 큰 값 이상의 연장길이를 갖는 135° 갈고리를 가져야 한다. 사각형 연속띠철근 형태는 양단에 띠철근 지름의 6배와 80mm 중 큰 값 이상의 연장길이를 갖는 135° 갈고리를 가져야 하며 이 갈고리는 축방향철근에 걸리게 하여야 한다.
- 보강띠철근은 하나의 연속된 철근으로 한쪽 단에 135°이상의 갈고리를 갖고, 다른 쪽단에 90°이상의 갈고리를 갖도록 하여야 한다. 이 때, 135°갈고리는 띠철근 지름의 6배와 80mm 중 큰 값 이상의 연장길이를 가져야 하며 90°갈고리는 띠철근 지름의 6배 이상의 연장길이를 가져야 한다.

– 심부구속 사각형 띠철근의 내진 상세



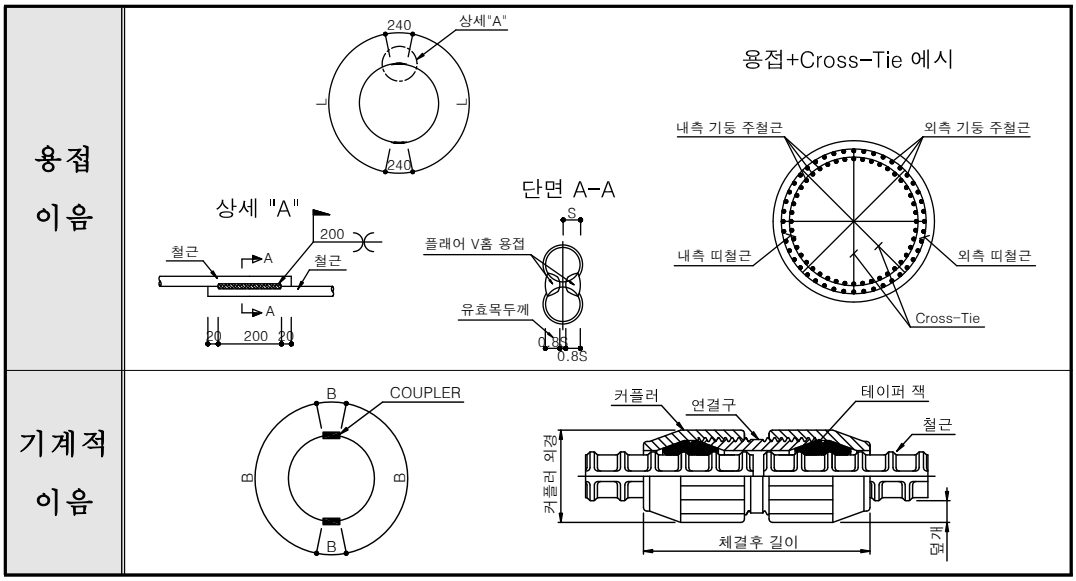
< cross tie >

– 축방향 철근이 2열 이상으로 배근된 경우 최외곽 축방향 철근을 감싸는 후프띠철근만 사용하는것을 원칙으로 한다.

– 소성힌지 구간에서 축방향 철근의 이음은 가급적 피하도록 하고 불가피하게 이음을 해야하는 경우에는 겹이음이나 용접이음보다는 기계적 연결장치를 사용토록하며, 이음위치는 가능한한 최대 모우멘트의 작용위치를 피하도록한다.

– 원형 띠철근 중에서 양단에 90° 갈고리를 갖고 1개소 또는 2개소에서 철근 지름의 40배 이상으로 겹침이음된 원형 후프띠철근에 2개의 보강띠철근이 후프띠철근의 겹침이음 구간을 감싸는 경우에는 완전원형후프로 간주할 수 있다. 이때 후프띠철근의 90°갈고리는 축방향철근에 걸리게 하여야 하며, 2개의 보강띠철근은 후프띠철근의 겹침이음구간의 양쪽 끝부분에 배치하여야 한다. 또 교각의 종방향과 단면 평면방향으로 보강 띠철근의 90° 갈고리가 연달아 걸리지 않도록 보강 띠철근의 양단을 바꿔주어야 하며, 원형 후프띠철근의 겹침이음 부분이 교각의 종방향으로 연달아 위치하지 않도록 배치하여야 한다.

– 원형기둥 띠철근의 내진 상세(소성힌지 구간, 예시)



주) 커플러는 예시도면으로 필요 시 검토 후 변경 적용할 수 있다.

○ 횡방향 철근의 배근 범위

– 심부구속을 위한 횡방향 철근은 기둥의 상부와 하부에 설치하며 설치구간은기둥의 최대 단면 치수, 기둥 순높이의 1/6, 450 mm중 가장 큰 값 이상이어야 한다. 횡방향 철근은 인접부재와 연결면으로부터 기둥 치수의 0.5배 까지 연장해서설치해야 하나 그 길이가 380 mm 보다 작아서는 안된다.

– 말뚝가구의 말뚝 상단에서의 구속을 위한 횡방향 철근은 기둥에 대해 규정된 것과 같은 구간에 설치한다. 말뚝하단에서는 모멘트 고정점에서 말뚝지름의 3배 길이만큼 내려간 위치로부터 진흙선에서 말뚝 지름의 1배와 450 mm중 큰 값 이상의 길이만큼 올라간 위치까지의 구간에 횡방향 철근을 설치해야 한다.

– 철근의 최대 중심 간격은 부재 최소 단면치수의 1/4 또는 축방향 철근 지름의 6배 중 작은 값을 초과해서는 안 된다.

– 위 항에서 규정된 횡방향으로 구속된 부분에서는 나선철근 겹이음은 허용되지 않는다. 이부분의 나선철근연결은 완전 용접 또는 기계적 연결장치로 해야 한다.

○ 철근콘크리트 기둥의 축방향 철근에 관한 최소 규정

소성영역이 예상되는 기둥의 상부와 하부에서 기둥의 최대단면치수, 기둥 순높이의 1/6, 450 mm 중 가장 큰 값으로 결정되는 구간에 배근되는 축방향 철근은 전체 철근 중 1/2 이상이 연속철근(단일철근 또는 기계적으로 연결된 철근)이어야 한다.

13) 지진격리교량의 설계

① 기본방침

○ 지진격리 설계의 목적

지진에 의해 교량이 입는 피해의 정도를 최소화 시킬 수 있는 내진성의 확보를 위해 지진격리받침을 적용한 경우에 필요한 최소 설계요구조건을 규정하는데 있다.

○ 기본개념

지진격리설계는 수평지진력에 의한 지진시 교량의 가속도 응답을 줄일 목적으로, 주로 상부구조와 하부구조 사이에, 지진격리받침을 적용하여 설계기준에서 요구하는 내진성능을 확보하는 방법이다. 이때, 지진격리받침은 교량의 고유주기를 길게함으로써 교량에 작용하는 지진력을 줄여주고, 지진에너지 흡수성능 향상을 통하여 지진 시 가속도응답을 감소시키는 역할을 한다.

– 지진격리 설계의 적용은 교량의 장주기화 혹은 지진에너지 흡수성능 향상효과를 상시와 지진시의 양측면에서 검토한 후에 판단하여야 하며, 다음 조건

에 해당되는 경우에는 지진격리설계를 적용하지 않는 것으로 한다.

· 하부구조가 유연하고 고유주기가 긴 교량

· 기초주변의 지반이 연약하고 지진격리설계의 적용에 따른 교량 고유주기의 증가로 지반과 교량의 공진가능성이 있는 경우

· 받침에 부반력이 발생하는 경우

– 교량의 장주기화로 인한 지진시 상부구조의 변위가 교량의 기능에 악영향을 주지 않도록 해야 한다.

– 지진격리받침은 역학적 거동이 명확한 범위에서 사용하여야 한다. 또한 지진시의 반복적인 횡변위와 상하진동에 대하여 안정적으로 거동하여야 한다.

– 지진격리받침 이외에도 그 특성의 안정성이 확인된 각종 감쇠기, 낙교방지장치, 지진보호장치 등에 의하여 보다 발전된 설계를 할 경우에는 이를 인정한다.

– 지진격리교량에 적용하는 지반분류, 표준설계 응답스펙트럼 등은 일반교량과 동일하게 적용하여야 하지만 이를 지진격리교량에 적용하는 경우의 보정 등에 관한 연구성과가 부족하여 잠정적으로 기존의 규정을 적용한다. 향후 연구성과가 축적되면 이를 반영한다.

○ 지진격리교량의 지반분류 및 지반계수

– 지진격리교량의 지진하중을 결정하는데 사용되는 지진격리교량의 지반계수는 아래표와 같으며, 지반분류는 아래와 같다.

지진격리교량의 지반계수 Si

지진격리교량의 지반계수	지 반 종 류			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
Si	1.0	1.5	2.0	2.7

지반의 분류

지반 종류	지반종류의 호칭	지표면 아래30 m 토층에 대한 평균값		
		전단파속도(m/s)	표준관입시험(N치)[1]	비배수전단강도 (kPa)
Ⅰ	경암지반 보통암지반	760 이상	-	-
Ⅱ	매우 조밀한 토사지반 또는 연암지반	360에서 760	> 50	> 100
Ⅲ	단단한 토사지반	180에서 360	15에서 50	50에서 100
Ⅳ	연약한 토사지반	180미만	< 15	< 50
Ⅴ	부지 고유의 특성평가가 요구되는 지반[2]			

주 1) 비점착성 토층만을 고려한 평균 N치

주 2) 지반종류Ⅴ는 부지의 특성 조사가 요구되는 다음 경우에 속하는 지반으로서, 전문가가 작성한 부지종속 설계응답스펙트럼을 사용하여야 한다.

① 액상화가 일어날 수 있는 흙, 퀵클레이와 매우 민감한 점토, 붕괴될 정도로 결합력이 약한 붕괴성 흙과 같이 지진하중 작용 시 잠재적인 파괴나 붕괴에 취약한 지반

② 이탄 또는 유기성이 매우 높은 점토지반

③ 매우 높은 소성을 갖은 점토지반

④ 층이 매우 두꺼우며 연약하거나 중간 정도로 단단한 점토

○ 지진격리교량의 응답수정계수

- 내진설계를 위해 추가로 규정된 설계요건을 모두 충족시키는 경우 지진격리교량의 각 부재와 연결부분에 대한 설계지진력은 지진격리 해석에서 규정된 등가지진력을 아래표의 지진격리교량의 응답수정계수로 나눈 값으로 하며, 하부구조의 경우 축방향력과 전단력은 응답수정계수로 나누지 않는다.
- 내진설계를 위해 추가로 규정된 설계요건과 소성힌지구역에 관련된 모든 설계요건을 충족시키지 못하는 경우, 하부구조와 연결부분에 대한 응답수정계수는 각각 1.0과 0.8을 넘지 못한다. 이때 지진응답해석을 통하여 설계지진시에 하부구조가 축방향철근이 항복하지 않는 탄성범위 내에서 거동함을 확인하여야 하고, 철근콘크리트 기둥 형식의 교각과 말뚝가구의 철근상세는 철근콘크리트 기둥의 축방향 철근에 관한 최소 규정을 만족시켜야 한다.

지진격리교량의 응답수정계수 Ri

하 부 구 조 (Ri)	계수	연 결 부 분 (Ri)	계수
벽식 교각	1.5	상부구조와 교대	0.8
철근콘크리트 말뚝가구(Bent) 1. 수직말뚝만 사용한 경우 2. 한 개이상의 경사 말뚝을 사용한 경우	 1.5 1.5	상부구조의 한 지간내 신축이음	0.8
단일 기둥	1.5	기둥, 교각 또는 말뚝가구와 캡빔 또는 상부 구조	1.0
강재 또는 합성강재와 콘크리트 말뚝가구 1. 수직말뚝만 사용한 경우 2. 한 개이상의 경사 말뚝을 사용한 경우	 2.5 1.5	기둥 또는 교각과 기초	1.0
다주가구	2.5		

○ 해석방법

– 지진격리교량의 지진해석은 다음과 같은 네가지 해석법 또는 발주자가 인정하는 검증된 정밀해석법을 사용할 수 있다.

· 등가정적 하중법

· 단일모드 스펙트럼 해석법

· 다중모드 스펙트럼 해석법

· 응답(시간)이력 해석법

– 지진격리받침의 유효강성의 k_{eff} 및 지진격리시스템의 등가 감쇠비 β_i는 아래의 가 및 나식에 의해 산출하여야 하며, 지진격리받침의 유효강성은 설계변위에서 계산되어야 한다.

– 유효주기가 3초보다 긴 교량 또는 등가감쇠비가30%를 초과하는 지진격리받침을 사용하는 경우에는 지진격리받침의 비선형을 고려한응답(시간)이력해석을 수행하여야 하며, 교각의 비선형거동이 예상되는 경우에는 교각의 비선형도 고려하여야 한다.

$$k_{eff} = \frac{F_p - F_n}{d_p - d_n} \quad \text{----------가}$$

$$\beta_i = \frac{1}{2\pi} \frac{\text{전체EDC면적}}{\Sigma(k_{eff} d_i^2)} \quad \text{----------나}$$

여기서, Fn : 지진격리 장치의 원형 시험시, 한 cycle 동안의 최대 부변위량 발생시의 수평력

Fp : 지진격리 장치의 원형 시험시, 한 cycle 동안의 최대 양변위량 발생시의 수평력

dn : 지진격리 장치의 원형 시험시, 한 cycle 동안의 최대 부변위

dp : 지진격리 장치의 원형 시험시, 한 cycle 동안의 최대 양변위

di : 고려하고 있는 방향에 대한 강성 중심에서의 등가지진력에 의한 지진 시 설계변위

EDC : 한 cycle 당 소산된 에너지

○ 기타 요구조건

– 상시 수평력 안정성

지진격리 받침은 풍하중, 원심력, 제동력, 온도변위에 의한 하중을 포함하는 모든 상시 수평력 조합에 안정적으로 거동하도록 설계되어야 하며, 지진격리 받침 탄성중합체의 최대전단변형률은 상시 70%, 지진시 200%이내 이어야 한다.

– 수직력 안정성

지진격리 받침은 수평변위가 없는 상태에서 고정하중과 활하중을 더한 수직하중에 대하여 최소한 3이상의 안전율을 제공하여야 하며, 1.2배의 고정하중, 지진하중으로 인한 수직하중, 그리고 횡방향 변위로 인한 전도하중의 합에 대하여 안정적으로 거동하도록 설계하여야 한다. 여기서, 전도하중을 계산할 때의 횡방향 변위는 옵셋변위와 설계지진력에 의한 설계변위의 2.0배와 같다.

– 회전성능

지진격리 받침의 회전성능은 고정하중, 활하중, 시공공차의 영향을 포함하여야 하고, 여기서 고려되는 시공오차의 설계회전각은 0.005rad보다 작아서는 안된다.

– 품질기준

다수의 지진격리받침을 대상으로 측정한 평균 유효강성은 설계값의 ±10%이내 이어야 하고, 각각의 유효강성은 설계값의 ±20%이내이어야 한다. 또한 평균 EDC 값은 설계값의 -15%이상이어야 하고 각각의 EDC 값은 설계값의 -25%이상이어야 한다.

지진격리받침 유효강성과 EDC의 품질기준

구 분	k_{eff}	EDC
개체차	± 20%	- 25%
평균값	± 10%	- 15%

지진격리받침의 유효강성 및 등가감쇠비는 지진설계변위에 의한 연속반복재하에 대해 안정적이어야 한다.

지진격리받침은 원칙적으로 지진후에 교량의 기능에 악영향을 주는 잔류변위가 발생하지 않도록 설계해야 한다.

지진격리 받침의 유효강성 및 등가감쇠비는 도료교 설계기준의 온도범위에서 안정적이고, 지진설계변위 범위에서 항상 양의 접선각을 가져야 한다.

- 품질기준

  지진격리시스템을 구성하는 지진격리받침, 감쇠기, 낙교방지장치, 지진보호장치 등의 성능 기준과 품질기준에 관해서는 KDS 17 10 00(4.5) 및 KDS 24 90 11에 따른다.

14) 옹 벽

높이 8m 이하인 옹벽은 일반적으로 안정검토를 생략하지만 옹벽의 중요도 및 복구 난이도를 고려하여 필요에 따라 지진시 안정검토를 실시한다.

15) 암 거

암거중량과 흙의 중량이 비슷하여 암거와 주변 흙이 근사한 거동을 하게 되므로 지반이 연약하여 액상화 현상이 예상되거나 활성단층을 가로지르는 경우를 제외하고는 고려할 필요가 없다.

거. 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 강재 또는 강관으로 적용할 수 있다.

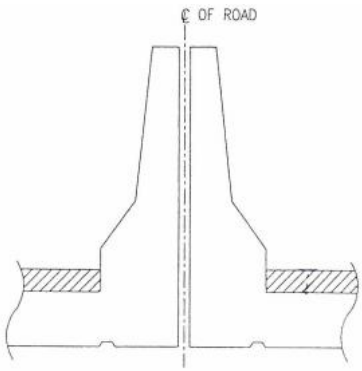
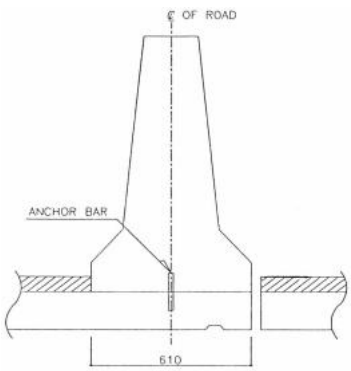
Ⅱ. 공종별 기준

<※설계 예>

표준빔 형태	격 벽 개 소
25m 표준빔	경간당 3개소 (양단부 각 1개소, 중앙부1개소) ※ 단, 교량사각(교축 중심선에서 잰 각도를 말함)이 60° 미만은 제외
30m 표준빔	
35m 표준빔	

겨. 교량 중앙분리대

1) 중앙분리대 형식

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 · 차량하중에 의한 진동으로 국부적 파손 유발 · 시공성 및 미관불량	· 교량 상부구조물 비대칭 · 일체화로 시공성 양호 · 차량하중에 의한 진동발생시 국부적 파손방지
적 용 교 량	· 분리식 : PSC BOX Girder교 및 기타 특수교량	· 일체형 : 특수형식 (현수교, PSC BOX교등)을 제외한 모든 교량

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

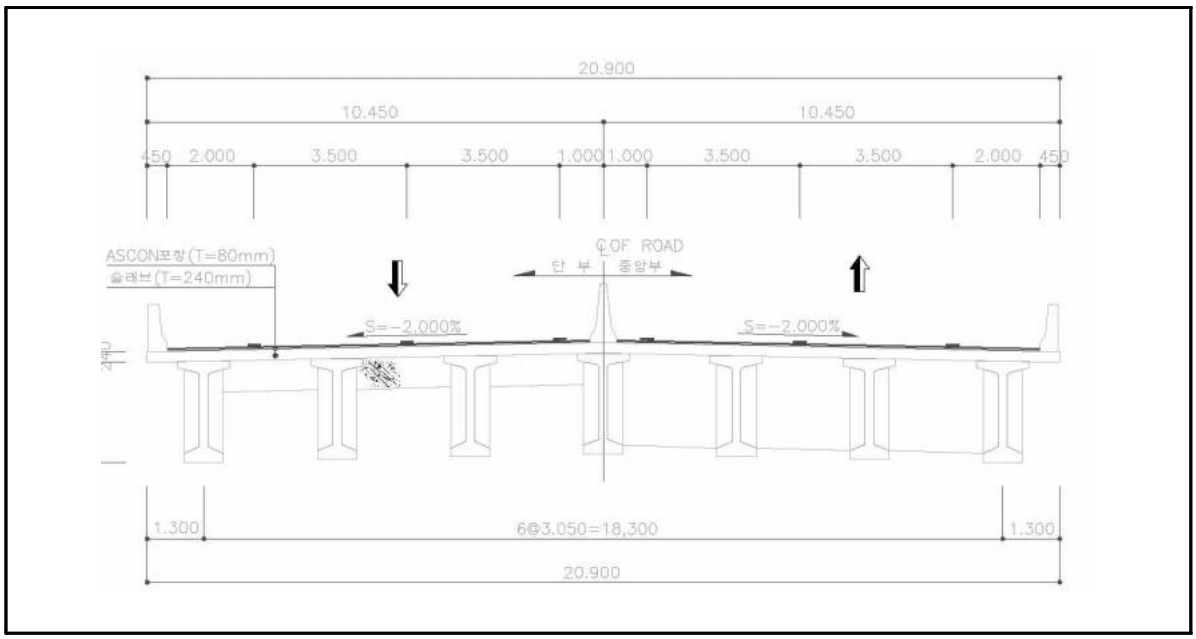
※ 교량용 중앙 분리대 편측 설치에 따른 구조계산 범위

- 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
- 편경사 교량은 중분대측 배수구 설치 가능 여부확인(거더 플렌지 폭과 집수구 간섭)

※ 거더 본수 축소여부는 구조계산후 판단

- 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	
RC 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. 국토해양부, “이상기상 대비 구조물의 내풍설계기준 정비 및 개발” 2010 반영

기본 풍속 (m/s)	지 명	표준 풍하중(kN/m^2)			
		토 공 부			교량부
		H≤ 4.5m	4.5<H≤ 9.0m	H> 9.0m	
30	서울,인천,대구,대전,광주,춘천,청주, 수원,추풍령,전주,익산,진주,서산	0.7	0.9	1.0	1.1
35	부산,울산,강릉,포항,군산,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

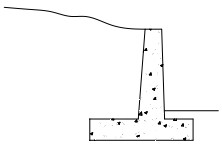
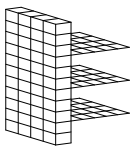
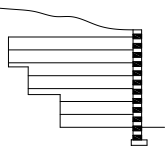
2. 옹벽공

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 옹 벽	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, 마찰앙카(보강재)와 앙카바, 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
안 정 성	• 지진등 동적하중에 대해 설계시 별도 고려 • H=8.0m 이상의 경우 특수설계 필요 (부벽식 옹벽)	• 각 PANEL이 유연하게 되어 있어 진동 및 지진시 PANEL 파괴등 부작용 배제 • 최대높이 : H=12m	• 지진 및 진동하중을 자체에서 흡수할 수 있어 동적하중에 대해 안정
시 공 성	• 경험 풍부 • 기초공사시 터파기등에 따른 부지 확보 필요	• 기초 공사시 터파기 등에 따른 부지확보 다소 적음	• 기초 공사시 터파기 등에 따른 부지확보 적음
공사기간	• 기후에 영향을 받으며 양생기간 등의 소요공기가 길다	• 양생기간 불필요로 소요공기가 짧다	• 양생 기간이 불필요로 소요공기가 짧다

2) 검토결론

① 검토의견

○ 옹벽설치는 동일 구간에서는 같은 형식으로 계획한다.

○ 판넬식 옹벽과 블록식 옹벽의 공법 선정시에는 경제성뿐만 아니라 자연환경, 미관등을 고려하여 주위조건과 잘 부합되는 옹벽을 선정하고 Con′c옹벽과 보강토 옹벽의 단가를 상호 비교하여 경제성 및 지형여건을 고려하여 옹벽형식을 적용함.

② 적용기준

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

※ ○ 양호, △ 보통, × 불량

다. 보강토옹벽 설계 및 시공시 유의점

① 설계기준 안전율과 설계방법은 「KDS 11 80 10 보강토 옹벽」을 기본으로 하며, 철도 및 도로 등 시설물별 특성에 따라 별도의 기준을 적용해야할 경우에는 「KDS 47 00 00 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 보강토옹벽의 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_{ID})와 크리프 파단에 대한 감소계수(RF_{CR})에 대한 산정방법은 다음을 참고한다.

-시공손상에 대한 감소계수(RF_{ID}):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.

-크리프 파단에 대한 감소계수(RF_{CR}):산정방법은 KS K ISO 20432에 따른다. 단 발주자

와 협의하에 KS K ISO 20432에 제시된 시간-온도 중첩법(TTS) 및 단계등온법(SIM)을 이용하여 산정할 수 있다. 이 때 시험결과값이 앞서 기술한 참조값의 최소값보다 작은 경우에는 참조값을 적용한다.

다. 보강토옹벽 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 보강토옹벽의 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_{ID})와 크리프 파단에 대한 감소계수(RF_{CR})에 대한 산정방법은 다음을 참고한다.

-시공손상에 대한 감소계수(RF_{ID}):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.

-크리프 파단에 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 시험결과값이 앞서 기술한 참조값의 최소값보다 작은 경우에는 참조값을 적용한다.

라. 주요재료 사용기준

1) 콘크리트(㎥)

① f_{ck} = 25-24-15

2) 철　　근(MPa)

① f_y = 400 (SD40, 역T형, L형)

② f_y = 300 (SD30, 반중력식)

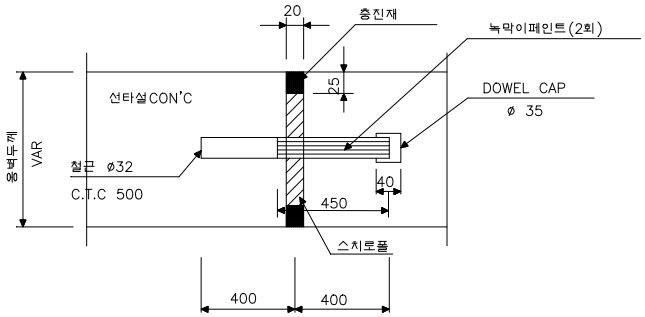
마. 신축 이음 설치

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, Φ32mm)



바. 수축 이음 설치

1) 옹벽표면에 V형 홈을 설치한다.

2) 6.0m이하로 설치한다.

3) V형 홈의 깊이는 35.0 mm를 기준으로 한다.

사. 뒷채움

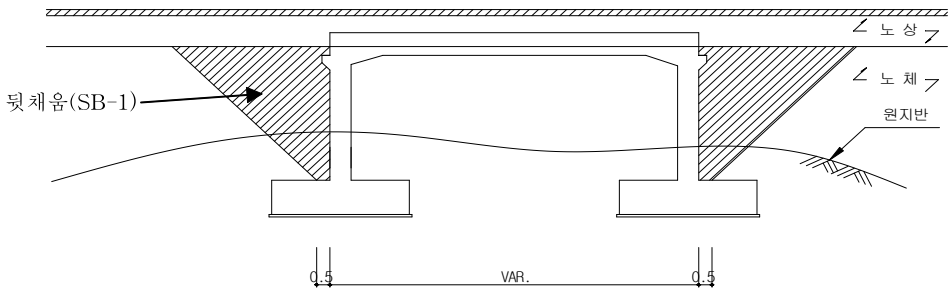
1) SB-1의 재료를 사용한다.

2) 「배수공」편 뒷채움 참조.

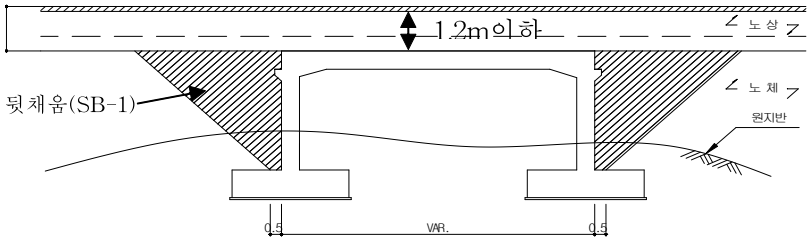
3. 지중 RAHMEN의 뒷채움 및 접속슬래브 설치기준

가. 지중 RAHMEN교의 뒷채움 범위

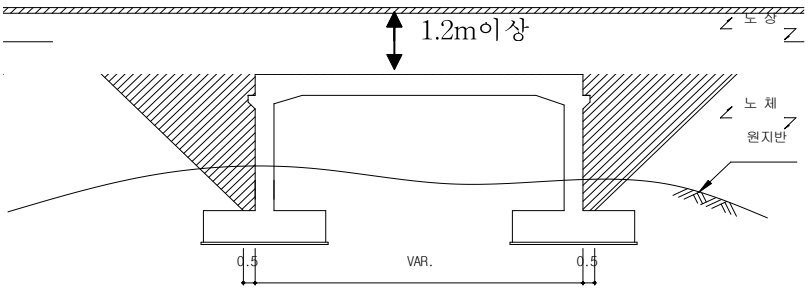
1) CASE 1 - 라멘교 상단이 노상내에 있는 경우는 노체상단까지만 뒷채움 시행



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 암거의 피복

※ 형식에 상관없이 교량 및 암거에 적용 가능

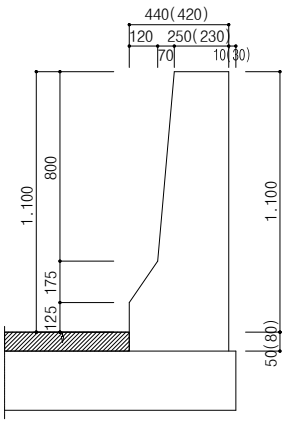
4. 교량용 방호울타리 설치기준

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

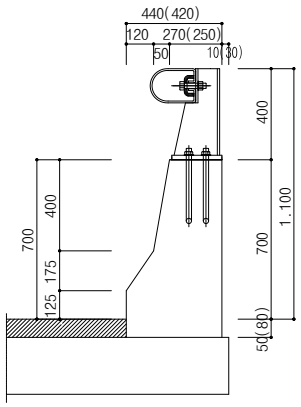
구분	적용구간
콘크리트 방호울타리 H=1.18m	· 4차로 이상 교량에 기본적용 · 주변경관의 조망이 필요치 않은 지역에 가설되는 교량 · 차량이 교량하부로 추락할 시 제2차 사고등이 유발될 수 있는 지역 : 도로 및 철도횡단구간 등 · 수자원 보호구역을 관통하는 지역 · 적설 한냉지역이 아닌곳에 적용 · 터널과 터널사이 골짜기에 위치한 소교량(횡풍압력 작용)
조합(콘크리트+핸드레일) H=(0.78+0.4)m	· 주변경관의 조망이 필요한 지역에 가설되는 교량 · 적설 한냉지역 교량에 확대적용 · 교량 토공 교량이 연속되는 경우에 적용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

방호울타리 형식 "예"

< 콘크리트 방호울타리 >



< 조합(콘크리트+핸드레일) >



( )안의 치수는 인력타설 치수임.

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 = 450㎜을 적용한다.

4) 화학적 침투나 해수의 영향에 의한 염해 피해가 우려되는 경우 토양성분 및 염해 분석을 통해 노출등급을 결정할 수 있다.

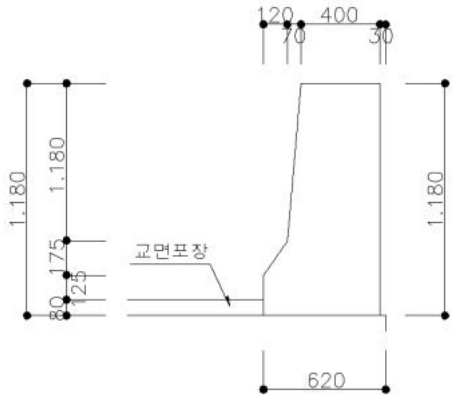
5) 기계타설 시 와 인력타설 시로 구분하여 적용한다.

5. 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.

6. 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.



7. 교면방수

바닥판 방수의 목적은 바닥판에 물의 유입 또는 염화물 이온과 같은 유해한 물질의 침투를 방지함으로써 바닥판의 내구성을 확보하는데 있으며, 교면방수로서는 종류는 각 관련기준을 상세히 검토하여 적용하도록 한다.

1) 각종 방수공법의 특징 및 장단점(참고용)

구분	흡수방지식	도 막 식	시 트 식	복 합 식
공법개요	-콘크리트 슬래브 표면의 미세공극에 방수재의 침투로 방수막 형성	-CR계 합성고무로 이루어진 도막제를 도포하여 도막형성	-부직포 또는 직포에 가열 용해한 고무혼합 AP를 함침 피복시킨 시트를 다구토치를 이용하여 교량 슬래브에 가열 부착하는 공법	-양면 샌드가 부착된 교면시트를 시트와 동질의 재료인 개량 아스팔트 콤파운드를 기계로 도포하며 동시에 시트를 부착시키는 공법
특징	-시공이 간편 -공사비 저렴 -고강도 콘크리트일 경우 침투깊이 확인 곤란 -크랙대응성이 취약	-연결부 없는 연속 시공이 가능 -접착성 우수 -불균일한 도막형성 -아스콘 골재에 의한 펀칭 현상발생 -기포 과다 발생 -용제사용으로 화기위험성이 높음	-방수성능 우수 -연성으로 균열진동의 대응력 우수 -직접 가열방식에 의한 물성파괴 우려 -에어포켓 발생으로 들뜸부위 발생	-최대 200m까지 기계화 시공으로 일정한 시공품질 유지 -도막과 시트의 단점 보완 -접착성 우수 -시트를 200m까지 연속시공으로 아스콘 밀림에 대한 전단저항력 우수 -회전반경이 심한 교량의 시공이 난이함
적용	노출바닥판 노출라멘교	아스팔트 콘크리트	아스팔트 콘크리트	아스팔트 콘크리트

2) 도로교 바닥판용 방수재의 분류 및 특징(참고용)

종류		시공방법	최소 두께	시 트 식	준수
시트형	가열 융착식	방수재 하면에 불이나 고온의 열을 가하여 접착	4mm 이상	폴리에스테르 부직포에 고무 혼합 아스팔트를 합침	원칙적으로 기계식 시공 장비를 사용 현장여건상 부득이한 경우 인력시공 가능
	부착식	시트와 동일한 재질의 접착재를 고온으로 가열하여 도포하면서 바로 시트를 접착	2mm 이상		
	자착식	프라이머 도포 양생 후 주재료와 휘발성 용제가 혼합된 상온의 용액을 약 3회 이상 도포	2mm 이상		
도막식	용제형	프라이머 도포 양생 후 주재료와 휘발성 용제가 혼합된 상온의 용액을 약 3회 이상 도포	2mm 이상	클로로프렌 고무를 톨루엔이나 크실렌 등의 용제에 용해한 액상 상태	부직포나 직포 등의 중심 기재 없이 사용 불가
	가열형	프라이머 도포 양생 후 고무 아스팔트계라고도 불리며 약 190℃ 이상의 고온으로 가열하여 도포	2mm 이상	아스팔트를 합성고무 등으로 품질을 개선한 고체 상태	
	수지형	프라이머 도포 양생 후 자기반응형 합성수지를 현장에서 상온으로 혼합하여 도포	1mm 이상	합성수지로 구성되고 화학반응에 의해 경화하는 액상 상태	기존 3년 이상의 건전한 시공실적이 없으면 시험시공을 통하여 입증 후 적용가능
	수지 슬러리형	프라이머 도포 양생 후 자기반응형 합성수지와 규사 등을 상온에서 혼합하여 도포	2mm 이상	1액 또는 2액형 수지와 직경 2mm 이하의 규사가 혼합된 슬러리 상태	기존 3년 이상의 건전한 시공실적이 없으면 시험시공을 통하여 입증 후 적용가능

＊ 1. 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침(2017. 4, 국토교통부)을 참조하여 적용한다

2. 포장을 결정하고 방수재료 등은 적합한 종류을 선정한다.

Ⅱ. 공종별 기준

8. 교면포장

가. 관련기준

○ 도로설계요령-포장(2009, 한국도로공사)

○ 교면포장 설계 및 시공 잠정지침(2011. 9, 국토해양부)

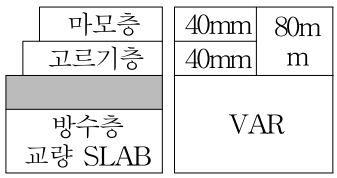
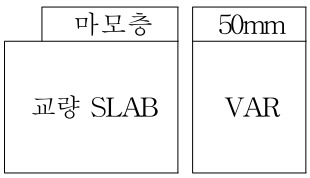
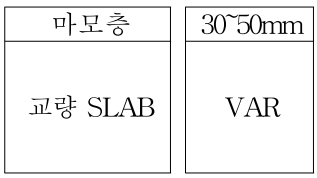
○ 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침(2017. 4, 국토교통부)

나. 일반사항

1) 교면포장은 교통하중의 반복 재하 및 충격과 극심함 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 교량상판 위를 덧씌우기 하는 보호방법이다.

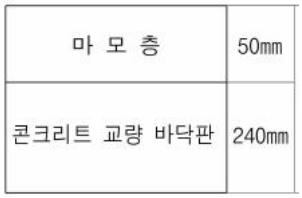
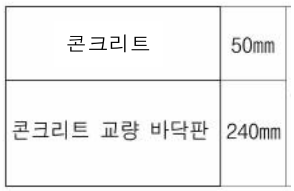
2) 교면포장의 적용 포장형식은 3) 교면포장의 적용 형식을 참고로 하며, 아스팔트 포장의 경우 마모표층, 레벨링층(필요시 설치), 방수층 그리고 접착층으로 이루어지고, 콘크리트 포장인 경우에는 마모표층과 접착층으로 구성된다. 교량 상판의 표면 평탄성에 따라 1층 또는 2층 시공이 바람직하다.

3) 교면포장의 적용 형식

구분	아스팔트계	콘크리트계	고성능콘크리트 (노출 바닥판)
단면도			
특징	• 슬래브 상부에 아스팔트 혼합물을 포설하는 공법 • 강상판형 교량 • 도심지등 소음민원 예상지역 • 기타 아스팔트계 교면포장이 필요한 교량	• 슬래브 상부에 시멘트 콘크리트를 주된 재료로 포설하여 교량바탁판의 내구성을 증대시키는 교면포장공법 • 일반교량중 평탄성 및 시공성 확보가 불리한 교량 -신축이음장치 150mm 초과 교량 -종단 또는 편경사 3%이상 교량 -편도 3차로 이상 교량 • 프리캐스트 콘크리트 패널 적용교량 • PC박스교량 및 특수교량(현수고,사장교)	• 슬래브 상부에 슬래브와 동일한 재료로 마모층을 설치하여 동결융해 등 콘크리트의 열화를 방지하는 바닥판 시공법 • 30MPa의 콘크리트를 사용 • 염화물 사용과 관계없이 전 지역교량에 적용하되 평탄성, 시공성, 내구성 확보에 불리한 교량은 콘크리트계 포장 적용

＊ 1. 최근 소음저감과 주행안전성을 위하여 저소음·배수성 교면 포장을 적용하기도 한다.
2. 배수성 혼합물(40mm) + SMA 혼합물(40mm)

4) 교면포장 비교표 (참고용)

구분	노출바닥판 (30Mpa)	콘크리트 교면포장 LMC (Latex Modified Concrete)	아스팔트 교면포장 SMA (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 포장공법
단면도			
구성 및 특징	• 3분계 콘크리트 사용 (시멘트+고로슬래그+플라이애쉬) • 내구성 및 균열저항성 양호 • 슬래브 피복증가 • 침투식 방수제 사용	• 유동성 및 점착력 증가 • 균열 억제 • 모바일 믹서 사용생산 • 방수효과 우수 • 내구성 증진, 유지관리 양호 • 품질관리, 시공성 다소불량	• 소성변형/균열저항성 우수 • 균열 및 탈리현상 방지 • 소음감소 효과 있음 • 미끄럼 저항성 증가 • 아스콘 생산 및 시공품질관리가 어려움 • 화이버 투입기 추가설치 필요

5) 일체식 교면포장 공법은 마모층을 포함한 상부철근의 피복두께를 최소 90mm이상 확보하도록 설계한다

6) 교면포장의 설계 및 시공에 관한 상세한 내용은 도로설계요령(2009, 한국도로공사), 교면포장 설계 및 시공 잠정지침(2011. 9, 국토해양부) 및 아스팔트 톤크리트 포장 시공 지침(2017. 4, 국토교통부)을 준용한다.

9. 가교 및 가도의 계획

가. 하천 횡단 공사용 가교 및 가도에 대한 기준을 검토하여 경제적이고 합리적인 기준을 수립하여 적용한다.

나. 가설교량은 공사용 작업장과 자재 및 장비운반 등 직접공사 시공을 위한 공사용 가설교량과 도로교통을 우회시키기 위해 하천 내에 설치되는 임시교량으로 구분되며, 가교형식은 교통량 및 수리 영향을 고려하여 결정한다. (하천공사 설계실무 요령 2016.12 국토교통부)

다. 폭원 100m 이상인 하천의 경우 교량 구조물 가설을 위한 공사용 가교 설치를 원칙으로 한다.

라. 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.

또한 차량통행을 위한 임시 우회도로 설치 시 국도 간선기능 확보 등을 위하여 가교 설치를 원칙으로 한다..

마. 공사용 가교 설치폭원은 교량상부의 시공방법 및 교각높이, 하부교각 굴착공법 등 사용장비의 규격, 현장여건에 따라 적정 폭으로 설치하여야 한다.

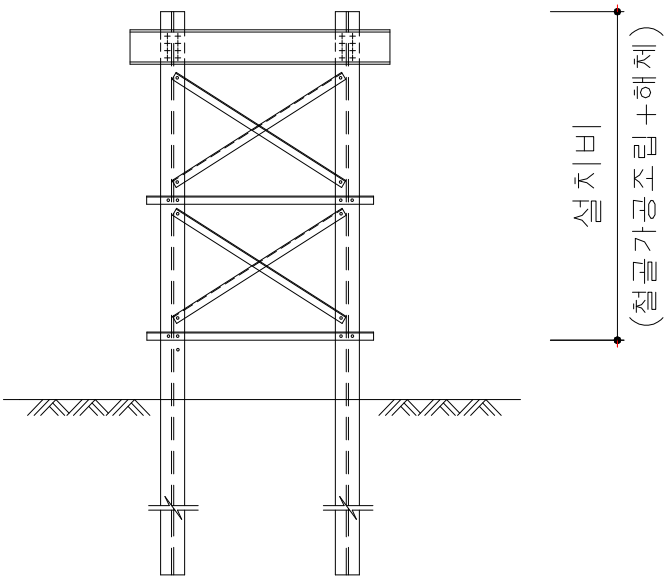
바. 설계 기준

가도 및 가교의 설계 기준은 다음과 같다.

구분	적용		
	계획고	폭원	비 고
가도	평수위 + 여유고(0.50m)	○최소 폭 4m 이상 ○현장여건에 따라 결정	
가교	평수위 + 여유고(1.0m이상)	○최소 폭 4m 이상 ○사용 장비의 규격, 현장 여건에 따라 적정폭으로 설치	

사. 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)



아. 말뚝선단이 지지층에 도달하여도 설계지지력을 확보하였는지 말뚝재하시험을 실시하여 확인하여야 한다. 동재하시험 횟수 (구조물 기초설계기준, 국토교통부, 2016 참조)

자. 가설 교량의 구체적인 사항은 다음의 문헌을 참고로 설계한다.

-. KDS 21 00 00 가시설물 설계기준(2019)

-. KDS 21 10 00 가시설물 설계 일반사항('18.06)

-. KDS 21 45 00 가설교량 및 노면 복공 설계기준('18.06)

-. KCS 21 00 00 가설공사(2018)

-. KCS 21 10 00 가설공사 일반사항('18.08)

-. KCS 21 20 00 공통가설공사('18.08)

-. KCS 21 45 00 가설교량 및 노면복공('18.06)

10. 교량유지 관리용 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

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 진행 방향의 시점측

*주변여건(하부도로, 철도 한계시설 저촉 등)에 따라 절개위치 조정 또는 현행(90°) 대로 설치



나. 강교 내부 전기시설

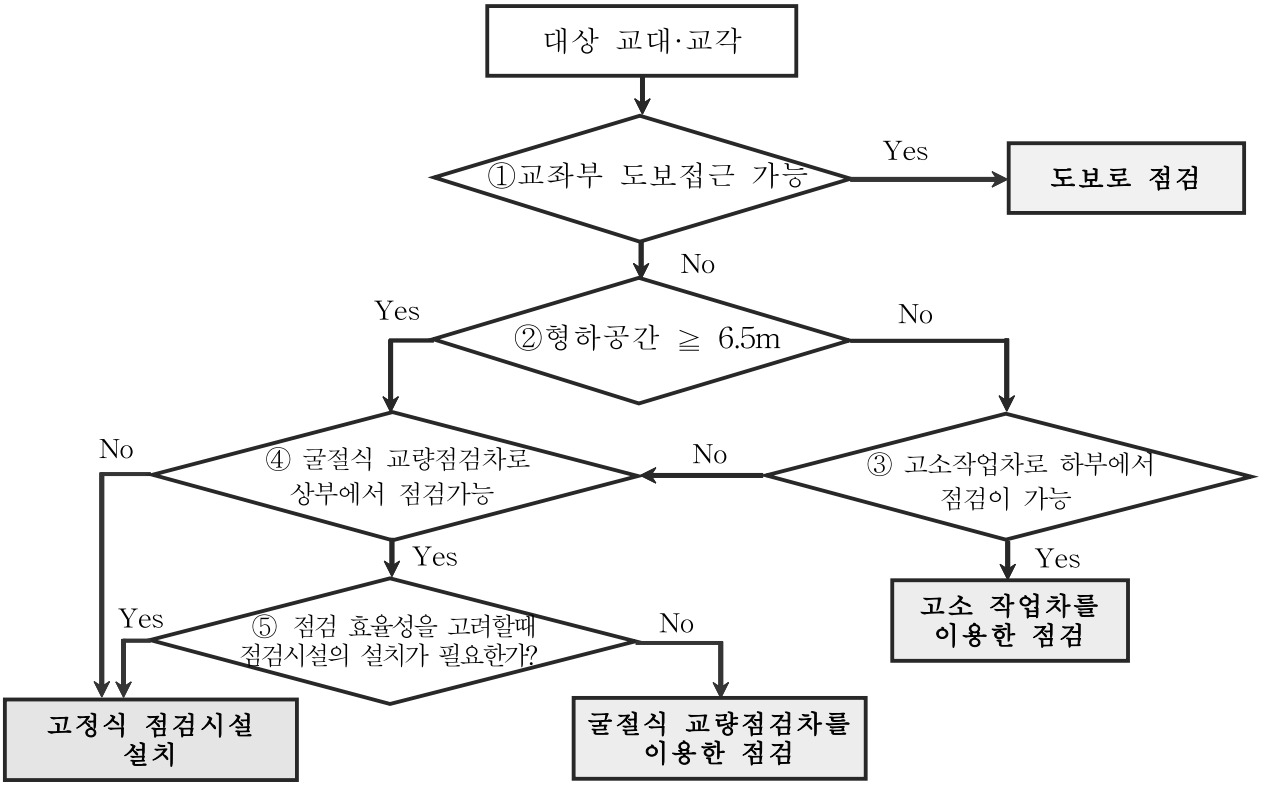
강교내부 점검을 위한 전기시설은 설치하고, 전원공급은 이동식 발전기로 하는 것을 원칙으로 한다. 다만 주위에 별도로(가로등 전기 등) 전원공급시설이 있을 경우는 활용할 수 있다.

다. 형하공간 예외규정, 설치예외 교량 및 부재, 점검용 조명시설 세부설치 기준 등 기타 자세한 사항은 현장여건 및 발주청과 협의하여 결정한다.

라. 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 -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) -철도과선교량(이동식장비 접근곤란할 때) -시특법상 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 교대 앞까지 접근할 수 있도록 설치 -점검계단의 수량은 교대1개소당 1기를 설치, 마주보는 교대는 엇갈리게 설치, 단 지형적인 여건을 고려 필요하다고 판단될시 교대 개소당 2기설치 -교량상부로부터 설치된 교량은 시건장치를 설치 -하상으로부터 설치된 계단은 하상으로부터 일정높이로 설치하여 일반인(어린이)이 접근할 수 없도록 설치	-수중부 교각은 교량상부로부터 설치 -육상부 교각은 하상으로부터 설치를 원칙으로하되 경제성을 검토하여 조정가능 -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 -설치수량은 상부구조당 1열로 하되 상하행선이 분리된 교량은 각 1열씩 설치할 수 있다	
재질	-콘크리트로 설치하는 것을 원칙으로하되 부득이한 경우 부식되지 않는 철재로 설치 가능	부식이 되지 않는 강재	-SS400강재 -도장은 무기질징크1회+에폭시계1회+불소수지계2회	-콘크리트 또는 부식이 되지 않는 강재(알루미늄등)	-부식되지 않는 강재	
규격	-유효폭 60cm -계단높이는 토공의 구배에 맞게 조정	-발판폭:50cm -원형지지대 내경:60cm	- 길 이 : 교 폭 +2.25m(출입시설포함) -B=1.2m,H=1.2m	-유효폭:80cm	-유효폭:80cm	

마. 하부구조(교대·교각) 점검시설 설치 검토 흐름도



③ 고소작업차 사용제한

◦ 고소작업차 교량하부 진입곤란 교량 ◦ 지반상태 불량으로 고소작업차 전도 우려

④ 굴절식 교량점검차 사용제한

◦ 상부형식이 현수교, 사장교, 아치교, 트러스교 등인 교량

◦ 굴절식 교량점검차의 제원을 초과하는 교량

- 종단경사 3% 이상, 최대 점검폭 20m 이상, 1방향 1차로 교량
- 난간 높이 2m 이상(방음벽, 가로등, 울타리, 고압선, 방풍벽 등)

◦ 굴절식 교량점검차 사용시 교통혼잡 예상되는 교량

- 신설·확장시 : 공용후 교통량이 급격히 증가하는 도시지역(수도권,광역시권)에 위치
- 공용중 : 서비스수준 E급 이하로 저하되는 경우

◦ 굴절식 교량점검차에 의한 점검시 안전사고 우려

- 강풍지역에 위치 : 6회/년 이상, 15.0m/sec 이상, - 가·감속차로에 위치한 경우
- 안개잦은 지역에 위치 : 30일/년 이상 발생, - 터널 출구부와 근접(800m이내) 위치한 경우

⑤ 점검의 효율성을 고려하여 점검시설 설치 여부 판단

◦ 신축이음장치가 있는 교대·교각

◦ 교량점검시설이 설치되어 있는 기존교량 확장시 확장부 교대·교각

◦ 해당교량의 형하공간 변화 등에 따라 교각 또는 교대 일부구간에만 점검시설 미설치되는 경우 점검의 효율성을 감안하여 전체 구간에 점검시설 설치

11. 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.

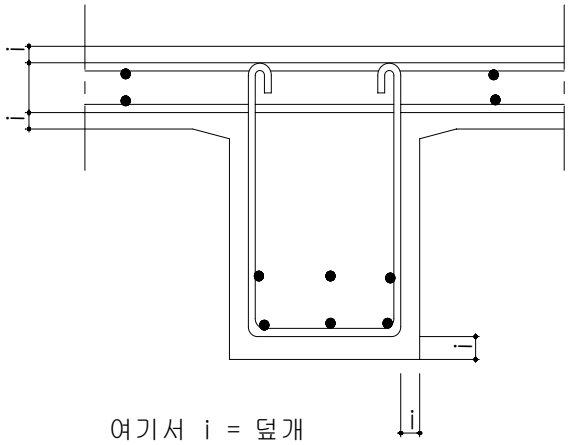
② 부식이나 염해 등에 영향을 받는 콘크리트의 최소덮개는 적절히 증가시켜야 한다. 부식을 방지하는 다른 방법으로는 에폭시 도막철근을 사용하거나 특수 콘크리트로 덧씌울 수 있다.

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.



여기서 i = 덮개

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

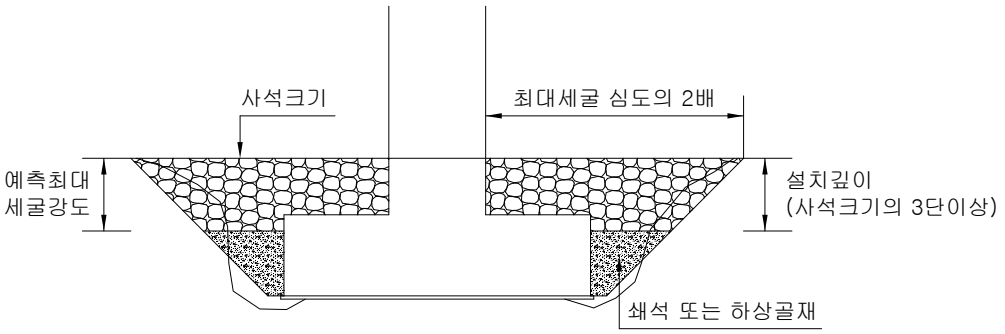
② 사석은 유수에 의해 유출되지 않도록 맞물림 시공하고, 마무리면은 하상면과 동일하게 시공

· 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

· lsbash 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 [KCS 51 60 10 : 2016, 하천 호안,국토교통부]

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, 수충만곡부에 원심력에 의해 발생

② 호안 양단보에서 발생

③ 호안 구조물이 교량등의 구조물과 연결되는 구간에 발생.

④ 하천과 인접한 교량 옹벽부 비탈면 세굴발생

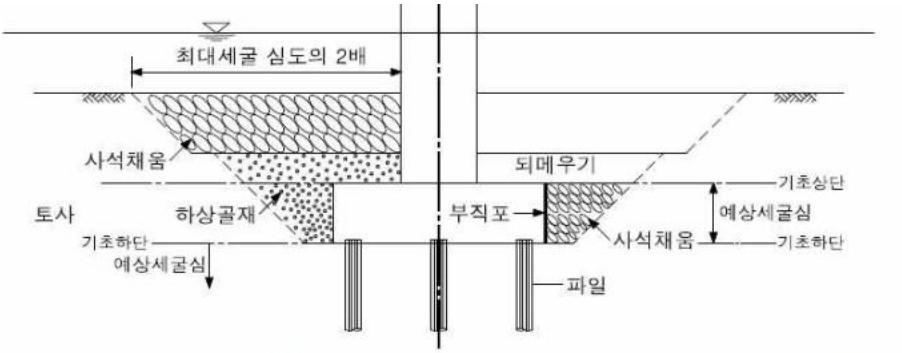
⑤ 위와 같이 세굴발생 위치에 대해서는 세굴검토 후 세굴에 대한 대책을 마련하여야 한다.

4) 세굴방지공 설치

① 기초 위치의 지반특성에 따른 세굴방지공 설치 방법

가) 기초가 토사 지반에 위치한 경우(파일기초)

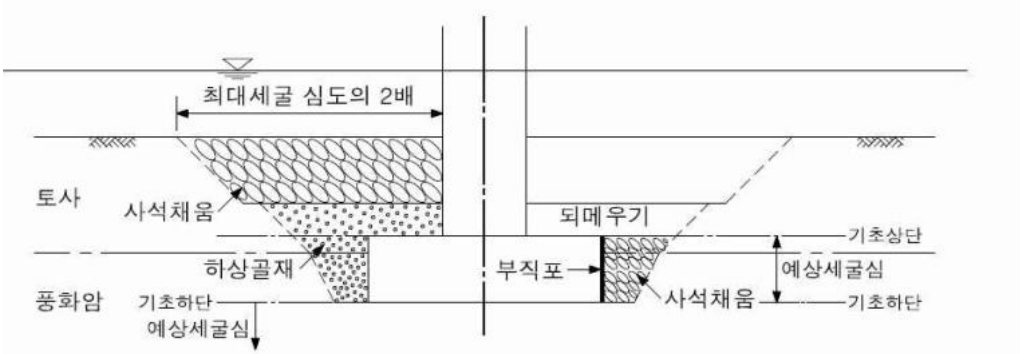
- 예상세굴심이 기초 하단EL보다 낮은 경우 : 기초EL.을 예상세굴심보다 낮게 설치하는 경우와 세굴방지공 실치시의 경제성을 비교 검토하여 적용(그림1참조)
- 예상세굴심이 기초 상단EL.~하단EL.에 위치하는 경우 : 세굴방지공 불필요하나, 기초 되메우기부 원지반이 흐트러진 상태가 되므로 유수에 저항할 수 있도록 사석채움 실시(그림2참조)



(그림1) 세굴방지공 설치시 (그림2) 세굴방지공 미설치시

나) 기초가 풍화암 지반에 위치하는 경우

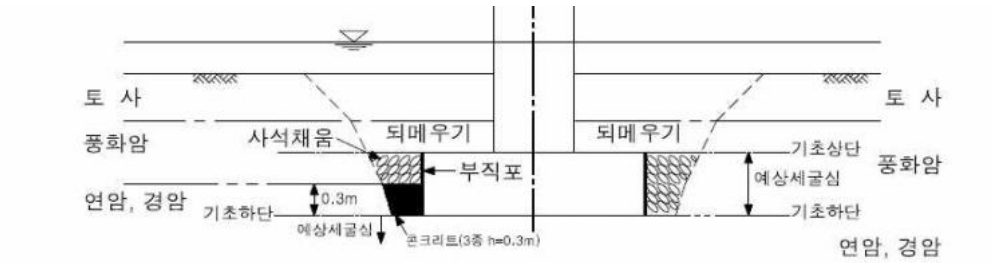
- 예상세굴심이 기초 하단EL.보다 낮을 경우 : 기초EL.을 예상세굴심 보다 낮게 설치하는 경우와 세굴방지공 설치시의 경제성을 비교 검토하여 적용(그림3참조)
- 예상세굴심이 기초 상단EL~하단EL.에 위치하는 경우 : 세굴방지공 불필요하나, 기초 되메우기부 원지반이 흐트러진 상태가 되므로 유수에 저항 할 수 있도록 사석채움(그림4참조)



(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)

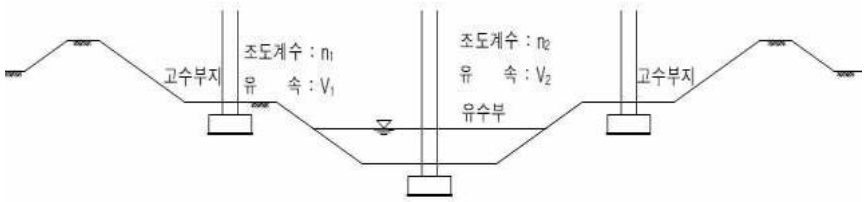


(그림5) 콘크리트 타설후 사석채움 설치시 (그림6) 사석채움 설치시

① 고수부지의 세굴 검토 기준

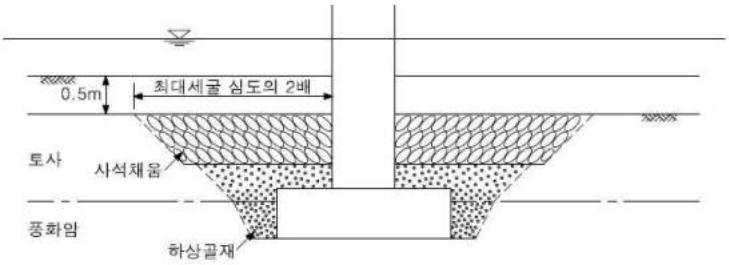
가) 세굴의 대부분은 홍수시에 발생되므로 고수부지도 유수부와 동일하게 다음 절차에 따라 세굴심도 검토 (그림7참조)

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



(그 림 7)

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



(그 림 8)

마. 교각 충돌 방지시설

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

12. 지하공동 보강공

가. 개 요

1) 구조물 지하에 발달한 자연동굴, 인위적 공동의 분포규모 및 특성을 파악하고 구조물의 안전성에 미치는 영향을 검토한다.

2) 하부에 발달한 지하공동에 의해 구조물의 안정성이 저하될 경우 노선변경을 검토하고 노선변경이 불가능할 경우 보강공사를 실시하여 구조물의 안정성을 확보한다.

나. 지하공동 조사

1) 사전조사

- 인위적 지하공동, 지질구조 및 기반암의 특성과 관련된 지하공동발달 징후를 확인하고 필요시 추가 조사 필요 여부, 항목, 수량을 결정하기 위하여 사전조사를 실시한다.

< 표 1 > 사전조사 항목 및 수량

항 목	조사빈도	조사목적
기존 문헌조사	전 구간	· 지질분포 현황 및 지형의 특징 파악 · 터널, 광산 갱도 등 인위적 지하공동 유무 확인
위성영상, 항공사진, 수치등고선도 분석	전 구간	· 개략적인 지질구조 파악 · 선구조, 절리, 단층, 암상의 개략적인 추정
지표지질조사	전 구간 (좌우 500m)	· 노두 관찰을 통한 암상 및 지하공동 분포 징후 확인
관계기관협의 (광물자원공사,석탄공사, 한국관해관리공단)	전구간	· 대상지역 주변의 인위적 갱도 확인

2) 개략조사

- 사전조사 결과 지하공동의 발달이 예상되는 구간을 대상으로 노선 종단방향의 물

리탐사를 실시하여 지하공동의 개략적인 발달심도 및 규모를 파악하고 정밀조사 필요 여부, 항목, 수량을 결정한다.

< 표 2 > 개략조사 항목 및 수량

항 목	조사빈도	조사목적
탄성파굴절탐사	주요 구조물 종단	· 지층 경계에서 굴절되는 탄성파를 이용하여 지층의 분포, 지하의 지질구조나 암석의 물리적 성질 파악
전기 비저항탐사	주요 구조물 종단	· 지층의 전기적 성질을 이용하여 지층 구조, 암석분포 상태 등을 확인

3) 정밀조사

- 개략조사 결과 지하공동의 발달이 확인된 구간에 대하여 지하공동의 위치, 크기, 형태, 충진물의 종류, 역학적 특성을 파악하여 구조물 안정성 해석을 실시하고 불안정시 보강대책을 수립하기 위한 자료를 제공하기 위하여 실시한다.

< 표 3 > 정밀조사 항목 및 수량

조사항목	조사빈도	조사목적
시추조사	· 교량 : 응력영향심도이하, 기초당 4개소 · 비탈면 : 계획고하 1 m까지, 절토 개소당 2공 이상	· 지층 구성상태 확인 · 지하공동 발달심도 확인
탄성파 반사법탐사 또는 3차원 전기 비저항탐사	· 교량 : 기초당 3단면 이상 · 비탈면 : 종방향 분포 범위까지	· 시추조사, 토모그래피탐사 범위를 벗어난 구간의 지하 공동규모 및 분포 위치 확인 · 시추조사, 토모그래피탐사 결과와 대비하여 3차원 영상 획득
토모그래피 탐사 (탄성파 또는 비저항)	· 교량 : 기초당 3단면 이상 · 비탈면 : 개소당 2단면 이상	· 시추공 사이에 분포하는 지하공동 확인 · 탄성파속도 및 비저항치를 파악하여 지층 특성 파악
현장시험 및 실내시험, 기타		· 지층특성 파악, 안정성 해석 기초자료 취득

4) 안정성 해석

- 개략조사 및 정밀조사를 통해 지하공동의 분포를 확인한 구간은 기존의 지지력 공식 등 기준에 근거한 지지력 평가와 경험식, 전산해석(연속체 해석, 불연속체 해석)을 실시하여 침하량을 평가한 후 구조물의 안정여부를 판단한다.

< 표 4 > 안정성 평가 기준

구분 / 평가항목		허용범위 (구조물기초설계기준)	적용기준	비고
침하량	전 침하량	s = 25~37.5 mm	25 mm 이하	Terzaghi Skempton
	부등 침하량	s = 10~25 mm	10 mm 이하	
	각 변위	δ = 1 / 300	1 / 300 이하	
지지력			허용하중 > 작용하중	

다. 보강공법

시공조건	구분	공법		비고
공동내 작업가능	충전법	다짐충진법, 고형블록 쌓기법, 갱내 기둥 보강법		
공동내 작 업 불가능	주입공법	압력주입	LW , SGR, MSG, JSP	
		분사주입공법	2중관 주입공법, 3중관 주입공법	
		Mortar 주입	시멘트계,규산소다, 급결혼합액	
	말뚝공법	현장타설말뚝 - 지하공동 심도 이하 지지층까지		

13. 하부구조 설계기준

가. 적용범위

본 설계 요령은 국대도, 일반국도 및 국지도 공사의 도로구조물 설계에 적용한다.

나. 적용기준

본 하부구조 설계에 적용하는 설계기준은 아래의 기준을 근간으로하여 4. 02 1. 나. 적용기준을 공통적용하기로 한다.

다. 지반조사

KDS 11 10 10 지반조사의 규정을 준용한다.

라. 설계일반

1) 흙의 분류

흙의 분류는 통일분류법(KSF2324)을 원칙으로 한다.

2) 흙의 단위 체적중량

흙의 단위체적중량은 토질시험 결과에 따라 정하는 것을 원칙으로 하지만 토질시험을 하지 않는 경우에는 <표 1>의 값을 참고할 수 있다.

Ⅱ. 공종별 기준

< 표 1 >

종 류		상 태		지하수위 이상에 있는 흙의 단위 체적중량 (kN/m³)
흙쌓기	자갈섞인모래	다져진 것		20
	모래	다져진 것	입도가 좋은 것 입도가 나쁜 것	20 19
	사 질 토	다져진 것		19
	점 성 토	다져진 것		18
자연지반	자 갈	조밀한 것 또는 입도가 좋은 것 조밀하지 않은 것 또는 입도가 나쁜 것		20 18
	자갈섞인 모 래	조밀한 것 조밀하지 않은 것		21 19
	모 래	조밀한 것 또는 입도가 좋은 것 조밀하지 않은 것 또는 입도가 나쁜 것		20 18
	사 질 토	조밀한 것 조밀하지 않는 것		19 17
	점 성 토	단단한 것 (손가락으로 세게 눌러 약간 들어감, N=8~15) 약간 연한 것 (손가락으로 보통 힘으로 눌러 들어감, N=4~8) 연한 것(손가락이 쉽게 들어감, N=2~4)		18 17 16
	점토및실트	단단한 것 (손가락으로 세게 눌러 약간 들어감, N=8~15) 약간 연한 것 (손가락으로 보통 힘으로 눌러 들어감, N=4~8) 연한 것(손가락이 쉽게 들어감, N=2~4)		17 16 14

(가) 지하수위 이하에 있는 흙의 단위체적중량은 <표1>에서 9를 뺀 값을 사용한다.

(나) 쇄석은 자갈과 같은 값으로 한다. 또 암버럭, 암괴의 경우에는 종류, 형상, 크기 및 간극에 따라 고려할 필요가 있다.

(다) 자갈 섞인 사질토 또는 자갈 섞인 점성토에서는 혼합비율 및 상태에 따라서 적당한 값을 정한다.

(라) 지하수위는 시공후인 경우 평균치를 고려한다.

(마) 입도가 나쁜 모래란 예를 들면 입경이 균등한 모래를 말한다. 자갈의 경우도 같다.

3) 흙의 전단강도

흙의 전단강도는 원칙적으로 토질시험을 실시하여 구하여야 하지만 <표2>에 나타낸 값을 참고할 수 도 있다.

< 표 2 > 흙의 내부마찰각 및 점착력

종 류		상 태		내부마찰각(도)	점착력 (kN/m^2)
흙 쌓 기	자갈 및 자갈섞인모래	다져진 것		40	0
	모래	다져진 것	입도가 좋은 것	35	0
			입도가 나쁜 것	30	0
	사 질 토	다져진 것		25	30이하
	점 성 토	다져진 것		15	50이하
자 연 지 반	자 갈	조밀한 것 또는 입도가 좋은 것		40	0
		조밀하지 않은 것 또는 입도가 나쁜 것		35	0
	자갈섞인 모 래	조밀한 것		40	0
		조밀하지 않은 것		35	0
	모 래	조밀한 것 또는 입도가 좋은 것		35	0
		조밀하지 않은 것 또는 입도가 나쁜 것		30	0
	사 질 토	조밀한 것		30	30이하
		조밀하지 않는 것		25	0
	점 성 토	단단한 것 (손가락으로 세게 눌러 약간 들어감, N=8~15)		25	50
		약간 연한 것 (손가락으로 보통 힘으로 눌러 들어감, N=4~8)		20	30
		연한 것(손가락이 쉽게 들어감, N=2~4)		15	15
	점토및실트	단단한 것 (손가락으로 세게 눌러 약간 들어감, N=8~15)		20	50
		약간 연한 것 (손가락으로 보통 힘으로 눌러 들어감, N=4~8)		15	30
		연한 것(손가락이 쉽게 들어감, N=2~4)		10	15

(가) 흙의 전단강도는 가능한 한 토질시험을 실시하여 결정하여야 한다. 특히 연약지반을 구성하는 점착력을 갖는 흙의 전단강도는 반드시 토질시험을 실시하여 결정하여야 한다.

(나) <표2>에 나타낸 내부마찰각 및 점착력의 값은 압밀-비배수(압밀-급속) 전단에 대한 값이다.

(다) <표2>에서는 쌓기에 대한 지하수, 용수의 영향을 고려하지 않고 있다.

(라) 쇄석, 암버력, 암괴 등은 대체로 자갈에 준하여도 좋다.

(마) 자갈 또는 암괴가 섞인 사질토 및 점성토에서는 혼합비율, 상태에 따라서 적절한 값을 정한다.

(바) 시험에 의하지 않고 자연지반의 점토, 실트 및 점성토의 점착력을 결정하는 경우 <표 2>에 주어진 내부마찰각과 추정된 선행하중에서 전단강도를 구하고, 그 전단강도로 점착력을 가정하여도 된다.

4) 지지 지반의 선정

(가) 기초는 양질의 지층에 지지시키는 것을 원칙으로 한다.

(나) 기초의 목적은 상부공 및 구체에서의 하중을 기초지반에 안전하고 확실하게 전달하는데 있다. 따라서, 충분한 두께를 갖는 양질의 지지층에 지지시켜야 한다. 양질인 지지층의 표준이 되는 N값은 <표3>와 같다.

그러나 적당한 강도를 갖는 지반에서 어느 정도의 침하를 허용할 수 있을 때는 구조물의 중요도와 경제성을 고려해서 마찰말뚝을 사용하는 편이 좋은 경우도 있다.

< 표 3 > 지지층과 N 값

지지층 / 층의 분류	양질의 층	견고한 층
사 질 토	30 < N < 50	50 < N
점 성 토	20 < N < 30	30 < N

(다) 또한 부득이 중간의 얇은층에 지지시키는 경우 하층에 대한 충분한 조사를 하고 지지력의 감소, 침하량의 산정을 해야하며 상부구조를 포함한 전체의 안정성에 대한 검토를 해야할 필요가 있다.

5) 지반변형계수(E_0)

지반변형계수는 기초의 즉시 침하량 및 말뚝의 수평변위량 산정등에 사용되며 적용 값은 현장 재하시험 결과의 적용을 원칙으로하나 N치를 토대로 지반변형계수를 추정 할 경우는 다음과 같이 적용한다.

지 층 상 태	E_0(MPa)
	NAVFAC DM 6.1-220
실트 , 모래질 실트	0.4N
가는내지 중간모래	0.6N
좋은모래(자갈이 약간 함유된 모래)	1N
모래질 자갈 , 자갈	1.2N

마. 얕은 기초

1) 얕은 기초는 상부하중에 대하여 활동, 전도, 지내력에 대하여 충분한 안전율을 확보하여야 한다.

2) 기초가 충분한 지내력을 확보하기 위해서는 다음의 사항을 각각 만족하여야 한다.

① 전단파괴에 대하여 안전 ② 과도한 침하나 부등침하에 대하여 안전

3) 허용 침하량(얕은 기초)

구조물 기초는 구조형식에 따라 다음과 같이 허용 침하량을 적용한다.

① 정정구조

지 지 층	총 변 위	부 등 변 위
모 래 지 반	50 mm	40 mm
점 토 지 반	100 mm	40 mm
복 합 지 반	60 mm	40 mm

② 부정정구조

지 지 층	총 변 위	부 등 변 위
모 래 지 반	25 mm	20 mm
점 토 지 반	50 mm	20 mm
복 합 지 반	30 mm	20 mm

③ 각변위

구 분	허용각변위 (δ/s)
다경간 교량	0.004
단경간 교량	0.005

④ 보강토옹벽

구 분	총 변 위	부 등 변 위
교량 접속부	100~200 mm	$\frac{1}{100} \times H$
상기이외의 경우	150~300 mm	

H : 옹벽고

4) 기초심도 선정

① 얕은 기초는 지지층이 지표면 5 m 이내에 있는 경우 적용하며, 그 외의 경우는 다른 기초형식과 비교 검토를 하여 적정공법을 선정 하여야 한다.

② 얕은 기초는 지반의 상태에 따라 콘크리트(mass concrete)로 치환을 할 수 있으며 콘크리트로 치환하는 깊이는 설계시 2 m, 시공시 3 m 이내의 범위로 제한하는 것이 합리적이다.

바. 깊은기초

1) 말뚝기초는 다음과 같은 지지력 검토를 수행하여야 한다.

- 연직지지력. - 수평지지력. - 인발지지력.

- 무리말뚝 영향검토.

2) 말뚝의 연직지지력은 아래의 검토값중 가장 적은 값으로 한다.

- 정역학적 공식. - 동역학적 공식. - 재하시험(필요시).

- 말뚝 본체의 축방향력.

3) 최소 말뚝길이

말뚝기초는 지지층이 지표면으로부터 5m이상 또는 10D(D : 말뚝직경)에 있는 경우에 적용하며 그 외의 경우는 다른 기초형식과 충분한 비교 검토를 통하여 적정공법을 선정하여야 한다.

4) 허용 침하량(깊은기초)

구 조 형 식	허 용 변 위	허 용 각 변 위
철근콘크리트 구조	50 mm	$\frac{1}{300}$

5) 매입말뚝의 연직지지력 산정

매입말뚝의 경우는 다음의 <표 4>와 같이 연직지지력을 산정한다.

< 표 4 > 각종 매입말뚝의 지지력 공식(일본 건설성 고시 기준)

시 공 법	선단지지력 산정법	말뚝 선단부의 조건	주면 마찰력의 산정식
타격공법	$Q_p = 30\overline{N}A_p$	$\overline{N}$은 말뚝 선단부의 평균치 $\overline{N} \leq 40$	$Q_f = (\frac{1}{5}\overline{N_s}L_s + \frac{1}{2}\overline{q_u}L_c)U$ $\overline{N_s} \leqq 50$ $\overline{q_u} \leqq 20(\overline{q_u} = 1.25N)$
시멘트 페이스트 주입공법	$Q_p = 20\overline{N}A_p$	$\overline{N}$은 말뚝 선단부의 평균치 $\overline{N} \leq 40$	$Q_f = (\frac{1}{5}\overline{N_s}L_s + \frac{1}{2}\overline{q_u}L_c)U$ $\overline{N_s} \leqq 25$ $\overline{q_u} \leqq 10(\overline{q_u} = 1.25N)$
선굴착 고결공법	$Q_p = 25\overline{N}A_p$	$\overline{N}$은 말뚝 선단부의 평균치 $\overline{N} \leq 40$	$Q_f = (\frac{1}{5}\overline{N_s}L_s + \frac{1}{2}\overline{q_u}L_c)U$ $\overline{N_s} \leqq 25$ $\overline{q_u} \leqq 10(\overline{q_u} = 1.25N)$
선굴착 최종 타격공법	$Q_p = 30\overline{N}A_p$	$\overline{N}$은 1D~4D 평균치 $\overline{N} \leq 40$	$Q_f = (\frac{1}{5}\overline{N_s}L_s + \frac{1}{2}\overline{q_u}L_c)U$ $\overline{N_s} \leqq 25$ $\overline{q_u} \leqq 10(\overline{q_u} = 1.25N)$
선굴착 최종 경타공법	$Q_p = 25\overline{N}A_p$	$\overline{N}$은 1D~4D 평균치 $\overline{N} \leq 40$	$Q_f = (0.9L_s + 24L_c)U$

시 공 법	선단지지력 산정법	말뚝 선단부의 조건	주면 마찰력의 산정식
선굴착확대 고결공법	$Q_p = 25\overline{N}A_p$	$\overline{N}$은 1D~4D 평균치 $\overline{N} \leq 40$	$Q_f = (\frac{1}{5}\overline{N_s}L_s + \frac{1}{2}\overline{q_u}L_c)U$ $\overline{N_s} \leqq 25$ $\overline{q_u} \leqq 10(\overline{q_u} = 1.25N)$ 주면고결액을 사용 않을 때 1.5LU
속파기 확대 고결공법	$Q_p = 25\overline{N}A_p$	$\overline{N}$은 1D~4D 평균치 $\overline{N} \leq 40$	$Q_f = 1.5LU$
회전 고결공법	$Q_p = 25\overline{N}A_p$	$\overline{N}$은 1D~4D 평균치 $\overline{N} \leq 40$	$Q_f = (\frac{1}{5}\overline{N_s}L_s + \frac{1}{2}\overline{q_u}L_c)U$ $\overline{N_s} \leqq 25$ $\overline{q_u} \leqq 10(\overline{q_u} = 1.25N)$ 주면고결액을 사용 않을 때 1.5LU

여기서, $R_U = Q_p + Q_f$

R_U : 극한지지력 (kN)

U : 주면길이 (m)

f_i : 말뚝의 주면마찰력 (kN/m^2)

N : 선단지반의 N치

$\overline{N}$: 선단에서 아래 1D (D : 말뚝직경) 및 위로 4D의 N치의 평균치

$\overline{N_s}$: 사질토 N치의 평균치

L_s : 사질토층의 두께 (m)

$\overline{N_c}$: 점성토 N치의 평균치

L_c : 점성토층의 두께 (m)

4.2 수량산출요령

1. 토 공

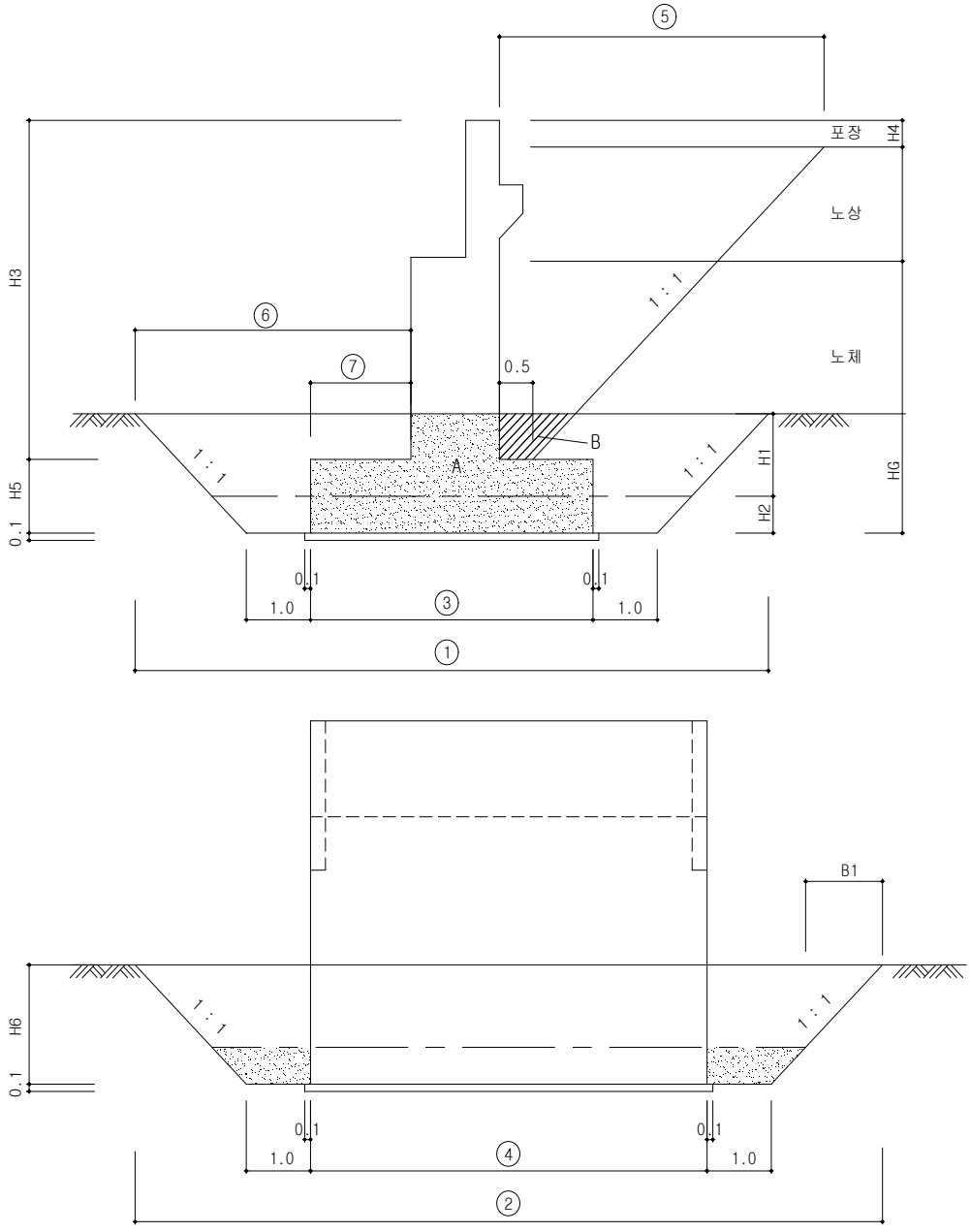
가. 터파기 여유폭 기준

1) 교 량 : 1.0m

2) 암 거 : 0.5m

3) 측 구 : 0.3m

4) 옹 벽 : 0.5m



나. 터파기 (㎥)

1) 양단면 평균법 적용

2) 육상토사(0～4m)

[(①×②)+{(①-H1×2)×(②-H1×2)}]×½×H1 =

3) 육상토사(4m이하)

[{(①-H1×2)×(②-H1×2)} + {(③+1.0×2)×(④+1.0×2)}]×½×H2 +

{(③+0.1×2)×(④+0.1×2)}×0.1=

※ 토사구간은 0～4m, 4m 이상으로 구분하며 4m 이상은 2단 터파기로 산출한다.

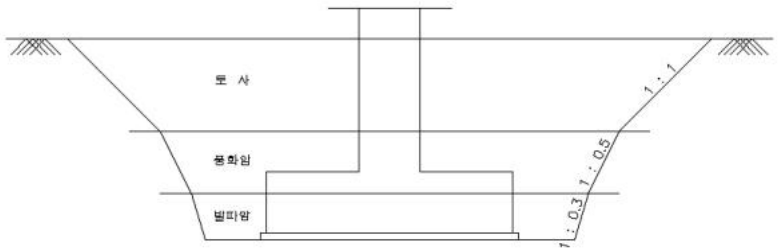
※ 수중터파기 및 용수터파기의 경우도 육상과 동일함

※ 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

※ 흙깍기 비탈면 또는 원지반이 경사진 곳에서 구조물 기초터파기는 지반이 낮은쪽을 기준으로 기초상단이 1.0m 아래에 위치할 경우 장비의 운용성을 고려하여 낮은쪽 지반선보다 윗부분은 깍기로 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.

Ⅱ. 공종별 기준

다. 뒷채움 : 제3장 배수공(5.암거공)의 뒷채움을 따른다.

(⑤+0.5)×½×(H3-H4) = "X"

1) APPROACH SLAB 공제 : a ㎥

2) WING WALL 공제 : b ㎥

3) BRACKET 공제 : c ㎥

※ 포장선 이하에 포함되는 구체에 해당함

라. 세굴방지용 채움재(㎥)

1) 세굴방지용 채움이 필요한 경우에 구조물공 설계요령에서 제시한 "11.부대공 라. 세굴심도 측정 및 사석보호공"의 내용에 따라 세굴심을 산정하여 양단면 평균법으로 산출한다.(사석 중량 및 직경 등을 계산하여 반영한다.)

2) 세굴심에 따라 채움재 설치 반경이 커질수도 있으므로 이 경우 추가터파기를 고려하여야 한다.

마. 유용토(㎥)

지반선 이하의 구체 및 뒷채움재와 세굴방지용 채움재의 체적

※ 하천부 발생잔토는 유용토에서 제외하며, 필요시 하천관리청과 협의 후 유용한다.

바. 되메우기(㎥)

총터파기량-유용토량 =

사. 공제토(㎥)

1) 노상 : 뒷채움, 구체, 날개벽 구체 및 외측부

2) 노체 : 뒷채움, 구체, 날개벽 구체 및 외측부

※ 모든 공제는 교량 시·종점을 기준으로 한다.

아. 줄떼공제(㎥)

교량 시·종점에서 연석의 길이만큼 사면을 따라서 지반고까지 이어지는 경사면적으로 산출한다.

자. 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) 반폭씩 시공시 물푸기 시간 2배 계상한다.

① 토사

○ 터파기(4m 미만)

- 터파기(백호우 1.0m³) : Q = 53.46m³/hr÷1.5 = 35.64m³/hr

- 토사 물푸기 시간 : 토사수중, 터파기량(m³) ÷ 35.64m³/hr = ( )hr

○ 터파기(4m 이상)

- 터파기(백호우 1.0m³) : Q = 48.81m³/hr÷1.5 = 32.54m³/hr

- 토사 물푸기 시간 : 토사수중, 터파기량(m³) ÷ 32.54m³/hr = ( )hr

② 리핑암

○ 발파(물푸기 제외)

○ 집토(4m 미만)

-Q =33.30m3/hr÷1.5 = 22.20m3/hr (= 0.045hr/m3)

-리핑암 물푸기 시간 : 리핑암 수중, 터파기량(m³)×0.045m3/hr = ( )hr

○ 집토(4m 이상)

-Q =30.40m3/hr÷1.5 = 27.03m3/hr (= 0.049hr/m3)

-리핑암 물푸기 시간 : 리핑암 수중, 터파기량(m³)×0.049m3/hr = ( )hr

※ 대형브레이카 적용 시 배수공 기준 참조

③ 발파암

○ 발파(물푸기 제외)

○ 집토(4m 미만)

-Q =17.54m3/hr÷1.5 = 11.69m3/hr (= 0.086hr/m3)

-리핑암 물푸기 시간 : 리핑암 수중, 터파기량(m³)×0.086m3/hr = ( )hr

○ 집토(4m 이상)

-Q =16.01m3/hr÷1.5 = 10.67m3/hr (= 0.094hr/m3)

-발파암 물푸기 시간 : 리핑암 수중, 터파기량(m³)×0.094m3/hr = ( )hr

※ 대형브레이카 적용 시 배수공 기준 참조

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

차. 앞쌓기

앞쌓기 발생시 교량 시·종점 기준으로 하여 노체 쌓기 수량을 계산한다.

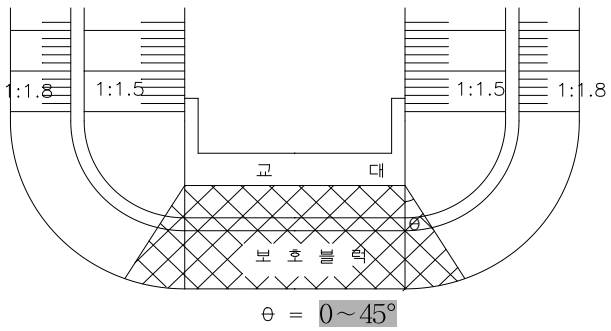
카. 보호블럭

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

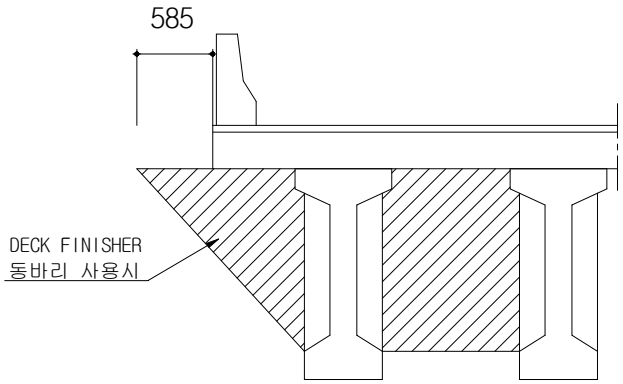
구조물 형식별, 부재별로 적용된 사항에 따라 아래와 같은 규격별로 산출한다.

최대골재치수-설계기준강도-슬럼프치 (예 : 25-35-150)

나. 거푸집 (합판 3회)

벽체 및 상부에 적용한다.

※ P.S.C BEAM일 경우



다. 동바리

1) 목재 4회

① 쌓기구간 - 원지반 상단에서 산출한다.

② 깍기구간 - 원지반 상단에서 산출한다.

2) 시스템(필요시 강관)

① 쌓기구간 - 원지반 상단에서 산출한다.

② 깍기구간 - 원지반 상단에서 산출한다.

3) 수평연결재(강관동바리 적용시) : ㎡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.

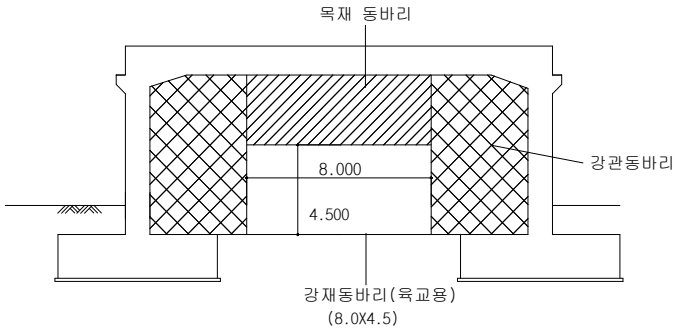
② 라멘교의 SLAB 현장 타설 콘크리트 하중을 지지하기 위한 강재 동바리는 기초 상단으로부터 산출한다.

5) 데크피니셔용 : 현장여건 및 경제성을 고려하여 반영한다.

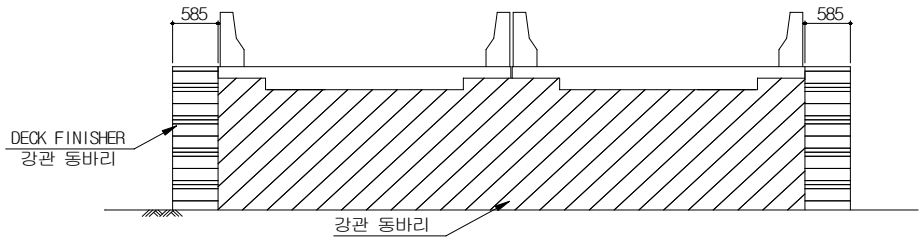
① 목재, 강관

Ⅱ. 공종별 기준

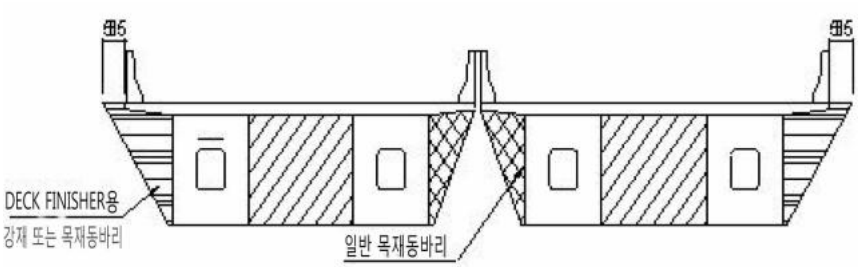
○ 라멘교



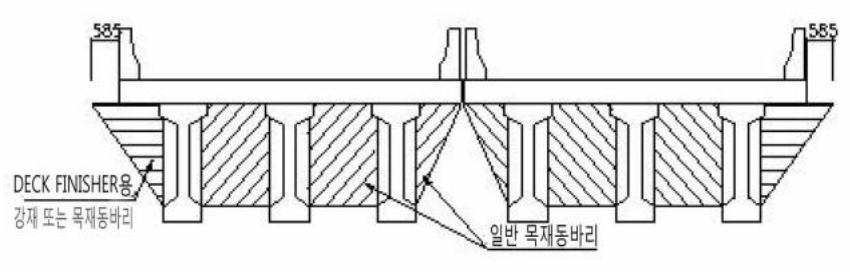
○ SLAB교



○ 거더교



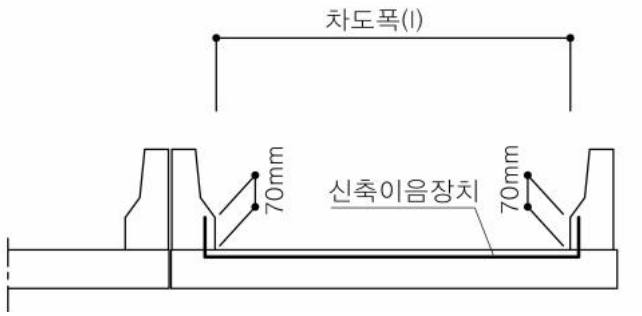
○ 빔　　교



라. 신축이음장치(차도용:m)

1) 중분대 및 방호벽 구간은 제외한다.(누수방지를 위해 신축이음장치를 중분대 및 방호벽에 70mm 연장 적용한다.)

2) 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(㎡)

1) 방호난간 및 중분대 접지면을 제외한 SLAB 상판 면적으로 산출한다.

※ DECK FINISHER 면고르기도 동일(소교량 제외)

※ 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침(국토교통부, 2017.04)을 따른다.

※ 아스팔트 포장 교면 방수 : 교량하중등급에 따라 적용한다.

도로교 연장	교량연장 및 형식	교면방수	비 고
100m이하	100m 이하교량 라멘교, 슬래브교, 거더교	단일층 : 시트식 또는 도막식	
100m이상	100m 이상교량 거더교, 특수교	2.0층 : 프라이머+도막식+시트식 또는 프라이머+시트식+시트식	

아. 배수시설

1) 배수구

① 배수구 설치는 수리검토 결과에 의한다.(점배수 또는 선배수)

② 육교용과 하천용(하천통과교량)으로 구분한다.

○ 육교용(점배수 또는 선배수) : ITEM별로 수량 산출한다.

○ 하천용(점배수) : 집수구(EA), 배수구(m)

2) 교면포장 물빼기공

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 물빼기

○ 신축이음장치를 고려하여 설치

자. 낙하물 방지공(㎡) : 방호선반(KS F 8016, 안전인증제품 또는 동등 성능이상

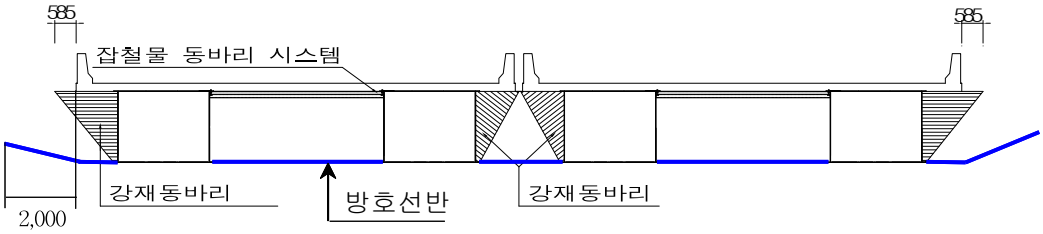
① 국도횡단 및 교통량이 빈번한 장소에서 시공 시 하부통행자 보호를 위해 낙하물에 의한 2차 사고를 방지하기 위하여 방호선반으로 적용하여 면적(㎡)으로 산출한다.

② 설치위치 : 도로 철도 횡단구간 및 통행자(차량)가 빈번한 구간

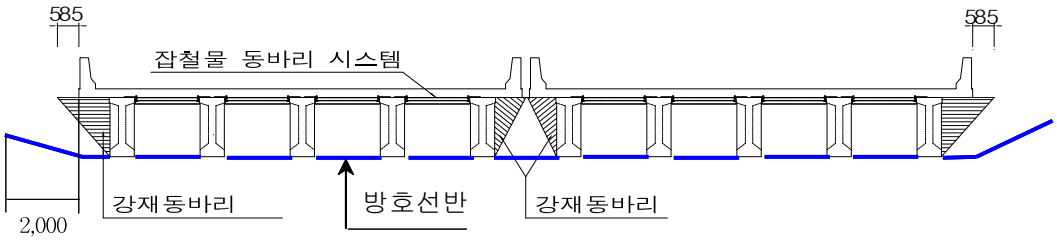
③ 설치범위 : 교축직각방향 - 수평여유폭 2m + (슬라브폭-거더폭) + 수평여유폭 2m

교 축 방 향 - 계획횡단도로(철도) 폭원 + 2m(여유폭) x 2

○ 거더교



○ 빔교



차. 시공 JOINT(㎡)

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} = 60MPa

※ 배합비

- 시멘트 : 600kg/m^3
- 모 래 : 600kg/m^3
- 자 갈 : 1000kg/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. 스페이셔 설치

1) 슬래브 및 기초와 벽체용으로 구분 산출한다.
2) 합판 6회는 제외

고. 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)

Ⅱ. 공종별 기준

중량 W : 40ton 이하 (차량포함)

※ 강판제작 할증수량은 실제손실율에 따라 정산되도록 강판자재비에 할증수량 반영 금지

교. 강교 도장

1) 각 공종별 도장은 현장도장이 불가피할 경우를 제외하고는 공장도장을 우선한다.

※ 현장에서의 작업은 환경문제 및 도장의 품질관리 확보 곤란

2) 각 공종별로 구분 산출

① 내부도장(공장) : 공장에서 완료

② 연결판 도장(공장) : 공장에서 완료

③ 내부볼트 및 연결판 도장(현장) : 현장에서 완료

④ 외부도장(공장) : 공장에서 완료

⑤ 외부포장면도장(공장) : 공장에서 완료

⑥ 외부볼트 및 연결판 도장(현장) : 현장에서 완료

⑦ 외부도장(현장) : 공장에서 상도까지 완료할 수 있음.

※ 현장도장 필요 시는 분진시설 및 작업대 등을 설치하여야 한다.

구. 강교 비파괴 검사 [KCS 24 30 00 강교량공사(2018년) 참조]

강교 주부재 및 주응력을 받는 2차부재의 용접부는 비파괴 검사(RT, UT, MT)를 하여야 한다.

※ 방사선 투과검사(RT)

① 인장 또는 교번하중을 받는 용접부의 검사는 용접 시, 종점부에 각 2매실시

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 플랜지와의 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. 구조용 콘크리트(㎥)

구조물 형식별, 부재별로 적용된 사항에 따라 아래와 같은 규격별로 산출한다.

최대골재치수-설계기준강도-슬럼프치(예 : 25-35-150)

나. MASS 기초용 콘크리트(㎥) : 25-18-150

다. 콘크리트(㎥) : 25-16-150

버림 콘크리트

라. 거푸집

· 수직고 7 m이상인 경우에는 7 m를 초과하는 3 m 증가마다 추가 계산한다.

1) 합판거푸집

구 분	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 횟수는 10회로 한다.

4) 강재거푸집

① 교각은 강재거푸집 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 : 벽체 설치를 원칙으로 한다.

구 분	사용조작횟수
패 널 류	20회 사용잔존율 25%
보, 드롭헤드, 강관파이프, 후크클램프, 웨지판	25회 사용잔존율 10%

※ ◦ 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, 신축이음장치등 철근 가공조립이 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

· D13㎜ 이하 : 3%	일반적으로 배력근, 띠철근, 조립철근, 슬래브 철근 등으로 적용되어 손실율이 적게 발생되므로 이형철근 3%를 적용한다.
· D16~19㎜ : 3%	
· D22㎜ 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.

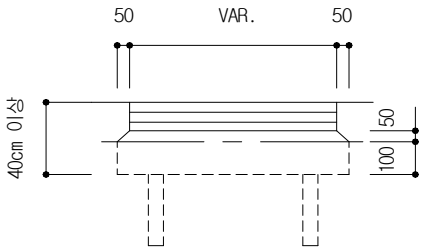
① FIX TON별 EA당

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 40㎝이상이 되도록 받침 모르타르를 설치한다.

아. 비 계 (㎡)

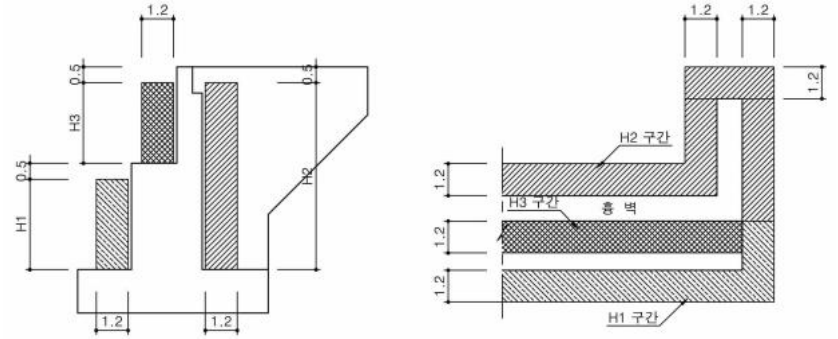
1) 모든 비계는 시스템 비계(일체형 작업발판) 적용을 원칙으로 한다.

2) 다만, 시스템 비계 설치가 곤란한 경사지, 복잡한 구조형식, 비정형구조물, 지반 등 현지 여건이 강관비계를 사용할 수 밖에 없는 경우에는 작업 전에 상세도 및 구조계산서를 포함한 작업계획을 작성하여 감독원 승인을 받아 작업에 착수해야 한다.

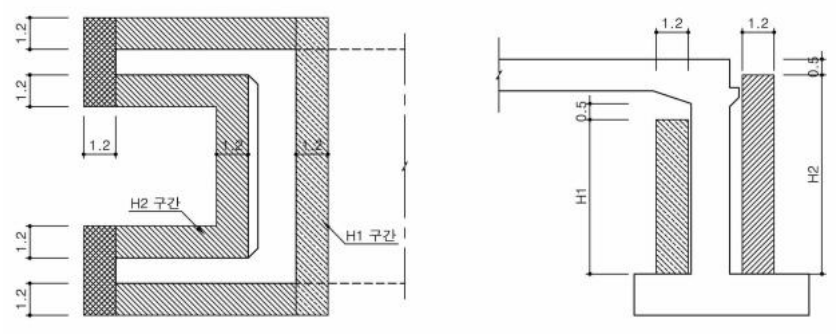
3) 강관 비계 사용 시 아래를 기준으로 산출 한다.

(폭원: 1.2m, h = 구체높이가 2.0m이상일 경우에 적용한다.)

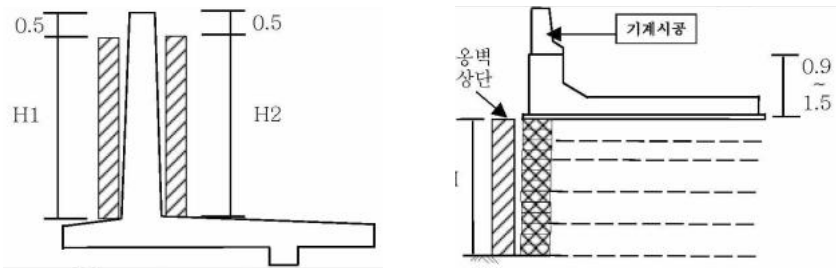
① 교대



② 라멘

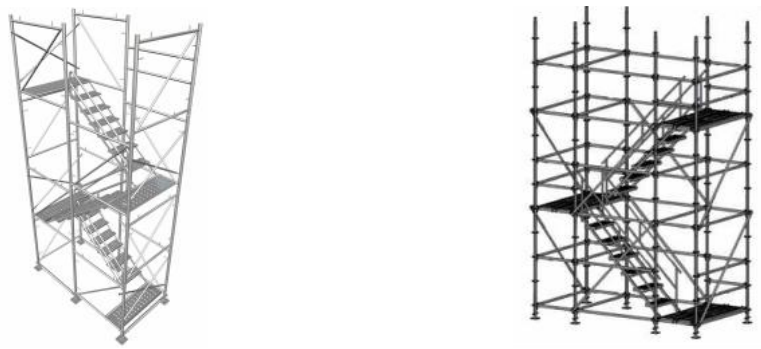


③ 옹벽



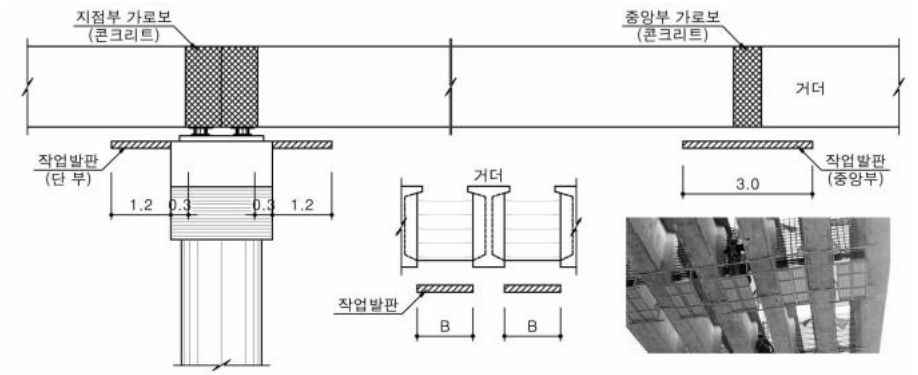
4) 가설계단 : 워킹타워

- 일체형 발판을 사용하여 가설계단을 타워 형태로 설치
- 교각 기초 상단에서 코핑부 상단까지 높이로 산출한다.
- 적용규격 : 3,000~5,400mm(가로폭)×1,200~1.829mm(세로폭)
- 교각 기둥(column)별 1ea 반영하며 다주식 교각 중 교각 기둥 사이 간격이 워킹타워 설치 폭 보다 작은 경우 1ea만 반영한다.
- 수량은 각 현장여건을 고려하되 표준품셈에 따라 산출한다.



[가설계단(워킹타워) 예시도]

5) 가로보 작업 발판 (개소)



6) 터파기 가설계단 (m)

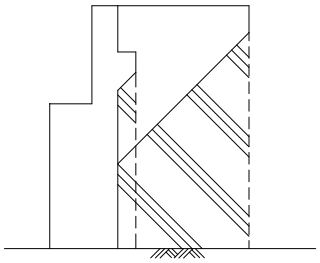
- 작업자의 안전확보 및 작업의 효율을 목적으로 가설계단이 필요하다고 판단되는 경우 필요한 높이로 산출한다.
- 토공 터파기 내의 작업자 출입, 폐합형 가시설의 작업자 출입용 가설계단으로 터파기 면에서 원지반까지 높이로 산출한다.

7) 기타 비계

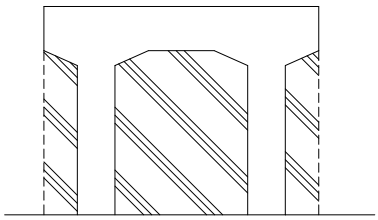
- 달비계, 말비계, 브래킷 비계 등 현장에 필요한 비계 등은 별도로 검토 후 안전에 문제가 없도록 상세도 및 구조계산서를 첨부하여 시공 전 감독원의 승인을 득한 후 적용한다.
- 현장에 따라 KCS 21 60 10 표준시방서 및 표준 품셈을 적용하여 산출 한다.

자. 동바리 (H=2.0m이상일 때 적용) (공/㎥)

1) 교 대



2) 교 각



※ 모든 동바리는 시스템 동바리 적용을 원칙으로 한다.

※ 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.

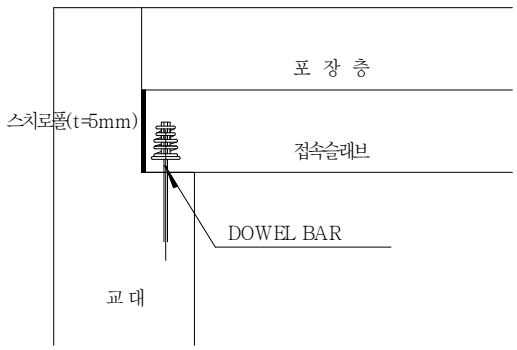
타. DOWEL BAR

1) APPROACH SLAB용

① 교 대 : D25, L=600, C.T.C 400

2) APPROACH SLAB 줄눈용 스티로폼

- 교대(또는 벽체)와 접속 슬래브 사이의 포장 균열 억제를 위한 줄눈용 스티로폴의 두께를 20mm에서 5mm로 축소조정.



파. STEEL PILE

1) 품명, 규격별로 산출한다.

2) 길이별 본수(m)

① 항 타 비 : 말뚝길이-0.20m : 실근입깊이(단, 경사항타가 있을 경우에는 -0.25m)

② 말뚝이음 : 말뚝길이 15m에서 하며, 이음부 비파괴시험 수량을 반영한다.

③ 자 재 비 : (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.

구 분	시험항목 및 방법	시험빈도	비 고
정재하 시험	말뚝250개당 또는 구조물(교량)별	1회	
동재하 시험	구조물(교량)별 말뚝 수 1~80본 까지	2회	
	구조물(교량)별 말뚝 수 1~160본 까지	3회	
	구조물(교량)별 말뚝 수 160본 이상	4회	

하. 석축 및 돌붙임

1) 수량산출서상 전개도를 그려서 수량을 산출한다.

2) 직고 3.0m 단위별로 구분 산출한다.

3) 물구멍은 2.0㎡당 1개소씩 계상(P.V.C φ50m/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(점유폭)

1) 총칙의 기준에 따른다.

고. 교량 점검시설

1) 구조물공 설계요령 “10. 교량유지 관리용 접근시설”편에 따라 적절한 점검시설을 교대, 교각별로 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

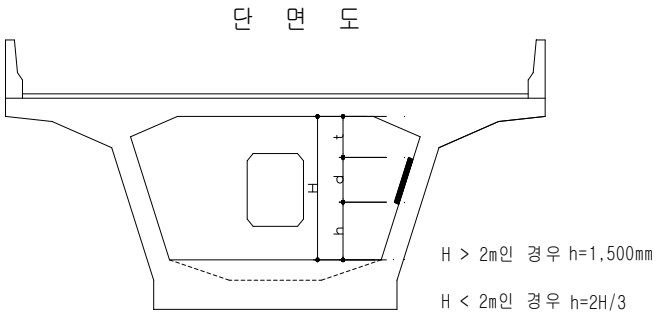
○ 재 질

– 판 넬 : 알미늄판

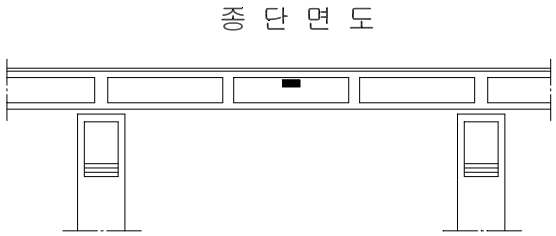
– 문자 및 바탕 : 고휘도 반사지

② 콘크리트 BOX GIRDER교

○ 설치높이

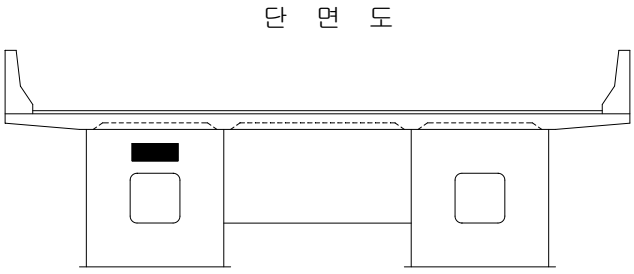


○ 설치위치

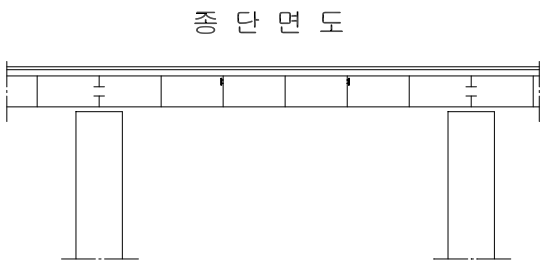


③ 강 교

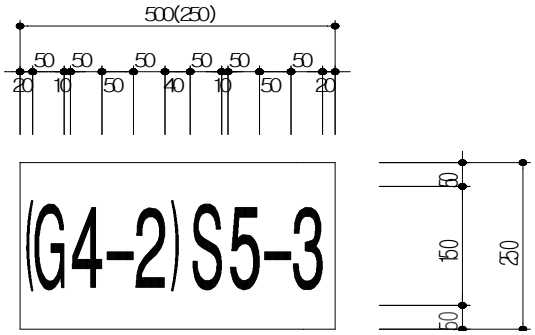
○ 설치높이



○ 설치위치



○ 문 안



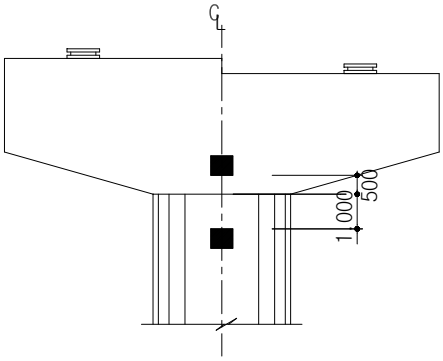
- 주) ( ) : GIRDER수가 하나인 경우 생략
- G : GIRDER - 4 : 총 GIRDER수
- 2 : GIRDER번호(노선시점 기준으로 좌측에서부터 번호부여)
- S : SPAN - 5 : 총 SPAN수 (교량시점(A1)기준으로부터 번호부여)
- 문자획의 굵기 : 20m/m - 글씨체 : 고딕
- 색 상 : 바탕(청색), 문자(백색)
- 판 넬 : 알루미늄판
- 부착방법 : HIL T1 볼트, 점용접, 접착제 (에폭시수지)

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 > 10m인 경우 : 교각 중간부에 설치한다.

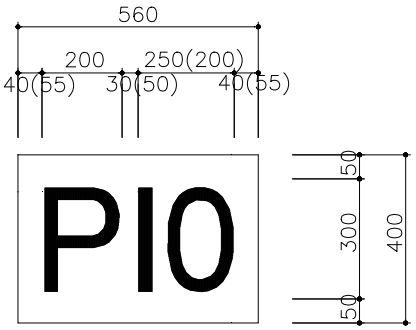
• H ≤ 10m인 경우 : 교각 상단으로부터 1m 아래 설치한다.

– 설치위치

• 좌·우 분리교각 : 교각코핑 측면에 부착한다.

• 좌·우 일체교각 : 교각코핑 중앙부 양면에 부착한다.

– 문 안



• 색 상 : 바탕(청색), 문자(백색)

• 글씨굵기 : 25㎜

• 판 넬 : 알미늄판

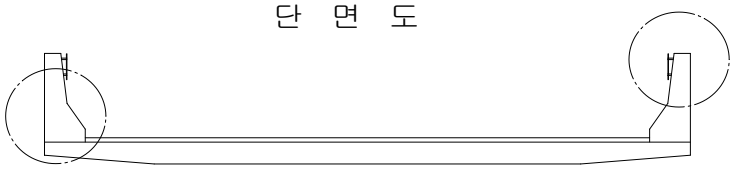
• 주) ( ) : 외수일 경우

• 부착방법 : HILTI 볼트

○ 상부난간

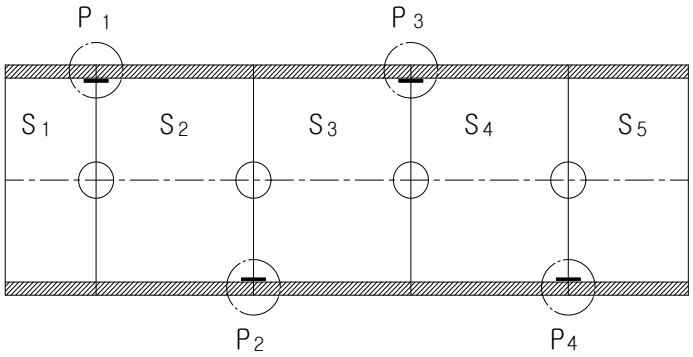
– 설치높이

단 면 도

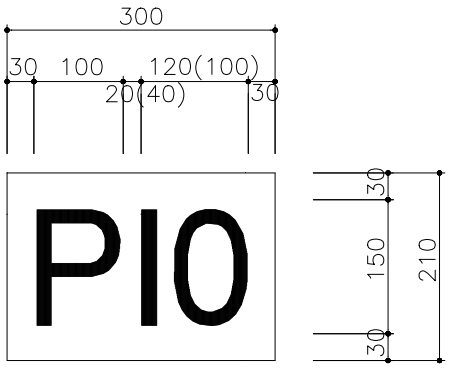


– 설치위치 : 좌·우 지그재그로 배치

평 면 도



– 문 안



- 색 상 : 바탕(청색), 문자(백색)
- 글씨굵기 : 20㎜
- 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.

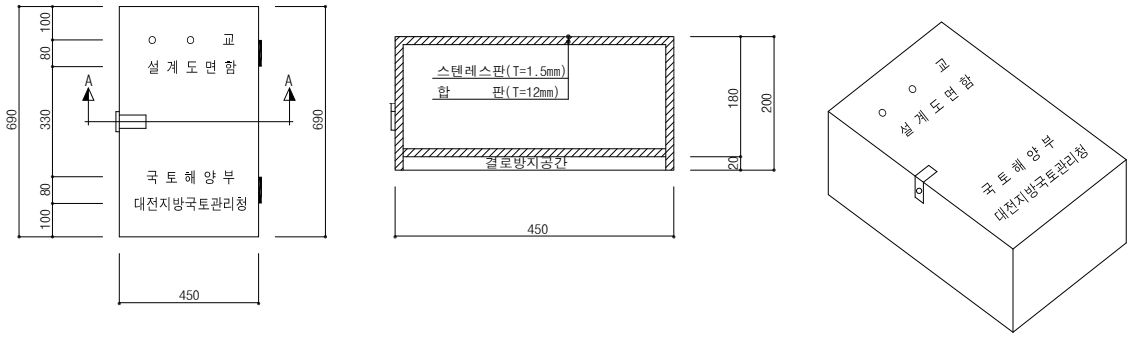
라. 도면보관함

- 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.

· 최근 전산화로 인해 특별히 설치 필요시 산출한다.

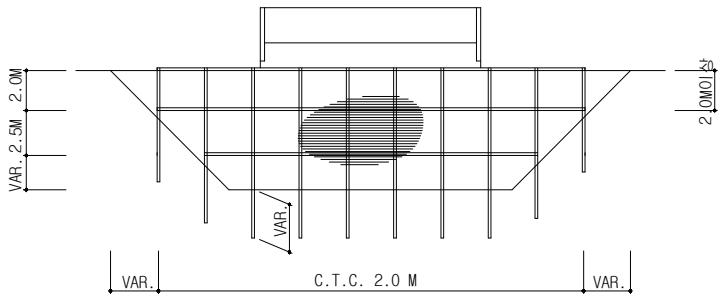
평 면 도 단 면 A-A 투 시 도



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 (300×90×9×13)	계			54.5kgf/m (38.1kgf/m)	tonf
토류판	1,950×150×100(80)					㎡
EARTH ANCHOR		계				

사. 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 유용

하며, 운반은 현장 여건에 따라 계상한다.(유・무대로 운반)

③ 다짐은 노체다짐으로 시공 한다.

2) 사토 구간

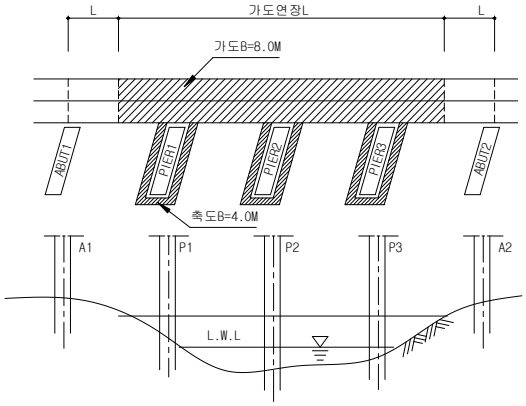
① 본선 또는 가까운 장소에서 발생되는 토석 등으로 가도 및 축도를 쌓고, 철거는 정리 후 사토처리 한다.

② 골재원 및 준설가도는 하상정리 후 사토.

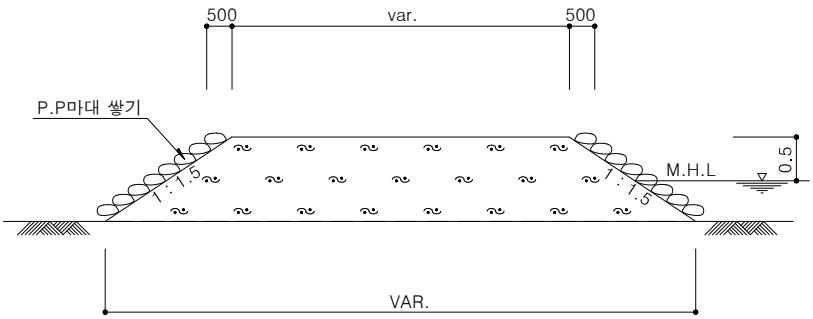
3) 교량가도 및 축도

① 일반교량 : 가도 및 축도로 계상한다.

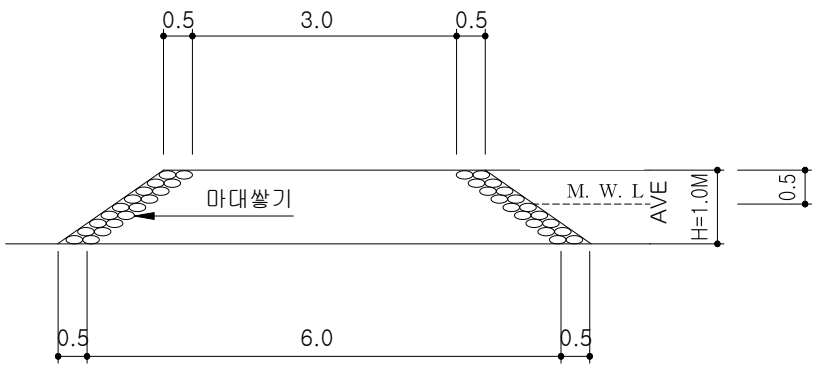
② 빔 교 량 : 가도는 양측 (상, 하류) 및 축도로 계상한다.



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 정산 처리 한다.

※ 가도 및 축도 단위수량은 다음과 같다.

○ 쌓기 면적

가도 : (8.0+11.0)×½×1.0=9.5㎡

축도 : (4.0+7.0)×½×1.0=5.5㎡

○ 마대 쌓기

가도 : $\sqrt{(1.0^2+1.5^2)}\times 2 = 3.6\text{m}$

축도 : = 3.6m

○ 가배수관

하천의 M.W.L에 대한 유량이 통과할 수 있도록 수리 검토를 하여 가배수관의 직경 및 소요 개수를 산정하도록 하며 가배수관의 직경은 ∅800mm이상으로 한다.

○ 가배수관은 전체연장의 부설비 및 철거비를 산출하고 가배수관의 재유용 및 재료비는 공사기간에 따라서 품셈을 기준으로 산출한다.

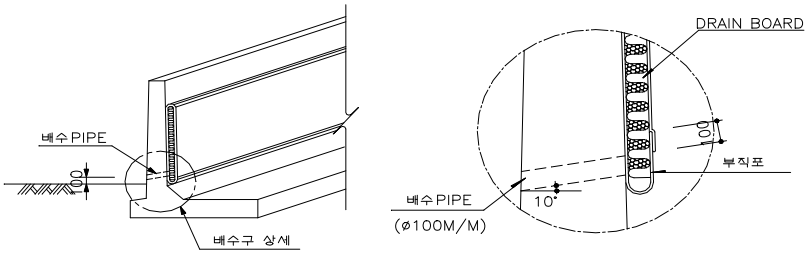
5. 옹벽공

가. 배수시설공

1) DRAIN BOARD설치에 의한 배수

① PVC PIPE (Φ=100 mm) : 옹벽 높이에 관계없이 4.5 m당 1개소를 설치한다.

② 시공성 양호, 배수효과 양호하다.

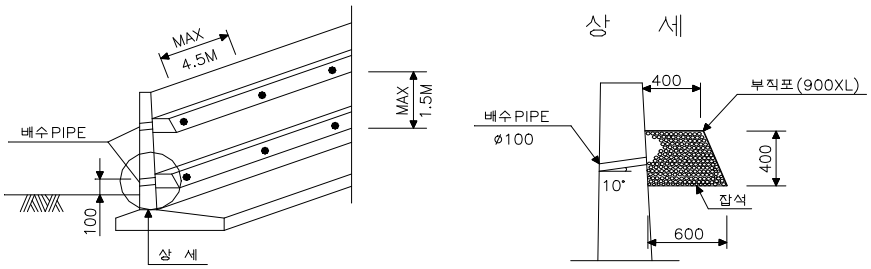


2) 기존 필터층 설치에 의한 배수

① PVC PIPE(Φ=100mm) : 2 ㎡당 1개소 산출한다.

② 부직포(900×L) × 필터층수로 산출한다.

③ 필터층 설치곤란



나. 거푸집

- 구 체 : 합판 3회, 노출면 코팅 3회
- 기 초 : 합판 4회
- 버 림 : 합판 6회

1) 옹벽, 슬래브 거푸집은 합판 3, 4회를 유로폼(20회)으로 적용하되 현장여건에 따라 조정한다.

2) 옹벽 전면 노출면은 가능한 문양 거푸집을 적용한다.

다. 비 계

1) 흙쌓기 구간 : Footing 상단에서 계상, 흙깍기 구간 : Footing 상단에서 계상한다.

2) 간격 0.5 m, 폭 1.0 m(목재), 1.2 m(강관)계상 : 상단에서 50cm는 제외한다.

3) 구체 수직고 H=2.0 m 이상부터 적용한다.

4) 시스템비계 적용을 원칙으로 하며 부득이한 경우 강재 및 목재비계를 적용한다.

라. 터파기

1) 암거의 경우와 동일 적용한다.

5. 지 하 차 도 공

목 차

5.1 설 계 요 령

1. 하중
2. 하중조합
3. 구조해석 및 단면설계
4. 사용성 검토
5. 기타사항

5.2 수량산출요령

1. 토 공
2. 흙막이 및 복공
3. 구 조 물 공
4. 방 수 공
5. 어 스 앵 커 공

5.1 설계요령

[도로설계편람(제7편 지하차도)-국토해양부 2012년]

위 도로설계편람에서 규정하지 않은 사항은 본 설계요령 구조물공에서 적용한 각종 설계기준을 따른다.

1. 하중

가. 하중의 종류

설계에 적용하는 하중은 다음과 같다.

・고정하중 ・활하중 ・토압 ・수압 ・부력(양압력) ・기타 실하중 ・지진하중

1) 고정하중

・구조물 자중

・기계실 하중

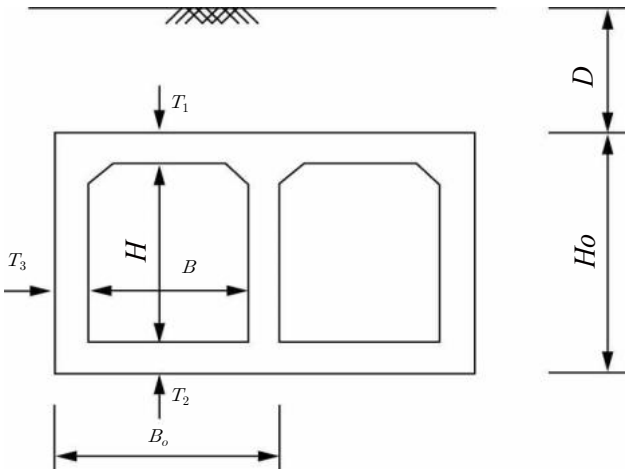
구조물 내 상판하중 가운데 펌프실, 전기실, 환기기계실 등의 기계하중은 기능실 배치의 변동 등을 고려하여 변전소 이외의 기계실 하중은 25kN/m²을 표준으로 적용할 수 있다. 특수 기계에 대하여는 실중량에 의하고 진동하중 및 교번하중이 생기는 기계에 대하여는 이를 특별히 고려하여야 한다.

2) 활 하 중

① 노면 활하중

가. 구조물 내공이 6.0 m 이하인 경우

- D : 박스 상면의 매설깊이(m)
- B_o : 박스폭(다련 BOX인 경우 외측 1BOX의 폭)(m)
- 노면활하중이 10.0 kN/m^2 이하일 때에는 10.0 kN/m^{2}으로 한다.



○ $\frac{D}{B_o} \geq 0.5$인 경우

매설깊이(D, m)	노면활하중 (P_{v1}, kN/m^2)	비고
1.0	39.0	매설깊이 중간값은 노면활하중 상위값 적용
1.5	25.0	
2.0	18.0	
2.5	14.0	
3.0	11.0	
3.5 이상	10.0	

○ $\frac{D}{B_o} < 0.5$인 경우

$\frac{D}{B_o}$	노면활하중 ($P_{v1} \times D$, kN/m^2)	비고
0.1	17.0	$\frac{D}{B_o}$의 중간값은 $P_{v1} \times D$의 상위값을 적용, 노면활하중 P_{v1}은 표의 값을 D로 나누어 구함
0.2	27.0	
0.3	33.0	
0.4 이상	36.0	

- 매설깊이 1.0 m 이내의 경우 이동하중을 직접 재하하고 상부 슬래브는 바닥판 기준을 따라 설계한다.
- 상기 노면 활하중 값의 기준은 DB-24이므로 DB-18 적용 시는 별도로 검토하여 적용되어야 한다.

나. 구조물내공이 6.0 m 이상인 경우

매설깊이 (m)	노면활하중 (kN/㎡)	매설깊이 (m)	노면활하중 (kN/㎡)
1.0	51.0	5.0	15.0
1.5	39.0	6.0	15.0
2.0	21.0	7.0	15.0
2.5	17.0	8.0	12.0
3.0	15.0	9.0	11.0
4.0	15.0	10.0 이상	10.0

주) 매설깊이의 중간값은 노면 활하중 상위의 값을 적용한다.

② 군집하중

군집하중은 5.0kN/m²의 등분포하중으로 고려할 수 있으며 충격은 고려하지 않는다.

3) 토 압

· 토압의 적용

- 구조물 설계 : 정지토압 및 주동토압 사용
- 가설재 설계 : 주동토압을 원칙으로 하나 가설구조물을 본체로 이용 하는 경우에는 정지토압을 사용한다.

· 토질정수의 설계반영

- 토질조사시험(실내·실외시험)의 결과를 이용하여 토질정수를 결정한다.
- 위에서 결정된 토질정수를 구조물 및 가설재 설계에 반영할 수 있도록 토질기술자로부터 토질정수 선정 및 이용방법을 제시받아 적용한다.
- 단면 구조해석 및 가설재 설계시 토질기술자가 제시한 것을 검토, 설계에 반영토록 한다.

· 정지토압

- 정지토압은 개착식 공법에 의한 지하 박스구조물 등 정지토압을 적용하는 것이 타당한 경우에 적용한다.
- 토압이 작용하는 박스구조물은 전 설계토압이 작용하는 경우 및 전 설계토압의 1/2이 작용하는 경우 중에서 불리한 경우의 단면력에 대하여 설계하는 것으로 한다.
- 정지토압의 계산은 다음식에 의한다.

$$P_0 = K_0(q + \gamma_t h_1 + \gamma_{sub} h_2)$$

여기서, P_0 : 토압 (kN/㎡)
K_0 : 정지토압계수
q : 상재하중 (kN/㎡)
γ_t : 지표에서 지하수면까지의 흙의 단위중량 (kN/㎥)
γ_{sub} : 지하수면 이하의 흙의 단위중량 (kN/㎥)
h_1 : 지표면에서 지하수면까지의 깊이 (m)
h_2 : 지하수면에서 측압을 구하려는 위치까지의 깊이 (m)
ϕ : 흙의 내부마찰각 (°)

- 연암층 이상의 암반층에 굴착 시공된 박스구조물에 작용하는 측압에 대해서는 지반조사 및 지질구조 조사 결과에 나타난 절리 및 단층 등의 불연속면의 방향성 및 경사각 등을 고려한 암반사면 안전성 분석을 시행하여 암반의 자립여부를 판단, 토압의 증가 여부를 고려할 수 있다.

· 주동토압

- 주동토압은 옹벽 구조물 등 주동토압 적용이 타당한 경우에 적용한다.
- 주동토압 계산은 다음 식에 의한다.

$$P_a = K_a(q + \gamma_t h_1 + \gamma_{sub} h_2)$$

- 여기서, 주동토압계수(K_a)의 산정식은 안정검토시에는 Rankine 토압공식, 부재력 산정시에는 Coulomb 토압공식을 사용한다.

· 흙의 단위중량과 내부 마찰각
  - 지반조사 자료의 분석과 경험을 종합적으로 고려하여 토질책임기술자가 제시한 값을 사용한다.
  - 다만, 사질토로서 시험에 의하지 않았을 경우는 토질책임기술자의 판단하에 토질공학에 입각한 관계식이나 다음 표의 값을 참고하여 사용할 수 있다.

【 토압계산에 사용되는 일반적인 흙의 단위중량과 내부마찰각 】

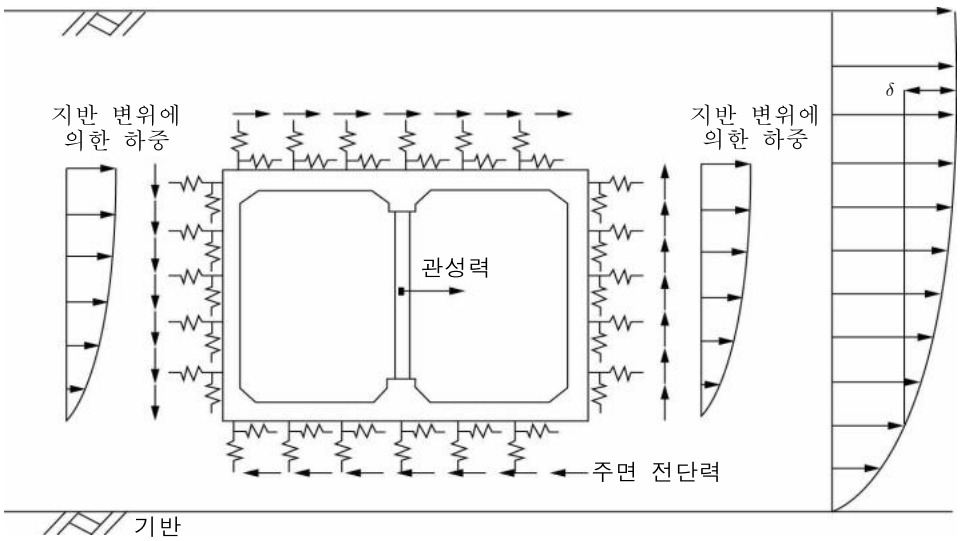
흙의 종류	상대밀도	단위중량 (kN/m^3)	내부 마찰각(°)	비고
모래자갈	조밀	20	33	
	보통	19	30	
	느슨	18	28	

4) 수 압
· 지하수에 의한 수압은 정수압을 기준으로 다음식으로 계산한다.

$F = \gamma_w h$

여기서, F : 정수압 (kN/m^2)
γ_w: 물의 단위중량 (kN/m^3)
h : 지하수 깊이 (m)

5) 지진하중
· 지하차도 내진설계는 내진설계일반 (KDS 17 10 00)에 준하되, 그 세목은 KDS 11 44 00 내진설계편을 따른다.
· 지하차도 구조물 내진설계는 성능에 기초한 내진설계 개념을 도입하였으며, 내진성능수준은 기능수행수준과 붕괴방지수준을 만족하도록 설계하여야 한다.
· 기능수행수준은 설계지진하중 작용시 수용시설(전기, 기계)의 기능을 유지하는 한도에서 부분적인 피해를 허용하는 성능수준이다.
· 붕괴방지수준은 설계지진하중 작용시 구조물의 전부 또는 일부가 붕괴되지 않는 성능수준이며, 가능하면 지진에 의한 피해의 예측이 가능하고 피해조사와 보수를 위해 현장접근이 가능하도록 설계하여야 한다.
· 지하차도 구조물은 내진 I 등급의 내진성능을 갖도록 한다. 단, 수용하는 시설물의 중요도 등을 고려하여 내진등급을 상향할 수 있다.
· 지하차도 구조물의 지진해석은 지반 조건, 구조 조건 등을 고려하여 응답변위법 혹은 시간이력해석법을 사용하여 수행할 수 있다.



응답변위법의 개념도

나. 구조물 안정 검토

1) 부력 검토기준

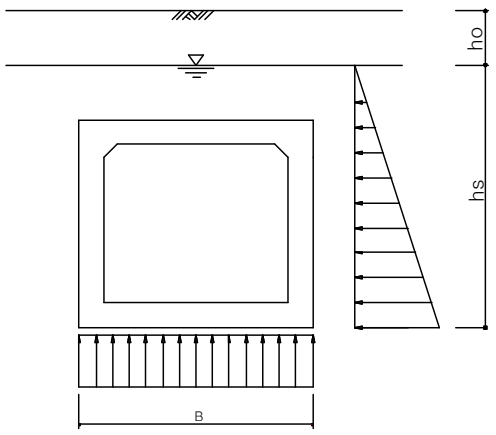
- 지하박스 구조물 설계 시 지하수위 이하에서는 간극수압이 작용하므로 정수압이 작용하는 것으로 가정하여 부력에 대한 안정성 여부를 검토하여야 한다.
- 부력에 대한 안전여부는 공사 중과 완공 후로 구분하여 검토하고, 공사 중에는 공사 단계별 조건 중에서 가장 위험한 조건에서 검토한다.
- 부력에 의한 안전율이 부족할 경우는 보강 key, Anchor설치 등 필요한 조치를 취하여야 하며, 영구 구조물에서 부력방지용 앵커를 설치시에는 앵커 인장력을 구조 계산시 고려해야 한다.

2) 부력에 대한 검토

(가) 부력

-부력(B)은 구조물 바닥폭(b) 전면에 수압(u)을 균등하게 작용시킨다.

$$B = \gamma_w h_s b \quad (u = \gamma_w h_s)$$



여기서, $_B$: 부력(kN/㎡)

γ_w: 물의 단위중량(kN/㎥)

h_s: 지하수 심도(m)

B : 부력이 작용하는 구조물의 폭(m)

(나) 저항력

· 부력에 대한 저항력(R)은 고정하중인 구체자중(W_1) 및 상재고정하중(W_2)과 측면 마찰력(P_s)의 총합으로 한다.

· 저항력 : $R = W_1 + W_2 + P_s$

$$P_s = 2\ c\ D + K_u\ \gamma\ D^2\ \tan\delta$$

여기서, c : 점착력 (kN/㎡)

D : 적용 심도 (m)

K_u : 토압계수로서 흙의 변형상태로부터 발생하는 정지토압 계수 K_0에서 수동토압계수 K_p 사이의 값으로 안전을 고려하여 정지토압계수($K_0 = 1 - \sin\phi$) 적용

γ : 양압력을 고려한 습윤상태의 단위중량 (kN/㎥)

$\tan\delta$: 파괴면이 비교적 구조물 벽면에 인접하여 있으므로 구조물과 지반의 상대마찰각으로 생각하며 $\delta = (2/3)\phi$로 적용

· 구체자중은 구조물 자중만을 고려하는 것으로 한다.

· 상재고정하중은 포장하중과 지하수의 영향을 고려하여 구한다.

· 지하수위 이하의 흙의 자중은 지하수위 이하 흙의 단위중량(γ_{sub})을 기준으로 하고 연직수압은 추가로 고려하여야 한다.

· 구조물 벽체와 주변 뒤채움 흙과의 측면마찰력을 재질간의 접촉불확실성을 고려하여 무시한다. 단, 부력방지 키를 설치한 경우와 구체상면은 측면 마찰력을 고려한다.

3) 안정검토

· 부력에 대한 안전율(F_s)은 다음조건을 만족하여야 한다.

$$\text{안전율 } F_s = R/B$$

공사 중	완공 후	
	조사수위 적용시	GL-1.0m 극한상황
$F_s \geq 1.1$	$F_s \geq 1.2$	$F_s \geq 1.05$

2. 하중조합

지하차도 구조물의 설계단면력은 설계기준 KDS 14 00 00에 규정된 조합중에서 가장 불리한 외력을 일으키는 조합을 사용하여 계산한다.

3. 구조해석 및 단면설계

가. 일반사항

1) 구조형상 및 단면은 구조물의 내공치수를 확보하고, 관련규정에 부합되며 안전도와 사용성을 고려하여 적절하도록 설계하여야 한다.

2) 기초지반이나 단면의 변화가 심한 구간등 필요한 구간에 대하여는 3차원의 거동 및 종·횡방향의 단면에 대하여도 검토하여야 한다.

3) 헌치부는 단면변화에 따른 응력집중이 발생치 않도록 가급적 완만하게 하여야 한다.

나. 활하중의 재하

1) 활하중의 재하방법

활하중은 해당 바닥판이나 노면에만 재하된 것으로 보아 해석한다.

2) 고정하중과 활하중의 조합

모든 지간에 고정하중을 재하하고 부재에 최대단면력이 발생하도록 활하중을 각지간에 연속 또는 불연속으로 재하한다. 그러나 고정하중이 지배하는 구조물에서는 활하중을 만재한 상태에서 단면력을 구해도 좋다.

다. 경 간

1) 받침부와 일체로 되어있지 않은 부재는 순경간에 보나 슬래브의 두께를 더한 값을 경간으로 하여야 한다. 그러나 그 값이 받침부의 중심간 거리를 넘을 필요는 없다.

2) 골조 또는 연속구조물의 해석에서 휨 모멘트를 구할 때 사용하는 경간은 받침부의 중심간 거리로 하여야 한다. 받침부와 일체로 시공된 보의 경우 받침부 전면의 모멘트로 설계할 수 있다.

라. 단면 2차 모멘트

단면 2차 모멘트는 철근을 무시하고 부재의 콘크리트 전단면에 대하여 계산해도 좋다. 단, 철근을 고려할 때는 환산단면으로 계산하여 산출한다.

마. 전산 구조해석

1) 하중재하 및 설계 단면력 산정

설계단면은 <가. 하중과 나. 하중조합>을 사용하여 필요한 하중조합으로 재하하여 가장 불리한 설계 단면력으로 설계한다.

2) 토사부에 지지되는 구조물의 해석방법

저판밑의 지지부에 지반스프링을 두어 해석하거나 상·하부 하중의 평형을 고려하여 기둥 및 벽체 하부에 지점을 두고 해석할 수 있으며, 지반스프링을 두고 해석하는 경우에 사용되는 지반 반력계수는 각종 조사 및 시험 결과에 의해

얻어진 변형계수 및 기초의 재하폭등의 영향을 고려하여 정한다. 지반스프링에 인장력이 발생 할 경우에는 인장스프링을 제거시켜 압축스프링만 남겨둔 상태로 계산한다.

3) 암반지반에 지지되는 구조물의 해석방법

- 암반지반에 위치하는 경우에는 저판밑에 지반스프링을 두어 해석하거나, 또는 집중하중을 받는 벽체 혹은 기둥하단부위에 회전 또는 이동지점의 경계조건을 부여하고 저판에 양압력을 작용시켜 해석한다.
- 지반 반력계수는 시험성과가 있을 때에는 시험치를 사용하되, 시험치가 없는 경우에는 암반의 공학적 특성치(변형계수, 일축압축강도, RQD등)와의 상관관계에서 구하여 사용한다.

4. 사용성 검토

- 구조물 또는 부재가 사용기간 중 충분한 기능과 성능을 유지하기 위하여 사용하중을 받을 때 사용성을 검토하여야 한다.
- 사용성 검토는 설계기준 KDS 14 20 30 기준 따라 검토한다.

가. 균열의 제한

1) 일반사항

① 다음 ② 및 ③의 경우를 제외하고는 KDS 14 20 20 (4.2.3)을 포함하여 이 구조기준의 다른 모든 규정을 만족하는 경우 균열에 대한 검토가 이루어진 것으로 간주할 수 있다.

② 특별히 수밀성이 요구되는 구조는 적절한 방법으로 균열에 대한 검토를 하여야 한다. 이 경우 소요수밀성을 갖도록 하기 위한 허용균열폭을 설정하여 검토할 수 있다.

③ 미관이 중요한 구조는 미관상의 허용균열폭을 설정하여 균열을 검토할 수 있다.

④ 부재는 하중에 의한 균열을 제어하기 위해 필요한 철근 외에도 필요에 따라 온도변화, 건조수축 등에 의한 균열을 제어하기 위한 추가적인 보강철근을 KDS 14 20 50(4.6)에 따라 배치하여야 한다. 그리고 균열 제어를 위한 철근은 필요로 하는 부재 단면의 주변에 분산시켜 배치하여야 하고, 이 경우 철근의 지름과 간격을 가능한 한 작게 하여야 한다.

2) 균열의 검토

- 휨모멘트 및 축방향력을 받는 부재에서 아래 규정을 만족하는 경우 휨균열폭에 대한 검토가 이루어진 것으로 간주할 수 있다.
- 콘크리트 인장연단에 가장 가까이에 배치되는 철근의 중심 간격 s는 아래 식에 의해 계산된 값 중에서 작은 값 이하로 하여야 한다. KDS 14 20 30(부록)에 따라 균열을 검증하는 경우에는 이 규정을 따르지 않을 수 있다.

$$s = 375\left(\frac{\kappa_{cr}}{f_s}\right) - 2.5c_c \ , \qquad s = 300\left(\frac{\kappa_{cr}}{f_s}\right)$$

여기서, κ_{cr}은 KDS 14 20 30(부록)에 정의된 건조환경에 노출되는 경우에는 280이고, 그 외의 환경에 노출되는 경우에는 210이다. c_c는 인장철근이나 긴장재의 표면과 콘크리트 표면 사이의 최소 두께이다. 철근이 하나만 배치된 경우에는 인장연단의 폭을 s로 하며, f_s는 사용하중 상태에서 인장연단에서 가장 가까이에 위치한 철근의 응력이다. 다만, 간단한 방법으로 균열을 검증하고자 할 때는 f_s는 f_y의 2/3를 근사적으로 사용할 수 있다.

· 해석에 의해 균열을 검증할 때에는 균열폭을 검증하여야 한다.

$$w_d \leq w_a$$

여기서, w_d는 설계 균열폭으로서 지속하중이 작용할 때 계산된 균열폭이다.

w_a는 내구성, 사용성(누수) 및 미관에 관련하여 허용되는 균열폭이다.

< 허용균열폭 Wa(mm) >

강재의 종류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조 환경	부식 환경	부식성 환경	고부식성 환경
철근	0.4mm와 0.006tc 중 큰 값	0.3mm와 0.005tc 중 큰 값	0.3mm와 0.004tc 중 큰 값	0.3mm와0.0035tc 중 큰 값
PS 강재	0.2mm와 0.005tc 중 큰 값	0.2mm와 0.004tc 중 큰 값	-	-

여기서 tc : 최외단 주철근의 외측표면과 콘크리트 표면사이의 최소 피복두께(mm)

나. 처짐의 제한

· 처짐 계산에 의하여 더 작은 두께를 사용하여도 유해하지 않다는 검토를 한 경우를 제외하고, 큰 처짐에 의하여 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지하지 않는 1방향 구조물의 경우 다음 표에 정한 최소 두께를 적용하여야 한다.

<처짐을 계산하지 않는 경우의 보 또는 1방향 슬래브의 최소 두께>

부 재	최소두께 , h			
	단순지지	1단 연속	양단 연속	캔틸레버
	큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않은 부재			
· 1방향 슬래브	ℓ / 20	ℓ / 24	ℓ / 28	ℓ / 10
· 보 · 리브가 있는 1방향 슬래브	ℓ / 16	ℓ / 18.5	ℓ / 21	ℓ / 8

· 이 표의 값은 보통중량콘크리트(m_c=2,300 kg/m^3)와 설계기준항복강도 400 MPa 철근을 사용한 부재에 대한 값이며, 다른 조건에 대해서는 이 값을 다음과 같이 보정하여야 한다.

- 1,500 ~ 2,000 kg/m^3 범위의 단위질량을 갖는 구조용 경량콘크리트에 대해서는 계산된 h 값에 $(1.65-0.00031m_c)$를 곱하여야 하나, 1.09 이상이어야 한다.
- f_y가 400 MPa 이외인 경우는 계산된 h 값에 $(0.43+f_y/700)$를 곱하여야 한다.

5. 기타사항

가. 배수설비

1) 일반사항

- 지하차도에 유입되는 강우 및 지하수 등의 배수처리가 자연배수로 불가능한 경우에는 배수구를 집수정과 연결시켜 배수펌프로 강제 배출시키며 배수펌프는 자동으로 작동하도록 한다.
- 집수정의 크기는 유입수량 및 펌프의 용량에 의해 결정되나 배수효과 및 청소, 유지관리 등을 고려하여 최소 면적 및 기계실을 폭 4m×6m로 하고 집수정의 깊이는 2.0m이상으로 한다.
- 집수정에는 침사조를 설치하여야 하며 배수펌프는 잠수형으로 하며 펌프용량은 강우 및 지하수의 유입량으로 산정하여 결정하며 펌프의 고장 및 수리를 위해 예비 펌프를 1대 추가하여 설치하도록 한다.
- 배전판, 방송시설등 기전시설은 침수를 대비하여 지상에 설치되도록 한다.(도로배수시설 설계 및 관리지침, 국토교통부 2020. 7))

2) 집수정 용량 계산

- 지하도로 내 첨두유입량은「하수도시설기준(환경부)」을 따라서 합리식으로 산정한 진출입부로부터의 첨두유출량을 결정하여야 한다.
- 집수면적은 지하차도중 BOX 구간을 제외한 연장과 노면폭으로 하며 인근 주변 노면수의 유입면적을 포함하여 산정하고, U-type 진출입 구간의 개구부에 캐노피를 설치하여 노면상의 강우 집수면적을 감소시켜 지표 우수 유입량을 줄일 수 있다.
- 상부 캐노피의 설치 위치와 시설 규모는 지표 우수 유입량 저감효과 대비 경제성, 시공성 등을 충분히 검토 후 설치하여야 한다. 상부 캐노피와 이를 지지하는 기둥 및 기초시설물은 강풍으로 인한 풍하중, 강설에 의한 눈하중, 지진하중 등에 대하여 변형・침하, 전도 또는 파괴 안정성을 확보하도록 하여야 한다.
- 집수정과 배수펌프의 용량(규모) 산정은 설계강우를 결정한 후, 유출모형에 적용하여 집수정으로 유입되는 누가유입 수문곡선을 구하고 집수정-펌프용량 관계곡선(Trade-off)을 이용한 시산계산에서 결정하되, 펌프의 용량, 가동효율, 시동간격 및 관리 등을 감안한 집수규모로 결정하여야 한다.

$$Q = 1/3.6 \times C \times I \times A$$

여기서, Q : 우수 첨두유출량(㎥/sec),
C : 유출계수(0.85 권장)
I : 강우강도(50년 빈도, ㎜/hr),
A : 유역면적(㎢)

- 강우강도는 강우강도-지속시간-재현기간(I-D-F)곡선 또는 강우강도 공식으로 부터 결정하며, 강우지속기간 5분을 원칙적으로 사용한다. 5분 이하로 고려하는 것이 필요한 경우는 분 단위 강우자료를 직접 해석하여 사용할 수 있다.

· 강우강도 산정에 있어서 설계빈도는 배수시설의 중요도, 설계홍수량 이상의 유출량이 발생하였을 때의 위험도, 경제성 등을 고려하여 설계빈도를 채택한다
· 지하차도는 일반적으로 도심지내에 시공되는 경우가 많으며, 주요 기반시설로서 침수피해 발생시 도로의 기능 상실 등 큰 손실을 야기할 수 있다. 따라서 지하차도 배수설계를 위한 설계발생빈도는 50년 이상을 적용하고, 지방부 지하차도의 경우에도 이를 준용할 수 있다

< 도로 배수시설물의 설계빈도 >

구 분	발 생 빈 도
암거 및 배수관 (도시계획구간 등의 경우)	30년 (50년)
지하차도 배수시설	50년
노면 및 비탈면 배수	10년
측도 및 도로 인접지 배수	10년
집수정 등 배수 구조물간 접속부	접속하는 시설물 중 빈도가 큰 값 적용

· 집수정의 크기는 유입수량에 의하여 결정하나 펌프의 양정능력 및 운영비, 배수효과, 청소유지관리 등을 고려하여 결정하여야 한다. 주변 홍수이력이나 예측 곤란한 집중호우 수재해 비상상황을 감안하여 산정된 집수정 크기의 20~50% 증가시켜 계획하여야 한다.
· 집수정 유입구는 지하차도에 유입된 우수를 집수정으로 원활하게 유출시키기 위해 설치하는 것으로 설치 위치는 종단구배 및 편구배를 고려하여 선정한다. 유입구의 수량은 침전물의 퇴적을 고려하여 설치 위치별 2개소 이상 설치함을 원칙으로 하고, 유입구 직경은 우수유입량을 기초로 유출가능 용량을 검토하여 산정한다.

3) 집수조의 크기

· 집수조의 크기는 배수량을 30분 이상 저수할 수 있어야 한다. 집수조에 설치되는 침사조는 사람이 자유롭게 청소할 수 있는 크기로 하고 집수조 전 용량의 20~30% 크기로 한다.

4) 배수펌프

· 도시지역 지하도로에는 지하도로 내에 유입된 물을 효과적으로 배출하기 위하여 배수펌프를 설치하여야 하며, 공급 전원의 수·배전반 시설은 침수가 되지 않도록 조치하여야 한다. 또한 외부 인접시설 침수영향, 유출부 수압증가나 고장, 정전 등으로 펌프가동이 중단될 경우에 발생하는 역류현상을 방지하기 위하여 역류방지밸브 등의 장치나 시설을 계획하여야 한다.
· 배수펌프는 수위변동에 따른 자동구동방식의 수중모터펌프로 하며, 펌프용량은 외부

침수에 의한 노면유입수 또는 지하수 용출수에 의한 유입량을 배제할 수 있도록 산정하고, 고장 및 수리 등을 고려하여 예비펌프를 추가로 계획하여야 한다.

- 펌프의 형식 결정은 토출량과 양정, 흡입성능, 펌프설치 상면 높이, 보수의 용이성, 운전조건, 펌프의 효율 등을 검토하여 적정용량으로 결정하여야 한다.
- 집중호우 등을 대비하여 각각 펌프용량은 유입수량의 200%를 배수할 수 있도록 하고 펌프1대의 용량은 유입수량의 50%를 넘지 않도록 여러 대 설치한다.
- 배수펌프는 고장 및 수리 등을 대비하여 예비펌프를 추가로 설치하여야 하며 배수펌프는 장기간에 걸쳐 운전 또는 정지상태가 지속되므로 교반운전이 되도록 설치하여야 한다.
- 전원의 수·배전반 시설은 우기시 침수되지 않도록 지하차도 주변 지상에 설치하고 현장여건 및 경제성 등을 검토하여 지하에 설치할 수 있다. 수·배전시설을 지하에 설치시 수·배전반실의 바닥면은 지하도로 내 최저점의 포장면 보다 높게 시공하여야 한다. 또한 배수시설의 전원공급은 서로 다른 변전소 공급 또는 「도로터널방재시설 설치 및 관리지침」에 따라 '비상전원설비 기준 전원', '예비변압기' 등을 설치하여 고장 및 상용전원 정전시에도 전원을 공급하도록 하여야 한다.

나. 내　장

지하차도에서의 내장은 주로 시각환경을 개선하는 목적으로 설치되며 불연재료로 함을 원칙으로 한다. 내장에는 블록붙임, 타일붙임. 칠, 패널 등이 있다.

1) 내장의 목적

- 조명효과를 크게하고 지하차도안의 시각환경을 양호하게 유지한다.
- 지하차도의 벽면을 한 가지로 하여 미관을 갖춘다.
  - 배선, 배관을 가능한 노출시키지 않음.
  - 피복면의 고르지 않은 부분을 조정함.
  - 누수 등을 벽면에 노출시키지 않음.
- 지하차도안의 소음을 흡수한다.

2) 내장이 구비할 조건

- 내장 설치폭은 단면의 감소를 최소화하면서 좁은 범위에 시공할 수 있을 것
- 내장표면의 반사율은 장기적으로 양호할 것
- 내장표면은 매연 등의 오염물이 부착되지 않고 또한 부착된 오염물은 물로 청소하기 쉬울 것
- 내장은 구조상 어느 정도 이상의 강도와 내식성 및 내후성을 가지고 있고, 미관이 양호할 것
- 화재시 내화성이 우수하여 유해가스가 발생하지 않을 것
- 흡음 내장은 흡음률이 높을 것
- 경제적인 시공과 유지 보수가 용이할 것

- 내장면에 자동차 접촉 시 내장구조의 파괴에 의해 2차적인 재해를 일으킬 염려가 적은 것
- 동결 융해에 의한 재질 변화가 적을 것

3) 내장재 설치 높이는 터널공의 터널 내장재 설치 높이를 준용함.

다. 조명 및 방재시설

- 지하차도의 조명설비는 6. 터널공의 전기시설 기준을 따르도록 한다.
- 방재시설 기준은 “도로터널 방재시설 설치 및 관리지침, 국토교통부_2016”을 따르도록 한다.
- 침수 취약성을 가지는 지하차도는 침수위험도 평가를 수행하여 상시·비상시 원활한 배수체계와 침수예방 또는 저감시설 등 수방체계를 수립하여야 한다. (도시지역 지하도로 설치지침, 국토교통부 2016.06 참조)

라. 방수공

- 방수공법은 크게 구체방수와 외벽방수로 구분할 수 있다.
- 구체방수는 굳지 않은 콘크리트에 액상 혹은 분말 방수재를 투입하여 콘크리트 경화 후 내부 공극 충진 등을 통한 수밀성 향상으로 방수 기능을 발휘하는 것이다.
- 외벽방수는 경화된 구조물 외벽에 도막계, 쉬트계, 복합계 등 방수재를 도포 혹은 접착시켜 방수기능을 수행하는 공법이다.
- 방수공법 선정시에는 내구성, 구조물 거동 대응성, 방수성 등 기본적인 성능뿐만 아니라 경제성, 현장 특성을 고려한 시공성 및 지하차도의 중요도 및 규모 등을 고려한 종합적인 검토와 판단이 필요하다.

마. 신축이음장치

1) 일반사항

- 콘크리트 구체의 건조수축 및 온도변형 등을 고려하여 신축이음부를 계획하여야 한다.
- 신축이음부에는 다웰바를 설치하여 지반침하에 따른 부등침하를 방지하여야 한다. 이때, 다웰바 설치위치는 구조검토 후, 상·하부 슬래브 및 벽체에 설치할 수 있다.
- 신축이음부에서는 누수방지를 위한 지수판을 설치하여야 하며, 지수판의 설치 위치는 다웰바 위치보다 바깥쪽으로 설치한다.
- 신축이음부의 누수 방지를 위해 외벽 방수재는 이중보강을 실시한다.
- 차륜하중을 직접 받아 파손 등으로 유지관리가 필요한 바닥슬래브에는 방수성, 유지보수성, 주행성을 감안하여 앵글조인트를 등을 적용할 수 있다.

2) Box 구조물

・지하Box구간에는 20~50m간격으로 신축이음장치를 설치하는 것이 바람직하나 그 이상의 신축이음 길이를 적용할 경우에는 신축이음에 대한 상세검토를 수행한다.

3) U-Type 구조물

・U-Type 구조물은 외기에 노출되어 있어 온도변화가 크고, 높이 변화가 커서 지반조건 및 구조물 강성의 차이가 있으므로 20m 이내로 신축이음을 설치하는 것이 바람직하나 그 이상의 신축이음 길이를 적용할 경우에는 신축이음에 대한 상세검토를 수행한다.

・또한, Box 구조물과의 접합부에도 신축이음을 두어 거동이 다른 구조물을 분리하여 안전성을 도모한다.

4) 신축량 검토

신축량이라 함은 온도변화에 의한 신축량과 건조수축에 의한 신축량의 합이다.

① 온도변화에 의한 신축량

온도변화에 의한 신축량 △Lt은 다음과 같다.

$$\triangle Lt = \alpha \cdot L \cdot \triangle t$$

여기서, α : 선팽창 계수 (1.0×10-5)

L : 신 축 장

△t : 온도변화 (±20°C)

② 콘크리트의 건조수축에 의한 신축량

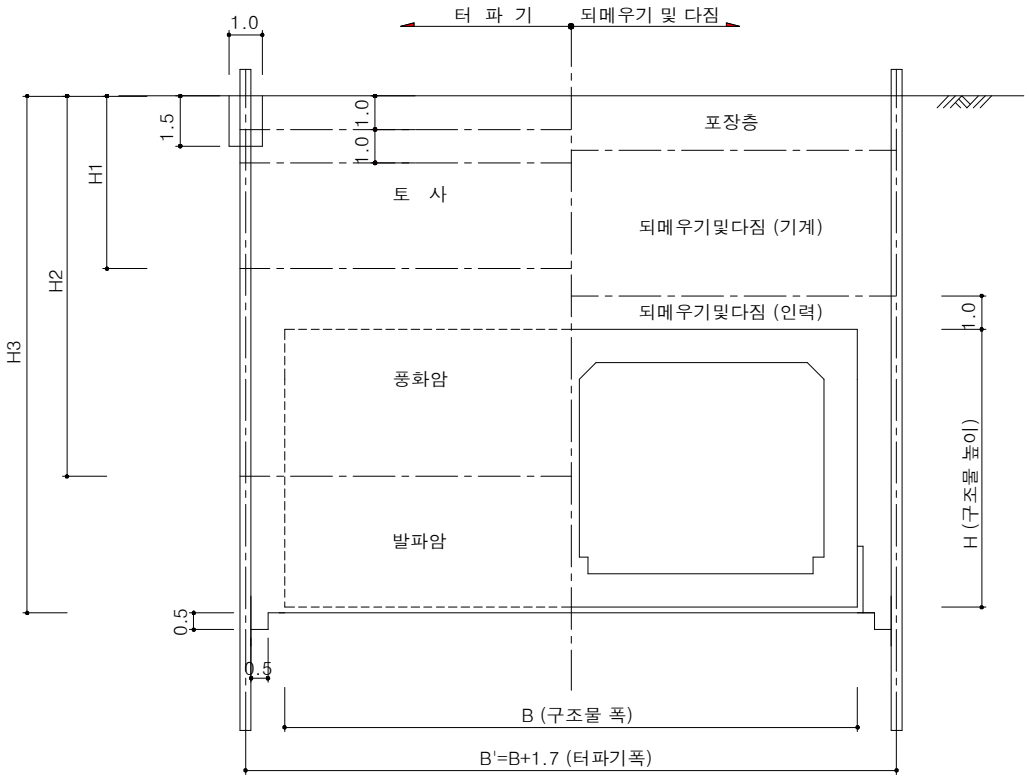
건조수축에 의한 신축량 △Lsh 은 다음과 같다.

$$\triangle Lsh = \varepsilon sh \cdot L$$

여기서,εsh : 건조수축 변형률(1.5×10-4)

5.2 수량산출요령

1. 토 공



가. 줄파기 (m당)

• 파일위치의 지장물 확인을 위하여 폭 1m, 깊이 1.5m를 인력 터파기 한다.
단, 지반보강(차수공) 구간의 줄파기인 경우 폭 1.5m, 깊이 1.5m를 인력 터파기를 하며, 폭은 지반보강 공법에 따라 조정할 수 있다.

나. 토사터파기(m³당)

1) 터파기심도 : 0~1m (인력, 지장물이 산재해 있는 구간은 인력터파기로 계상한다)
터파기심도 : 1~2m (기계)

2) 터파기심도 : 2m 이상
터파기량 = B′ × (H1 - 2m) × ℓ

다. 풍화암 터파기(m³당)

터파기량 = B′ × (H2 - H1) × ℓ

라. 발파암 터파기 (m³당)

터파기량 = B′ × (H3 - H2) × ℓ

마. 측구 터파기 (m³당)

구조물 본체를 따라 좌우양측에 폭 0.5m, 깊이 0.5m로 터파기하고 본체 15m마다 횡단 1개소 계상

A = 0.5 × 0.5 × α줄 + (B + 1.0) × 0.5 × 0.5 ÷ 15m

터파기량 = A × ℓ * 바닥토질의 터파기량에 포함 시킬 것

바. 되메우기 및 다짐 (m^3당)

1) 총 되메우기 및 다짐량

= 터파기량-(구조물체적+노체다짐+노상다짐+포장+지하매설물 체적)

① 구조물체적 = 구조물면적×터파기연장

• 구조물면적 = A_1 + A_2 + A_3

- A_1 = (B + 0.19) × (H + 0.19)

폭의 0.19 : 2 × {벽돌두께(9cm) + 벽체보호몰탈(0.5cm)}

높이의 0.19 : 기초 콘크리트(10cm) + 면고르기 몰탈(1cm)

+ 바닥보호 몰탈(3cm) + 상부보호 몰탈(5cm)

- A_2 = (t_2 + 0.79) × 0.06 × 2

t_2 : 바닥슬래브 두께 + 0.10

0.79 : 헌치(55cm) + 여유고(20cm) + 면 고르기 몰탈(1cm)

+ 바닥보호 몰탈(3cm)

0.06 : 보호벽두께(cm) - 벽돌두께(9cm)

- A_3 = 0.10 × 0.37 × 2 = 0.074(고정)

② 노체다짐 = 포장면적 × 0.6m(현장 여건에 따라 적용여부 판단)

③ 노상다짐 = 포장면적 × 0.4m(현장 여건에 따라 적용여부 판단)

④ 포 장 = 포장면적 × 0.8m(포장두께 : 현장여건에 따라 두께 적용 변경)

2) 기계되메우기 및 다짐량

B′ × (h-2.8) × ℓ

※ 2.8m : 1.0m(구조물 상단에서 높이) + 0.6m(노체다짐시 높이)

+ 0.4m(노상다짐시 높이) + 0.8m(포장높이)

3) 인력되메우기 및 다짐량 (터파기 바닥면에서 구조물상단 1m 까지)

= 총 되메우기 및 다짐량 - 기계되메우기 및 다짐량

사. 유용토운반 (m^3당)

아. 순쌓기운반 (m^3당)

• 터파기량 - (구조물체적 + 포장 + 유용토)

자. 잔토처리 (m^3당)

• 전 터파기량에서 유용토를 제외한 물량

※ 토질별 터파기량과 되메우기양으로 토공유용 계획표를 만들 것

차. 유공관 부설

• 측구 터파기 길이에 따라 산출

카. 사토장 정지

• 토사, 풍화암은 되메우기 수량을 뺀 나머지 수량

• 암은 잔토처리 전물량(단, 암 사용계획이 있을시는 별도 계상)

타. 물푸기

• 물푸기 수량산출은 용수 터파기 구간에 대하여 물푸기수량을 반영한다

• 터파기시의 물푸기 수량은 본 설계요령 배수공에서 적용한 기준을 따른다.

• 슬래브, 벽체 일괄 시공시

- 구조물공 소요일정(제작, 양생)은 Block별로 수량을 산정하여 합산한다.
- 물푸기 수량산출

  A. 터파기 물푸기 시간 : 토사+리핑암+발파암 = ( ) hr

  B. 거푸집 조립, 철근조립 및 콘크리트 타설 = (24) hr

  C. 콘크리트 양생, 거푸집 해체 = (120)hr

  - Box 구간 = 총 물푸기 시간 : A+B+C = ( )hr
  - U-Type 구간 = 총 물푸기 시간 : A+B+C = ( )hr

• 슬래브, 벽체 분리 시공시

- 구조물공 소요일정(제작, 양생)은 Block별로 수량을 산정하여 합산하며, Box구간은 평균 3-Cycle, U-type구간은 평균 2-Cycle 반영하여 산출한다.
- 물푸기 수량산출

  A. 터파기 물푸기 시간 : 토사+리핑암+발파암 = ( ) hr

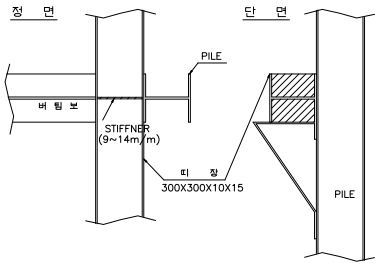
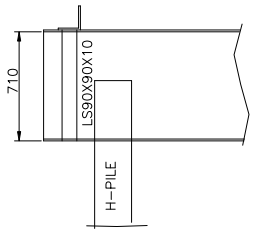
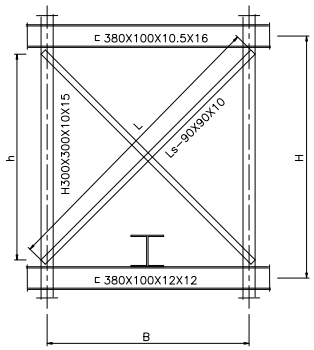
  B. 거푸집 조립, 철근조립 및 콘크리트 타설 = (24) hr

  C. 콘크리트 양생, 거푸집 해체 = (120)hr

  - Box 구간 = 총 물푸기 시간 : A+(B+C)×3 = ( )hr
  - U-Type 구간 = 총 물푸기 시간 : A+(B+C)×2 = ( )hr

2. 흙막이 및 복공

항 목	단위	적 용 기 준	비 고
주 형 보	본	• 복공계획 평면도에 의거 산출 • 주형보 길이 = 파일폭 + 1.0m	
복 공 판	m^2	• A = 복공폭(주형보 길이) × 복공연장 (m^2) • W = A ÷ 1.5m^2/본 × 0.28ton/본 (ton)	
피스브라켓 제작, 설치, 철거	개소	• 제작(50%) • 설치, 철거는 100%	
띠 장	m	※ 측면 띠장, 주형보 받침으로 구분하여 수량산출 • 버팀보 설치구간 - 측면 : (굴착연장×버팀보단수)×2면 - 주형보 받침 : 복공연장×측면 PILE 열수 • 어스앵카 설치구간 - 측면 : (굴착연장×어스앵카단수)×2줄×2면	
버 팀 보	본		
가. 제 작		• 가시설 종평면도에 의거 산출 (버팀보 설치길이 13m이상시는 피스 또는 2본 이상으로 계상)	
나. 설치 및 해체		• 가시설 종평면도에 의거 산출	
다. 연결		• 버팀보 길이 13m 이상은 연결계상후 정산 ※ 버팀보 길이(L) = 파일내측거리 - 띠장폭 × 2 - JACK(0.575m)길이	
라. 피스		• 버팀보 설치길이가 13M이상으로서 1본(13m) 설치 후 잔여길이가 3m 미만인 버팀보 수량	
H-PILE 연결	개소	• 설치길이가 15M 이상인 경우	
보 걸 이	개소	• 버팀보 설치구간 측면파일수 (연장÷H-PILE 간격) × 버팀보 수직단수 × 2면 • 어스앵카 설치구간 측면파일수 (연장÷H-PILE 간격) × 어스앵카 단수 × 2줄	
J A C K	M	• 가시설 종평면도 및 단면도에 의거 산출 • 버팀보 설치개소 (버팀보 연결부는 1개소로 봄)와 동일	
U 볼트	M	• 중간 파일이 있는 경우 버팀보와 ㄷ형강 (또는 띠장)의 고정에 계상 - 버팀보 수직단수×버팀보 수평개수×중앙 파일열수	

항 목	단위	적 용 기 준	비 고
스티프너 설치	개소	 • 주형보 받침용 - 주형보 본수 산정 × 2 • 버팀 띠장용 - 버팀보 수직단수 × 2 × 버팀보 수평수량	
ㄷ 형 강 ㄷ-380×100 ×10.5×16	m	• 중앙 파일에 설치(버팀보 받침용) L = 중앙파일 시공연장×버팀보 단수×중앙 파일 열수	
L 형강설치	m	• L - 130×130×12 (주형보 양단에 설치) - 복공연장 ×2 • L - 90×90×10 ① 수평앵글 - (굴착연장+0.1)×줄수×버팀보 수직단수 ② 수직앵글 - 【버팀보간 수직높이(1단~최하단)+버팀보 크기(0.3)+수평앵클(0.09)+여유장(0.01)】×줄수 ×버팀보 수직단수 ×(버팀보 수평열수) ③ 주형보 양단 앵글  - 0.71×2줄×2개소×(복공연장÷2m) ④ 복공판 탈락방지용 앵글 - 0.267×주형보수×2 ⑤ 중앙말뚝 브레이싱  • $L = \sqrt{B^2 + h^2}$ • L×Bracing 단수 × (굴착연장÷B)	

<table>
<tr><th>항 목</th><th>단위</th><th>적 용 기 준</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>주형보 브레이싱</td><td>개소</td><td>• 2L - 90×90×10×2.11 (L=4.22m / 개소)
N = 개소수×(복공연장÷주형보간격)</td><td></td></tr>
<tr><td>H-PILE 박기</td><td>본

m</td><td>• 천공후 항타 : 가시설 도면에 의거 산출
• 직접 항타 : 가시설도면에의거 산출
* SHEET PILE 도 동일
• 천공 및 항타 기록부에 의거 정산</td><td></td></tr>
<tr><td>H-PILE 뽑기</td><td>m</td><td>※ 가시설 종평면도에 의거 산출
<table><tr><th>구 분</th><th>복공구간</th><th>무복공구간</th></tr><tr><td>측면 PILE</td><td>H+h-0.3</td><td>H + h</td></tr><tr><td>중앙 PILE</td><td>H+k-0.3</td><td>H + k</td></tr></table>(H는 굴착깊이)
· 암구간
- 측면 PILE : h = 1.0m
- 중앙 PILE : k=0.5m
· 토사, 풍화암 구간
- h, k는 구조계산에 의함</td><td></td></tr>
<tr><td>가. H-PILE 뽑기
(측면 PILE)</td><td>m</td><td>• 측면 PILE수 × (H+h-0.3)</td><td></td></tr>
<tr><td>나. H-PILE 뽑기
(중앙 PILE)</td><td>m</td><td>• 중앙 PILE수 × (H-0.3-t-0.14)
t : 구조물 바닥 두께</td><td></td></tr>
<tr><td>다. H-PILE 뽑기
(토류벽)</td><td>본</td><td>• 측면 PILE 토류벽 매몰구간은 본 단위
(L = 3.0m 이상)</td><td></td></tr>
<tr><td>H-PILE 연결</td><td>본</td><td>• PILE 길이 15m 이상인 경우 계상</td><td></td></tr>
<tr><td>천공작업

가. 토사 천공
나. 풍화암 천공
다. 발파암 천공
라. 케이싱 튜브

중앙말뚝 방수처리</td><td>

m
m
m
m

개소</td><td>

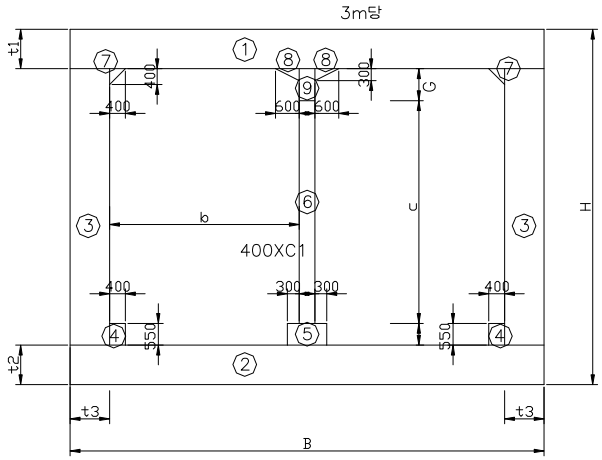
• 토사 전층길이 - 줄파기 심도(1.5m)
• 풍화암 전층길이
• 발파암 전층길이
• 토사+풍화암길이 - 줄파기 심도 (1.5m)

• 중앙말뚝 본수</td><td></td></tr>
<tr><td>토 류 판</td><td>m^3</td><td>• 지면에서 풍화암 저면까지 설치하며 토류판 전개도에 의거 산출
• 토류판 두께는 토압계산에 의거 결정</td><td></td></tr>
</table>

항 목	단위	적 용 기 준	비 고
토류벽 콘크리트	m^3	• GL - 3.0m 이하 토사에서부터 풍화암 하단까지 면적 • 토류벽 전개도에 의거 정산	
보조파일	개소	• 도로구간에 있는 중앙 PILE을 철거하기 위해 지하철 상부 슬라브 완료후 임시로 보조파일을 설치후 중앙 파일을 철거한다. - 중앙 PILE 개소와 동일	
주형보 연결	개소	• 주형보는 원칙적으로 연결하여 사용할 수 없다. 부득이 연결할 경우는 시행청의 별도 승인후 연결사용토록 한다.	
수직벽 쇼크리트 타설(T=5cm)	m^2	• 암벽 쇼크리트는 t=5cm로 발주시는 전물량을 계상하나 현장에서 시공시는 RANDOM 개념으로 감리, 감독의 허가를 득한후 타설 - 굴착연장 × (굴착깊이 - 지면에서 풍화암까지의 깊이) × 2 (양측)	
암벽 락볼트설치 (연암 L=3m)	공	• 도면에 의거 산정	
암벽 락볼트설치 (경암 L=3m)	공	• 도면에 의거 산정	
계측기 설치	식	• 흙막이 가시설 시공시 예측하지 못한 변화가 발생 할 수 있으므로 시공 중 발생 될 수 있는 문제점을 사전에 예측하여 대책을 강구 할 수 있도록 계측항목 및 수량을 산출하여 현장관리를 해야 함. • 계측기 표준항목 -지중경사계 (INCLINOMETER) -지하수위계(PIEZOMETER) -지표침하계(SETTLEMENT PIN) -변형률계(STRAIN GAUGE) -하중계(LOAD CELL)	

3. 구 조 물 공

가. 콘크리트 (사용성 검토를 통하여 콘크리트 강도 산정, min_fck=27MPa)



① = B × t_1

② = B × t_2

③ = { H − (t_1 + t_2) } × t_3 × 2

④ = 0.4 × 0.55 × 2 = 0.44

⑤ = 1.0 × 0.55 = 0.55

⑥ = 0.4 × C × C_1 = X_1 / 3m

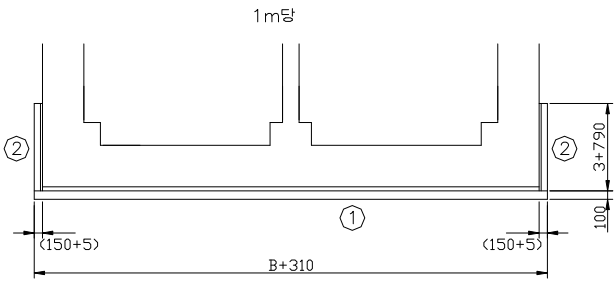
⑦ = 0.4 × 0.4 × ½ × 2 = 0.16

⑧ = 0.6 × 0.3 × ½ × 2 = 0.18

⑨ = 0.4 × G

계 : X / m 3m당 콘크리트량 = (3X + X_1)

나. 기초 콘크리트 (fck = 18MPa)

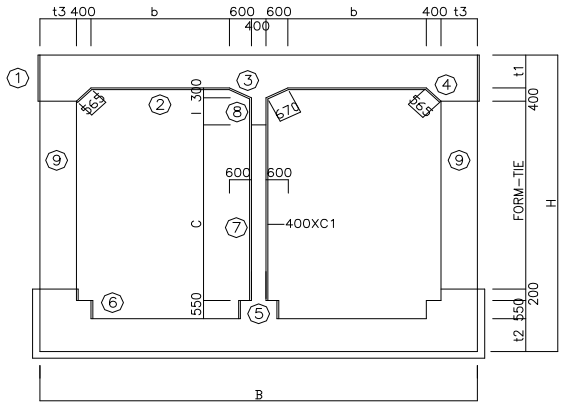


① = (B + 0.31) × 0.1

② = (t_2 + 0.79) × 0.15 × 2

※ 790=보호몰탈(30mm)+바닥고르기몰탈(10mm)+헌치(550mm)+여유(200mm)

다. 유로폼 철근구조



< 본 체 > ① = (t_1 + 0.4) × 2 = $2t_1$ + 0.8

② = B - ($2t_3$ + 2.4) = 2b

③ 0.67 × 2 = 1.34

④ 0.565 × 2 = 1.13

⑤ 0.55 × 2 = 1.2

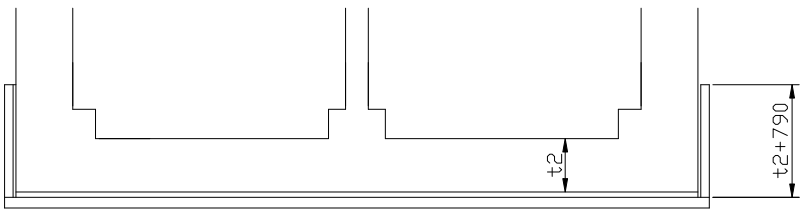
⑥ 0.75 × 2 = 1.6

⑦ (0.4 + C_1) × 2 × C = X_1 / 3m

⑧ 2 × ℓ + 0.4 - (0.4 × C_1) / 3m

⑨ { H - (t_1 + t_2 + 0.4 + 0.75) } × 4

라. 유로폼 무근구조



< 본 체 > 유로폼 무근구조 = (t_2 + 0.79) × 2

마. 마감거푸집

기초 콘크리트, 보호벽 수직이음 마감부 [도면 구체 콘크리트 참조]

※ 시공이음부(종방향) : 15m 마다 콘크리트 단면적과 동일한 거푸집 수량을 계상한다.

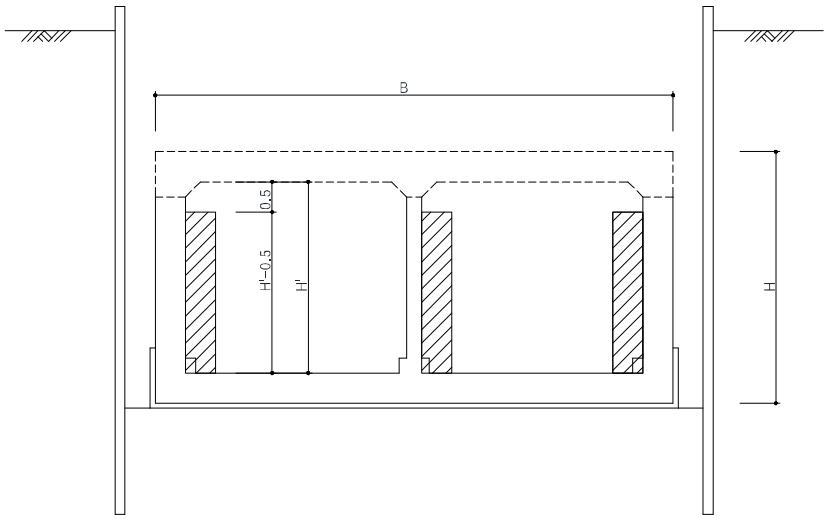
1) 본체

구체 콘크리트의 (①+②+③+④+⑤+⑦+⑧+⑨) ÷ 15m / 1SPAN =

2) 기 초 : (B+155×2) × 0.1 ÷ 15 =

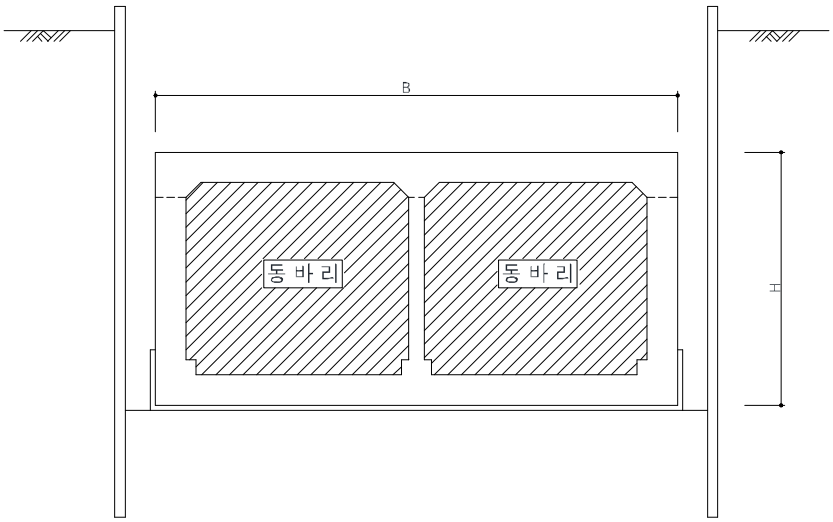
3) 보호벽 : 0.15 × (t_2 + 0.79) × 4 =

바. 비 계



- 직고 2m 미만인 경우는 제외
- 비계 적용높이 : 구조물 내공 높이 - 0.5m
- 비계 적용폭 : 1.2m
- 산식 : {(H' - 0.5) × 3EA } × L =
- 마감면는 별도 계상한다.

사. 동바리



{(B × H) - (구체 CON'C 수량)} × L =

아. 버팀목 설치

- 버팀목은 버팀보 철거직후 토압을 막아주기 위하여 PILE에 설치

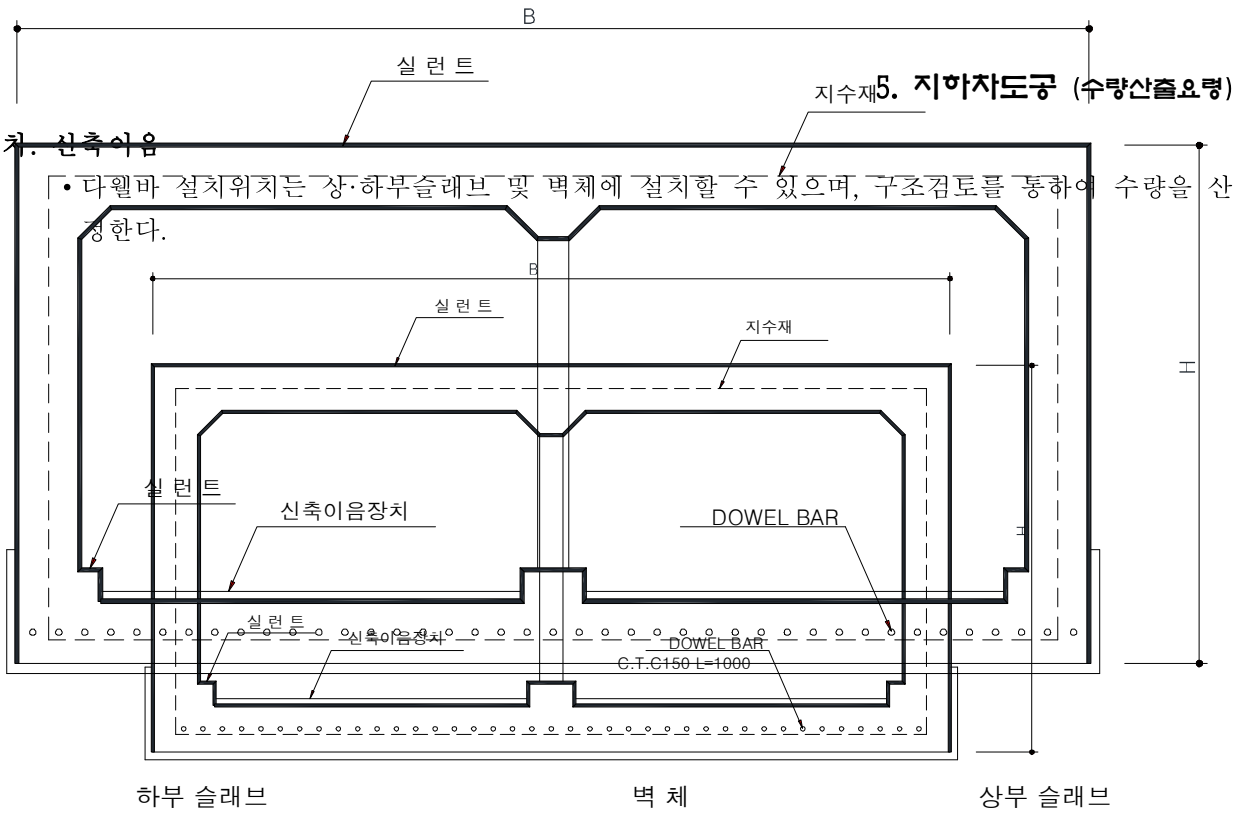
※ 산식 : 3개소 × H-PILE 종간격 수량 × 2(양측) =
(바닥슬래브, 1단 벽체, TOP 슬래브)

자. 철근가공조립

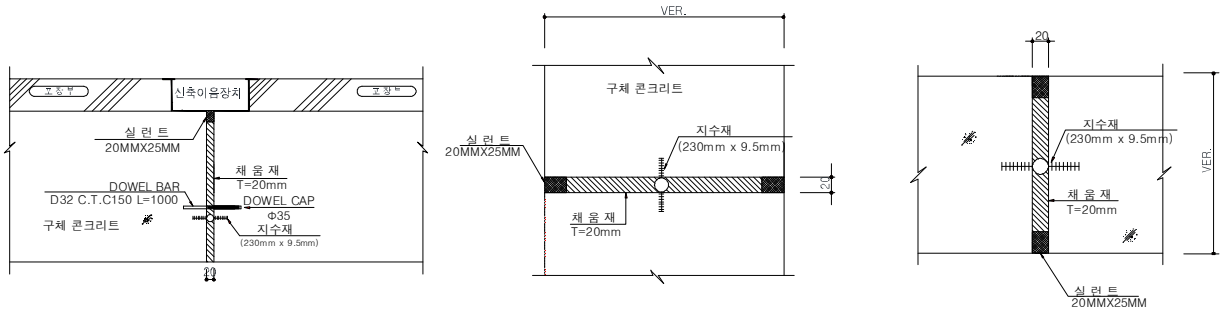
- 도면에서 산정 (복잡)

차. 신축이음

• 다웰바 설치위치는 상·하부슬래브 및 벽체에 설치할 수 있으며, 구조검토를 통하여 수량을 산정한다.



하부 슬래브 벽 체 상부 슬래브



항 목	규격	단 위	적용기준
신축이음장치		m	하부슬래브 차도부 길이
다웰바 설치	D32, L=1,000	개소	저판폭(B) / 0.15m
Dowel Cap		개소	다웰바 수량과 동일
실런트	20mm×25mm	m	상부슬래브, 벽체 = 내·외부 길이 하부슬래브 = 내부 길이
채움재	T=20mm	㎡	구체 단면적
지수재		m	구체 외부 중심 길이
녹막이 페인트	2회	㎡	π × 0.032 × 0.6 × 다웰바 수량

4. 방 수 공

가. Sheet 방수

방수도면에 의거 산출

1) SLAB 방수

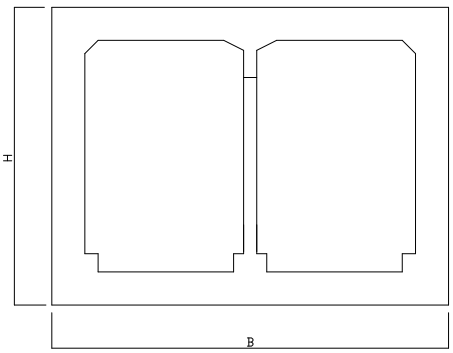
• 상부 + 하부 = (2B + 0.01m) × 구조물연장

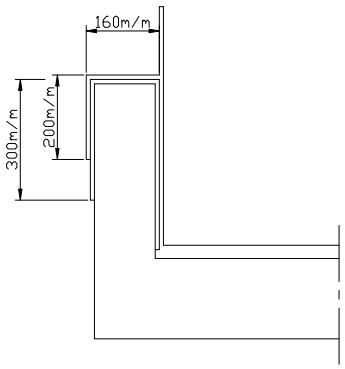
2) 벽체 방수

• (2H + 1.6) × 구조물연장 (주) {H + (0.15 + 0.3) + (0.15 + 0.2)} × 2

3) 보강부 방수

• (우각부 갯수 + 시공 Joint 갯수) × 0.3 × 구조물연장





※ 자재수량 할증 : 13% (사급자재 별도 계상)

나. 보호 Mortar (m당)

1) 상부 (t=5cm) = B

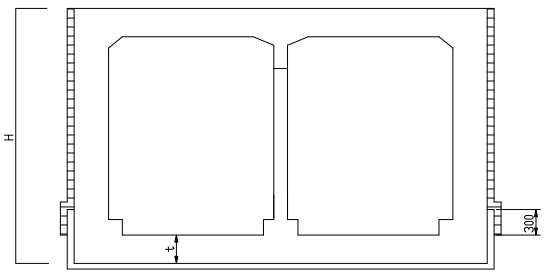
2) 하부 (t=3cm) = B + 0.01m

3) 측벽 (t=0.5cm) = (H+0.15+0.3)×2=2H+0.9

다. 바닥 면고르기 몰탈 (t=10mm) : m당

• B + 0.01m

라. 벽돌쌓기 (0.5B)



{ H - (t + 0.55 + 0.2) + (0.3 + 0.09) } × 2 = { H - (t + 0.36) } × 2

마. 팽창성 지수재(15m당)

1) CONSTRUCTION JOINT

$$L_1 = \{ B - t_3\ (\text{벽체}) \} \times 2 + \{ H - \frac{t_1\ (\text{바닥}) + t_2\ (\text{상부})}{2} \} \times 2$$

2) 수평 시공 JOINT

L_2 = 시공 JOINT 개소수 × ℓ

$\therefore L = L_1 + L_2$

ℓ : 구조물 연장

5. 어 스 앵 커 공

(지압판설치 타입 기준)

항 목	단 위	적 용 기 준	비 고
1. 천공	m	• 도면에 의한 토질별 천공	
2. 보걸이	개소	• 시공구간 H-PILE 수량 (1방향) × 2	
3. 인장재 제작 및 삽입	공	• 도면에 의거 산정	
4. 그라우팅	〃	• 도면에 의거 산정	
5. 콘조립 및 인장	〃	• 도면에 의거 산정	
6. 지압판	개	• 도면에 의거 산정	
7. 띠장	m	• 설치연장 × 2	
8. 시멘트	대		

※ 콘만 설치할 경우는 별도 계상

6. 터 널 공

목 차

6.1 설 계 요 령

1. 관련기준
2. 터널 평면선형
3. 정지시거
4. 종단선형
5. 병설터널의 중심간격
6. 터널내공단면
7. 여굴량기준
8. 강지보재
9. 숏크리트
10. 록볼트
11. 굴착
12. 터널굴착 보조공법
13. 터널 피난대피시설 설치기준 및 보강방안
14. 배수 및 방수
15. 터널안정성 해석
16. 콘크리트 라이닝
17. 계측
18. 갱구부
19. 터널환기
20. 전기시설
21. 오폐수 처리 및 시설
22. 관리용시설
23. 터널 내장재
24. 터널 입·출구부 회차로시설
25. 터널구간 교통안전성 향상 시설
26. 터널 입·출구부 도로 결빙방지 설비시설
27. 터널 입·출구부 조경시설
28. 터널내 포장

6.2 수량산출요령

1. 굴 착
2. 버력처리
3. 지 보 공
4. 록볼트공
5. 그라우팅
6. 방 수 공
7. 배 수 공
8. 콘크리트 라이닝
9. 갱문 및 옹벽
10. 부대시설공
11. 계 측
12. 수량산출을 위한 좌표계산
13. 수량산출(예)

6.1 설계요령

1. 관련기준

가. 적용 범위

본 설계요령은 국도대체우회도로, 일반국도, 국지도 공사의 도로 구조물 설계에 적용한다.

나. 적용 기준

본 내용은 구조물 설계 전반에 대한 통일성과 합리적이고 경제적인 구조물 설계를 도모하고자 설계 기준은 국가건설기준센터의 관련 기준을 기본으로 하고 세부항목에 대해서는 기존의 관련기준을 인용하였다.

- 구조설계기준:KDS 14 00 00(2018, 국토교통부)
- 구조재료공사(표준시방서):KCS 14 00 00(2018, 국토교통부)
- 도로설계편람(터널편)(2011, 국토해양부)
- 도로설계요령(2009, 한국도로공사)
- 도로설계기준:KDS 44 00 00(2018, 국토교통부)
- 구조물 기초설계기준(2016, 국토교통부)
- 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(2019, 국토교통부)
- 고속도로 설계 실무지침서(Ⅲ)(2008, 한국도로공사)
- 「도로의 구조·시설기준에 관한규칙」 해설(2020, 국토교통부)
- 터널설계기준:KDS 27 00 00(2018, 국토교통부)
- 터널공사(표준시방서):KCS 27 00 00(2018, 국토교통부)
- 도로공사 설계실무자료집(2002～2019, 한국도로공사)

기타 국토교통부, 지식경제부 기술표준원에서 제정한 관련 지침 및 시방서 등 본 설계요령에 규정하지 않은 사항은 전술한 지침 혹은 시방서에 의하되 그 외 정부기관과 관공사를 포함해서 인용근거를 명시하도록 한다.

2. 터널평면선형

가. 지형, 지질의 상황, 연직갱의 위치 도로로서의 선형, 주행성, 시공성, 유지관리, 환기방재 등을 고려하여 가능하면 직선으로 계획하되 곡선으로 계획할 경우에는 큰 반경곡선을 적용한다.

나. 터널이 지상구조물, 지하구조물, 터널 등 기존 시설물에 근접하여 통과하는 경우에는 기존 시설물의 중요도 및 구조적인 특성에 따라 터널굴착공사로 인한 상호 영향을 검토하여야 한다.

다. 터널 갱구의 위치는 안정된 지반으로 지형조건이 좋은 위치에 선정하도록 하여야 하며, 토지이용 현황과 토피 등을 감안하고 환경성, 주변작업여건과 시공성을 우선하여 결정하되 비탈면에 가급적 직교하도록 선정하도록 한다.

3. 정지시거

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

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
	100	80	60	
한 계 곡 선 반 경(m)	4,800	3,100	1,700	

※ 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 가급적 완만한 값을 적용토록 한다.

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.

※ 부득이하게 지형조건을 고려할 시 『도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침』 “5-3-1 종단경사” 참조

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

5. 병렬터널의 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) 도로공사 설계실무자료집 : 암질별 별도 보강없이 가능한 최소이격거리 검토

구 분	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	비 고
최소 이격거리	2m	3m	4m	1.0D	1.5D	기본(실시)설계시 실시한 지반조사 결과 활용, D:터널폭원

※ Ⅰ~Ⅲ타입은 수치해석 등을 통해 별도의 보강방안 필요여부 검토, 발파에 의한 영향을 함께 검토하여 최종 이격거리 결정

5) 기 적용사례

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

병설터널의 중심간격 적용(예)

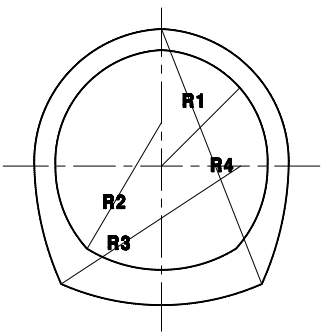
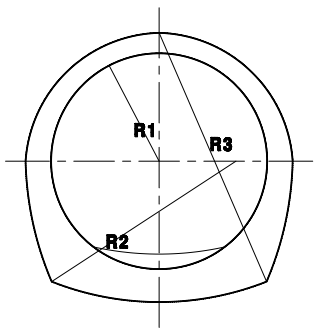
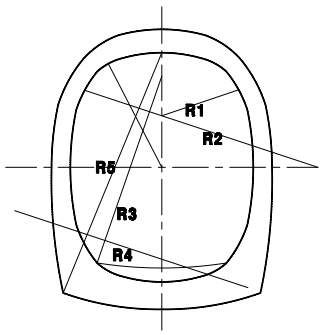
구 분	터 널 명	굴착폭(m)	적용간격(m)	비 고
2차선	일반적인 고속도로 터널	11.93	30.0	
	남산 1호 터널	11.30	25.0	
	구 덕 터 널	10.60	25.0	
	북 악 터 널	11.69	25.0	
3차선	소 하 터 널	15.88	45.0	
	도 곡 터 널	14.66	30.0	
	내 곡 터 널	15.50	42.0	
4차선	수 암 터 널	19.63	40.4	
	수 리 터 널	19.63	40.4	

6. 터널내공단면

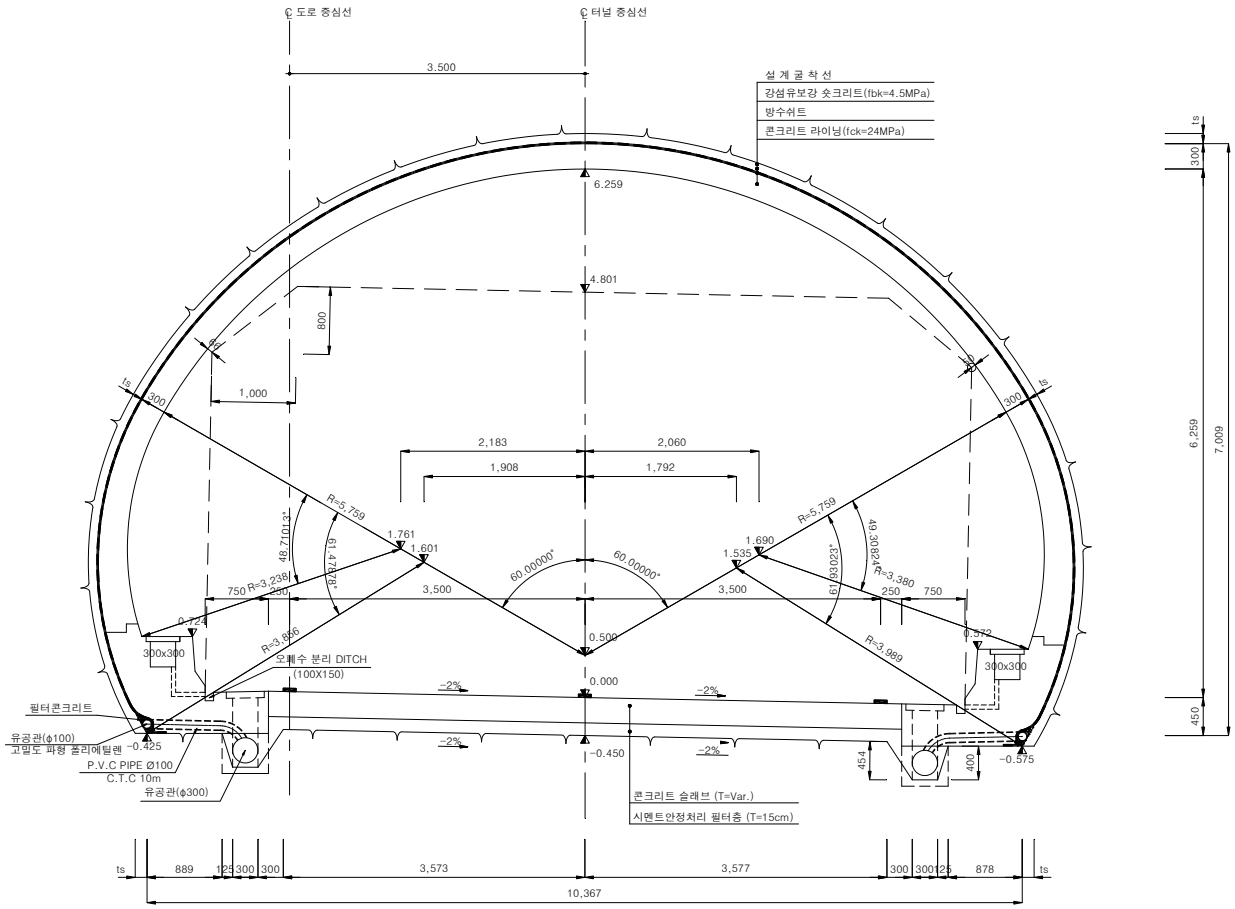
가. 도로폭원 및 설비를 감안한 시설한계 확보

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

Ⅱ. 공종별 기준

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 좌·우 각각 2.0m를 적용한 경우도 있으므로 여러 가지 상황을 고려하여 결정되어야 한다.

※ 3차로 이상 터널은 도로설계편람(국토해양부)을 참조 적용한다.

설계 및 시공 사례 (국내 도로터널)

단 면	총 폭	차로폭	측 대	배수구	공동구	측방여유폭 (추월/주행)	시설대	비 고
편도2차로 고속국도	9.98	3.60	0.25	0.55	0.59	1.0/1.0	0.39	'97이전
편도2차로 고속국도	11.48	3.60	0.25	0.55	0.59	1.0/2.5	0.39	'97이후
편도2차로 국도	10.10	3.50	0.25	0.65	0.60	1.0/1.0	0.60	
편도2차로 국도	9.98	3.50	0.25	0.65	0.59	0.9/0.9	0.59	
편도2차로 국도	10.31	3.50	0.25	0.55	1.06	0.8/0.8	0.65	
편도3차로 고속국도	14.66	3.60	0.25	0.75	0.96	1.0/1.0	0.90	
편도4차로 고속국도	18.22	3.60	0.25	0.92	0.88	1.0/1.0	0.77	

마. 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.

바. 환기설비에 따른 내공단면

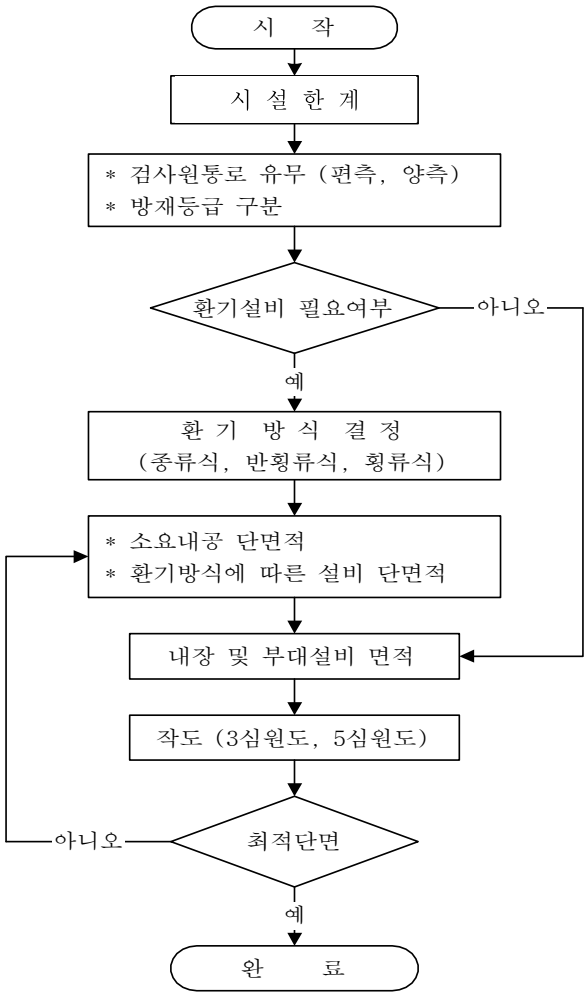
1) 종류식(젯트팬)환기방식 적용시

① 차도부 시설한계에서 상단여유 20cm, 천정에 매다는 방식은 보통 젯트팬 외경과 천장벽면까지의 이격거리는 0.3D(D:젯트팬 내경)를 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 달라지므로 덕트 칸막이, 덕트단면적, 시설한계와 덕트 칸막이와의 여유폭을 고려하여 내공단면적을 결정토록 한다.



7. 여굴량기준

가. 여굴량의 표준

구 분	아 치(cm)	측벽(cm)	바닥 및 인버트(cm)
Type-Ⅰ~Ⅲ	19	18	15
Type-Ⅳ~Ⅵ	12	12	10

※ 표의 내용 적용시 다음을 고려하여야 한다.

· 본 여굴량은 발파공법(NATM)을 기준으로 한 것이다.

· 암질의 절리 및 풍화가 발달하여 터널타입과 관계없이 과다 여굴이 발생되거나, 해저터널에서 강관다단 등 터널보강이 필요하여 공법상 불가피하게 추가여굴이 발생되는 경우에는 여굴 기준의 20%이내에서 추가 적용 할 수 있다.

· "바닥 및 인버트"구간은 버력을 제거한 후 콘크리트 등으로 채우는 경우에 적용하며, 암질에 따라 달리 적용 할 수 있다. 다만, 수로터널 등 단면이 적은 경우는 5㎝이내에서 현장 여건에 따라 적용할 수 있으며, 바닥구간 포장시 요철보정에 대한 재료수량은 별도 산정한다.

8. 강지보재

가. 강지보재의 사용목적

1) 강지보재는 숏크리트, 록볼트 등과 함께 터널안정에 필요한 지보재 중의 하나이다. 따라서 산정된 작용하중을 부담할 수 있도록 규격 및 배치 간격을 결정함과 동시에 다른 지보재, 특히 숏크리트와 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 숏크리트 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 및 연결부 고려사항

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 숏크리트가 충분히 포설되도록하고, 상·하부 강지보재 연결시 상부 강지보재 연결볼트 구멍 및 연결부에 타설된 숏크리트를 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 및 규격

1) H형강 지보재

H형강 지보재는 강지보재가 지면과 밀착된 경우 지반과 강지보재 사이에 숏크리트의 타설이 용이하지 않아 이 부분이 공극이 발생될 수 있고, 숏크리트의 두께가 얇은 경우에는 숏크리트와 강지보재의 일체성이 떨어질 수 있다는 단점이 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 훠폴링이나 파이프 루프 설치시 격자지보재 사이를 통과하도록 설치할 수 있으므로 훠폴링 설치각도를 최대한 줄일 수 있어 시공성이 좋다. 그러나 H형 강지보재에 비해 강성은 떨어진다.

③ 형식은 일반적으로 표준형 3개 강봉, 보강형 3개 강봉, 침하방지용 4개 강봉으로 나뉘며 표준형 3개 강봉은 대각선 모양으로 3개의 강봉으로 구성되고, 보강형 3개 강봉은 표준형과 형태상 동일하나 상부에 강봉 하나를 더 결합한 형태이다. 4개 강봉은 터널 하부 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 275를 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

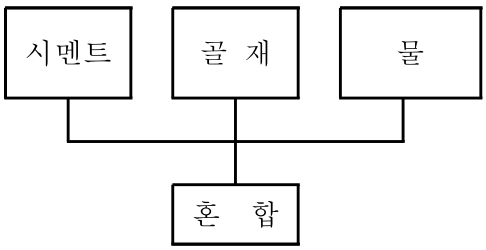
나. 숏크리트의 설계

1) 숏크리트의 혼합방법에 따라 건식과 습식으로 구분하며 터널에 적용하는 경우 일반적으로 고정식 B/P에서 골재, 시멘트 및 물을 계량하여 혼합하고 뿜어붙이기 작업시 노즐에서 급결제와 재료를 혼합하는 습식공법을 원칙으로 하며 필요에 따라 강 또는 기타 재질의 섬유(Fiber)도 혼합하여 사용할 수 있다.
2) 터널의 지보재로 사용되는 숏크리트의 최소 두께는 사용 목적, 지반조건, 단면의 크기, 지보재 안정성 및 시공성 등을 고려하여야 하며, 최소 50mm 이상으로 하는 것을 원칙으로 하되 현장조건에 따라 조정할 수 있다.
3) 습식공법의 반발율은 아치부 13%, 측벽부 10% 정도 허용하는 것이 보편적이다.
4) 숏크리트는 일반 숏크리트와 고강도 숏크리트로 구분할 수 있으며 다음의 경우 고강도 숏크리트를 사용할 수 있다.
   ① 콘크리트라이닝을 설치하지 않는 경우
   ② 터널의 조기 안정화가 요구되는 경우
   ③ 장기내구성이 요구되는 목적구조물로서 활용되는 경우
   ④ 대단면 터널에서 숏크리트 두께 축소를 목적으로 하는 경우
   ⑤ 안전성, 시공성, 경제성 향상을 목적으로 하는 경우

다. 숏크리트 재료 및 배합

1) 타설된 숏크리트가 자중으로 인하여 박리될 가능성이 있는 경우 또는 숏크리트의 인장강도 및 전단강도 등 인성을 향상시키기 위하여 철망을 사용할 수 있다. 단, 강섬유 또는 기타 재질의 섬유를 혼합한 숏크리트의 경우는 철망을 생략할 수 있다.
2) 숏크리트는 필요한 강도와 내구성이 확보되고 부착성과 시공성이 양호하며 재령 1일 압축강도가 10 MPa 이상, 재령 28일 강도가 21 MPa 이상 되도록 배합하여야 한다.
3) 고강도 숏크리트는 필요한 강도와 내구성이 확보되고 부착성과 시공성이 양호하여야 하며, 재령 1일에 10 MPa 이상 그리고 재령 28일 강도가 35 MPa 이상이 되도록 배합하여야 한다.

일반 숏크리트



숏크리트의 강도를 보완하기 위하여 철망 설치

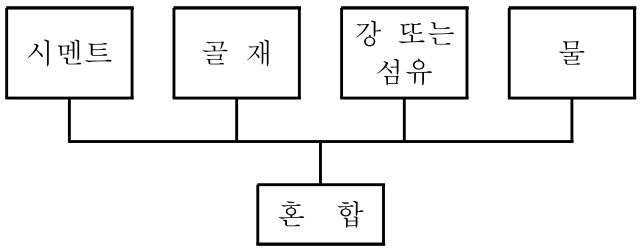
※ 철망적용기준

부착성 및 시공성증대 : Ø3.2×50×50mm

전단 및 인장보강 : Ø4.8×150×150mm

100×100mm

강 또는 섬유보강 콘크리트



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 한다.

5) 숏크리트의 조기강도 발현을 위하여 급결제를 사용할 수 있으며 이때 사용되는 급결제의 사용량은 환경과 압축강도를 고려하여 시공조건(기온, 지반조건, 용수 등), 사용재료, 급결재의 재질 및 특성에 따라 조정하여야 한다.

6) 숏크리트 배합부터 타설까지 상당한 시간이 소요되어 작업성이 저하될 수 있는 경우 감수제의 사용을 검토하여야 하며, 숏크리트 강도 증진을 위한 혼화재를 사용할 경우는 실리카 흄, 메타카올린, 플라이애쉬 등과 같은 미분말 혼화재를 사용할 수 있다.

라. 강 또는 기타 섬유 보강 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 한다.

2) 실제 벽면에 타설된 강섬유 혼입량은 30kg/㎥ 이상이 되어야 하며, 설계 휨강도와 휨인성을 만족하여야 한다. 이때 재령 28일의 강섬유 보강 숏크리트의 휨강도는 4.5MPa이상, 그리고 휨인성을 나타내는 등가휨강도는 3.0MPa이상이어야 한다. 강섬유 이외의 기타 섬유를 적용할 경우에는 상기 강섬유보강 숏크리트의 성능기준 이상을 발현할 수 있도록 설계하여야 한다.

마. 적용 예 (2차선 도로터널 기준)

구 분	시 공 방 법	시공두께(㎝)	비 고
암반등급 I등급	숏크리트	5	강섬유 혼입량 : 30kg/㎥ 이상 ( )는 국제 터널협회(ITA) 검토결과 자료
암반등급 II등급	강섬유보강 숏크리트	5	
암반등급 III등급	강섬유보강 숏크리트	8(6.5)	
암반등급 IV등급	강섬유보강 숏크리트	12	
암반등급 V등급	강섬유보강 숏크리트	16(13.5)	

10. 록볼트

가. 일반사항

1) 록볼트 자체의 항복하중과 정착방법을 면밀히 검토하여야 한다.

2) 록볼트 설계시 지반상태, 불연속면의 분포, 발생용수 등을 고려하여 봉합효과 보형성 작용, 내압작용, 아치형성, 지반보강작용 등이 발휘하도록 설계하여야 한다.

3) 록볼트 재질 및 형상은 소요의 강도 이상을 가지는 이형봉강으로 제작하는 것을 원칙으로 하나 강관, 팽창성 강관 또는 이와 동일한 강도와 기능을 가지는 섬유보강 플라스틱(FRP) 등 기타 소재의 록볼트도 사용할 수 있다.

4) 록볼트 정착재료는 록볼트 천공공경, 길이, 지반상태(파쇄대 출현여부) 및 터널단면의 구간(천단부, 측벽부)등에 따라 시멘트계와 수지계를 현장여건에 따라 사용할 수 있으며, 설계시에는 시공시 현장여건에 따라 선택적으로 적용할 수 있도록 적용한다. 시멘트계 사용시는 보통포틀랜드 시멘트를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

5) 마감 숏크리트 타설 후 록볼트 시공 여부를 육안으로 확인할 수 있도록 식별표식을 적용하여야 한다

나. 록볼트의 재질

1) 이형봉강의 경우 다음의 재료를 적용한다.

종류	직경	재질 기호	기계적성질		
			항복점 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)
이형 봉강	φ22mm 이상	SD 600 이상	600 이상	항복강도 1.08배 이상	10 이상
		SD 700 이상	700 이상		
	φ25mm 이상	SD 400 이상	400 이상	항복강도 1.15배 이상	18 이상

2) 여건에 따라 유리섬유재질의 록볼트를 적용하는 경우 다음의 기준을 만족하여야 한다.

직 경 (mm)	유리섬유 함유량 (%)	극한인장강도 (MPa)	극한전단강도 (MPa)
최소 측정값 기준 20 이상	75 이상	850 이상	150 이상

다. 시공법

1) 록볼트의 시공방법은 수지형 및 시멘트 몰탈형이 적용이 가능하며 설계 현장의 용수량 및 시공 여건에 맞게 적용하여야 한다.

구 분	시 공 법	장 단 점
수 지 형	1. 천공 2. 수지형 접착재료 삽입 3. BOLT 회전 4. 경화 5. NUT 체결	• 정착을 위한 경화시간이 짧다. (수분 이내) • 출수의 영향을 약간 받는다. • 몰탈형에 비해 상대적으로 시공성이 좋다. • BOLT회전관계로 BOLT 길이에 제한은 받는다. • 발포비율이 클 경우 접착력이 저하될 수 있다.
시 멘 트 몰 탈 형	1. 천공 2. 시멘트 그라우팅 3. BOLT 삽입 4. 경화 5. NUT 체결	• 정착을 위한 BOLT회전이 불필요하여 설치가 간단 • BOLT 길이의 변화에 제한을 받지 않는다. • 누수개소에 시공이 불가능하다. • 몰탈 흘러내림에 따라 시공성이 불량하다. • 장기 인발내력과 내구성은 양호하나 조기강도 발현이 늦다.

11. 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 시공성이 우수한 굴착방법을 채택하여야 한다.

2) 인력굴착은 착암기, 소형브레이커 등 간단한 굴착도구를 사용하여 굴착하는 방법으로서, 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 방법으로서, 중장비에 의한 기계굴착은 절리가 심하게 발달한 파쇄암이나 풍화암 등에서 지반이완을 최소화하고 여굴을 억제하는 데 적용할 수 있다.

4) 발파굴착은 가장 일반적인 암반굴착방법으로서, 경제성과 시공성은 양호하나 진동과 소음 등이 수반되기 때문에 지반 조건 또는 주변 여건에 따라서 적용 여부를 결정하여야 한다.[“도로공사 노천발파 설계.시공 지침(국토해양부,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

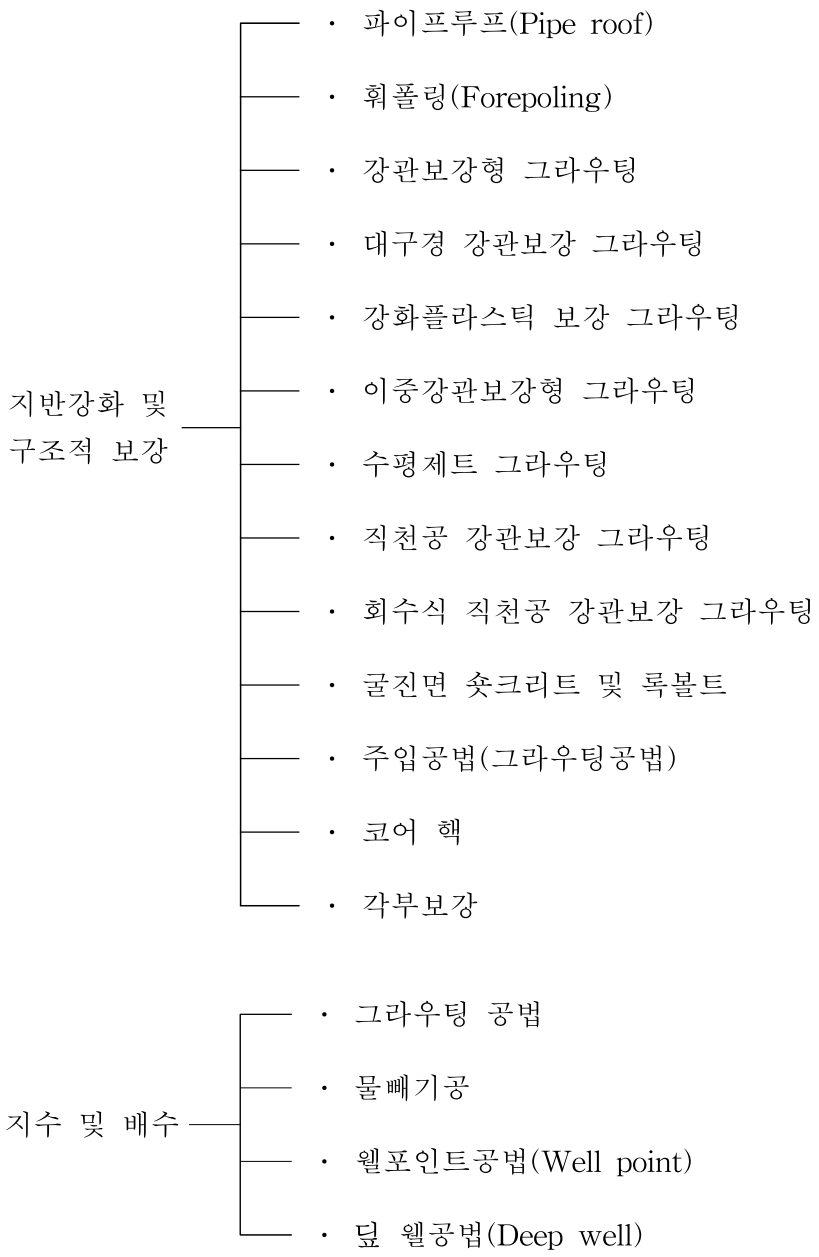
굴착공법			정의	비고
전단면굴착			전단면을 1회 굴착	
분할굴착	수평분할굴착	롱벤치	벤치길이 : 3D 이상	D:터널의 직경
		쇼트벤치	벤치길이 : 1D-3D	
		미니벤치	벤치길이 : 1D 미만	
		다단벤치	벤치길이 : 3개 이상	
	연직분할굴착		연직방향으로 분할굴착	
	선진도갱굴착		단면의 일부분을 먼저 굴착	
	가인버트굴착		벤치 상부에 숏크리트 타설 후 굴착	숏크리트로 가인버트 형성

12. 터널굴착 보조공법

가. 일반사항

1) 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.

2) 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

1) 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.

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

Ⅱ. 공종별 기준

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		△			
		훠폴링		△	△		철근, 강봉, 강관 등 사용
		강관보강형 그라우팅		△	○	△	
		대구경 강관보강 그라우팅		△	○	△	
		강화플라스틱 보강 그라우팅		△	○	△	
		이중강관보강형 그라우팅		△	○		
		수평제트그라우팅		○			
		직천공 강관보강		△	○	○	소구경 직천공은 천공 Bit가 매몰. 대구경 직천공은 천공 Ring Bit가 매몰.
		회수식 직천공 강관보강		△	○	○	소구경·대구경 직천공은 천공 Bit가 회수됨.
		그라우팅공법			○	○	
	굴진면	굴진면 숏크리트		△	○	○	
		굴진면 록볼트		△	△		
		코어 핵		△	○		Ring cut
		약액주입공법			○	○	
	각부보강	각부보강볼트			△		
		각부보강파일			△	○	
		가인버트		△	△	△	
용수대책	지수/배수	그라우팅공법	△	○	○	○	
		물빼기공	△	○	○	○	웰포인트, 딥웰공법 포함.
		웰포인트공법			○	○	
		딥 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. 터널 피난대피시설 설치기준 및 보강방안

터널에서 화재시 터널 이용자의 대피를 위한 시설로 피난연락갱, 피난갱, 격벽분리형 피난대피통로, 비상주차대 등을 말하며 이들의 설치지침 및 설치사양은 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토교통부, 2019)과 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(국토교통부, 2020)에 따른다.

가. 터널의 방재등급별 피난대피시설

1) 터널 방재등급별 피난대피시설 검토 :

터널 비상대피시설 설치기준[『22. 관리용시설』, 『다. 터널방재시설』]에 따라 터널등급은 터널연장(L)을 기준으로 하는 연장등급과 교통량 등 터널의 제반위험인자를 고려한 위험도 지수(x)를 기준으로 하는 방재등급으로 구분하여 적용하여야 한다.

2) 피난대피시설 적용 :

연장등급에 의한 3등급(L=500m)이상 터널에 설치하는 피난연결통로에 대한 지보패턴 및 접속부 보강범위를 제시하며, 터널 피난연결통로 접속부와 본선터널의 굴착 및 라이닝 보강 대책으로 암질 상태에 따라 보강범위를 조정하여 적용하여야 한다.

나. 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

다. 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 - 자량용 : 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)

14. 배수 및 방수

가. 일반사항

1) 터널 갱구부는 온도 변화가 크고 건조 수축에 따른 균열이 생기기 쉽고, 누수에 따른 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 방식으로서 라이닝 설계 시에 지하수위 조건에 따른 수압을 고려하여야 한다. 하지만 방수기술상의 제한 때문에 작용수압이 0.6MPa 이하인 지역에서만 채택하는 것을 원칙으로 한다.

3) 배수형

유입되는 지하수를 배수하는 터널로서 배수방법에 따라 다음과 같이 세 가지로 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 부분 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 6MPa이상, 신도 600%이상 가열신축량이 신장 및 수축시 각각 2.0mm이하 및 4.0mm 이하의 재질로서 두께 2mm 이상을 원칙으로

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 0.5~1.5㎥/분 정도이다)

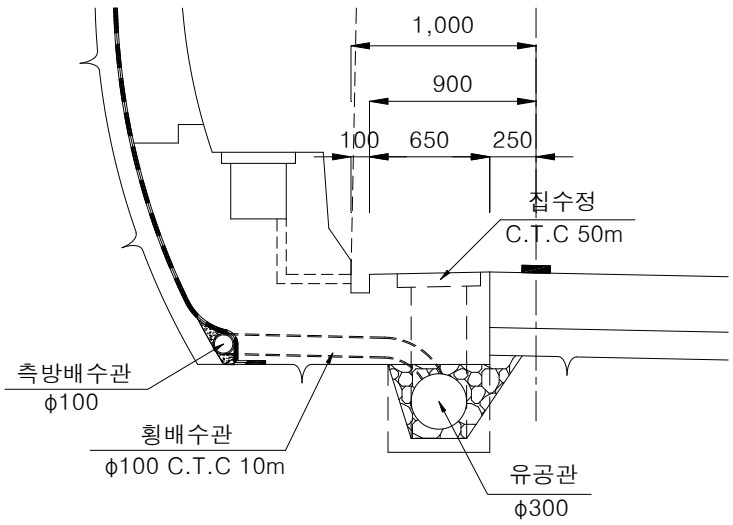
2) 집수관

터널주변 암반 절리면을 타고 흘러 들어오는 물을 사전에 배수하므로서 터널에 작용하는 수압을 줄이며, 터널내에 유입되는 물의 양을 최소화할 수 있도록 하기 위해 터널하부에 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 : 슬림 폼 페이버에 의한 2단계 시공
- 백호우 : 0.7㎥
- 덤프트럭

③ 공동구 기계화 시공방법

- 배수관 기초 콘크리트는 인력으로 타설한다
- 기계 타설전 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

15. 터널안정성 해석

가. 해석 일반

1) 터널 해석시 지반조건, 지하수조건, 터널의 형상, 시공방법 및 터널 주변지반의 지보능력을 고려하며, 해석기법은 2차원 해석이나 3차원 해석을 채택한다.

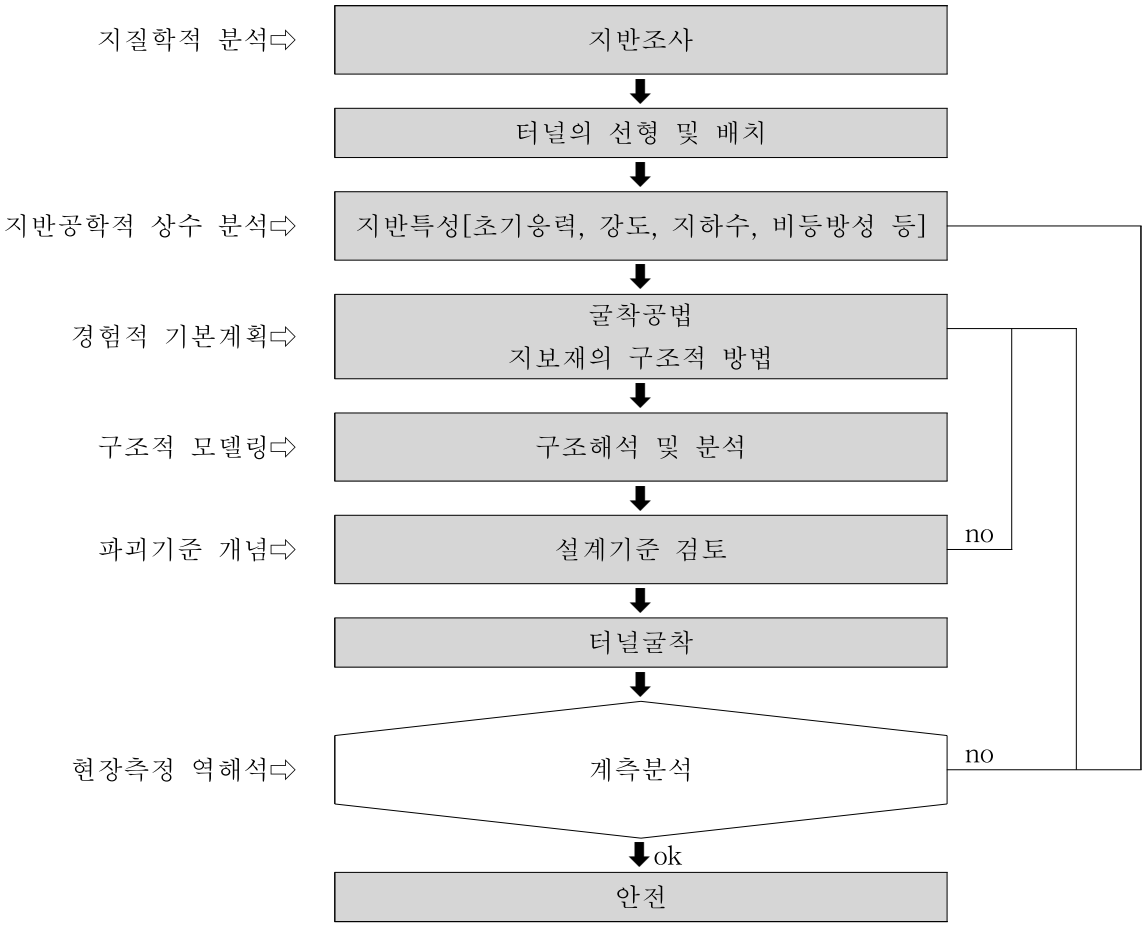
2) 2차원 해석을 실시할 경우에는 터널 굴착에 의한 3차원적 지반거동을 반영할 수 있는 방법으로 수행한다.

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. 따라서, 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 진행하는 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 측정한 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 둘러쌓여 있어 지진에 대한 영향을 적게 받는다.

② 비개착 터널에 대해서는 내진설계를 수행하지 않는 것을 원칙으로 한다.

③ 지진발생시 지중구조물인 터널은 지반운동에 순응하여 거동하기 때무네 지상구조물과는 상이한 내진설계를 실시하여야 한다.

2) 내진설계 대상 구조물

① 개착하여 시공하는 개착부

② 토피의 두께가 얇고 지반이 연약한 터널의 갱구부, 주요 구조물 접속부 구간

③ 대규모 단층대 및 파쇄대 통과구간, 지층구조가 급변하는 계곡부

④ 천층터널 및 편경사 지형으로 지진시 터널의 안정성이 취약하다고 판단되는 구간

⑤ 지반의 자립이 어려운 연약한 지층에 터널이 위치한 구간

3) 내진해석방법

① 터널에 대한 내진설계 방법은 응답변위법을 우선으로 하고 필요에 따라 동적해석법, 유사정적해석법을 적용할 수 있다.

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 유사정적해석법은 옹벽형식의 터널 갱구부 구조물에 국부적으로 적용하며, 동적인 시간이력 특성을 정적인 하중으로 단순화시켜 보다 간편하고 보수적인 설계가 되도록 하여야 한다.

⑤ 내진해석을 위한 지반운동은 지형 및 지반조건과 공간적 변화특성(터널의 길이 방향과 횡방향의 지반운동 영향)을 고려해야 한다.

⑥ 내진검토를 위하여 필요한 경우 동적지반정수 산정을 위하여 설계목적에 부합되도록 실내시험이나 물리검층 등을 시행하도록 한다.

⑦ 내진설계 시에는 지반에 대한 비선형 거동특성을 고려할 수 있는 해석방법을 사용할 수 있다.

16. 콘크리트 라이닝

가. 일반사항

1) 콘크리트 라이닝은 구조체로서 역학적 기능을 하며, 비배수형 터널에서의 내압기능, 영구구조물로서의 내구성확보 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. 일반적으로, 재령 28일 강도가 21~24 MPa인 콘크리트를 표준강도로 하는 것을 원칙으로 하되, 경우에 따라서는 그 이상인 고강도 콘크리트를 사용할 수 있다. 비배수형 터널에서는 재령 28일 강도는 27 MPa 이상이 되도록 하여야 한다. 현장여건에 따라 수밀콘크리트를 사용할 수 있다.

3) 팽창성 지반, 압축성 지반 및 함수미고결층 지반 등 인버트 부분에 콘크리트라이닝의 설치가 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 계획하여야하며, 주입관과 배기관 설치, 적정 주입압을 검토 반영하여야 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

17. 계측

계측은 일상적인 시공관리를 위한 일상계측과 지반거동의 정밀분석을 위한 정밀계측으로 구분하여 계획을 수립하여야 한다.

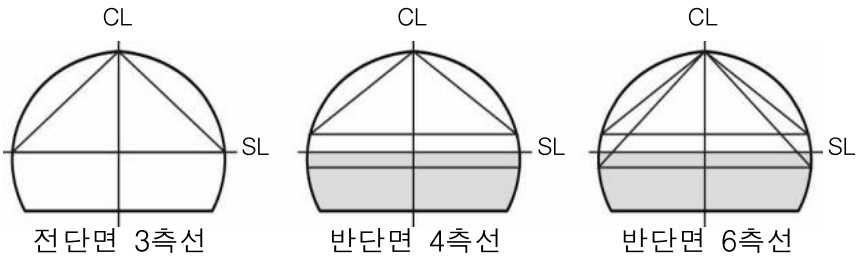
가. 일상계측

1) 일상계측인 일상적인 시공관리상 반드시 실시하여야 할 항목으로서, 터널 내 관찰조사, 내공변위 측정, 천단침하측정, 록볼트 인발시험 등을 포함하며, 토피가 얕은 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 하되 지반조건에 따라 간격을 조정할 수 있다.

3) 내공변위의 측선 수는 아래 그림을 기준으로 하여 배치하되 갱구 부근, 편압 예상구간, 단층 및 파쇄대, 과도한 지하수 용출이 예상되는 구간 등은 측선 수를 조정할 수 있으며, 필요한 경우에는 3차원 거동을 파악할 수 있도록 계측계획을 수립해야 한다.

내공변위 계측의 측선 배치(예)



4) 천단침하와 내공변위는 동일단면에서 측정되어야 하고, 이 측점은 가능한 한 굴진면에 근접하게 설치되어야 한다, 또한, 천단침하는 수준측량 등을 통하여 하향방향의 절대침하량으로 측정하여야 한다. 터널이 전체적으로 침하하는지를 확인 할 필요성이 있는 경우 천단침하와 더불어 터널 바닥면의 침하도 측정하여야 한다.
5) 일상계측으로서 지표침하 측정이 필요한 경우에는 측점을 내공변위 측정과 동일한 단면의 터널 중심선상의 지표면에 배치하고 터널 축에 직각 방향으로 여러 개의 측점을 거리별로 배치한다. 이때 가장 바깥쪽의 측점은 가능하면 터널 굴진의 영향을 받지 않는 부동점이 되도록 계획해야 한다.
6) 록볼트 인발시험은 록볼트 종류의 선정 및 시공 후의 정착효과를 판정하기 위하여 굴착 초기단계에 실시해야 한다.

나. 정밀계측

1) 상세관찰을 목적으로 일상계측에 추가하여 지중변위 측정, 록볼트 축력 측정, 숏크리트응력 측정, 강지보응력 측정, 지중침하 측정 등을 포함할 수 있으며, 측선 간격은 500m 간격으로 배치하는 것을 표준으로 하되, 터널의 규모나 지반 및 주변조건 등에 따라 조정할 수 있으며, 가능한 한 설계 시의 터널해석 구간에 설치하여 해석결과와 시공 시의 계측결과를 비교 검토할 수 있도록 해야 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.
3) 지중침하 측정 위치는 터널 중심선상의 지표면 또는 측정해야 할 위치에 배치하고 깊이별로 여러 개의 측점을 계획해야 한다.
4) 정밀계측의 여러 항목 중, 계기를 터널 내에 설치할 필요가 있는 항목(지중변위 측정, 록볼트 축력측정, 숏크리트 응력측정 등)에 대하여 1단면마다 3~5점을 표준으로 터널의 설계패턴에 따라 효과적인 계측이 가능하도록 적절한 위치에 배치하여야 한다.
5) 설계자는 상기 항목 이외의 지반침하, 구조물 균열 및 경사도 등 터널공사에서 수반되는 제반 영향을 검토할 필요가 있는 경우에는 관련계측에 대한 계획을 제시해야 한다.
6) 확폭부나 접속부 등의 특수 구간에는 정밀계측에 대한 계획을 제시할 수 있다.
7) 터널공사로 인하여 환경 피해 및 생태계 변화가 우려되는 구간에는 발파진동 및 소음, 지하수위 등의 환경영향 관련 계측계획을 수립하여야 한다.

다. 유지관리계측

유지관리계측의 위치는 구조물의 구조적, 재료적 취약부나 큰 외력 및 내부응력 변화가 예

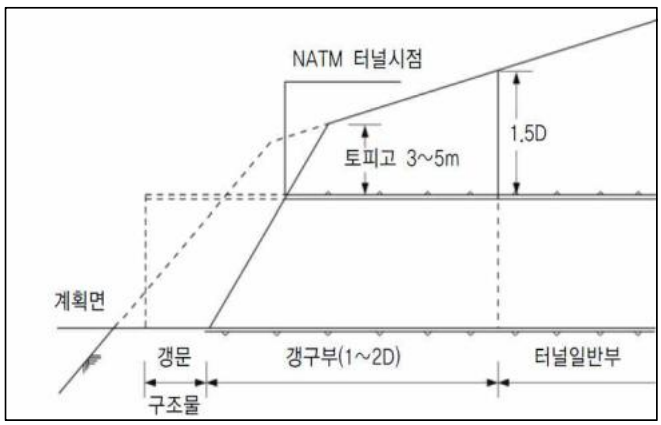
상되는 곳, 또는 지장물이 근접하여 있거나 주변지반이 열악한 구간 등을 사전에 조사, 분석하여 선정하는 것이 바람직하나 유지관리 터널의 길이가 500m를 넘는 경우는 이러한 문제구간 외에 일반구간도 계측에 포함시켜 계측을 수행하여 터널의 전체적인 안전성을 관리해 나가는 것이 바람직하다.

18. 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 정의할 수 있다.

갱구부 개념도



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 받는 토류 옹벽구조로 하여야 한다.

돌출형은 터널 본체와 동일한 내공단면이 터널 갱구부에 연속하여 지반으로부터 돌출한 형식으로서 그 형상에 따라 파라펫트식, 원통절개식, 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 물리탐사결과를 종합 분석하여 선정하여야 한다.

구 분	면 벽 형	돌 출 형 (절개)
장 점	• 터널갱구부 시공이 용이 • 터널상부 되메우기가 불필요 • 터널상부에서 유하하는 지표수에 대한 배수처리가 용이	• 도로와 자연스럽게 접속 유도되므로 운전자에게 안정감을 준다 • 주변지형과 조화를 이루어 미관이 수려하다
단 점	• 운전자에게 위압감을 줌 • 인위적 구조물 설치로 주변 경관과의 조화를 이루기 어려움 • 정면벽의 휘도저하를 고려할 필요가 있음	• 갱구부 개착터널 길이가 길다 • 갱구부 터널상부에 인위적인 흙쌓기가 필요하다 • 터널상부 지표수에 대한 배수처리가 필요하다
적용지형	• 갱구부 지형이 횡단상 편측으로 경사진 경우 • 갱구부 지형이 대절토와 접속된 지형 • 사면이 불안정한 지형	• 지형이 편측경사가 없고 갱문 전면 땅깎기가 개착터널 설치후 자연스럽게 조화를 이룰 수 있는 지형
적용터널	• 반월터널(신갈~반월간고속도로) L=323m • 중부 2터널(서울측) L=237m • 중부 3터널(대전측) L=384m	• 광교터널(신갈~안산고속도로) L=446m • 광암터널(판교~구리고속도로) L=780m • 중부 1터널 L=298m • 중부 4터널 L=495m • 중부 2터널 (대전측) • 중부 3터널 (서울측)
단, 갱문형식은 지형여건, 공사비, 차량의 주행성, 미관 등을 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, 편토압, 기상재해의 가능성, 주변경관과의 조화 등을 고려하여야 한다.

3) 개착터널부는 특별한 경우를 제외하고는 갱구부 설계에 준하여 설계를 하여야 한다.(도로설계요령 제4권 터널, 제9-1편 터널본체 8.4, 8.5 참조)

19. 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_x
• 운전자 시야 감소 • 심리적 불쾌감 유발	• 운전자-작업원에게 생리적 악영향 • 호흡기 질환 유발	• 운전자-작업원에게 생리적 악영향 • 폐기능 저하

주행속도별 매연 및 일산화탄소의 설계농도

구 분		규제기준	비 고
매연소멸계수 (K_{lim}^{-1})	5~10(km/h)	$0.009m^{-1}$	• 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 LOSD~F인 도심터널에 대하여 신호밀도, 진출입 램프 등 정체유발요인을 고려하여 계획하여야 한다. • 국토해양부 허용기준
	20~40(km/h)	$0.007m^{-1}$	
	50~80(km/h)	$0.005m^{-1}$	
일산화탄소 (CO)	10~80(km/h)	70ppm	• 국토해양부 허용기준
질소산화물 (NO_x)	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·시설기준에 관한 규칙 제41조 ③항)

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

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

$$T_f = \frac{Q}{\beta \rho_o C p A_r Vrc} + T_o$$

여기서, Frc=4.5

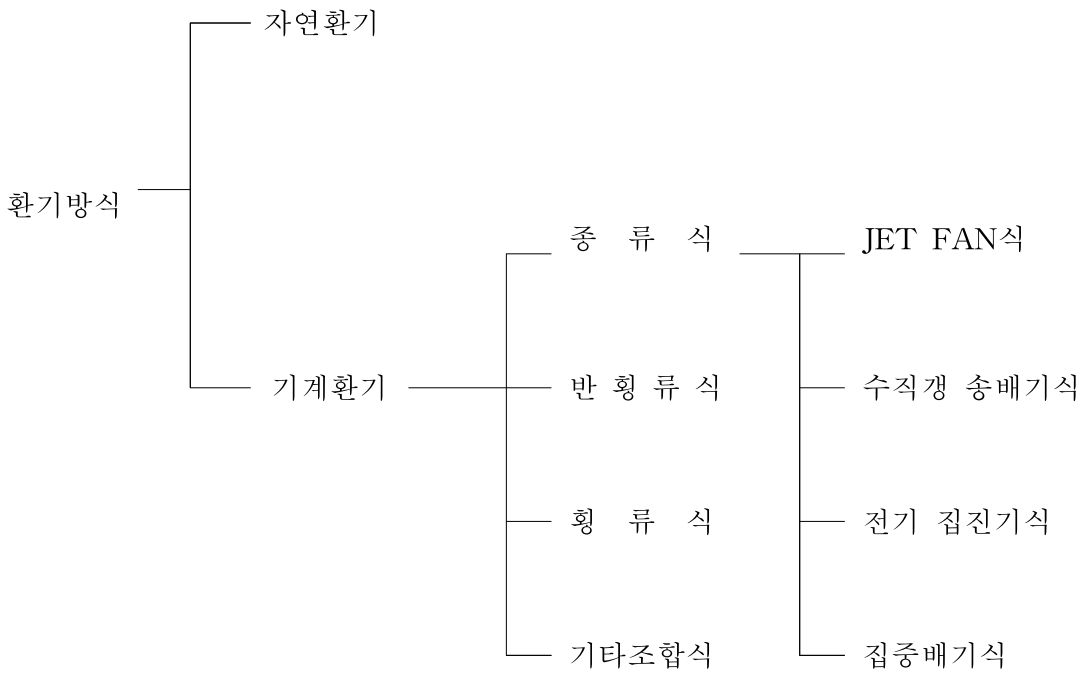
H : 화점에서 터널 천장까지의 높이(혹은 대표직경)다.

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.

양방향터널 : $N \cdot L \leq 600$

일 방 향 : $N \cdot L \leq 2{,}000$

N : 교통량 (대/hr)

L : 터널연장 (㎞)

4) 기계환기

① 환기방식은 그 특징을 충분히 살려서 터널의 길이, 지형, 지물, 교통조건, 기상조건 등에 따라 효과적이고 경제적인 방식을 선정

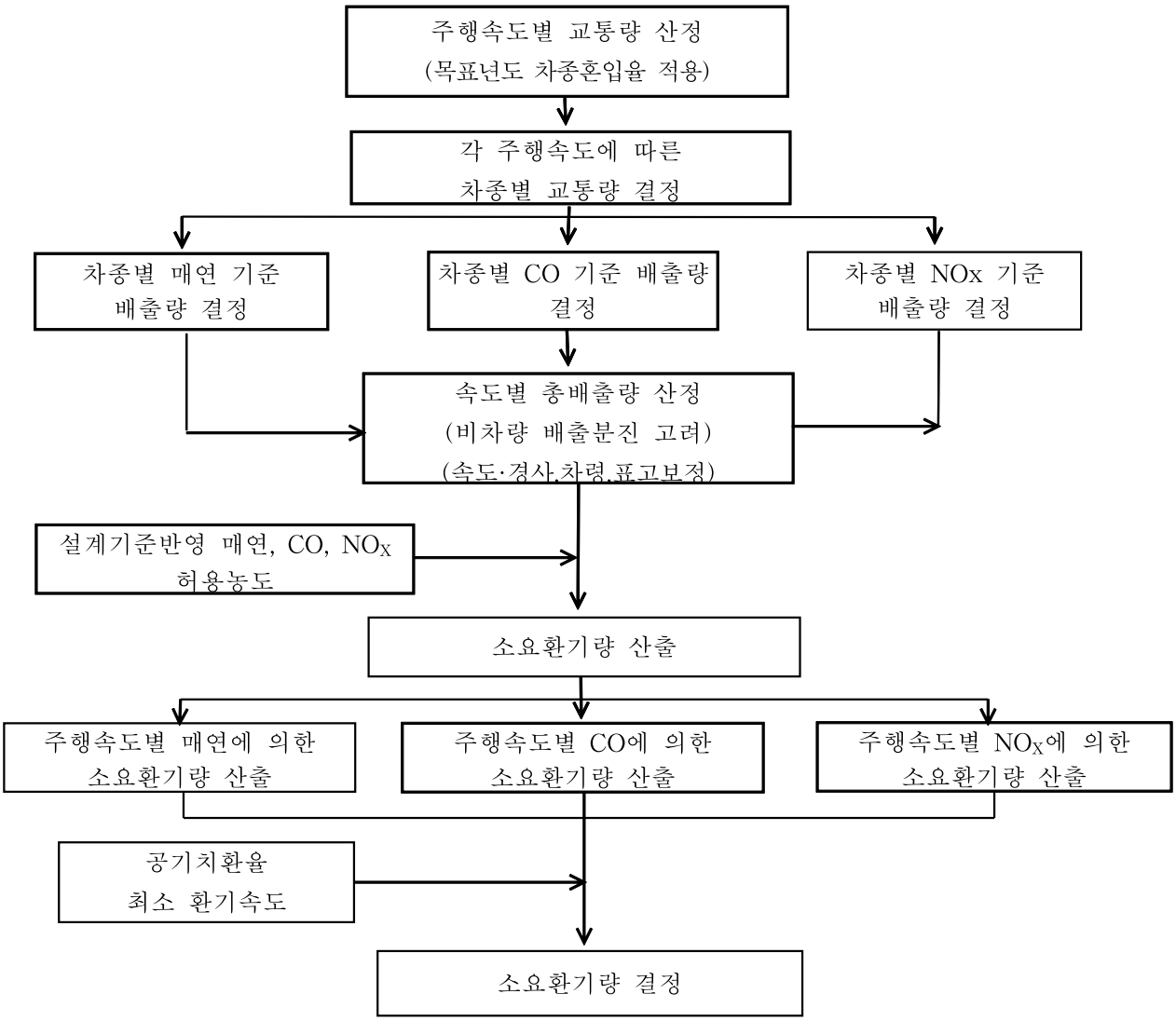
② 특히, 장대터널의 경우 환기방식에 따라 공사비의 차이가 크므로 세밀한 검토를 하여 설계에 적용하여야 한다.

라. 환기량 산정방식

1) 현재 국내에서 적용되는 소요환기량 산출방법은 일본방식과 국제상설도로회의 WRA(구 PIARC) 방식이 있으며, 본 기준에서는 현재까지 많은 국가에서 적용하고 있는 WRA(구 PIARC) 방식을 적용한다.

2) 환기대상 오염물질은 매연, 일산화탄소, 질소산화물로 하며, 목표년도의 차종별 구성비 및 차종별 오염물질 기준배출량을 기초 데이타로하여 주행속도별 환기량을 아래 흐름도

에 의해서 구하고 이를 비교 검토한 후 소요환기량을 산정한다.



20. 전기시설

가. 전기시설

1) 터널내 전기시설은 수변전설비, 전력간선설비, 부하설비(조명설비, 방재설비, 동력설비)로 구분되고 부하설비는 터널의 연장 및 현장여건에 따라 기준에서 정한 설비들이 설치되며 부하설비에 따른 수변전설비와 전력간선설비를 계획한다. 설계기준은 다음과 같으며 실무요령에서는 터널조건에 따라 변동성이 있는 조명설비에 대한 기본적인 사항들을 제시하며 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 도로 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 관리 지침(국토교통부)

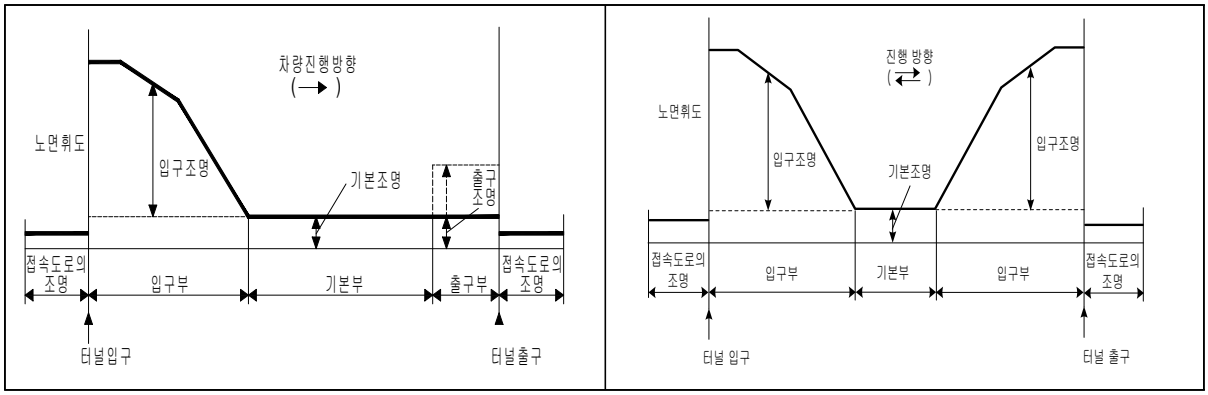
다. 터널 조명설비

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 설계속도, 교통량, 야외 휘도 등을 고려하여 터널 조명설비를 설계함으로써 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 접속도로의 조명으로 구성한다.



(a) 일방 통행인 경우 (b) 양방 통행인 경우

[그림 - 터널조명의 구성]

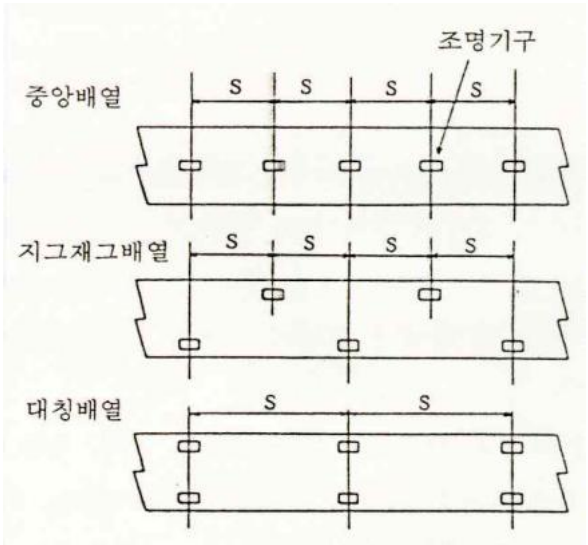
라. 터널조명설계

1) 기본조명 설치높이

① 조명기구의 설치 위치는 터널 측벽 상부와 상부 천장부에 설치하며, 노면의 휘도분포를 양호하게 유지하고, 조명기구의 눈부심을 제거하기 위해서는 노면상 4.0m 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 보수율 등을 고려하여 최적의 배열을 택해야 한다. 배열의 종류에는 중앙배열, 지그재그배열, 대칭배열이 있다. 다음 그림에는 조명기구의 설치 배열 종류를 예로서 나타내었다.



[그림 - 조명기구의 천장부 설치 배열]

3) 기본조명 설치간격

① 설치간격과 노면·벽면의 휘도균제도

조명기구의 설치간격(S)에 따라 노면과 벽면의 휘도균제도가 좌우된다. 휘도균제도는 특히 평균휘도가 낮은 경우, 보임의 상태에 크게 영향을 주기 때문에 가능한 한 양호하게 유지해야 한다.

② 노면 휘도 분포를 양호하게 유지하기 위하여 등기구의 배광 특성을 검토하여야 한다. 등기구의 배광 특성은 터널 진행방향과 벽면 방향을 고려하여 광속이 충분히 확산되어야 한다. 이러한 배광 특성을 고려하여 조명 시뮬레이션 검증을 통해 설치간격을 결정하여야 한다.

○ 벽면의 종합 균제도는 노면의 2m 높이까지 0.4 이상

○ 노면의 차선축 균제도는 0.6 이상

4) 기본부 평균노면휘도

터널을 주행하는 운전자가 전방에 있는 장애물을 확인하는데 필요한 최소 밝기를 제공하기 위한 기본적인 조명으로 터널 전 구간에 걸쳐 조명기구를 일정간격으로 배치하여 조명하는 것으로서 기본조명의 평균노면휘도는 아래와 같고 다만, 설계속도에 따른 기본부의 운행시간이 30초 이상이 되는 매우 긴 터널의 경우 그 이후 기본부구간의 평균노면휘도를 표에 제시된 값의 1/2로 적용할 수 있고, 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 Lin([cd/㎡]

정지거리(설계속도)	터널의 교통량		
	적음	보통	많음
220m (120 km/h)	7	9	11
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 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(Lth)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(1)	출구부 보임(기준점으로 부터)				출구부 안보임(기준점으로 부터)			
		주광입사				주광입사			
		좋음		나쁨		좋음		나쁨	
		벽면 반사율				벽면 반사율			
		30% 초과	30% 이하	30% 초과	30% 이하	30% 초과	30% 이하	30% 초과	30% 이하
50m 미만	전부	0% (주간 경계부 조명 필요 없음)				0% (주간 경계부 조명 필요 없음)			
50m 이상 ~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 ~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/㎡]

20° 원추형 시야 내의 경계부 평균 노면휘도 L_{th}[cd/㎡]									
20°원추형 시야 내의 하늘의 비율		20% 초과		20%이하~10%초과		10%이하~5%초과		5%이하~0%	
시야 내의 밝기 상황		터널 방위(1, 2)				주변 반사(3)			
		남향	북향	남향	북향	보통	높음	보통	높음
설계속도 (km/h)	60	200	250	150	200	125	175	75	150
	80	260	360	200	300	180	270	150	240
	100	370	480	280	400	240	360	200	320
	120	470	610	360	510	310	460	255	410

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

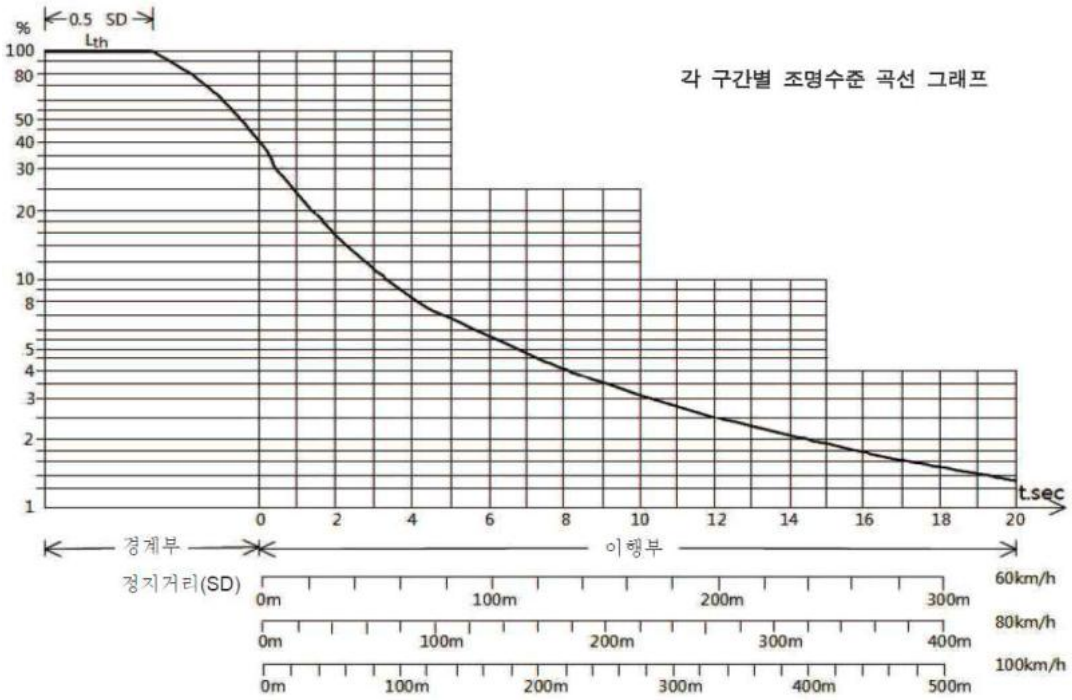
(2) 터널 입구의 방위가 동~서쪽의 경우 노면휘도는 남향과 북향의 중간치를 선택한다.

(3) 터널 입구 주변의 반사에 따르는 영향

① 높음 : 터널 입구 부근의 지물이 흰색, 회색 등의 반사율이 높을 경우를 말하며, 입구 부근에 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 터널 길이가 200 m 이상인 경우, 비상조명의 평균 조도는 터널 내 모든 위치에서 평균 10 lx(최소 2 lx) 수준을 유지 하여야 한다.

② 비상 주차대 : 평균 노면조도는 75(Lux)를 표준으로 한다.

③ 본선의 조도가 75(Lux)이상의 경우 비상주차대의 조도는 동등 이상으로 하는 것이 바람직하다. 광원은 눈에 잘 띄게 하기 위하여 본선 조명과 광색을 바꾸는 것이 바람직

하며, 연색성과 재시동이 빠른 LED등이 유지관리비 및 효율성 측면에서 좋다.

④ 피난 연결통로의 평균 노면조도는 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/㎡] 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

연속되는 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 분진으로부터 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 제품과 고효율 인증을 득한 제품을 사용하는 것으로 한다.

Ⅱ. 공종별 기준

구 분	FRP 터널등기구	알루미늄 터널등기구	스텐레스 터널등기구
장 점	1. 재질상 부식방지에 우수함 2. 방수,방습,방진에 양호함 3. 금형에 의거 제작됨으로 균일 제품 생산 4. 외관형태가 견고하고 미려함 5. 기구수명이 반 영구적임 6. 물청소 등에 관계없이 부식방지에 최적	1. 녹방지가 우수함 2. 무게가 가벼움 3. 금형 제작시 비용 절감 가능	1. 방수,방습,방진에 양호함 2. 외관형태가 미려함 3. 부식방지 양호 4. 기구수명이 반 영구적임 5. 온도상승에 따른 열방산 능력이 양호함 6. 온도 및 열에 의한 경화 작용이 없음
단 점	1. 금형제작에 따른 제작비용 부담증가 2. 램프 및 안정기의 온도에 따른 열방산이 어려움 3. 램프 발열에 의한 경화 작용이 심하여 오랜 시간이 지나면 재질 변형으로 인한 파손이 우려됨	1. 완전방수 방습 부족. 2. 공해에 따른 부식성 증대로 수명단축 (5-7년) 3. 물청소에 따른 부식성 증대 4. 제작과정이 수동방식이므로 균일성 결여.	1. 제작비용 증가

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, 그밖에 온도, 투과율, 동적특성을 고려하여 선정하여야 한다.

② 터널에 이용되는 광원은 고효율 기자재로서 LED램프 또는 연생성이 우수한 방전램프 등이 사용가능하며, 신재료 개발에 따라 신조명기구도 효용성 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 터널조명으로서 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 주간맑음(100%), 주간흐림(60~70%), 일몰 및 일출, 야간, 심야 등 4종류 이상의 조명제어방식을 채택할 수 있도록 하여야 한다.

② 조명제어는 터널 등 자동점멸기를 사용하여 조명계획에 따라 중앙감시반에 자동 및 수동 제어토록 회로를 구성할 필요가 있다.

③ 도로조명 디밍제어를 통한 이력관리, 유지관리 효율성을 향상시켜 에너지 및 유지보수비를 절감할 필요가 있다.

21. 오폐수 처리 및 시설

가. 지상 및 지하터널 공사 중 굴착, 숏크리트 타설 등의 과정에서 발생되는 수질오염물질이 지하수와 섞여 발생되는 오탁수는 부유물질 및 중금속, 특정유해물질, 산·알카리류를 포함하고 있어 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(제2조4호) 규정에 의거 폐수처리과정을 거쳐 환경영향평가기준에 부합되도록 처리하되, 특정 수질 유해물질 폐수검출 및 배출시에는 동법 시행규칙 35조의 2관련 별표 13의 2 적용기준에 부합되게 처리하여야 한다.

나. 또한 동법 제32조 제1항에 따른 수질오염물질의 배출허용기준은 동법 시행규칙 별표 13을 준용하여 수질오염물질 배출허용기준에 부합되도록 동법 제38조에 의거 배출시설 및 수질오염물질 방지시설을 설치·운용하여야 한다.

다. 다만, 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제35조에 해당되는 경우에는 방지시설의 설치 및 설치면제는 동법 시행규칙 제43조 및 제44조 규정을 준용한다.

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.

22. 관리용시설

가. 일반사항

갱구부에는 터널의 규모에 따라 관리용 시설의 공간을 확보하고 필요에 따라서 비상시의 개구부 및 방재시설을 고려해야 한다.

갱구주변에 설치되는 관리용 시설의 주 설비는 다음과 같으며, 관리용 시설의 내용 및

Ⅱ. 공종별 기준

규모는 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(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 갱구 및 터널내의 주행차선쪽, 수조는 터널 입구의 주행차선쪽에 설치하는 것이 바람직하며, 자연수의 이용을 고려할 때는 갱문배후에 수조를 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(국토교통부, 2019)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, 피난대피시설 및 설비, 소화활동설비, 비상전원설비

3) 설치기준

도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토교통부, 2019)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 ≥3,000m)	X > 29
2	1,000m 이상, 3,000m 미만 (1,000m ≤ L < 3,000m)	19 < X ≤ 29
3	500m 이상, 1,000m 미만 (500m ≤ L < 1,000m)	14 < X ≤ 19
4	연장 500m 미만 (L < 500m)	X ≤ 14

등급별 방재시설 설치기준

방재시설 \ 터널등급			1등급	2등급	3등급	4등급	비 고
소화설비	소화기구		●	●	●	●	
	옥내소화전설비		●○	●○			연장등급, 방재등급 병행
	물분무설비		○				
경보설비	비상경보설비		●	●	●		
	자동화재탐지설비		●	●			
	비상방송설비		○	○	○		
	긴급전화		○	○	○		
	CCTV		○	○	○	△	△: 200m이상 터널
	유고감지설비		△	△	△		
	재방송설비		○	○	○	△	△: 200m 이상 터널
	정보표시판		○	○			
	진입차단설비		○	○			
피난대피설비 및 시설	비상조명등		●	●	●	△	△: 200m 이상 터널
	유도등		○	○	○		
	피난대피시설	피난연결통로	●	●	●		
		피난대피터널(1)	●	△			1등급: 피난대피터널을 우선 적용 2등급: 격벽분리형 피난대피통로를 우선 적용
		격벽분리형 피난대피통로(1)	△	●	●		
		피난대피소(1)	삭제				
		비상주차대	○	○			
소화활동설비	제연설비		○	○			
	무선통신보조설비		●	●	●	△(2)	
	연결송수관설비		●○	●○			연장등급, 방재등급 병행
	비상콘센트설비		●	●	●		
비상전원설비	무정전전원설비		●	●	●	△(3)	
	비상발전설비		●○	●○	△		연장등급, 방재등급 병행

● 기본시설 : 연장등급에 의함

○ 기본시설 : 방재등급에 의함

△ 권장시설 : 설치의 필요성 검토에 의함

(1) 피난연결통로의 설치가 불가능한 터널에 설치

(2) 4등급 터널의 경우, 재방송설비가 설치되는 경우에 병용하여 설치함

(3) 4등급 터널은 방재시설이 설치되는 경우에 시설별로 설치함

터널 위험도지수(X) 평가기준

세부평가항목			범 위		위험도지수
사고 확률	주행거리계 (교통량×연장) (Veh・km/tube・day)		8,000미만		1.5
			8,000이상~16,000미만		2.5
			16,000이상~32,000미만		5.0
			32,000이상~64,000미만		7.5
			64,000이상		10.0
터널 특성	표고차 및 경사도	입출구 표고차(m)	10 미만		0.5
			10 이상~20 미만		1.0
			20 이상~30 미만		1.5
			30 이상		2.0
		진입부 경사도(%)	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 차량	위험물 수송 관련	대형차 혼입률 (%)	10미만		0.5
			10이상~17.5미만		1.0
			17.5이상~25미만		1.5
			25이상		2.0
		대형차 주행거리계 (대·km/tube·day)	500 미만		0.5
			500이상~1000미만		1
			1000이상~2500미만		2
			2500이상~5000미만		4
			5000이상		6
			있음		0
		감시시스템	있음		0
			없음		1
		유도시스템	있음		0
			없음		1
정체 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 방식	구분		갓길(길어깨)		-
	일방통행		○	-	1
			×	-	2
	대면통행		○		1
			×		2
			○		5
			×		6

방재시설 설치위치 및 설치간격

방재시설			설치위치와 설치방법	설치간격
소화설비	수동식 소화기		일방통행터널 : 4차로 미만의 일방통행터널은 주행차로 우측 측벽, 4차로 이상의 터널은 양쪽 측벽에 설치 대면통행터널 : 양쪽 측벽에 교차하여 설치, 격납상자를 설치하여 내부에 2개 1조로 비치	50m 이내
	옥내소화전설비		4차로 미만의 일방통행터널은 주행차로 우측 측벽 편도 2차로 미만의 대면통행터널은 한쪽 측벽 4차로 이상 일방통행터널 및 편도2차로 이상의 대면통행터널은 양쪽 측벽	50m 이내
	물분무(소화)설비		측벽설치(도로면 전체에 균일하게 방수되도록 한다)	방수구역 : 25~50m
경보설비	비상경보설비		수동식 소화기 또는 옥내소화전함에 병설	50m이내
	자동화재탐지설비		최적성능을 확보할 수 있는 위치	환기방식별 필요인식 범위
	비상방송설비		터널내 측벽에 설치(교통통제 및 상황전파 목적으로 터널 입구 전방에도 설치함)	50m 이내
	긴급전화		터널입구와 출구부, 터널 측벽과 피난대피시설(피난대피터널, 격벽분리형 피난대피통로, 비상주차대)에 설치	250m 이내
	CCTV		터널측벽설치(피난대피시설 출입부 및 터널 전구간 감시가 가능하도록 설치함)	터널내 : 200~400m간격 터널외부 : 500m이내
	유고감지설비		터널 전구간 감시가 가능하도록 설치간격을 정함	영상유고 : 100m 간격 돌발상황감지 : 1,000m 이내
	재방송설비		터널 전구간에서 청취(시청) 가능하도록 설치	
	정보표시판	터널입구 정보표지판	터널 전방 500m 이내	
		터널진입 차단설비	터널 전방 500m 이내	
		차로이용 규제신호등	터널외부는 터널입구정보표시판과 터널진입차단설비 사이에 설치	터널내 : 400~500m간격 터널외부 : 500m이내
피난대피설비 및 시설 피난대피설비 및 시설	비상조명등		야간점등회로를 병용하여 설치	
	유도표지등	A	대피시설 부근	
		B	대피시설이 설치된 측벽설치	약 50m 간격
	피난대피시설	피난연결통로	쌍굴터널, 피난대피터널, 격벽분리형 피난대피통로 (차단문 설치)	250~300m이내
		피난대피터널	본선터널과 평행하게 설치하는 것을 원칙으로 함.	
		격벽분리형 피난대피통로	본선 터널내 측벽에 설치	
		피난대피소	삭제	
		비상주차대	주행차선 길어깨, 대면통행 터널은 양쪽 측벽	750m이내
소화활동설비	제연설비		환기설비와 병용	
	무선통신보조 설비		재방송설비와 병용할 수 있음	터널내: 피난연결통로(250m이내) 터널외부: 10m이내 터널관리소: 10m이내
	연결송수관설비		송수구 터널입출구부 방수구 옥내소화전설비와 병설	50m 이내
	비상콘센트설비		소화전함에 병설	50m 이내
비상전원설비	무정전전원설비		시설별 설치	시설별
	비상발전설비		별도로 구획된 실내 또는 함체에 설치	

Ⅱ. 공종별 기준

라. 수배전설비

전기실은 터널의 부하종류, 특성, 집중도 등에 따라 한곳 또는 여러곳에 설치될 수 있으며 경제성, 유지관리성, 안전성등을 고려하여야 한다.

유지관리 시 안전성 확보를 위해 전기실 및 부전기실 등을 길어깨 외측에 설치 하는 것이 바람직하다. 부득이 녹지대등에 설치할 경우 회차로등의 유지관리 접근이 가능토록 하여야 한다.

또한 전기실 유지보수 차량용 최소 주차 면적 확보도 필요하다.

마. 터널관리시스템 설치기준

1) 일반사항

① 터널관리시스템의 설치는 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토교통부, 2019)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
- ○ 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, 휀스, 정화조, 배수시설 등 부대시설은 관련법령에 적합하고 내구성이 있으며 주위환경과 조화되도록 설계한다.

③ 관리사무소는 에너지 절약을 위한 설계 및 시공이 되어야 한다.

④ 관리소, 관리사무소, 통합관리센터 계획은 설치 및 관리지침(국토교통부)을 따른다.

3) 설계 조건 및 기준

① 기능실의 종류는 다음 사항을 포함된 면적을 기준으로 하되 관련분야별 설계요구 면적을 참고하여 기능유지에 적합하도록 적정면적을 확보하여야 하며 필요시 소요시설을 추가 또는 삭제할 수 있다.

구 분	비 고
- 전기실, 변전실 - 비상 발전기실 - 기계실 - 중앙제어실 - 염화칼슘 창고 - CO_2실 - 대기실 - 경유탱크실 - 화장실	※ 각 소요시설의 기능증대를 위하여 설비, 전기소요 면적에 따라 적정 규모를 조정 배치

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 이상적이나, 건설비가 많이 들고 방재설비 기기 중에서 터널 양측에 설치되는 조명등을 제외하면 소수이므로 피난연락갱 위치를 고려하여 주행차로측에 설치하고 설치규모는 0.75m(폭) 이상으로 한다.

사. 기타의 설비

1) 터널세정수 저장조

터널 안의 세정수는 수질오염방지법의 규제대상이 아니지만, 현재로는 공공수역에 직접 방류한다는 것이 곤란하며 적절한 처리가 필요하다.

오수처리시설을 터널별로 만드는 것은 비경제적이며 일시적인 저장소를 만들어 이동식

처리차로 처리하던지 다른 장소에서 처리하는 방법이 채용되고 있다. 따라서 세정을 필요로 하는 터널에는 일시적인 저장조를 만들어야 하며 그 규모는 터널 1개당 약 30m^3/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. 또한 일부 다단계 시공의 터널에 대해서는 장래 계획터널의 시설에 부합되도록 충분히 고려해야 한다.

2) 공동구

도로기능의 보전과 원활한 도로교통을 운용하기 위해 병렬터널의 갱구에서는 전기실 및 저수조에 접속되는 전력·통신케이블, 소화전용 배수관을 연결해야 한다. 따라서 이것들의 제설비의 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.

공동구 규모 및 세부설계는 '기계전기설비 표준설계도집'에 의거하여 설계하며, 최소내공단면은 폭 2.16m×높이 2.35m를 표준으로 한다. 또한 기성제품 사용도 가능하나 이 때 기능성이나 경제성을 충분히 검토하여 동등 이상으로 설계를 하여야 한다.

3) 맨홀

터널 내의 전기·통신케이블 및 배수관은 터널과 전기실과의 원활한 접속이 되도록 하고, 전기실쪽의 맨홀은 최대 15㎥의 굴착범위가 되므로 갱문에 접하는 깎기비탈면이나 옹벽으로부터 공간이 충분히 확보되어야 한다.

23. 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 도장효과가 반감되며, 유지관리에 어려움이 있고 미관에 저해요인이 되므로 설계에 적용하지 않는다.

3) 터널 내부 내장의 목적은 다음과 같다.

① 조명효과를 향상시키고 전방차선이나 장애물의 배경이 되며, 운전자의 인지성을 향상시키는 등 터널내 시선유도 효과와 시각환경을 높임.

② 라이닝면의 마무리처리문제, 누수・배관・배선 등을 은폐시켜 벽면의 미관을 정비함.

③ 터널벽면의 요철을 균일하게 하여 운전자 및 보행자의 안전성・쾌적성을 높임.

④ 터널내 조명을 균등하게 반사시켜 조명의 효과를 극대화시킴.

⑤ 흡음재를 사용하여 터널내 및 갱구부근의 도로소음을 흡수함.

4) 내장재 설치높이

터 널 연 장	설 치 높 이	비 고
1,000m 미만	2.0m	공동구상단 타일 붙임 높이기준
1,000m 이상	3.0m	계획고 기준

주 1) 검사원 통로 설치시 검사원 통로 상단 20cm와 일반구간의 공동구 상단 20cm는 터널 청소차량의 청소 가능범위를 고려하여 타일을 부착하지 않는다.

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 적을 것

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.

③ 터널 벽면 디자인을 적용하는 경우 색상타일의 적용이 가능하나, 설치목적인 조명효과 향상에 문제가 없는 정도로 적용하여야 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 휨파괴 하중과 바닥 간격

내장판의 종류	바 닥 간 격	
	60～70cm	70～75cm
석면시멘트판계	45kgf 이상	45kgf 이상
금 속 판 계	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 것이어야하며, 이 외에 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 하나, 연장이 300m이하의 터널이라도 종단기울기, 평면 곡선반경, 대형차 혼입율, 터널이 연속적으로 설치되는 구간에 대해 내장재를 설치할 수 있다.

24. 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.

터널안의 사고시 교통처리를 원활하게 할 목적으로 상·하선을 연결할 수 있도록 개구부를 중앙분리대에 설치하거나, 구난차량 대기 또는 강설시 재설장으로 활용 가능하도록 지형여건에 따라 터널 갱구부 유휴부지에 대한 활용방안을 검토 후 설치할 수 있다.

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

25. 터널구간 교통안전성 향상 시설

가. 일반사항

터널 구간의 교통사고 발생이 최소화 될 수 있도록 교통 안전성을 향상하고, 시공성 및 경제성을 확보할 수 있는 예방책을 검토한 후 적용하여야 한다.

나. 터널 입·출구부

1) 터널 갱문 접속은 토공부에서 폭원 축소 후 터널에 진입 할 수 있도록 하여야 한다.

2) 터널 접속부 콘크리트 방호시설물 높이 및 형상은 공동구, L형측구, 교량난간 등을 고려하여 형상이 통일 될 수 있도록 하여야 한다.

3) 터널 구간 선형 불리구간은 설계를 지양하여야 하며, 부득이한 경우 안전대책을 강구하여야 한다.

다. 터널내부

1) 터널 내 공동구 벽체 높이는 소형차의 전도·전복 사고 발생을 고려하여 결정한다.

26. 터널 입·출구부 도로 결빙방지 설비 시설

가. 설치목적

1) 겨울철 도로면 결빙을 방지하여 안전운행을 도모

2) 터널 입·출구부는 응달이 많고 터널풍의 영향으로 인한 노면결빙의 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 깍기 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, 그루빙 시공 등이 있으며, 현장 지형 및 기후조건과 그늘의 발생빈도를 고려하여 발주처와 협의하여 결정한다.

27. 터널 입·출구부 조경 시설

분리차선의 경우에는 터널 입·출구부에 주변지형과 조화를 이루며 운전자에게 안정감을 줄 수 있도록 설계시 발주처와 협의하여 조경시설을 결정한다.

다만, 태풍으로 인한 피해를 최소화하기 위하여 교목의 설치는 지양한다.

- 주변지형과 터널갱문 형태 등 조건변화에 대응하여 식재 계획
- 조기녹화와 유지관리가 쉬운 수종 선정
- 터널 구조물에 접한 부분은 낙석 및 토사유출 방지

28. 터널내 포장

「도로설계실무요령(2020) 7.포장공 10. 터널 내 포장」의 내용에 따른다.

6.2 수량산출요령

1. 굴　　착

굴착총량 = 설계굴착량 + 여굴량

가. 2차선

a. 전단면 굴착 : 표준단면 1, 2, 3

b. 반단면 굴착 : 표준단면 4, 5, 6

※ 여굴량 (버력처리에는 포함되나 굴착비에는 포함되지 않음)

구　　분	여 굴 량 (㎝)			굴 진 장 (m)
	아치	측벽	바닥 및 인버트	
표준단면 1	19	18	15	3.5
표준단면 2	19	18	15	3.5
표준단면 3	19	18	15	2.0
표준단면 4	12	12	10	상 1.5, 하 3.0
표준단면 5	12	12	10	1.2
표준단면 6	12	12	10	1.0

구　　분	아 치	측 벽	바닥 및 인버트	비　　고
여굴두께(cm)	12 - 19	12 - 18	10 - 15	※ 품셈기준

※ 아치부는 곡선반경(R)이 형성하는 상부 원곡선부로 함

※ 암질의 절리 및 풍화가 발달하여 터널타입과 관계없이 과다 여굴이 발생되거나, 해저터널에서 강관다단 등 터널보강이 필요하여 공법상 불가피하게 추가여굴이 발생되는 경우에는 여굴 기준의 20%이내에서 추가 적용 할 수 있다.

※ “바닥 및 인버트”구간은 버력을 제거한 후 콘크리트 등으로 채우는 경우에 적용하며, 암질에 따라 달리 적용 할 수 있다. 다만, 수로터널 등 단면이 적은 경우는 5㎝이내에서 현장여건에 따라 적용할 수 있으며, 바닥구간 포장시 요철보정에 대한 재료수량은 별도 산정한다.

※ 굴착공종이 특수(기계굴착, 제어발파, 무진동 굴착 등)할 경우 해당 공종을 추가하여 수량산출

2. 버력처리

숏크리트 리바운드량 + 굴착총량 = 버력처리

※ 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 분리발주하여 처리하는 것을 원칙으로 하나, 순성토 등 현장여건 및 경제성 등을 고려하여 발생현장에서 재활용이 가능하며, 이때 재활용 용도에 따라 품질이 확보되어야 한다.

※ 또한, 숏크리트 리바운드 발생시 바닥면 버력과 분리하기 위해 바닥면에 별도의 분리막을 설치할 수 있으며 감독관과 협의 후 분리막 재료 선정 및 해당 수량을 정산할 수 있다.

3. 지보공

가. 강섬유

1) 직 경 : Φ0.5㎜, 길 이 : 30㎜ (용도에 따라 규격상이)

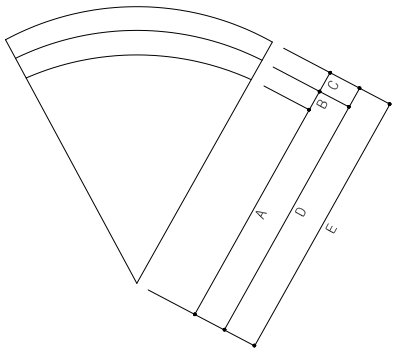
2) 사용량 : 37㎏/㎥이상

나. 강지보공

1) 표준단면별도 산출

다. 숏크리트공 (여굴량 및 리바운드량 포함)

구 분	숏크리트 두께 (㎝)		적용두께 (㎝)	
	측 벽 부	아 치 부	측 벽 부	아 치 부
표준단면 1	5	5	14	14.5
표준단면 2	5	5	14	14.5
표준단면 3	8	8	17	17.5
표준단면 4	12	12	18	18
표준단면 5	16	16	22	22
표준단면 6	16	16	22	22



A : 라이닝 내공 반경
B : 라이닝 두께
C : 숏크리트 두께
D : (여굴포함 라이닝 외곽선반경) : A+B+여굴두께/2
E : (여굴포함 숏크리트 외곽선반경) : C+D+여굴두께/2

$$\text{숏크리트총량} = [\text{총굴착} - \pi \times \frac{\theta}{360} \times D^2 \times 1/(1-0.13 \text{or } 0.10)]$$

4. 록볼트공

가. 전단면 구간 록볼트는 상, 하부 구분없이 산출

나. 반단면 구간 록볼트는 상, 하부 구분하여 산출

다. 설계도면을 참고하여 산출하며, 록볼트 길이, 형식별 개수로 산정

라. 록볼트 검측봉 산출

5. 그라우팅

가. 프리그라우팅 : NATM 터널연장의 10%로 계산 (개소당 보강가능 영역 6.0m)

나. 선진보강 그라우팅 : 설치 개수(공수: nr)로 산출, 천공 토층 및 암종별, 길이별로 구분

다. 휘폴링 : 보강재의 길이별, 설치 개소(nr)로 산출, 설치 개소당 공수를 표시

6. 방수공

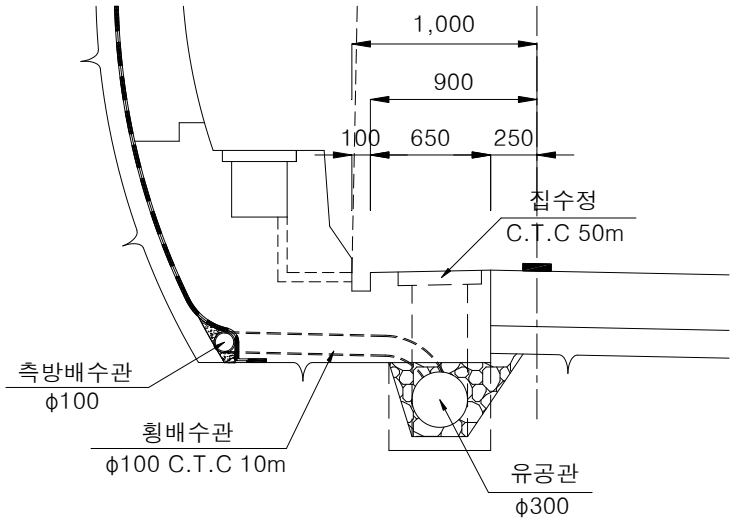
개착부도 굴착부와 동일한 방수막 및 부직포를 사용하되, 갱문형식과 제반여건에 따라 변경 적용 할 수 있다.

7. 배수공

가. 용수처리 : 용수구간 유도배수를 위하여 설치하며 30m 마다 1개소, 개소당 터널 굴착주면길이(면정리 수량)로 설치되는 것으로 가정하여 산출

나. 맹암거는(파형아연도 유공강관 ϕ300) 부직포를 부착한 것으로 산출한다.

다. 비닐깔기 (L) = 배수콘크리트 바닥길이+0.1(m)로 산출한다.



8. 콘크리트 라이닝 (여굴량 포함)

구 분	라이닝 두께 (㎝)		적용두께 (㎝)	
	측 벽 부 (2차선)	아 치 부 (2차선)	측 벽 부 (2차선)	아 치 부 (2차선)
표준단면 1	30	30	39	39.5
표준단면 2	30	30	39	39.5
표준단면 3	30	30	39	39.5
표준단면 4	30	30	36	36
표준단면 5, 6	30	30	36	36

9. 갱문 및 옹벽

※ 갱문형식은 Bell Mouth 형식일 경우 개착부의 모든 수량은 갱문수량에 포함시킨다.

※ 난간용 강재 파이프 및 인조대리석 부착은 면벽식 갱문일 경우만 해당된다.

10. 부대시설공

가. 터널타일붙임 : 적용규격(90×190×11, 100×200×10, 100×230×10 : 터널측벽부 전연장)

내장재 설치높이

터 널 연 장	설 치 높 이	비 고
1,000m미만	2.0m	공동구 상단 타일 붙임 높이 기준
1,000m이상	3.0m	계획고 기준

나. 물 푸 기 : 터널을 역경사로 굴착시 실시
총 굴착기간에 걸쳐 300m마다 1개소씩 설치(1일 1시간 양수)

다. 간이 오·폐수 처리시설 : 터널 입·출구부 설치

11. 계 측

가. 측정간격

조 건 / 지 반	갱 구 부 근	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
토 사 지 반	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. 계측수량은 터널 계측도면에 따라 산출

다. 일상계측(A계측)은 내공변위 및 천단침하, 록볼트인발시험 적용

라. 정밀계측(B계측)은 지중변위, 록볼트 축력, 숏크리트응력, 지표침하 등을 적용

마. 계측 분석비

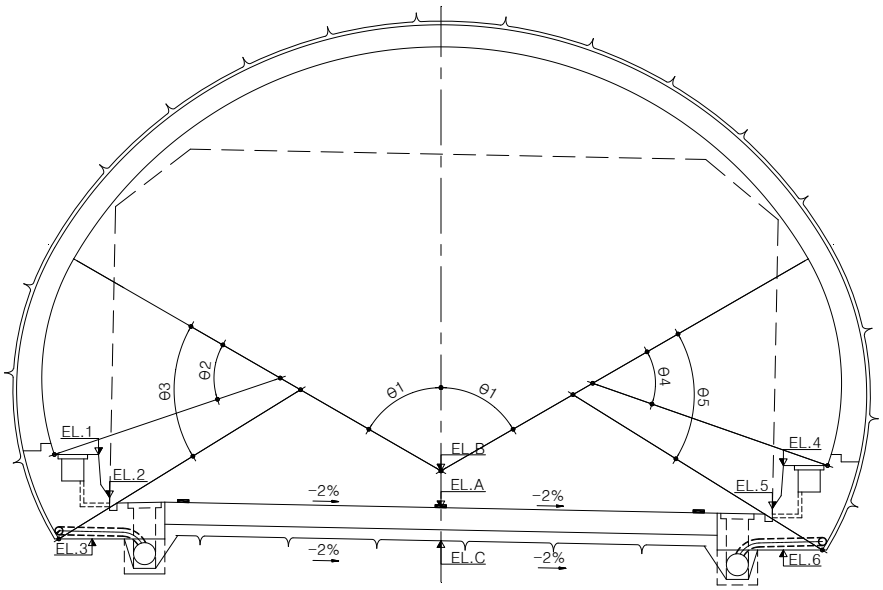
바. 기타계측 : 현장 및 설계여건에 따라 필요시 기타 계측 수량을 산출할 수 있으며 항목은 다음과 같다

- TSP 탐사, 발파계측, 시험발파, 시공 중 지하수 영향평가, 지하수위 관측공 등

12. 수량산출을 위한 좌표계산

수량산출의 정확성과 산출근거를 제시할 수 있으면, 다음과 같이 좌표계산에 의한 수량산출 방법 외에도 캐드 등 도면작성 프로그램을 이용한 수량산출도 가능하다.

가. 터널 내공단면 계산(예)



EL-A = 0.000 m

EL-B = 0.500 m

EL-C = -0.450 m

EL1 = 3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66 = 0.722 m

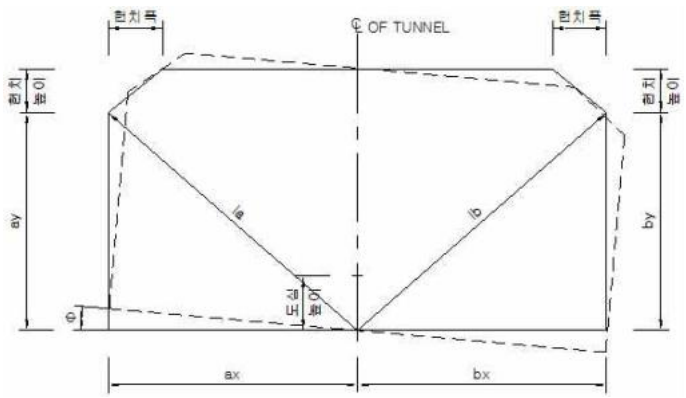
EL2 = 3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.075 = 0.137 m

EL3 = 3.75 × 0.02 - 0.5 = -0.425 m

EL4 = 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66 = 0.572 m

EL5 = 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.075 = -0.013 m

EL6 = 3.75 × -0.02 - 0.5 = -0.575 m



가. R의 계산

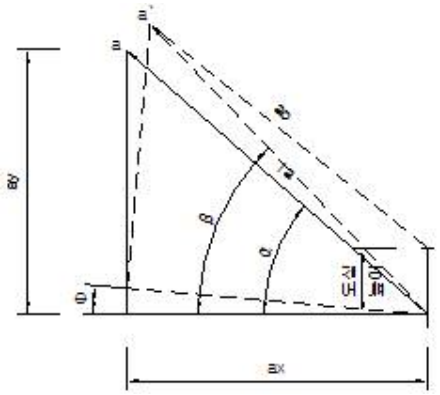
1) R1 계산

a : x = 4.500 m , y = 4.000 m b : x = 4.500 m , y = 4.000 m

Φ = $\tan^{-1}$ (0.02) = 1.145763 °

la = $(4.500^2 + 4.000^2)^{\frac{1}{2}}$ = 6.021 m , lb = $(4.500^2 + 4.000^2)^{\frac{1}{2}}$ = 6.021 m

- a점의 좌표계산



α = $\tan^{-1}$ (4.00 ÷ 4.50) = 41.633539 °

β = α − Φ = 40.487776 °

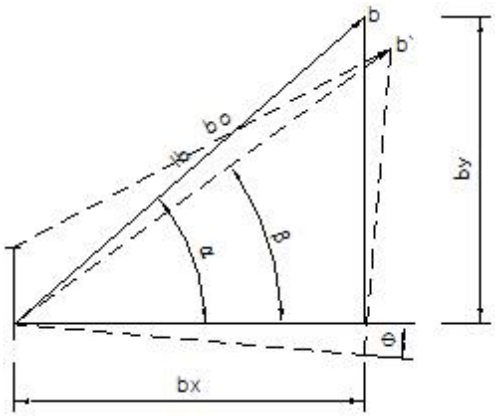
ax' = 6.02080 × cos β = 4.579084 m

ay' = 6.02080 × sin β = 3.909218 m

ao = $\{4.579084^2 + (3.909218 - 0.5)^2\}^{\frac{1}{2}}$

= 5.709 m

- b점의 좌표계산



α = $\tan^{-1}$ (4.00 ÷ 4.50) = 41.633539 °

β = α − Φ = 40.487776 °

bx' = 6.02080 × cos β = 4.579084 m

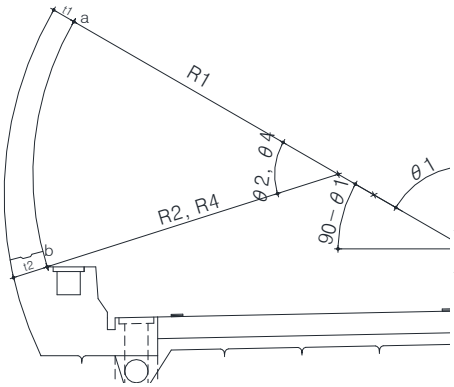
by' = 6.02080 × sin β = 3.909218 m

bo = $\{4.579084^2 + (3.909218 - 0.5)^2\}^{\frac{1}{2}}$

= 5.709 m

∴ ao > bo 이므로 R1= ao + 0.050 = 5.759 m

2) R2 계산



θ1 = 60.000 °

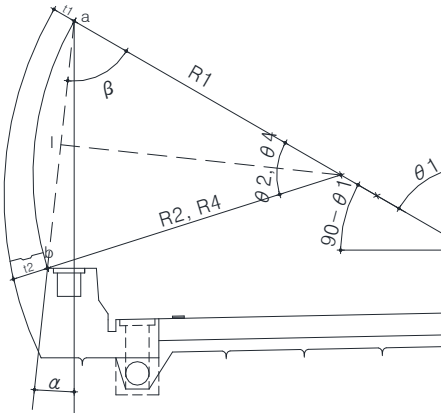
ax = 5.759 × sin 60 = 4.987 m

ay = 5.759 × cos 60 + 0.5 = 3.379 m

bx = 3.75 + 0.65 + 0.85 = 5.250 m

by = 3.75 × 0.02 − 0.65 × 0.02 + 0.66 = 0.722 m

R2 = l × sec β



l = 1/2×{(5.250 - 4.987)² + (0.722 - 3.379)²}^½
= 1.335 m

α = tan⁻¹ {(5.250 - 4.987) ÷ (0.722 - 3.379)}
= -5.645734°

β = 60 - α
β = 60 + 5.645734 = 65.645734 °

R2 = 1.335 × sec 65.645734 = 3.238 m
Θ2 = 180 - 65.645734 × 2 = 48.708531 °

3) R4 계산

ax = 5.759 × sin 60 = 4.987 m
ay = 5.759 × cos 60 + 0.5 = 3.379 m

bx = 3.75 + 0.65 + 0.85 = 5.250 m
by = 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66 = 0.572 m

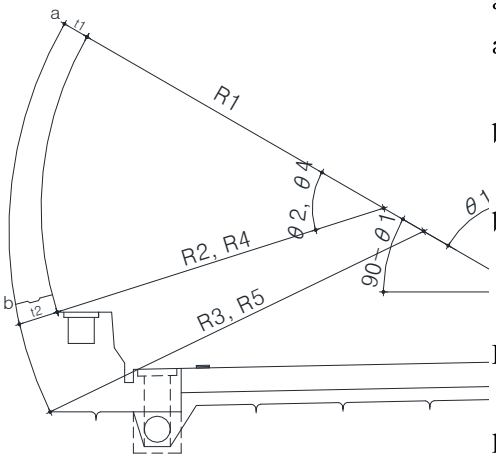
R4 = l × sec β

l = 1/2 × {(5.250 - 4.987)² + (0.572 - 3.379)²}^½ = 1.410 m

α = tan⁻¹ {(5.250 - 4.987) ÷ (0.572 - 3.379)} =-5.345880 °
β = 60 - α
β = 60 + 6.176235 =65.345880 °

R4 = 1.410 × sec 65.345880 =3.380 m
Θ4 = 180 - 65.345880 × 2 =49.308240 °

4) R3 계산

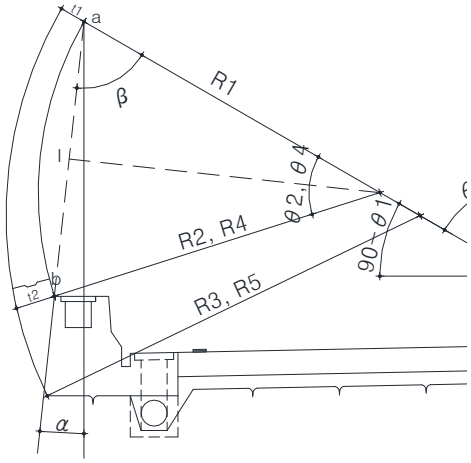


ax = 6.059 × sin 60 = 5.247 m
ay = 6.059 × cos 60 + 0.5 = 3.529 m

bx = 5.250 + 0.401 × cos(90 - 60 - 48.708531)
= 5.630 m
by = 0.722 + 0.401 × sin(90 - 60 - 48.708531)
= 0.593 m

R3 = l × sec β

l = 1/2 × {(5.630 - 5.247)² + (3.529 - 0.593)²}^½
= 1.480 m



α = $\tan^{-1}$ {(5.630 - 5.247) ÷ (3.529 - 0.593)}
= -7.424143 °
β = 60 - α
β = 60 + 7.424143 = 67.424143 °

R3 = 1.480 × sec 67.424143 = 3.856 m
Θ3 = $\sin^{-1}$ [{0.425 + 3.529 - 3.856 × sin (90 - 60)} ÷ 3.856] + 30
= 61.700412 °

5) R5 계산

ax = 6.059 × sin 60 = 5.247 m
ay = 6.059 × cos 60 + 0.5 = 3.529 m

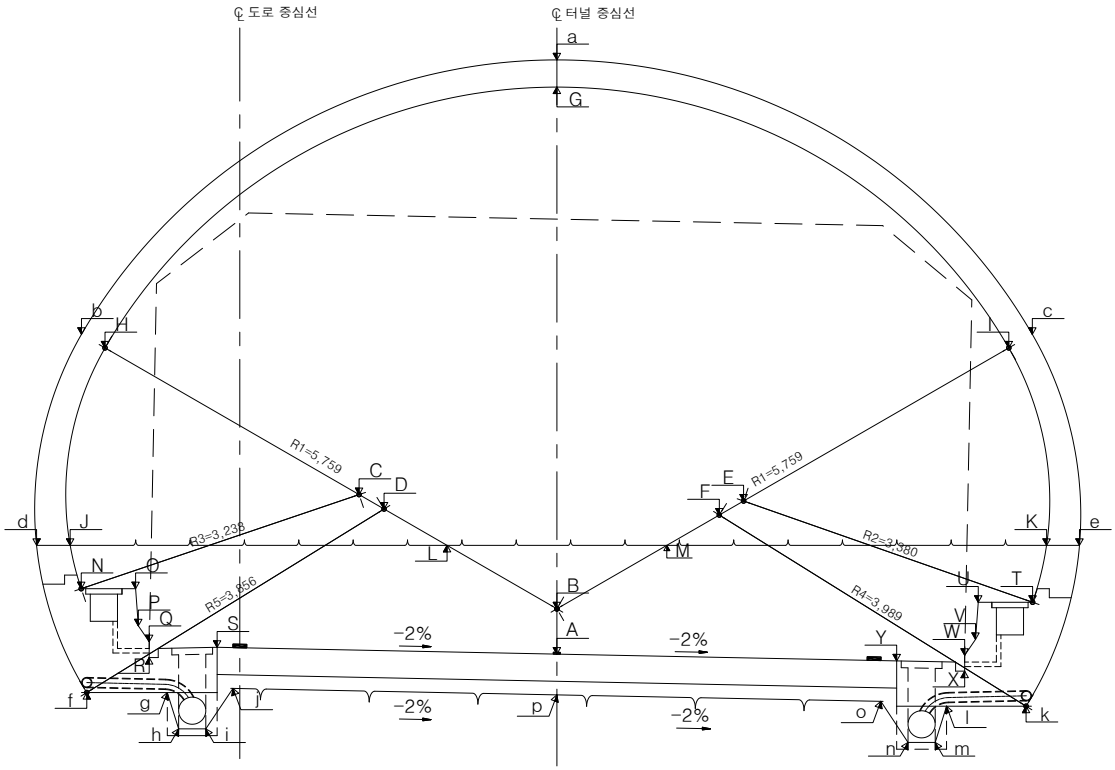
bx = 5.250 + 0.401 × cos(90 - 60 - 49.308240) = 5.628 m
by = 0.572 + 0.401 × sin(90 - 60 - 49.308240) = 0.439 m

R5 = l × sec β

l = 1/2 × {$(5.628 - 5.247)^2 + (0.439 - 3.529)^2$}^½ = 1.557 m
α = $\tan^{-1}$ {(5.628 - 5.247) ÷ (0.439 - 3.529)} = -7.031586 °
β = 60 - α
β = 60 + 7.031586 = 67.031586 °

R5 = 1.557 × sec 67.031586 = 3.989 m
Θ5 = $\sin^{-1}$ [{0.575 + 3.529 - 3.989 × sin (90 - 60)} ÷ 4.776] + 30
= 61.930233 °

나. 내공단면 및 콘크리트라이닝



A. X = 터널 중심 X좌표 = 0.000 m

Y = EL-A 참조 = 0.000 m

B X = 터널 중심 X좌표 = 0.000 m

Y = EL-B 참조 = 0.500 m

C X = -(5.759 - 3.238) × sin 60 = -2.183 m

Y = (5.759 - 3.238) × cos 60 + 0.5 = 1.761 m

D X = -(6.059 - 3.856) × sin 60 = -1.908 m

Y = (6.059 - 3.856) × cos 60 + 0.5 = 1.601 m

E X = (5.759 - 3.380) × sin 60 = 2.060 m

Y = (5.759 - 3.380) × cos 60 + 0.5 = 1.690 m

F X = (6.059 - 3.989) × sin 60 = 1.792 m

Y = (6.059 - 3.989) × cos 60 + 0.5 = 1.535 m

Ⅱ. 공종별 기준

G	X	=	터널 중심 X좌표	= 0.000 m
	Y	=	0.5 + 5.759	= 6.259 m
H	X	=	-5.759 × sin 60	= -4.987 m
	Y	=	0.5 + 5.759 × cos 60	= 3.379 m
I	X	=	5.759 × sin 60	= 4.987 m
	Y	=	0.5 + 5.759 × cos 60	= 3.379 m
J	X	=	$-2.183 - (3.238 \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.761) / 3.238)))$	= -5.372 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	= 1.200 m
K	X	=	$2.060 + (3.380 \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.690) / 3.380)))$	= 5.404 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	= 1.200 m
L	X	=	-(1.2 - 0.5) × tan 60	= -1.212 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	= 1.200 m
M	X	=	(1.2 - 0.5) × tan 60	= 1.212 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	= 1.200 m
N	X	=	-3.75 - 0.65 - 0.85	= -5.250 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66	= 0.722 m
O	X	=	-3.75 - 0.65 - 0.10 - 0.12 - 0.03	= -4.650 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66	= 0.722 m
P	X	=	-3.75 - 0.65 - 0.10 - 0.12	= -4.620 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.25	= 0.312 m
Q	X	=	-3.75 - 0.65 - 0.10	= -4.500 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.075	= 0.137 m
R	X	=	-3.75 - 0.65 - 0.10	= -4.500 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 - 0.100	= -0.038 m
S	X	=	-3.75	= -3.750 m
	Y	=	3.75 × 0.02	= 0.075 m
T	X	=	3.75 + 0.65 + 0.85	= 5.250 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66	= 0.572 m
U	X	=	3.75 + 0.65 + 0.25	= 4.650 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66	= 0.572 m
V	X	=	3.75 + 0.65 + 0.1 + 0.12	= 4.620 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.25	= 0.162 m

W	X = 3.75 + 0.65 + 0.10	=	4.500 m
	Y = 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.075	=	-0.013 m
X	X = 3.75 + 0.65 + 0.10	=	4.500 m
	Y = 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 - 0.100	=	-0.188 m
Y	X = 3.75	=	3.750 m
	Y = 3.75 × -0.02	=	-0.075 m
a	X = 터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y = 0.5 + 5.759 + 0.3	=	6.559 m
b	X = -6.059 × sin 60	=	-5.247 m
	Y = 0.5 + 6.059 × cos 60	=	3.529 m
c	X = 6.059 × sin 60	=	5.247 m
	Y = 0.5 + 6.059 × cos 60	=	3.529 m
d	X = -1.908 - (3.856 × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.601) / 3.856)))	=	-5.743 m
	Y = 분할 굴착선 EL	=	1.200 m
e	X = 1.792 + (3.989 × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.535) / 3.989)))	=	5.767 m
	Y = 분할 굴착선 EL	=	1.200 m
f	X = -1.908 - (3.856 × cos (60 + 61.700412 - 90))	=	-5.188 m
	Y = 3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m

Ⅱ. 공종별 기준

g	X = -4.30	=	-4.300 m
	Y = 3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
h	X = -4.30 + 0.125	=	-4.175 m
	Y = 맹암거 EL 참조	=	-0.825 m
I	X = -4.30 + 0.125 + 0.3	=	-3.875 m
	Y = 맹암거 EL 참조	=	-0.825 m
j	X = -4.30 + 0.125 + 0.3 + 0.3	=	-3.575 m
	Y = 3.575 × 0.02 - 0.45	=	-0.379 m
k	X = 1.792 + (3.989 × cos (60 + 61.930233 - 90))	=	5.178 m
	Y = 3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m
l	X = 4.30	=	4.300 m
	Y = 3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m
m	X = 4.30 - 0.125	=	4.175 m
	Y = 맹암거 EL 참조	=	-0.975 m
n	X = 4.30 - 0.125 - 0.3	=	3.875 m
	Y = 맹암거 EL 참조	=	-0.975 m
o	X = 4.30 - 0.125 - 0.3 - 0.3	=	3.575 m
	Y = 3.575 × -0.02 - 0.45	=	-0.522 m
p	X = 터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y = EL-C 참조	=	-0.450 m

다. LINING CONCRETE (여굴포함)

P-1, P-2 (여굴 = 18~19㎝)

a
X = 터널 중심 X좌표 = 0.000 m
Y = 6.259 + 0.3 + 0.19/2 = 6.654 m

b
X = (-6.059 - 0.19/2) × sin 60 = -5.329 m
Y = 0.5 + (6.059 + 0.19/2) × cos 60 = 3.577 m

c
X = (6.059 + 0.19/2) × sin 60 = 5.329 m
Y = 0.5 + (6.059 + 0.19/2) × cos 60 = 3.577 m

d
X = -1.908 - ((3.856+0.18/2) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.18/2)))) = -5.833 m
Y = 분할 굴착선 EL = 1.200m

e
X = 1.792 + (3.989+0.18/2) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.18/2)))) = 5.858 m
Y = 분할 굴착선 EL = 1.200m

f
X = -1.908 - (3.856 + 0.18/2) × cos(sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.18/2))) = -5.294 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.5 = -0.425 m

k
X = 1.792 + (3.989 + 0.18/2) × cos(sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.18/2))) = 5.284 m
Y = 3.75 × -0.02 - 0.5 = -0.575 m

P-3 (여굴 = 18~19㎝)

a	X =	터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y =	6.259 + 0.3 + 0.19/2	=	6.654 m
b	X =	(-6.059 - 0.19/2) × sin 60	=	-5.329 m
	Y =	0.5 + (6.059 + 0.19/2) × cos 60	=	3.577 m
c	X =	(6.059 + 0.19/2) × sin 60	=	5.329 m
	Y =	0.5 + (6.059 + 0.19/2) × cos 60	=	3.577 m
d	X =	-1.908 - ((3.856+0.18/2) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.18/2)))))	=	-5.833 m
	Y =	분할 굴착선 EL	=	1.200m
e	X =	1.792 + (3.989+0.18/2) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.18/2)))))	=	5.858 m
	Y =	분할 굴착선 EL	=	1.200m
f	X =	-1.908 - (3.856 + 0.18/2) × cos(sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.18/2)))	=	-5.294 m
	Y =	3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
k	X =	1.792 + (3.989 + 0.18/2) × cos(sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.18/2)))	=	5.284 m
	Y =	3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m

P-4 (여굴 = 12㎝)

a X = 터널 중심 X좌표 = 0.000 m

Y = 6.259 + 0.3 + 0.12/2 = 6.619 m

b X = (-6.059 - 0.12/2) × sin 60 = -5.299 m

Y = 0.5 + (6.059 + 0.12/2) × cos 60 = 3.559 m

c X = (6.059 + 0.12/2) × sin 60 = 5.299 m

Y = 0.5 + (6.059 + 0.12/2) × cos 60 = 3.559 m

d X = -1.908 - ((3.856+0.12/2) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.12/2))))) = -5.803 m

Y = 분할 굴착선 EL = 1.200m

e X = 1.792 + (3.989+0.12/2) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.12/2))))) = 5.828 m

Y = 분할 굴착선 EL = 1.200m

f X = -1.908 - (3.856 + 0.12/2) × cos(sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.12/2))) = -5.259 m

Y = 3.75 × 0.02 - 0.5 = -0.425 m

k X = 1.792 + (3.989 + 0.12/2) × cos(sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.12/2))) = 5.248 m

Y = 3.75 × -0.02 - 0.5 = -0.575 m

P-5 (여굴 = 12㎝)

a	X = 터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y = 6.259 + 0.3 + 0.12/2	=	6.619 m
b	X = (-6.059 - 0.12/2) × sin 60	=	-5.299 m
	Y = 0.5 + (6.059 + 0.12/2) × cos 60	=	3.559 m
c	X = (6.059 + 0.12/2) × sin 60	=	5.299 m
	Y = 0.5 + (6.059 + 0.12/2) × cos 60	=	3.559 m
d	X = -1.908 - ((3.856+0.12/2) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.12/2)))))	=	-5.803 m
	Y = 분할 굴착선 EL	=	1.200m
e	X = 1.792 + (3.989+0.12/2) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.12/2)))))	=	5.828 m
	Y = 분할 굴착선 EL	=	1.200m
f	X = -1.908 - (3.856 + 0.12/2) × cos(sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.12/2)))	=	-5.259 m
	Y = 3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
k	X = 1.792 + (3.989 + 0.12/2) × cos(sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.12/2)))	=	5.248 m
	Y = 3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m

P-6 (여굴 = 12㎝)

a
X = 터널 중심 X좌표 = 0.000 m
Y = 6.259 + 0.3 + 0.12/2 = 6.619 m

b
X = (-6.059 - 0.12/2) × sin 60 = -5.299 m
Y = 0.5 + (6.059 + 0.12/2) × cos 60 = 3.559 m

c
X = (6.059 + 0.12/2) × sin 60 = 5.299 m
Y = 0.5 + (6.059 + 0.12/2) × cos 60 = 3.559 m

d
X = $-1.908 - ((3.856+0.12/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.12/2))))$ = -5.803 m
Y = 분할 굴착선 EL = 1.200m

e
X = $1.792 + (3.989+0.12/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.12/2)))$ = 5.828 m
Y = 분할 굴착선 EL = 1.200m

f
X = $-1.908 - (3.856 + 0.12/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.12/2)))$ = -5.259 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.5 = -0.425 m

k
X = $1.792 + (3.989 + 0.12/2) \times \cos(\sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.12/2)))$ = 5.248 m
Y = 3.75 × -0.02 - 0.5 = -0.575 m

라 설계굴착단면

P-1, P-2 (Shotcrete = 5㎝)

a	X	=	터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y	=	6.259 + 0.3 + 0.05	=	6.609 m
b	X	=	(-6.059 - 0.05) × sin 60	=	-5.290 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.05) × cos 60	=	3.554 m
c	X	=	(6.059 + 0.05) × sin 60	=	5.290 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.05) × cos 60	=	3.554 m
d	X	=	$-1.908 - ((3.856+0.05) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.05))))$	=	-5.793 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
e	X	=	$1.792 + (3.989+0.05) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.05))))$	=	5.818 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
f	X	=	$-1.908 - (3.856 + 0.05) \times \cos(\sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.05)))$	=	-5.247 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
k	X	=	$1.792 + (3.989 + 0.05) \times \cos(\sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.05)))$	=	5.237 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m

P-3 (Shotcrete = 8㎝)

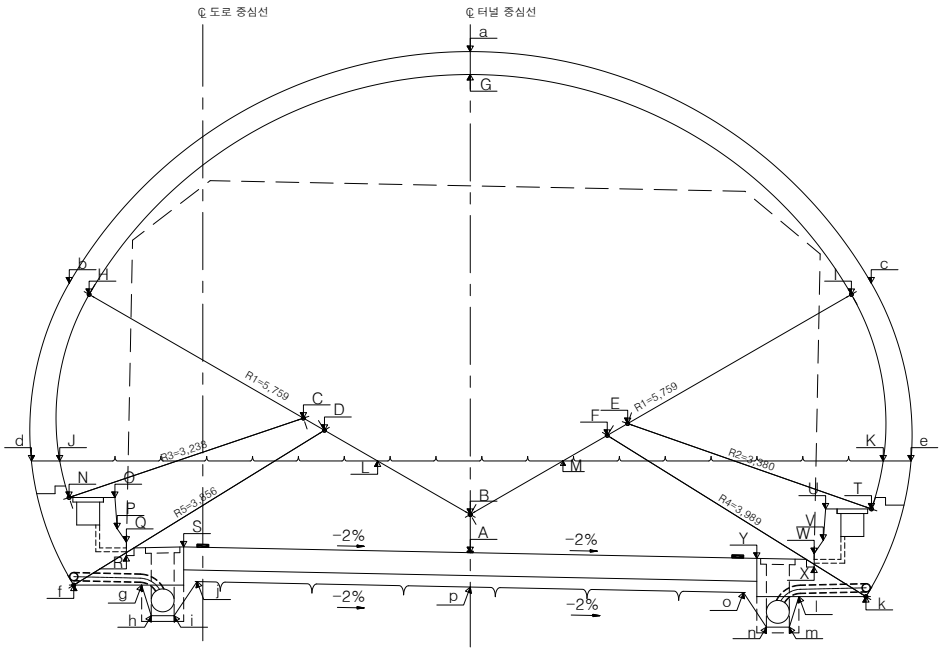
a	X	=	터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y	=	6.259 + 0.3 + 0.08	=	6.639 m
b	X	=	(-6.059 - 0.08) × sin 60	=	-5.316 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.08) × cos 60	=	3.569 m
c	X	=	(6.059 + 0.08) × sin 60	=	5.316 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.08) × cos 60	=	3.569 m
d	X	=	$-1.908 - ((3.856+0.08) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.08))))$	=	-5.823 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
e	X	=	$1.792 + (3.989+0.08) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.08))))$	=	5.848 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
f	X	=	$-1.908 - (3.856 + 0.08) \times \cos(\sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.08)))$	=	-5.282 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
k	X	=	$1.792 + (3.989 + 0.08) \times \cos(\sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.08)))$	=	5.272 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m

P-4 (Shotcrete = 12㎝)

a	X	=	터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y	=	6.259 + 0.3 + 0.12	=	6.679 m
b	X	=	(-6.059 - 0.12) × sin 60	=	-5.351 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.12) × cos 60	=	3.589 m
c	X	=	(6.059 + 0.12) × sin 60	=	5.351 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.12) × cos 60	=	3.589 m
d	X	=	$-1.908 - ((3.856+0.12) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.12))))$	=	-5.863 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
e	X	=	$1.792 + (3.989+0.12) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.12))))$	=	5.888 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
f	X	=	$-1.908 - (3.856 + 0.12) \times \cos(\sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.12)))$	=	-5.329 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
k	X	=	$1.792 + (3.989 + 0.12) \times \cos(\sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.12)))$	=	5.319 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m

P-5, P-6 (Shotcrete = 16㎝)

a	X	=	터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y	=	6.259 + 0.3 + 0.16	=	6.719 m
b	X	=	(-6.059 - 0.16) × sin 60	=	-5.386 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.16) × cos 60	=	3.609 m
c	X	=	(6.059 + 0.16) × sin 60	=	5.386 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.16) × cos 60	=	3.609 m
d	X	=	$-1.908 - ((3.856+0.16) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.16))))$	=	-5.904 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
e	X	=	$1.792 + (3.989+0.16) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.16))))$	=	5.928 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
f	X	=	$-1.908 - (3.856 + 0.16) \times \cos(\sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.16)))$	=	-5.375 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
k	X	=	$1.792 + (3.989 + 0.16) \times \cos(\sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.16)))$	=	5.365 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m



마. 설계굴착단면 (여굴포함)

P-1 P-2(여굴+Shotcrete = 23~24㎝)

a
X = 터널 중심 X좌표 = 0.000 m
Y = 6.259 + 0.3 + 0.24 = 6.679 m

b
X = (-6.059 - 0.24) × sin 60 = -5.351 m
Y = 0.5 + (6.059 + 0.24) × cos 60 = 3.589 m

c
X = (6.059 + 0.24) × sin 60 = 5.351 m
Y = 0.5 + (6.059 + 0.24) × cos 60 = 3.589 m

d
X = $-1.908 - ((3.856+0.23) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.23))))$ = -5.858 m
Y = 분할 굴착선 EL = 1.200 m

e
X = $1.792 + (3.989+0.23) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.23))))$ = 5.883 m
Y = 분할 굴착선 EL = 1.200 m

f
X = $-1.908 - (3.856 + 0.23) \times \cos(\sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.23)))$ = -5.323 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.5 = -0.425 m

k
X = $1.792 + (3.989 + 0.23) \times \cos(\sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.23)))$ = 5.313 m
Y = 3.75 × -0.02 - 0.5 = -0.575 m

P-3 (여굴+Shotcrete = 26~27㎝)

a	X	=	터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y	=	6.259 + 0.3 + 0.27	=	6.694 m
b	X	=	(-6.059 - 0.27) × sin 60	=	-5.364 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.27) × cos 60	=	3.597 m
c	X	=	(6.059 + 0.27) × sin 60	=	5.364 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.27) × cos 60	=	3.597 m
d	X	=	-1.908 - ((3.856+0.26) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.26))))	=	-5.873 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
e	X	=	1.792 + (3.989+0.26) × cos(sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.26))))	=	5.898 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
f	X	=	-1.908 - (3.856 + 0.26) × cos(sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.26)))	=	-5.340 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
k	X	=	1.792 + (3.989 + 0.26) × cos(sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.26)))	=	5.330 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m

P-4 (여굴+Shotcrete = 24㎝)

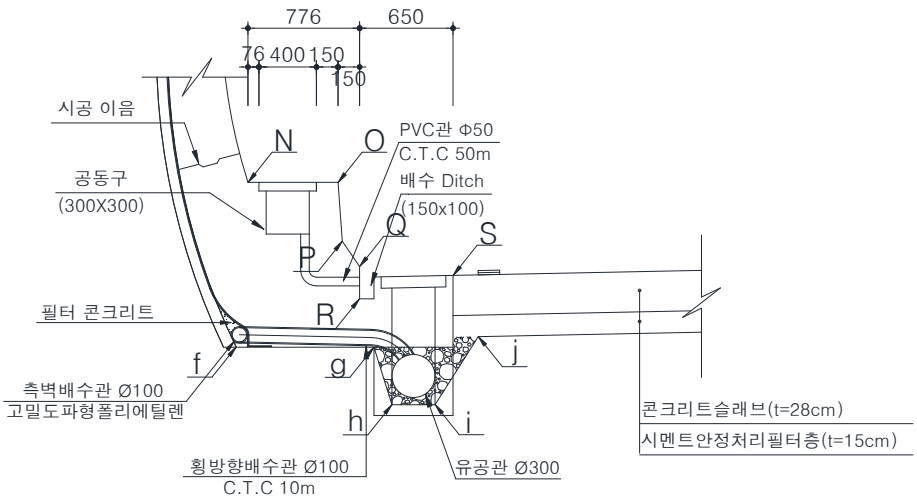
a	X	=	터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y	=	6.259 + 0.3 + 0.24	=	6.679 m
b	X	=	(-6.059 - 0.24) × sin 60	=	-5.351 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.24) × cos 60	=	3.589 m
c	X	=	(6.059 + 0.24) × sin 60	=	5.351 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.24) × cos 60	=	3.589 m
d	X	=	$-1.908 - ((3.856+0.24) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.24))))$	=	-5.863 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
e	X	=	$1.792 + (3.989+0.24) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.24))))$	=	5.888 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
f	X	=	$-1.908 - (3.856 + 0.24) \times \cos(\sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.24)))$	=	-5.329 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
k	X	=	$1.792 + (3.989 + 0.24) \times \cos(\sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.24)))$	=	5.319 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m

P-5, P-6 (여굴+Shotcrete = 28㎝)

a	X	=	터널 중심 X좌표	=	0.000 m
	Y	=	6.259 + 0.3 + 0.28	=	6.699 m
b	X	=	(-6.059 - 0.28) × sin 60	=	-5.368 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.28) × cos 60	=	3.599 m
c	X	=	(6.059 + 0.28) × sin 60	=	5.368 m
	Y	=	0.5 + (6.059 + 0.28) × cos 60	=	3.599 m
d	X	=	$-1.908 - ((3.856+0.28) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.601) / (3.856+0.28))))$	=	-5.884 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
e	X	=	$1.792 + (3.989+0.28) \times \cos(\sin^{-1}((1.2 - 1.535) / (3.989+0.28)))$	=	5.908 m
	Y	=	분할 굴착선 EL	=	1.200 m
f	X	=	$-1.908 - (3.856 + 0.28) \times \cos(\sin^{-1}((1.601 + 0.425)/(3.856 + 0.28)))$	=	-5.352 m
	Y	=	3.75 × 0.02 - 0.5	=	-0.425 m
k	X	=	$1.792 + (3.989 + 0.28) \times \cos(\sin^{-1}((1.535 + 0.575)/(3.989 + 0.28)))$	=	5.342 m
	Y	=	3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m

바. 배수 및 공동구

1) 좌 측



N X = -3.75 - 0.65 - 0.85 = -5.250 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66 = 0.722 m

O X = -3.75 - 0.65 - 0.10 - 0.12 - 0.03 = -4.650 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66 = 0.722 m

P X = -3.75 - 0.65 - 0.10 - 0.12 = -4.620 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.25 = 0.312 m

Q X = -3.75 - 0.65 - 0.10 = -4.500 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.075 = 0.137 m

R X = -3.75 - 0.65 - 0.10 = -4.500 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.65 × 0.02 - 0.100 = -0.038 m

S X = -3.75 = -3.750 m
Y = 3.75 × 0.02 = 0.075 m

f X = -1.908 - (3.856 × cos (60 + 61.700412 - 90)) = -5.188 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.5 = -0.425 m

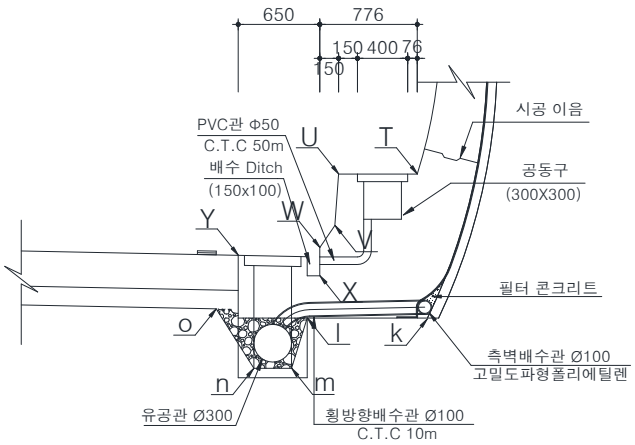
g X = -4.30 = -4.300 m
Y = 3.75 × 0.02 - 0.5 = -0.425 m

h X = -4.30 + 0.125 = -4.175 m
Y = 맹암거 EL 참조 = -0.825 m

I X = -4.30 + 0.125 + 0.3 = -3.875 m
Y = 맹암거 EL 참조 = -0.825 m

j X = -4.30 + 0.125 + 0.3 + 0.3 = -3.575 m
Y = 3.575 × 0.02 - 0.45 = -0.379 m

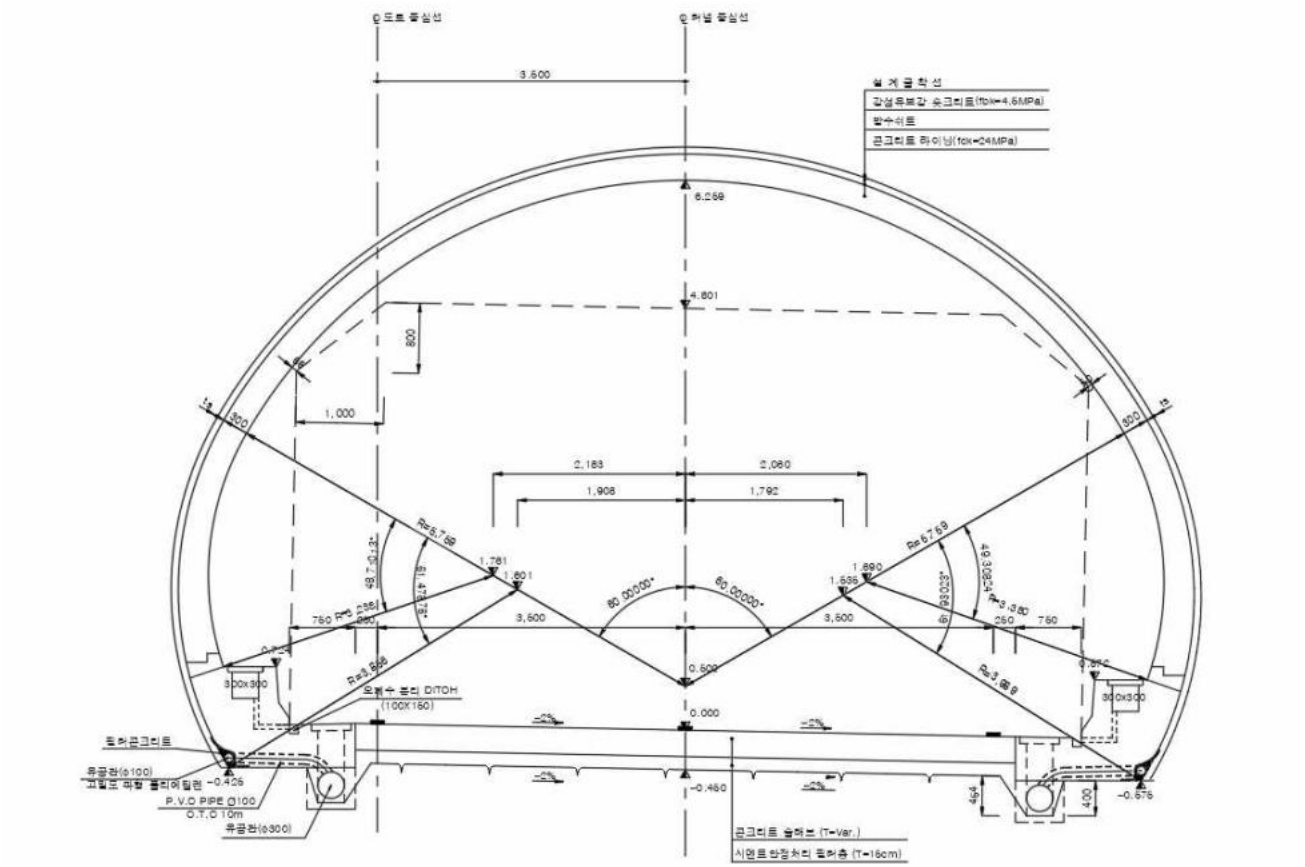
2) 우 측



T	X	= 3.75 + 0.65 + 0.85	=	5.250 m
	Y	= 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66	=	0.572 m
U	X	= 3.75 + 0.65 + 0.25	=	4.650 m
	Y	= 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.66	=	0.572 m
V	X	= 3.75 + 0.65 + 0.1 + 0.12	=	4.620 m
	Y	= 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.25	=	0.162 m
W	X	= 3.75 + 0.65 + 0.10	=	4.500 m
	Y	= 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 + 0.075	=	-0.013 m
X	X	= 3.75 + 0.65 + 0.10	=	4.500 m
	Y	= 3.75 × -0.02 - 0.65 × 0.02 - 0.100	=	-0.188 m
Y	X	= 3.75	=	3.750 m
	Y	= 3.75 × -0.02	=	-0.075 m
k	X	= 1.792 + (3.989 × cos (60 + 61.930233 - 90))	=	5.178 m
	Y	= 3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m
l	X	= 4.30	=	4.300 m
	Y	= 3.75 × -0.02 - 0.5	=	-0.575 m
m	X	= 4.30 - 0.125	=	4.175 m
	Y	= 맹암거 EL 참조	=	-0.975 m
n	X	= 4.30 - 0.125 - 0.3	=	3.875 m
	Y	= 맹암거 EL 참조	=	-0.975 m
o	X	= 4.30 - 0.125 - 0.3 - 0.3	=	3.575 m
	Y	= 3.575 × -0.02 - 0.45	=	-0.522 m

13. 수량산출(예)

설 계 단 면



t_1 : 라이닝 두께

t_2 : 숏크리트 두께

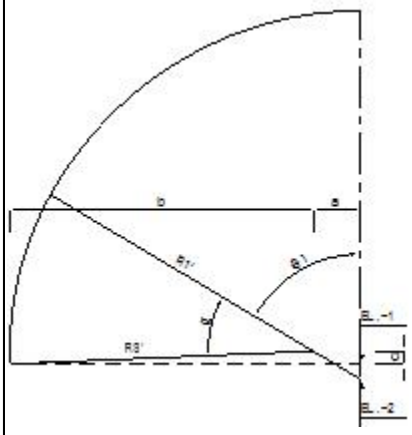
t_3 : 여굴 두께

표준단면	t1 (mm)	t2 (mm)	t3 (mm)		굴진장(mm)	굴착방법
			측벽	아치		
1, 2	300	50	180	190	3.500	전단면 굴착
3	300	80	180	190	2.000	전단면 굴착
4	300	120	120	120	상 1.500 하 3.000	반단면 굴착
5	300	160	120	120	1.200	반단면 굴착
6	300	160	120	120	1.000	반단면 굴착

공 종	산 출 내 역	계

P-3 상부 반단면 굴착공

t1 : Lining Concrete = 0.300 m ~ 0.401 m
t2 : Shotcrete = 0.080 m
t3 : 여굴 = 0.190 m ~ 0.180 m



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-α)×R3`		
c	-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos Θ1		
α	90+sin^{-1}(c/R3`)-Θ1		

총굴착

① π×R1′^{2}×Θ/360-tan Θ×EL-2^2×½ =
② π×R3′^{2}×α/360 =
③ π×R3′^{2}×α/360 =
④ (a-EL2×tan Θ+b)×-c×½ =
⑤ (a-EL2×tan Θ+b)×-c×½ =
①×2+②+③+④+⑤ =

㎥/m

설계굴착

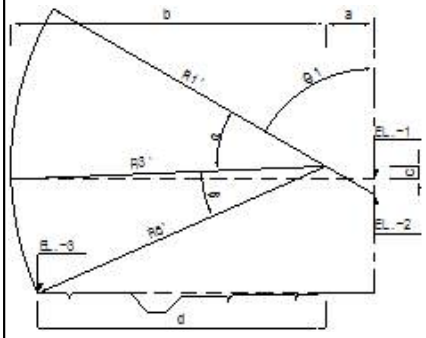
기호	산 출 식	좌 측	우 측
R1`	R1+t1+t2	6.139	6.139
R3`	(R3,R5)+t2	3.936	4.070
Θ1		60.000	
EL1		1.2	
EL2		0.5	
a	(R1+t1-R3)×sin Θ1	1.908	1.792
b	cos(90-Θ1-α)×R3`	3.915	4.056
c	-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos Θ1	0.402	0.335
α	90+sin^{-1}(c/R3`)-Θ1	35.862	34.721

① π×R1′^{2}×Θ/360-tan Θ×EL2^2×½ =
② π×R3′^{2}×α/360 =
③ π×R3′^{2}×α/360 =
④ (a-EL2×tanΘ+b)×-c×½ =
⑤ (a-EL2×tanΘ+b)×-c×½ =
①×2+②+③+④+⑤ =

㎥/m

<table>
<tr><th>공 종</th><th>산 출 내 역</th><th>계</th></tr>
<tr><td>여유굴착</td><td>총굴착량-설계굴착량 = =</td><td>㎥/m</td></tr>
<tr><td>Shotcrete
(강섬유)</td><td>
<table>
<tr><th>기호</th><th>산 출 식</th><th>좌 측</th><th>우 측</th></tr>
<tr><td>R1`</td><td>R1+t1+t3/2</td><td>6.154</td><td>6.154</td></tr>
<tr><td>R3`</td><td>(R3,R5)+t3/2</td><td>3.946</td><td>4.080</td></tr>
<tr><td>Θ1</td><td></td><td colspan="2">60.000</td></tr>
<tr><td>EL1</td><td></td><td colspan="2">1.200</td></tr>
<tr><td>EL2</td><td></td><td colspan="2">0.500</td></tr>
<tr><td>a</td><td>(R1+t1-R3)×sin Θ1</td><td>1.908</td><td>1.792</td></tr>
<tr><td>b</td><td>cos(90-Θ1-α)×R3`</td><td>3.925</td><td>4.066</td></tr>
<tr><td>c</td><td>-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos Θ1</td><td>0.402</td><td>0.335</td></tr>
<tr><td>α</td><td>90+sin^{-1}(c/R3`)-Θ1</td><td>35.847</td><td>34.710</td></tr>
</table>
① π×R1′^{2}×Θ/360-tan Θ×EL2^2×½ =
② π×R3′^{2}×α/360 =
③ π×R3′^{2}×α/360 =
④ (a-EL2×tan Θ+b)×-c×½ =
⑤ (a-EL2×tan Θ+b)×-c×½ =
①×2+②+③+④+⑤ =
(총굴착량-(①×2+②+③+④+⑤))÷(1-0.13) =
</td><td>㎥/m</td></tr>
<tr><td>강섬유
보강재</td><td>강섬유보강재 혼합 단위수량 (kg/㎥) = 37.000 kg/㎥
(Shotcrete량×강섬유보강재 혼합 단위수량)÷1,000</td><td>ton/m</td></tr>
<tr><td>버럭처리</td><td>총굴착량 =</td><td>㎥/m</td></tr>
<tr><td>Shotcrete
버럭처리</td><td>Shotcrete량×(1/(1-0.13)-1) = =</td><td>㎥/m</td></tr>
</table>

공 종	산 출 내 역	계
P-3 하부 반단면 굴착공	t1 : Lining Concrete = 0.300 m ~ 0.401 m t2 : Shotcrete = 0.080 m t3 : 여굴 = 0.190 m ~ 0.180 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-α)×R3'		
c	-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos Θ1		
d	R3'×cos(sin^{-1}((EL1-EL3+c)/R3'))		
α	90+sin^{-1}(c/R3')-Θ1		
β	90-Θ1-α+sin^{-1}((EL1-EL3+c)/R3'))		

총굴착

④ (a-EL2×tan Θ1+b)×-c×½ =
⑤ (a-EL2×tan Θ1+b)×-c×½ =
⑥ π×R3'^{2}×β/360 =
⑦ π×R3'^{2}×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×EL2^2×½ =
-(④+⑤)+⑥+⑦+⑧+⑨+⑩×2+추가 굴착량 = ㎥/m

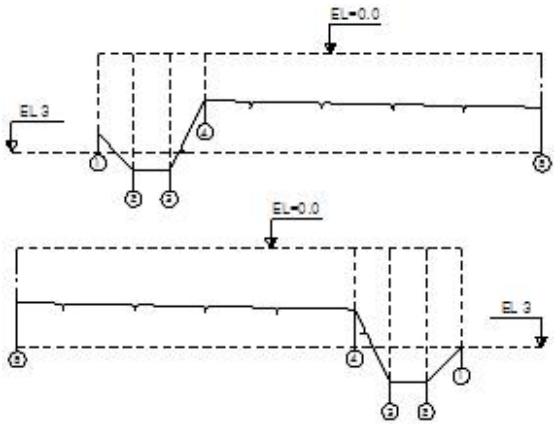
설계굴착

기호	산 출 식	좌 측	우 측
R1'	R1+t1+t2	6.139	6.139
R3'	(R3,R5)+t2	3.936	4.070
Θ1		60.000	
EL1		1.200	
EL2		0.500	
EL3		-0.425	-0.575
a	(R1+t1-R3)×sin Θ1	1.908	1.792
b	cos(90-Θ1-α)×R3'	3.915	4.056
c	-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos Θ1	0.402	0.335
d	R3'×cos(sin^{-1}((EL1-EL3+c)/R3'))	3.374	3.480
α	90+sin^{-1}(c/R3')-Θ1	35.862	34.721
β	90-Θ1-α+sin^{-1}((EL1-EL3+c)/R3'))	25.135	26.506

Ⅱ. 공종별 기준

<table>
<tr><th>공 종</th><th>산 출 내 역</th><th>계</th></tr>
<tr><td></td><td>④ (a-EL2×tan Θ1+R3′)×c×½ =
⑤ (a-EL2×tan Θ1+R3′)×c×½ =
⑥ π×R3′²×β/360 =
⑦ π×R3′²×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×EL2²×½ =
-(④+⑤)+⑥+⑦+⑧+⑨+⑩×2+추가 굴착량 =</td><td>㎥/m</td></tr>
<tr><td>여유굴착</td><td>총굴착량-설계굴착량 =
=</td><td>㎥/m</td></tr>
<tr><td>Shotcrete
(강섬유)</td><td>
<table>
<tr><th>기호</th><th>산 출 식</th><th>좌 측</th><th>우 측</th></tr>
<tr><td>R1`</td><td>R1+t1+t3/2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>R3`</td><td>(R3,R5)+t3/2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Θ1</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>EL1</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>EL2</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>EL3</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-α)×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>d</td><td>R3`×cos(sin⁻¹((EL1-EL3+c)/R3`))</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>α</td><td>90+sin⁻¹(c/R3`)-Θ1</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>β</td><td>90-Θ1-α+sin⁻¹((EL1-EL3+c)/R3`))</td><td></td><td></td></tr>
</table>
④ (a-EL2×tan Θ1+R3′)×c×½ =
⑤ (a-EL2×tan Θ1+R3′)×c×½ =
⑥ π×R3′²×β/360 =
⑦ π×R3′²×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×EL2²×½ =
-(④+⑤)+⑥+⑦+⑧+⑨+⑩×2+추가 굴착량 =
(총굴착량-(25.204+바닥여굴))÷(1-0.1) =</td><td>㎥/m</td></tr>
</table>

공 종	산 출 내 역	계
강섬유 보강재	강섬유보강재 혼합 단위수량 (kg/㎥) = 37.000 kg/㎥ (Shotcrete량×강섬유보강재 혼합 단위수량)÷1,000	ton/m
버럭처리	총굴착량 =	㎥/m
Shotcrete 버럭처리	Shotcrete량×(1/(1-0.1)-1) = =	㎥/m



번 호	좌 측		우 측	
	X	Y	X	Y
①	-4.300	-0.425	4.300	-0.575
②	-4.175	-0.825	4.175	-0.975
③	-3.875	-0.825	3.875	-0.975
④	-3.575	-0.379	3.575	-0.522
⑤	0.000	-0.450	0.000	-0.450

바 닥 면 및 배 수 로 굴착	① (4.3-4.175)×(0.825+ 0.425)×½	=	0.078
	② (4.175-3.875)×0.825	=	0.248
	③ (3.875-3.575)×(0.379+ 0.825)×½	=	0.181
	④ (3.575-0)×(0.45+ 0.379)×½	=	1.482
	⑤ (4.3-4.175)×(0.975+ 0.575)×½	=	0.097
	⑥ (4.175-3.875)×0.975	=	0.293
	⑦ (3.875-3.575)×(0.522+ 0.975)×½	=	0.225
	⑧ (3.575-0)×(0.45+ 0.522)×½	=	1.737
	⑨ 4.3×0.425+ 4.3×0.575	=	4.301
	⑩ ((0.079×1)+(0.079×1))/30 (집수정 추가굴착량)	=	0.003
	①+②+③+④+⑤+⑥+⑦+⑧-⑨+⑩	=	0.043 ㎥/m
	⑪ (1.608+1.708)×½×0.1 (기초콘크리트 좌측)	=	0.166
	⑫ (1.608+1.708)×½×0.1 (기초콘크리트 우측)	=	0.166 ㎥/m

Ⅱ. 공종별 기준

공 종	산 출 내 역			계
지 보 공	Shotcrete, 강섬유 보강재 수량은 상, 하부 굴착공에 포함			
Rock bolt D 2 5 , SD350 L= 3.000 (Random) P-1	개수 ① 천반부 :	(2/3.5)	= 0.571	EA/m
	② 측벽부 :	(2/3.5)	= 0.571	EA/m
	천공 ① 천반부:	(3+0.1)×(2/3.5)	= 1.770	m/m
	② 측벽부 :	(3+0.1)×(2/3.5)	= 1.770	m/m
	Resin(전체) :	((2/3.5)+(2/3.5))×3	= 3.426	EA/m
	Mortar(사용안함) :		= 0.000	㎥/m
	천공체적 :	$\pi/4\times0.038^2\times(3+0.1)=0.0035$		
	Rock bolt 체적 :	$\pi/4\times0.025^2\times3=0.0015$		
Rock bolt D 2 5 , SD350 L= 3.000 (System) P-2	개수 ① 천반부:	(6.5/3.5)	= 1.857	EA/m
	② 측벽부 :	(2/3.5)	= 0.571	EA/m
	천공 ① 천반부:	(3+0.1)×(6.5/3.5)	= 5.757	m/m
	② 측벽부:	(3+0.1)×(2/3.5)	= 1.770	m/m
	Resin(전체) :	((6.5/3.5)+(2/3.5))×3	= 7.284	EA/m
	Mortar(사용안함):		= 0.000	㎥/m
	천공체적 :	$\pi/4\times0.038^2\times(3+0.1)=0.0035$		
	Rock bolt 체적:	$\pi/4\times0.025^2\times3=0.0015$		

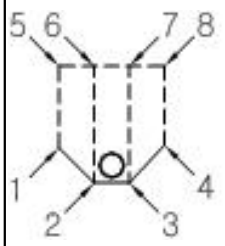
공 종	산 출 내 역			계
지 보 공	Shotcrete, 강섬유 보강재 수량은 상, 하부 굴착공에 포함			
Rock bolt D 2 5 , SD350 L= 4.000 (System) P-3	개수 ① 천반부:	(8.5/2)	= 4.250	EA/m
	② 측벽부:	(3/2)	= 1.500	EA/m
	천공 ① 천반부:	(4+0.1)×(8.5/2)	= 17.425	m/m
	② 측벽부:	(4+0.1)×(3/2)	= 6.150	m/m
	Resin(전체) :	((8.5/2)+(3/2))×4	= 23.00	EA/m
	Mortar(사용안함):		= 0.000	㎥/m
	천공체적 :	π/4×0.038²×(4+0.1)=0.0046		
	Rock bolt 체적 :	π/4×0.025²×4=0.002		
Rock bolt D 2 5 , SD350 L=4.000 (System) P-4	개수 ① 천반부:	(8.5/1.5)	= 5.667	EA/m m
	② 측벽부:	(5/1.5)	= 3.333	EA/m m
	천공 ① 천반부:	(4+0.1)×(8.5/1.5)	= 23.235	m/m m
	② 측벽부:	(4+0.1)×(5/1.5)	= 13.665	m/m m
	Resin(전체) :	((8.5/1.5)+(5/1.5))×4	= 36.000	EA/m m
	Mortar(사용안함):		= 0.000	㎥/m
	천공체적 :	π/4×0.038²×(4+0.1)=0.0046		m
	Rock bolt 체적 :	π/4×0.025²×4=0.002		

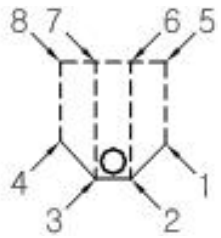
공 종	산 출 내 역			계
지 보 공	Shotcrete, 강섬유 보강재 수량은 상, 하부 굴착공에 포함			
Rock bolt D 2 5 , SD350 L=4.000 (System) P-5	개수 ① 천반부:	(8.5/1.2)	= 7.083	EA/m
	② 측벽부:	(5/1.2)	= 4.167	EA/m
	천공 ① 천반부:	(4+0.1)×(8.5/1.2)	= 29.042	m/m
	② 측벽부:	(4+0.1)×(5/1.2)	= 17.085	m/m
	Resin(전체) :	((8.5/1.2)+(5/1.2))×4	= 45.000	EA/m
	Mortar(사용안함):		= 0.000	㎥/m
	천공체적 :	π/4×0.038²×(4+0.1)=0.0046		
	Rock bolt 체적:	π/4×0.025²×4=0.002		
P-6	개수 ① 천반부:	(0/1)	= 0.000	EA/m
	② 측벽부:	(5/1)	= 5.000	EA/m
	천공 ① 천반부:	(4+0.1)×(0/1)	= 0.000	m/m
	② 측벽부:	(4+0.1)×(5/1)	= 20.500	m/m
	Resin(전체) :	((0/1)+(5/1))×4	= 20.000	EA/m
	Mortar(사용안함):		= 0.000	㎥/m
	천공체적 :	π/4×0.038²×(4+0.1)=0.0046		
	Rock bolt 체적 :	π/4×0.025²×4=0.002		

<table>
<tr><th>공 종</th><th>산 출 내 역</th><th>계</th></tr>
<tr><td>Filter
Concrete</td><td>((0.200+0.150)×½×0.15-(π×0.114²/4)×½)×2개소 = 0.042</td><td>㎥/m</td></tr>
<tr><td>배수관</td><td>H.D.P 유공관 (Φ100): 종방향 (1×2)/1 = 2.000
P.V.C관 (Φ100): C.T.C 10 m (1+1)/10x(4/5) = 0.160
P.V.C관 (Φ50): C.T.C 10 m (0.723+0.723)/10= 0.145
P.V.C관-Y형 (Φ100): C.T.C 50 m (1.2×2)/50x2 = 0.096
T형 연결관 (Φ100 + Φ100): C.T.C 10 m (1×2)/10x(4/5) = 0.160
Y형 연결관 (Φ100 + Φ100): C.T.C 50 m (1×2)/50x1/5x2= 0.016</td><td>m/m
m/m
m/m
m/m
EA/m
EA/m</td></tr>
<tr><td>방 수 막
및 부직
포</td><td>
<table>
<tr><th>기호</th><th>산 출 식</th><th>좌 측</th><th>우 측</th></tr>
<tr><td>R1`</td><td>R1+t1+t3/2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>R3`</td><td>(R3,R5)+t3/2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Θ1</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Θ2`</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
① (2π×R1′×Θ1/360) =
② (2π×R3′×Θ2′/360)+0.5 (단부 추가량) =
③ (2π×R3′×Θ2′/360)+0.5 (단부 추가량) =
①×2+②+③ =
</td><td>㎡/m</td></tr>
</table>

Ⅱ. 공종별 기준

공 종	산 출 내 역	계





번 호	좌 측		우 측	
	X	Y	X	Y
①	-4.300	-0.425	4.300	-0.575
②	-4.175	-0.825	4.175	-0.975
③	-3.875	-0.825	3.875	-0.975
④	-3.575	-0.379	3.575	-0.522
⑤	-4.300	-0.375	4.300	-0.525
⑥	-4.175	-0.378	4.175	-0.523
⑦	-3.875	-0.381	3.875	-0.521
⑧	-3.575	-0.384	3.575	-0.519

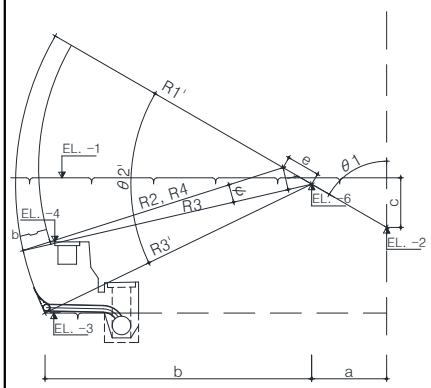
맹암거

유공관 (Φ300) : 종방향 (1×2)/1 = 2.000 m/m

부직포 = ((0.3+0.002×2)×π+0.05)×2EA = 2.010 ㎡/m

잡석채움

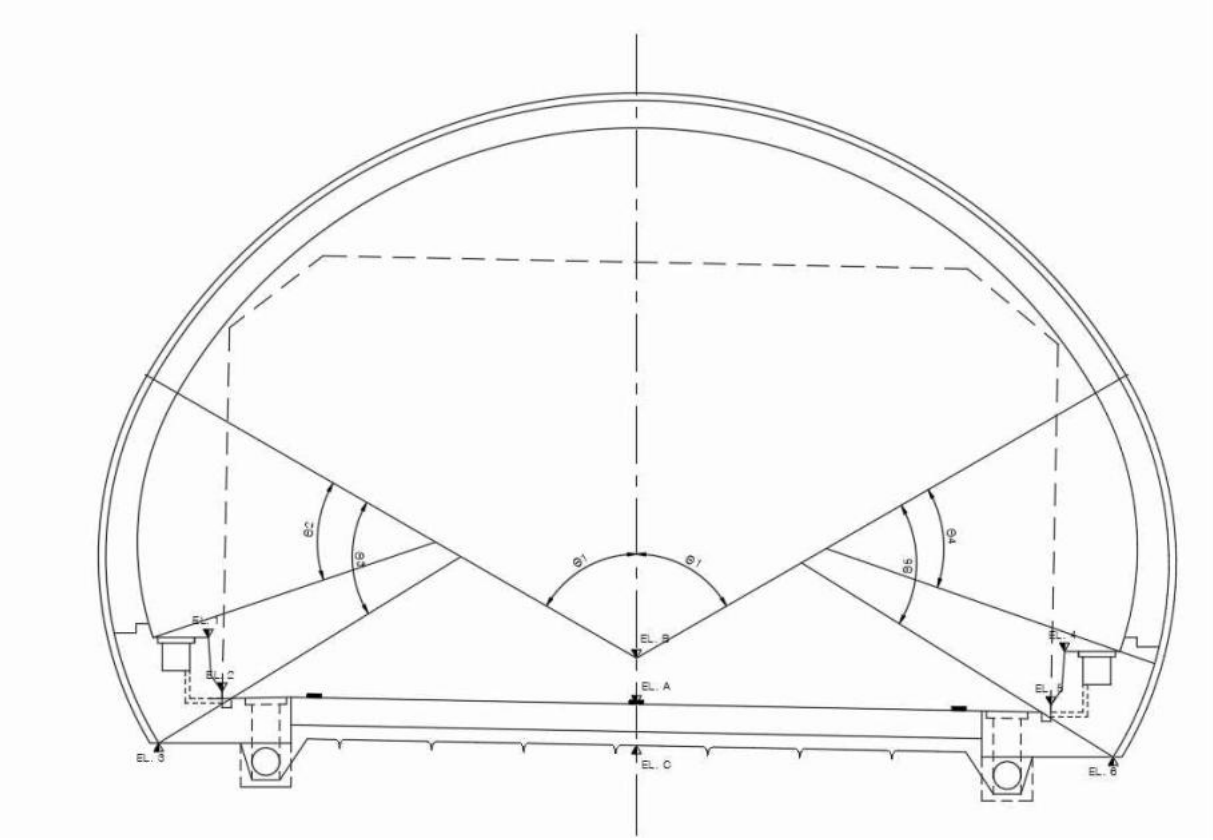
① (0.425+ 0.825-0.375-0.378)/2×0.1 = 0.031
② (0.825+ 0.825-0.378-0.381)/2×0.3 = 0.134
③ (0.825+ 0.379-0.381-0.384)/2×0.3 = 0.066
④ (0.575+ 0.975-0.525-0.523)/2×0.125 = 0.031
⑤ (0.975+ 0.975-0.523-0.521)/2×0.3 = 0.136
⑥ (0.975+ 0.522-0.521-0.519)/2×0.3 = 0.069
⑦ ((0.3+ 0.002×2)²×π/4)×2EA = 0.145
⑧ (0.059+0.07)/2×0.55+(0.059+0.07)/2×0.55 = 0.071
①+②+③+④+⑤+⑥-⑦-⑧ = 0.251 ㎥/m



기호	산 출 식	좌 측	우 측
R1'	R1+t1+t3/2	6.514	6.514
R3'	(R3,R5)+t3/2	3.946	4.080
Θ1		60.000	
Θ2'	180-Θ1-cos⁻¹((EL6-EL3)/R3')	60.893	61.142
Θ3'	180-δ-ψ	45.232	46.000
EL1		1.200	
EL2		0.500	
EL3		-0.425	-0.575
EL4		0.722	0.572
EL5	(R2,R4)×sin(Θ1+(Θ2,Θ4)-90)+EL4	1.761	1.690
EL6	(R1'-R3')×cos Θ1+EL2	1.601	1.535
a	(R1+t1-R3)×sin Θ1	1.908	1.792
c	-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos Θ1	0.402	0.335
d	R3'×cos(sin⁻¹((EL1-EL3+c)/R3')))	3.386	3.492
e	R3'-((R2,R4)+t1+t3/2)	0.319	0.311
f	e×sin Θ3'	0.226	0.224
δ	90-ε+Θ1	131.285	130.686
ψ	sin⁻¹((e×sin δ)/R3')	3.483	3.314
ε	sin⁻¹((EL5-EL4)/(R2,R4))+90-Θ1	48.722	46.854

공 종	산 출 내 역	계
배수 Concrete	기계타설 ① (π×R3′²×Θ2′/360)+(π×R3′²×Θ2′/360) = ② ((EL6+(-EL3))×d+(EL6+(-EL3))×d)×½ = ③ (π×R2²×ε/360)+Lining concrete ② = ④ (π×R2²×ε/360)+Lining concrete ③ = ⑤ (π×R2²×(Θ2-ε)/360+(π×R2²×(Θ2-ε)/360 = ⑥ R2×cos(Θ1+Θ2-90)×(EL5-(EL4-0.2))×½ = ⑦ R2×cos(Θ1+Θ2-90)×(EL5-(EL4-0.2))×½ = ⑧ e×cos(90-Θ1)×(((EL5+EL6)/2)-(EL4-0.2)) = ⑨ e×cos(90-Θ1)×(((EL5+EL6)/2)-(EL4-0.2)) = ⑩ (4-a)×(EL4-0.2+(-EL3))+(4-a)×(EL4-0.2+(-EL3)) = ⑪ 0.65×(0.66×2-0.02×0.65)/2+0.65×(0.66×2-0.02×0.65)/2 = ⑫ (0.3×0.3+0.06×0.4)+(0.3×0.3+0.06×0.4) = ⑬ ((0.3×0.85×0.415)+(0.3×0.85×0.415)+((0.44+0.01)×1×0.08) +((0.44+0.01)×1×0.08))/50 = ⑭ ((0.15+0.152)/2×0.1)+(0.12×2+0.03)×1/2×0.41+0.12×0.175/2 +((0.15+0.152)/2×0.1)+(0.12×2+0.03)×1/2×0.41+0.12×0.1 75/2 = ⑮ (π×0.114²/4)×2+필터콘크리트 = ㎥/m ①+②-(③+④+⑤+⑥+⑦+⑧+⑨+⑩+⑪+⑫+⑬+⑭+⑮) =	
	인력타설 ㎥/m ① (0.5×(1.563+1.563)×0)+(0.5×(1.563+1.563)×0)+집수정추가 =	
	집수정추가 ㎥/m ① ((0.475×0.55×1)-(0.4×0.3×0.85))×2/50 =	
	배수 Concrete 신축이음 ① (2π×4.094×20.28/360)/3span m/m +(2π×4.094×20.28/360)/3span =	

가. 라이닝 콘크리트



(단위 : mm)

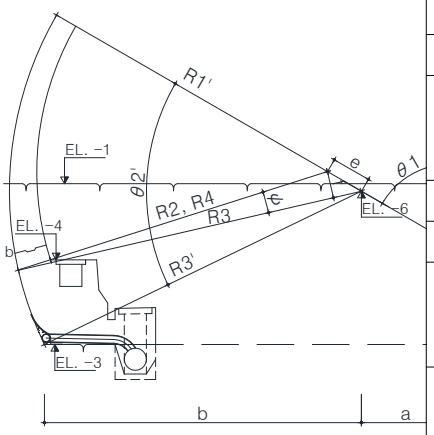
구분	설계라이닝 두께	여굴		여굴포함 적용두께(t)	
		측벽부	아치부	측 벽 부	아 치 부
표준단면 - 1	300	180	190	390	395
표준단면 - 2	300	180	190	390	395
표준단면 - 3	300	180	190	390	395
표준단면 - 4	300	120	120	360	360
표준단면 - 5, 6	300	120	120	360	360

공 종	산 출 내 역	계

Lining Concrete

t1 : Lining Concrete = 0.300 m ~ 0.401 m

t3 : 여굴 = 0.190 m ~ 0.180 m



기호	산 출 식	좌 측	우 측
R1'	R1+t1+t3/2		
R3'	(R3,R5)+t3/2		
Θ1			
Θ2'	180-Θ1-cos^{-1}((EL6-EL3)/R3')		
Θ3'	180-δ-ψ		
EL1			
EL2			
EL3			
EL4			
EL5	(R2,R4)×sin(Θ1+(Θ2,Θ4)-90)+EL4		
EL6	(R1'-R3')×cos Θ1+EL2		
a	(R1+t1-R3)×sin Θ1		
c	-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos Θ1		
d	R3'×cos(sin^{-1}((EL1-EL3+c)/R3')))		
e	R3'-((R2,R4)+t1+t3/2)		
f	e×sin Θ3'		
δ	90-ε+Θ1		
ψ	sin^{-1}((e×sin δ)/R3')		
ε	sin^{-1}((EL5-EL4)/(R2,R4))+90-Θ1		

Lining Concrete

① $(\pi \times R1'^2 \times \Theta1/360)-(\pi \times (R1'-t1-t3/2)^2 \times \Theta1/360)$ =

② $(\pi \times R3'^2 \times \Theta3'/360)-(\pi \times R2^2 \times \varepsilon/360)-(R3' \times f \times \frac{1}{2})$

=

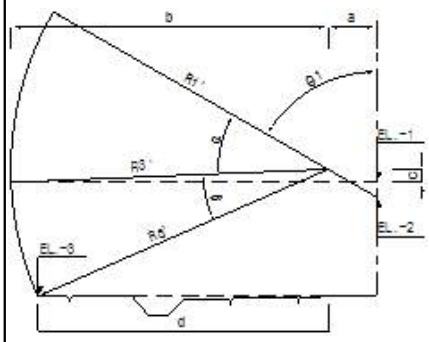
③ $(\pi \times R3'^2 \times \Theta3'/360)-(\pi \times R2^2 \times \varepsilon/360)-(R3' \times f \times \frac{1}{2})$

=

①×2+②+③ = = m^3/m

Ⅱ. 공종별 기준

공 종	산 출 내 역	계
터널타일	① 2π×R2×타일붙임각도/360 = ② 2π×R2×타일붙임각도/360 = ①+② =	㎡/m
Lining Concrete 이음	신축이음 ① (2π×(R1′-t1-t3/2)×Θ1/360)/3span = ② (2π×(R2+t1/2)×ε/360)/3span = ③ (2π×(R2+t1/2)×ε/360)/3span = ①×2+②+③ = =	m/m
	시공이음 (①×2+②+③)×3span×(1/1span-1/3span) =	m/m
배면 Grouting	1m당 0.1㎥	㎥/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-α)×R3'		
c	-(EL1-EL2)+(R1+t1-R3)×cos Θ1		
d	R3'×cos(sin^{-1}((EL1-EL3+c)/R3'))		
α	90+sin^{-1}(c/R3')-Θ1		
β	90-Θ1-α+sin^{-1}((EL1-EL3+c)/R3')		

면정리	상부 ① (2π×R1′×Θ1/360) = ② (2π×R3′×α/360) = ③ (2π×R3′×α/360) = ①×2+②+③ =	㎡/m
	하부 ① (2π×R3′×β/360) = ② (2π×R3′×β/360) = ①+② =	㎡/m

7. 포 장 공

목 차

7.1 설 계 요 령

1. 관련기준
2. 포장의 종류
3. 포장형식 선정기준
4. 포장 설계법
5. 포장 설계기준
6. 포장 두께 산정
7. 포장폭원
8. 중간층
9. 교면포장
10. 터널내 포장
11. 암반구간 포장
12. 교통우회용 가도포장
13. 교차로 진출입로(연결로)
14. 줄 눈
15. 보강 슬래브
16. 소성변형 저감방안
17. 재생 포장
18. 보도 포장
19. 자전거도로 포장
20. 측도(부체도로) 포장
21. 배수성 포장

7.2 수량산출요령

1. 일반사항
2. 공종별사항
3. 기타사항

7.1 설계요령

1. 관련 기준

○ 도로설계기준(국토교통부,2018. 08)
○ 도로설계편람(국토교통부,2012. 04)
○ 도로포장 구조 설계 요령(국토교통부,2015. 12)
○ 도로 포장통합지침(국토교통부,2017. 05)
○ 도로 동상방지층 설계지침(국토해양부,2012. 08)
○ 암반구간 포장설계 지침(국토해양부,2011. 08)
○ 터널내 포장설계 지침(건설교통부,2005. 09)
○ 아스팔트포장의 소성변형 저감을 위한 지침(건설교통부,2005. 01)
○ 순환골재 등 의무사용건설공사의 순환골재·순환골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용에 관한 고시(국토교통부,2014. 09)
○ 보도설치 및 관리지침(국토해양부,2011.)
○ 저탄소 중온 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 잠정지침(국토해양부,2010. 12)
○ 자전거 이용시설 설치 및 관리지침(국토해양부,2011. 07)
○ 아스팔트 혼합물 생산 및 시공지침(국토교통부,2015. 08)
○ 도로 포장통합지침(국토교통부,2017. 05)
○ 배수성 아스팔트 콘크리트포장 생산 및 시공지침(국토교통부, 2020.08)

2. 포장의 종류

가. 포장의 종류

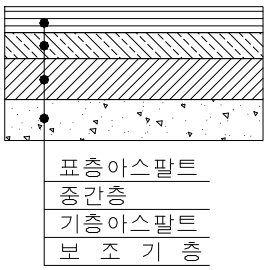
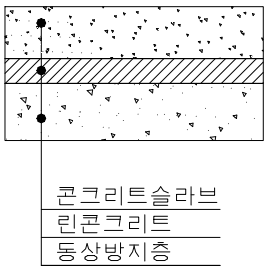
1) 아스팔트 콘크리트 포장

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. 아스팔트 콘크리트 포장은 생산온도에 따라 160~170℃의 고온에서 생산하는 가열 아스팔트 포장과 130~140℃ 정도의 중온에서 생산하는 저탄소 중온 아스팔트 콘크리트 포장으로 구분된다. 저탄소 중온 아스팔트 콘크리트에 대한 세부적인 사항은 『저탄소 중온 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 잠정지침』(국토해양부, 2010. 12)을 따른다.

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.

나. 포장형식 비교

구 분	아스팔트콘크리트	시멘트콘크리트
단 면		
구 조 적 특 성	• 포장층 일체로 교통하중을 지지하고 노상에 윤하중을 분포시킴 • 기층 또는 보조기층에도 큰 응력 작용 • 반복되는 교통하중에 민감	• 콘크리트 슬래브가 교통하중을 휨 저항으로 지지 • 건조수축에 의한 균열발생을 수축 줄눈 또는 연속철근으로 억제 • 골재맞물림 작용 또는 Dowel Bar를 통해 Slab가 하중전달
시 공 성	• 시공경험 풍부 • 양생기간이 짧음	• 콘크리트의 품질관리, 양생, 평탄성, 줄눈시공 등 고도의 숙련 필요
유 지 관 리	• 유지관리비 고가 • 국부적 파손에 대한 보수용이 • 잦은 보수로 교통소통 지장	• 유지관리비 저렴 • 국부적 파손에 대한 보수불량 • 유지보수 빈도 적음
장 · 단 점	• 중차량에 대한 소성변형 발생 • 소음이 적음 • 평탄성 및 승차감 양호 • 시공후 교통 개방까지의 시간이 작음으로 인한 공사기간 단축	• 중차량에 대한 적응성 양호 • 소음이 많음 • 줄눈설치로 승차감 불량 • 장기양생으로 공사기간 길어짐

1) 아스팔트 콘크리트 포장

구 분	내 용
구조특성	• 포장층 일체로 교통하중을 지지하고 노상에 윤하중을 분포 • 포장두께는 교통하중과 노상지지력에 의거하여 설계 • 기층 또는 보조기층에도 큰 응력이 작용 • 반복되는 교통하중에 민감
공사실적	• 국내 포장도로의 주종
시 공 성	• 신속성 및 간편성 측면에서 유리 • 단계시공 방식에 적합
내 구 성	• 대형차 교통량이 많은 도로에서 소성 변형 발생
유지보수	• 부분 보수 용이 • 유지관리비 고가 • 잦은 보수로 교통소통에 지장 • 보수 시기가 늦으면 큰 하자 발생
공 용 성	• 양생시간 적음 • 평탄성 및 승차감 양호 • 소음이 적음
토질영향 (연약지반)	• 적응성이 양호
적용도로	• 확장공사를 시행하는 도로 • 승용차의 구성비가 높은 관광지에 인접한 도로 • 연약지반에 축조하는 도로 • 중차량의 구성비가 적은 도로 • 조기 교통개방이 필요한 도로 • 토질 특성변화가 심한 지역에 축조되는 도로 • 교량, Box, Tunnel 등 구조물이 많은 구간에서 경제적 시공성 양호

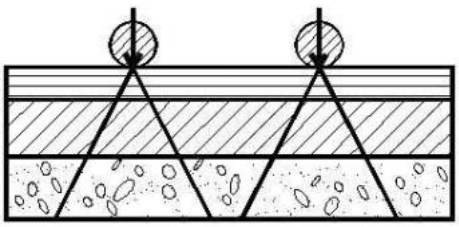
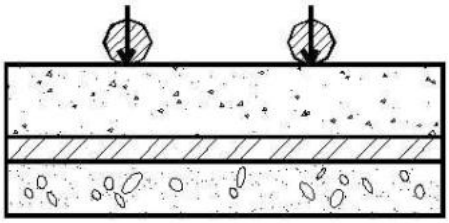
2) 무근 시멘트 콘크리트 포장

구 분	내 용
구조특성	• 콘크리트 슬래브 자체로 하중지지 및 줄눈설치로 온도변화에 대처 • 슬래브에 불규칙한 균열을 방지하는 줄눈중 가로 수축줄눈은 4~6m 간격으로 설치 • 골재 맞물림 작용 및 Dowel Bar를 통해 Slab간 하중전달
공사실적	• 부산~마산 고속도로, 88올림픽 고속도로, 호남 고속도로 확장 • 중부 고속도로 및 남해 고속도로 확장 및 국도 포장 다수
시 공 성	• 줄눈 설치 및 콘크리트 양생등으로 다소 불리
내 구 성	• 중차량에 대한 적응도 양호
유지보수	• 유지관리비 저렴(단, 줄눈부의 정기적인 유지보수 필요) • 연속 철근 콘크리트 포장에 비해 국부적인 파손 보수가 용이
공 용 성	• 장기간 양생 필요(보통 포틀랜드 시멘트 사용시 14일) • 수축줄눈의 설치로 승차감 불량 • 소음이 발생
적용도로	• 중차량의 구성비가 큰 도로 • 교량, 암거 및 터널 등 구조물과 깎기 및 쌓기 경계부가 많은 도로 • 신설도로

3) 연속철근 시멘트 콘크리트 포장

구 분	내 용
구조특성	• 콘크리트 슬래브 자체로 교통하중지지 및 온도변화에 대처 • 슬래브에 발생하는 Crack을 연속 철근으로 억제 • 팽창줄눈은 설치되나 수축줄눈은 불필요
공사실적	• 중부고속도로 일부구간 적용(설계속도 120㎞/h 구간)
시 공 성	• 콘크리트 측방 공급에 따른 작업공간 확보 필요(확장구간에 부적합) • 콘크리트 품질관리에 고도의 숙련 필요
내 구 성	• 중차량에 대한 적응도 양호
유지보수	• 높은 시공 수준하에 유지보수비 저렴 • 해빙제인 염화물에 의한 철근 부식 우려
공 용 성	• 장기간 양생 필요 • 무근 콘크리트 포장에 비해 승차감 양호 • 소음이 발생
적용도로	• 4차로 이상 신설도로 • 지형이 평탄하고 선형이 좋은 본선구간 도로 • 양호한 주행성이 필요한 도로

다. 포장구조 비교

구 분	아스팔트 콘크리트 포장	시멘트 콘크리트 포장
하중전달	• 교통하중을 표층→중간층→기층→보조기층→노상으로 확산 분산시켜 하중을 절감하는 형식 	• 교통하중을 콘크리트 슬래브가 직접 지지하는 형식 
표 층	• 교통하중을 일부 지지하며 하부층으로 전달 • 표면수의 침입을 방지하여 하부층 보호	• Slab 자체가 Beam으로 작용하여 교통하중에 의해 발생되는 응력을 휨 저항으로 지지
기 층	• 입도조정 처리 또는 아스팔트 혼합물로 구성 • 표층과 일체가 되어 교통하중에 대한 전단에 저항하여 하중을 분산시켜 보조기층으로 전달	• 빈배합 콘크리트 또는 시멘트 및 아스팔트 안정처리로 구성 • 콘크리트 Slab에 대한 균일한 지지력 확보 • 줄눈부 및 균열부근의 우수침투 및 펌핑 현상 방지 • 균등하고 안정적이며, 영구적인 지지력 제공 • 노상반력 계수 증대
보조기층	• 입상재료 또는 토사 안정처리 등으로 구성 • 상부층에서 전달된 교통하중을 지지하며 노상으로 전달 • 포장층내 배수기능 담당 • 미립질의 노반토사가 기층부로 침투하는 것을 방지한다. • 동결작용의 손상 효과를 최소화 한다.	-

3. 포장형식 선정기준

일반적으로 포장형식의 선정은 주어진 교통, 토질, 기후, 시공, 재료, 비용, 유지관리 등 많은 변수요인을 고려하여 결정하는 것이 바람직하나 어떤 절대적인 판단기준은 없다. 대체로 경제성, 시공성, 유지관리비, 유지관리의 난이정도, 지하 매설물의 여부 등에 따라 결정해야 한다. 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. 다만, 고유가 시대를 맞이하여 신설노선으로 계획되는 자동차전용도로, 국도대체우회도로 등에 대하여는 도로의 기능, 중차량비율, 지역여건, 생애주기비용, 경제성, 유지관리측면 등을 종합적으로 고려하여 효율적인 포장형식을 결정한다.

다만 아스팔트 포장공법 선정 구간중 교통량이 많은 구간이거나, 중차량 교통량이 많은 구간에서 아스팔트 포장 재료 선정시에는 개질아스팔트 등 내유동성 아스팔트포장공법을 검토하며, 중차량에 의한 파손구간, 신호교차로, 종단경사가 3%이상구간, 산업단지 주변 진입도로 등은 포장파손이 심하게 발생되므로 피로균열 과소성 변형 저항성이 좋은 섬유보강포장, 특수시멘트포장, 반강성 포장 등을 검토하여 포장내구성, 경제성, 유지관리에 좋은 포장공법을 계획한다.

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 일반적으로 중차량 통행 비율이 많은 노선(산업지원노선 등)은 콘크리트 포장공법 적용을 우선 검토하는 것이 바람직하다.

나. 토질특성

포장구조의 노상을 형성하는 자연토의 하중 전달능력은 포장의 공용성에 영향을 줄 수 있다. 이는 자연토의 물성이 한정된 지역에서도 균일하지 않을 수 있으며, 기후의 영향에 민감 할 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. 기상 및 기후

기상 및 기후는 포장 표층뿐만 아니라 노상에도 영향을 미친다. 강우, 강설(얼음), 동결관입은 노상재료의 지지력에 영향을 미치며, 동결 융해 및 동절기 제설작업은 포장표층의 공용성과 유지비용에 영향을 미친다. 또한 표층은 열 흡수의 차이 또는 동절기 제설작업(장비 또는 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 내마모성을 중시한 포장형식을 택한다.

라. 시 공 성

시공속도, 시공기간 동안의 교통처리 및 교통 안전, 보수의 편이성, 장래확장, 공사완료 시기 등은 포장의 품질, 공용성 및 비용에 영향을 미치므로, 이들을 고려하여 적절한 포장형식을 선정한다.

마. 재생포장

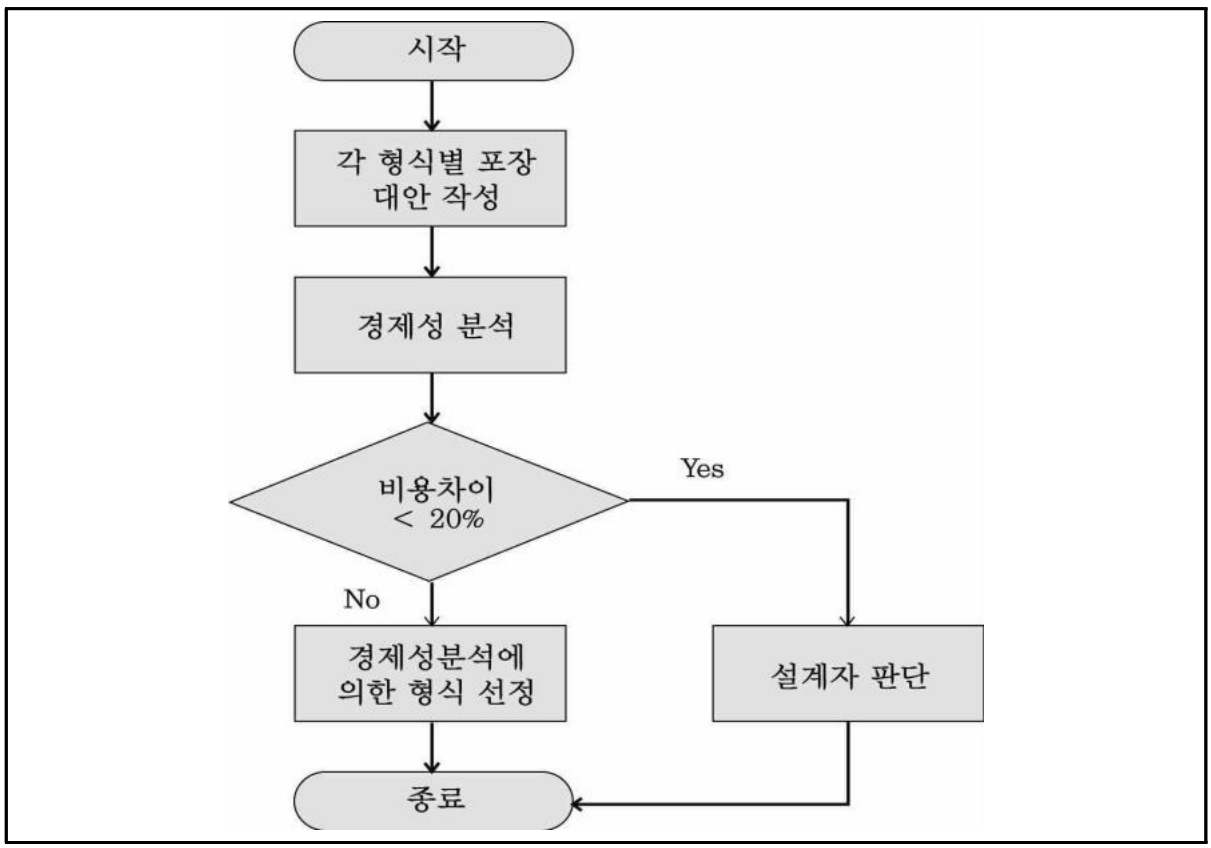
포장형식을 선정할 때 기존포장 또는 다른 포장으로부터 재생재료를 얻을 수 있는지의 여부도 고려해야 한다. 또한 장래 재생 가능성에 대해서도 고려한다.

바. 비용

비용에는 초기 건설비용, 단계건설 또는 개량 공사비용, 예측수명, 유지관리비 및 잔존가치 등을 포함한다. 또한 재포장 또는 유지보수 동안의 도로이용자 비용도 고려한다. 포장구조는 초기 설계기간에 대하여 설계되는 것이지만 설계기간의 종료 시에 완전히 버려지는 것이 아니고 장래 포장구조의 일부로서 계속 사용하게 된다. 따라서 해석기간은 모든 포장형식의 전형 적인 재시공을 포함하는 충분한 기간이 되어야 한다.

아래 그림은 포장형식 선정 절차이다. 형식 대안의 경제성 분석을 실시한 후 그 차이가 일정 기준을 초과하지 않으면 대안별 비용차이가 없는 것으로 간주하여 전문가 그룹의 판단에 맡기고 차이가 많을 경우 경제성 분석의 결정을 따르는 것을 기본으로 한다. 그러나 대안별 비용차이가 일정 기준을 초과하더라도 설계 및 시공시점의 여건을 고려하여 포장의 형식을 선정할 수 있으며, 이때 경제성 분석 자료가 활용되는 것이 바람직하다.

<포장형식 선정 절차>



사. 재료와 에너지절약

포장형식은 재료를 적게 사용하는 포장형식 또는 재료의 생산, 운반 및 포설시 에너지 소비가 적은 포장형식을 선정한다.

아. 기타 고려사항

1) 동일 지역내 유사한 포장의 공용성

인접지역의 포장 공용성을 고려하여 도로기술자의 경험과 판단에 따라 포장형식을 선정한다. 과거의 포장공용성은 중요한 고려요소로, 기존의 고려대상 도로와 설계대상 도로 사이의 도로 상태와 서비스 능력 요구조건과의 관계를 잘 나타내 준다. 유의할 점은 단기간의 공용기록이나, 현재수명에 있어서 경하중 교통량이 대부분을 차지할 때의 장기간 공용기록의 신뢰성에 대해서는 세심한 주의를 기울여야 한다. 이런 경우 공용성에 대한 주기적인 재분석이 필요하다.

2) 인근지역 재료 이용도 또는 시공자 능력

인접지역의 재료 이용도 및 사용적합성도 포장형식의 선정에 영향을 미친다. 또한 판매하는 생산재료의 이용가능성 및 지역 시공자의 장비활용 능력도 영향을 미치며, 특히 소규모사업에는 더욱 영향이 크다.

3) 교통안전

미끄럼저항을 위한 포장 마모층의 제공여부, 도로 반사등이 중요한 특수 지역포장은 포장형식 선정에서 교통안전 등을 고려해야 한다.

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 따른

나. 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), 압축강도(S) 탄성계수(E) 열팽창계수 건조수축계수	상대강도계수 (a_i)	콘크리트 탄성계수 (E_t) 콘크리트 파괴강도 (S_c)
노상 재료물성	회복탄성계수 (M_R)	복합 노상반력계수	노상층 강도 (SSV)	노상반력계수 (k)
환경조건	포장층 내부 온도 노상 함수량 변화	콘크리트 슬래브 온도차 노상 함수량 변화	배수 특성계수 (m)	배수 특성계수 (m)
교통	차종별 축하중 분포	차종별 축하중 분포 차축간 길이	등가단축하중 (ESAL)	등가단축하중 (ESAL)

5. 포장 설계 기준

가. 설계등급

1) 설계등급의 선정

한국형 포장설계법에서는 도로의 중요도와 교통량 등을 감안하여 설계등급을 아래표와 같이 세 가지 등급으로 구분한다.

<설계등급>

설계등급	도로구분	설계차량대수	비 고
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 이하	-
	일반국도	7,000대 이상 35,000대 미만	-
	지방도 및 기타 도로	7,000대 이상	기타도로는 도로법에 명시된 특별시도, 광역시도, 시도, 군도 및 구도를 의미함
3	일반국도, 지방도 및 기타 도로	7,000대 미만	기타도로는 도로법에 명시된 특별시도, 광역시도, 시도, 군도 및 구도를 의미함

2) 설계등급에 따른 포장 설계

포장의 설계는 설계등급과 관련 없이 기본적으로 동일한 역학적-경험적 개념에 근거하여 설계를 수행하지만, 도로의 중요도 또는 설계등급에 따라 설계에 필요한 설계입력변수(교통, 환경 및 재료물성)를 결정하는 방식에 차이가 있다. 도로의 중요도가 높거나 또는 교통량이 상대적으로 낮은 경우에는 재료물성시험이나 교통량 정보수집 등에 있어 상대적으로 간단한 절차를 거쳐 입력변수를 결정하게 되고, 도로의 중요도가 높거나 교통량이 많을수록 보다 많은 실내시험과 교통특성에 대한 세밀한 정보를 필요로 한다. 아래의 설계등급에 따른 포장 구조 설계표는 설계등급별 포장재료의 물성 및 교통량 정량화 및 설계방법을 나타낸 것이다. 설계등급 1과 2에서는 설계 프로그램을 사용하며, 설계등급 3에서는 국내의 대표적인 포장재료와 교통특성에 따른 표준 설계단면을 사용한다. 단, 설계등급 1의 경우 포장 재료의 물성결정시 실내시험을 원칙으로 하나 실내시험기 구축 및 포장 전문 인력의 공급이 부족한 국내여건을 감안하여, 잠정적으로는 설계 프로그램에 제시되어 있는 포장재료에 대해서는 DB(데이터 베이스, Data Base)화된 제안값 및 예측방정식을 사용한 설계등급 2를 적용할 수 있다. 설계등급에 따른 공용성 기준은 아래의 설계등급에 따른 공용성 기준표와 같으며, 이는 도로관리 여건에 따라 조금씩 변경되어 적용될 수 있다.

<설계등급에 따른 포장 구조 설계>

설계등급	물성 측정	교통량 측정	설계방법
1	실내시험을 통한 재료의 물성 측정	차종별 교통량 분포 및 축하중 분포 측정	설계 해석 프로그램 사용
2	간단한 실내실험 또는 물성 데이터베이스 및 예측방정식을 사용	데이터베이스화된 축하중별 교통량 분포 사용	설계 해석 프로그램 사용
3	포장재료의 일반적인 물성 사용	데이터베이스화된 축하중별 교통량 분포 사용	설계 해석 프로그램내 표준 설계단면 사용

<설계등급에 따른 공용성 기준>

설계등급	아스팔트 포장 공용성 기준			콘크리트 포장 공용성 기준	
	균열	IRI	영구변형	균열	IRI
1	15% 이하	3.5m/km 이하	10mm 이하	15% 이하	3.5m/km 이하
2	20% 이하	4.0m/km 이하	15mm 이하	20% 이하	4.0m/km 이하

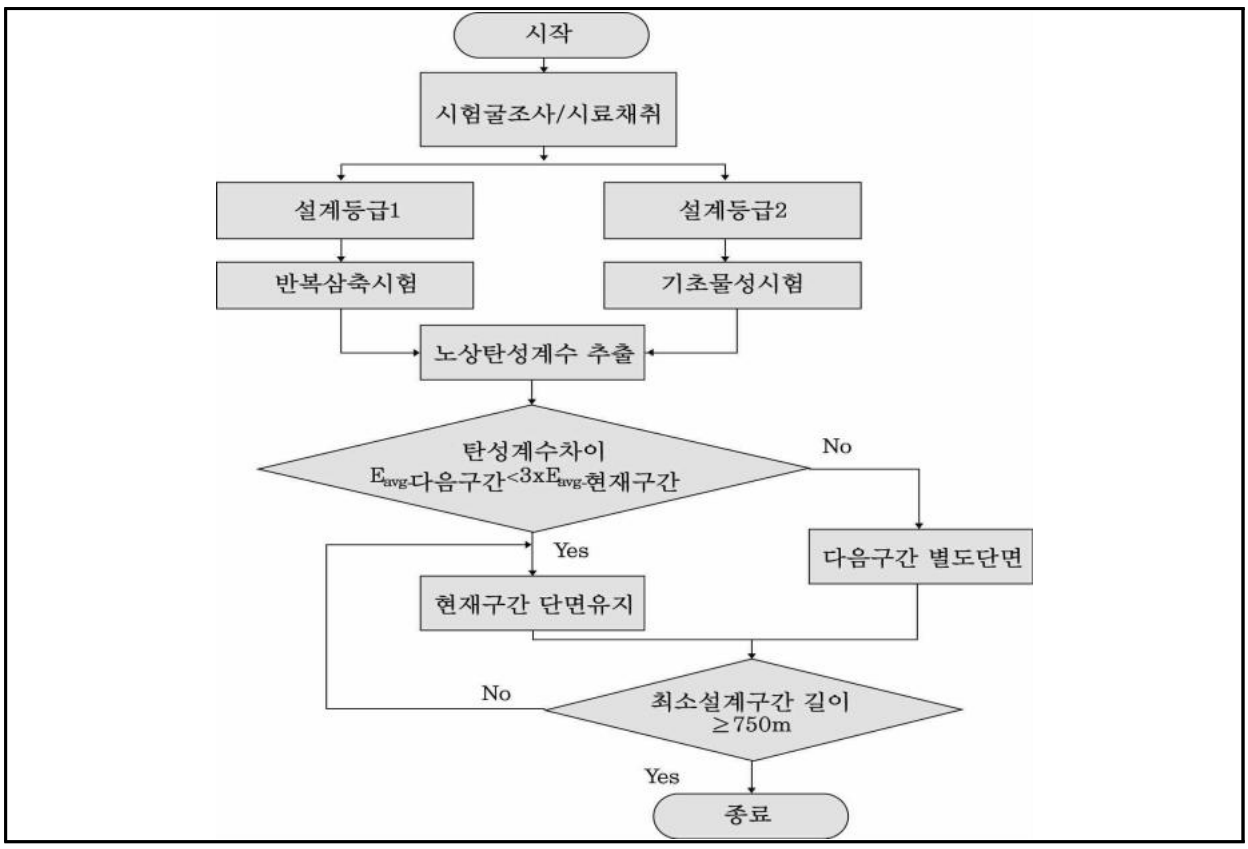
나. 설계구간 연장 결정

1) 기존연장 결정 기준

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 3배 이하 또는 1/3 이상이 되면 동일한 구간으로 고려하여 동일한 설계를 진행할 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.

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.

최소 포장설계구간은 흙쌓기부를 기준으로 하며, 땅깎기부는 흙쌓기부의 포장단면을 적용한다. 또한 구조물과 토공구간의 접속부 또는 흙쌓기와 흙깎기 경계구간 등은 시공성을 고려하여 단면두께를 달리 할 수 있으며, 불연속구간과 터널구간에 대한 포장단면 결정은 각각 『노면 불연속구간 포장파손저감 잠정지침』(국토해양부, 2011. 09)과 『터널내 포장설계 지침』(국토해양부, 2005. 09)을 따른다.



<포장설계구간 연장의 일반적인 결정 절차>

2) 탄성계수의 결정 방법

입상재료의 탄성계수는 설계등급에 따라 실험방법을 달리하여 결정해야 한다. 설계등급 1에서는 설계대상 구간에 적용될 예상 재료원으 로부터 획득된 노상, 입상보조기층 또는 쇄석기층 재료에 대하여 삼축압축시험을 수행하여 탄성계수를 결정한다. 설계등급 2에서는 체가름 시험 등 기초물성 시험을 수행한 결과를 활용하여 프로그램에서 탄성계수를 결정한다.

다. 포장 설계기간 및 공용성 기준

아스팔트 콘크리트 포장의 경우 10년 공용기간으로 적용한다. 1차 덧씌우기를 5cm 덧씌우기(공용기간 10년), 2차 유지보수를 5cm 절삭 후 덧씌우기(공용기간 10년)로 설계 기간을 설정함.

아스팔트 포장의 보수 들어가는 시점은 구간별로 차이가 있고, 각 구간별 탄성계수가 상이하기 때문에 설계단계에서 결정할것이 아닌 10년후 보수 시점에서 측정후 결정한다.

포장 형식	공용기간	분석기간	공용성 기준
아스팔트 콘크리트 포장	10년	35년 또는 발주기관 선정	도로포장 구조설계기준에 명시된 등급별 공용성 기준값 사용
시멘트 콘크리트 포장	20년	35년 또는 발주기관 선정	도로포장 구조설계기준에 명시된 등급별 공용성 기준값 사용

6. 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 설계치짐』(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 설계치짐』(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(2013.8 한국건설기술연구원 도로연구실)을 이용하고 동결기간은 가까운 측후소 3개의 평균값 또는 가장 가까운 측후소의 값을 이용하여 설계동결지수를 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(℃ · 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(-)]

② 동결심도 산정 방법

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. 노상동결관입 허용법은 노상상태가 수평방향으로 심하게 변하지 않거나 흙이 균질한 경우에 적용되는 설계방법으로 동결깊이가 노상으로 얼마쯤 관입된다 하더라도, 동상으로 인한 융기량이 포장파괴를 일으킬 만한 양이 아니라면 노상의 동결을 어느 정도 허용하는 것이 경제적이라는 개념이다. 따라서 설계동결깊이는 노상동결관입허용법으로 산정하며 산정하는 방식은 아래와 같다.

○ 최대동결깊이 산정은 한국형 동결깊이 예측식을 사용하며 포장설계에서 설계동결깊이는 한국형 동결깊이 예측식으로 구한 최대동결깊이의 75%로 한다.

$$Z = C\sqrt{F}$$

Z : 최대동결깊이(mm)

F : 수정동결지수(℃·일)

C : 동결지수에 따른 보정상수

동결지수에 따른 보정상수(C)

설계동결지수(F) (℃·일)	0이상 100미만	100이상 200미만	200이상 300미만	300이상 400미만	400이상 500미만	500이상 600미만
동결지수에 따른 보정상수(C) 값	27.3	30.2	35.6	42.1	48.1	53.0

3) 성토구간(2.0m이상)의 동상방지층 생략

성토구간에서는 노상재료가 양호할 경우 동상이 발생되지 않으므로, 흙쌓기 높이가 노상 최종면을 기준으로 2m이상 흙쌓기 구간에서는 동상방지층을 생략토록 한다.

동상방지층 생략기준에 대한 세부적인 사항은 도로 동상방지층 설계지침(국토해양부 , 2012. 08)에 의거하여 적용토록 한다.

4) 지하수위를 고려한 동상방지층 생략

동결면으로부터 물이 공급되는 지하수위 사이의 높이차가 1.5m 이상인 경우에는 노상으로부터 모세관상승에 의한 수분공급이 억제되기 때문에 동상방지층을 생략토록 한다.

동상방지층 생략기준에 대한 세부적인 사항은 도로 동상방지층 설계지침(국토해양부 , 2012. 08)에 의거하여 적용토록 한다.

5) 노상토 특성을 고려한 동상방지층 생략

흙의 동상민감도는 실트질 입자의 양에 따라 크게 좌우되며, 동상민감도를 판단하는 가장 보편적인 방법은 입도에 기반한 0.08mm 통과율이다. 0.08mm 통과율 기준 8% 이하의 노상토 재료는 비동상성 재료로 간주하여 동상방지층을 설치하지 않으며, 0.08mm 통과율 기준 8%를 초과하는 노상토 재료는 동상성 재료로 간주하여 동상방지층을 설치한다.

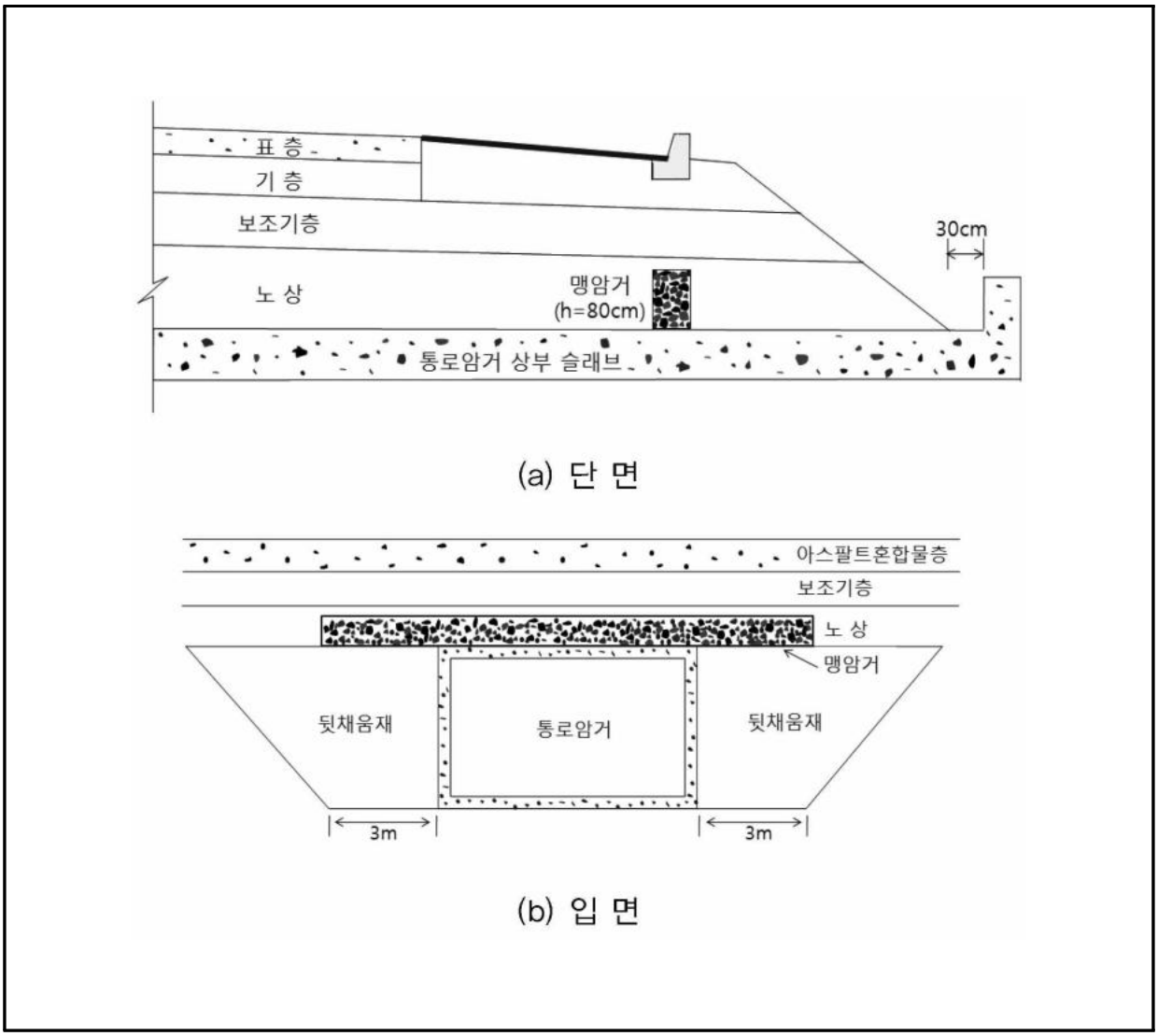
동상방지층 생략기준에 대한 세부적인 사항은 도로 동상방지층 설계지침(국토해양부 , 2012. 08)에 의거하여 적용토록 한다.

6) 지중 구조물 포장융기 저감방안

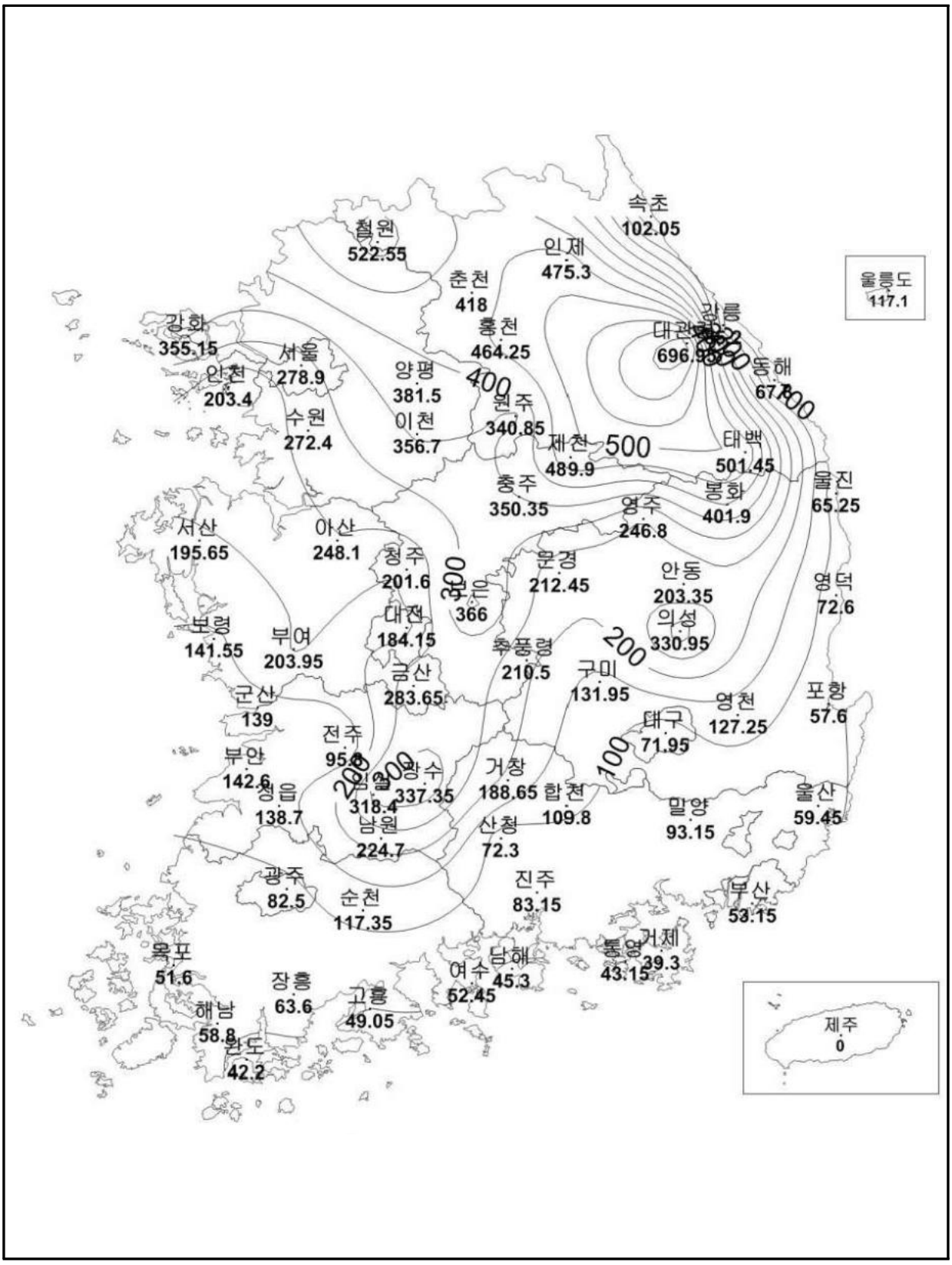
토피고가 낮은 지중구조물이 있는 도로포장에서 동절기 결빙에 따른 포장융기가 발생할 수 있으므로 토피고가 3m 이하인 지중구조물에서는 포장융기가 발생되지 않도록 맹암거(40cm×80cm)를 구조물의 길이보다 3m를 연장하여 뒷채움부에 연결하여 설치한다. 다만, 지중 구조물이 가로방향으로 수평일 경우에는 양 방향에 맹암거를 설치하고 가로방향으로 횡단경사 있을 경우에는 위치가 높은 방향에는 맹암거를 설치하고, 위치가 낮은 방향에는 침투수가 지중 구조물 내부로 침투할 염려가 없으므로 맹암거를 설치할 필요가 없다.

지중 구조물 포장융기 저감방안에 대한 세부적인 사항은 2017 도로포장 통합 지침(국토교통부 , 2017. 5)에 의거하여 적용토록 한다.

<맹암거 설치 위치>


표 층
기 층
보조기층
노 상
맹암거
(h=80cm)
30cm
통로암거 상부 슬래브
(a) 단 면
아스팔트혼합물층
보조기층
노 상
맹암거
뒷채움재
통로암거
뒷채움재
3m
3m
(b) 입 면

<20년 동결지수선도>


속초
102.05
철원
522.55
인제
475.3
울릉도
117.1
춘천
418
강릉
홍천
464.25
강화
355.15
서울
278.9
대관령
696.95
동해
양평
381.5
인천
203.4
원주
340.85
이천
356.7
수원
272.4
제천
489.9
태백
501.45
충주
350.35
울진
65.25
봉화
401.9
영주
246.8
서산
195.65
아산
248.1
청주
201.6
문경
212.45
안동
203.35
영덕
72.6
보령
141.55
대전
184.15
의성
330.95
부여
203.95
추풍령
210.5
구미
131.95
금산
283.65
군산
139
영천
127.25
포항
57.6
태구
71.95
전주
부안
142.6
광주
337.35
거창
188.65
합천
109.8
울산
59.45
정읍
138.7
남원
224.7
산청
72.3
말양
93.15
광주
82.5
순천
117.35
진주
83.15
부산
53.15
거제
통영
39.3
43.15
목포
51.6
담해
여수
45.3
52.45
장흥
63.6
해남
58.8
고흥
49.05
완도
42.2
제주
0
400
500
300
200
100

<20년 동결지수>

지역	측후소 지반고 (m)	동결지수 (℃· 일)	동결기간 (일)	지역	측후소 지반고 (m)	동결지수 (℃· 일)	동결기간 (일)
속초	17.6	102.1	46.5	합천	32.1	109.8	49.0
대관령	842.0	697.0	121.5	거창	224.9	188.7	67.5
춘천	74.0	418.0	73.5	영천	91.3	127.3	39.0
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	성산	17.5	0	0
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	224.7	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	0	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	0	0
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				

<좌표별 전국동결지수 (단위 : ℃ · 일)>

동경 / 북위	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

Ⅱ. 공종별 기준

동경 / 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	156.85
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

북위 \ 동경	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	468.53
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

Ⅱ. 공종별 기준

북위 \ 동경	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	226.50
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

북위 \ 동경	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	344.57
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

Ⅱ. 공종별 기준

북위 \ 동경	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	132.89
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 / 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	256.77
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

Ⅱ. 공종별 기준

북위 \ 동경	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	134.08
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 / 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	192.75
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

Ⅱ. 공종별 기준

북위 \ 동경	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	118.76
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

북위 \ 동경	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	192.87
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

Ⅱ. 공종별 기준

동경 / 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	79.99
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 스폴링 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.

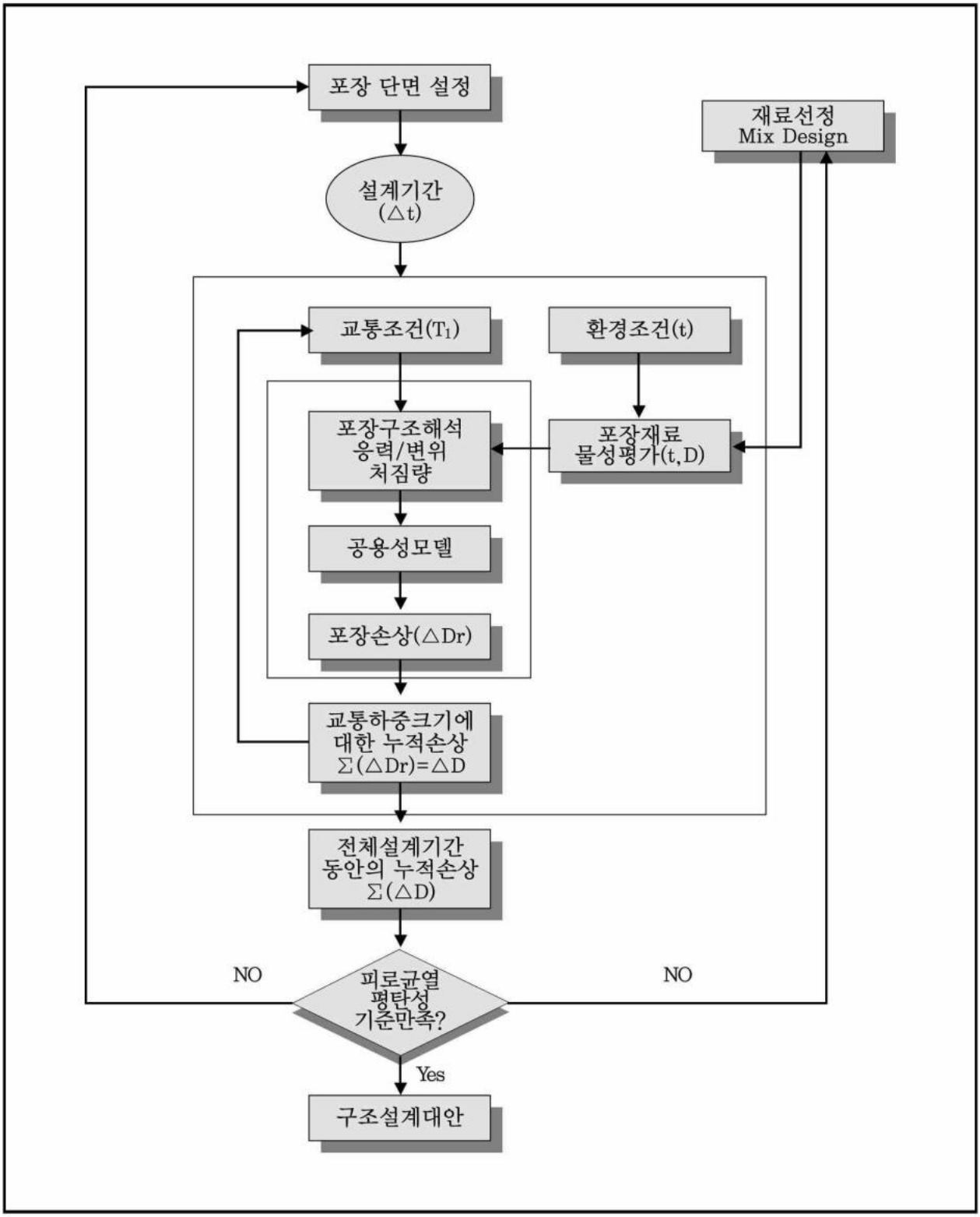
④ 설계기간 동안 유지되어야 할 공용성 기준을 설정한다. 즉, 아스팔트 콘크리트 포장의 피로균열 및 국제평탄성지수(IRI)의 허용기준을 설정한다.

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 생애주기비용 분석을 통하여 최적 대안을 선정한다.

<콘크리트 포장의 역학적-경험적 설계 절차>



1) 교통하중

① 교통량 조사는 국토교통부에서 발간한 교통조사지침에 근거하여 차종 분류(12종)에 따라 조사한다.

차종 분류	차축 구성	정 의
1종	2축 4륜	경차, 일반 세단형식 차량 16인승 미만 SUV, RV, 승합차량
2종	2축 6륜	중, 대형 버스
3종	2축 6륜	화물 수송용 트럭으로 2축의 최대 적재량 1~2.5톤 미만의 1단위 차량
4종	2축 6륜	화물 수송용 트럭으로 2축의 최대 적재량 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 2축 2단위 차량
9종	4축 14륜	화물 수송용 풍 트레일러 형식으로 4축 2단위 차량
10종	5축 18륜	화물 수송용 세미 트레일러 형식으로 5축 2단위 차량
11종	5축 18륜	화물 수송용 세미 트레일러 형식으로 5축 2단위 차량
12종	6축 22륜	화물 수송용 세미 트레일러 형식으로 6축이상 2단위 차량

② 설계차로 교통량

$W_i = AADT_i \times D_D \times D_L$

여기서, W_i = i 차종에 대한 설계차로 교통량

$AADT_i$ = i 차종에 대한 연평균일교통량

D_D = 방향분배계수

D_L = 차로분배계수

<방향 및 차로 분배 계수값>

구 분		방향 분배 계수 제시값	구 분	편도 차로수	차로분배계수 제시값
설계 등급 1	고속국도 일반국도 지방도	0.5~0.55	고속국도	4	0.35~0.45
				3	0.45~0.55
				2	0.70~0.90
			일반국도, 지방도	4	0.35~0.45
				3	0.60~0.70
				2	0.80~0.90
설계 등급 2	고속국도 일반국도 지방도	0.55	고속국도	4	0.45
				3	0.55
				2	0.90
			일반국도, 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 최단거리 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 설계 요령』(국토교통부, 2015. 12) <부록 3> 포장하부구조재료의 설계입력변수 평가 시험법을 따른다.

② 설계등급 2에서는 탄성계수 결정모델의 모델계수(k_1, k_2, k_3)를 경험적 상관모형으로부터 결정한다.

<하부구조(입상) 재료의 탄성계수>

구 분	탄성계수 모형식
보조기층	$E = k_1 + k_2 \times \Theta$ 여기서, E = 탄성계수(MPa) Θ = 체적응력($=\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3$) (kPa) k_1, k_2 = 모델계수
	<경험모형식> $k_1 = -51.5516+40.35118(\Upsilon_{max})+0.572683(C_u)+0.765182(P_4)$ $k_2 = 1.155052-0.51982(\Upsilon_{max})+0.005393(C_u)+0.002963(P_4)$ 여기서, Υ_{max} = 최대건조단위중량(t/m³) C_u = 균등계수 P_4 = 4번체 통과율(%)
노 상	$E_{opt} = k_1+k_2\Theta^{k2}\sigma_d^{k3}10^{kw(w-wopt)}$ 여기서, E_{opt} = 최적함수비 조건에서의 탄성계수(MPa) Θ = 체적응력($=\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3$) (kPa) σ_d = 축차응력($=\sigma_1 - \sigma_3$) (kPa) k_1, k_2, k_3, k_w = 모델계수 w_{opt} = 최적함수비(%) w = 함수비(%)
	<경험모형식> $k_1 = 2457.712-24.6057(OMC)-1004.36(\Upsilon_{max})+10.87046(C_u)-26.2423(P_{200})$ $k_2 = -2.6015+0.03255(OMC)+1.192409(\Upsilon_{max})-0.01122(C_u)-0.046575(P_{200})$ $k_3 = 0.914942-0.01813(OMC)-0.50165(\Upsilon_{max})+0.003201(C_u)-0.02091(P_{200})$ 여기서, Υ_{max} = 최대건조단위중량(t/m³) C_u = 균등계수 P_{200} = 200번체 통과율(%) OMC = 최적함수비(%)

③ 함수비의 영향과 관련된 모델계수 k_w는 노상토의 특성에 따라 아래의 값을 사용한다.

k_w = -0.1417 (조립질 노상토)

- 0.0574 (세립질 노상토)

④ 하부구조 포아송비는 설계등급 1, 설계등급 2 모두 아래표에서 제시한 대표값을 선택하여 적용한다.

구 분	재료특성	포아송비 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 입상재료	0.15	0.15

4) 시멘트 콘크리트 포장 재료물성

① 시멘트 콘크리트 포장 슬래브의 재료물성인 탄성계수, 압축강도, 휨강도, 포아송비, 열팽장 계수, 건조수축, 단위중량은 설계등급 1에서는 모두 시험을 통하여 결정하고, 설계등급 2에서는 아래 예측식을 이용하여 산출한다.

강도 및 탄성계수
$fck(t) = fck, 28 \times \{t / (a + b \times t)\}$
여기서, fck(t) = 재령 t에서의 강도(강도 및 탄성계수) (MPa)
fck, 28 = 재령 28일 설계강도(MPa) ; 탄성계수는 압축강도 기준
t = 재령(일)
a, b = 상수

<굵은 골재별 시멘트 콘크리트 슬래브의 강도 및 탄성계수 예측상수>

물 성	굵은 골재 종류	강도 예측상수	
		a	b
휨 강 도	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
탄 성 계 수	화강암	0.93	0.97
	석회암	1.32	0.95
	사암	0.95	0.97
	일반	1.07	0.96

<강도관련 물성간의 상관관계식 (기본 단위: MPa)>

항 목	상관관계식
압축강도 → 휨인장강도	휨인장강도 = 0.7851 x (압축강도)$^{0.5}$
압축강도 → 할렬인장강도	인장강도 = 0.5932 x (압축강도)$^{0.5}$
압축강도 → 탄성계수	탄성계수 = 4968 x (압축강도)$^{0.5}$
휨인장강도 → 할렬인장강도	할렬인장강도 = 0.757 x (휨인장강도)

<굵은 골재별 콘크리트 슬래브의 일반적 포아송비와 단위중량>

물 성	골재 종류	제안값	범 위
포아송비	화강암	0.18	0.18~0.18
	석회암	0.18	
	사암	0.18	
	일반	0.18	
단위중량 (kN/m^3)	화강암	22.53	21.92~23.25
	석회암	21.92	
	사암	23.25	
	일반	22.57	

<굵은 골재별 시멘트 콘크리트 슬래브의 일반적 열팽창계수>

굵은 골재 종류	열팽창계수 (μ/℃)	
	범위	제안값(실험값)
화강암	8.6~12.3	10.7
석회암	7.2~11.3	9.3
사 암	11.0~14.3	11.0
일 반	8.3~12.6	10.4

시멘트 콘크리트 슬래브의 건조수축

$$\epsilon_{shrinkage} = \frac{t}{a2+t} \times a1 \times [1 + a3 \times \exp(-a4 \times (v/s))]$$

여기서, $\epsilon_{shringate}$ = 건조수축 변형률(μ strains)

t = 재령(일)

a1, a2, a3, a4 = 건조수축 예측상수

V/S = 형상비(mm)

<굵은 골재별 콘크리트 슬래브의 건조수축 예측상수>

골 재	α_1	α_2	α_3	α_4
석회암	362.9	36.71	1.613	0.0372
사 암	431	33.3	2.204	0.0194
화강암	397	35	1.2	0.0194
일 반	388.5	30	1.908	0.0251

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($\times 10^5$ 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
$M_R = 17.6 \times CBR^{0.64}$ 여기서, M_R = 회복탄성계수 (MPa) CBR = California Bearing Ratio(%)

<노상 조건의 구분>

E (MPa)	CBR	분 류
E < 49,300	CBR < 5	S1
49,300 ≤ E < 76,900	5 ≤ CBR < 10	S2
76,900 ≤ E	10 ≤ CBR	S3

<시멘트 콘크리트포장의 카달로그 단면표>

하부 재료물성 등급 - E (MPa) - CBR	단면 (cm)	교통량(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 E<49,300 CBR<5	슬래브	15	15	16	18	19	21
	보조기층	15	15	15	15	15	15
	계	**30**	**30**	**31**	**33**	**34**	**36**
S2 49,300≤E<76,900 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 76,900≤E 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 쇄석기층의 탄성계수 결정모델의 모델계수(k_1, k_2)를 경험적 상관모형으로부터 결정한다.

구 분	탄성계수 모형식
쇄석입상기층	$E = k_1 + k_2 \times \Theta$ 여기서, E = 탄성계수(MPa) Θ = 체적응력($=\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3$) (kPa) k_1, k_2 = 모델계수
	<경험모형식> $k_1 = 11680.1-137.0(MDEN)-6.4(OMC)-65.4(C_c)+14.0(C_u)$ $-412.8(D50)-133.0(D95)-81.7(P200)-110.8(P4)$ $k_2 = 5.1045+1.2414(MDEN)-0.0535(C_c)+0.008(C_u)$ $-0.2208(D50)-0.0947(D95)-0.0769(P4)$ 여기서, MDEN = 최대건조단위중량(t/㎥) OMC = 최적함수비(%) C_c = 곡률계수 C_u = 균등계수 P4 = #4번체 통과율(%) P200 = #200번체 통과율(%) D50 = 50% 통과률에 해당하는 입경(mm) D95 = 95% 통과률에 해당하는 입경(mm)

② 쇄석기층을 아스팔트 콘크리트 포장 층 밑에 시공하는 경우, 교통량에 따라서 아래 표와 같이 아스팔트 층의 최소두께를 확보해야 한다.

교통량의 구분 (2종+5~12종)	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 프로그램에 입력되어 결정된다. 단 정의되지 않은 새로운 아스팔트 혼합물은 『도로포장 구조설계 요령』(국토교통부, 2015. 12)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>

혼합물의 종류 / 체의 호칭치수		표층용			기층용	
		WC-1 (밀입도 13mm)	WC-3 (밀입도 20mm)	SMA (13mm)	BB-1 (40mm)	BB-3 (25mm)
통과질량백분율(%)	50㎜	-	-	-	100	-
	40㎜	-	-	-	95~100	-
	30㎜	-	-	-	80~100	100
	25㎜	-	100	-	70~100	90~100
	20㎜	100	90~100	100	55~90	71~90
	13㎜	90~100	72~90	93~90	40~80	56~80
	10㎜	76~90	56~80	40~55	30~70	45~72
	5㎜	44~74	35~65	16~30	17~55	29~59
	2.5㎜	28~58	23~49	12~23	10~42	19~45
	0.60㎜	11~32	10~28	10~18	5~28	7~25
	0.30㎜	5~21	5~19	8~15	3~22	5~17
	0.15㎜	3~15	3~13	7~14	2~16	3~12
	0.08㎜	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.

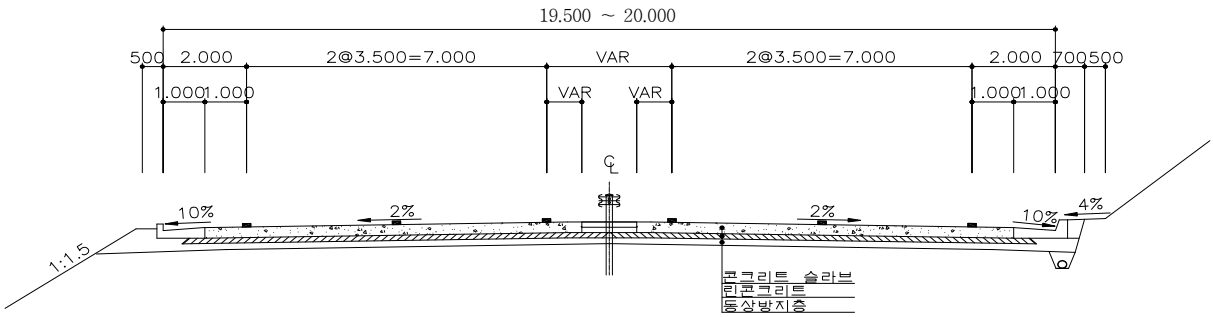
② 노상조건에 따른 구분은 시멘트 콘크리트 포장과 동일.

<아스팔트 콘크리트 포장의 카달로그 단면표>

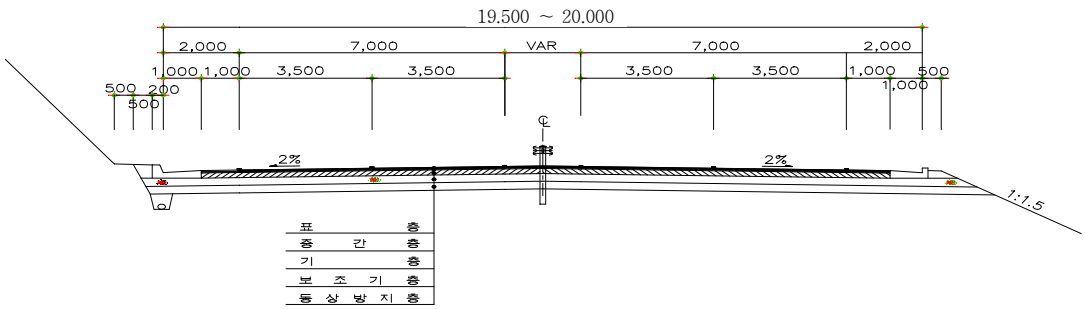
하부 재료물성 등급 - E (MPa) - CBR	단면 (cm)	교통량(AADT(대/일))							
		C1		C2		C3	C4	C5	C6
		~100		101 ~500		501 ~1,500	1,501 ~3,000	3,001 ~5,000	5,001 ~7,000
S1 E<49,300 CBR<5	표 층	5	5	5	5	5	5	5	5
	기층(AGG)	10	-	14	-	-	-	-	-
	기층(BB)	-	7	-	8	10	13	13	15
	보조기층	18	15	23	21	25	28	32	32
	계	**33**	**27**	**42**	**34**	**40**	**46**	**50**	**52**
S2 49,300≤E<76,900 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**	**37**	**40**	**41**
S3 76,900≤E 10≤CBR	표 층	5	5	5	5	5	5	5	5
	기층(AGG)	10	-	14	-	-	-	-	-
	기층(BB)	-	7	-	8	10	13	13	15
	보조기층	15	15	15	15	15	16	19	18
	계	**30**	**27**	**34**	**28**	**30**	**34**	**37**	**38**

7. 포장폭원

가. 콘크리트 포장



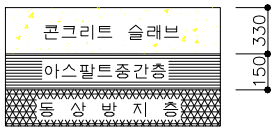
나. 아스팔트 포장



8. 중간층

가. 중간층 공법비교

린콘크리트 및 아스팔트 안정처리에 대한 비교가 아래표에 제시되어 있으며, 이들 공법중 ①공사비 ② 시공경험 ③ 장비수급 측면등을 종합적으로 검토하여 적정공법을 선정토록 한다.

구 분		Lean 콘 크 리 트		아스팔트 안정처리
		습 식	건 식	
포 장 단 면				
1) 압축강도		F_{bk} = 7.5kg/㎠ 이상	F_{bk} = 7.2kg/㎠ 이상	-
2) 시멘트량		150 kg/cm^3	185 kg/cm^3	-
3) 혼 합		배치프랜트	노상혼합, 프랜트혼합	믹싱 프랜트
4) 혼 합 재		3%이내	-	-
5) 함 수 량		배합설계에 의함	골재+시멘트 혼합 중량의 6%	-
6) 운 반		덤 프 트 럭	덤 프 트 럭	덤프트럭
7) 포 설		슬리폼 페이버	휘니샤, 슬리폼페이버	휘 니 샤
8) 다 짐		-	진동, 타이어, 텐덤로라	타이어, 텐덤, 머캐덤로라
9) 양 생		피막양생제 살포 (10일 양생기간, 빙점 이하금지)	습 윤 상 태	포설 다짐후 즉시 교통개방
10) 장단점	공 사 비	보 통	저 렴 함	고 가
	양생기간	길 다	보 통	짧 다
	시공경험	부 족	다 수	풍 부
	지 지 력	우 수	보 통	보 통
	반사균열	발 생	적 음	적 음
	시공장비	슬래브와 동일장비 사용으로 공기연장 (B/P와 페이버 대수 추가 소요)	휘니샤 사용으로 장비 수급 용이	A/P 및 포설다짐 장비 추가 소요

나. 중간층 여유폭

1) 설치목적

① 슬래브 단부의 지지력 보강

② 노상팽창 및 동상에 따른 포장단부 하단의 불균일한 지지력 방지

③ 표층의 평탄성 확보

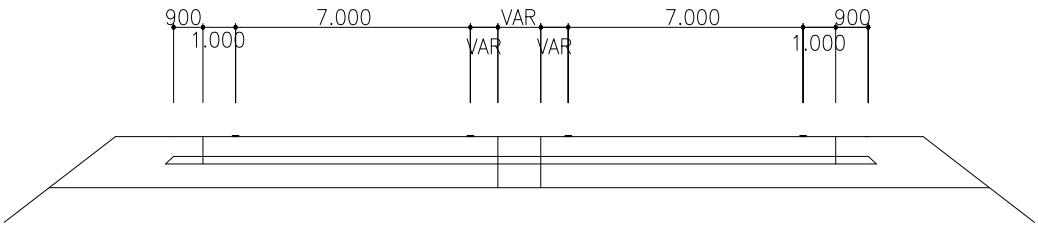
④ 길어깨 포장에 대한 보조기층 역할

2) 여유폭 적용

구 분	설 계 적 용
여 유 폭	90 ㎝
장 단 점	- 장비 주행면이 확보되어 슬래브 평탄성 양호 - 슬래브에 대해 확실한 단부지지 제공 - 공사비 추가 소요 - 포설회수 증가 (1회 포설 최대폭 4.2m)
비 고	장비주행 소요폭 : 이격거리(30㎝) + 트랙폭(47.5㎝) = 77.5㎝

* 중간층 여유폭, 90㎝ : 장비주행소요폭 77.5㎝ + 단부보강여유폭 12.5㎝

※ 콘크리트 포장에서 신설구간의 중분대측은 동상방지층의 포설 및 다짐이 어려우므로 중분대 기초Con'c를 연결시킨다.



9. 교면포장

교면포장은 교통하중에 의한 충격, 기상변화, 빗물과 제설용 염화물의 침투 등에 의한 교량 상판의 부식을 최소화하여 교량의 내하력 손실을 방지하고 동시에 통행차량의 쾌적한 주행성을 확보하기 위해 포장재료로 교량상판 위를 덧씌우는 방법으로 다음과 같은 특성을 확보해야 한다.

- ○ 표면이 평탄하여 승차감 확보
- ○ 미끄럼에 대한 저항능력, 즉 마찰능력 보유
- ○ 차량의 제동력, 추진력 및 환경 영향에 대하여 내구성과 안정성의 확보 및 유지
- ○ 교면의 빗물을 신속히 배수시키고 불투수층을 형성하여 제빙염, 빗물 등의 침투로인한 상판의 부식방지
- ○ 포장 하부층, 즉 강상판 또는 콘크리트 상판과의 부착 특성 유지 및 전단에 저항
- ○ 고정하중의 과도한 증대로 피로를 유발하지 않아야 함
- ○ 교량 구조체의 신축팽창 거동을 수용하고 구조적으로 나쁜 영향을 일으키지 않아야하며,

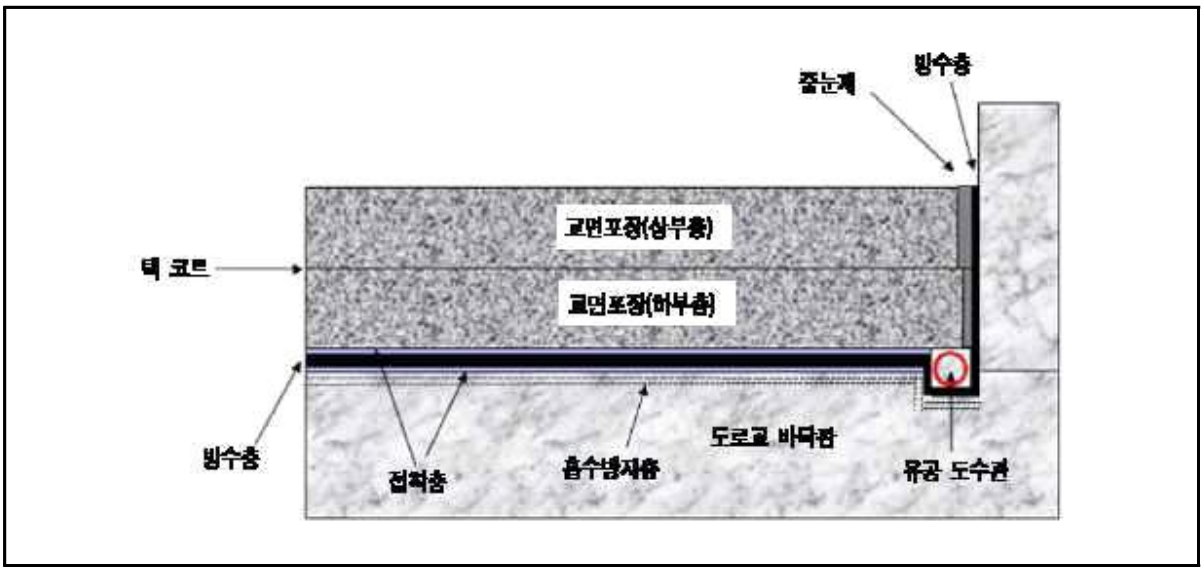
교통 충격하중에 저항할 수 있어야 함

교면포장 재료는 교량 상판의 상대적으로 큰처짐이나 진동에 대한 저항성이 커야하며, 토공부 포장과는 달리 외부에 노출되는 면적이 넓기 때문에 심한 교통조건과 기후조건 하에 놓이게 된다. 이와 같은 내·외적인 영향을 수용하기 위해서 포장의 두께만을 조절하는 방법은 극히 제한적이다. 그러므로 교면 포장 설계에서는 소요 포장 재료 성질을 가지는 특수한 배합의 혼합물을 적극적으로 이용하고 있다. 교면포장의 설계 및 시공에 관한 상세한 내용은 [교면포장 설계 및 시공 잠정지침, 국토해양부, 2011]을 준용한다.

가. 교면포장 시스템 구성

교면포장 시스템은 도로교 바닥판으로 우수 및 제설제 등의 침투로 인한 시멘트 콘크리트 바닥판의 열화 현상이나 강 바닥판(Steel DeckPlate)의 녹 발생을 방지하여 도로교 바닥판의 내구성 손실에 따른 도로교 공용수명의 감소를 방지하고, 도로 이용자에게 쾌적한 주행성을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한 교면포장시스템에는 교통하중이 직접·반복적으로 작용하기 때문에 다른 토목 구조물에 비하여 공용 후의 파손이나 열화의 진행이 현저하게 빠르다. 아래 그림은 교면포장 시스템의 일반적인 구성을 나타낸 것이다. 교면포장의 구성은 하부층과 상부층 2층을 설치하는 것이 일반적이다. 상부 표층은 양호한 주행성의 확보를 위한 층으로 내 유동성, 내 균열저항성 및 미끄럼저항성 등이 우수해야하며, 하부층은 상부층의 하중을 분산시키며 우수나 제설재가 침투하여 방수층으로 도달하는 것을 최소화해야 한다. 아스팔트 계열의 교면포장으로서는 일반적인 가열 아스팔트 혼합물, 구스 아스팔트 혼합물, 특수 결합재료를 이용한 개질 아스팔트 등이 있으며, 교량의 종류 및 형태, 교통 및 기후 환경을 고려하여 적합한 것을 선정한다.

또한, 방수재는 물의 침투를 방지하여 상판의 내구성을 높이기 위해 설치한다. 방수재의 분류 및 역학적 품질기준 등은 [교면포장 설계 및 시공 잠정지침, 국토해양부, 2011]을 준용한다.



<교면포장 시스템 구성>

나. 설계 고려사항

교면포장 설계 시 고려사항으로는 기상조건, 하중조건, 재료조건, 공용성 조건 등이 있다. 기상조건은 일조, 강우, 강설, 기온 및 바람 등이 있다. 특히 시멘트 콘크리트 바닥판에서는 동결융해 등에 의한 시멘트 콘크리트의 열화, 건조수축, 크리프 및 온도변화에 동반하는 응력 발생이 포장의 내구성에 영향을 미친다.

한편, 강 바닥판(Steel Deck Plate)은 시멘트 콘크리트 바닥판에 비해 열용량이 적고 열 전도성이 좋기 때문에 그 온도는 기온에 추종하기 쉽다.

하중조건에는 교통량, 하중강도, 주행속도, 주행위치 분포 및 제동·정지·발진 등이 있다. 교통량, 주행속도 및 주행위치 분포는 주로 포장의 피로균열이나 소성변형에 하중강도는 포장의 처짐, 주행속도는 포장 표면의 미끄럼, 주행위치 분포나 제동 ·정지 ·발진의 유무는 소성변형이나 종단요철 등과 관련이 있다. 따라서 교면포장용 아스팔트 혼합물의 선정 및 포장구성의 설계 시에는 이들 하중조건을 고려 할 필요가 있다.

재료 조건으로, 교면포장은 온도의 변동이 현저하며, 특히 강 바닥판 교면포장에서는 처짐이 큰 점 등 특수한 조건이 추가되므로 양호한 공용성을 장기에 걸쳐 확보하기 위해서는 토공부에 비해 보다 내구성이 뛰어난 포장 재료를 사용함과 동시에 확실한 시공을 할 필요가 있다.

공용성 조건으로서 고려해야 할 파손의 종류에는 토공부의 포장과 마찬가지로 소성변형, 종단요철, 미끄럼, 균열 및 단차 등이 있다. 교면포장은 도로 이용자의 승차감에 대한 평가뿐만 아니라 교체에 미치는 영향도 평가할 필요가 있다.

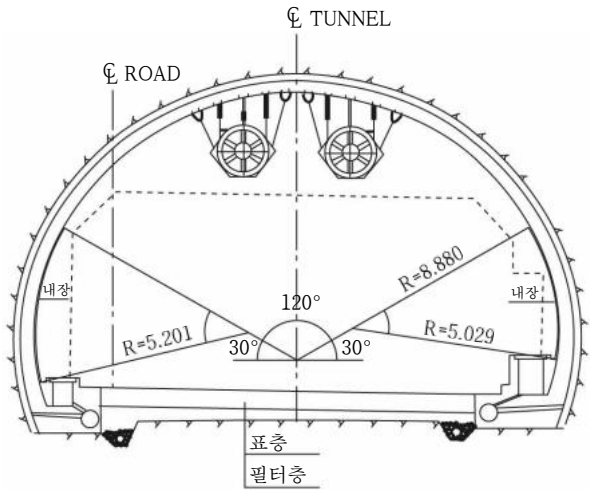
10. 터널 내 포장

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. 그러나 터널굴착에 의하여 용수가 많이 발생하는 경우가 있으므로 포장층 내의 함수비가 높게 되어, 수분에 민감한 포장은 파손이 쉽게 발생될 수 있다. 또한 포장파손 이 발생되었을 때 유지관리가 어려운 문제가 있으므로 이와 같은 조건을 고려하여 내구성을 가진 포장형식을 선정하여야 한다.

가. 터널 내 포장 구성

1) 터널 내 포장은 일반적으로 콘크리트 포장으로 한다. 그러나 터널 연장이 500 m 이하로 짧은 경우에는 지역여건과 시공성을 고려하여 터널 전후 구간의 포장형식과 동일하게 적용할 수 있다. 콘크리트 포장은 콘크리트 슬래브와 하부층에 시멘트 안정처리 필터층 또는 일반 필터층을 적용하며, 불투수성 기층을 적용할 경우에는 용수의 배수를 위하여 반드시 하부에 필터층을 설치하여야 한다. 일반적으로 터널 벽면에서 발생되는 용출수는 배수관으로 배수되나, 노상에서 발생되는 용출수는 필터층을 따라 유공관으로 배수를 한다. 배수불량으로 생기는 펌핑(Pumping)을 방지하기 위하여 투수성 입도의 필터층 또는 시멘트 안정처리 필터층을

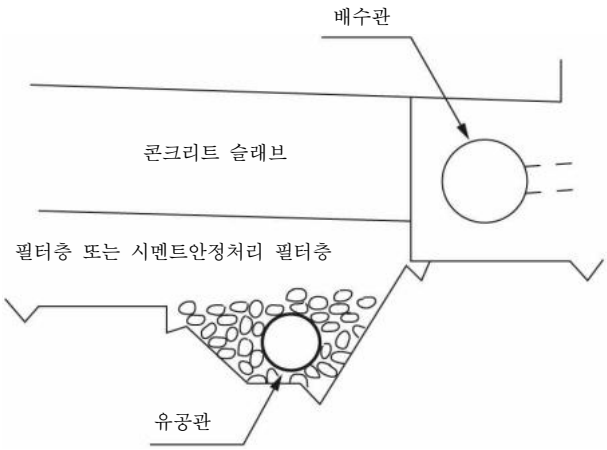
설치한다. 시멘트 안정처리 필터층을 설치하는 이유는 펌핑현상이 발생되었을 때 필터층의 침식을 방지하며, 필터층의 내구성을 증대시키기 위함이다.



콘크리트 슬래브
시멘트안정처리 필터층

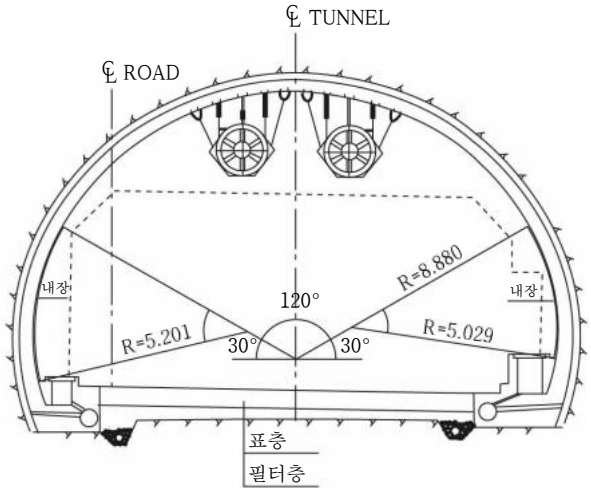
콘크리트 슬래브
필터층

< 터널 내 콘크리트 포장의 구성 >



< 배수관 및 유공관의 구성 >

2) 터널 내 아스팔트 포장은 아스팔트 혼합물로 이루어진 표층(중간층 포함)과 기층을 본선 토공부와 동일하게 시공하고, 보조기층은 생략하는 대신 필터층을 적용한다. 그 이유는 하중분산 구조로 이루어진 아스팔트 포장에서 보조기층은 일정부분 하중지지 역할분담을 하도록 되어 있으나, 터널 내 포장은 노상이 암반으로 구성되어 있기 때문에 하중지지 역할은 필요없다. 그러나 노상으로 침투된 용출수의 배수가 필요하므로 배수 및 여굴에 따른 조정층의 역할을 하는 필터층의 설치가 요구된다.



아스팔트 표층
아스팔트 기층
필터층

< 터널 내 아스팔트 포장의 구성 >

나. 터널 내 포장 단면설계

1) 터널 내 콘크리트 포장의 하부구조 형식은 다음표와 같이 나누어 질 수 있다. 시멘트 안정처리 필터층은 설계할 때 용출수량을 파악하기 어려우므로 시멘트 안정처리 필터층 두께를 설계할 때는 최소값인 150 mm를 적용하고, 시공할 때는 용출수량의 정도에 따라 조정할 필요가 있다.

< 터널 내 포장단면(콘크리트 포장) >

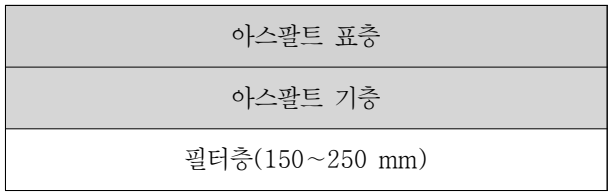
구분	포장단면
Ⅰ	콘크리트 슬래브 시멘트안정처리 필터층(150~250 mm)
Ⅱ	콘크리트 슬래브 필터층(150 mm)

주) Ⅰ: 용출수에 의하여 펌핑 및 침식의 우려가 있는 경우
Ⅱ: 용출수가 없고, 펌핑 및 침식의 우려가 없는 경우

< 용수량에 따른 필터층 두께 >

용수량 (㎥/분/㎞)	필터층 두께 (mm)
0.5 미만	150
0.5~1.5	200
1.5 초과	250

아스팔트 포장에서 아스팔트 혼합물 층은 토공부 포장과 동일하게 시공하나 그림 4.2-4와 같이 암반으로 이루어진 노상의 지지력이 충분하므로 보조기층은 설치할 필요가 없다. 하지만 배수기능을 수행할 수 있는 필터층을 설치하여야 하며, 이 필터층의 두께는 암반구간 포장설계 지침과 터널 내 포장설계 지침을 참조하여 두께를 산정한 후 큰 값을 적용하며, 최소값은 150 mm를 설계에 적용한다.



< 터널 내 포장단면(아스팔트 포장) >

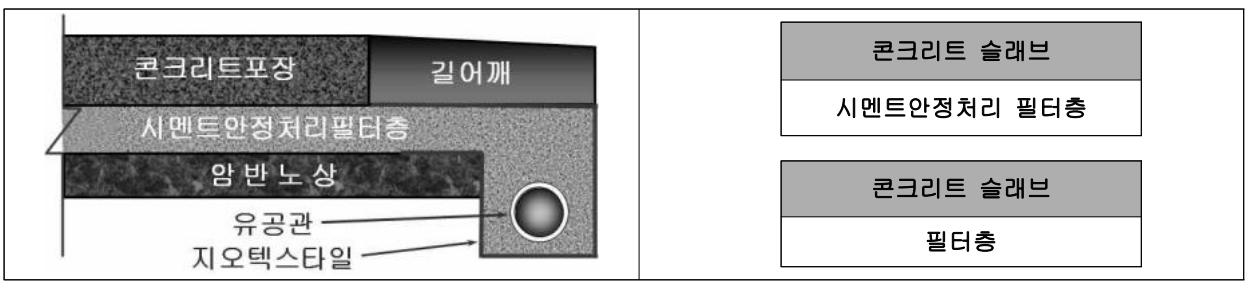
2) 노상이 암반인 터널 내 포장에는 동상방지층을 설치하지 않는다. 다만, 터널 입·출구부의 노상이 암반이 아닌 경우 터널 시·종점으로부터 약 60m까지 동상방지층 설치 여부를 공학적으로 판단하여 설치한다.

11. 암반구간 포장

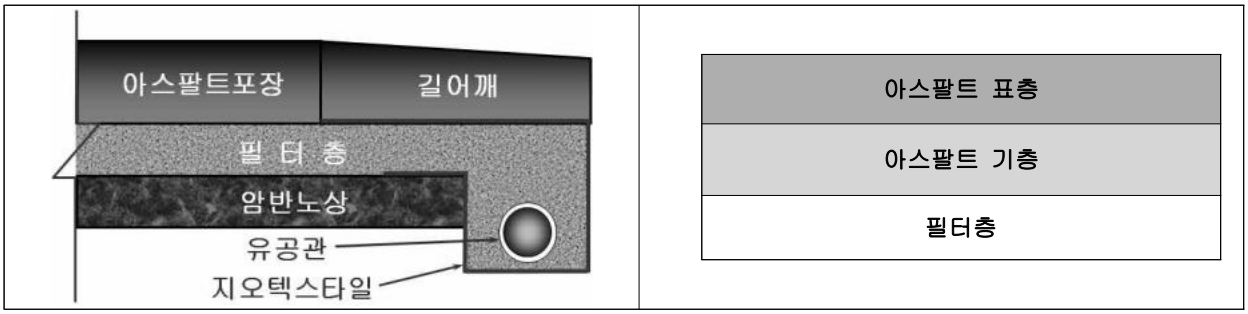
암반구간 포장은 노상면이 양질의 암반으로 구성되어 노상의 지지력이 증대된다. 하지만 주로 땅깎기부에 위치하여 용수가 많이 발생하는 경우가 있으므로 포장층내의 함수비가 높게 되어, 수분에 민감한 포장은 파손이 쉽게 발생될 수 있다. 그리고 포장파손 발생 시 유지관리가 어려운 문제가 있으므로 이와 같은 조건을 고려하여 내구성을 가진 포장형식으로 선정되어야 한다. 여기서 암반구간은 노상면이 풍화암을 제외한 양질의 암반으로 구성된 구간을 의미하며 일반적으로 암반구간이라 함은 발파암으로 판정된 구간을 말한다. 암반구간 포장설계는 토공부와는 다른 환경적, 구조적 특성을 반영하여 암반구간의 기후환경과 구조 및 교통여건에 적합한 포장설계를 위해서 암반구간 포장설계지침(국토해양부, 2011.8)에 준하여 설계를 실시하며 그 외의 사항은 「도로공사 표준시방서」 및 「도로포장 설계・시공지침」에 의거한다.

가. 포장단면의 산정

1) 암반구간에서는 포장단면 설계시 보조기층 및 동상방지층을 생략하고, 그 대신 침투수의 배수를 위한 필터층 또는 시멘트 안정처리 필터층을 사용한다.



<콘크리트포장의 구성>



<아스팔트포장의 구성>

2) 암반구간 굴착시 여굴에 따른 노상의 요철은 용출수가 많은 구간에는 시멘트 안정처리 필터층하고 그렇지 않은 경우에는 필터층 등으로 보정하며 요철보정을 위한 면고르기 두께는 일반적으로 5~10cm를 기준으로 한다.

<필터층 및 요철 보정 재료>

구 분	콘크리트 포장	아스팔트 포장
필 터 층	시멘트 안정처리 필터층	필터층
요철보정	시멘트 안정처리 필터층, 필터층, 보조기층재료	시멘트 안정처리 필터층, 필터층, 보조기층 재료

12. 교통우회용 가도포장

가. 포장단면

1) 확장공사 등으로 인한 교통우회용 가도포장 설계시에는 단기간 공용후 철거하여야하는 가도의 특성 및 공용중 초기서비스(Pi) 능력의 손실량이 최종서비스값에 도달하지 않아 가도포장의 기능적, 구조적 공용성에 문제가 없으므로 최종서비스지수(Pt)는 2.0을 적용토록 한다.

2) 가도의 목표연도 교통량은 교통처리 단계와 공사기간을 감안해야 하며, 추가적으로 인·허가 및 민원에 따른 공기지연, 기타 불확실한 여건등에 대한 여유기간을 감안하여 산정토록 한다.

3) 기타 노상조건 및 재료조건은 본선 설계조건과 동일한 기준으로 하여 경제성 및 안전성을 확보하는 교통우회용 가도 포장단면을 결정토록 한다.

4) 공사용 가도 및 우회도로는 본도로 개설전 임시로 설치되는 도로로써 단기간내에 철거되므로 공사비 절감 및 환경훼손 저감 등을 위하여 재생아스팔트 사용을 적극 검토해야 한다.

나. 교통우회용 가도포장의 동상방지층

1) 동상으로 인한 융기량이 포장파괴를 일으킬만한 양이 아니라면 노상의 동결을 허용하는 것이 타당하고 특히, 가도포장과 같이 단기간 공용으로 인한 동결, 융해가 수회 반복되지 않고 가도구간 노상에 동상우려가 적은 토사로 시공시에는 동상으로 인한 포장층의 파괴가능성이 적으므로 동상방지층은 생략토록 한다.

13. 교차로 진출입로(연결로)구간 포장

가. 포장단면

1) 교차로 진출입로 구간의 포장두께 산정시 본선과 진출입로 교통량이 상이한 경우, 진출입로 구간은 반드시 진출입로 교통량에 맞는 설계교통 하중을 적용하여 포장단면을 결정토록 한다.

나. 접속부 처리

1) 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. 교차로 진출입로(연결로)구간 포장 관련 세부내용이 필요한 경우에는 「도로설계편람 (국토해양부, 2012.4)」에 의거한다.

14. 줄 눈

가. 줄눈 설치목적

줄눈은 콘크리트 슬래브의 팽창과 수축을 수용함으로써 온도 및 습도 등 환경변화, 마찰과 시공에 의하여 발생하는 응력을 가능한 한 완화시키거나 균열을 일정한 장소로 유도시키기 위하여 설치한다. 줄눈설계 관련 세부내용이 필요한 경우에는 「도로설계요령 제10편 포장 (한국도로공사, 2020)」에 의거한다.

나. 줄눈의 종류

1) 수축줄눈 (Transverse Contraction Joint)

수축줄눈은 팽창, 온도변화 또는 보조기층의 마찰 저항의 증가에 의하여 발생하는 균열을 억제 하기 위한 간격을 설치하며, 수축줄눈의 간격은 여러 가지 요소에 따라 다르나, 그 중 가장 중요한 요소는 슬래브의 두께이며, 슬래브의 보강여부·콘크리트의 온도팽창계수·콘크리트 경화시 온도와 슬래브 활동을 구속하는 보조기층면의 마찰저항 등과 관련된다. 무근 콘크리트 포장의 줄눈 간격을 선정할 때 개략적인 방법은 Slab 두께(cm단위)를 0.24배하여 그 값을 m값으로 하여 그 값을 초과하지 않는 범위로 정할 수 있다. 슬래브 폭의 비가 1.25를 초과할 수 없으므로일반부에서는 가로수축줄눈 간격을 6m로 하였고 총 연장이 120m 이상인 터널 내 콘크리트 포장의 경우 진·출입부 60m를 제외한 터널 내부 슬래브의 가로수축줄눈 간격은 8m로 하며, 균열 유도의 효율성을 높이기 위해 슬래브 두께의 1/3을 절삭한다. 단, 터널 입·출구부 60m 구간은 기존 본선구간의 설계를 동일하게 적용한다.

2) 팽창줄눈 (Expansion Joint)

팽창줄눈은 포장이 팽창할 수 있는 공간을 마련해줌으로써 포장 좌굴의 원인이 될 수

있는 압축응력의 발생을 방지하기 위해 설치하며, 이는 비용, 복잡성, 공용성 문제를 고려하여 가능한 최소한으로 줄여 구조물 접속부, 아스팔트 포장 접속부, 1일 포장마감부 등에 설치한다.

3) 세로줄눈 (Longitudinal Joint)

세로줄눈은 일반적으로 도로가 개통된 뒤에 저항 뒤틀림응력과 하중의 복합된 영향에 의해서 일어날 수 있는 종방향균열을 방지하기 위해 2차로 동시 포설시 중앙, 본선과 RAMP 접속부, 차로를 구분하는 위치, 노측 구조물과 접속하는 위치에 설치한다.

4) 시공줄눈 (Construction Joint)

시공줄눈은 포장장비의 고장이나 갑작스런 기상변화로 작업이 중단되어야 하는 지점에 설치되며, 가능한 수축줄눈의 위치에 맞추도록 한다.

다. 줄눈의 규격

줄눈의 폭은 줄눈재(joint sealant)의 연신율에 의하여 제어된다. 수축줄눈의 깊이는 균열이 소요의 줄눈위치에 발생하도록 적당한 깊이로 하여야 하며, 보통 가로수축 줄눈 및 세로줄눈의 깊이는 슬래브 두께의 1/4이상 이어야 한다.

절단시기는 비정상적인 균열이 발생치 않도록 적정시기에 시행하여, 후속작업을 할 수 있도록 연속적으로 실시하고 포설에서부터 절단까지의 시기는 슬래브 온도, 양생조건, 콘크리트 배합비에 따라 좌우된다. 또한, 채움부의 형상계수 즉, 폭에 대한 깊이의 비는 1.0~1.5의 범위 내에 있어야 하며, 세로와 가로줄눈에 있어서의 채움부의 최소깊이는 각각 10mm와 13mm이어야 한다. 줄눈폭은 포장체의 변위량과 허용잔류변형을 고려하여야 한다.

$$\Delta L = \frac{C \cdot L(a_c \times DT_D + Z)}{S} \times 100$$

ΔL : PCC의 온도변화와 건조수축에 의한 줄눈의 벌어짐(cm)

S : 줄눈 채움재의 허용변형량, 일반적으로 줄눈재의 대부분은 25~35%의 변형을 할 수 있도록 제작되며, 보통 25%를 적용한다.

α_c : 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 열팽창 계수(cm/cm/°C)

Z : PCC 슬래브의 건조수축 계수, 재충진할 경우에는 무시할 수 있다.(cm/cm)

L : 줄눈간격(cm) , DT_D : 온도의 범위(°C)

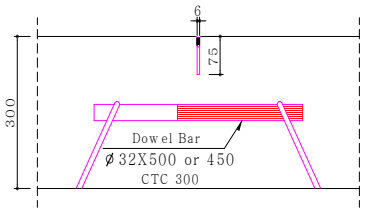
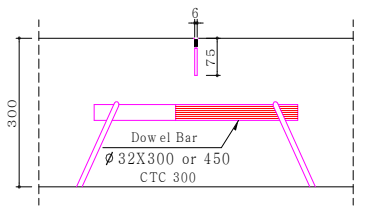
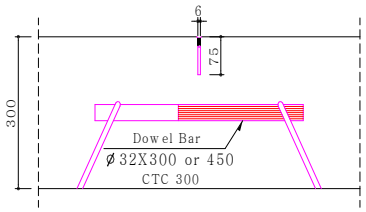
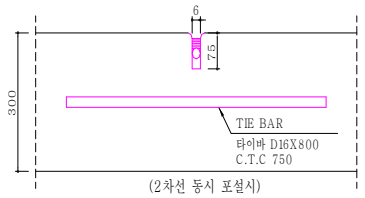
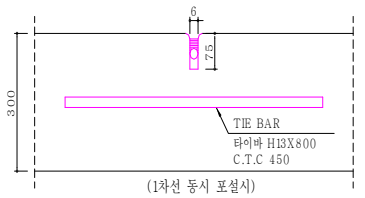
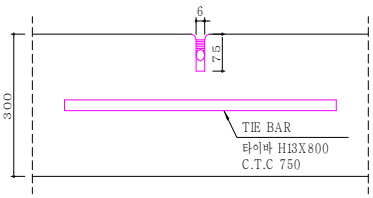
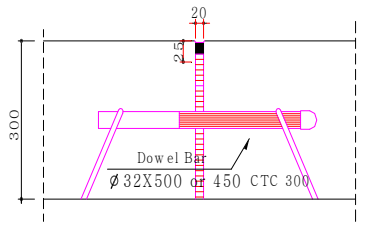
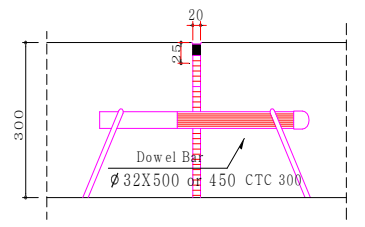
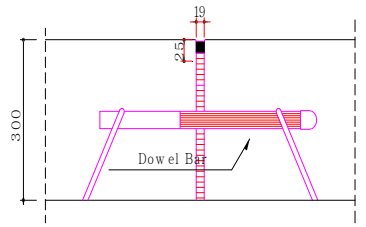
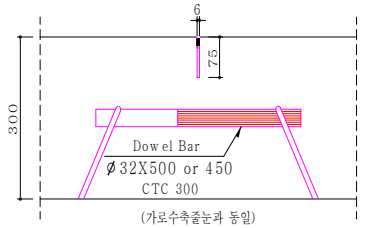
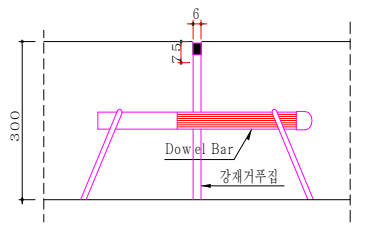
C : 보조기층과 슬래브 마찰저항에 의한 조정계수 (안정처리된 보조기층 0.65, 입상재료층 0.80)

① 줄눈의 제원비교

설 계 사 항	도 로 설 계 편람 및 요령	AASHTO	PCA	적 용
1. 가로수축줄눈				
a) 간 격	6m 이하	슬래브 두께의 24배 이하	6m 이하	6m
b) 설치 형태	-	Skewed and Randomized Joint 권장	Skewed and Randomized Joint 권장	차량진행방향에직각
c) 줄눈 깊이	슬래브 두께의 1/4	슬래브 두께의 1/4	슬래브 두께의 1/4	슬래브 두께의 1/4
d) 줄 눈 폭	6 ~ 10㎜	$\Delta L = C.L \times \frac{(\alpha_c \times DT_D + Z)}{S} \times 100$ = 8 ~ 110㎜	9.5㎜	6㎜
e) 주 입 재	-			
- 깊 이	13mm	최소 13㎜	최소 13㎜	최소 13㎜
- 표면하깊이	3mm	3㎜	6㎜	3㎜
f) 다 웰 바				
- 강 도		Grade 60이상	Grade 60이상	SD 40
- 직 경	Φ25 ~ 32㎜	Φ 32㎜	Φ 38㎜	Φ 32㎜
- 길 이	50㎝	45㎝	50㎝	50㎝
- 간 격	30㎝	30㎝	50㎝	주행차로 : 30㎝ 추월차로 : 45㎝
2. 세로수축줄눈				
a) 위 치	차선중앙 및 차도 단부	차선중앙 및 차도 단부	차선중앙 및 차도 단부	차선중앙 및 차도 단부
b) 줄눈깊이	슬래브 두께의 1/4 이상	슬래브 두께의 1/3 = 100㎜	슬래브 두께의 1/4 = 75㎜	75㎜
c) 줄 눈 폭	6㎜	6~10㎜	3~6㎜	6mm
d) 주 입 재				
- 깊 이	10mm	최소 10㎜	최소 13㎜	최소 10㎜
- 표면하깊이	-	3㎜	6㎜	3㎜
f) 타 이 바				
- 강 도	-	Grade 60이상	-	SD 40
- 직 경	Ø16㎜	Ø13, Ø16㎜	Ø16㎜	Ø16㎜
- 길 이	800mm	최소 65㎝	75㎝	800mm
- 간 격	750mm	최대 104㎝	75㎝	750mm

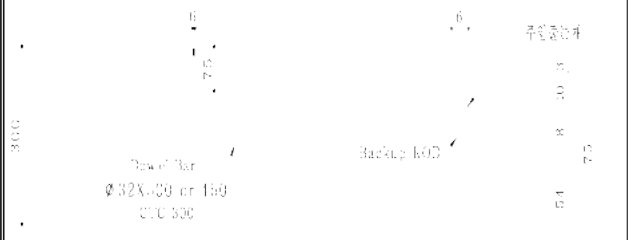
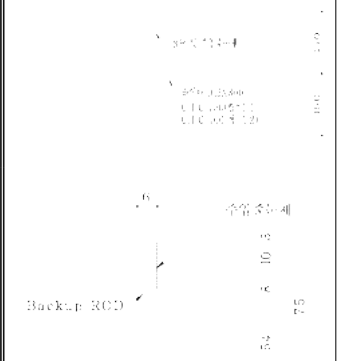
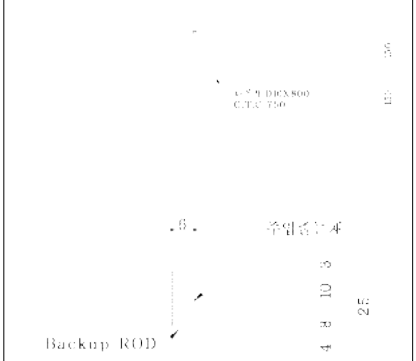
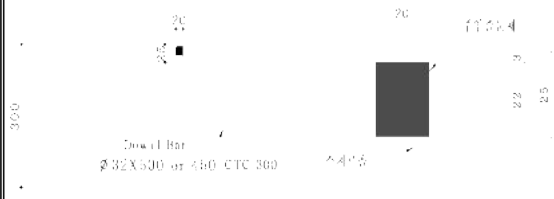
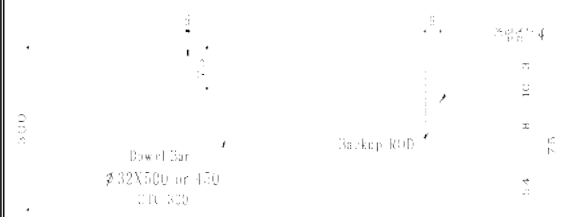
설 계 사 항	도 로 설 계 편람 및 요령	AASHTO	PCA	적 용
3. 팽창줄눈				
a) 설치기준	교량접속부, 포장구조변경위치	구조물 및 아스팔트 접속부	구조물 및 아스팔트접속부	교량접속부, 포장구조변경위치, 1일 공사마감부
b) 줄 눈 폭	25㎜	19~25㎜	-	20㎜
c) 다 웰 바	수축줄눈과	수축줄눈과 동일	수축줄눈과 동일	수축줄눈과 동일
d) 주 입 재	동일			
- 깊 이		-	19~25㎜	22㎜
- 표면하깊이	20~40㎜	3㎜	6㎜	3㎜
4. 시공줄눈	팽창줄눈으로 대체			팽창줄눈으로 대체
a) 설치위치	수출줄눈 예정위치	공사마감부(가로 수축 줄눈 위치)	공사마감부(가로 수축 줄눈 위치)	수출줄눈 예정위치
b) 다 웰 바		가로수축줄눈과 동일	가로수축줄눈과 동일	
c) 줄눈형상제원	-	〃	〃	

라. 국내 시공 예

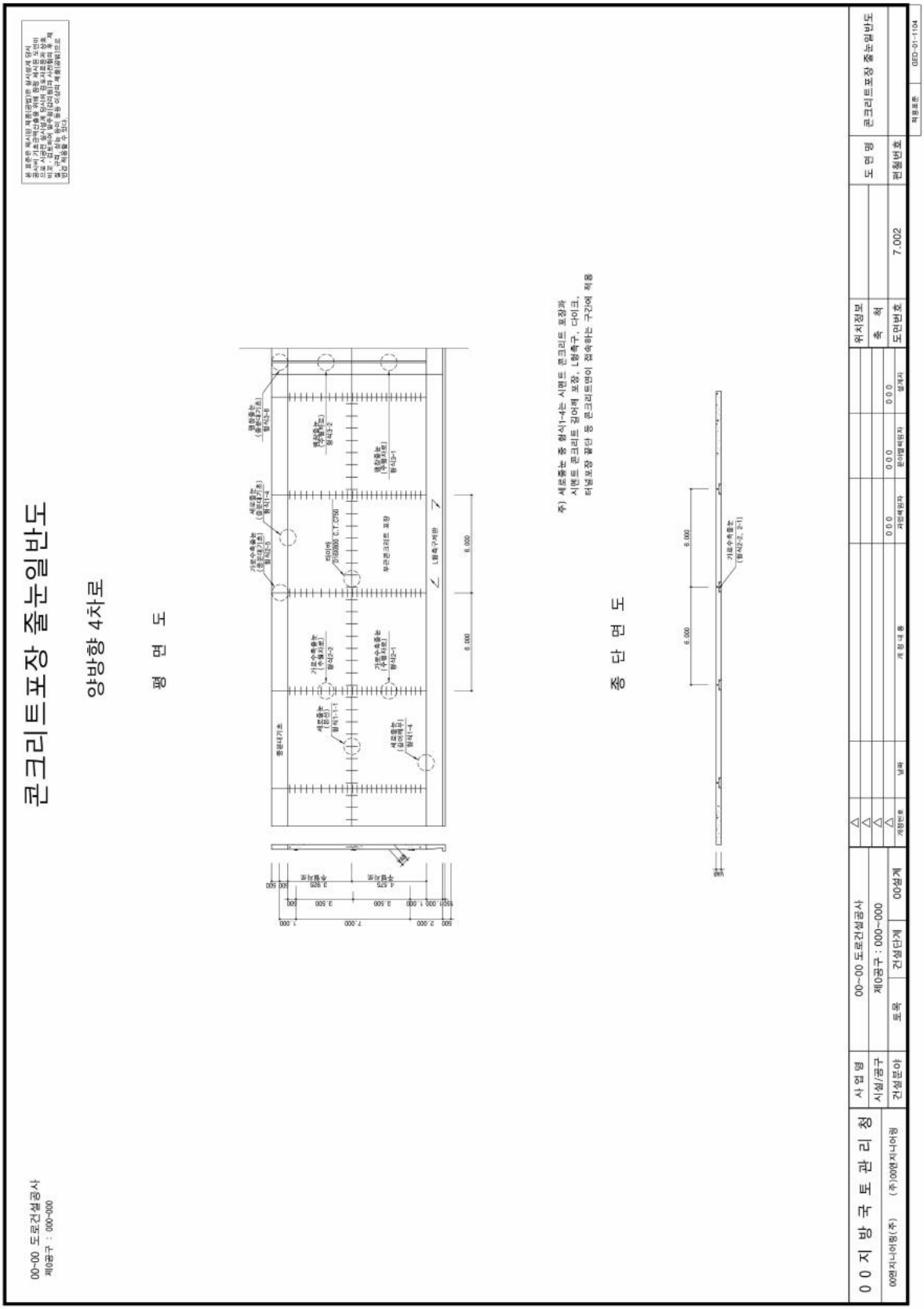
줄눈 종류	중 부 고 속 도 로	남 해 고 속 도 로	신갈~반월 고속도로
가로 수축 줄눈	1. 설치형태 : 차량진행 방향에 직각 2. 설치간격 : 6m 	1. 설치형태 : 차량진행 방향에 직각 2. 설치간격 : 6m 	1. 설치형태 : 차량진행 방향에 직각 2. 설치간격 : 6m 
세로 줄눈	1. 설치위치 : 차선중앙 길어깨 및 중분대 접속부 	1. 설치위치 : 차선중앙 및 중분대 접속부 	1. 설치위치 : 차선중앙 
팽창 줄눈	1. 설치위치 : 구조물 및 아스팔트 접속부 	1. 설치위치 : 구조물 및 아스팔트 접속부 	1. 설치위치 : 구조물 및 아스팔트 접속부 
시공 줄눈	1. 설치위치 : 공사 마감부 	1. 설치위치 : 공사 마감부 	팽창줄눈으로 대체

Ⅱ. 공종별 기준

마. 줄눈 단면 설계

<table>
<tr><td rowspan="2">가로수축
줄눈</td><td colspan="2">본 선</td><td>중 분 대 기 초</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td>  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">세로줄눈</td><td>2차로 동시 포설</td><td>1차로 포설</td><td>중분대 기초 접속부</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">팽창줄눈</td><td colspan="2">본 선</td><td>중 분 대 기 초</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
* 일평균 포설연장 시공줄눈을 팽창줄눈으로 설계</td><td>  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">시공줄눈</td><td colspan="2">본 선</td><td>중 분 대 기 초</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
* 일일평균포설미달 연장시 적용</td><td>  </td></tr>
</table>

<콘크리트포장 줄눈일반도>

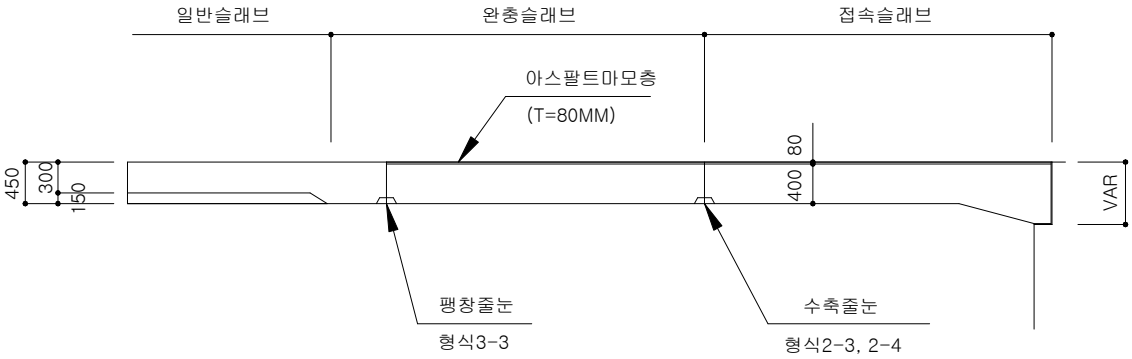


15. 보강 슬래브

가. 교량 접속부 보강 슬래브

교량접속부의 슬래브는 교량과 흙쌓기구간의 단차를 없애고 주행성을 좋게하기 위한 것이다. 접속 슬래브는 교대의 뒷채움을 뒷채움상단폭+0.5m를 적용하고, 완충 슬래브는 사각 Θ = 45°~90°범위내에서 5°단위로 표준화시켰다

1) 접속슬래브 단면도



○ 팽창줄눈 : 일반슬래브와 완충슬래브 사이에 설치한다.

○ 수축줄눈 : 완충슬래브와 접속슬래브 사이에 설치한다.

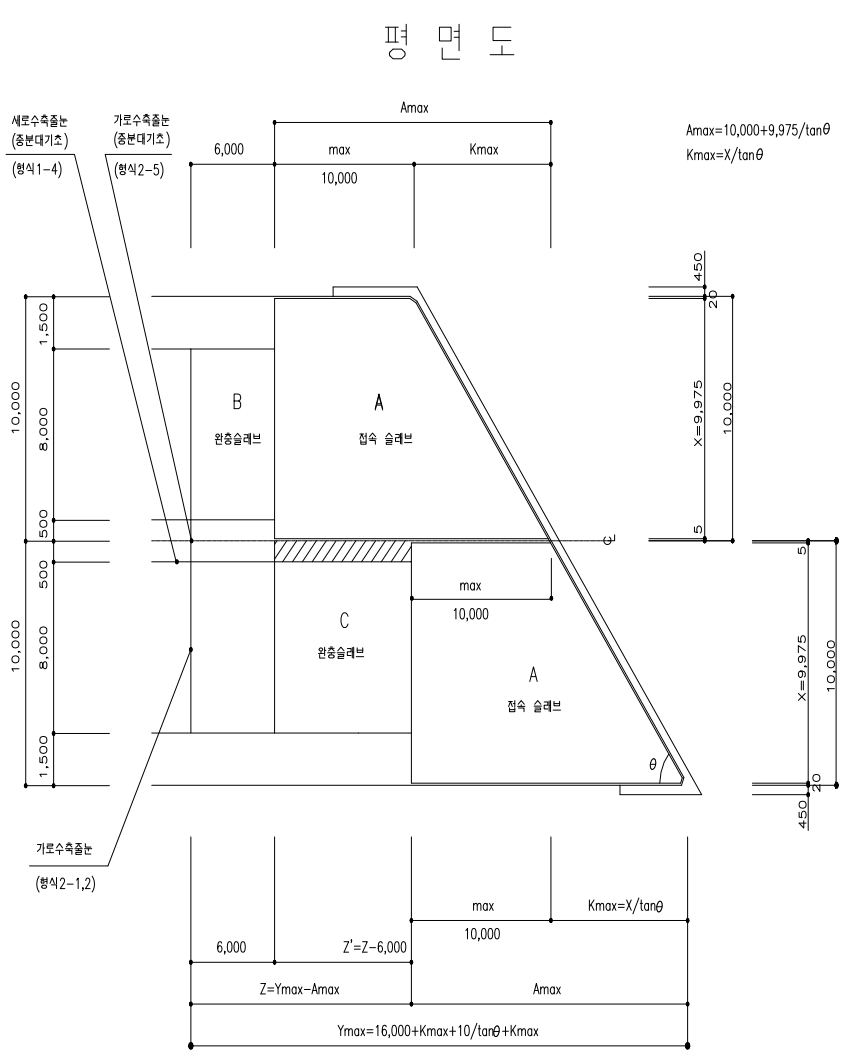
주) : 교량에 SKEW발생시 수축줄눈의 다웰바가 차량진행 방향과 일치하도록 현장조정 설치

2) 설치기준

구 분		설 치 기 준
접속슬래브	연 장	6m≤ ℓ ≤10m, ℓ = 뒷채움 상단폭 + 0.5m
	폭	4차로 W = 9.975m (날개벽 두께 t = 450mm 일때)
	두 께	40㎝
	철근제원	종방향철근 : 상부 H 13 @ 300 하부 H 19 @ 120 횡방향철근 : 상부 H 13 @ 400 하부 H 13 @ 200
	CON′C	fck = 24MPa
	마 모 층	아스팔트 콘크리트 (T = 8㎝)
완충슬래브	설치매수	1 매
	연 장	슬래브 길이 : 6m
	두 께	40㎝
	철근제원	종방향철근 : 상부 H 13 @ 600 하부 H 16 @ 150 횡방향철근 : 상부 H 13 @ 450 하부 H 13 @ 450
	Con′c	fck = 24MPa
	마 모 층	아스팔트 콘크리트 (T = 8㎝)

3) 교량 SKEW별 접속슬래브 평면도

① 교량 SKEW 별 접속슬래브 평면도 (4차로)

구 분	평 면 도
1) Θ=90°일 경우 2) 45°≤Θ<90°일 경우 접속슬래브(VAR)+완충슬래브(6.0)	

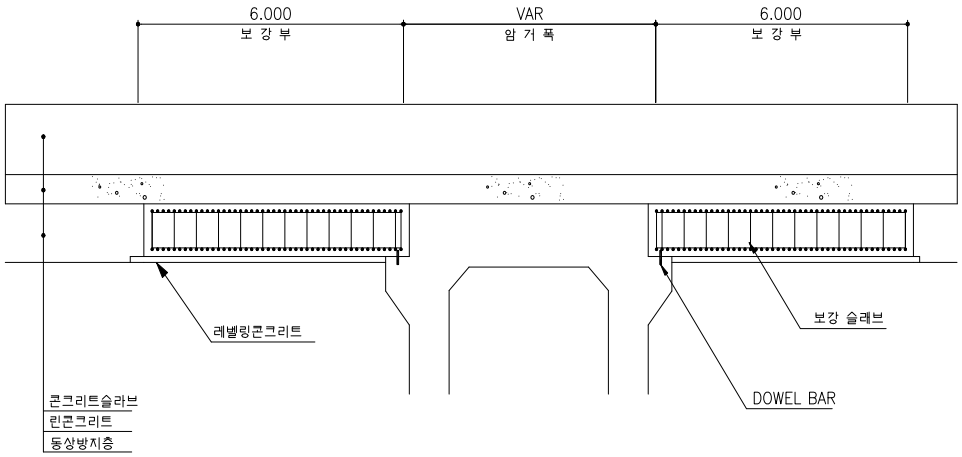
<4차로 평면 치수표>

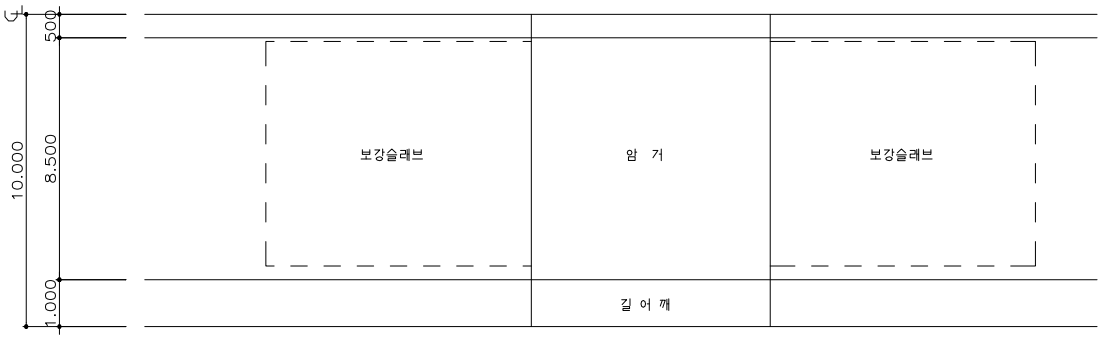
Θ	45°	50°	55°	60°	65°
K.max	9.975	8.370	6.985	5.759	4.651
Θ	70°	75°	80°	85°	90°
K.max	3.631	2.673	1.759	0.873	-

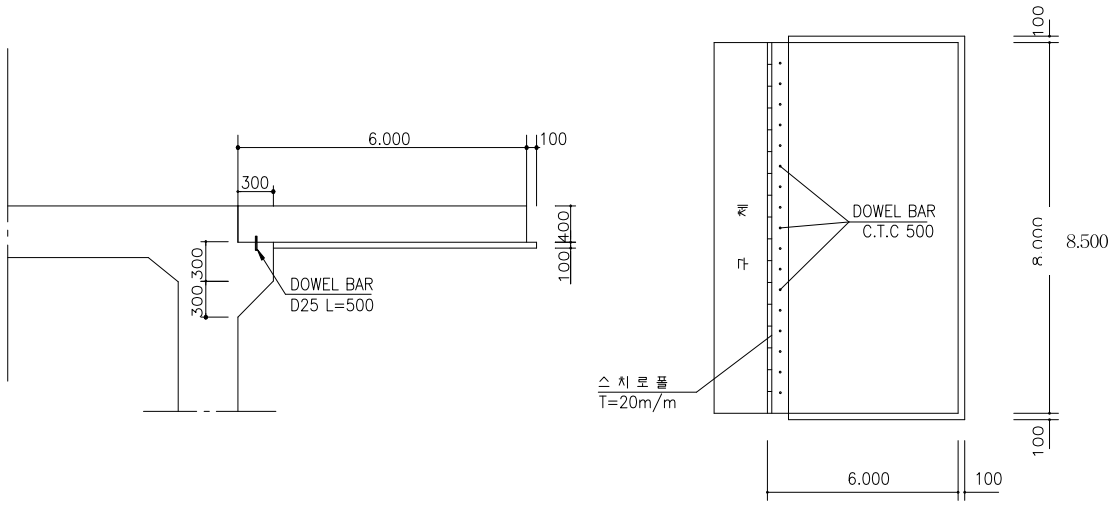
나. 암거 보강 슬래브

암거가 포장층두께(동상방지층 포함)안에 포함되어 있을 때 암거 보강슬래브를 설치한다. 설치길이는 암거의 양선단에서 6m씩을 기준으로 하고 뒷채움 길이에 따라 조정 설치한다. 동상방지층과 콘크리트 슬래브 사이가 15cm 미만인 경우는 상부포장재료로 포설한다. 철근으로 보강한 콘크리트 슬래브 단부의 줄눈은 수축줄눈으로 하고, 그 예각부는 와이어메쉬로 보강을 해준다.

(단, 8차로 이상의 경우는 70°로 하고 보강을 한다.)







다. 흙쌓기 · 땅깎기 경계부 포장

흙쌓기·땅깎기 경계부는 자연 상태의 지반과 인공 다짐으로 조성된 지반 사이에서는 지지력 차이로 인하여 침하가 발생하고 땅깎기부와 단차를 피할 수 없다. 이러한 단차에 의해 포장손상이 우려되므로 슬래브를 보호하기 위해 땅깎기·흙쌓기의 경계부에 대한 보강을 실시한다.

1) 일반 사항

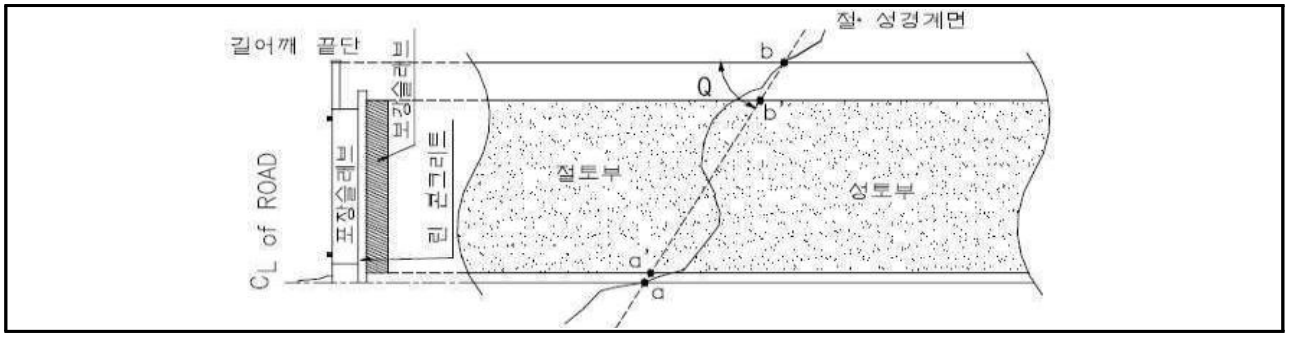
설계 개념		경계부에서 천이구간 역할
보강 범위		L= 20.0m (땅깎기부:5.0m, 흙쌓기부: 15.0m)
보강 위치		포장슬래브 하부 (동상방지층)
설계기준	**한계성토고**	8.0m
	한계기울기	1:2
	설 치 위 치	원지반이 암반인 경우 전구간, 흙쌓기 · 땅깎기 경계부에 횡단 배수관이 있는 경우, 용수 침투수가 과다하여 별도의 횡단 맹암거가 설치된 구간
보강 형태		- Skew에 따라 직사각형 또는 평행사변형 슬래브 적용 - 사각길이 만큼 보강길이 증가

2) 보강슬래브의 폭원

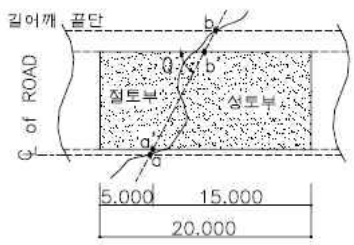
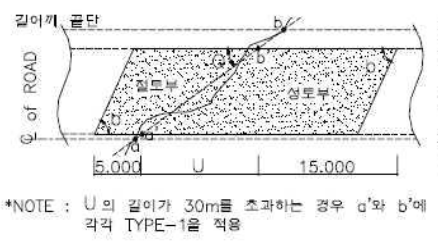
포장 포설위치와의 시공오차 등을 감안하여 포장 슬래브 측대와 같이 포장계획 폭원에 좌·우 측 각 0.50m를 추가한 폭원으로 설치한다.

3) 보강 슬래브의 설치길이

○ 흙쌓기·땅깎기 경계부의 사각의 정의: 땅깎기·흙쌓기 경계면이 도로 폭원과 교차되는 a·b 점을 직선으로 연결 하였을 경우, 도로 방향과 이루는 각을 사각(Q)으로 한다.



○ 보강형태의 선정: 도로 방향과 이루는 Q의 크기에따라 보강형태를 TYPE-1(직사각형)과 TYPE-2(평행사변형)로 구분하여 적용한다.

Type-1	Type-2
	
Q ≥ 65°	Q < 65°

16. 소성변형 저감방안

가. 적용범위

○ 본 내용은 아스팔트포장의 소성변형 저감을 위한 지침(건설교통부, 2005.1), 아스팔트 콘크리트포장 시공지침(국토교통부, 2017.4)에서 기본적 사항을 발췌하여 수록하였으며, 상세한 내용은 본 지침서를 활용토록 한다.

○ 또한, 본 내용의 적용범위는 도로법에 규정된 각종 아스팔트포장 도로(고속국도, 일반국도, 특별시도, 광역시도, 지방도, 시·군도, 구도)와 기타 일반 공중에 이용되는 중요 아스팔트 포장 도로에 사용되는 가열아스팔트 혼합물의 배합설계, 생산 및 시공시 가열아스팔트 포장에서 발생되는 소성변형을 최소화하기 위한 것이다. 본 지침에 규정되어 있지 않은 사항은「도로공사표준시방서」, 해당 아스팔트 포장관련 「전문시방서」 및 「도로포장 설계·시공지침」에 따른다.

나. 소성변형의 정의

1) 재료의 강도를 초과하는 하중으로 발생되는 응력에 기인하는 아스팔트층 하부 노상을 포함한 단일 또는 여러 층의 변형이다. 이는 구조 소성변형이라고 하며, 그 결과 발생하는 소성변형은 폭넓고 V형의 횡단 형상을 나타낸다.

2) 재료 안정도의 한계를 초과하는 하중 응력에 의해 아스팔트 각 층에 발생하는 변형 결과이다. 이것은 유동(불안정성) 소성변형이라고 하며, 발생하는 소성변형은 복륜의 경우 W형, 폭넓은 단륜의 경우 비대칭 형상으로 나타난다. 유동 소성변형은 경사로 또는 교차로 부근, 즉 중차량이 속도를 낮추어 타이어와 노면 간의 접지면에서의 횡방향 응력이 높아지는 장소에 잘 발생한다.

3) 동절기의 스파이크 타이어에 의한 마모 결과이다. 이것은 마모 소성변형이라고 하며, 연속된 횡단 형상을 나타낸다.

4) 본 지침은 이러한 3종류의 소성변형 형태 중 국내에서 가장 일반적으로 가장 많이 발생하는 형태인 아스팔트 혼합물 유동에 기인한 소성변형을 대상으로 한다.

다. 소성변형 발생 원인별 대책

1) 일반사항

○ 소성변형 발생을 저감시키기 위해서 본 지침에서는 아스팔트 혼합물의 배합설계, 생산 및 시공 과정에서 아스팔트 혼합물의 소성변형 발생에 영향을 미칠 수 있는 주요한 인자에 대하여 적용방안을 정의하였다.

2) 아스팔트

아스팔트는 KS M 2201(스트레이트 아스팔트)의 침입도 등급 기준과 KS F2389(아스팔트의 공용성 등급) 기준을 병행하여 사용하여야 한다. 고무 아스팔트 또는 폴리머 혼합 아스팔트와 같은 고점도의 개질 아스팔트 또는 첨가제를 사용하려면 아스팔트의 공용성 등급 기준을 적용하며, 침입도 등급 기준은 적용하지 않는다. 아스팔트는 KS M 2201의 침입도 등급 기준에 따라 〈표 1〉를 만족하여야 한다. 아스팔트 혼합물의 혼합 및 다짐온도 결정을 위하여 시험성적서에 〈표 1〉의 항목 외에 120℃, 150℃, 180℃에서의 각각 동점도 및 150cSt, 170cSt, 190cSt, 250cSt, 280cSt, 310cSt 에서의 온도를 부기하여야 한다.

<표 1> 침입도 분류에 의한 스트레이트 아스팔트 품질 기준

항 목 \ 침입도등급	60-80	80-100
침입도(25℃, 100g, 5초)	61~80	81~100
연화점(℃)	44~52	42~50
신도(15℃, cm)	100이상	100이상
툴루엔가용분(무게%)	99.0이상	99.0이상
인화점(℃)	260이상	260이상
박막가열 후		
질량변화율(무게%)	0.6이하	0.6이하
침입도잔유율(%)	55이상	50이상
증발후		
침입도 비(%)	110이하	110이하
밀도(15℃, g/㎤)	1이상	1이상

아스팔트는 KS F 2389 의 공용성 등급에 만족하여야 하고 일반적으로 공용성 등급 PG 64-22 아스팔트를 사용한다. 교통량이 많은 교차로는 PG 76-22 이상의 아스팔트를 사용하여야 한다. 신호대기 지역, 오르막 구간 및 지·정체가 심한 도로와 중(重)교통이 통행하여 소성변형 발생 위험이 높은 지역은 PG 76-22 이상의 아스팔트의 적용을 검토하여야 한다.

3) 골재

① 일반사항

아스팔트 혼합물에 사용하는 골재는 굵은골재, 잔골재가 사용된다. 굵은골재는 <표 2>에 따라 도로기능에 맞는 등급의 골재를 선택하여 사용하여야 한다. <표 3>, <표 4>의 골재 입도와 품질을 만족한 골재에 대하여 편장석률이 10%이하이면 1 등급, 20% 이하이면 2 등급, 30% 이하이면 3 등급 골재이다. 현장 여건상 골재의 수급이 어려우면 발주자의 승인을 받아 골재의 등급 적용을 조정할 수 있다.

<표 2> 골재 등급의 기준 및 적용범위

등급	기준	적용범위
1등급	편장석률 10%이하	·4차로 이상의 도로(신설 및 덧씌우기) ·중차량 통행이 빈번한 도로 ·발주자가 중요하다고 인정하는 도로
2등급	편장석률 20%이하	·2차로 이하의 일반국도 ·발주자가 중요하다고 인정하는 도로
3등급	편장석률 30%이하	·2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급 및 2등급에 해당되지 않는 도로 등

② 굵은골재

굵은골재의 입도는 KS F 2357(아스팔트 혼합물용 골재)의 규정 중에 <표 4>에 따라 단립도 기준인 골재번호 4, 5, 6, 7, 8 등에 적합하여야 한다. <표 3>의 기준범위 보다 더욱 단립도에 가깝고, 목표로 하는 아스팔트 혼합물 합성입도를 얻을 수 있으면 아스팔트 혼합물용으로 사용할 수 있다. 단립도 쇄석의 수급이 어려우면 KS F 2357 의 골재번호 467, 78, 67, 68 등 혼합입도의 골재는 발주자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

<표 3> 굵은골재의 입도

골재번호	체의 호칭크기 (mm)	각 체를 통과하는 질량 백분율%								
		50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
4	40~20	100	90~100	20~55	0~15	-	0~5	-	-	-
5	25~13	-	100	90~100	20~55	0~10	0~5	-	-	-
6	20~10	-	-	100	90~100	20~55	0~15	0~5	-	-
7	13~5	-	-	-	100	90~100	40~70	0~15	0~5	-
8	10~2.5	-	-	-	-	100	85~100	10~30	0~10	0~5

※ 여기에서 체의 호칭크기는 각각 KS A 5101-1(시험용체)에 규정한 표준망체 53㎜, 37.5㎜, 26.5㎜, 19㎜, 13.2㎜, 9.5㎜, 4.75㎜, 2.36㎜, 1.18㎜에 해당한다.

<표 4> 굵은골재의 품질

구분	시험 방법	규 정
밀도(절대건조)	KS F 2503	2.5이상
흡수율(%)	KS F 2503	3.0이하
동적수침 후 피복율(%)	지침부속서1-1	50이상
편장석률(%)	KS F 2575	1등급:10이하 2등급:20이하 3등급:30이하
마모율(%)	KS F 2508	표층·중간층:35이하 기층:40이하
안정성(%)	KS F 2507	12이하
굵은골재 파쇄면 비율(%)	ASTM 5821	85이상

③ 잔골재

잔골재의 입도는 <표 5>의 KS F 2357(아스팔트 혼합물용 골재)의 규정에 따른 입도 No.1 ~ No.5 또는 FA-1 등에 적합하여야 한다. 다만, 잔골재의 입도가 규정에 적합하지 않아도 목표로 하는 아스팔트 혼합물의 합성입도를 얻을 수 있으면 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

<표 5> 잔골재의 입도

체의 호칭크기 (mm)	각체를 통과하는 질량 백분율%					
	입도 No.1	입도 No.2	입도 No.3	입도 No.4	입도 No.5	FA-1
10	100	-	-	100	-	100
5	95~100	100	100	80~100	100	86~100
2.5	70~100	75~100	95~100	65~100	85~100	55~75
1.2	40~80	50~74	85~100	40~80	-	-
0.3	20~65	28~52	65~90	20~65	25~55	16~42
0.3	7~40	8~30	30~60	7~40	15~40	7~29
0.15	2~20	0~12	5~25	2~20	7~28	2~18
0.08	0~10	0~5	0~50	0~10	0~20	0~10

※ 여기에서 체는 각각 KS A 5101-1에 규정한 표준망체 9.5㎜, 4.75㎜, 2.36㎜, 1.18㎜, 0.6㎜, 0.3㎜, 0.15㎜, 0.075㎜에 해당한다.

4) 가열 아스팔트 혼합물

① 일반사항

아스팔트 혼합물의 종류는 <표 6>을 표준으로 하며, 기층용, 중간층용, 표층용 등으로 사용한다. 보조기층 위에 프라임 코트 시공 후 아스팔트 혼합물로 기층, 중간층, 표층 순서로 시공하며, 각 아스팔트 콘크리트 층 사이에 택 코트를 시공한다. 다만, 중간층은 도로포장 구조 설계 요령(국토교통부, 2015.12)에 따른 설계 결과에 따라 적용하지 않을 수 있다. 아스팔트 혼합물의 배합설계시 표층용 아스팔트 혼합물은 공극률 4%±0.3%, 기층용 아스팔트 혼합물은 공극률 5%±0.3%에 해당하는 아스팔트 함량을 결정한다.

<표 6>아스팔트 혼합물의 종류 및 특징

포장층	아스팔트 혼합물 종류	용도	특징
표층용	밀입도 아스팔트 콘크리트(13, 20) [WC-1, WC-3]	표층에 일반적으로 사용	표층용 아스팔트 포장에 주로 사용됨. 특히 최대입경 20㎜의 아스팔트 혼합물은 내유동성이 좋음
	밀입도 아스팔트 콘크리트(13F, 20F) [WC-2, WC-4]	중교통량 이하 내마모용 표층에 사용	내마모성이 우수함. 세립분이 많아서 내유동성이 비교적 낮음
	내유동 아스팔트 콘크리트(13R, 20R) [WC-6, WC-5]	대형차 교통량이 많은 도로의 표층에 사용	내구성과 내유동성이 우수하며, 소성변형 발생가능성이 높은 지역에 사용
중간층용	중간층용 아스팔트 콘크리트(20) [MC-1]	중간층에 사용	중간층용 아스팔트 포장에 주로 사용됨
	내유동 아스팔트 콘크리트(20R) [WC-5]	표층 및 중간층에 사용	MC-1과 비슷한 입도이며, 중간층에 사용할 수 있음
기층용	기층용 아스팔트 콘크리트(40, 30) [BB-1, BB-2]	기층에 사용	소성변형 저항성이 높지만, 생산 및 시공시 재료분리가 높을 수 있음
	기층용 아스팔트 콘크리트(25) [BB-3]	기층에 일반적으로 사용	기층용 아스팔트 포장에 주로 사용됨
	내유동 기층용 아스팔트 콘크리트(25R) [BB-4]	중교통량의 기층에 사용	소성변형 저항성이 높음

※ 아스팔트 혼합물 종류에서 [ ]안의 명칭은 아스팔트 혼합물 종류의 약칭이며, ( ) 안의 숫자는 아스팔트 혼합물의 최대 골재크기(㎜)를 나타낸다.
※ 'WC'는 Wearing Course의 약자로 표층, 중간층에 사용된다.
※ 'F'는 광물성 채움재(석분)가 많이 함유된 아스팔트 혼합물을 나타낸다.
※ 'R'은 소성변형 저항성이 높은 아스팔트 혼합물을 나타낸다.
※ 'MC'는 InterMediate Course 의 약자로 중간층에 사용된다.
※ 'BB'는 Bituminous Base Course 의 약자로 기층에 사용된다.

② 배합설계

사용재료는 아스팔트, 골재, 채움재 등의 품질기준을 만족하여야 한다. 골재의 동적 수침시험 결과가 기준에 적합하지 않거나, 포트홀 발생이 우려되는 지역은 반드시 소석회나 액상박리방지제 등의 박리방지 재료를 사용하여야 한다. 박리방지 재료의 품질기준을 따른다. 배합설계시 아스팔트 혼합물의 입도범위는 <표 7>, <표 8>, <표 9>에 따른다. 아스팔트 혼합물의 실내 배합설계 및 현장 배합설계시 포장층에 따라 입도범위에 적합하도록 굵은골재, 잔골재, 채움재 등의 사용비율을 조절하여야 한다.

표층은 <표 7>의 입도 중 일반지역은 WC-1, WC-2, WC-3, WC-4 의 입도를 적용하며, 소성변형 발생 가능성이 높은 지역은 내유동성 입도인 WC-5 와 WC-6 입도를 적용한다.

중간층은 <표 8>의 입도 중 일반적으로 MC-1(20 ㎜)을 사용하고, 현장여건에 따라 표층없이 임시 교통 개방하려면 WC-5(20 ㎜)를 적용한다.

기층은 <표 9>의 입도를 적용한다. BB-1 은 아스팔트 혼합물 운반 및 포설시에 재료분리가 발생하기 쉬우므로 사용하지 않는 것이 좋고, 소성변형 발생 가능성이 높은 지역에는 내유동성 입도인 BB-4 입도를 적용한다. 배합설계시 품질은 <표 11>을 만족하여야 한다. 다만, 공극률은 표층용 및 중간층용은 4±0.3%, 기층용은 5±0.3% 이어야 한다.

<표 7>표층용 아스팔트 혼합물의 배합설계 입도 기준

아스팔트 혼합물 종류 / 체의 호칭크기		WC-1	WC-2	WC-3	WC-4	WC-5	WC-6
		밀입도	밀입도	밀입도	밀입도	내유동성	내유동성
		13	13F	20	20F	20R	13R
통과질량백분율(%)	25mm	-	-	100	100	100	-
	20mm	100	100	90~100	95~100	90~100	100
	13mm	90~100	95~100	72~90	75~90	69~84	90~100
	10mm	76~90	84~92	56~80	67~84	56~74	73~90
	5mm	44~74	55~70	35~65	45~65	35~55	40~60
	2.5mm	28~58	35~50	23~48	35~50	23~38	25~40
	0.60mm	11~32	18~30	10~28	18~30	10~23	11~22
	0.30mm	5~21	10~21	5~19	10~21	5~16	7~16
	0.15mm	3~15	6~16	3~13	6~16	3~12	4~12
	0.08mm	2~10	4~8	2~8	4~8	2~10	3~9

<표 8>중간층용 아스팔트 혼합물의 배합설계 입도 기준

아스팔트 혼합물 종류 / 체의 호칭크기		MC-1	MC-2
		20	20R
통과질량백분율(%)	25mm	100	100
	20mm	90~100	90~100
	13mm	70~90	69~84
	10mm	-	56~74
	5mm	35~55	35~55
	2.5mm	20~35	23~38
	0.60mm	11~23	10~23
	0.30mm	5~16	5~16
	0.15mm	4~12	3~12
	0.08mm	2~7	2~10

<표 9>기층용 아스팔트 혼합물의 배합설계 입도 기준

아스팔트 혼합물 종류 / 체의 호칭크기		BB-1	BB-2	BB-3	BB-4
		40	30	25	25R
통과질량백분율(%)	50mm	100	-	-	-
	40mm	95~100	100	-	-
	30mm	80~100	95~100	100	100
	25mm	70~100	80~100	90~100	95~100
	20mm	55~90	55~90	71~90	80~90
	13mm	40~80	46~80	56~80	60~78
	10mm	30~70	40~70	45~72	45~68
	5mm	17~55	28~55	29~59	25~45
	2.5mm	10~42	19~42	19~45	15~33
	0.60mm	5~28	7~26	7~25	6~18
	0.30mm	3~22	4~19	5~17	4~14
	0.15mm	2~16	2~13	3~12	3~10
	0.08mm	1~10	1~7	1~7	2~8

※ 체의 호칭크기는 KS A 5101-1에 규정하는 표준망체 눈의 실제 기준 크기를 부르기 쉽도록 만든 체의 눈 크기로서 아래의 표와 같이 대응된다.

체의 호칭크기(mm)	50	40	30	25	20	13	10	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.08
체의 기준 크기(mm)	53	37.5	31.5	26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075

③ 품질기준

아스팔트 혼합물의 입도와 아스팔트 함량은 현장 배합설계 결과를 기준으로 <표 10>의 관리기준을 만족하여야 한다. 아스팔트 혼합물의 온도는 감독자가 결정한 아스팔트 혼합물 생산온도를 기준으로 <표 10>의 관리기준을 만족하여야 한다. 아스팔트 혼합물의 체적특성 및 역학적 성능은 <표 11>의 품질 기준을 만족하여야 한다. 중간층용 아스팔트 혼합물은 표층용 품질기준을 적용한다.

<표 10>아스팔트 혼합물의 관리기준 (현장배합설계 결과 기준)

항 목		표층용, 중간층용	기층용
골재 체통과 질량 백분율	5mm이상	±5%	±8%
	2.5mm	±4%	±5%
	0.6mm~0.15mm	±3%	±4%
	0.08mm	±2%	±2%
아스팔트 함량		±0.3%	
온 도		±15℃	

<표 11>아스팔트 혼합물의 품질기준

항 목	표층용 또는 중간층용		기층용	기타
	WC-1~4 MC-1	WC-5, 6	BB-1~4	다짐횟수 선회다짐100(75), 마샬다짐 양면 75(50)
변형강도(Mpa)	4.25이상(3.2이상)		3.2이상(2.7이상)	
마샬안정도(N)	7500이상 (5000이상)	6000이상	5000이상 (3500이상)	
흐름값	20~40		10~40	
공극률(%)	3~6	3~5	4~6	
포화도(%)	65~80	70~85	60~75	
골재간극률(%)	최소 골재 간극률(VMA)기준 적용			
BVF(%)	60이하			-
인장강도비(TSR)	0.8이상		-	공극률(%) 7±0.5

<표 12>최소 골재간극률(VMA) 기준

설계공극률(%) 골재최대크기(mm)	골재간극률(%)			
	3.0	4.0	5.0	6.0
13	13.0이상	14.0이상	15.0이상	16.0이상
20	12.0이상	13.0이상	14.0이상	15.0이상
25	11.0이상	12.0이상	13.0이상	14.0이상
30	10.5이상	11.5이상	12.5이상	13.5이상
40	10.0이상	11.0이상	12.0이상	13.0이상

17. 재생 포장

가. 개 요

노후시설물 증가에 따라 건설폐기물 발생량이 지속적으로 증가하고 있으며 이를 녹색성장을 위한 중요한 자원으로 활용하기 위해 효율적으로 재활용하는 것이 필요하다.

본 내용은 [건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률] 및 [순환골재 등 의무사용건설공사의 순환골재·순환골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용량에 관한 고시] 등에 따라, 2016년부터 도로 보조기층 및 동상방지층의 40% 이상을 순환골재로 활용해야 하며, 아스팔트 콘크리트 포장의 40% 이상을 재생아스팔트 혼합물을 적용해야 하며, 이에 따라 중요사항을 발췌하여 수록하였으며, 상세한 내용은 [건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률]에 따른 [순환골재 품질기준, 국토해양부, 2009] 및 [건설폐자재 재활용 도로 포장 지침, 건설교통부, 2005]에 따른다.

나. 보조기층

보조기층은 노상 위에 놓이는 층으로 상부에 서 전달되는 교통하중을 분산시켜 노상에 전달 하는 역할을 담당하여 노상의 허용지지력 이하가 되도록 충분한 강도와 두께를 갖는 내구성 좋은 재료를 사용하여 다져야 한다.

본 기준을 적용할 경우에는 순환골재 사용에 따른 안정성, 환경관련 규정의 적합 여부 등 현장조건에 대해서 충분한 조사를 실시한 후 적용해야 한다.

포장구조 계산시 보조기층용 상대 강도 계수값은 국토교통부에서 제정한 기준값을 적용한다.

다. 아스팔트 콘크리트

아스팔트 콘크리트 재활용 방법은 모든 포장층에 사용하는 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물, 표층에 사용하는 현장 가열 표층 재생 아스팔트 포장, 기층에 사용하는 플랜트 재생 상온 아스팔트 혼합물 등으로 구분된다.

1) 플랜트 재생 가열 아스팔트 혼합물

플랜트 재생 아스팔트 혼합물은 재생설비가 있는 아스팔트 플랜트에서 아스팔트 콘크리트용 순환골재 또는 아스팔트 콘크리트 발생재를 가공하여 재생아스팔트 혼합물을 제조하는 방법으로, 아스팔트 콘크리트 도로의 표층, 중간층, 아스팔트 혼합물 기층의 재생 아스팔트 혼합물에 적용한다.

① 사용재료 종류 및 기준

재생 아스팔트 혼합물을 생산하기 위한 재료는 아스팔트 콘크리트용 순환골재와 천연골재, 채움재, 아스팔트 등이며, 재생첨가제가 사용될 수 있다.

아스팔트는 침입도 등급 80-100인 재료를 사용하며, 천연골재는 중간층 및 표층에 사용시 아래의 표 '천연골재 등급의 기준 및 적용범위' 내용에 적합하여야 한다. 아스팔트 콘크리트용 순환골재는 [순환골재 품질기준, 국토해양부, 2009]에 따르며, 품질기준은 구아스팔트량 3.8% 이상, 구아스팔트 침입도 20이하, 씻기시험 손실량 5% 이하, 유기이물질 체적기준 1% 이하, 무기이물질 질량기준 1% 이하 등이다. 순환골재의 최대 사용비율은 기층용은 최대 50%, 표층용은 최대 30% 이다.

아스팔트 콘크리트용 순환골재는 골재에 아스팔트가 도포된 형상으로 이루어져 있으며

가열될 경우 아스팔트의 점성이 약해져 아스팔트 와 골재가 분리된 연한상태가 된다. 따라서, 아스팔트 콘크리트용 순환골재의 입도(겉보기 입도)는 재생가열 아스팔트 혼합물의 품질과 큰 연관성이 없으며, 위의 품질규정을 참고하여 재생장비에 사용가능한 최대 골재 크기나 가열시 간 등을 고려하여 최대 골재크기 및 입도관리 범위를 정하는 것이 좋다. 플랜트 재생 아스팔트 혼합물용 아스팔트 콘크리트용 순환골재는 품질의 안정화와 생산되는 혼합물에 균일한 입도의 아스팔트 콘크리트용 순환골재가 재료분리 없이 적정 비율로 투입될 수 있게 분급해야 한다. 일반적으로 20~3㎜, 13㎜ 이하의 2종 또는 13㎜이하의 1종으로 사용한다.

<천연골재 등급의 기준 및 적용범위>

등 급	기 준	적 용 범 위
1등급	편장석률 10% 이하	• 4차로 이상의 도로(신설 및 덧씌우기) • 중차량 통행이 빈번한 도로 • 발주처에서 중요하다고 인정하는 도로
2등급	편장석률 20% 이하	• 2차로 이하의 일반국도 • 발주처에서 중요하다고 인정하는 도로
3등급	편장석률 30% 이하	• 2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급 및 2등급에 해당되지 않는 도로 등

※ 상기기준으로 적용하되 재료획득이 어려울 경우 발주청 승인을 받아 등급을 조정하여 적용할 수 있다.

② 재생 아스팔트 혼합물 종류 및 품질 기준

재생 아스팔트 혼합물은 표층용, 중간층용, 기층용 등 신규재료를 사용한 아스팔트 혼합물과 동일한 종류로 생산 및 적용할 수 있으며, 골재 합성입도 및 품질기준도 신규 아스팔트 혼합물의 품질기준을 모두 만족하여야 한다. 또한, 생산된 재생 아스팔트 혼합물에서 추출한 아스팔트의 침입도는 25℃에서 시험하여 40 이상이어야 한다.

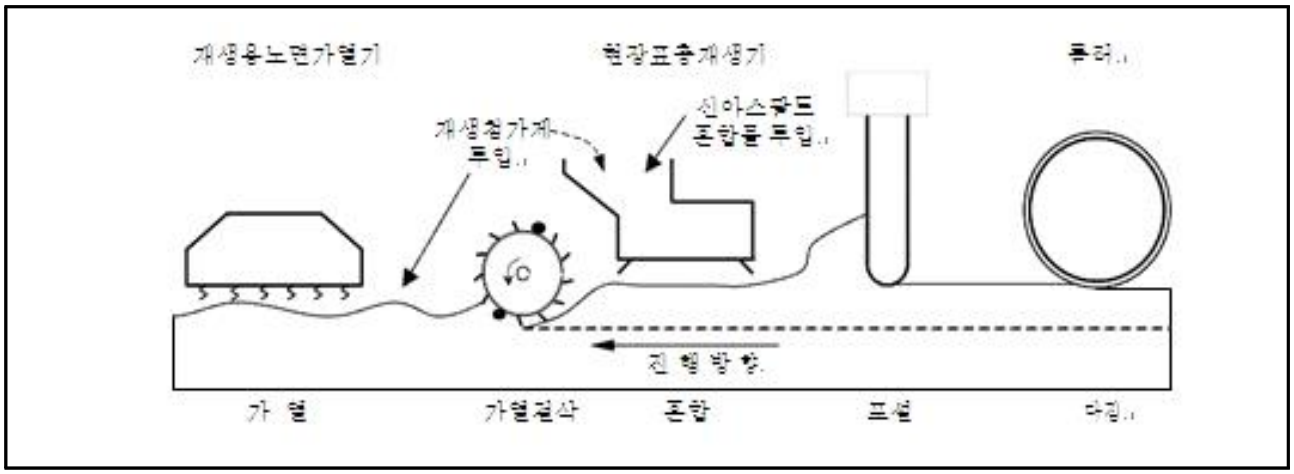
2) 현장가열 표층 재생 아스팔트 포장

현장가열 표층 재생 아스팔트 포장은 현장가열 표층 재생장비를 이용하여 도로 위에서 주행차선 방향으로 전진하며, 노후된 아스팔트 콘크리트 표층을 가열절삭 방법으로 걷어내고 신재료와 혼합한 후 다시 포설 및 다짐하는 방법으로, 아스팔트 콘크리트 도로 표층의 재포장에 적용한다.

현장가열 표층 재생 아스팔트 포장에서 사용되는 아스팔트 콘크리트용 순환골재는 일반적으로 노면 예열기를 이용하여 노후된 포장표면을 고압의 송풍 가열버너로 예열시킨 후, 1차 및 2차 가열 및 굴삭장비를 이용하여 절삭하면서 발생되며, 이후 포장의 중심부로 모아지거나 히터뱅크로 운반되어진다.

아스팔트 콘크리트용 순환골재는 40mm 이하로 절삭되어야 하며, 구재 아스팔트 침입도는 20 이상이어야 한다.

<현장가열 재생 아스팔트 포장 공정 흐름>



18. 보도 포장

가. 개요

보도, 자전거 보행자 전용도로, 보행자 전용도로, 공원 내 도로, 광장 등 주로 보행자용으로 쓰이는 도로 및 광장을 보행자계 도로라 하고, 여기에 포설되는 포장을 보도포장이라 한다. 보도 포장은 교통약자를 포함한 보행자의 통행 안전성과 쾌적성을 보장할 수 있는 구조적 기능을 갖추어야 한다. 또한, 보도 포장은 내구성, 미끄럼 저항성, 평탄성, 투배수성 등의 기본적 기능을 갖추어야 하며, 지역 환경과 조화 되는 형식이 선정되도록 한다. 보도 포장과 관련된 세부 내용은 [보도 설치 및 관리지침, 국토해양부, 2011]을 참조한다.

나. 보도포장의 분류

보도 포장은 적용하는 장소에 따라 일반 구간, 교량 구간, 지하도 및 기타 구간으로 구분할 수 있다. 대표적인 보도 포장의 구분은 아래와 같이 최대 적재량 4톤 이하의 관리용 차량의 통행 여부에 따라 분류하며, 적용 장소에 맞게 일반부와 교량부 및 특정 장소로 나누어 진다.

- 구분 Ⅰ : 보행자, 자전거의 교통에 쓰이는 보도, 자전거도
- 구분 Ⅱ : 보행자나 자전거 이외에 공원이나 상점가 등에서 최대 적재량 4톤 이하의 관리용 차량이나 한정된 일반 차량이 통행 하는 보도

1) 일반 구간

일반 구간의 포장 구성은 일반적으로 표층, 기층(보조기층), 노상으로 구분하며, 표층 재료의 종류에 따라 층 구성을 달리한다. 표층 하부의 기층 및 보조기층은 노상의 조건을 고려하여 일반적으로 최대입경 40mm이하의 입도조정기층 재료를 사용 한다.

투수성 포장은 강우시 보행자의 안전성과 환경보전의 관점에서 노상까지 우수를 침투시키는 구조이다. 투수성 포장을 적용하는 경우에는 침투수에 의해 아스팔트와 골재의 박리 및 파괴, 기층부의 지지력 저하, 동절기 동상 등이 발생할 수 있으므로 배수시설과 병행하여 설계할 필요가 있다.

2) 교량 구간

교량이나 육교의 보도 포장 재료는 아스팔트 혼합물, 다양한 블록, 수지계 결합재료 등이 이용 된다. 육교나 교량 내 보도 포장은 아스팔트 혼합물, 블록, 경관을 고려한 착색 포장 재료가 이용된다.

교량 구간의 보도 포장은 상판의 내구성 확보를 위해 방수성을 확보하는 것이 중요하다. 물의 침입이 예상되는 포장 재료를 이용하는 경우에는 방수층의 설치 등 필요한 조치를 취한다. 방수층의 설계 및 시공은 국토교통부 제정[아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침]을 참고한다.

3) 지하도 및 기타 구간

지하도의 포장 등 특정 목적이나 특정 장소에 시공되는 포장은 배수구조 및 시인성,표층재료,미끄럼 저항성 등의 적합성을 검토한다.

다. 포장 공법 및 재료

보도 포장은 심미적인 측면을 고려하고, 시공성, 내구성, 경제성 등을 충분히 검토하여 결정한다. 보도 포장을 포장 구조 및 사용 재료에 따라 분류하면 다음 표와 같다.

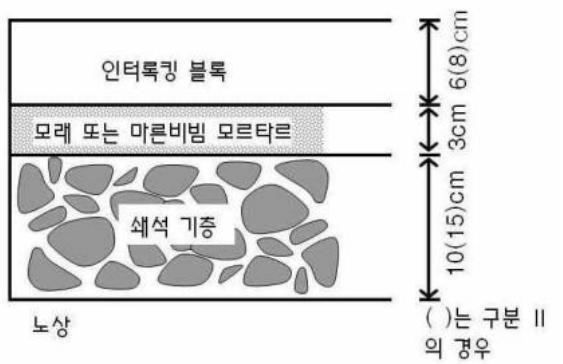
<포장 구조 및 사용 재료에 따른 분류>

포장 구조	표층에 의한 분류	사용 재료
블록계 포장	콘크리트 인터록킹 블록 포장	인터록킹 블록,투수블럭
	콘크리트 평판 포장	콘크리트 평판
	점토바닥벽돌 포장	점토바닥벽돌
	천연석 포장	천연석 블록
아스팔트 혼합물 포장	가열 아스팔트 혼합물	아스팔트 혼합물(세립도, 밀입도)
	착색 가열 아스팔트 포장	아스팔트, 안료, 착색골재
	투수성 포장	개립도 아스팔트 혼합물
수지계 혼합물 포장	유색 수지계 포장	석유수지, 착색골재, 안료
	합성수지 혼합물 포장	에폭시수지, 자연석, 세라믹스
콘크리트 포장	콘크리트 포장	시멘트 콘크리트, 투수 시멘트 콘크리트
기타 포장	상온 도포식 포장	에폭시 수지, 아크릴 수지
	거푸집식 칼라 포장	콘크리트, 안료, 아크릴 수지, 천연 골재
	탄력성 포장	고무, 수지
	슬러리실 포장	착색 슬러리실 혼합물
	황토 포장	황토, 자연토, 마사토 등

Ⅱ. 공종별 기준

1) 블록계에 의한 포장

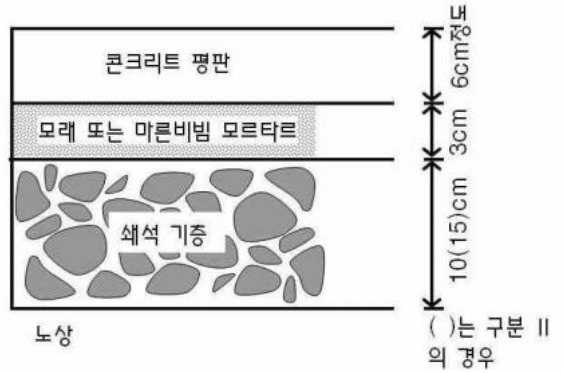
① 인터록킹 블록(Interlocking Block)에 의한 포장 인터록킹 블록 포장은 기층 위에 쿠션용 모래층을 설치하고 그 위에 줄눈 모래를 이용하여 인터록킹 블록의 상호 맞물림을 양호하게 한다.



<그림> 인터록킹 블록에 의한 포장 구성

② 콘크리트 평판(平板)에 의한 포장

콘크리트 평판 포장은 기층 위에 안정층(모래층)을 설치하고 그 위에 콘크리트 평판을 설치하여 표층으로 하는 것이다.

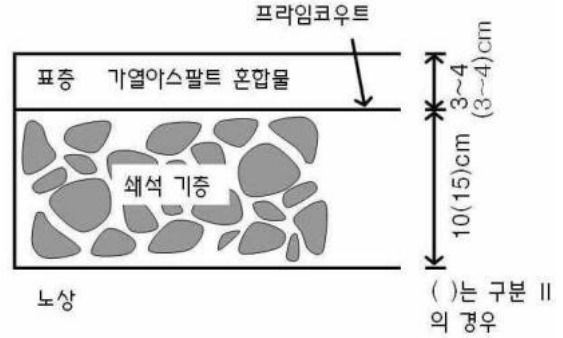


<그림> 콘크리트 평판에 의한 포장 구성

2) 아스팔트 혼합물에 의한 포장

① 가열 아스팔트 혼합물 포장

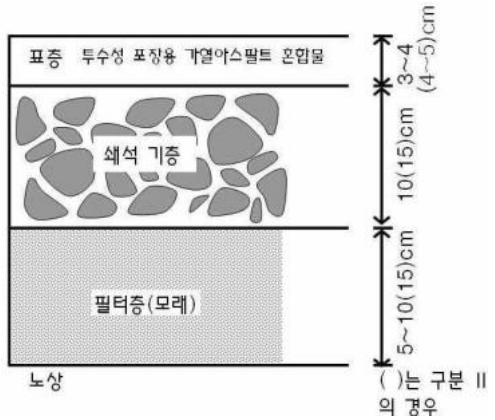
가열 아스팔트 혼합물 포장은 노상 위에 입상재 료를 사용하여 두께 10㎝ 정도의 기층을 설치하고 그 위에 가열 아스팔트 혼합물을 이용한 두께 3~4㎝의 표층을 설치하는 것이다.



<그림> 일반 아스팔트 혼합물의 구성

② 투수성 포장

투수성 포장은 빗물의 지중 환원 및 표면 유 출량감소, 미끄럼 저항의 유지와 보행성 및 주행성의 확보, 배수시설의 부담 경감 등의 장점을 가지고 있다.



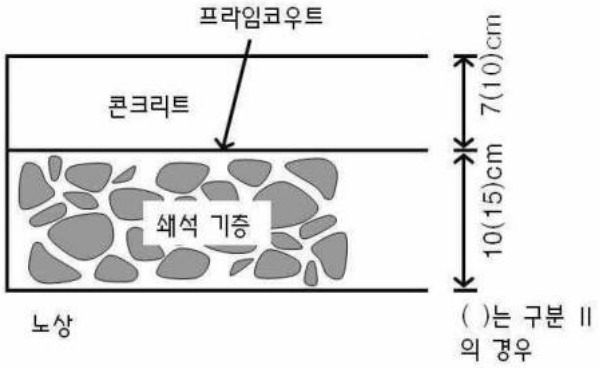
<그림> 투수성 포장의 구성

3) 수지계 혼합물에 의한 포장

수지계 혼합물 포장은 수지계 결합재료와 착색 안료 등을 표층으로 이용하며 경관을 배려한 착색포장으로 적용하는 경우가 있다. 또한 교량부에는 아크릴 수지나 우레탄 수지, 에폭시 수지 등을 이용한 혼합물을 강상판 위에 직접 시공하는 경우도 있다.

4) 콘크리트 포장

콘크리트 포장은 일반적으로 슬래브 두께를7㎝ 정도 (관리용 차량이나 한정된 일반 차량이 통행할 경우에는 10㎝ 정도)로 하고 기층 위에는 아스팔트 유제를 살포하거나 비닐 시트 (sheet)를 덮는다.



<그림> 콘크리트 계에 의한 포장 구성

5) 점자형 블록 포장

① 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.

② 선형점자블록

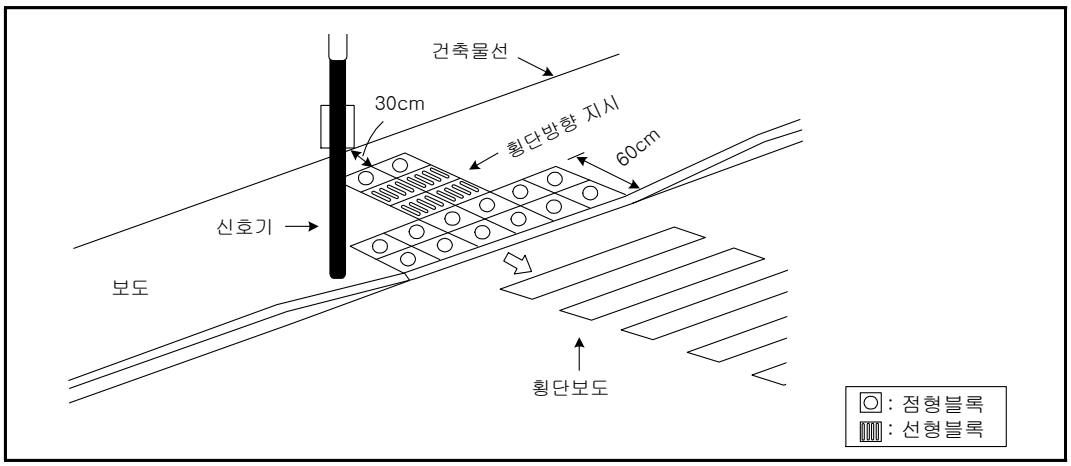
○ 선형블록은 시각장애인이 안전하고 장애물이 없는 도로를 따라 이동할 수 있도록 설치한다.

○ 선형블록의 돌기가 보행자가 진행하는 방향과 평행하도록 설치한다.

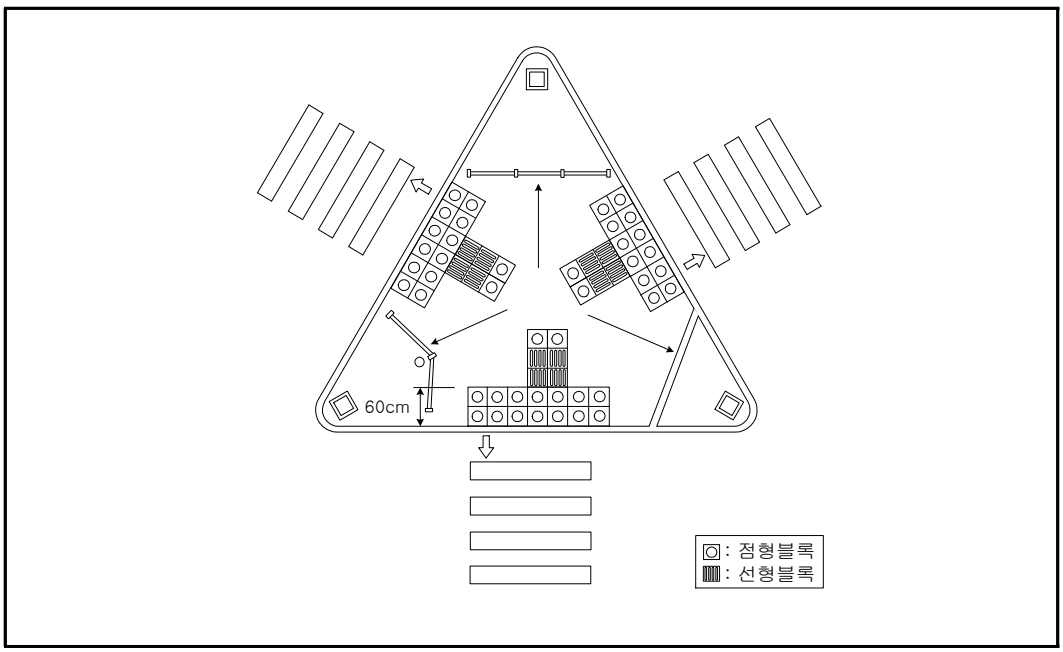
○ 선형블록은 점형블록과 연계할 때 또는 보도에서 방향을 유도할 때 중앙에 설치한다.

○ 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>

라. 품질관리

보도포장에 대한 품질관리는 해당 공사의 특별 시방서 또는 [도로 포장 설계 및 시공 지침] 에 따른다.

마. 유지관리

보도가 제 기능을 항상 유지할 수 있도록 하기 위해서는 정기적으로 포장상태를 점검하고 유지관리를 해야 한다.

19. 자전거도로 포장

가. 개요

경제적이고 효율적인 자전거도로 포장 설계 및 시공을 위한 일반적인 기준을 정한 것으로서, 아스팔트 콘크리트 포장, 시멘트 콘크리트 포장, 기타 포장 설계 및 시공에 필요한 사항에 대하여 규정한다. 자전거포장과 관련된 세부 내용은 [자전거 이용시설 설치 및 관리지침, 국토해양부, 2010]을 참조한다.

우천 시 미끄러지기 쉬운 포장 노면은 안전상의 저해 요소로 작용하기 때문에 습윤한 상태에서도 급제동에 문제가 없을 정도의 미끄럼 저항성을 확보해야 한다. 주행자의 안전에 필요한 제동성을 만족하기 위하여 노면의 미끄럼 저항성이 BPN(British Pendulum Number) 기준으로 40 이상이 되도록 설계해야 한다. 자전거도로 포장의 두께 설계는 차도의 일부를 사용하는 자전거전용차로와 차량통행이 예상되는 자전거도로의 경우는 도로설계편람 제7편의 도로 포장에 준하여 설계하며, 자전거보행자겸용도로의 경우는 자전거전용도로 설계 기준을 준용한다. 자전거도로 포장이 갖추어야 할 요구사항인 주행성, 시인성, 경관 및 주변 환경과의 조화에 대한 내용은 다음과 같다.

1) 주행성

자전거도로 포장의 주행성 측면에서는 평탄성, 배수성, 미끄럼 저항성, 시인성, 등이 요구된다. 노면 요철이나 변형 또는 배수 불량으로 인해 강우 시 물이 고여 있으면 자전거 주행에 방해가 될 뿐 아니라 안전에도 위험요소가 될 수 있다.

2) 시인성

자전거도로 포장은 필요한 구간에 대하여 표면의 색상, 노면표시 등을 활용하여 차도 및 보행자도로와의 구분이 필요하다. 또한 상행과 하행에 따른 구분을 명확히 하여 자전거이용자의 안전을 고려해야 하며, 특히 교차로 및 자전거보행자겸용도로 등에서 자전거이용자 및 보행자의 안전을 도모해야 한다.

3) 경관 및 주변 환경과의 조화

자전거도로 포장은 이용자의 즐거움을 위해 노면의 재질, 주변 가로수나 상점 등과의 조화 등이 중요한 사항으로 고려될 필요가 있다.

나. 포장 형식 선정

자전거도로 포장의 목적은 자전거이용자에게 안전하고 편안한 주행을 제공하는 것을 기본으로 한다. 자전거도로 포장은 모든 기후조건에서 뛰어난 제동성, 내마모성, 평탄성을 갖고 있어야 하므로 주변 환경을 고려하여 설계해야 한다.

자전거도로 포장의 종류는 크게 아스팔트 콘크리트 포장, 시멘트 콘크리트포장이 있고, 기타 포장으로 아스팔트 및 시멘트 콘크리트 포장을 기반으로 포장 최상부층에 표면처리를 하여 주행성 및 마찰력을 증대시키는 표면처리포장과 흙에 첨가제 등을 사용하여 굳힌 흙 포장 등이 있다. 자전거도로 포장의 표층재료 및 사용재료별 분류는 아래표와 같다.

<자전거도로 포장의 종류>

포장종류	표층재료에 의한 구분	사용재료
아스팔트 콘크리트 포장	가열 아스팔트 포장, 중온 아스팔트 포장, 개질 아스팔트 포장	아스팔트, 중온아스팔트, 개질 아스팔트, 천연골재, 순환골재, 안료 등
시멘트 콘크리트 포장	시멘트 콘크리트 포장, 건식배합콘크리트포장	시멘트, 플라이애쉬, 혼화제, 천연골재, 순환골재, 안료 등
기타 포장	흙 포장, 표면처리 포장 등	흙, 쇄석, 경화형 혼합제, 규사, 무기질계 충진재, 유기질계 충진재, 탄성고무칩, 에폭시수지, 아크릴 수지 등

자전거도로 포장의 형식은 표층재료에 따른 장단점과 주변 상황 및 경제성 등을 고려하여 선정한다.

20. 측도(부체도로) 포장

평면교차로가 자주 발생하게 되거나 농로 등 기존 부락을 연결하는 도로의 두절을 방지하고 주도로의 접근관리(access control)를 위해 측도를 설치한다.

또한, 기존 도로측면의 농지 진입을 위해 측도를 설치하고 통행을 제한하기도 한다. 측도 개설시 가급적 기존 도로의 폐도를 이용하도록 한다.

측도(부체도로)의 포장형식은 콘크리트포장,아스팔트콘크리트포장,골재다짐포장등이 있으며 주변여건및 경제성등을 고려하고 측도는 기능별로 등급이 다양하므로 이에 대한 고려 후 설계가 이루어져야 한다.

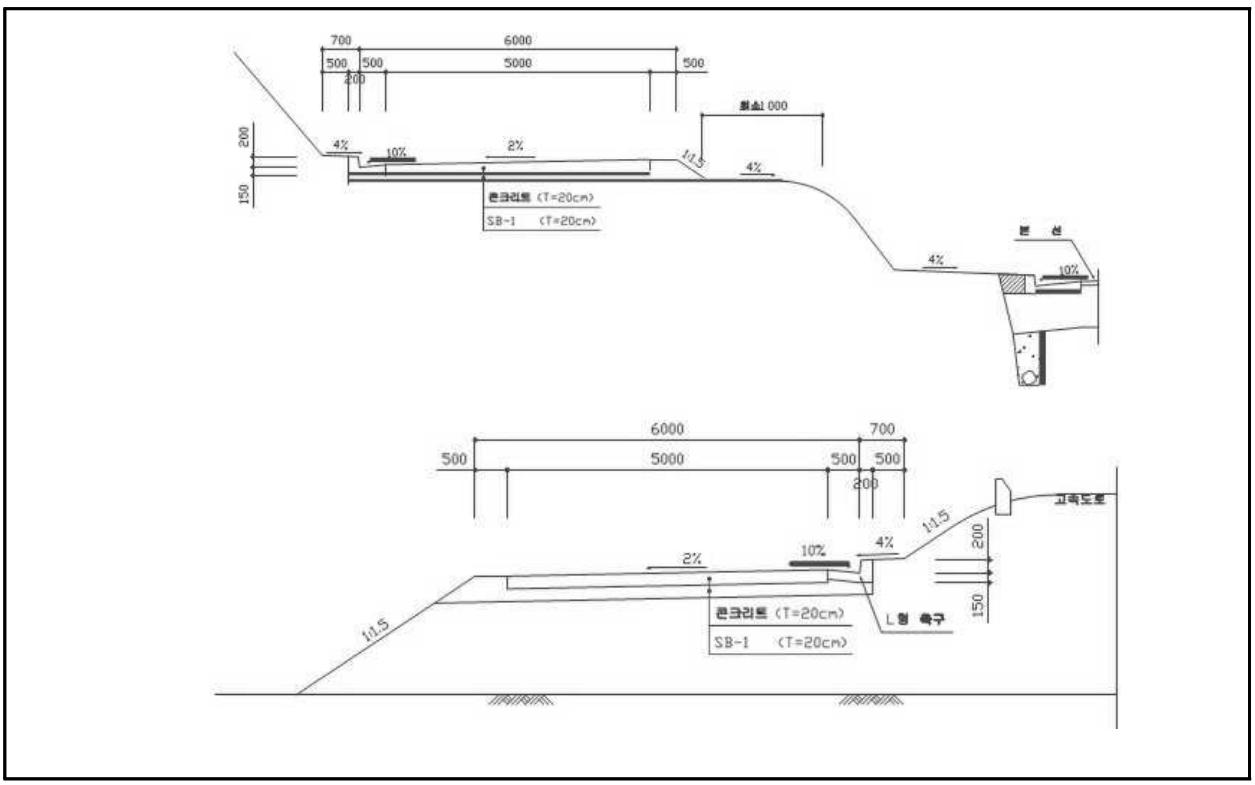
일반적인 마을도로,농로 등에 적용하는 부체도로의 콘크리트 포장 두께는 다음과 같이 적용할수 있다.

<부체도로의 콘크리트포장 두께 적용 예>

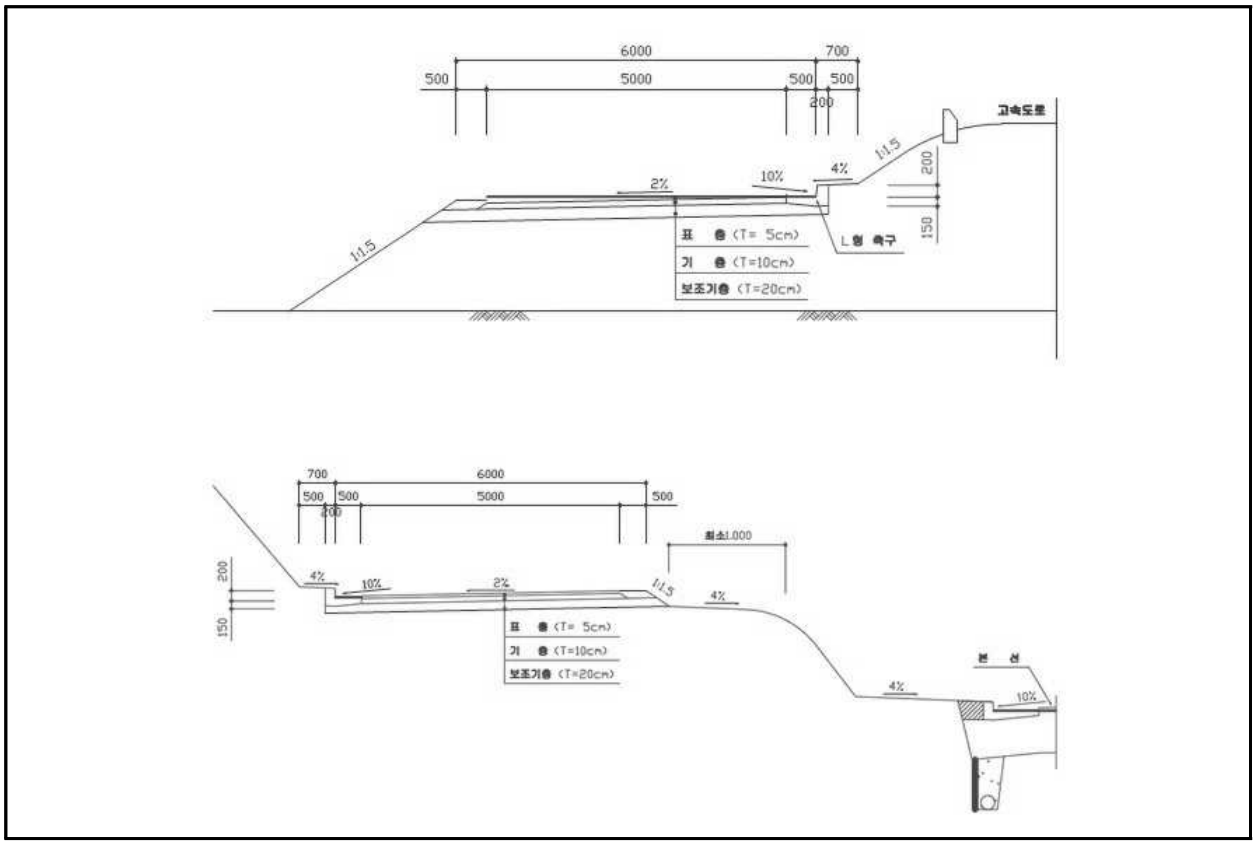
구분	T = 40cm	T = 30cm
포장단면	콘크리트슬래브 (20cm) 보 조 기 층 (20cm) 40cm	콘크리트슬래브 (15cm) 보 조 기 층 (15cm) 30cm
적용 조건	아래조건 1개 이상 포함시 · 부체도로 동결심도 30㎝이상 · 노상토지지력(CBR) 5이하 · 연평균일교통량 1,500대 이상 · 중차량 진입도로로 상시 이용시	아래조건 모두 포함시 · 부체도로 동결심도 30㎝이하 · 노상토지지력(CBR) 5이상 · 연평균일교통량 1,500대 이하 · 중차량 진입도로로 미 이용시.
기타	· 수축줄눈간격 : 5m	· 수축줄눈간격 : 4m

[주1] 측도가 본선 계획고 보다 상단에 위치한 경우 반드시 포장하는 것을 원칙으로 한다.
[주2] 측도의 포장형식은 접속도로 또는 현장 여건을 고려하여 선정한다.
[주3] 측도의 폭원은 5.0m를 기준으로 표준도를 작성하였고 접속도로 및 현장여건에 따라 변경 적용한다.

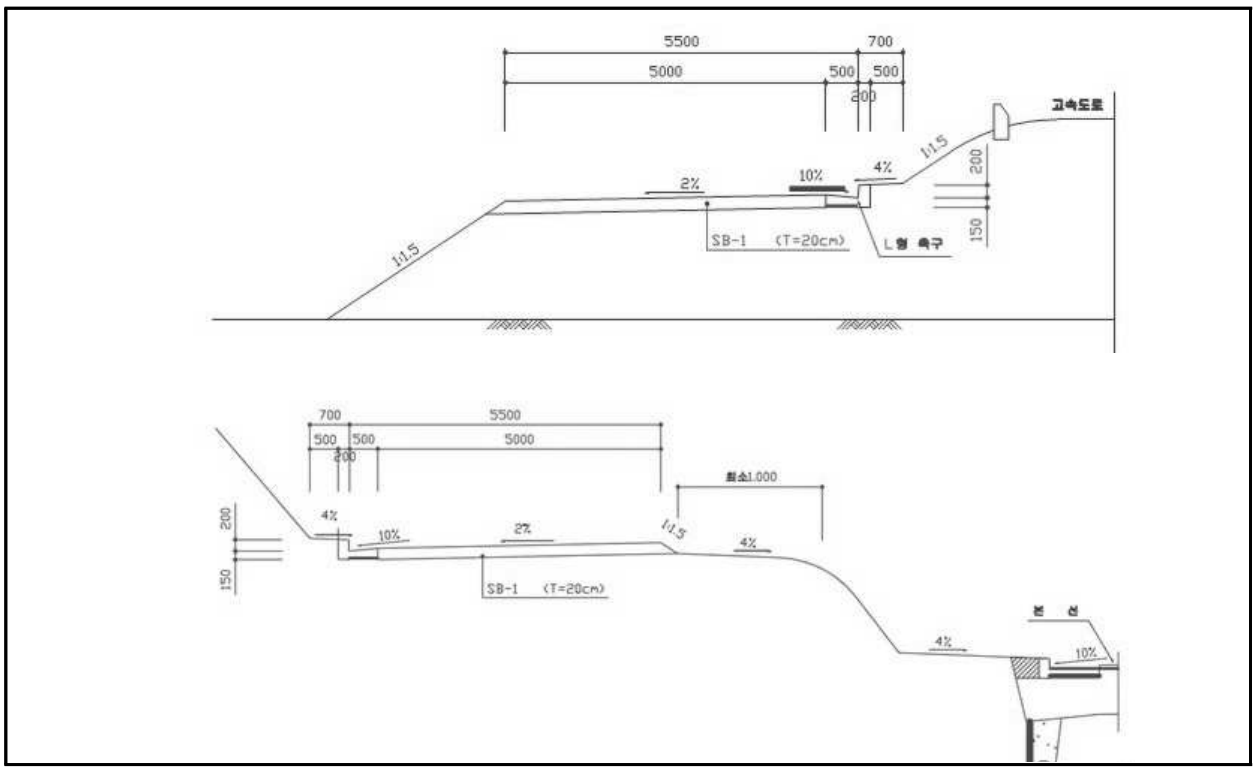
<측도 콘크리트 포장 설계 예>



<측도 아스팔트 포장 설계 예>



<측도 골재다짐 포장 설계 예>



21. 배수성 포장

가. 개요

1) 배수성 아스팔트 혼합물은 밀입도 아스팔트 혼합물에 비하여 잔골재율을 낮춰서 골재 간극율과 공극율을 높인 다공질의 아스팔트 혼합물을 말한다.
2) 배수성 아스팔트 콘크리트 포장(이하 배수성 아스팔트 포장)은 도로포장의 표층에 배수성 아스팔트 혼합물을 시공하여 하부의 불투수성 중간층의 표면으로 노면수가 흘러서 배수로로 배수되는 구조로 되어 있다.
3) 배수성 아스팔트 포장은 배수기능을 확보하여 차량의 주행안전성을 향상시키고, 저소음 효과로 인하여 주변 환경을 개선하는 효과를 발휘하는 것이 특징이다.

나. 적용 기준

○ 도로에서 배수성 아스팔트 포장의 생산 및 시공에 관한 사항은 교통상황, 도로 주변상황, 자연환경조건, 구조적 제한사항, 건설조건, 배수의 난이도, 배수성 아스팔트 포장에 예상되는 기능을 충분히 고려하여 도로 관리청은 구조, 재료 및 공법을 적절히 선택하여 적용하여야 한다.

○ 배수성 아스팔트 포장은 배수성 아스팔트 혼합물을 포장의 표층에 사용하여 빗물이 하부의 불투수성 포장층 표면을 흘러 측면의 배수로로 신속히 배수되도록 설계 및 시공된 포장으로 일반 아스팔트포장과 제조 및 시공 방법이 다르기 때문에 재료 생산자 및 시공자는 사전에 배수성 아스팔트 포장의 관련사항을 충분히 숙지해야 한다.(배수성아스팔트 콘크리트포장 생산 및 시공지침(국토교통부, 2020.08)

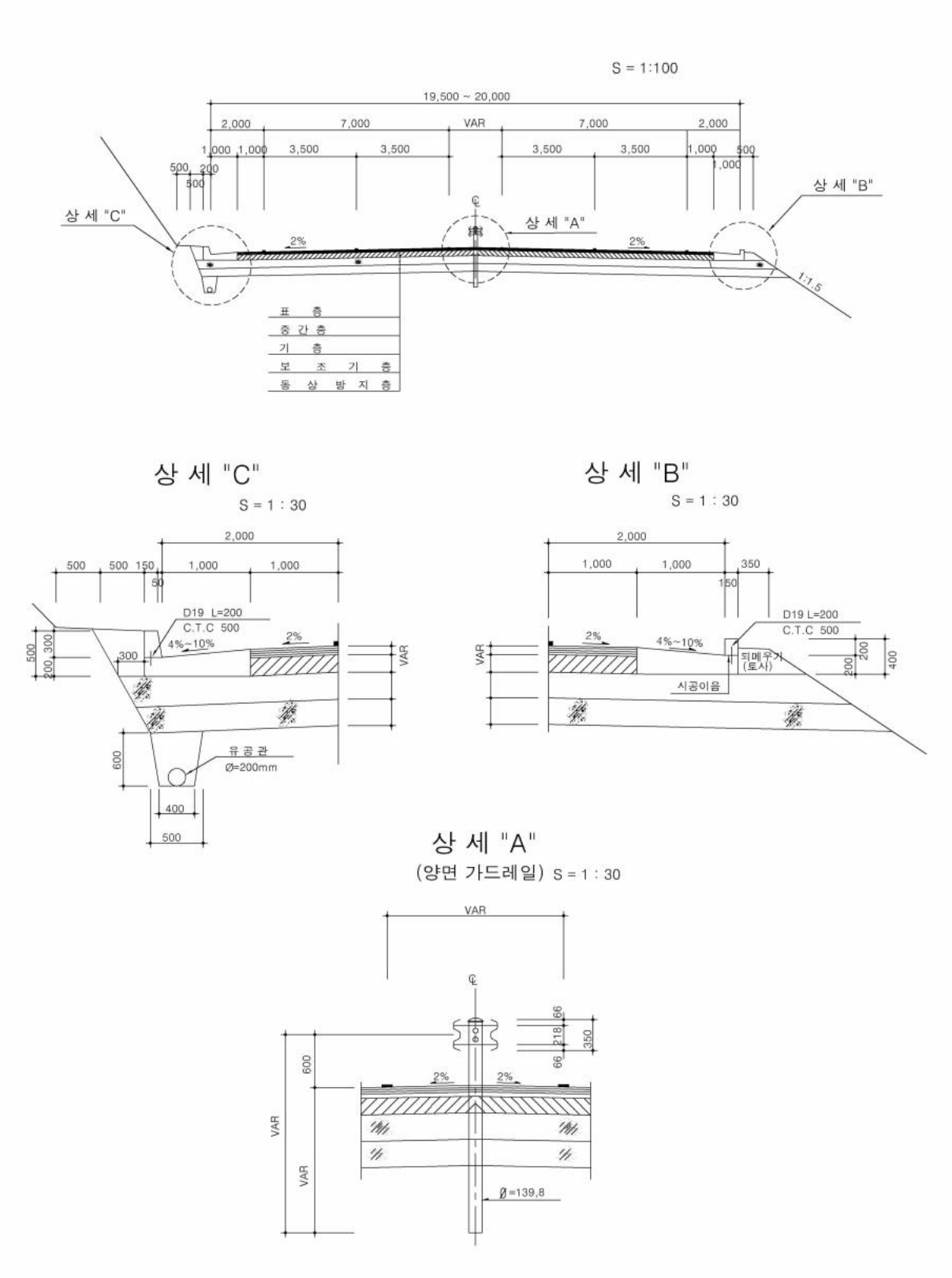
다. 적용 위치

배수성 아스팔트 포장은 다음과 같은 기능을 확보할 수 있으므로 도로의 안전과 주변환경을 고려하여 적용해야 한다. 특히 빗길 미끄럼사고 다발구간, 결빙 취약구간, 소음 취약구간 등에 우선 적용하는 것을 검토하여야 하며, 기타 일반 포장구간에 대해서도 내구성, 배수, 소음저감 성능 등이 확보될 경우 발주처는 유지관리성, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 적극 검토해야 한다.

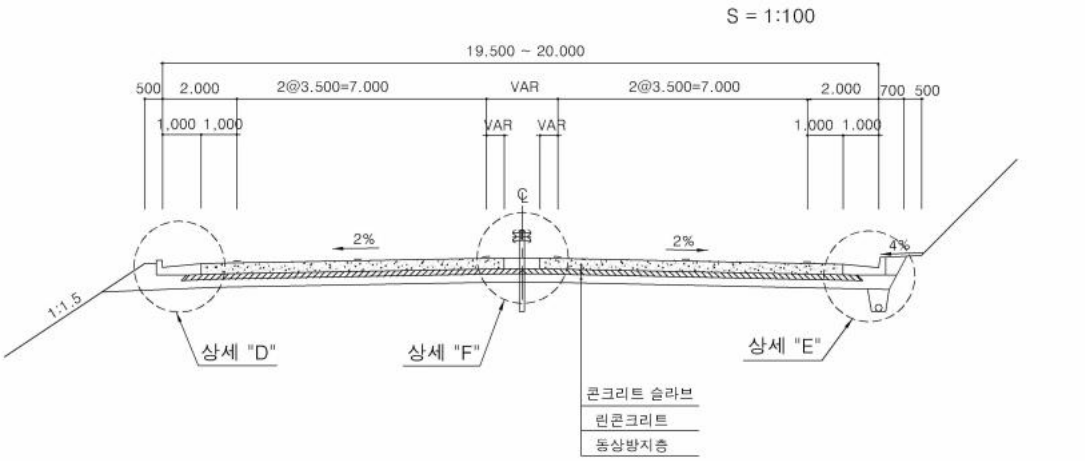
○ 빗길 미끄럼사고 다발구간의 차량 주행안전성 향상구간
- 우천시 노면에 수막이 생성되어 발생하는 미끄러짐 현상을 감소시킴
- 주행차량 인한 물튀김, 물보라를 감소시켜 주행중 시인성 향상
- 우천 시 노면표시의 시인성 향상

○ 소음 취약구간의 환경개선 구간
- 타이어와 노면의 마찰로 인하여 발생하는 교통소음의 저하
- 방음벽의 설치 높이를 낮추어 도시 미관 개선

아스팔트 콘크리트 포장

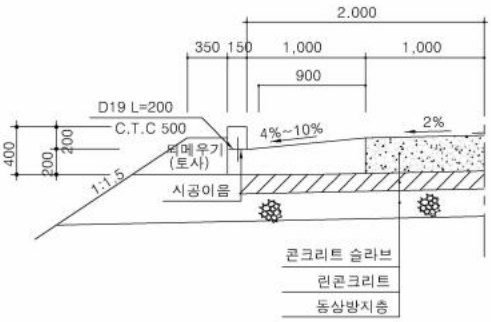

S = 1:100
19,500 ~ 20,000
2,000
7,000
VAR
7,000
2,000
1,000
1,000
3,500
3,500
3,500
3,500
1,000
500
200
500
1,000
상 세 "B"
상 세 "C"
상 세 "A"
2%
2%
1:1.5
표 층
중 간 층
기 층
보 조 기 층
동 상 방 지 층
상 세 "C"
S = 1 : 30
2,000
500
500
150
1,000
1,000
50
D19 L=200
C.T.C 500
4%~10%
2%
300
500
200
300
VAR
600
유공관
Ø=200mm
400
500
상 세 "B"
S = 1 : 30
2,000
1,000
1,000
350
150
D19 L=200
C.T.C 500
2%
4%~10%
VAR
되메우기
(토사)
시공이음
200
400
상 세 "A"
(양면 가드레일) S = 1 : 30
VAR
66
218
66
350
600
2%
2%
VAR
VAR
Ø=139,8

시멘트 콘크리트 포장



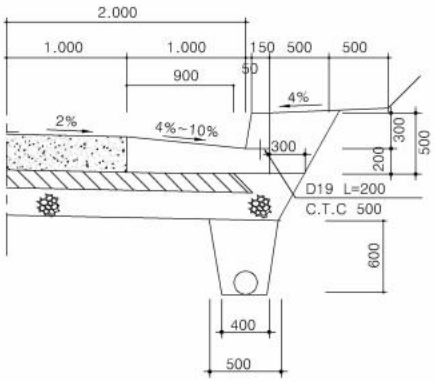
상 세 "D"

S = 1:30



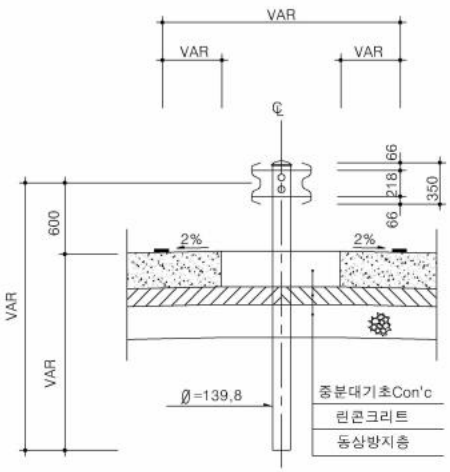
상 세 "E"

S = 1:30



상 세 "F"

(양면 가드레일) S = 1 : 30



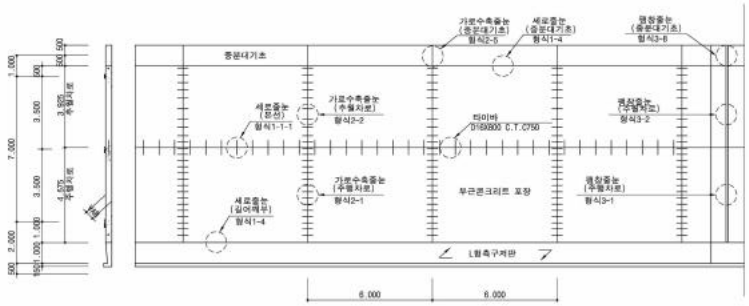
00~00 도로건설공사
제0공구 : 000~000

콘크리트포장 줄눈일반도

본 표준은 제시된 제품(공법)은 설시설계 당시 공시비 기초공액산출을 위해 참정 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 당시의 검토사포장과 상호 비교 · 검토하여 발주청(감리원)과 사전협의 후 제품, 규격, 성능 등이 동등 이상의 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있다.

양방향 4차로

평 면 도



주) 세로줄눈 중 형식1-4는 시멘트 콘크리트 포장과
시멘트 콘크리트 길어깨 포장, L형측구, 다이크,
터널포장 끝단 등 콘크리트면이 접속하는 구간에 적용

종 단 면 도



00지방국토관리청	사업명	00~00 도로건설공사		△						위치정보		도면명	콘크리트포장 줄눈일반도
	시설/공구	제0공구 : 000~000		△						축 척			
00엔지니어링(주) (주)00엔지니어링	건설분야	토목	건설단계	00설계	△			000	000	000	도면번호	7.002	편철번호	
					계정번호	날짜	계 정 내 용	과업책임자	분야별책임자	설계자			

적용표준 GED-01-1104

7.2 수량산출요령

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 시험후 세골재율을 결정한다.)

마. 콘크리트 포장구간의 교량 어프로치 슬래브는 사각별로 일반도를 작성한 후 표준도의 단위량을 참고하고, 아스팔트포장구간의 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(아스팔트 포장)로 부터 연결로로 유입되는 부분에서, 곡선부까지는 아스팔트 포장으로 하고 아스팔트 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) • 중차량 통행이 빈번한 도로 • 발주처에서 중요하다고 인정하는 도로
2등급	편장석률 20% 이하	• 2차로 이하의 일반국도 • 발주처에서 중요하다고 인정하는 도로
3등급	편장석률 30% 이하	• 2차로 이하의 지방도, 군도, 1등급 및 2등급에 해 당되지 않는 도로 등

거. 측도(부체도로)

1) 콘크리트 포장 구간 : 총두께가 40cm인 경우 20cm두께의 콘크리트 포장 및 20cm두께 보조기층으로 포설하며, 총두께가 30cm인 경우 15cm두께의 콘크리트 포장 및 15cm두께 보조기층으로 포설하며, 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 설치하며, 포장구조 계산후 적용.

2. 공종별 사항

가. 동상방지층 및 보조기층 운반, 포설 및 다짐(m^3)

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^3)

포장슬래브 양단에서 90cm 여유폭을 두는 것으로 하며, 본선포장의 중분대측은 연결시키는 것으로 한다. (생산 및 운반은 포설량의 4% 할증)

다. 시멘트 안정처리 필터층 (m^3)

시멘트 안전처리 필터층 포설량으로 산출한다.(생산 및 운반은 포설량의 4% 할증)

라. 필터층 (m^3)

필터층 포설량으로 산출한다.(생산 및 운반은 포설량의 4% 할증)

마. 콘크리트 생산 (m^3)

콘크리트 포설량으로 산출한다. (콘크리트 포설량의 4%로 할증) 구조물용 콘크리트 (절성보강슬래브, 교량접속슬래브)는 구조물공으로 이월 집계한다.

바. 콘크리트 운반 (m^3)

콘크리트 포설량으로 산출한다. (콘크리트 포설량의 4%를 할증, 구조물공 콘크리트는 1%로 할증)

1) 덤프트럭 : 기계포설 수량
2) 믹서트럭 : 인력포설 수량

사. 콘크리트 포설 및 양생 (m^3)

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

아. 철근설치공(ton)

1) 철근가공(간단) : 세로 줄눈용 타이바

2) 철근가공 및 조립(보통) : 교량접속부, 어프로치슬래브, 절성경계 보강부, 정차대, 암거보강부

3) 와이어매쉬 설치 (#8 150×150 2층) (㎡)
콘크리트 포장의 예각부 폭이 1m 이하인 곳에 와이어메쉬를 설치한다.
1.0m^{2}당 : (3.14159 × 0.004)/4 × 1.0 × 7850 × 13.3 × 2 = 2.62kg/㎡

4) 스페이샤 제작설치 : 철근콘크리트 인력포설 지역에 ㎡당으로 설치한다.

자. 비닐깔기(m^2)

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.

차. 콘크리트 포장용 거푸집(합판 4회)(㎡)

교량접속부, 연결로 접속부, 절성경계 보강부, 암거부 및 정차대등에 콘크리트 인력 포설시 사용

카. 측도(부체도로) 콘크리트 포장용 거푸집(유로폼(간단))(㎡)

측도(부체도로)등에 콘크리트 인력 포설시 사용

타. 줄눈 설치공(m)

1) 세로줄눈(형식 1)

① 본선 2차로 동시포설시(형식 1-1-1) : 본선 2차로 콘크리트 포장연장으로 산출하고, 타이바 설치 (D16 × 800, CTC 750)

② 터널 본선 2차로 동시포설시(형식 1-1-2) : 본선 2차로 콘크리트 포장연장으로 산출하고, 타이바 설치하지 않음.

③ 본선 2차로 동시포설시(형식 1-2) : 넓은 길어깨 본선포장두께 콘크리트 포장 동시포설시 적용하며 본선 2차로 콘크리트 포장연장으로 산출하고, 타이바 설치 (D16 × 800, CTC 400)

④ 본선 1차로 포설시(형식 1-3-1) : 본선 1차로 콘크리트 포장연장으로 산출하고, 타이바 설치 (D16 × 800, CTC 750)

⑤ 터널 본선 1차로 포설시(형식 1-3-2) : 본선 1차로 콘크리트 포장연장으로 산출하고, 타이바 설치하지 않음.

⑥ 중분대 기초(형식 1-4) : 중분대 연장으로 산출하고, 타이바를 설치하지 않음.

⑦ 길어깨부(형식 1-4) : 길어깨부 연장으로 산출하고, 타이바를 설치하지 않음.

2) 가로수축 줄눈(형식 2)
본선 포장 및 중분대포장은 공히 6m 간격으로 설치하며 총연장 120m 이상인 터널내 포장의 경우 진출입부 60m를 제외한 터널 내부 슬래브는 8m 간격으로 설치한다.

① 본선 2차로용(형식 2-1, 2)
슬래브 두께가 30cm이고 다웰바 간격이 30cm인 주행선과 45cm인 추월선을 더한 2차로 폭의 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^3/h 2기
시간당 작업량 = 60 × 1.5 × 0.9/1.5 = 54m^3/h
1일 생산량 = 54 × 8 × 2 = 864m^3/일
본선용(4차로) : 864/(8.0×0.3) = 360m
중분대 : 본선 간격과 동일하게 설치

② 교량접속부(형식 3-3, 3-4)

③ 아스팔트 접속부(형식 3-6, 3-7)
콘크리트 포장과 아스팔트 포장이 접하는 부분에 설치

주) 팽창줄눈과 가로수축줄눈이 동일위치에 설치될 경우 가로수축줄눈 공제

파. 스치로폴 줄눈(m)

중분대와 어프로치 슬래브, 교대와 어프로치 슬래브 사이에는 T=20mm 어프로치 슬래브와 어프로치 슬래브 사이에는 T=10mm인 스치로폴 줄눈을 사용한다.

하. 부체도로용 줄눈(m)

콘크리트 포장 두께가 40cm인경우 5m 간격, 콘크리트포장 두께가 30cm인경우 4m 간격으로 Cutting 후 실런트로 충진한다.

거. 콘크리트 포장면 연마(m^2)

[시공줄눈개소 × 6m/개소(면갈이 연장) × 포장폭(m)]의 수량을 산출한다.

너. 프라임 코팅(m^2)

1) 아스팔트 재료층과 보조기층 사이에 살포한다.

2) 살포면적 : 기층하단폭

① Dyke 부는 기층 하단폭원만 적용

② 길어깨부 수량 고려

3) 살 포 량 : 100ℓ/a(RSC-3) 할증 3% 적용

※ 「도로공사 표준시방서 9-1 프라임 코트」 참조

더. 택코팅(m²)

1) 아스팔트층(표층, 중간층, 기층) 사이에 살포한다.

2) 살포면적

① 각층포장 포설폭

② 표층과 기층사이는 기층 상단폭

③ 중간층과 기층사이는 기층 상단폭

④ 표층과 중간층사이는 중간층 상단폭

3) 살 포 량 : 30ℓ/a(RSC-4) 할증 3% 적용

러. 아스팔트 기층(㎡)

1) 포설구배 : 1:1

2) 보조기층 위에 포설하며 아스팔트 기층 두께별 포장면적으로 산출한다.

머. 아스팔트 중간층(㎡)

1) 포설구배 : 1:1

2) 아스팔트 기층 위에 포설하며 아스팔트 중간층 두께별 포장면적으로 산출한다.

버. 아스팔트 표층(㎡)

1) 포설구배 : 1:1

2) 아스팔트 중간층 위에 포설하며 아스팔트 표층 두께별 포장면적으로 산출한다.

서 길어깨 포장(㎡)

1) 쌓기부 : 표층과 동일재료 동일두께로 포설한다.

2) 깍기부 (L형 및 옹벽형 측구) : 본선포장과 동일하게 포설한다.

3) 시가지 U형 측구구간 : 본선포장과 동일

어. 크랏샤 설치 및 철거

골재를 크기별로 생산하기 위하여 설치한다.

1) 설치 : 1식으로 산출

2) 철거 : 1식으로 산출

저. 콘크리트 배치플랜트

각 공종에 소요되는 콘크리트를 생산하기 위하여 설치한다.

1) 설치 : 1식으로 산출

2) 철거 : 1식으로 산출

적용) 구조물용 배치플랜트 1기 → 120㎥, 포장용 배치플랜트 1기 → 120㎥,

처. 절삭후 아스팔트 덧씌우기 (㎡)

기존 아스팔트 포장을 절삭하고 덧씌우는 것으로, 면적으로 산출한다.

커. 골재생산(구입) 및 운반

1) 각 공종에 필요한 골재 생산 및 운반량을 산출한다.

2) 모래 및 혼합골재 운반은 15ton 덤프 80%와 25ton 덤프 20%로 구분하여 각각 수량을 산정하고, 시공시 운반송장 결과에 따라 정산한다.

3) 골재생산(현장암 유용)시 조골재 소할비는 토공으로 이월하여 처리토록 한다.

허. 소형고압 블록포장(㎡)

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) 쇄석채움 (부순모래) 및 현장 유용토

3) 재크라싱등 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(㎥)×1/0.95×0.95×2.0×1.04÷1.7 = 조골재(㎥)

② 세골재 : 보조기층 수량(㎥)×1/0.95×0.05×2.0×1.06÷1.6 = 세골재(㎥)

(※ 단 보조기층 수량(㎥)은 Net 수량 적용)

③ 세골재(스크리닝스)의 0.08mm체 통과율의 상한치는 5% 이내로 제한하고, 스크리닝스의 투입량은 혼합골재 중량의 30% 범위내로 하며, 보조기층 생산시 반드시 현장배합 설계 후 재료비율에 따라 적용하되 수량은 정산한다.

6) 동상방지층 생산시 재료분리

① 조골재 : 동상방지층 수량(㎥)×1/0.95×1.0×2.0×1.04÷1.7 = 조골재(㎥)

나. 아스팔트 밀도

1) 표층 : 2.34t/m^3

2) 기층 : 2.32t/m^3

다. 배합설계 및 시공시 유의사항

1) 배합설계

① 아스팔트 혼합물의 소성변형의 가장 큰 요인중의 하나가 과다한 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 (조립도 19m/m)	비 고
다 짐 회 수	양면각회	50(75)	50	
안 정 도	Kg	500 (750) 이상	500 이상	
흐 름 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

○ 마샬시험 기준치

- 골재의 입도 : No.4(4.75mm)체 통과량을 시방기준의 중간치 이하로 조정
- 최적 AP함량 : 배합설계 조건의 기준치를 만족하는 공통범위의 중앙값과 하한값 사이에서 결정하되 중앙값의 아스팔트량보다 0.5% 보다 많거나 적지 않도록 결정 (일반적으로 6%이하임)

② 현장수정 배합실시철저

③ 시공시

○ 혼합물이 포설 및 다짐, 온도 관리가 용이하고, 포장후 집중적인 강우의 피해를 입지 않도록 가능한 가을철에 시공(6 - 8월 시공은 가능한 억제)

○ 시방서에 명시된 혼합물의 온도 및 다짐관리를 철저히하고, 충분한 양생 실시후 교통 개방

○ 택코팅

- 역청재 살포후 수분이 건조할 때까지 충분히 양생을 실시하여야하며, 다음층 포설 완료시까지 차량 통행을 금지 시켜야하며 작업차량 운행에 따른 역청재 훼손 부위는 즉시 재살포 하여야함.

8. 교통안전시설공

목 차

8.1 설계요령

1. 도로표지와 교통안전표지
2. 시 선 유 도 표 지
3. 노 면 표 시
4. 차량방호 안전시설
5. 낙 석 방 지 시 설
6. 미끄럼방지포장 및 노면요철포장
7. 현 광 방 지 시 설
8. 비 상 주 차 대
9. 긴 급 제 동 시 설
10. 교 통 신 호 기
11. 악천후구간, 터널 및 장대교량 안전시설
12. 동물침입 방지시설
13. 도 로 조 명 시 설
14. 터널진입차단설비
15. 기 타 사 항

8.2 수량산출요령

1. 교 통 표 지 판
2. 시 선 유 도 표 지
3. 노 면 표 시
4. 가 드 레 일
5. 중 앙 분 리 대
6. 낙 석 방 지 시 설
7. 가 드 휀 스
8. 미끄럼방지포장 및 노면요철포장
9. 충 격 흡 수 시 설
10. 현 광 방 지 시 설
11. 비 상 주 차 대
12. 긴 급 제 동 시 설
13. 교 통 신 호 기
14. 악천후구간, 터널 및 장대교량 안전시설
15. 동물침입 방지시설
16. 기타사항

8.1 설계요령

1. 도로표지와 교통안전표지

가. 관련 기준

○ 도로표지관련 규정집(2018.06 국토교통부)
○ 교통안전표지설치 관리 매뉴얼(2011.12 경찰청),
○ 도로안전시설 설치 및 관리지침(2019.01 국토교통부)
○ 교통안전표지 일람표 (2014.07 경찰청)
○ 조명식 및 발광형 교통안전표지 표준지침(2018.11 경찰청)

나. 일반적기준

1) 신설노선 계획시 기존 부대시설물은 모두 철거하는 것을 원칙으로 하며 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 아래와 같은 값으로 적용한다. (도로표지 관련 규정집 2018.06 국토교통부)
① 고정하중 (부속자재 포함) ……20kgf/m^2(0.2kN/m^2)
② 풍하중

구 분 \ 형식(설계풍속)	단주, 복주 (40m/s)	편지, 현수, 문형식 (40m/s)
지 주	120kgf/m^2 (1.2kN/m^2)	110kgf/m^2 (1.1kN/m^2)
표 지 판	144kgf/m^2 (1.44kN/m^2)	196kgf/m^2 (1.96kN/m^2)

4) 단주식 표지판 설치시 지주를 관통하는 볼트로 체결후 반드시 밴드를 설치한다.
5) 각종 표지판, 가로등, 신호등 등의 지주는 도로비탈면(가드레일 외측)에 설치하는 것을 원칙으로 한다. (보도가 있을 시는 보도외측에 설치)
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 통합지주을 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(2018.11., 경찰청)」에 따라 안개가 잦은 곳, 야간 교통사고가 많이 발생하거나 발생가능성이 높은곳, 도로 기하구조가 불량하여 가시거리가 충분히 확보되지 않은 곳 등에서 기존 안전표지를 사용하여 교통안전을 확보하기 어려운 곳과 같은 장소에서 조명식 및 발광형 안전표지를 제한적으로 사용할 수 있다.

다. 교통안전 표지의 종류별 설치기준

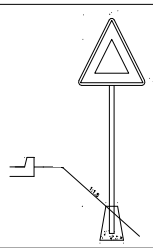
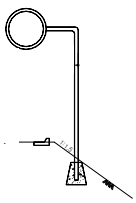
1) 교통안전표지(이하 안전표지)는 주의, 규제, 지시 및 보조표지로 나뉘며, 지주 하나에 하나씩 설치하는 것을 원칙으로 한다. 단, 동일한 장소에 2개의 표지판을 설치할 필요가 있을 경우에는 지주 상단에 원인, 그 하단에 규제표지를 부착한다.

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. 내민식의 경우에 표지의 시인성은 양호해지나, 표지를 많이 설치하는 경우에는 도로경관을 해치므로 이에 대한 검토를 통하여 적용한다.

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) 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 ø76.3mm, ø89.1mm, ø114.3mm	강관 ø219.1mm(T=8.18) (용융 아연도금)
장 점	• 시설비 저렴 • 유지관리 양호	• 시인성 양호 • 교통안전성 향상
단 점	• 시인성 불량 (가로수 및 주위환경에 영향을 받음)	• 시설비 고가
비 고	편도 2차로 이하	편도 3차로 이상
형 식		

6) 도로표지 지주의 규격은「도로표지관련 규정집(2006.5 국토해양부)」의 규정에 따른다.

7) 표지의 지주는 원형강관사용을 원칙으로 한다

8) 도로표지 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

9) 교통안전표지의 설계속도별 규격 및 지주비교

구 분	설계속도 80km/h 이상	설계속도 80km/h 미만 (2차로 국도 및 지방도, 시가지도로)
규 격	원형 : ø = 90cm 삼각 : 한변 120cm	원형 : ø = 60cm 삼각 : 한변 90cm
비 고	강관 ø 89.1mm	강관 ø 76.3mm

※ 한 개의 지주에 2개 이상의 표지판 부착시나 보조표지 부착시는 ø89.1mm, ø114.3mm 사용

10) 차높이 제한표지 설치시 차도면으로부터 5.5m, 5.7m등의 제한표지를 일률적으로 4.5m로 설계하지 아니한다

11) 교통안전표지의 분류

구 분		종 류	해당 표지번호[주)]
본표지	주의표지	도로상황 예고 노면 또는 연도상황 예고 기상상황 및 기타 주의 예고	101~109, 111~124, 135 110, 125~130, 132~134, 138~138-2 136~137, 139~141
	규제표지	통행금지 제한사항 금지사항	201~207, 210, 231 220~228 211~214, 216~219, 230
	지시표지	도로지정 통행방법지시 보행지시 기타지시	301~303, 317~318, 330~331 304~316, 326~329, 332~333 321~325 319~320
보조표지		거리, 구역, 구간 일자, 시간 표지설명 해제 기타	401~403, 417~419, 425 404~406 407~409, 412~416, 420~424 427 410~411, 428

주) 해당 표지번호에 대한 자세한 형상은 “교통안전표지설치 관리 매뉴얼(2011.12 경찰청)” 참조 교통안전표지 일람표 (2014.07 경찰청)참조

2. 시선유도표지

가. 관련 기준

○ 도로안전시설 설치 및 관리지침-시선유도시설편(2019.01 국토교통부)

나. 시선유도표시

1) 설치장소는 설계속도가 50km/h 이상인 구간, 도로 선형이 급격히 변하는 구간, 차로수나 차도폭이 변화하는 구간 등 이다.

2) 자동차전용도로 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 하되, 연속성이 있도록 하고 시선유도에 사용되는 재료는 충분한 강도가 있고 내구성이 우수하며 유지관리가 용이한 것으로 한다.

4) 설치위치는 차도 시설한계의 바깥쪽 가장 가까운 곳에 설치한다.
(길어깨 가장자리로 부터 0~200cm 되는 곳에 지형에 맞게 설치한다)

5) 설치높이는 노면으로부터 반사체의 중심까지를 90cm로 하여 설치하는 것을 표준으로 한다.

6) 직선구간의 최대설치간격은 일반국도는 40m, 고속국도는 50m로 하고 곡선부는

$S = 1.1 \times \sqrt{(R-15)}$ (R : 곡선반경)

〈시선유도표지 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

7) 일반도로에서는 양면반사체가 부착된 시선유도표지를 사용하고 4차로 이상 도로와 중앙분리대가 없는 6차로 이상 도로 등에서는 단면반사체가 부착된 시선유도표지를 사용한다.

8) 기초는 흙속매립기초 또는 콘크리트 기초를 사용한다.

9) 반사성능, 반사체의 색도, 재질 및 기타는 「도로안전시설 설치 및 관리지침(시선유도시설편 2019.01)」에 의거하여 설치한다.

다. 표지병

1) 표지병의 설치장소는 도로의 중앙선, 차로 경계선, 전용차로, 노상장애물, 안전지대 등 노면표시의 기능을 보완할 필요가 있는 곳에 설치한다..
2) 횡단보도 및 교차로 정지선 등 표지병의 설치로 인해 안전주행을 해칠 우려가 있는 지점에는 설치해서는 안된다.
3) 반사체의 색상은 흰색, 노랑색을 사용한다. 흰색은 횡단보도·진·출입램프 고어부 등 동일방향 교통류의 분리 및 경계, 노랑색은 중앙선 등 반대방향 교통류의 분리, 제한 및 지시를 표시하는 데 사용한다.
4) 표지병의 높이는 최대 30mm로 현장 여건에 적합한 높이를 가져야 한다.
5) 표지병 저면의 모양은 평면의 형태를 가져야하며 요철부의 두께는 2mm 하여야 한다.
6) 부착식 표지병은 교량구간 및 터널, 편도1차로 도로의 중앙선, 차선 등 차량과의 접촉이 잦은 지역에 설치한다. 다만, 적설지역은 제설작업에 지장을 초래할 경우 생략할 수 있다.
7) 발광형 표지병은 야간에 운용하되, 점등형으로 운영하고, 점멸형은 사용을 금지한다. 악천후시 등 점등이 필요하다고 인정될 때에는 주간에도 점등 할 수 있다.
   횡단보도 및 교차로 정지선 등 도로의 가로방향 설치를 금지하며, 표지병의 설치로 인해 안전주행을 해칠 우려가 있는 지점에는 설치하여서는 안된다. 다만, 어린이·노인·장애인 보호구역 내, 보행자의 통행이 많은 곳, 교통사고 잦은 곳의 횡단보도에는 가로 방향으로 매립형태의 점등형 표지병 설치가 가능하며, 횡단보도에 설치 될 때의 높이는 도로표면과 같아야 한다.
8) 최소설치간격
   ○ 일반구간 :
   - 직선부 : 시가지도로: 8 m (N)
     지방도로(국도 Ⅲ,Ⅳ) : 13 m (N)
     전용도로(국도 Ⅰ,Ⅱ) : 20 m (N)
     편도1차로 : N/2
   - 곡선부 : 곡선반경 크기에 따라 N/4~N/2
   ○ 진 · 출입연결로 고어부 : N/4
   ○ 교차로 좌회전차로 구간 : N/2
   ○ 횡단보도에 설치할 경우(점등형 표지병) : 2M+1(M=왕복 차로수)
   ※ 단, 설치간격은 도로의 기하구조 등에 대한 공학적 판단에 의해 조정 가능

라. 갈매기표지

1) 설치장소는 도로의 평면·종단선형이 급격하게 변화하는 구간과 같이 운전자에게 도로상황에 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. 콘크리트기초를 사용하지 않을 경우는 콘크리트기초와 동등한 지지력이 확보되도록 하여야 한다.

5) 판규격 : 45cm×60cm

○ 2차로 : 양면

○ 4차로 : 단면(중앙분리대가 있는 경우)

6) 색상

○ 바 탕 : 노란색 (초고휘도)

○ 꺽음표시 : 검정색 (무반사)

7) 갈매기표지 적용구간의 곡선반경

설계속도	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 아래 표와 같이 한다.

< 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

마. 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 표적표지

○ 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 시선유도 시설 등이다.

○ 설치위치는 노면으로부터 표지판 하단까지의 높이를 100cm로 하여 설치하는 것을 표준으로 하고, 전면에 충격흡수시설 등이 설치되는 경우에는 120cm로 한다.

○ 표지판의 규격은 40cm×40cm의 마름모형을 표준으로 한다.

○ 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 도료로 도색하는 대신 반사지를 알루미늄판에 부착한 표지를 말한다.

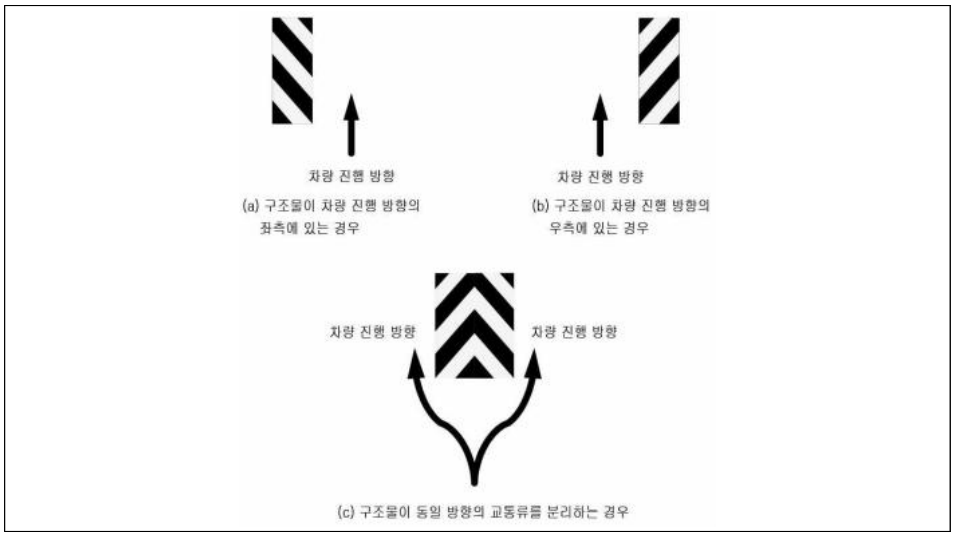
○ 구조물 도색의 경우 검정색과 노란색 도색폭원은 각각 20cm로 하며, 빗금표지의 경우 한 방향을 지시할 때의 크기는 30cm×90cm, 동일방향의 교통류를 분리하는 경우의 크기는 60cm×90cm를 표준으로 하며, 검정색과 노란색의 폭원은 각각 15cm로 한다.

○ 빗금방향은 차량 진행방향과 구조물의 위치에 따라 다음과 같이 세 가지 경우로 구분된다.

- 구조물이 차량 진행 방향의 좌측에 있을 때에는 우하단 모서리에서 좌상으로 45도 각도로 그린 선의 윗부분이 검정색이 되도록 도색

- 구조물이 차량 진행 방향 우측에 있을 때에는 좌하단 모서리에서 우상으로 45도 각도로 그린 선의 윗부분이 검정색이 되도록 도색
- 구조물의 동일 방향의 교통류를 분리하는 경우에는 하단부 양끝 모서리에서 '∧' 형태로 45도 각도로 그린 선의 윗부분이 검정색이 되도록 도색

<차량 진행 방향과 구조물의 위치에 따른 빗금 방향>



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 40cm 정도로 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 범위 내에서 적절한 간격을 유지할 수 있도록 설치한다.

- 중앙분리대용 방호울타리가 시작되는 시점 : 2~5m
- 교각 및 교대 주위 : 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
- 공사구간 내에서의 임시차로 대용 : 2~3m
- 진행방향을 혼동하여 중앙선을 넘어 역주행할 우려가 있는 구간 : 3~5m

3. 노면표시

가. 관련 기준

○ 교통노면표지설치 · 관리매뉴얼 (2012.11 경찰청), 교통량 등 도로특성(도로공사표준시방서(국토교통부,2015), 일반국도공사 전문시방서(국토교통부,2015), 노면색깔유도선 설치 및 관리 매뉴얼(2017.12 경찰청)을 참고한다.

나. 노면표시의 일반적 기준

○ 노면표시는 도로교통법 시행규칙 제3조 제1항 5호에서 “도로교통의 안전을 위하여 각종 주의, 규제, 지시 등의 내용을 노면에 기호, 문자 또는 선으로 도로사용자에게 알리는 표시”라고 정의하고 있으며, 설치기준은「교통노면표지설치 · 관리매뉴얼 2012.11(경찰청)」,「노면색깔유도선 설치 및 관리 매뉴얼(2017.12 경찰청)」에 준한다.

다. 종 류

○ 규제표시
- 선규제
- 통행방법 규제
- 주·정차 규제
- 노상장애물 규제

○ 지시표시
- 주차방법 지시
- 유도지시
- 횡단지시
- 방향 및 방면지시
- 기타지시

라. 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)
- 녹 색 : 추가 갈림길 차로유도를 위한 방향 및 방면 유도지시(분기점, 나들목)

○ 선의 종류 및 규격(차선도색)

< 선의 종류 및 규격 >

(단위 : cm)

선의 종류 \ 구분			도로교통법 시행규칙	표준		
				도시지역 도로	지방지역 도로	자동차 전용도로 (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 설	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)

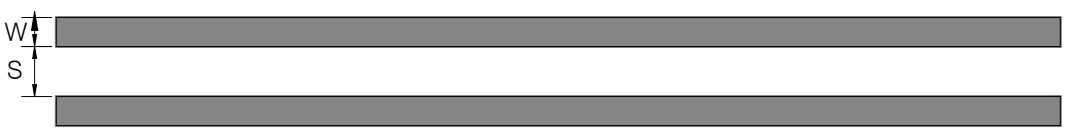
선의 종류 \ 구분			도로교통법 시행규칙	표준		
				도시지역 도로	지방지역 도로	자동차 전용도로 (고속도로)
길가장자리 구역선	실 선	너비(W)	15~20	15~20	15~20	15~20
진로변경 제한선	실선	너비(W)	10~20	10~20	10~20	10~20
		간격(s)	10~15	10~15	10~15	10~15
	점선	도색길이(ℓ_1)	300	300	300	300
		빈길이(ℓ_2)	200~300	200~300	200~300	200~300
		너비(W)	10~50	10~50	10~50	10~50
유턴구역선	점선	도색길이(ℓ_1)	50	50	50	-
		빈길이(ℓ_2)	50	50	50	-
		너비(W)	30~45	30~45	30~45	-
전용차선	실선	너비(W)	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
노면색깔 유도선	실선	길이(ℓ_1)	300~650	300~650	300~650	300~650
		길이(ℓ_2)	40	40	40	40
		너비(W)	45~50	45~50	45~50	45~50

주) 고속도로, 자동차전용도로의 경우 점선의 규격 ℓ_1, ℓ_2는 각각 800cm, 1,200cm로 한다.

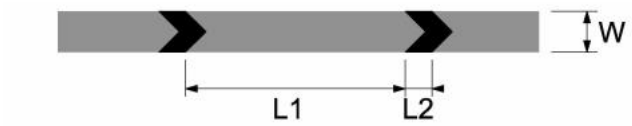
- 점 선



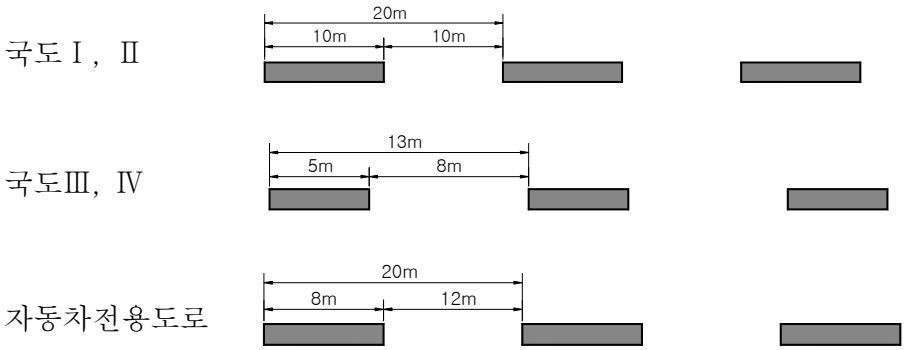
- 실 선



- 노면색깔유도선(실선)

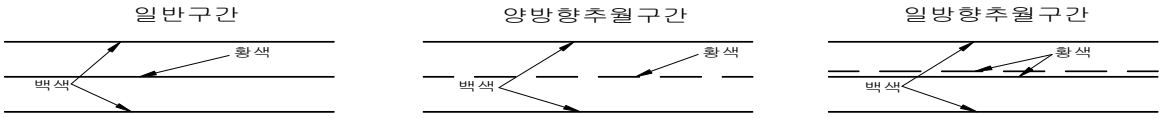


< 선의 종류 >

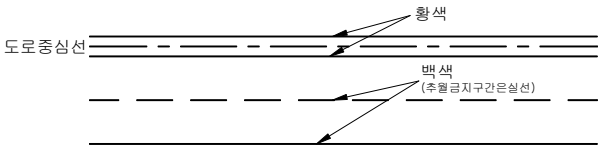


- 일반국도는 도로등급에 따라 차선중 점선의 간격은 4차로 기준인 경우 국도Ⅰ, Ⅱ는 도색길이 10m, 빈길이 10m, 국도Ⅲ,Ⅳ는 도색길이 5m, 빈길이 8m를 적용한다. 단, 자동차 전용도로는 제외한다.
- 4차로 본선에서 중앙분리대 측대선은 황색실선, 차선구분은 백색점선, 길어깨 측대선은 백색 실선으로 하며, 추월금지구간 차선구분은 백색실선으로 설치한다.
- 2차로 본선에서 중앙선은 황색실선, 길어깨 측대선은 백색실선으로 하며, 양방향 추월가능구간은 황색점선 일방향 추월가능 구간은 복선(황색실선과 황색점선)으로 설치한다.
- 노면 색깔 유도선은 입체교차로(진출로가 2개 방향으로 분리되는 구간, 진출로가 2개 차로 이상인 구간, 인접한 진출로가 1km 이내에 위치한 구간, 본선 좌측으로 합·분류가 발생하는 구간), 평면교차로(교차로 내 지장물이 설치되어 있는 구간, 좌회전 각이 예각이면서 좌회전차로가 2개 차로 이상인 구간, 직진차로가 2개 차로 이상이면서 경로가 좌측 또는 우측으로 굽어진 구간, 회전 또는 다섯 갈래 이상의 교차로 중 진출입 동선이 복잡한 구간, 기타 변형·변칙 교차로로서 교차로 내 주행중에 혼란이나 위험을 초래하는 요소가 존재하는 구간), 기타 교통사고 예방을 위하여 지방경찰청 또는 도로관리청이 설치가 필요하다고 인정하는 구간에 설치하며 입체교차로 구간은 진출로 감속차로 시점 전방 100m부터 진출 지점(노즈) 통과 후 10m까지 주행 경로에 맞게 설치하며, 평면교차로 구간은 교차로 전방 50m부터 교차로 통과 후 5m까지 주행 경로에 맞게 설치하되, 교차로 통과후 5m 이내에 횡단보도가 위치하는 경우 횡단보도 전방 1m까지만 설치한다. 실선은 분홍색(추가 갈림길은 연한녹색), 갈매기표시는 흰색으로 설치한다.

< 2차로 기준 >



< 4차로 기준 >



○ 노면표시 도색으로는 상온 및 가열식 도색, 융착식 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 >

시공법	상온식 및 가열식	융착식	상온 경화식	도포 및 살포식 (돌출형)
도료 종류	수용성형 도료	융착식 도료	상온 경화형 플라스틱 도료	기능성 도료
적용 구간	교통량이 적은 도로의 중앙선, 길가장자리 구역선	쉽게 마모되는 중앙선, 차선, 길가장자리 구역선, 정지선, 횡단보도 표시	주간의 선명도, 야간반사성능이 요구되는 지점	쉽게 마모되는 차선 및 정지선, 횡단보도

주) 1. 수용성형 도료 도색 : 일반형 도료로서 상온이나 가열상태에서 노면에 도포한다. 내구성이 떨어지고 일반적으로 건조속도는 늦은편(30분이상)이고, 수명이 타 방식에 비해 짧은 단점이 있다.

2. 융착식 도료 도색 : 내구성이 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 도료 도색 : 고착력(안정도)가 매우 크며, 주간의 선명도, 야간반사성능이 크지만, 건조속도는 10-15분으로 느리다

4. 기능성 도료(돌출형 차선) 도색 : 야간 및 우천시 돌출부에 의해 재귀반사 효과가 매우 높으며, 진동과 소음을 발생시켜 차선이탈 방지 효과가 있고 유효수명이 긴 장점이 있다. 이액형 돌출차선은 돌출부만 별도 시공이 가능하다.

마. 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, 적설 등의 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 기능 확보를 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			○	

4. 차량방호안전시설

가. 관련 기준

○ 도로안전시설 설치 및 관리지침 -차량방호 안전시설편 (2014, 국토교통부)

나. 방호울타리

1) 차량용 방호울타리

[일반사항]

① 방호울타리의 등급은 9등급으로 구분하고, 기본구간에는 SB1, SB2, SB3을 설치하고, 위험구간에는 SB4, SB5를 적용하고, 고속구간에서 특수구간이나 특수중차량의 통행이 많은 구간에는 SB5-B, SB6, SB7을 설치한다.

② 설계 및 성능기준

○ 방호울타리의 등급 및 적용

설계속도	적용구간	등 급								
		SB1	SB2	SB3	SB3-B	SB4	SB5	SB5-B	SB6	SB7
· 저속구간 60km/시 미만	- 기본구간	◎	○							
· 일반구간 60km/시 70km/시 80km/시	- 기본구간		◎	○						
	- 위험구간					◎	○			
	- 특수구간(타 도로와 교차 등) - 특수 중차량 통행이 많은 구간						◎		○	
· 고속구간A 90km/시 100km/시	- 기본구간			◎			○			
	- 위험 구간						◎		○	
	- 특수구간(타 도로와 교차 등) - 특수 중차량 통행이 많은 구간								◎	○
· 고속구간B 110km/시 120km/시 이상	- 기본구간				◎			○		
	- 위험구간							◎	○	
	- 특수구간(타 도로와 교차 등) - 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 수중추락위험구간, (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 저장시

설과 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.

⑩ 도로상에 교각, 교대, 옹벽, 교통섬 등이 있을 경우 탑승자의 안전과 구조물의 보호를 위해 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 인정되는 구간에는 설치하도록 한다.
주행속도가 높은 도로의 도로변에 도로표지, 가로등, 가로수, 전신주, 신호등, 과속단속카메라 등의 강성 시설물에 인접해 있어 차량이 충돌할 경우 탑승자의 위험뿐만 아니라 시설물의 파괴가 예상되므로 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 인정되는 구간에는 설치하도록 한다.

[쌓기구간의 노측용 방호울타리]

⑪ 쌓기구간의 경사시작점 (B.P: Break Point) 부근에 설치하는 연성 방호울타리는 지주의 수평지지력(현장지지력)을 측정하여야 하며 그 값은 실물충돌시험장에서 측정한 수평지지력의 90%이상이어야 한다. 현장지지력이 시험장지지력의 90% 이상을 확보하지 못할 경우 지주의 매입깊이 증대나 기타 보강시설 추가 등의 보강방안을 세워야 한다.

⑫ 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]

⑬ 가드레일의 단부가 발생할 경우, 단부를 길 바깥쪽으로 구부리며 실물충돌시험에 합격한 단부처리서설을 설치한다. 실물충돌시험 제품이 없는 경우 단부곡선형 레일을 시점측에서 15°이상 외측으로 8m 꺽어 설치할 수 있다.

[전이구간]

⑭ 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.

Ⅱ. 공종별 기준

○ 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		
		차량무게 (ton)	충돌속도 (km/시)	충돌각도 (°)			차량무게 (ton)	충돌속도 (km/시)	충돌각도 (°)			차량무게 (ton)	충돌속도 (km/시)	충돌각도 (°)			차량무게 (ton)	충돌속도 (km/시)	충돌각도 (°)
B	60	25	30	15	SB1	60	8	55	15	SB1	60	8	55	15	SB1	60	8	55	15
A	130		45		SB2	90		65		SB2	90		65		SB2	90		65	
					SB3	130		80		SB3	130		80		SB3	130		80	
										SB3-B	150				SB3-B	150		85	
S1	160		50		SB4	160	14	65		SB4	160	14	65		SB4	160	14	65	
S2	280		65		SB5	230		80		SB5	230		80		SB5	230		80	
										SB5-B	270				SB5-B	270		85	
S3	420		80		SB6	420	25			SB6	420	25			SB6	420	25	80	
SS	650		100		SB7	600	36			SB7	600	36			SB7	600	36		

2) 보행자용 방호울타리 (난간, 휀스)

① 설치장소

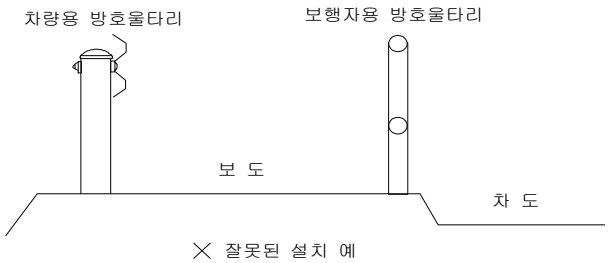
○ **간이 보도의 신설 또는 보행자의 횡단방지를 위하여 필요한 구간**

- 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

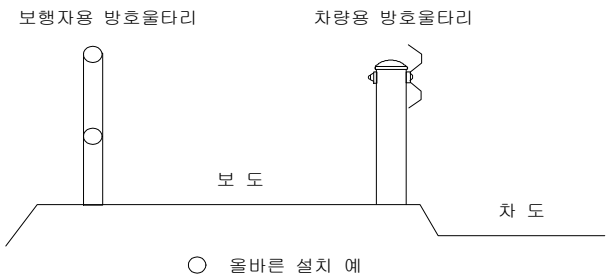
○ **보행자, 자전거 등이 길 밖으로 추락하는 것을 방지하기 위하여 필요한 구간**

- 길 바깥쪽이 위험하여 보행자, 자전거 등의 추락을 방지할 필요가 있는 구간
- 자전거 전용도로 및 보행자 전용도로에서 보행자와 자전거의 분리가 필요한 구간

○ **차량용 및 보행자용 방호울타리를 동시에 설치 할 경우**



× 잘못된 설치 예



○ 올바른 설치 예

② 설계 기준

○ 보행자용 방호울타리의 정상부 윗면에는 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 차량 방호기능은 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

○ 보도 측에 보행자용 방호울타리를 설치할 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 노면에서부터 90cm를 표준으로 하며, 동일높이로 설치하여 연속적인 시선유도가 이루어지도록 한다.

○ 재질은 차량충돌시 부러지지 않는 재료로서 시선유도봉 재질의 품질기준을 따른다.

다. 중앙분리대

○ 20m 도로폭은 중분대 설치 국도등급(Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ)에 따라 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 실물충돌시험을 통하여 성능이 검증된 제품으로 설계에 적용한다.

○ 부득이 정지시거가 미확보되는 구간에서 추돌사고의 위험보다 반대차로의 중앙선 침범 사고가 위험이 적을 경우 중앙분리대를 삭제할 수도 있다.

1) 중앙분리대용 가드레일

○ 가드레일과 콘크리트 방호벽의 연결구간은 전이구간으로 설계한다.

2) 콘크리트 방호벽

○ 중분대 설치시 팽창죠인트는 30m마다 설치한다.

○ 중분대 설치시 수축죠인트는 6.0m마다 설치한다.

○ 중분대는 기계타설로 하되 교량구간 죠인트는 교량의 죠인트부와 일치하도록 한다.

○ 중분대는 교량의 교대구간까지 설치하며 가드레일과 전이구간으로 설치한다.

○ I·C구간에서 소분리구간 시·종점부 10m는 도색을 한다.

Ⅱ. 공종별 기준

○ 교량구간 중앙분리대

- 일반교량 : 일체식(현수교, PSC Box교 등을 제외한 모든 교량)
- 특수교량 : 분리식(현수교, PSC Box교 등)

3) 개구부 설치

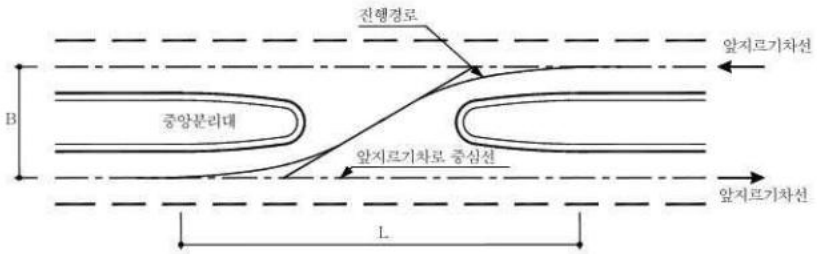
○ 설치위치

- 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

$$L = (\frac{V_p}{3.6}) \times \frac{B}{H}$$

여기서, L : 개구부의 길이(m)
V_p : 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 >

라. 충격흡수시설

1) 주행차로를 벗어난 차량이 도로상의 구조물등과 충돌하기 전에 차량의 충격 에너지를 흡수하여 정지하도록 하거나 차량의 방향을 교정하여 본래의 주행차로로 복귀시키는 기능을 한다.

2) 설치장소

① 교각, 교대 앞, 연결로 출구분기점의 강성구조물 앞, 강성 방호울타리 혹은 방음벽 기초의 단부 앞, 요금소 전면, 터널 및 지하차도입구 등에서 방호울타리를 설치할 수 없어 차량과 시설물과의 직접 충돌로 인한 인명과 시설을 보호해야 할 필요가 있는 장소에 설치한다.

3) 설치기준

① 충격흡수시설은 도로안전시설 설치 및 관리지침(2014.02 국토교통부)에 의해 설계속도에 적합 시공여부

○ 설계속도 60km/h ⇒ CC1등급

○ 설계속도 80km/h ⇒ CC2등급

○ 설계속도 100km/h ⇒ CC3등급

② 실물충돌시험에 합격한 성능이 검증된 제품을 설치한다.

마. 투석방지망

○ 도로 입체교차 구간에 상부도로 이용자의 투척물 등으로부터 하부도로 이용자의 교통사고, 인명 및 재물 피해를 방지하도록 교량 난간부에 투석방지망을 설치하도록 한다.

5. 낙석방지시설

가. 관련 기준

○ 도로안전시설 설치 및 관리 지침 -낙석방지시설 편 (2008.12, 국토교통부)

나. 설치장소

1) 낙석방지망

① 비포켓식 낙석방지망

○ 풍화진행이 빠른 연암이나 풍화암으로 구성된 절개면

○ 절취후 절개면의 표면이 고른 절개면

② 포켓식 낙석방지망

○ 경암으로 구성되어 있으나 불연속면의 이완 등으로 낙석이 예상되는 절개면

○ 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.)

다. 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.

② 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.

6. 미끄럼방지포장 및 노면요철포장

가. 관련 기준

○ 도로안전시설 설치 및 관리지침-노면요철포장편 (2011. 국토교통부)

○ 도로안전시설 설치 및 관리지침-미끄럼방지포장편 (2016. 12 국토해양부)

나. 「도로안전시설 설치 및 관리지침(2011. 국토해양부)」에 의거 계획하며 미끄럼방지포장은 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(2011.7국토해양부)」에 준하여 적용한다.

바. 형 식

1) 도로표면에 신재료를 추가하는 방식은 이격식 처리방식(1-3 또는 3-6방식)을 지양하고 전면식처리방식을 원칙으로 한다.

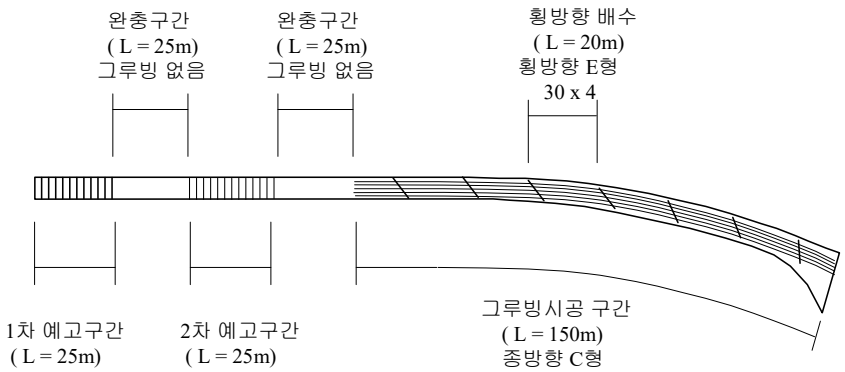
2) 표면의 재료를 제거하는 형식은 그루빙 방식을 원칙으로하고 숏블라스팅 또는 노면평삭방식도 할 수 있다.

3) 그루빙(Grooving)방식은 u형식과 v형식으로 적용한다.

① 표준규격(예)



② 시공상세도



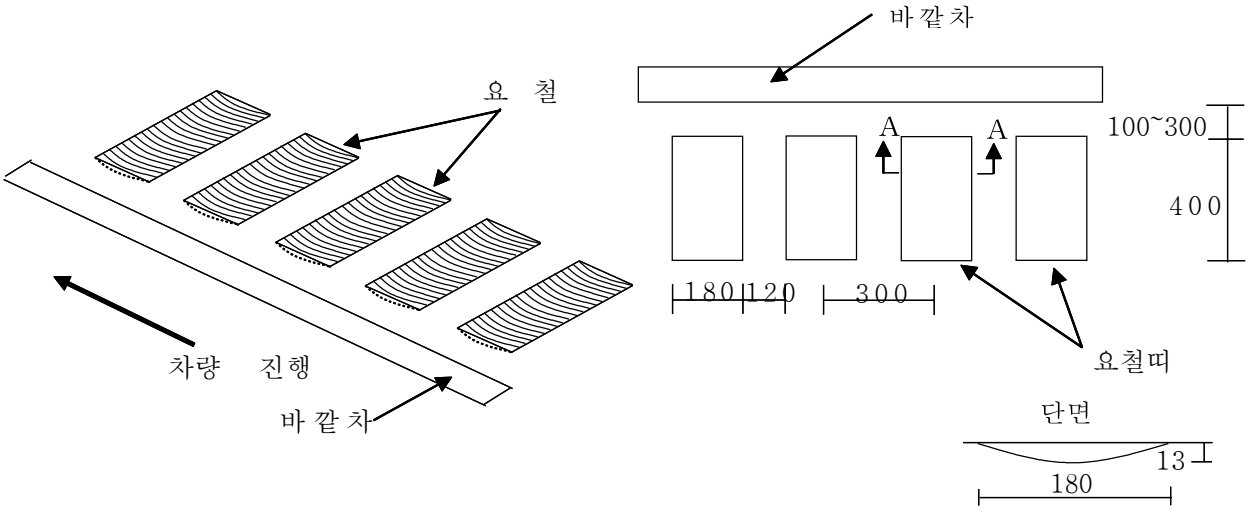


4) 노면요철포장형식은 시공성과 소음 및 진동효과, 내구성등이 우수한 절삭형의 설치를 기본으로 하고 중앙선 또는 도시지역 및 취락지등 소음 및 진동으로 인한 생활환경의 침해가 예상되는 구간에는 다짐형을 설치할 수 있다.

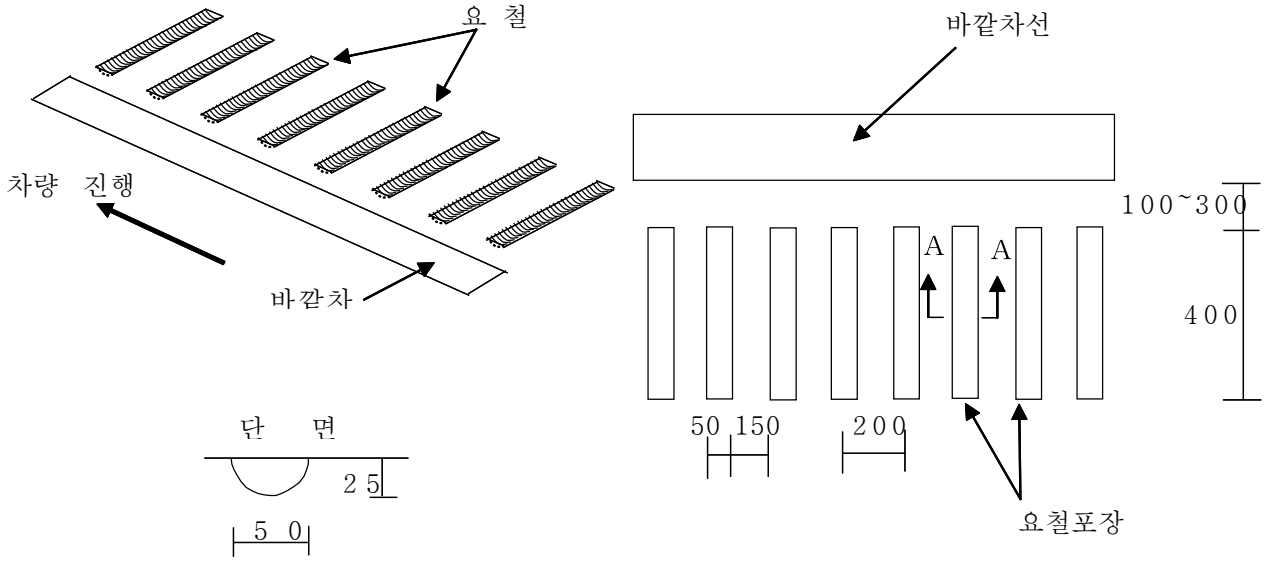
5) 일반적으로 그루빙에는 홈의 형상에 따라 u형이나 v형을 설치할 수 있다.

Ⅱ. 공종별 기준

▨ 절삭형



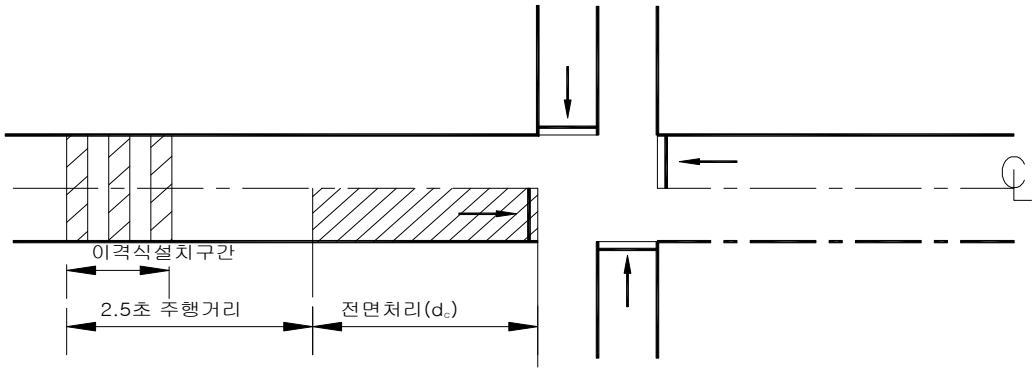
▨ 다짐형



사. 교차로, 횡단보도 접근부 (전면처리 최소길이)

(단위 : m)

내리막경사(%) / 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" >

7. 현광방지시설

가. 관련 기준

○ 도로안전시설 설치 및 관리지침-차량방호안전시설편 (2014.2 국토교통부)

나. 현광방지시설은 야간에 대향차로에서 다가오는 차량의 전조등으로 인한 운전자의 눈부심을 막아 주기 위한 시설을 말한다.

다. 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 정지시거가 부족한 경우 시야확보가 필요한 구간

라. 설치위치

1) 현광방지시설은 중앙분리대의 중앙에 병설되게 설치한다.

2) 중앙분리대 양쪽에 방호울타리가 있을 경우에는 시거확보, 차도중심선의 높이와 편경사의 영향을 고려하여 적당한 쪽의 방호울타리의 지주에 설치한다.

마. 시설종류 및 설치높이

1) 식수로 현광방지 : 노면에서 1.8m, 차광각도 12°

2) 인공적인 방현시설 : 포장면에서 1.4m, 차광각도 10°

<현광방지 시설 설치 구간>

곡선반경 (m)	편경사 (%)	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

8. 비상주차대

가. 설치기준

1) 도시고속도로, 주간선도로로서 우측 길어깨의 폭원이 2.0m 미만일 경우에는 계획교통량이 적은 경우를 제외하고 설치한다.

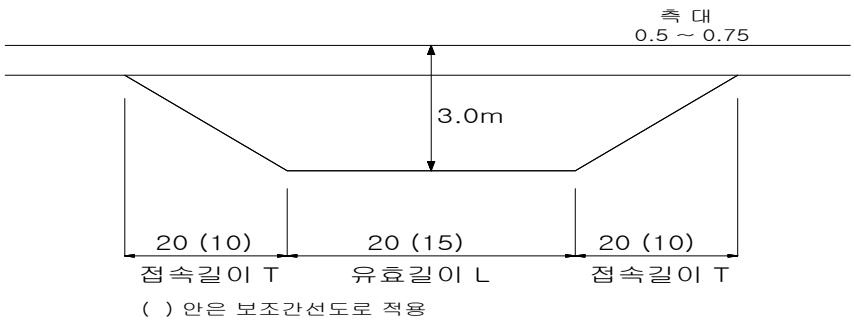
2) 기타도로에 있어서도 교통량이 많고 필요하다고 인정될 경우에는 비상주차대를 설치한다

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 >

9. 긴급제동시설

가. 관련 기준

○ 도로안전시설설치 및 관리지침-긴급제동시설편(2008.12 국토교통부)

나. 긴급제동시설은 설치장소와 지형적 여건 등을 종합적으로 검토하여 안전하고 원활한 통행을 확보할 수 있도록 산지부 급경사로 인해 필요하다고 인정되는 구간에 설치한다.

다. 긴급제동시설은「도로안전시설설치 및 관리지침-긴급제동시설편(2008.12 국토교통부)」에 의거 계획 및 설치한다

라. 설계기준

1) 연결로의 진입속도 : 자동차의 안전한 긴급제동을 위한 연결로 진입속도는 130~140킬로미터/시로 설계함을 원칙으로 하며, 지형적인 여건으로 인해 연결로의 소요길이가 충분하지 않은 경우에는 연결로 진입속도를 100킬로미터/시 까지 조정할 수 있다.

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) 연결로 : 연결로의 경사는 효과적인 긴급제동을 위해 복합경사로 구성하도록 하며, 연결로의 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 : 필요한 구동저항성의 확보를 위해 최소 1미터 이상을 바람직한 깊이로 제시한다.

5) 표지는 2km전방(거리가 확보될 경우), 1km 전방, 400m 전방에 설치하고 진입부에 진입표지를 설치한다.

6) 본선도로의 우측에 설치를 원칙으로 한다.

7) 감속시설 : 골재부설구간에서 정지못한 자동차의 이탈방지를 위해 감속원통, 이탈방지둑 등 감속시설을 설치할 수 있다.
- 감속원통 : 작은골재가 담긴 원통을 7열로 배열하는 것을 원칙으로 하며, 폭은 골재부설 구간의 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 유지하기 위해 다음과 같은 부속시설을 설치할 수 있다.
- 배수시설, 보조도로, 견인앵커, 표지, 조명시설, 표지병

10. 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) (대 / 시)	부도로 교통량(교통량많은쪽) (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 (양방향 : 대/시)	횡단보행자 (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 설치 적용한다.

※ 지자체 및 경찰청과의 협의 후 신호등 설치 및 운영방안을 결정한다.

11. 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, 안개시선유도등, 시정계

2) 눈, 비 등으로 인한 위험구간의 대상시설

- 시선유도표지, 갈매기표지, 미끄럼방지포장, 노면요철포장, 교통안전표지, 도로전광표지

3) 터널구간의 대상시설

- 터널조명, 구조물도색, 시선유도표지, 표지병, 도로전광표지, 터널 시선유도등

4) 장대교량의 대상시설

- 교량조명, 시선유도표지, 표지병, 도로전광표지, 교량용 빗금표지, 노면요철포장

12. 동물침입 방지시설

가. 관련 기준

○ 생태통로 설치·관리지침(2010, 환경부)

○ 환경친화적인 도로건설지침(2015 국토교통부 · 환경부)

나. 도로에서 야생동물의 로드킬(Road Kill)을 방지하고 생태통로로 유도하기 위해 필요한 구간에 유도울타리, 도로 침입방지벽, 야생동물 탈출구를 설치할 수 있다.

다. 표유류를 대상으로 한 울타리 설치

- 포유류를 대상으로 한 울타리 설치 시 높이규격은 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 1.5m 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 칡과 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 축구 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.

13. 도로조명시설

가. 관련 기준

○ 도로안전시설 설치 및 관리지침-조명시설편(2016.12, 국토교통부)
○ 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙(2020, 국토교통부)
○ 전기설비 기술 기준 및 판단기준
○ 한국전기협회 발행 내선규정, 배전규정
○ 한국산업표준 KSA-3701 (도로조명기준)
○ 한국전력공사의 전기공급규정

나. 조명설치대상

1) 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 도로에서는 원칙적으로 조명시설을 설치한다. 단, 연평균 일 교통량이 25,000대 미만인 경우도 필요하다고 인정될 경우에는 조명시설을 설치한다.

1) 국부조명 설치장소

(1) 자동차 전용도로 : 입체교차, 영업소, 휴게소

(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, 철도 건널목, 역 앞 광장 등 공공시설과 접해있는 곳,, 교통사고의 발생 빈도가 높은 장소

다. 도로의 노면휘도기준

도로노면의 수평면 휘도기준은 도로의 종류에 따라 다음과 같다.

<표 1> 도로 및 교통종류에 따른 도로조명등급

도로의 종류		교통의 종류와 자동차 교통량	도로조명 등급
고속도로, 자동차 전용도로	상하행선이 분리되고 교차부는 모두 입체교차로로서, 출입이 완전히 제한되어 있는 고속의 도로.	교통량[1]이 많으면서 도로 선형이 복잡한[2] 경우	M1
		교통량이 많거나 도로 선형이 복잡한 경우	M2
		교통량이 적고 도로 선형이 단순한 경우, 또는 주변환경이 어두운 경우	M3
주간선도로 보조간선도로	고속의 도로, 상하행선 분리 도로	교통제어[3]와 다른 형태의 도로 사용자[4]의 분리[5]가 부족함	M1
		교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 잘 되어 있음	M2
	주요한 도시 교통로, 국도	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 부족함	M2
		교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 잘 되어 있음.	M3
집산 및 국지도로	중요도가 낮은 연결도로, 지방연결도로, 주택지역의 주 접근도로, 사유지로의 접근도로와 연결도로	교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 부족함	M4
		교통제어와 다른 형태의 도로 사용자의 분리가 잘 되어 있음.	M5

주: 1) 교통량의 많고 적음은 연평균 일교통량(AADT) 25,000대를 기준으로 그 이상일 경우 교통량이 많은 것으로, 그 미만일 경우에는 교통량이 적은 것으로 본다.

2) 도로선형의 복잡함이란 도로의 기본 구조, 차량의 이동 및 시각적 환경을 의미한다. 이때 고려하여야 할 요인은 다음과 같다.
- 차선의 수, 경사면의 수
- 신호등 및 표지
- 진출입용 램프, 진입 차량, 진출 차량 등의 존재도 고려하여야 한다.

3) 교통제어란 신호등과 표지판의 존재 및 법규의 존재를 말한다. 제어의 수단은 신호등, 통행 우선권의 규칙, 우선권의 법규와 표지, 교통표지판, 방향표지 및 도로 표지 등이 있다. 이러한 수단이 없거나 빈약한 경우 교통제어가 부족한 것으로 본다.

4) 다른 형태의 도로 사용자란 예를 들어 자동차, 트럭, 저속 차량, 버스, 자전거, 보행자 등을 말한다.

5) 분리란 전용차선의 방법이나 한 가지 또는 그 이상의 교통 형태에 대한 제한을 가하는 것으로 이루어질 수 있다. 이러한 분리가 있다면 낮은 등급의 조명을 행할 수 있다.

<표 2> 운전자에 대한 도로 노면의 휘도기준

도로조명 등급	평균노면휘도 (최소허용치) Lavg (cd/㎡)	노면상태(최소허용치)			TI (%) (최대허용치)
		건조한 노면		젖은 노면	
		종합균제도(Uo) Lmin/Lavg	차선축균제도 (Ul) Lmin/Lmax	종합균제도(Uo) (Ul) Lmin/Lmax	
M1	2.0	0.4	0.7	0.15	10
M2	1.5	0.4	0.7		10
M3	1.0	0.4	0.6		15
M4	0.75	0.4	0.6		15
M5	0.5	0.35	0.4		15

<표 3>보행자에 대한 도로 노면의 조도기준

야간 보행자 교통량	지역	조도(lx)	
		수평면조도	연직면조도
교통량이 많은 도로	주택지역	5	1
	상업지역	20	4
교통량이 적은 도로	주택지역	3	0.5
	상업지역	10	2

주 : 1) 수평면 조도는 보도 노면상의 평균조도
2) 연직면 조도는 보도 중심선 상에서 노면으로부터 1.5m 높이의 도로축과 직각인 연직 면상의 최소 조도

○ 교차로, 도로 합·분류 구간의 조명

도로조명은 도로의 교차로, 합·분류 구간이 직선구간보다 보다 높은 조명이 요구됨으로 연속조명 구간이라 하여도 교차로 합·분류구간, 횡단로는 한 단계 높여 적용할 수 있다.

○ 횡단보도 구간의 조명

연속조명의 도로조명등급이 M3-M5등급이고, 연속조명만으로 횡단보도 조명기준을 만족하지 못할 경우 횡단보도 조명을 추가 설치한다. 횡단보도 조명기구는 컷오프 배광방식을 사용하여야 하며 무조명구간은 주변의 밝기를 고려하여 설치위치를 정한다.

<표 4> 횡단보도 조명기준

조명 구간		수직면 조도(lx)		수평면 조도(lx)
		평균	최소	최소
연속조명 구간	상업지역	20~30	4	6
	주거지역/공업지역	10~20	4	
	기타지역	10~15	4	
무조명 구간		30이하	2	

주 1) 용도지역은 국토의 계획 및 이용에 관한 법률에 따름
주 2) 횡단보도 전체를 비추기 위해 수평면조도는 6 lx이상

라. 조명 방식

1) 등주(pole) 조명방식

이 방식은 도로 조명에서 가장 널리 사용되고 있는 것으로 등주에 조명기구를 설치하고, 도로를 따라 등주를 배치하여 조명하는 방식이다. 이 조명방식은 필요한 장소에 비교적 쉽게 설치할 수 있으며, 도로 선형의 변화에 따라 등주를 배치할 수 있어 곡선부 등에서의 유도성이 양호한 장점이 있다. 또한, 조명효과가 뛰어나 경제적으로 조명시설을 설치할 수 있다. 단, 입체교차로 등에서 도로 선형에 따라 등주를 설치하는 경우, 그 개수가 많아지면 도로 주위의 경관을 해치며, 선형 파악이 어려운 단점이 있다

2) 기타 특수 조명방식

(1) 하이마스트 조명방식

이 조명방식은 약 20m 이상의 높이를 갖는 장주(長柱)에 효율이 높은 조명기구를 여러 개 설치하여, 넓은 범위를 조명하는 방식으로 입체교차로 등에 적용할 수 있다.

이 방식은 조명기구를 높게 설치하기 때문에 노면상의 균제도가 우수하고, 운전자가 도로의 구조 및 교통상황 등을 먼 거리에서도 쉽게 인지할 수 있으며, 동일한 휘도를 얻기 위해 필요로 하는 장주의 설치 개수가 적게 소요되어 주간시 미관에도 양호하다.

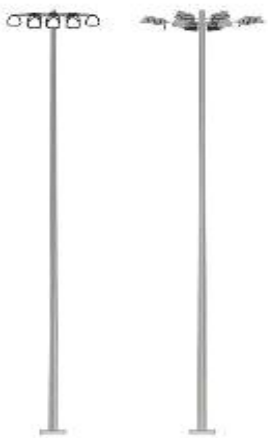
(2) 구조물 설치 조명방식

이 조명방식은 도로상 또는 도로 가까이에 구조물이 설치되어 있는 경우, 구조물에 직접 조명기구를 설치하여 도로를 조명하는 방식이다.

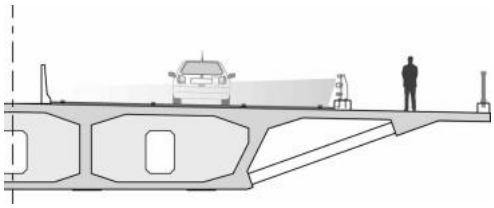
조명등주가 없어 자연 경관을 유지하는데 장점이 있으나 조명기구의 설치 위치에 제한을 받으며, 균제도와 글레어 기준을 달성하기 위해서는 광원과 조명기구의 선정에 유의하여야 한다. 조명기구가 낮은 위치에 설치되는 경우 빛 공해가 줄어드는 이점을 갖지만 기준 휘도와 균제도를 충족하기위해서 조명기구의 대수가 증가할 수 있고 공사비가 증가할 수 있다.

(3) 커티너리 조명방식

이 조명방식은 도로 상의 중앙분리대에 도로축을 따라 60 ~ 100m 간격으로 높이가 15~20m인 등주를 설치하고, 커티너리선에 조명기구를 매달아 조명하는 방식과 도심에서 구조물간 커티너리선을 가선하여 그에 조명기구를 매달아 조명하는 방식으로 조명등주를 설치하기 적절하지 않은 지역에 유호하고 조명효율도 좋은 장점이 있다.



하이마스트 조명



구조물설치(난간설치) 조명방식



커티너리 조명방식

<그림 1> 조명방식 종류

마. 조명광원

도로조명에 사용하는 광원은 LED, 고압나트륨 램프, 메탈핼라이드 램프, 콤팩트 메탈핼라이드 램프, 무전극 형광 램프 등이 있으며, 광원을 선정할 때에는 일반적으로 조명기구와 관련하여 다음 사항 및 「공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정(산업통상자원부 고시 제2014-196호)」을 고려한다.

○ 조명광원의 효율이 높으며, 수명이 긴 것

○ 광색과 연색성이 적절한 것

○ 유지 보수가 용이한 것

도로 조명에 많이 사용되고 있는 LED, 고압나트륨 램프, 메탈핼라이드 램프, 콤팩트 메탈핼라이드 램프, 무전극 형광 램프의 특징은 다음과 같다.

○ LED [light emitting diode]

LED(발광 다이오드)는 접합된 반도체에 전압을 가하는 원리로 빛을 얻는 광원이다. 소형의 광원으로 낮은 소비전력, 장수명, 연색성 높음, 다양한 색온도의 구현이 가능한 장점을 갖고 있다. 효율이 점차 증대되고 있고 유지보수의 장점이 있어 실내조명은 물론 도로조명에도 주요 조명광원으로 사용되고 있다.

○ 고압나트륨 램프

고압나트륨 램프는 효율이 높고, 수명이 길지만 연색성은 낮은 편이다. 대용량이 가능하고

광색이 등백색으로 안개 투과율이 높은 장점이 있다. 효율은 고용량일수록 높으며 비교적 수명이 길다.

○ 메탈핼라이드 램프 [metal hailde lamp]

메탈핼라이드램프는 수은램프의 효율 및 연색성을 개선하기 위해 개발된 고압방전등이다. 발광관 내부에 토륨, 인듐 및 나트륨 등의 금속 원소를 봉입하여 특유의 스펙트럼으로 강력하게 발광하도록 되어 있다. 이로 인해 뛰어난 연색성을 가지며, 효율이 높고, 광원색이 자연색에 가까워 매우 효과적이다.

○ 콤팩트 메탈핼라이드 램프 [compact metal halide lamp]

콤팩트 메탈핼라이드 램프는 메탈핼라이드 램프의 발광관을 기존의 석영관에서 세라믹 발광관으로 교체하고 내부 봉입가스를 변경하여 점등하는 형태의 램프이다. 메탈핼라이드 램프에 비하여 크기가 작으며 수명과 연색성이 개선되어, 최근 도로조명기구의 광원으로 적용이 활발히 이루어지고 있는 추세이다.

○ 무전극 형광램프

무전극 형광램프는 전극이 없이 고주파에 의한 유도방전을 이용하는 형태의 형광램프이다. 전극이 없어 수명이 길고, 고연색성의 특징을 갖고 순시기동의 특징을 갖는다.

<표 5>조명 광원 비교

구분	LED램프	고압나트륨	메탈헬라이트 램프	콤팩트 메탈 헬라이트램프	무전극 램프
규격용량(W)	25~200	100~400	100~300	100~300	100~200
효율(lux/w)	80~110	90~140	70~80	90~100	80~90
수명(h)	50,000	20,000	10,000	10,000	50,000
색온도(k)	4,000~6,000	2,100	3,700	3,700	4,000
점등성	순시	5분	5분	순시	순시

바. 조명기구

조명기구는 원칙적으로 한국산업표준(KS C 7611 도로조명기구)에 따르고, 도로의 종류 및 특성에 따라 조명성능의 달성 여부, 눈부심 제한, 빛공해 방지, 효율, 에너지 절약이 가능한 적정한 것을 선택한다

1) 눈부심 방지를 위한 조명기구 분류

조명기구의 형식은 운전자의 눈부심을 제한하는 정도에 따라 표 6 와 같이 풀 컷오프형, 컷오프형, 세미 컷오프형으로 구분된다.

○ 풀 컷오프형 기구

조명기구 배광 분포상의 수직각 90° 또는 그 이상에서 발생하는 1000 lm당 광도가 0 cd가 되는 조명기구이다. 수직각 80°에서의 광도는 1000 lm당 100 cd 이하가 되며, 매우 엄격한 상향광의 제한으로 눈부심을 억제하도록 한 기구이다.

Ⅱ. 공종별 기준

○ 컷오프형 기구

조명기구 배광 분포상의 수직각 90° 에서 발생하는 1000 lm당 광도가 25 cd 이하인 조명기구이다. 수직각 80°에서의 광도는 1000 lm당 100 cd 이하로 제한되며, 풀컷오프형보다는 수직각 90° 방향 또는 그 이상의 광도 제한을 다소 완화한 배광이다.

○ 세미컷오프형 기구

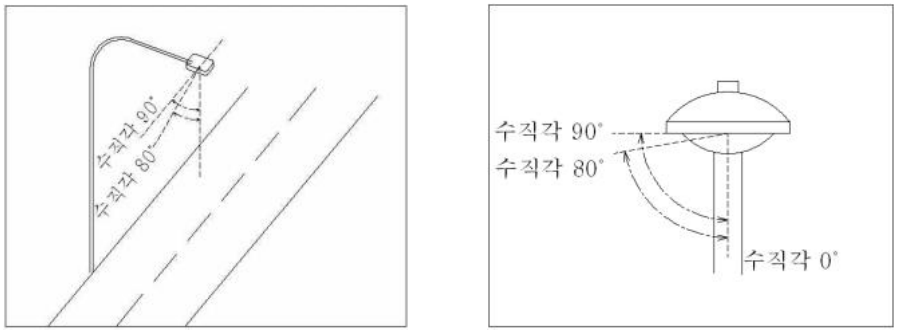
조명기구 배광 분포상의 수직각 90° 또는 그 이상에서 발생하는 1000lm당 광도가 50 cd 이하인 조명기구이며, 수직각 80°에서의 1000 lm당 광도는 200 cd 이하로 제한된다.

조명기구의 선정은 조명의 질을 결정하는데 매우 중요하므로, 조명기구의 효율과 조명률이 높아야 하며, 눈부심 제한 및 빛공해 방지에 특히 유의하여 선정하여야 한다. 눈부심을 엄격히 제한하는 풀 컷오프 방식은 조명기구를 조밀하게 배치하여야함으로 조명비용이 증가하게 됨으로 도로의 중요성을 감안하여 기구방식을 결정하여야한다. 또한 조명시설의 설치로 인해 도로 주변의 농작물 등에 영향을 주는 경우에는 그 방향의 배광 제한을 고려하여 적용한다.

<표 6> 조명기구의 컷오프 분류

단위 : cd/1000 lm

종 류 / 영 역	풀 컷오프	컷오프	세미 컷오프
수직각 80°	100	100	200
수직각 90°	0	25	50



조명기구 컷오프 분류의 각도 기준

주) 각 광도 값들은 광원 광속의 1000 lm 당 광도값[cd]으로 계산

2) 빛 공해 방지를 위한 조명기구 분류

빛공해 방지를 위한 가로등의 선정 및 설치 등의 권고 기준은 다음과 같다. 가로등의 상향광에 의해 발생하는 산란광을 방지하기 위하여, 조명환경관리구역별로 표4.7의 상향광 등급(U등급)을 갖는 가로등을 사용한다.

<표 7> 조명기구에 대한 상향광 등급

구분	조명환경관리구역			
	제1종	제2종	제3종	제4종
최대 허용 상향광 등급 (U등급)	U0	U1	U2	U3

주) 조명환경관리구역

제1종 : 과도한 인공조명이 자연환경에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역

제2종 : 과도한 인공조명이 농림수산업의 영위 및 동물·식물의 생장에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역

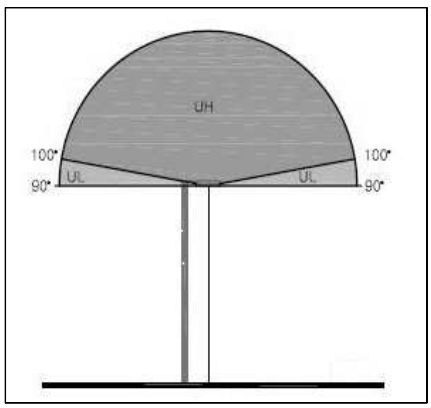
제3종 : 국민의 안전과 편의를 위하여 인공조명이 필요한 구역으로서 과도한 인공조명이 국민의 주거생활에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역

제4종 : 상업활동을 위하여 일정 수준 이상의 인공조명이 필요한 구역으로서 과도한 인공조명이 국민의 쾌적하고 건강한 생활에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 구역

<표 8> 상향광 등급(U등급)별 최대 광속

수직각별 광속 구분	상향광 등급별 최대 광속(lm)					
	U0	U1	U2	U3	U4	U5
수직각100°이상의 상향광 (UH)	0	10	50	500	1,000	>1,000
수직각 90°~100°이상의 상향광(UL)	0	10	50	500	1,000	>1,000

주) 조명기구의 수직각 90°~100° 사이 상향광속 및 수직각 100°이상에 대한 상향광속을 계산하여 아래 표의 기준을 모두 만족하는 상향광 등급을 선정함



상향광 등급의 구분

빛공해 방지를 위한 가로등의 선정 및 설치 등의 권고 기준은 다음과 같다. 가로등의 상향광에 의해 발생하는 산란광을 방지하기 위하여, 조명환경관리구역별로 표4.7의 상향광 등급(U등급)을 갖는 가로등을 사용한다.

사. 조명설계

1) 등주방식의 기구 배열 및 배치

(1) 조명기구의 설치높이(H)

조명기구의 설치높이는 균제도, 글레어 등을 파악하여 적절한 높이로 선정한다.

일반적으로 등주의 높이가 높을수록 눈부심이 감소하고, 조명기구에 의한 휘도 분포의 폭이 커져 동일한 휘도와 균제도를 얻는데 필요한 조명기구의 수를 줄일 수 있다. 그러나

노면 이외의 부분으로 향하는 빛의 양이 증가하여 전체 효율은 낮아진다. 따라서 설치 높이는 휘도 분포, 전체의 조명 효과와 경제성을 비교하여 결정한다. 도로폭이 동일한 연속되는 도로의 조명기구 설치높이는 일정하게 유지시킨다.

(2) 오버행(Oh)

오버행은 그림 2와 같이 광원의 중심과 차도 끝부분(길어깨 포함)까지의 수평거리를 의미한다. 오버행은 도로변에 식재되어있는 수목에 의하여 조명이 방해되는 경우를 제외하고는 가능한 짧게 하는 것이 미관적인 측면과 등주의 기계적 구조를 경감시킬 수 있는 점에서 바람직하다. 오버행으로 인한 조명율의 상승은 미미하다. 연속되는 도로의 조명시설에서 오버행은 일정하게 적용하는 것을 경관적 측면에서 바람직하다.

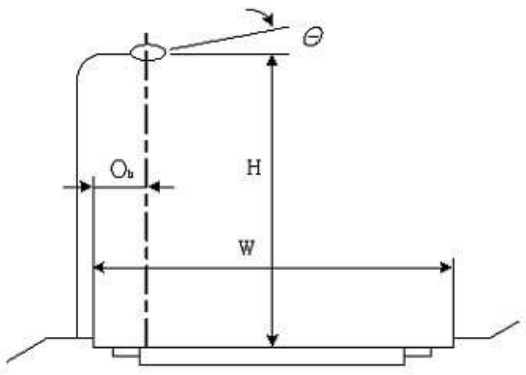
(3) 경사각도(Θ)

조명기구의 경사각도를 크게 하면 운전자의 시야에 램프의 빛이 들어오게 되어 글레어가 증가할 수 있다. 그러나 도로폭이 넓을 경우에는 노면의 균제도 유지와 조명율을 고려하여 조정되어야한다. 눈부심은 조명등의 설치높이 및 그로부의 광도에 영향이 있음으로 종합적으로 고려하여 설정하여야한다.

(4) 조명기구의 배열

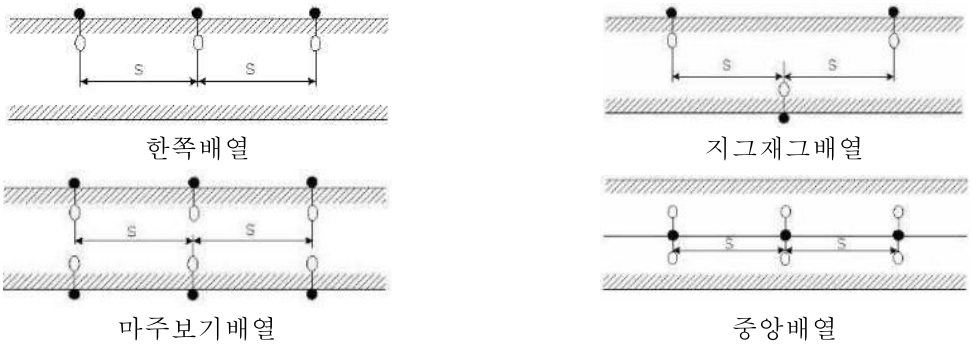
① 직선구간

조명기구의 배열은 도로의 횡단면, 차도폭, 조명기구의 배광 형식 등에 따라 한쪽배열, 지그재그배열, 마주보기배열, 중앙배열 중에서 적절한 것을 선택하여 사용한다(그림 3. 참조). 도로의 횡단면 및 도로폭에 따라서 이들을 조합하여 설치하는 것이 바람직하다. 도로의 폭이 넓은 경우에는 각각의 차도를 독립된 도로로 가정하여, 한쪽배열을 2열로 배치하거나, 중앙분리대가 설치되어 있는 경우 Y형 등주를 이용하여, 중앙배열로 적용할 수 있다. 특히, 지그재그 배열의 경우, 차선축 균제도가 다른 배열의 경우보다 낮아지는 경향이 있으므로, 도로폭이 2차선 이하의 경우에 한쪽배열이 균제도나 유도성 그리고 미관적 측면에서 바람직하다 이러한 점 등을 고려하여 설치한다.



W : 차도폭 (m)
H : 조명기구의 설치높이 (m)
O_h : 오버행(over hang) (m)
Θ : 경사각도 (도)

<그림 2> 등주 조명방식의 조명기구 설치높이, 오버행 및 경사각도



S : 설치간격 ○ : 조명기구 ● : 등 주

<그림 3> 등주 조명방식의 조명기구의 배열방식

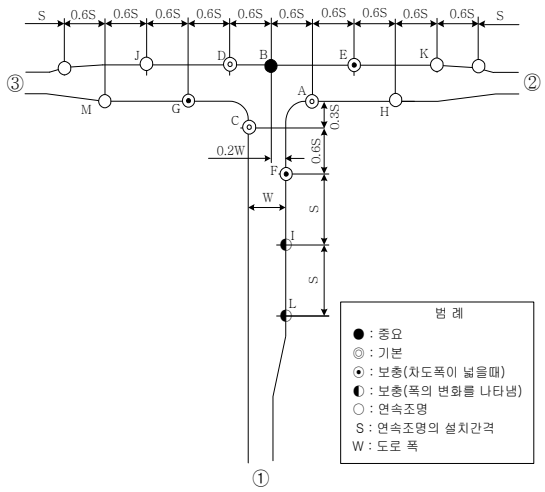
<표 9> 가로등주 배열 권장안

배열구분	차도폭과 등주 높이의 관계
한쪽	차도폭이 가로등주의 높이와 같거나 좁을 경우
지그재그	차도폭이 가로등주의 높이에 비해 1~1.5배일 경우
마주보기	차도폭이 가로등주의 높이에 비해1.5배 이상일 경우
중앙	각각의 도로에 한쪽배열로 된 것으로 본다

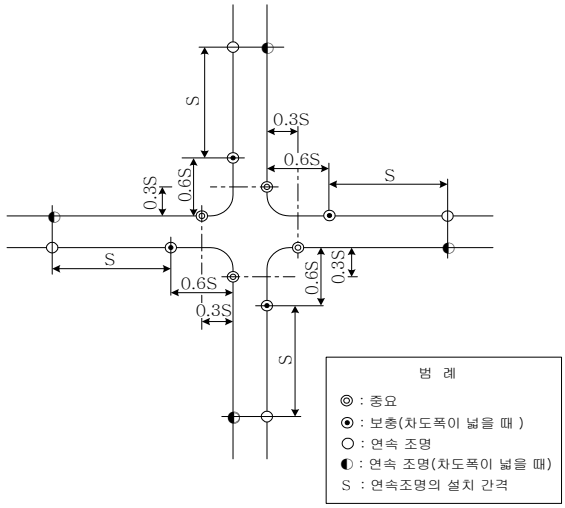
<표 10>등기구별 차도폭(W)에 따른 높이(H) 및 간격(S) 권장안

배열구분	컷오프형		세미컷오프형		논컷오프형	
	H	S	H	S	H	S
한 쪽	1.0W 이상	3H 이하	1.2W 이상	3.5H 이하	1.4W 이상	4H 이하
지그재그	0.7W 이상	3H 이하	0.8W 이상	3.5H 이하	0.9W 이상	4H 이하
마주보기	0.5W 이상	3H 이하	0.6W 이상	3.5H 이하	0.7W 이상	4H 이하
중 앙	0.5W 이상	3H 이하	0.6W 이상	3.5H 이하	0.7W 이상	4H 이하

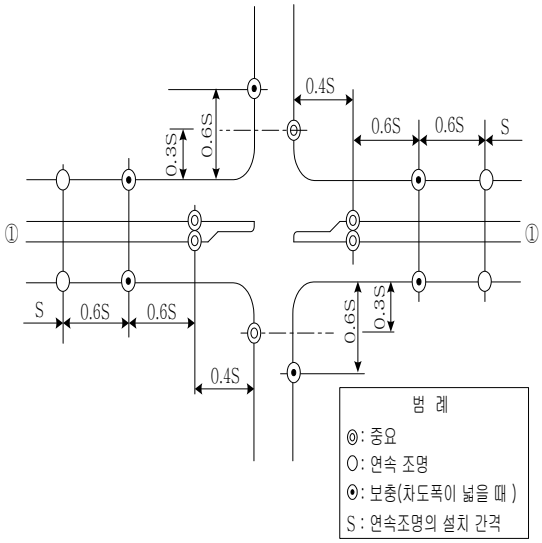
② 접속구간 및 교차로에서의 권장 조명배치(예)



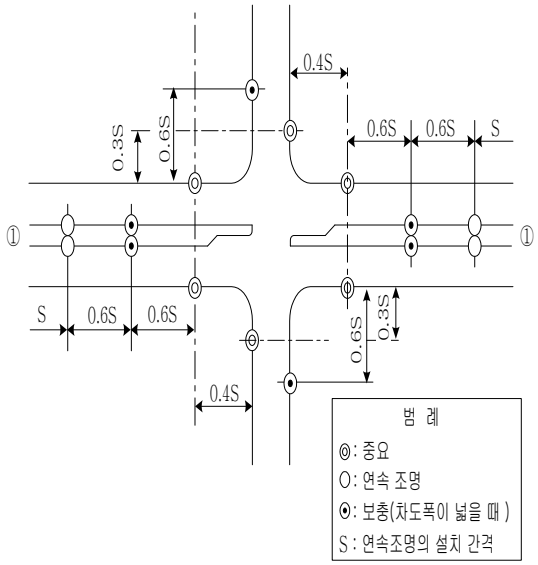
<그림 4>T자형 교차로에서의 조명기구 배치



<그림 5>도로폭이 비슷한 십자형 교차로에서의 조명기구 배치

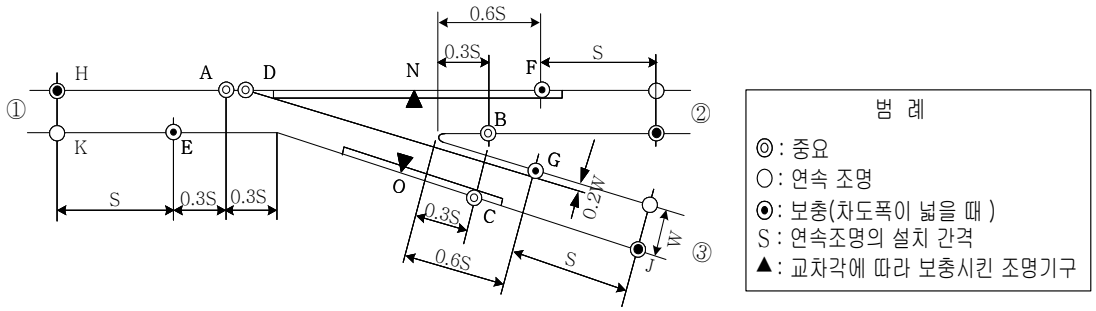


(a) 마주보기 배열

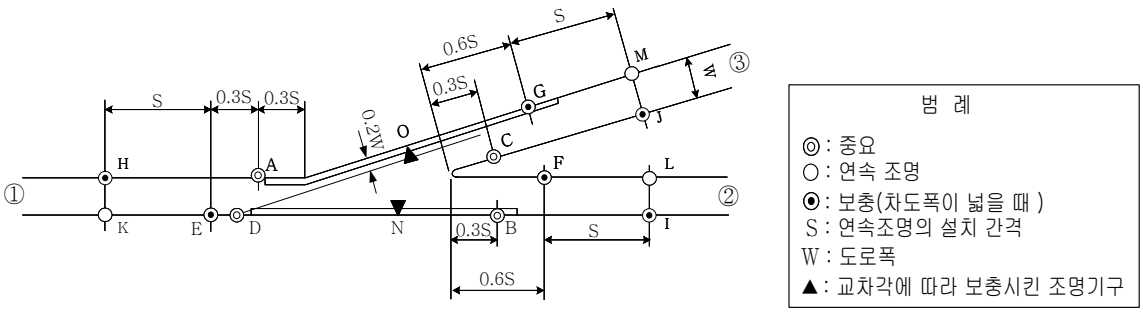


(b) 중앙 배열

<그림 6> 중앙분리대가 있는 십자형 교차로에서의 조명기구 배치



<그림 7> 오른쪽으로 분기하는 지점에서의 조명기구 배치



<그림 8> 왼쪽으로 분기하는 지점에서의 조명기구 배치

2) 보수율 기준

조명시설은 설치이후 조명기구 광출력 저하에 따른 노면의 평균휘도 감소를 고려하여 설계되어야 한다. 이러한 광출력 저하의 원인은 초기 설치 후 시간이 경과함에 따른 램프 광속의 감소와, 차량 배기가스, 대기 중 먼지 등의 오염물질로 인한 조명기구 외벽의 오염 등이 있다. 따라서 조명시설의 설계 시에 도로조명의 오염 상황이나 광속 감소의 정도를 감안하여 상황과 장소에 적절한 보수율(MF : Maintenance Factor)이 적용되어야 한다.

보수율은 조명시설을 일정 기간 사용한 시점에서의 휘도 및 조도의 출력과 처음 새로 설치했을 때의 휘도 및 조도 출력간의 비로 정의한다.

$$MF = \frac{E_m}{E_n}$$

여기서, Em : 유지(일정기간 경과 후) 휘도 또는 유지 조도 이며, En : 초기 휘도 또는 초기 조도이다.

각기 다른 조명기구 및 환경 조건에 대한 보수율을 계산하고 지정된 유지보수 계획을 고려함으로써 일정 시간이 경과한 조명기구의 조도 상태를 예측할 수 있다.

보수율은 다음 여러 계수의 곱이다.

MF = LLMF × LSF × LMF

여기서, LLMF(Lamp Lumen Maintenance Factors) : 램프 광속 유지계수

LSF(Lamp Survival Factors) : 램프 수명계수

LMF(Luminaire Maintenance Factors) : 조명기구 유지계수

위 계수들의 크기는 램프, 조명기구, 환경 및 사용시간에 따라 다르다.

LLMF의 정확한 선정은 제조업체의 데이터를 이용해야 하나, 대표적인 데이터를 표 11에 제시하였다.

Ⅱ. 공종별 기준

LSF의 정확한 선정은 제조업체의 데이터를 이용해야 하나, 대표적인 데이터를 표 12, 에 제시하였다.

LMF의 정확한 선정은 제조업체의 데이터를 이용해야 하나, 대표적인 데이터를 표 13. 에 제시하였다. LMF의 산정에서 오염범위의 정의는 다음과 같다.

- 낮음 : 인근에 매연 또는 분진 발생 활동이 없고, 주변 오염도가 낮은 환경으로 대게 주거지역이나 농촌지역에 국한됨. 주변 입자 밀도가 입방미터 당 150 마이크로그램을 넘지 않는 수준
- 중간 : 인근에 보통 정도의 매연 또는 분진 발생 활동이 있고, 교통량이 보통에서 많은 환경. 주변 입자 밀도가 입방미터 당 600 마이크로그램을 넘지 않는 수준
- 높음 : 인근에서 발생하는 매연이나 분진이 평상시 조명기구를 둘러싸고 있는 환경

<표 11> 램프 광속 유지계수 예시(LLMF)

램프 유형	운용 시간 (단위 : 1000시간)				
	4	6	8	10	12
S	0.98	0.97	0.94	0.91	0.90
M	0.82	0.78	0.76	0.74	0.73
Q	0.87	0.83	0.80	0.78	0.76
L	0.98	0.96	0.93	0.90	0.87
FD* (Tph)	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91
(Hph)	0.82	0.78	0.74	0.72	0.71
FS*	0.91	0.88	0.86	0.85	0.84

주) 표상의 램프 약자는 다음과 같다.

S : 고압나트륨램프 FD : 직관형 형광램프

M : 메탈핼라이드 램프 FS : 콤팩트 형광램프

Q : 고압수은램프 L : 저압 나트륨램프

Tph : 삼파장 Hph : 할로포스페이트(Halophosphate)

* : 주변온도 25℃일 때의 값이므로 해당 장소의 온도 점검 필요.
램프에 대한 구체적인 자료는 제조업체에 문의.

<표 12> 램프 수명계수 예시(LSF)

램프 유형	운용 시간 (단위 : 1000시간)				
	4	6	8	10	12
S	0.98	0.96	0.94	0.92	0.89
M	0.98	0.97	0.94	0.92	0.88
Q	0.93	0.91	0.87	0.82	0.76
L	0.92	0.86	0.80	0.74	0.62
FD (Tph)	0.99	0.99	0.99	0.98	0.96
(Hph)	0.89	0.98	0.93	0.86	0.70
FS	0.98	0.94	0.90	0.78	0.50

※ 주 : 표상의 램프 약자는 다음과 같다.

S : 고압나트륨램프 FD : 직관형 형광램프

M : 메탈핼라이드 램프 FS : 콤팩트 형광램프

Q : 고압수은램프 L : 저압 나트륨램프

Tph : 삼파장 Hph : 할로포스페이트(Halophosphate)

* 램프에 대한 구체적인 자료는 제조업체에 문의.
램프 부점등시 즉시 교체하는 경우에는 LSF를 1로 한다.

<표 13> 조명기구 유지계수 예시(LMF)

IP 등급	오염 범주	노출 기간 (단위 : 년)				
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
IP2X	높음	0.53	0.48	0.45	0.43	0.42
	중간	0.62	0.58	0.56	0.54	0.53
	낮음	0.82	0.80	0.79	0.78	0.78
IP5X	높음	0.89	0.87	0.84	0.80	0.76
	중간	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82
	낮음	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88
IP6X	높음	0.91	0.90	0.88	0.85	0.83
	중간	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87
	낮음	0.93	0.92	0.91	0.90	0.90

전체 보수율은 다음의 단계적 절차에 따라 구할 수 있다.

1단계 : 적용할 램프와 조명기구를 선택한다.

2단계 : 램프의 일괄교체 주기를 결정한다.

3단계 : 2단계에서 설정한 기간에 대한 LLMF를 표 11,에서 구한다.

4단계 : 표 12,에서 LSF를 구한다(적용 가능 시).

5단계 : 조명기구의 세척주기를 결정한다.

6단계 : 조명기구의 IP 등급, 환경적 공해 범주 및 5단계에서 정한 세척주기들을 평가하여 표 13, 으로부터 LMF를 구한다.

7단계 : MF = LLMF × LSF × LMF 를 구한다.

8단계 : 초기 설계단계에서 다양한 보수율 요소들의 선택이 고려될 수 있도록 여러 가지 구성요소들을 조절해 가면서, 1~6단계의 과정을 반복하는 것이 바람직하다.

위에 제시된 1~8단계의 계산 과정을 통하여 산출된 보수율은 그 값이 너무 높을 경우에는 유지·보수비용이 과다하게 소요되고, 너무 낮을 경우에는 시설 초기의 조도 및 휘도가 높아져 설비의 설치대수 또는 설치용량 등 초기투자비용이 증가하게 된다. 따라서, 최종적으로 산출되는 보수율은 0.65~0.75의 값을 갖도록 램프의 운용시간이나 조명기구의 노출기간을 조정하는 것이 경제적으로 바람직하다. 조명등이 집중 배치되지 않는 등주조명 방식에서는 램프 수명계수는 1.0 로 하는 것이 합리적이다.

3) 조명계산 방식

(1) 계산식

도로노면의 평균휘도는 광속법으로 노면에 조사되는 광속을 노면의 면적으로 나누어 평균조도를 구한 후 이를 휘도계수로 환산하여 평균휘도를 산출하는 방식으로 다음과 같이 계산한다.

$$L = \frac{FNuM}{SWK}(cd/m^2)$$

L : 계산휘도(cd/㎡)

F : 조명기구 1개당 광원의 광속(lm)

S : 설치간격(m)

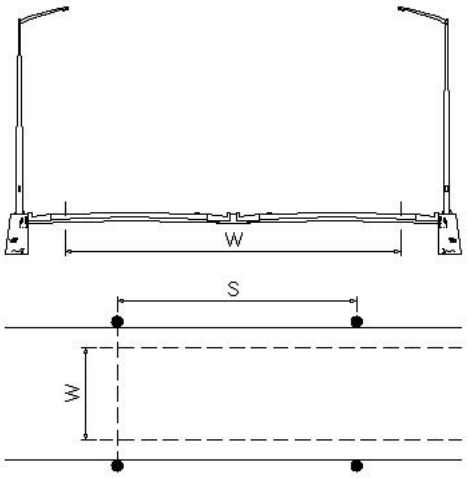
W : 차도 폭(m)

N : 조명기구 배열에 의한 계수
(한쪽배열 : 1, 마주보기배열 : 2)

u : 조명율

M : 보수율

K : 평균조도 환산계수



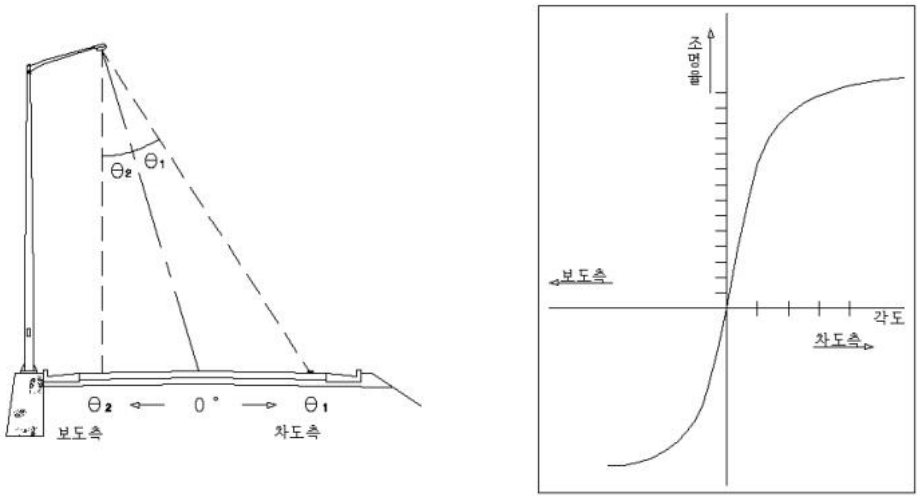
<그림 9> 등주 설치도

(2) 평균조도 환산계수

평균조도 환산계수는 평균노면조도를 평균노면휘도로 환산하는 계수이다. 노면휘도는 노면의 반사특성과 광의 조사각과 관측점에 따라 다르다. 조명계산에서는 완전확산평면에 수직으로 균일하게 입사하는 광속을 기준한다. 노면의 포장재는 크게 콘크리트와 아스팔트가 주로 사용된다. 콘크리트 포장재는 반사율의 특성이 거의 단일한 재료로 포장 초기와 사용 경과에 따라 크게 변하지 않으나 아스팔트 포장의 경우에는 재질이 여러 종류가 있으며 그에 따라 반사율이 다르며 사용 경과에 따라 반사율이 크게 다르다. 국내의 도로 노면에 쓰이는 포장재로 콘크리트는 10(lx/cd/㎡), 아스팔트는 15(lx/cd/㎡)을 적용하면 무난하다.

(3) 조명율

조명율은 등기구에서 발생하는 전광속에 대하여 도로 노면에 입사하는 광속의 비로서 계산한다. 도로노면의 입사광의 계산은 조명기구에서 발산되는 광속이 직접노면에 조사되는 광속만 계산한다. 주변의 반사에 의한 광속은 고려치 않는다. 이의 계산은 사용 등기구의 조명율 곡선표를 이용하여 구한다.



<그림 10> 가로등 광축과 직사조명율 곡선(예)

조명율을 계산하기 위해서는 조명기구의 배광 중심축(0 °)의 노면에 조사지점설정(조명기구의 경사각과 연관됨)이 필요하며 이 지점을 0 °로 하여 차도측과 보도측의 조사각도를 구한 다음 조명율표에서 각각의 조명율을 더하여 산출한다.

$$u = u_{\theta 1} + u_{\theta 2}$$

(4) 보수율

보수율의 산출은 본문 2.2 “보수율 기준”으로 산출한다.

(5) 설치간격

조명광원 규격과 조명율, 보수율, 기타 요인들이 결정되면 필요로 하는 휘도를 기준하여 설치간격을 다음 공식에 의하여 산출한다.

$$S = \frac{FNuM}{LWK}(m)$$

(6) 균제도 및 글레어 산출

종한균제도 및 차선측 균제도는 노면의 조도분포 또는 휘도 분포를 알아야 함으로 이를 수계산으로 산출은 어려움으로 조명계산 시뮬레이션으로 구한다. 평균 노면 휘도계산으로 산출한 값으로 시뮬레이션한 결과 균제도 값이 기준치에 미달한 경우에는 조명기구의 배광, 설치 높이, 배광의 중심 조사점 위치 등 제 변수들을 바꾸어서 충족되도록 하여야 한다.

4) 조명 전원설비

(1) 전원용량 산정 및 전압강하기준

부하용량 및 전압강하 설계시의 기준은 다음과 같이한다.

① 입력용량 산정기준

- LED 등 : 표시용량(W) x 1.1 (W)
- 기타방전등 : 표시용량(W) x 1.15 (W)

② 배선전압강하기준

- 인입선 및 분기선 합계 : 6 (%) 이하

③ 역율 : 90(%)

(2) 제어반 및 전원 설비

① 제어반의 설치 위치 및 개수

제어반 설치 거리 및 개수 설정은 도로의 구조에 따른 시설비와 유지관리의 편의성 등을 고려하여 설정한다. 시설비는 조명기구비와 배선비용 그리고 제어반비용으로 구성되는되 제어반 설치거리가 길어지면 개수는 적어지나 2차 배선비가 상승하게 된다. 이를 고려하여 최적거리를 산출하여야 한다.

② 인입선 방식

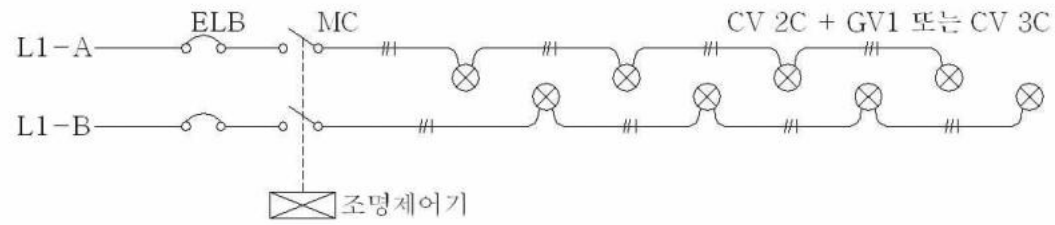
보통 단상 2선식이 많이 사용되고 효율적이나 교량이나 입체교차로 등에서 2차회로가 많고 한전으로부터 인입거리가 길어질 경우에는 3상 4선식이 유리할 경우도 있다. 설치장소의 여건 부하용량 등을 고려하여 결정하여야한다.

③ 2차회로 배선

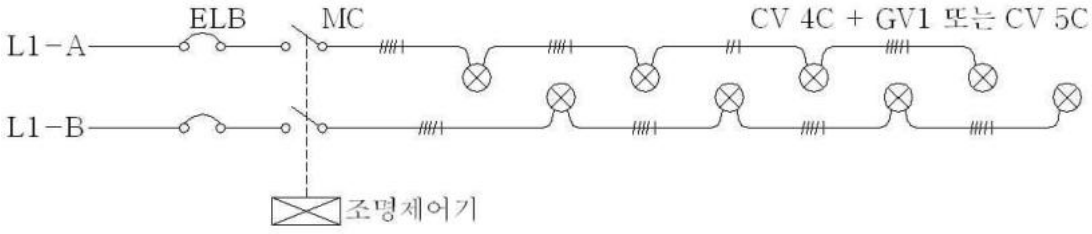
2차회로는 단상 2선식 방식이 보편적이나 부득이 배선거리가 길어지는 교량이나 입체교차로 등에서는 삼상 4선식을 사용할 수 있다. 장거리 배선에서 삼상 4선식은 단상 2선식에 비하여 배선비용을 대폭 줄일 수 있다.

조명제어를 위한 격등 제어시설을 위하여는 동일방향에 2개의 회로가 구성되어야 한다.

단상2선식 격등방식



삼상3선식 4선식 격등방식



<그림 11> 조명배선회로구성(예)

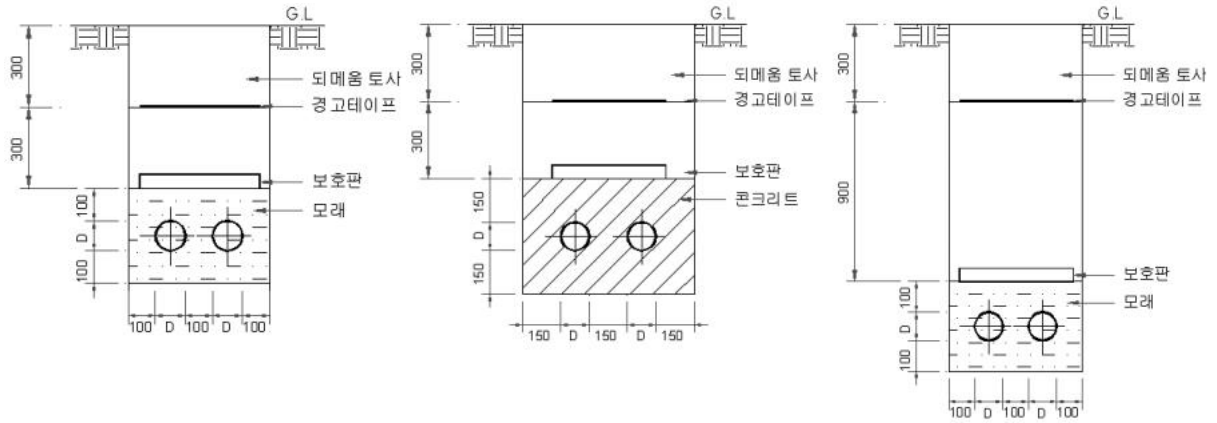
(3) 배관 배선 방식

① 케이블 규격

케이블은 XLPE전선(CV전선)을 사용하고 등주내에서 접속하여야함으로 굵기가 너무 커지면 등주내 공간이 협소하여 접속이 어려움으로 최대 굵기는 25mm² 이하로 설계하는 것이 바람직하다.

② 지중 관로시설

지중관로는 PVC 관을 사용하고 일반구간과 도로횡단구간의 매설깊이가 다르게 한다. 도로횡단구간에서 관로를 콘크리트로 보강할 경우에는 일반구간과 동일하게 할 수 있다. 다음에 관로시설 예를 도시하였다.

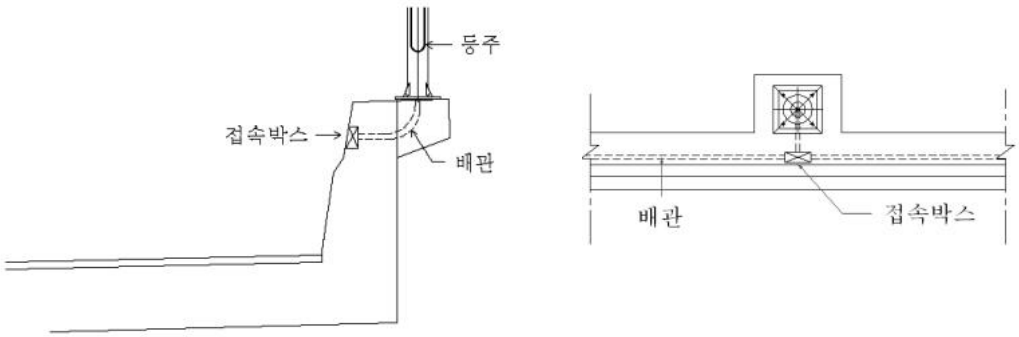


<그림 12> 토공부 가로등 관로 시설(예)

③ 교량구간 배관

교량구간의 배관은 방호벽내에 매입하고 시공 중 파손을 고려하여 금속전선관으로 한다. 그림과 같이 방호벽에 배관 접속용 접속박스를 매입 설치하여 접속하고 접속박스에서 배선의 접속은 하지 않고 등주 내에서 한다.

다만, 교량의 방호벽과 동일 재료로 시공이 어려울 경우에는 Steel Plate를 이용하여 Anchor를 방호벽에 삽입하고 설치할 수도 있다.



단면도 평면도

<그림 13> 교량부 배관 배선 사례

5) 조명 제어방식과 제어반

(1) 조명제어방식

가로등은 야간에만 필요함으로 그에 맞추어 점등제어가 필요하다. 또한 심야에는 차량이 적음으로 밝기를 낮추어 운영할 필요가 있다. 점등제어는 자동으로 제어되어야 함으로 센서방식에 따라 다음과 같다

① 일몰일출 시간에 따른 제어

미리 입력된 일몰 일출 타임머를 이용하여 점소등하는 방식, 간편하고 고장이 없으나 단점으로 흐린 날에 대한 시간 보정기능이 없다.

② 조도센서방식

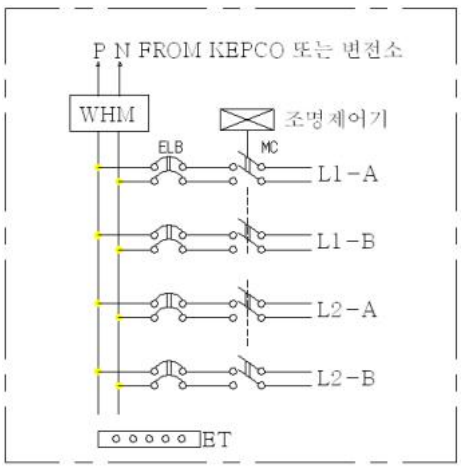
일광의 변화를 센싱하여 점소등하는 방식. 썬서 설치 위치에서 오는 오차와 외부의 광에 의한 오차 그리고 수광기의 오염에 대한 오차 등으로 많이 사용되고 있지 않음.

③ 원격제어방식

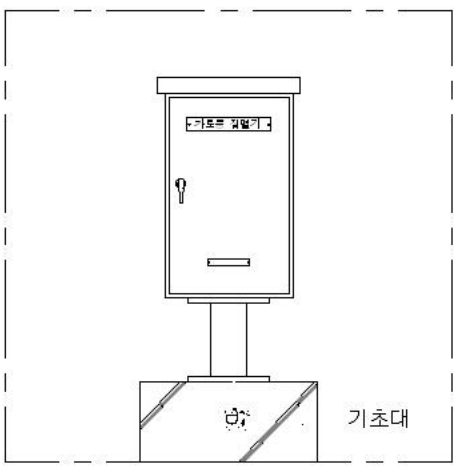
중앙센터에서(도시단위별, 제어단위별) 무선전파를 송수신하여 점소등하는 방식으로 날씨의 변화에 따른 보정이 가능하고 동시에 전체를 일괄 점소등 할 수 있는 이점.

(2) 조명제어반

조명제어반의 구성은 외함, WHM, 점소등제어기SET, 주차단기(MCCB), 분기 ELB, 전자 접촉기(MC), 전원단자대, 중성선단자대, 접지단자대, 배선 등으로 구성된다. 외함은 IP54등급 이상으로 제작되어야하고 ELB는 감도규격 30mA 0.03초, 또는 50mA 0.1초 로 한다. 제어반은 설계에 따라 맞춤 제작되어야 하나 일반구간에서는 격등 회로 단상 4회로로 구성하는 것이 기성제품을 사용하기 용이하다.



<그림 14>단상2선식 가로등 결선도(예시)



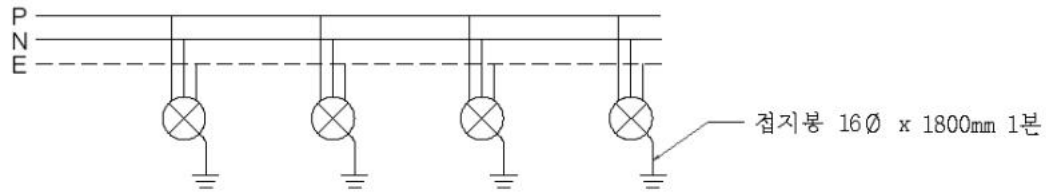
<그림 15> 제어반 설치도(예)

6) 접지

(1) 토공부에서의 가로등접지

전기설비기술기준에 의한 가로등 접지는 3종접지로 개별접지가 가능하나 가로등이 일반인의 접촉이 쉬워 감전의 우려가 있고 개별접지의 불완전성을 고려하고 낙뢰에

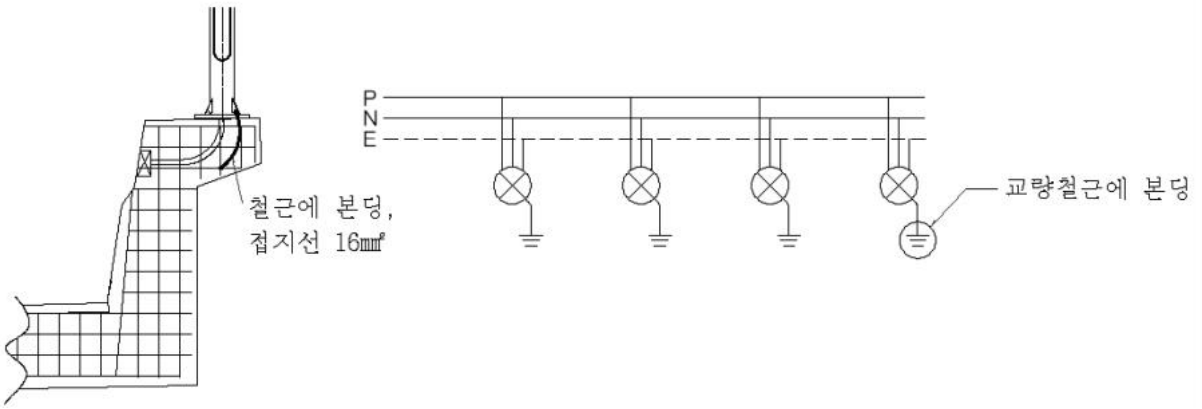
대한 피뢰를 고려하여 개별접지에 연접접지를 겸용하는 것이 바람직하다. 접지선의 최소 규격은 6mm² 이상으로 한다.



<그림 16> 토공부 가로등 접지(예)

(2) 교량부에서의 가로등접지

교량에서는 접지봉 접지가 불가능함으로 개별접지를 교량 보강철근에 접속함으서 보강한다. 교량구조믈의 보강철근은 양질의 접지극으로 볼 수 있다.



<그림 17> 교량부 가로등 접지 (예)

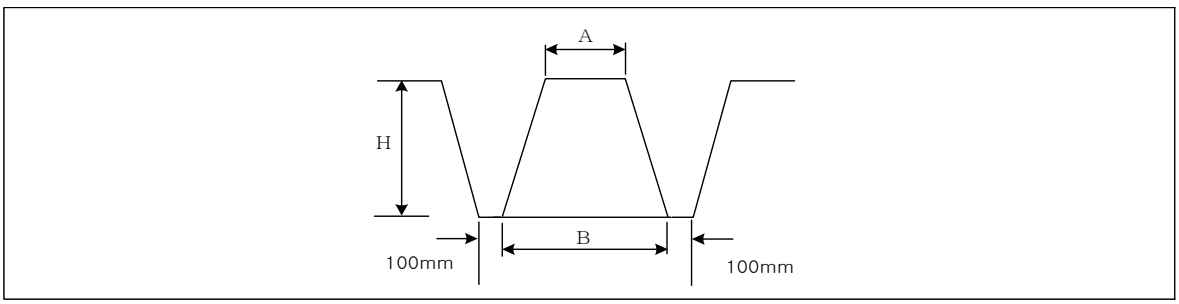
7) 가로등기초

(1) 토공부기초

기초는 주로 풍압하중을 고려하여 설계하여야한다. 그러나 설계시마다 이를 계산 입증하기는 쉽지 않음으로 다음 규격사례를 참고하여 설계한다. 기타 암반 등 특수한 경우에는 별도의 구조 검토가 이루어져야한다.

<표 15> 가로등 기초 (예시)

종 류	등주 형식		기초 규격 (A×B×H)
	높이	암 길이	
기본형	9,000	2,000	400×800×1,100
	9,000	2,300	400×800×1,100
	9,000	2,800	400×800×1,100
	10,000	2,000	400×800×1,200
	10,000	2,300	400×800×1,200
	10,000	2,800	400×800×1,200
	12,000	2,000	500×1,000×1,000
	12,000	2,300	500×1,000×1,100
	12,000	2,800	500×1,000×1,100
Y형	9,000	2,000	400×800×1,200
	9,000	2,300	400×800×1,300
	9,000	2,800	400×800×1,300
	10,000	2,000	500×1,000×1,000
	10,000	2,300	500×1,000×1,100
	10,000	2,800	500×1,000×1,300
	12,000	2,000	500×1,000×1,300
	12,000	2,300	500×1,000×1,300
	12,000	2,800	500×1,000×1,300



(2) 교량부 기초

교량부의 가로등 기초는 설계시 선행함을 원칙으로 하고 교량 설계시 가로등의 설치위치와 가로등 기구의 제원을 교량설계자에게 제공하여야 하며, 토목공사에서 시행한다.

14. 터널진입차단설비

『도로터널 방재시설 설치 및 관리지침, 제4장 경보설비』,『국도건설공사 설계 실무요령, 6. 터널공』 참조

15. 기타사항

가. 기타 본 기준에서 언급되지 않는 사항에 대해서는 도로표지관련규정집(2018.6 국토교통부), 도로안전시설 설치 및 관리지침(국토교통부)과 기타 관련시방서 및 각종지침 등 발주처의 지시에 따라 반영한다.

8.2 수량산출요령

1. 교통표지판

가. 설계기준 『1. 도로표지와 교통안전표지』 참조

나. 교통표지판은 설치위치, 규격, 개수 등을 구분 산출한다.

다. 터파기의 경사 : 1:0.3(저판 여유 : 0.3m씩)

라. 기초콘크리트 강도 : 25-18-80

마. 되메우기 및 다짐 : 터파기에서 콘크리트를 제외한 나머지

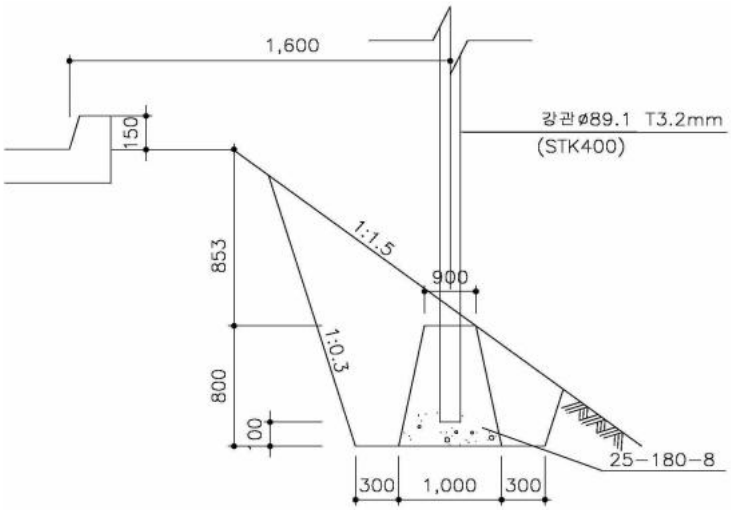
바. 거 푸 집 : 합판6회

사. 표지판 자재비

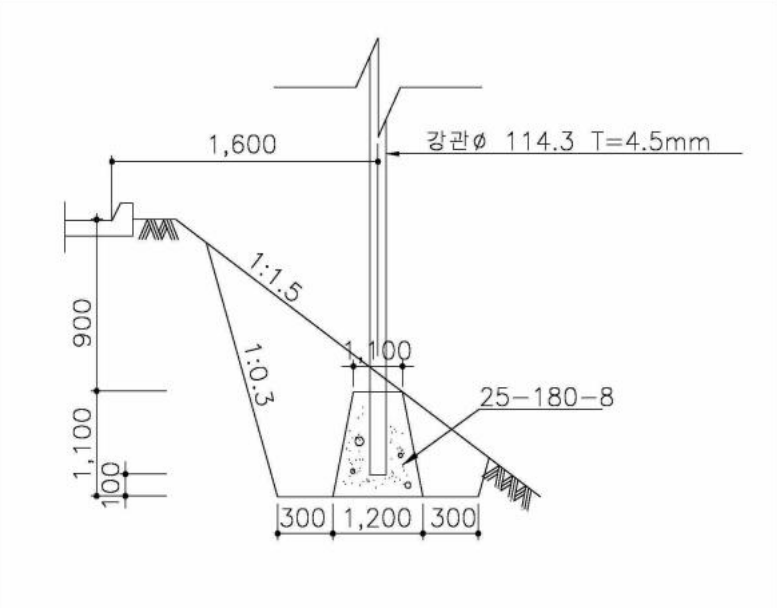
1) 형태별, 규격별로 산출한다.

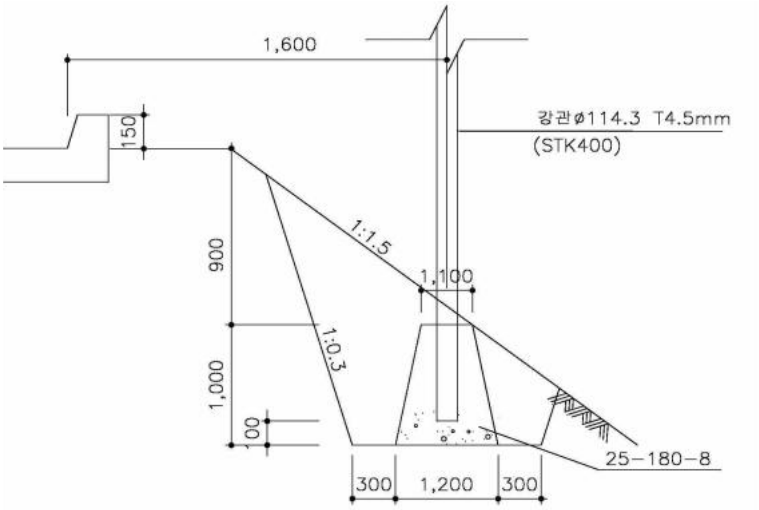
2) 견적처리 또는 단가산출한다.

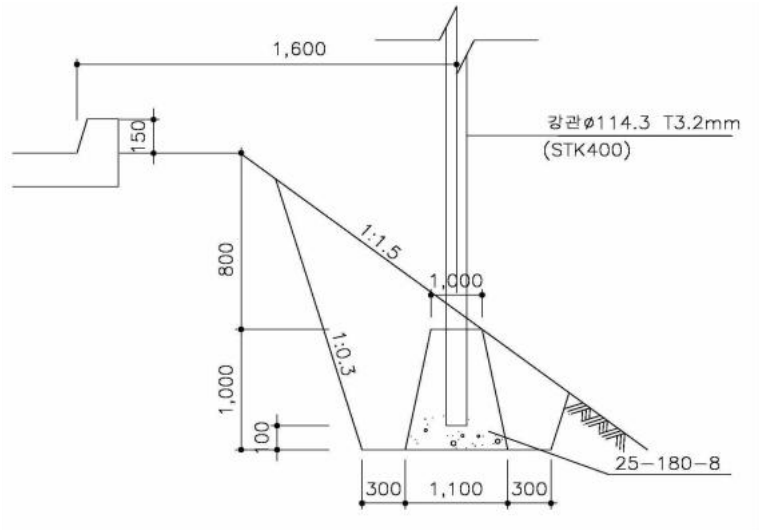
※ 교통표지판 : 개소당 (수량산출예)

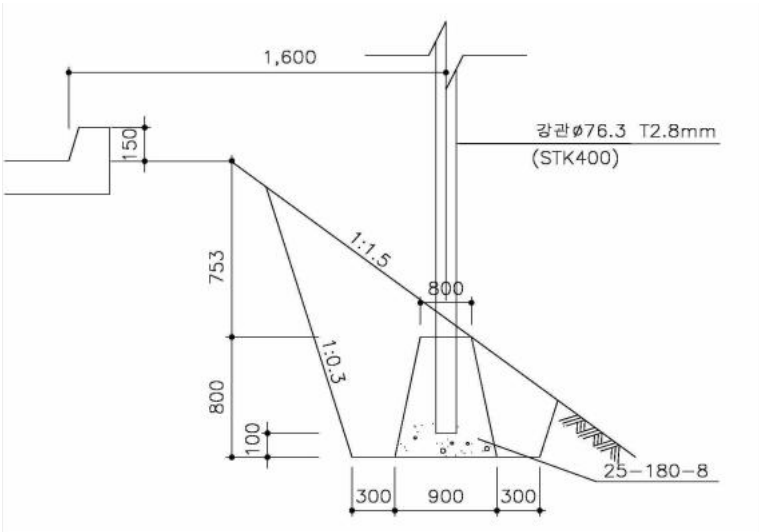
공 종	산 출 근 거	수 량
교통표지판 Φ89.1mm 형식-1 풍속40m/s 속도80km/h 이상 삼각 (1200×1039) 원형 (Φ896) 오각 (900×1080)	 (1) 터파기 {(2.08 × 2.08) + (1.6 × 1.6)} × 1/2 × 0.8 = (2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량 2.754 - {(0.9 × 0.9) + (1.00 × 1.0)} × 1/2 × 0.8 = 2.754 - 0.724 (3) 콘크리트 (25-18-80) {(0.9 × 0.9) + (1.00 × 1.0)} × 1/2 × 0.8 = (4) 거푸집 (합판 6회) [{(0.9 + 1.0) × 1/2}×{√{(0.05)^2 + (0.8)^{2}} × 4}] =	

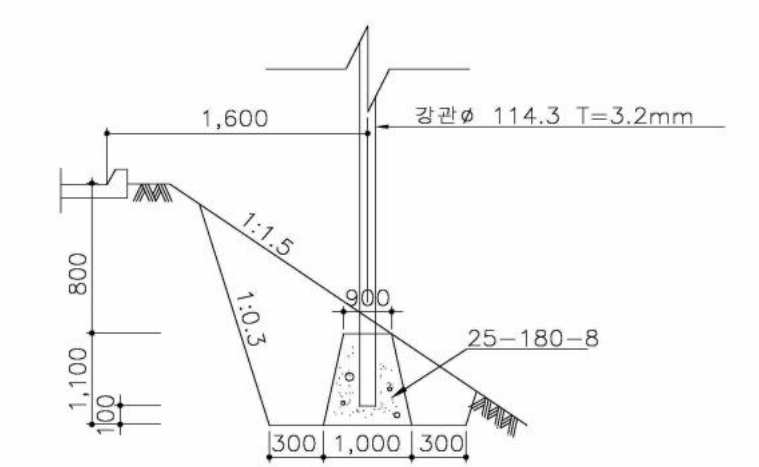
Ⅱ. 공종별 기준

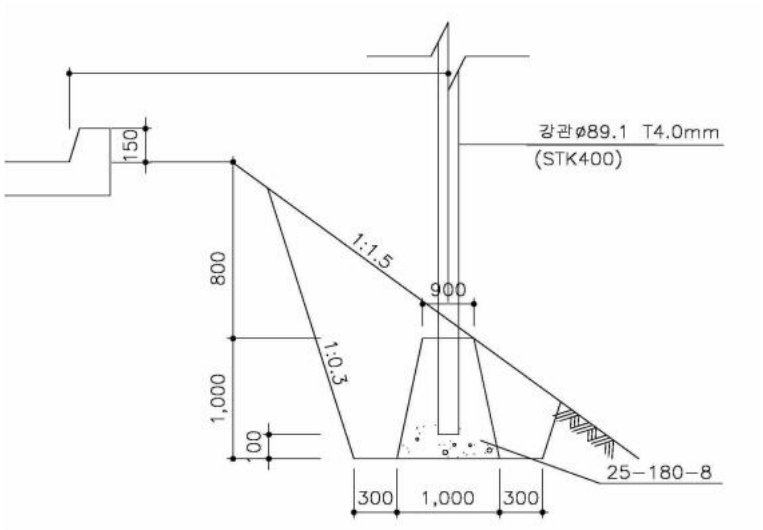
공 종	산 출 근 거	수 량
교통표지판 Φ114.3mm 형식-2 풍속40m/s 속도80km/h 이상 삼각+삼각 (1200×1039 +1200×1039) 삼각+원형 (1200×1039 +Φ896)		
	(1) 터파기 {(2.46 × 2.46) + (1.8 × 1.8)} × 1/2 × 1.1 =	5.110m³/개소
	(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량 5.110 - {(1.1 × 1.1) + (1.2 × 1.2)} × 1/2 × 1.1 = 5.110 - 1.458 =	3.652m³/개소
	(3) 콘크리트 (25-18-80) {(1.1 × 1.1) + (1.2 × 1.2)} × 1/2 × 1.1 =	1.458m³/개소
	(4) 거푸집 (합판 6회) [{(1.1 + 1.2) × 1/2}×{√{(0.05)² + (1.1)²} × 4}] =	5.065m²/개소

공 종	산 출 근 거	수 량
교통표지판 Φ114.3mm 형식-3 풍속40m/s 속도80km/h 이상 삼각+사각 (1200×1039 +1200×400)		
	(1) 터파기 {(2.4 × 2.4) + (1.8 × 1.8)} × 1/2 × 1.0 =	4.500m^3/개소
	(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량 4.500 - {(1.1× 1.1) + (1.2 × 1.2)} × 1/2 × 1.0 = 4.500 - 1.325	3.175m^3/개
	(3) 콘크리트 (25-18-80) {(1.1× 1.1) + (1.2 × 1.2)} × 1/2 × 1.0 =	1.325m^3/개소
	(4) 거푸집 (합판 6회) [{(1.1 + 1.2) × 1/2}×{√{$(0.05)^2$ + $(1.0)^{2}$} × 4}] =	4.606m^2/개소

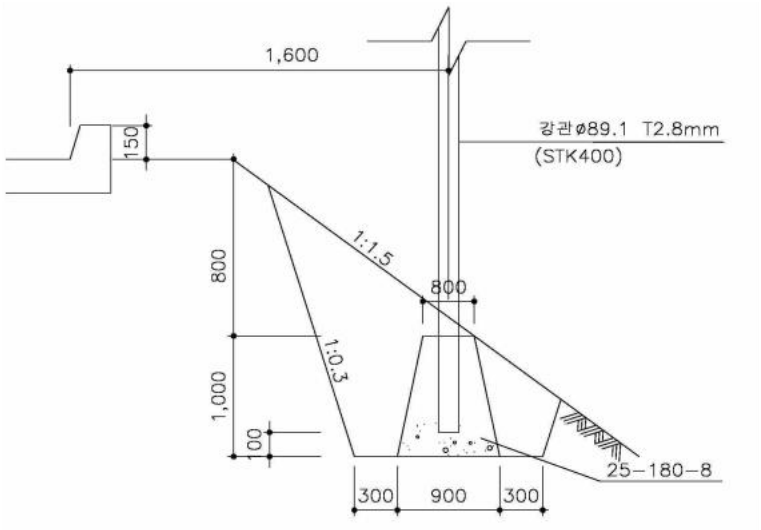
공 종	산 출 근 거	수 량
교통표지판 Φ114.3mm 형식-4 풍속40m/s 속도80km/h 이상 원형+사각 (Φ896 + 1200×400)		
	(1) 터파기 {(2.3 × 2.3) + (1.7 × 1.7)} × 1/2 × 1.0 =	4.090m³/개소
	(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량 4.090 - {(1.0 × 1.0) + (1.1 × 1.1)} × 1/2 × 1.0 = 4.090 - 1.105 =	2.905m³/개소
	(3) 콘크리트 (25-18-80) {(1.0 × 1.0) + (1.1 × 1.1)} × 1/2 × 1.0 =	1.105m³/개소
	(4) 거푸집 (합판 6회) [{(1.0 + 1.1) × 1/2}×{√{(0.05)² + (1.0)²} × 4}] =	4.205m²/개소

공 종	산 출 근 거	수 량
교통표지판 Φ76.3mm 형식-5 풍속40m/s 속도80km/h 미만 삼각 (900×779) 원형 (Φ597.2) 오각 (600×690)		
	(1) 터파기 {(1.98 × 1.98) + (1.5 × 1.5)} × 1/2 × 0.8 =	2.468m^3/개소
	(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량 2.468 - {(0.8 × 0.8) + (0.9 × 0.9)} × 1/2 × 0.8 = 2.468 - 0.580 =	1.888m^3/개소
	(3) 콘크리트 (25-18-80) {(0.8 × 0.8) + (0.9 × 0.9)} × 1/2 × 0.8 =	0.580m^3/개소
	(4) 거푸집 (합판 6회) [{(0.8 + 0.9) × 1/2}×{√{(0.05)^2 + (0.8)^2}× 4}] =	2.725m^2/개소

공 종	산 출 근 거	수 량
교통표지판 Φ114.3mm 형식-6 풍속40m/s 속도80km/h미만 삼각+삼각 (900×779 +900×779) 삼각+원형 (900×779 + Φ597.2)		
	(1) 터파기 {(2.26 × 2.26) + (1.6 × 1.6)} × 1/2 × 1.1 =	4.217m³/개소
	(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량 4.217 - {(0.9 × 0.9) + (1.0 × 1.0)} × 1/2 × 1.1 = 4.217 - 0.996 =	3.221m³/개소
	(3) 콘크리트 (25-18-80) {(0.9 × 0.9) + (1.0 × 1.0)} × 1/2 × 1.1 =	0.996m³/개소
	(4) 거푸집 (합판 6회) [{(0.9 + 1.0) × 1/2}×{√{(0.05)² + (1.1)²} × 4}] =	4.184m²/개소

공 종	산 출 근 거	수 량
교통표지판 Φ89.1mm 형식-7 풍속40m/s 속도80km/h미만 삼각+사각 (900×779 +900×400)		
	(1) 터파기 {(2.2 × 2.2) + (1.6 × 1.6)} × 1/2 × 1.0 =	3.700m³/개소
	(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량 3.700 - {(0.9 × 0.9) + (1.0 × 1.0)} × 1/2 × 1.0 = 3.700 - 0.905 =	2.795m³/개소
	(3) 콘크리트 (25-18-80) {(0.9 × 0.9) + (1.0 × 1.0)} × 1/2 × 1.0 =	0.905m³/개소
	(4) 거푸집 (합판 6회) [{(0.9 + 1.0) × 1/2}×{√{(0.05)² + (1.0)²}× 4}] =	3.804m²/개소

Ⅱ. 공종별 기준

공 종	산 출 근 거	수 량
교통표지판 Φ114.3mm 형식-8 풍속40m/s 속도80km/h미만 원형+사각 (Φ597.2 + 600×300)	 	
	(1) 터파기 {(2.1 × 2.1) + (1.5 × 1.5)} × 1/2 × 1.0 =	3.330m^3/개소
	(2) 되메우기 = 터파기 - 콘크리트량 3.330 - {(0.8 × 0.8) + (0.9 × 0.8)} × 1/2 × 1.0 = 3.330 - 0.725 =	2.605m^3/개소
	(3) 콘크리트 (25-18-80) {(0.8 × 0.8) + (0.9 × 0.9)} × 1/2 × 1.0 =	0.725m^3/개소
	(4) 거푸집 (합판 6회) [{(0.8 + 0.9) × 1/2}×{$\sqrt{}${$(0.05)^2$ + $(1.0)^2$} × 4}] =	3.404m^2/개소

2. 시선유도표지

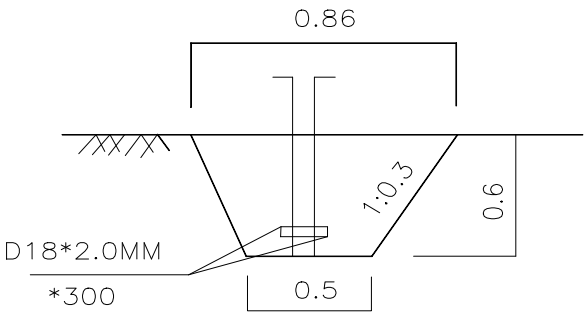
가. 데리네이타

○ 설치기준 : 설계요령 『2. 시선유도표지(데리네이타)』 참조

○ 중앙분리대용, 가드레일용, 교량용, 옹벽용, 토공용 등을 구분하여 수량을 산출한다.

○ 소분리대 반사판 : I.C 분류 노즈부에 설치한다.

○ 토공용(가이드 포스트) : 터파기, 되메우기 기준



1) 터 파 기

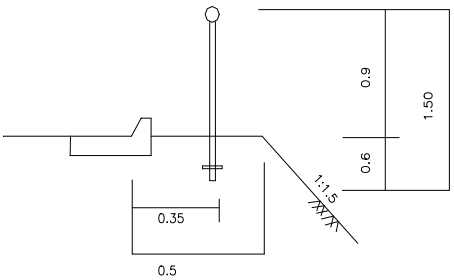
$(0.86^2 + 0.5^2) \times 1/2 \times 0.6 = 0.297 m^3/$개소

2) 되메우기

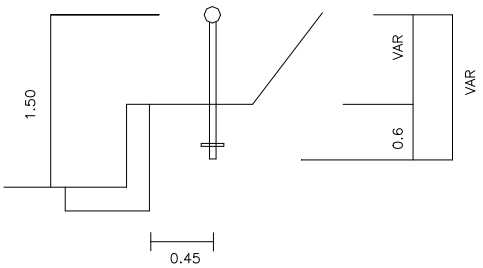
$$0.297 - [\ \frac{(0.048^2 \times \pi)}{4} \times 0.5 + \frac{(0.018^2 \times \pi)}{4} \times 0.252 \times 2] = 0.296 m^3/\text{개소}$$

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, 전용차선, 노상장애물, 안전지대 등 노면표시의 기능을 보완할 필요가 있는곳에 설치하며 개소로 수량을 산출한다.

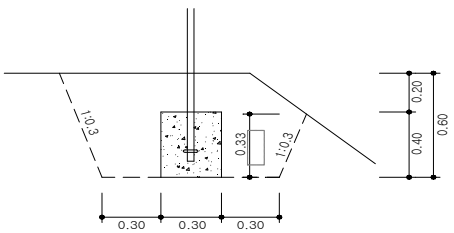
다. 갈매기표지판

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)+(1.26×1.26)}×1/2×0.60=0.719㎥/개소

(2) 되메우기(터파기-콘크리트량)

0.719 - 0.3 × 0.3 × 0.4 = 0.683㎥/개소

(3) 콘크리트(25-18-80)

0.30×0.30×0.40=0.036㎥/개소

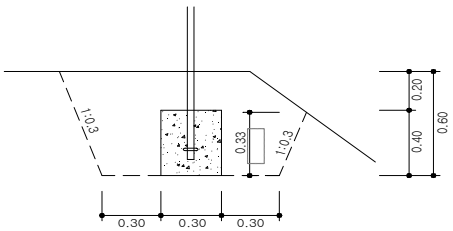
(4) 거푸집 (합판6회)

0.3×0.4×4개=0.480㎡/개소

라. 장애물 표적표지

1) 중앙분리대 시점부, 지하차도와 기둥, 교대 및 교각, 입체교차시설 진입부, 교량진입부, 터널입구, 요금소 전면, 연결로 유출부 고어, 전주 및 기타구조물, 3지교차로 시선유도시설 등에 설치하며 개소로 수량을 산출한다.

2) 기초수량 기준



(1) 터파기

{(0.9×0.9)+(1.26×1.26)}×1/2×0.60=0.719㎥/개소

(2) 되메우기(터파기-콘크리트량)

0.719-0.036=0.683㎥/개소

(3) 콘크리트(25-18-80)

0.30×0.30×0.40=0.036㎥/개소

(4) 거푸집 (합판6회)

0.3×0.4×4개=0.480㎡/개소

마. 구조물도색 및 빗금표지

1) 차량의 진행방향을 지시하여 구조물과의 충돌을 방지하는 시설물에 설치한다.

○ 구조물도색 : 검정색과 노란색 도료로 도색하며, 면적(㎡)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.

○ 규 격

- 70km/h 이상인 도로 : 70cm
- 60km/h 이하인 도로 : 40cm

3. 노면표시

가. 설치기준 : 설계요령 『3. 노면표시』 참조

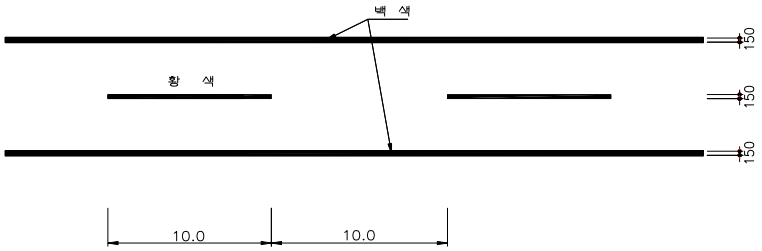
나. 백색, 황색, 분홍색, 녹색으로 구분하여 면적단위로 산출한다.

다. 포장시공중 차량 통행을 위한 임시 차선도색을 계상한다.

라. 차선도색

1) 본선이 2차로인 경우

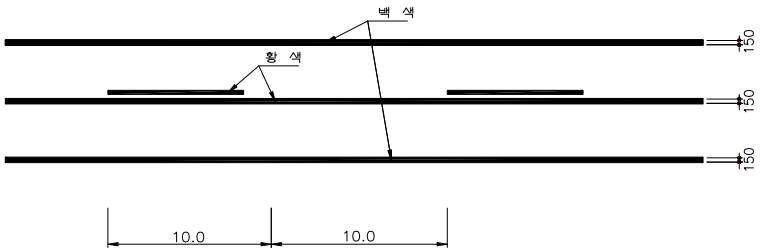
<양방향 추월 가능구간>



① 백색 : 0.15 × 2 × 1.0 = 0.30m^2/m

② 황색 : 10.0 × 0.15 × 1/20 = 0.075m^2/m

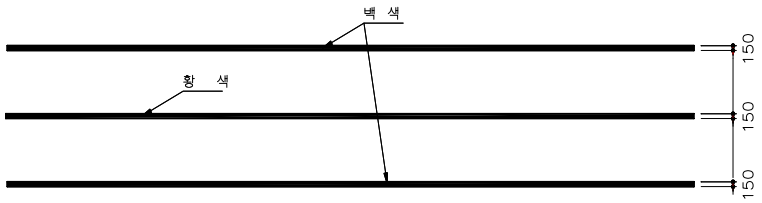
<일방향 추월 가능구간>



③ 백색 : 0.15 × 2 × 1.0 = 0.30m^2/m

④ 황색 : (0.15×1.0) + (0.15×10.0 × 1/20) = 0.225m^2/m

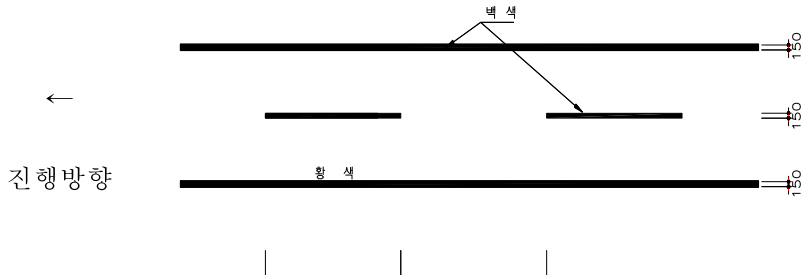
<추월금지 구간>



⑤ 백색 : 0.15 × 2 × 1.0 = 0.30m^2/m

⑥ 황색 : 0.15 × 1.0 = 0.15m^2/m

2) 본선이 4차로인 경우



① 백 색

○ 가열형 (외측 측대선 : 실선) : 0.15×1.0×2 = 0.30m^2/m

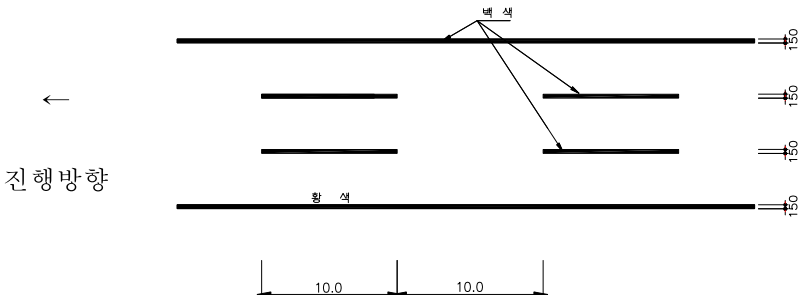
○ 가열형 (차선 분리선 : 파선) : 0.15×10.0×1/20×2= 0.15m^2/m

○ 가열형 (차선 분리선 : 실선 터널구간) : 0.15×1.0×1 = 0.15m^2/m

② 황 색

○ 상온형(내측 측대선 : 실선) : 0.15 × 1.0 × 2 = 0.30m^2/m

3) 본선이 6차로인 경우



① 백 색

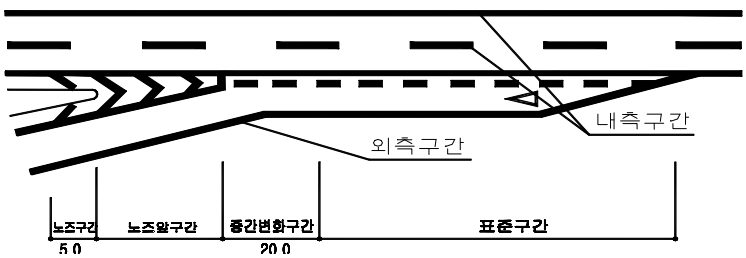
○ 가열형 (외측 측대선 : 실선) : 0.15×1.0×2 = 0.30m^2/m

○ 가열형 (차선 분리선 : 파선) : 0.15×10.0×1/20×4 = 0.30m^2/m

② 황 색

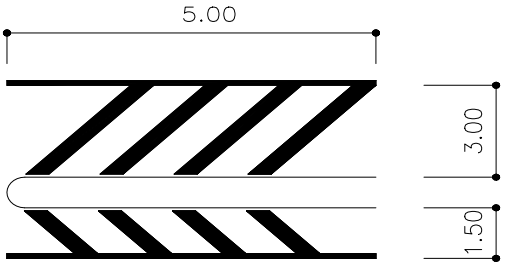
○ 상온형(내측 측대선 : 실선) : 0.15 × 1.0 × 2 = 0.30m^2/m

4) 교차로 가·감속 차로 및 노즈구분



Ⅱ. 공종별 기준

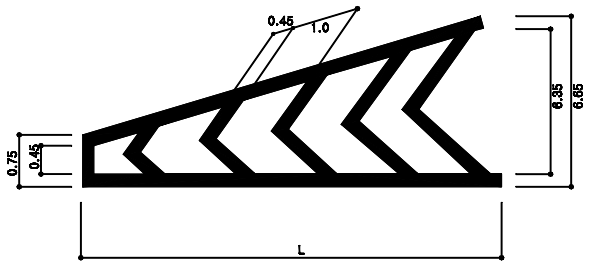
① 노즈구간



○ 백색 실선(가열형) : 0.15 × 5.0 × 2 = 1.50m²/m

○ 백색 갈매기차로(가열형) : 0.45 × 4.35 × 1/COS45°× 4 = 11.073m²/개

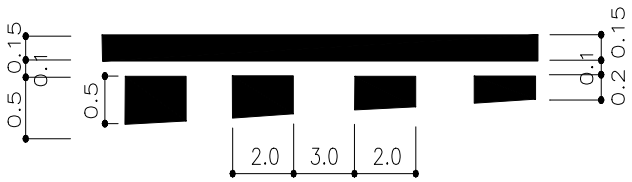
② 노즈 앞구간



○ 백색 실선(가열형) : 0.15 × L × 2

○ 백색 갈매기차로(가열형) : (0.45+6.35)×1/2×0.45×1/COS45°× (L ÷ 1.45)

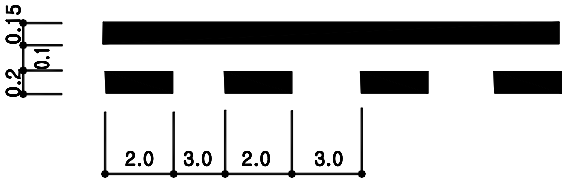
③ 중간부 변화구간



○ 백색(가열형) : 0.15 × 20 = 3.00m²/개

○ 백색(가열형) : (0.50 + 0.20) × 1/2 × 8.0 = 2.80m²/개

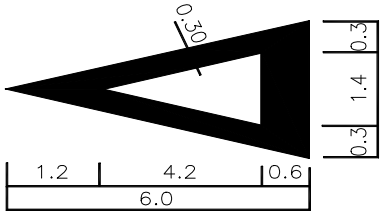
④ 표준구간



○ 백색(가열형) :0.15×10/10 = 0.15m²/m

○ 백색(가열형) : (0.20 × 2.0 × 2) × 1/10 = 0.08m²/m

⑤ 양보표지



○ 백색(가열형) : 2.0×6.0×1/2 - 1.4×4.2×1/2 = 3.06m²/개

5) 차로유도선(나들목, 분기점)

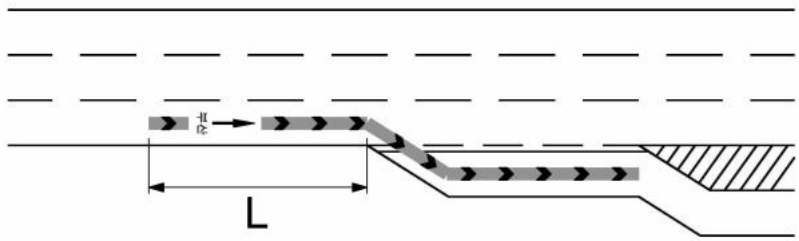
- 감속차로 진입전 설치연장 산출

인지반응거리 = 80km X 2.5초/3.6 = 55.6m ⇒ **적용 60m**

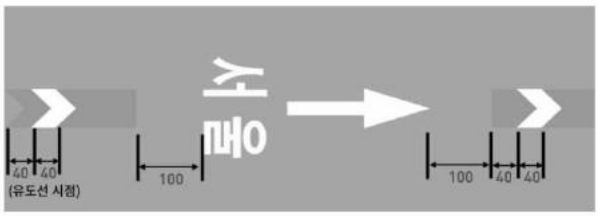
$$L = V \times t_1 / 3.6$$

여기서, L = 인지반응거리 V = 설계속도(km/h)

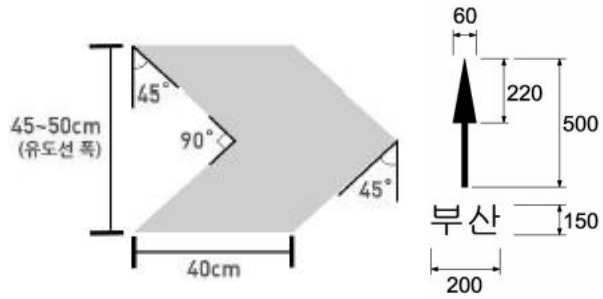
t_1 = 인지반응시간(2.5초)



- 세부수량산출



○ 분홍색, 연한녹색 (가열형) : (0.45*)×1.0=0.45㎡/m



본선제한속도(km/h)	100 이상	80~90	60~70	50 이하
갈매기 표시 간격(cm)	650	500	400	300

○ 백색(가열형) : 갈매기표시

(0.45*×0.4)×2×1/5.0*=0.072㎡/m

*은 본선제한속도에 따라 변동

○ 백색(가열형) : 글자 및 화살표

(0.6 × 2.2 × 0.5 + 2.8 × 0.15) +

(2.0 × 1.5 × 0.5) = 2.58m²/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.

※ 수량 = 개소당 설치연장(L) ÷ 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『4. 차량방호 안전시설』 참조

○ 암구간 : 지주매입깊이는 포장층 아래 0.4m이상으로 한다.

○ 쌓기구간 : 포장면 보링후 설치한다.

가. 가드레일

1) 표준레일(양면)

○ 중분대용 가드레일 설치길이는 「실물충돌시험」에 의한 개소당 설치연장으로 산출한다.

2) 레일포스트

○ 중분대용 가드레일 설치시 레일포스트 설치간격을 산출한다.

※ 수량 = 개소당 설치연장(L) ÷ 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

○ 죠인트 마감처리 팽창죠인트는 30m마다 설치, 개소로 산출(L÷30 - 1)
수축죠인트는 6m마다 설치

2) 교량용 (분리형 및 일체형에 공통적용)

○ 구체콘크리트 : 연장으로 산출

○ 죠인트 마감처리 : 개소로 산출(교량 죠인트부에 설치)

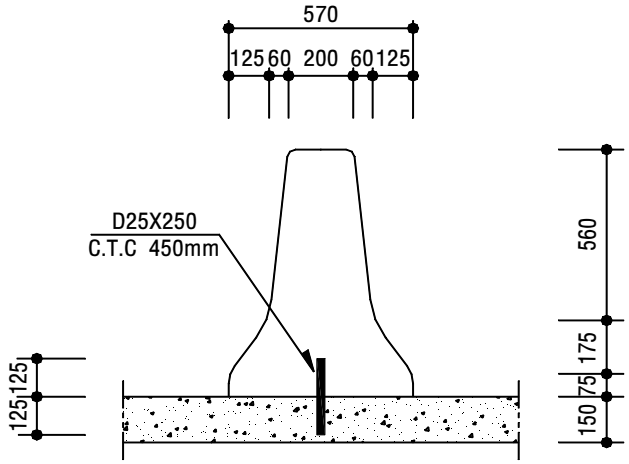
○ 교량의 교대구간까지 설치하며 가드레일과 전이구간으로 산출

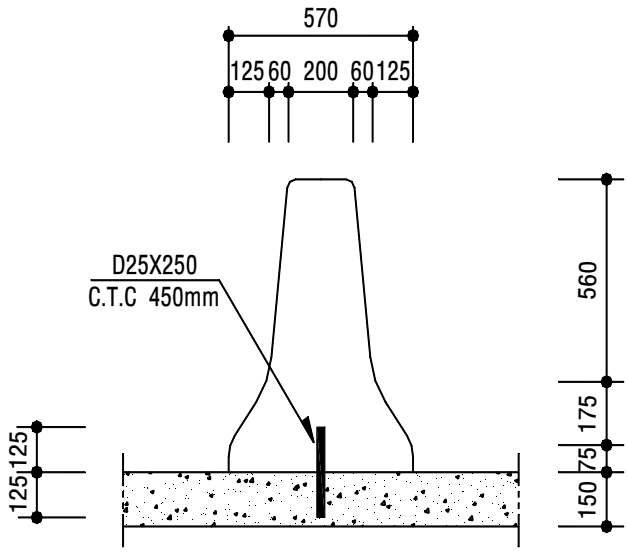
3) I.C용

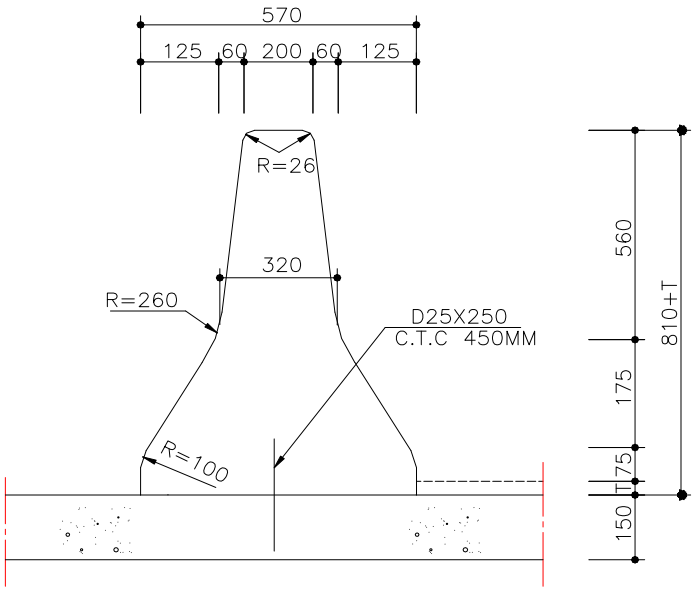
○ 토공용 : 연장으로 산출

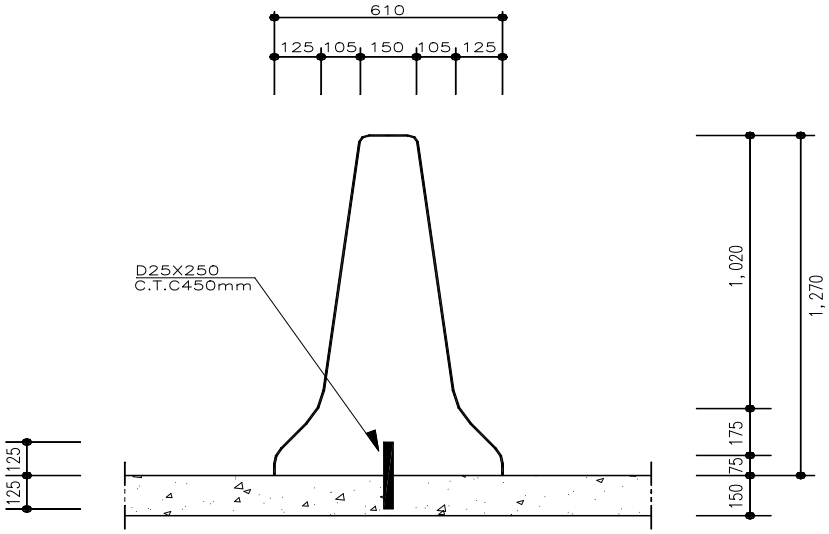
○ 교량용 : 연장으로 산출

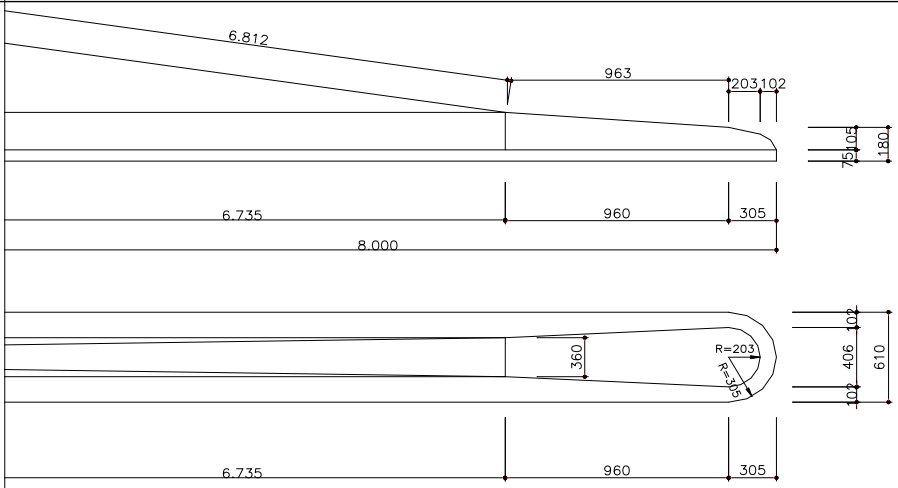
○ 집산로 소분리대 : 연장으로 산출

공 종	산 출 근 거	수 량
중앙분리대 (국도Ⅳ, 국가지원 지방도)	A. 토공용 중분대 1 콘크리트 포장용  – 콘크리트(구체) (0.20+0.32)×1/2×0.56+(0.32+0.57)×1/2×0.175+0.57 ×0.075=	0.266m³/m
	– 철근(구체) 3.98×0.25×2.22=	2.209kg/m
	– 양생면적(구체) {0.075+√(0.560²+0.06²)+√(0.175²+0.125²)}×2+0.2=	1.907m²/m

공 종	산 출 근 거	수 량
중앙분리대 (국도Ⅳ, 국가지원 지방도)	A. 토공용 중분대 1 콘크리트 포장용  – 콘크리트(구체) $(0.20+0.32)\times1/2\times0.56+(0.32+0.57)\times1/2\times0.175+0.57\times0.075=$	$0.266m^3/m$
	– 철근(구체) $3.98\times0.25\times2.22=$	2.209kg/m
	– 양생면적(구체) $\{0.075+\sqrt{(0.560^2+0.06^2)}+\sqrt{(0.175^2+0.125^2)}\}\times2+0.2=$	$1.907m^2/m$

공 종	산 출 근 거	수 량
(국도Ⅳ, 국가지원 지방도)	2 아스팔트 포장용  – 콘크리트(구체) (0.20+0.32)×1/2×0.56+(0.32+0.57)×1/2×0.175+0.57×0.125=	0.294m³/m
	– 철근(구체) 3.98×0.25× 2.22=	2.209kg/m
	– 양생면적(구체) {0.125+√(0.560²+0.06²)+√(0.175²+0.125²)}×2+0.2=	2.006m²/m

공 종	산 출 근 거	수 량
중앙분리대 (국도Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ)	 – 콘크리트 (구체) (0.15+0.36)×1/2×1.02+(0.36+0.61)×1/2×0.175+0.61 × 0.075=	0.391m^3/m
	– 철근(구체) 3.98×0.25×2.22=	2.209kg/m
	– 양생면적(구체) {0.075+√(1.02²+0.105²)+√(0.175²+0.125²)}×2+0.15=	2.781m^2/m
	– 죠인트 마감처리 중분대 연장 ÷ 30 – 1 = EA	

공 종	산 출 근 거	수 량
		

수 량 표

M^3 /개소

분	공 종	단 위	수 량	비 고
크리트포장용	콘 크 리 트 fck=24MPa	M^3	0.866	fck=240kgf/cm² 쇄석(19M/M)
스콘 포장용			1.006	

- 콘크리트 (단부)

단부콘크리트 (1개소당)

1) (1/2×1.02×6.735×0.36)-{(1.02×0.105×1/2×6.735)×2} = 0.515

2) {(0.36+0.61)/2×0.175×6.735} = 0.572

3) 0.61×6.735×0.075 = 0.308

4)

{(0.36+0.61)/2×0.175×0.96}-[{(0.36+0.406)/2×0.07×0.96}/2]

= 0.068

5) 0.61×0.96×0.075 = 0.043

6) {(0.305²×3.14)/2+(0.203²×3.14)/2}×0.105×1/2 = 0.011

7) {(0.305²×3.14)/2}×0.075 = 0.01

계 1)+2)+3)+4)+5)+6)+7) = 1.527m^3/개소

1)~3) [{(1.02×6.735)×1/2}+{(0.175+0.075)×6.735}]×2 = 10.237

4) [{(0.175+0.105)/2×0.96}+{(0.305×0.105)/2}]×2 = 0.301

5) 0.075×0.96×2 = 0.144

6) 0.203²×3.14×1/2 = 0.065

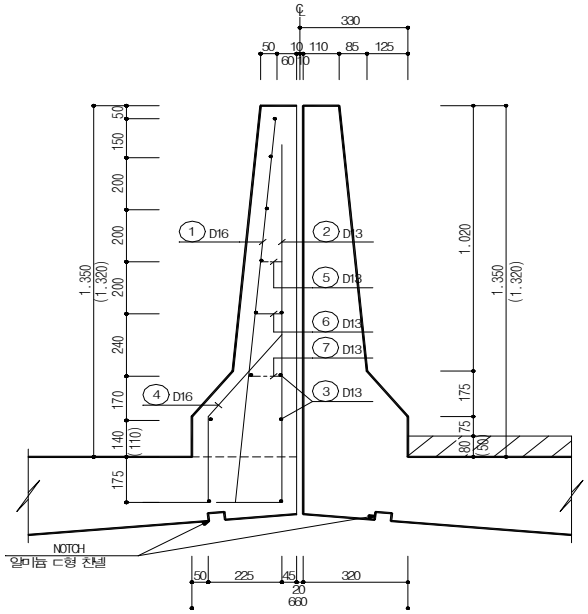
7) [{(3.14×0.406)+(3.14×0.57)}×1/4×√(0.305²+0.105²)

+{(3.14×0.61×0.0750×1/2} = 0.319

8) {(0.15+0.36)×1/2×6.812}+{(0.36+0.406)×1/2×0.96} = 2.105

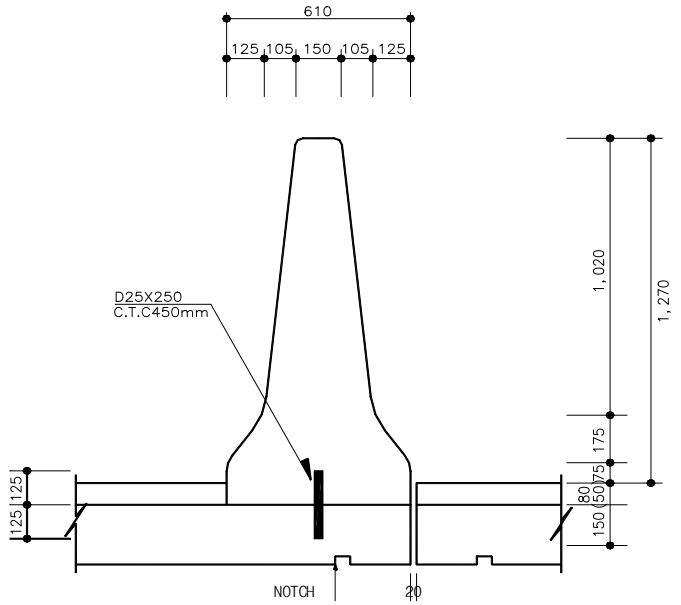
계 1)+2)+3)+4)+5)+6)+7)+8) = 13.171m^3/개소

공 종	산 출 근 거	수 량
	B. 교량용 중분대 ○ 구체 콘크리트 (분리형)	



주) ( ) LMC 포장일 경우

(1) 콘크리트(구체) : 형식 1 {(0.11+0.195)×1/2×1.02+(0.195+0.320)×1/2×0.175+ 0.155×0.320}×2=	0.500m^3/m
콘크리트(구체-LMC포장일때) : 형식 1-1 {(0.11+0.195)×1/2×1.02+(0.195+0.320)×1/2×0.175+ 0.125×0.320}×2=	0.481m^3/m
(2) 구체콘크리트 표면적(양생면적) : 형식 1 $\{0.11+\sqrt{(0.085^2+1.02^2)}+\sqrt{(0.125^2+0.175^2)}+0.155\}$ ×2=	3.007m^2/m
구체콘크리트 표면적(양생면적-LMC포장일때) : 형식 1-1 $\{0.11+\sqrt{(0.085^2+1.02^2)}+\sqrt{(0.125^2+0.175^2)}+0.125\}$ ×2=	2.947m^2/m
1. JOINT 마감처리 중분대 연장÷30-1= EA	
2. 철 근 D 16 : 0.049358 t/m D 13 : 0.056852 t/m 계 : 0.106210 t/m	0.106210 t/m

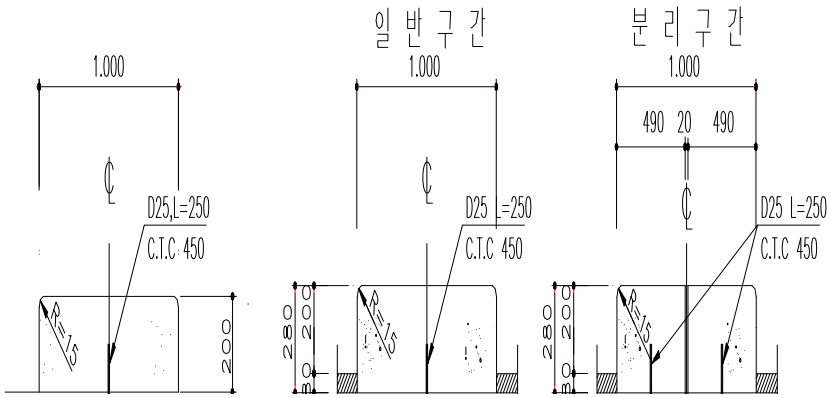
공 종	산 출 근 거	수 량
	○ 구체 콘크리트 (일체형)  주) ( ) LMC 포장일 경우	
	(1) 콘크리트(구체) : 형식 2 {(0.15+0.36)×1/2×1.02+(0.36+0.61)×1/2×0.175+ 0.155×0.61} =	0.439m^3/m
	콘크리트(구체-LMC포장일때) : 형식 2-1 {(0.15+0.36)×1/2×1.02+(0.36+0.61)×1/2×0.175+ 0.125×0.61} =	0.421m^3/m
	(2) 구체콘크리트 표면적(양생면적) : 형식 2 {0.155+√(0.105²+1.02²)+√(0.125²+0.175²)}×2+0.15 =	2.941m^2/m
	구체콘크리트 표면적(양생면적-LMC포장일때) : 형식 2-1 {0.125+√(0.105²+1.02²)+√(0.125²+0.175²)}×2+0.15 =	2.881m^2/m
	1. JOINT 마감처리 중분대 연장÷30-1= EA	0.002209 t/m
	2. 철 근 D 25 : 0.002209 t/m	

공 종	산 출 근 거	수 량

C. IC용 중앙분리대

- 구체 콘크리트

토 공 부 교 량 부

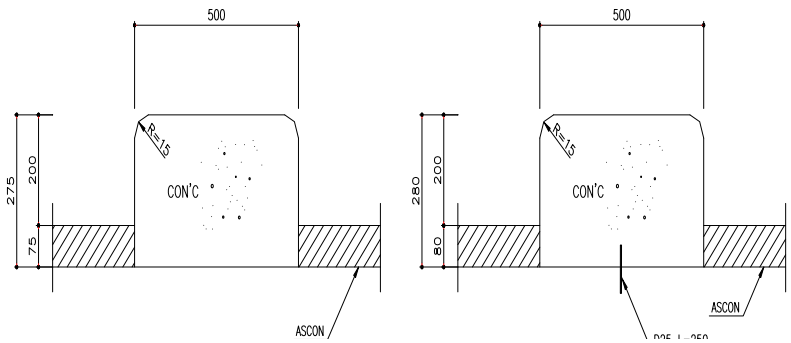


토공부 : {(1.0×0.2)-(0.03×0.03×1/2×2)}×1.0 = 0.199m^3/m

교량부 : {(1.0×0.28)-(0.03×0.03×1/2×2)}×1.0 = 0.279m^3/m

- 집산로소분리대

토 공 부 교 량 부



토공부 : {(0.5×0.275)-(0.03×0.03×1/2×2)} = 0.137m^3/m

교량부 : {(0.5×0.28)-(0.03×0.03×1/2×2)} = 0.139m^3/m

6. 낙석방지시설

가. 낙석방지울타리(낙석방지책)

1) 설치기준 : 설계요령 『5. 낙석방지시설』 참조

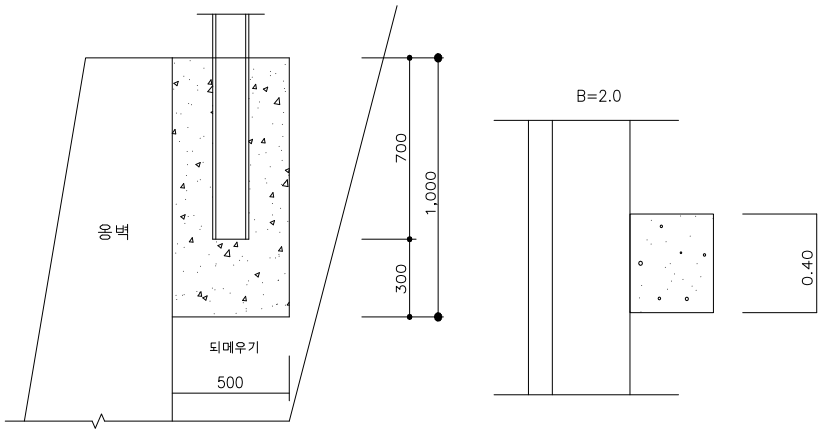
2) 낙석방지울타리를 설치연장으로 수량을 산출한다.

3) SPAN길이는 현지여건을 고려 일반구간은2.0m, 낙석 등의 우려구간은3.0m로 한다.

4) 높이는 2.853m로 한다.

SPAN 2.0m

※ 표준구간

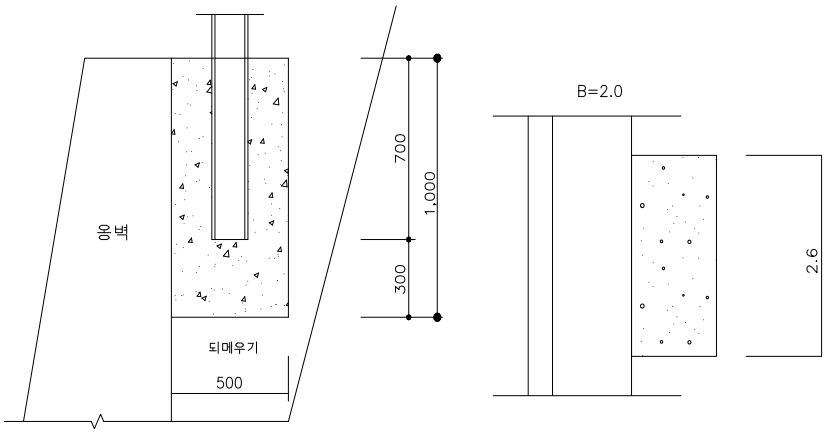


① 되메우기 공제 : 0.50×0.40×0.80 = 0.160㎥

② 콘크리트(25-21-80) : 0.50×0.40×1.00 = 0.200㎥

③ 거푸집(합판6회) : (0.50×1.0×2EA)+(0.40×1.0) = 1.400㎡

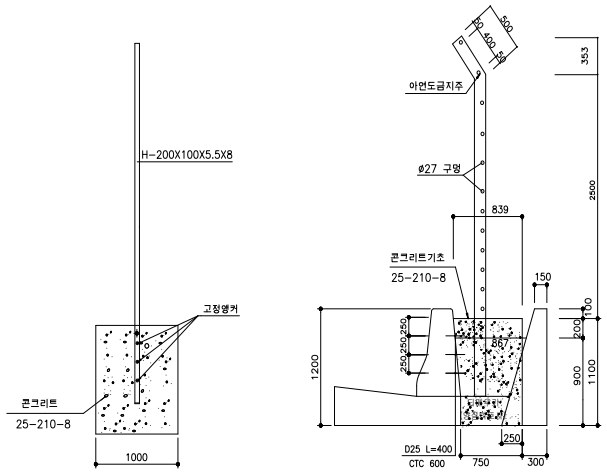
※ 단부구간

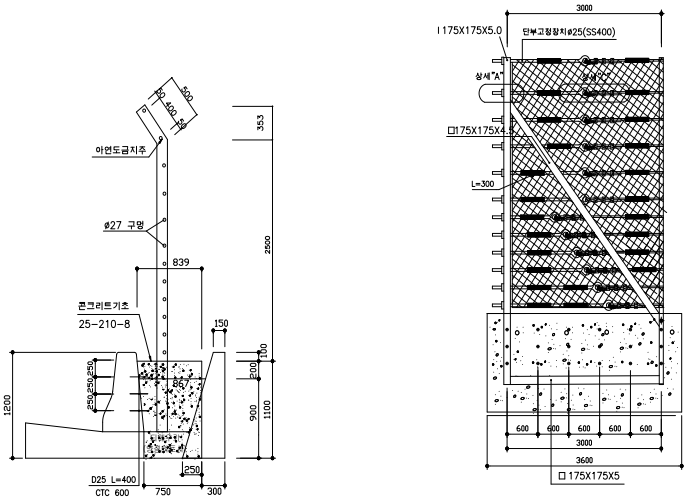


① 되메우기 공제 : 0.50×2.6×0.80 = 1.040㎥

② 콘크리트(25-21-80) : 0.50×2.60×1.00 = 1.300㎥

③ 거푸집(합판6회) : (0.5×1.0×2EA)+(2.6×1.0) = 3.600㎡

공 종	산 출 근 거	수 량
낙석방지 울타리 옹벽용 일반부 SPAN3.0m		
	- 콘크리트 (25-21-80) (0.839 × 1.0 + 0.75 × 1.0) ÷ 2 × 0.8 + (0.75 × 1.0 × 0.3) =	
	- 거푸집 (합판6회) {(0.839 + 0.75) ÷ 2 × 0.8 + 0.75 × 0.3} × 2nr + 1.1 × 1.0 =	0.860m3/nr
	- 암 터파기 (0.55 + 0.15) × 1/2 × 1.2 × 1.6 =	2.821m3/nr 0.672m3/nr
	- 되메우기 0.672 - (0.25 × 0.75 ×1/2 × 1.0 =	0.578m3/nr
	- L형측구 되메우기 공제 {(0.867 + 0.60) × 1/2 × 0.6 - 1/2 × 0.050 × 0.150 +(0.6 + 0.5) × 1/2 × 0.3 } × 1.0 =	0.601m3/nr 0.0047t/nr
	- 철 근(D25) 3.98 × 0.4 × 3 ÷ 1000 =	

공 종	산 출 근 거	수 량
낙석방지 울타리 옹벽용 단 부 SPAN3.0m	 – 콘크리트 25-21-80) (0.839 × 3.6 + 0.75 × 3.6) ÷ 2 × 0.8 + (0.75 × 3.6 × 0.3) = – 거푸집 (합판6회) {(0.839 + 0.75) ÷ 2 × 0.8 + 0.75 × 0.3} × 2nr + 1.1 × 3.6 = – 암 터파기 (0.55 + 0.15) × 1/2 × 1.2 × 4.2 = – 되메우기 1.764 – (0.25 × 0.75 ×1/2 × 3.6) = – L형측구 되메우기 공제 {(0.867 + 0.60) × 1/2 × 0.6 −1/2×0.050×0.150+(0.6+0.5)×1/2×0.3}× 3.6 = – 철 근(D25) 3.98 × 0.4 × 3 ÷ 1000 ×6 =	3.098m³/nr 5.681m²/nr 1.764m³/nr 1.426m³/nr 2.164m³/nr 0.0286t/nr

나. 낙석방지망

1) 설치기준 : 설계요령 『5. 낙석방지시설』 참조

2) 낙석방지망은 설치면적으로 수량산출한다.

3) 절개면 하단부에 낙석방지울타리가 설치된 경우에는 낙석방지망의 하단부 높이를 조절하여 설치한다. 이때 낙석방지망의 하단부 높이는 낙석방지울타리의 높이까지로 한다.

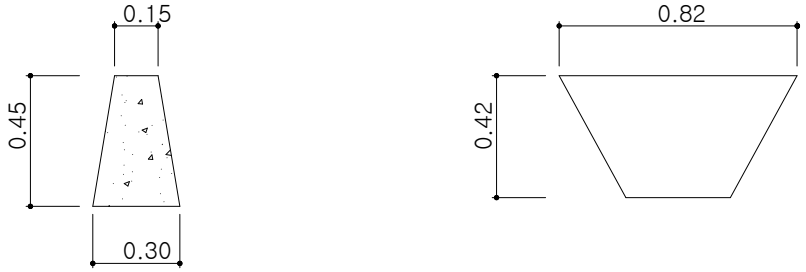
4) 낙석방지울타리가 없는 곳은 지면에서 1m정도 띄어 설치한다.

7. 가드휀스

가. 설치기준 : 설계요령 『4. 차량방호 안전시설』 참조

나. 토공용과 육교용으로 구분하여 연장으로 수량산출한다.

※ 토공용



1) 터파기

{(0.40×0.40)+(0.82×0.82)}×1/2×0.42 = 0.175㎥/개소

2) 되메우기=터파기-콘크리트량

0.175 - 0.025 = 0.150㎥/개소

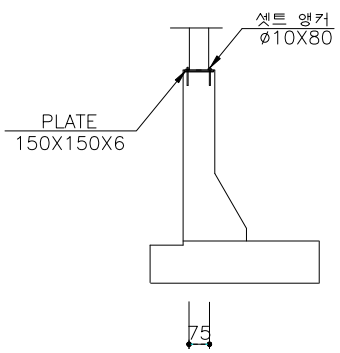
3) 콘크리트(25-18-80)

{(0.30×0.30)+(0.15×0.15)}×1/2×0.45 = 0.025㎥/개소

4) 거푸집(합판 6회)

(0.30+0.15)×0.45×1/2×4 = 0.405㎡/개소

※ 육교용



1) Plate 및 Anchor를 사용하여 설치

STS Plate (215×245×16t) : 1 EA

STS Anchor B/N (∅16×200) : 4 EA

8. 미끄럼방지포장 및 노면요철포장

가. 설치기준 : 설계요령 『6. 미끄럼방지포장 및 노면요철포장』 참조

나. 미끄럼 방지 포장면적(㎡)으로 수량을 산출한다.

다. 전면식, 이격식을 구분하여 산출한다.

라. 그루빙은 종·횡방향을 구분하여 산출한다.

마. 노면요철포장은 절삭형,다짐형으로 구분하여 산출한다.

9. 충격 흡수시설

가. 장소에 따라 적절한 수량을 산출한다.

나. 개소 단위로 산정한다.

10. 현광방지 시설(차광망)

가. 차광망은 연장으로 산출한다.

11. 비상주차대

가. 750m마다 1개소씩 산출하여 수량은 각 해당 공종별로 산출한다.

12. 긴급제동 시설

가. 골재부설

1) 최대골재크기 : 둥근강자갈 ∅40mm

2) 설치길이에 따라 체적(㎥)으로 산출한다.

나. 감속원통

1) 유격 : ∅1,000mm

2) 감속원통속은 둥근 강자갈로 채운다.

3) 수량은 설치개소에 따라 EA 단위로 산출한다.

다. 구난앵커

1) 설치개소에 따라 EA단위로 산출한다.

라. 이탈방지둑

1) 재 료 : 토사

2) 설치개소 및 규격에 따라 체적(㎥)으로 산출한다.

마. 배수파이프

1) 배수가 필요한 장소에 P.V.C Pipe ∅300mm를 연장(m)으로 산출한다.

13. 교통신호기

가. 평면교차로 형태와 신호등화 형식을 구분하여 수량을 개소 단위로 산출한다.

1) 3지 교차

2) 4지 교차

3) 점멸등

14. 악천후구간, 터널 및 장대교량 안전시설

가. 대상시설에 따라 적절한 수량을 산출한다.

15. 동물침입방지시설

가. 야생동물을 생태통로로 유도하기 위해 필요한 구간에 유도휀스를 높이별, 종류별 연장(m)으로 산출한다.

16. 기타사항

가. 안개시정표지 및 도로전광표지

1) 장소에 따라 적절한 수량을 산출한다.

2) 개소단위로 산출한다.

나. 기타 교통안전시설은 설치목적과 기능에 적합한 설치위치와 수량을 산출한다.

9. 부 대 공

목 차

9.1 설계요령

1.도로 안내 표지판
2.방 음 벽
3.깎기부 점검로
4.버스정차대 계단
5.수로보호공
6.보호길어깨 잡초성장 억제시설
7.식 재 공
8.공 동 구
9.접도구역 경계표주
10.거 리 표 지
11.준공표지석
12.방 호 시 설
13.축중기 설치
14.환경관리비
15.지장가옥철거
16.공사용 진입가도
17.공사중 교통처리
18.가설 사무실
19.공사안내간판
20.기존도로 유지보수
21.품질관리비
22.시추조사비
23.시공측량비
24.지적확정측량비
25.토지임대료
26.안전시설비
27.산림복구비
28.시공상세도면 작성
29.도로대장 작성
30.준공도면 전산화
31.중 기 운 반
32.자 재 운 반
33.자 재 대
34.공사용자재 직접구매
35.공사손해보험료
36.정기안전점검비
37.특허 및 신기술 기술료
38.공사원가 연구개발비
39.문화재 시발굴 조사비
40.사후 환경영향조사비
41.생태계보전협력금
42.안전관리비
43.공사기간 산정
44.간이휴게소 설치
45.생태통로
46.도로경관 디자인

9.2 수량산출요령

1.도로 안내 표지판
2.방 음 벽
3.깎기부 점검로
4.버스정차대 계단
5.수로보호공
6.보호길어깨 잡초성장억제시설
7.식 재 공
8.공 동 구
9.접도구역 경계표주
10.거 리 표 지
11.준공표지석
12.방 호 시 설
13.축중기 설치
14.환경관리비
15.지장가옥철거
16.공사용 진입가도
17.공사중 교통처리
18.가설 사무실
19.공사안내간판
20.기존도로 유지보수
21.품질관리비
22.시추조사비
23.시공측량비
24.지적확정측량비
25.토지임대료
26.안전시설비
27.산림복구비
28.시공상세도면 작성
29.도로대장 작성
30.준공도면 전산화
31.중 기 운 반
32.자 재 운 반
33.자 재 대
34.공사용자재 직접구매
35.공사손해보험료
36.정기안전점검비
37.특허 및 신기술 기술료
38.공사원가 연구개발비
39.문화재 시발굴 조사비
40.사후 환경영향조사비
41.생태계보전협력금

9.1 설계요령

1.도로 안내 표지판

가. 관련 기준

- ○ 도로표지규칙 (국토교통부, 2019. 08)
- ○ 도로표지 제작·설치 및 관리지침 (국토교통부, 2019. 08)
- ○ 도로설계편람 (국토교통부, 2012)

나. 일반사항

1) 안내표지의 설치형식으로는 단주식, 복주식, 편지식(내민식이라고 하며, 이하 편지식), 현수식, 문형식과 부착식이 있다.

2) 안내표지의 설치방법 등은 『도로표지규칙(국토교통부)』과 『도로표지 제작·설치 및 관리지침(국토교통부)』을 기준으로 하여 설치하되 도로표지규칙 제3조 제5항의 안내표지를 일반국도에 설치할 경우 별도의 규정이 없는 한 고속국도상의 규격 및 설치방법을 준용한다.

3) 자동차전용도로에 설치하는 도로표지는 고속국도에 설치하는 도로표지의 규격과 설치방법을 준용한다. 다만, 도로구조상 고속국도에 설치하는 도로표지의 규격 및 설치방법을 준용하기 어려운 경우에는 그러하지 아니하다.

4) 복주식 또는 단주식 표지 설치장소에 방호벽, 방음벽, 교량 등의 도로 시설물이 설치되거나, 현지여건 등으로 표지 설치가 어려운 지점은 설치위치를 조정하거나 편지식으로 설치할 수 있다.

5) 4차로 이상인 자동차전용도로인 경우 문형식으로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 일반국도의 경우 주간선도로에는 필요한 경우 도로표지를 문형식으로 설치할 수 있다.

<문형식 표지(고속국도를 제외한다)>

(단위:cm)

차 로 구 별	표 지 판 규 격	비 고
편 도 1 차 로	290 × 200	
편 도 2 차 로	500 × 200	
편 도 3 차 로	600 × 200	

6) 표지판의 기둥 및 기초에 대한 설계기준은 풍하중을 고려한 아래와 같은 값으로 적용한다.(도로 표지의 구조 안전성 확보를 위한 연구, 국토교통부, 2005. 10)

○ 사하중 (부속자재 포함) : 20kg/㎡

○ 풍하중

지표조도			Ⅱ
기본풍속(m/s)			40
설계 풍속압 (kg/㎡)	단주식	표지판	144
		지주	120
	복주식 Type-1	표지판	144
		지주	144
	복주식 Type-1	표지판	144
		지주	124
	편지식	표지판	196
		지주	110
	문형식	표지판	196
		지주	283 (차량직각방향) 327 (차량진행방향)

-지표 조도 Ⅱ : 개활지, 농지, 전원, 수목과 저층 건축물이 산재한 지역

- 기본풍속이 45m/s이거나 지표 조도Ⅰ의 경우 또는 교량에 설치하는 경우는 별도로 검토한다.

다. 안내표지(도로표지규칙)의 종류별 규격 및 설치형태

1) 종류별 규격

Ⅱ. 공종별 기준

○ 일반국도(고속국도, 자동차 전용도로는 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) 404-2(B)	단일 노선표지	120×110 120×120	120×110 120×120	
	404-2(A) 404-2(B)	중복 노선표지	120×160 120×200	120×160 120×200	
	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) 406-1(B) 406-1(C)	관광지 표지	190×100 250×180 250×220	250×140 300×200 300×240	지주 형식별 적용
양보차로 표지	407-1~2	양보차로 예고표지 양보차로 표지	140×50	140×50	
	407-3	양보차로 끝 표지	125×50	125×50	
오르막 차로표지	407-4~5	오르막차로 예고표지 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 예고표지	250×175	250×175	

○ 도시지역의 도로(고속국도, 자동차 전용도로는 제외) (단위 : cm)

구 분	표지번호	표 지 명	표지판 규격	비 고
방향 표지	410-1(A) (B)(C)(D)(E)	3방향 예고표지	445×220	
	410-2(A) 410-2(B)(C)	3방향표지	445×220 185×135(3ea)	
	410-3	2방향 예고표지	360×220	
	410-4 410-5(A) 410-5(B) 410-5(C) 410-5(D)	2방향표지	185×135(2ea) 300×200 300×80 185×135(2ea) 150×170	
	410-6	방향표지	140×100	
보행인 표지	411	보행인표지	95×30	
주차장 표지	412-1	주차장 예고표지	70×90	
	412-2	주차장표지	70×70	
이정 표지	413-1	1지명 이정표지	300×110	
	413-2	2지명 이정표지	300×200	
	413-3	3지명 이정표지	300×240	
분기점 표지	414-1 414-2	분기점표지	130×200 130×120	
지점 표지	415	지점표지	150×60	

○ 고속국도, 자동차 전용도로 (단위 : cm)

구 분	표지번호	표 지 명	왕복2차로 이 하	왕복4차로 이 상	비 고
경계 표지	420	도계표지	365×150	365×150	
이정 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 표지	422-1~2	1,2차출구 예고표지(2방향)	350×285(2글자) 400×285(3글자)	420×355(2글자) 480×355(3글자)	
			330×280(문형식)		
	422-3	출구점 예고표지 (1지명)	260×145	260×145	
	422-4	출구점 예고표지 (2지명)	330×280	330×280	

Ⅱ. 공종별 기준

구 분	표지번호	표 지 명	왕복2차로 이 하	왕복4차로 이 상	비 고
방향 표지	422-5	출구점 표지 (1지명)	260×145	260×145	
	422-6	출구점 표지 (2지명)	330×280	330×280	
	422-7	3차출구 예고표지 (2방향)	350×285(2글자) 400×285(3글자)	420×355(2글자) 480×355(3글자)	
	423-1~2	1,2출구 예고표지 (3방향)	440×285(2글자) 450×285(3글자)	480×355(2글자) 530×355(3글자)	
			330×280(문형식)		
	423-3	3차출구 예고표지 (3방향)	400×285(2글자) 450×285(3글자)	480×355(2글자) 530×355(3글자)	
	423-4	출구점 예고표지 (3방향)	330×280		
	423-5	나가는곳 표지	300×120		
	424-1~2	3방향 1,2차 예고표지	550×295		
	424-3~4	2방향 1,2차 예고표지	405×295		
방향 표지	425-1	방향표지(1방향)	185×100		
	425-2	방향표지(2방향)	370×100		
	425-3 425-4	방향표지	330×280 330×280(2ea)		
	425-5	차로지정표지 (1차로)	330×280		
	425-6(A)	차로지정표지 (2차로1지명)	480×280		
	425-6(B)	차로지정표지 (2차로2지명)	690×280		
	425-7	차로지정표지 (3차로)	840×280		
	425-8	차로지정표지 (4차로)	1200×280		
	437-1	고속국도명표지	330×150		
	437-2	고속국도명표지	400×150		
노선 표지	426-1	분기점표지	130×200		
	426-2	노선표지	120×130		
출구감속 유도표지	426-3	출구감속유도표지	65×150		

구 분	표지번호	표 지 명	왕복2차로 이 하	왕복4차로 이 상	비 고
시설물 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 표지	428-1~2	소풍휴게소 예고, 진입표지	242×150		
	428-3	종합휴게소 1차 예고표지	400×280		
	428-4~5	종합휴게소 2,3차 예고표지	400×360		
	428-6	종합휴게소 진입표지	400×280		
	428-7~8	간이매점 예고, 진입표지	242×170		
긴급신고 표지	429	긴급신고표지	76.5×90		
자동차 전용도로 표지	430-1~2	자동차전용도로 (해제)표지	76.5×90		
	430-3	자동차전용도로 끝표지	360×220		
	430-4	고속국도 종점예고표지	360×220		
시종점 표지	431-1~2	시점(종점)표지	140×150		
돌아가는 길 표지	432	돌아가는길표지	160×85		
매표소 표지	433-1~2	매표소예고표지	300×225		
	433-3	자동요금징수 차로예고표지	330×280		
오르막 차로표지	434-1~3	오르막차로 예고,시점,끝표지	240×95		
고속국도 유도표지	435	고속국도 유도표지	110×170		
아시안 하이웨이 안내표지	436	아시안하이웨이 안내표지	250×165	435×290	

2) 종류별 설치형태

○ 일반국도(고속국도, 자동차 전용도로는 제외)

표지번호	표 지 명	왕복2차로 이 하	왕복4차로 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 양보차로 표지 양보차로 끝 표지	단주식	단주식	
407-4~6	오르막차로 예고표지 오르막차로 표지 오르막차로 끝 표지	단주식	단주식	
408	유도표지	단주식	단주식, 복주식	
409	자동차전용도로 예고표지	복주식, 편지식	복주식, 편지식	

○ 도시지역의 도로(고속국도, 자동차전용도로는 제외한다)

표지번호	표 지 명	왕복2차로 이 하	왕복4차로 이 상	비 고
410-1(A) (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 이 하	왕복4차로 이 상	왕복8차로 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 (2방향)	편지식	편지식	문형식	
422-3~4	출구점 예고표지 (1,2지명)	편지식	편지식	편지식	
422-5(A),6(A)	출구점 표지 (인터체인지 1,2지명)	편지식	편지식	편지식	
422-5(B),6(B)	출구점 표지 (분기점 1,2지명)	문형식	문형식	문형식	
422-7	3차출구 예고표지 (2방향)	-	-	문형식	(필요시)
423-1~2	1,2차출구 예고표지 (3방향)	문형식	문형식	문형식	
423-3	3차출구 예고표지 (3방향)	편지식	편지식	편지식	
423-4	출구점 예고표지 (3방향)	문형식	문형식	문형식	
423-5	나가는곳표지	복주식	복주식	복주식	
424-1~4	3방향 1,2차 예고표지	복주식,편지식	복주식,편지식	복주식,편지식	(필요시)
425-1~2	방향표지 (1,2방향)	복주식	복주식	복주식	
425-3	방향표지	편지식	편지식	편지식	
425-4	방향표지 (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	

Ⅱ. 공종별 기준

표지번호	표 지 명	왕복2차로 이 하	왕복4차로 이 상	왕복8차로 이 상	비 고
428-1~2	소풍휴게소 예고,진입표지	복주식	복주식	복주식	
428-3~5	종합휴게소 1차,2차,3차예고표지	복주식	편지식	편지식	
428-6	종합휴게소 진입표지	복주식	편지식	편지식	
428-7~8	간이매점 예고,진입표지	복주식	복주식	복주식	
429	긴급신고표지	단주식	단주식	단주식	
430-1~2	자동차전용도로 (해제)표지	단주식	단주식	단주식	
430-3	자동차전용도로 끝표지	복주식	편지식	편지식	
430-4	고속국도 종점예고표지	복주식	편지식	편지식	
431-1~2	시점,종점표지	단주식	딘주식	단주식	
432	돌아가는길표지	복주식	복주식	복주식	
433-1~2	매표소예고표지	복주식,편지식	편지식	편지식	
433-3	자동요금징수차로 예고표지	문형식	문형식	문형식	
434-1~3	오르막차로 예고,시점,끝 표지	복주식	복주식	복주식	
435	고속국도유도표지	단주식	단주식	단주식	
436	아시안하이웨이 안내표지	복주식	복주식,편지식	편지식	
437-1~2	고속국도명표지	복주식	복주식	복주식	

라. 도로정보 안내시설

1) 도로이용자에게 도로, 기상 및 교통 사항, 교통규제에 관한 정보제공이 필요한 지역에는 도로정보 안내시설을 설치하여야 한다.

2) 도로정보 안내시설은 첨단교통관리체계(Advanced Traffic Management Systems, ATMS) 구축사업의 일환으로 설치, 운영한다.

3) 도로정보 안내시설의 종류

① 형식에 따른 종류

- 설치 형식 : 문형식, 내민식, 노측식
- 표시 형식 : 자막식, 투광식, 전광식, 표시판식
- 제어 방식 : 원격제어, 현지제어

② 구조 및 규격에 따른 종류

- A형 (문형식) : 설계속도 80km/h이상 도로(전광식, 자막식, 투광식)
- B형 (노측식) : 일반국도에 적용, 시·군도(내부 조명에 수동식 내용 교체)
- C형 (노측식) : 일반국도, 시·군도(표시판을 꽂는 형식)

마. 표지판 통합주

○ 통합주에 대한 설치기준은 도로표지규칙에서 제시되기 전까지는 관련기관과 협의하여 현장여건을 충분히 고려한 후 유동적으로 설치 적용하여야 한다.

2. 방음벽

가. 관련기준

○ 환경영향평가법 시행령 (환경부, 2020. 07)
○ 소음·진동관리법 시행규칙 (환경부, 2020. 01)
○ 방음시설의 성능 및 설치 기준 (환경부, 2017. 08)
○ 방음벽 기초 설계 표준도 (국토교통부, 2010. 10)

나. 일반사항

1) 방음벽 설치 등에 대해서는 『방음시설의 성능 및 설치기준(환경부)』을 따른다.
2) 방음벽의 설치 위치, 연장 및 높이, 방음판 종류 등은 당해 사업에 관한 『환경영향평가』 또는 『소규모 환경영향평가』를 반영한다.
3) 방음벽 기초 규격 및 형식은 『방음벽 기초 설계 표준도(국토교통부)』를 따른다.

다. 방음판의 종류 및 적용

1) 방음판 종류는 『환경영향평가』, 『소규모 환경영향평가』, 또는 『환경성검토』 결과에 따라 흡음형 및 반사형을 기본으로 하며 선정기준은 아래와 같다.
   ○ 흡음형 : 반사음의 영향을 고려해야 할 장소나 도로의 양측이 모두 방음벽이 필요한 구간에 설치
   ○ 반사형 : 반사음의 영향을 고려하지 않아도 되는 구간에 설치하며, 투명형과 불투명형으로 구분하여 선정
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, 칼라방음판 등으로 발주처와 협의하여 선정할 수 있다.

라. 방음벽의 기초형식 및 지주 간격

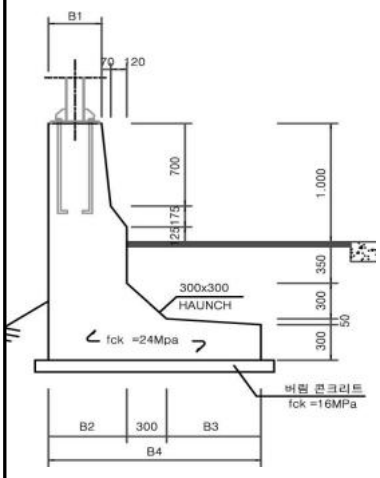
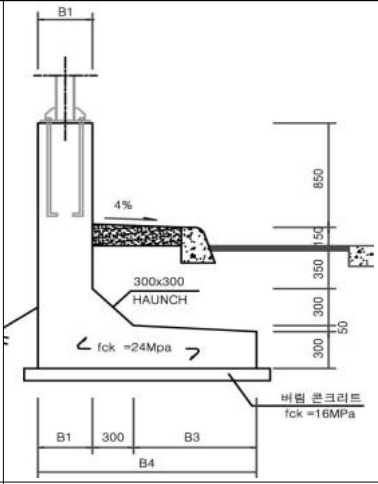
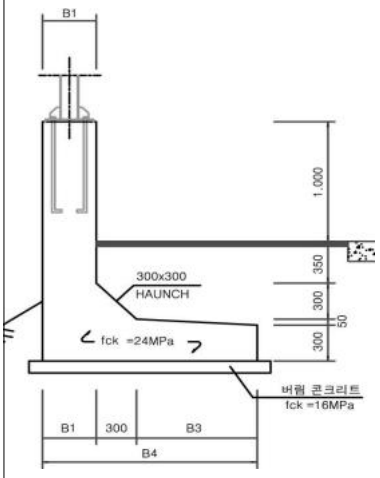
1) 기초형식은 신설도로의 토공부에는 L형옹벽 기초를 기본으로 한다.

2) 기존도로에 설치로 인하여 기존포장의 철거 및 재포장이 필요한 경우에는 직벽형 기초를 적용하며, 직벽형 기초는 별도의 구조 계산을 검토하여 적용한다.

3) 방음벽 기초 및 지주의 지역별 표준 설계풍하중은 다음과 같다.

기본 풍속 (m/s)	지명	표준 풍하중(kN/㎡)			
		토공부			교량부
		H≤4.5m	4.5<H≤9.0m	H>9.0m	
30	서울, 인천, 대구, 대전, 광주, 춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 서산	0.7	0.9	1.0	1.1
35	부산, 울산, 강릉, 포항, 군산, 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

4) 방음벽 기초 형식은 도로의 설계속도를 기준으로 하여 결정한다.

형식1	형식2	형식3
		
• 설계속도 60km/h 이상 구간에 설치하는 형식	• 형식 1의 구간에 식생대(A)를 설치하는 경우 적용 • 식생대 전면에 설치하는연석은 경사형으로 하며,높이는 15cm 이하	• 설계속도 60km/h 미만의 저속구간에 적용하는 형식

5) 지주의 규격 및 간격은 설계풍 하중 및 방음벽 높이에 따라 『방음벽 기초 설계 표준도(국토교통부)』에서 제시한 간격을 적용한다.

풍하중 (kN/㎡)	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

3. 깎기부 점검로

가. 일반사항

1) 깎기비탈면에 점검로를 설치하여 점검을 용이하게 함으로서 비탈면 슬라이딩 예방 등 비탈면 유지관리의 효율성을 증진하여 도로 이용고객의 안전을 도모코자 하는데 있다.
2) 깎기고 20m이상의 비탈면 구간이나 취약 비탈면으로서 수시점검이 필요한 구간에 설치한다.
3) 깎기비탈면 점검자의 휴식공간 확보를 위해 점검로 연장, 소단설치 유무, 현장여건 등을 검토하여 필요한 경우 계단참 설치를 검토한다.

나. 설계기준

1) 비탈면 측면부에 설치를 우선적으로 한다.
   - ○ 발파암 등 급경사 비탈면 구간
   - ○ 측면부 비탈면 굴곡이 완만하여 콘크리트블록 설치가 용이한 개소
   - ○ 점검로 재질 : 시멘트블럭, 연석, 목책, 깬돌 등 현장여건에 따라 적합한 재료를 사용
2) 비탈면 전면설치
   - ○ 토사, 리핑암 등 경사가 1:1보다 완만한 구간
   - ○ 발파암 구간 중 지역여건상 측면부에 점검로 설치가 불가한 구간
   - ○ 점검로 재질
     - 형식-1(단독설치시) : 무늬 철판 사용
     - 형식-2(도수로 앞 설치시) : 시멘트 블럭, 깬돌 등 활용

4. 버스정차대 계단

가. 일반사항

1) 본선과 측도의 높이차가 있는 곳에 버스정차대 설치시 버스정차대 이용객의 안전과 편의증진을 위해 버스정차대 계단을 설치한다.
2) 보도와 차도의 경계구간에 장애인 통행에 안전하도록 턱 조정 한다.

5. 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

6. 보호길어깨 잡초성장 억제시설

가. 일반사항

○ 도로변 제초작업과 관련하여 도로보수인원 및 비효율성을 고려하여 잡초억제시설물을 설치한다.(단, 국토교통부 방침이 있기 전까지 한시적으로 적용)

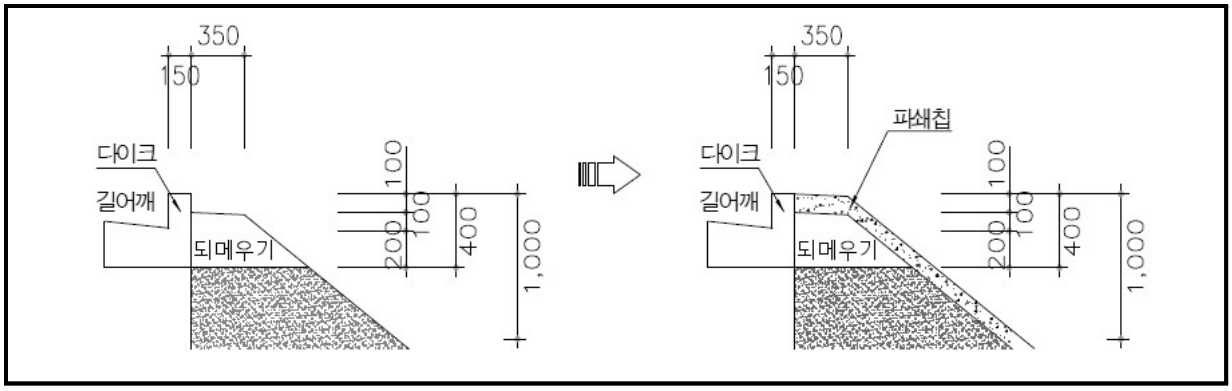
○ 다이크로부터 보호길어깨 부분까지 도로특성에 따라 임목폐기물 파쇄칩을 매설하여 멀칭재로 활용한다.

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 (㎞/h)	구 분	차도우측에 설치하는 길어깨의 최소 폭(m)	다이크로부터 보호길어깨의 최소폭(m)	다이크로부터 보호길어깨의 매설깊이(m)
80이상	고속국도 도시고속국도 일반도로	3.00 2.00 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



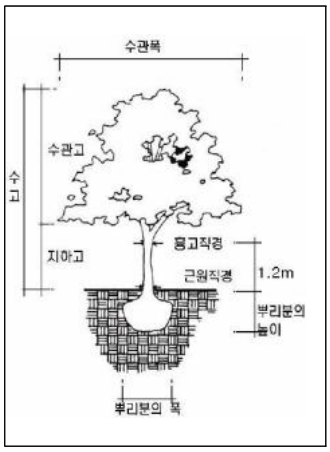
7. 식재공

가. 일반사항

1) 도로 조경공사는 KCS 44 00 00 도로공사 표준시방서(국토교통부), KCS 34 00 00 조경공사 표준시방서(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.

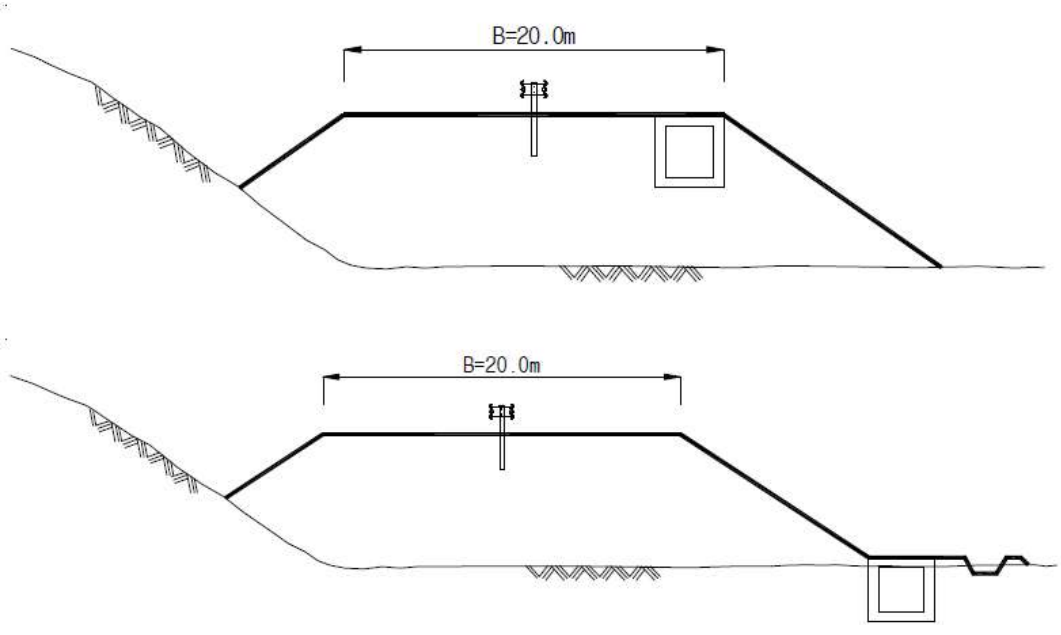
8. 공동구

가. 관련기준

- KDS 11 44 00 공동구 설계기준 (국토교통부)
- KCS 11 44 00 공동구 표준시방서 (국토교통부)
- 공동구 설치 및 관리지침 (국토교통부, 2018. 11)

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.

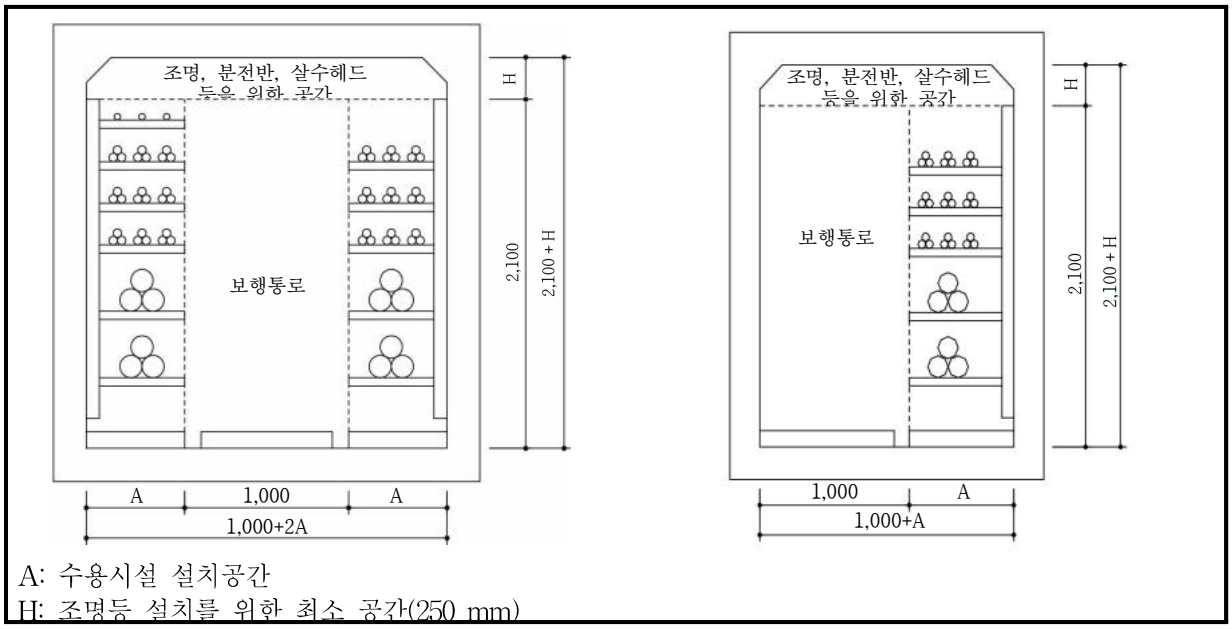
다. 설계기준

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 1.0m이상을 기준으로 한다.



A: 수용시설 설치공간
H: 조명등 설치를 위한 최소 공간(250 mm)

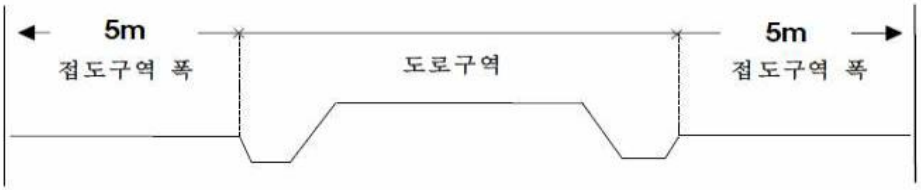
9. 접도구역 경계표주

가. 관련기준

○ 접도구역 관리지침 (국토교통부, 2019. 03)

나. 일반사항

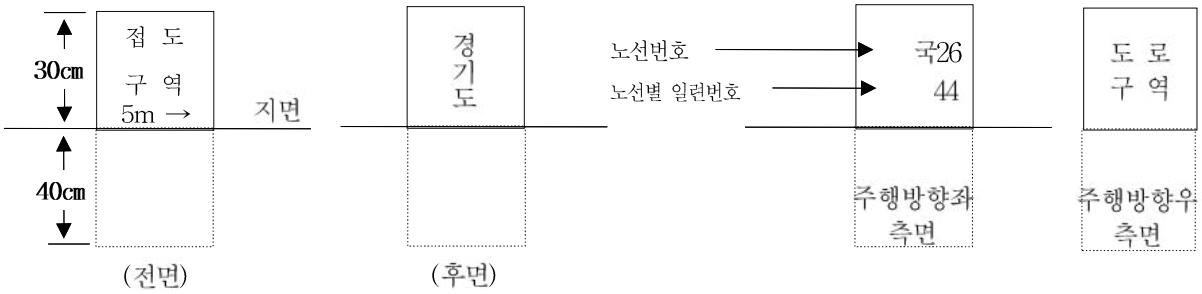
1) 접도구역은 일반국도의 경우 도로경계선(도로구역으로 결정·고시한 구역 또는 부지의 경계선)에서 양측으로 각 5m 폭으로 지정한다.

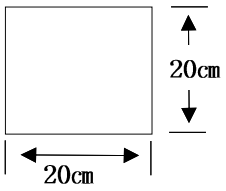


2) 설치 간격

- ㅇ 평지 : 200m 내외
- ㅇ 곡선지역 및 취락지역 : 50m 내외
- ㅇ 산지 : 500m 내외
- ㅇ 주요도로, 철도 등을 횡단하는 경우에는 그 시설의 양측 변에 설치
- ㅇ 농경지 안인 경우에는 그 외곽(논두렁, 밭두둑 등)에 설치

3) 설치형태





바탕색 : 황색
글 씨 : 흑색

전 면
접도구역 10m 또는 5m →

전면 기재요령
고속국도: 10m →
일반국도: 5m →
지 방 도: 5m →

노선번호 기재요령
고속국도 : 고속○○
일반국도 : 국○○
지 방 도 : 지○○○

4) 지정의 예외

- ㅇ 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령에 따라 취락지구로 지정된 구역 안의 도로
- ㅇ 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
- ㅇ 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
- ㅇ 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

10. 거리 표지

가. 일반 사항

1) 거리 표지는 상·하행선 1km를 단위로 설치한다.

2) 기초 규격은 0.4m×0.4m×0.4m를 표준으로 한다.

11. 준공표지석

가. 일반사항

○ 공사 준공시 공사명, 공사구간, 공사기간, 발주자, 시공자 등의 내력을 돌에 새겨 시·종점부에 1개소씩 설치한다.

12. 방호시설

가. 관련기준

○ 암파쇄 방호시설 설치지침 (국토교통부, 2004. 11)

나. 흙깎기(암파쇄 방호시설)

1) 설치목적

○ 기존도로의 정비 또는 확장 공사구간의 절취시 기존의 도로폭을 확보하기 위하여 설치한다.

○ 절취 및 암파쇄 작업으로 인해 발생되는 토석, 암괴의 도로유입을 차단시켜 안전사고를 방지하고, 통행차량의 안전운행을 도모하기 위하여 설치한다.

2) 설치대상

① 도로 깎기비탈면의 안전성 향상을 위한 절취 및 암파쇄로 인한 암괴, 토석의 도로유입을 차단시키고 차량통행시 교통안전과 도로폭 확보가 요구되는 구간에 설치한다.

② 기존도로 정비 또는 확장공사 구간과 인접하여 시공되는 깎기부 중 계획깎기고가 10m이상인 구간에 설치한다.

③ 계획깎기고 10m 미만일 경우는 임시 방호시설 또는 암파쇄 방호시설 설치지침에 준하여 설치한다.

3) 설치형식 및 방법

① 낙석시험모사(Rock Fall Simulation)를 실시하여 적정 설치높이를 산정하고 구조계산에 의한 기초 근입 깊이를 산정하여 형식을 결정한다.

② 지리적인 조건에 의한 특수지반조건 및 환경조건인 경우 구조검토결과에 따라 사용재료의 제원 및 설치방법을 적용한다.

4) 암파쇄 방호시설 설치높이

<비탈면경사 - 계획깎기고에 따른 암파쇄 방호시설 설치 높이>

계획깎기고	기존비탈면경사	암파쇄 방호시설 설치높이(m)
10m이하	1: 1.2	3
	1: 0.7	3
	1: 0.5	4
10m초과~40m이하	1: 1.2	3
	1: 0.7	4
	1: 0.5	6
40m초과~50m이하	1: 1.2	3
	1: 0.7	4
	1: 0.5	8

예) 1. 비탈면 1:1.2, 계획깎기고 35m 일 때 암파쇄 방호시설 설치 높이는 3m임.
2. 비탈면경사 1:0.5, 계획깎기고 25m 일 때 암파쇄 방호시설 설치 높이는 6m임.

주) 상기표에서 제시되지 아니한 비탈면경사(1:0.5 미만)에 대해서는 별도의 해석을 실시하여 암파쇄 방호시설 설치높이를 결정할 것을 권장함.

5) 근입깊이별 뒤채움 적용높이

<지반조건, 근입깊이에 따른 뒷채움 허용 높이(Fs>1.2)>

적용지반	근입깊이(m)	뒷채움높이(m)
30≥N>10(사질토), 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), 8≥N(점성토)	1.5	1.0
	2.0	2.0
	2.5	2.5
	3.0	3.0
암반지층, 복합지층	2.0	3.0

주1) 강재토류판 중 SteelBar(각형)의 토류 판은 뒤채움 높이가 2.4m 이상일 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.

6) 암파쇄 방호시설의 이격거리

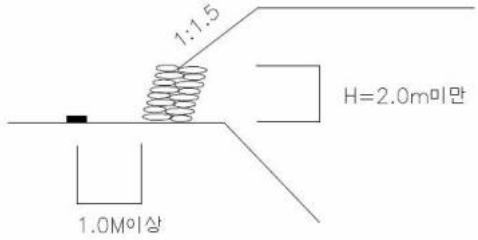
<비탈면하단에서 이격거리에 따른 암파쇄 방호시설 설치 높이>

계획깎기고	기존비탈면경사	이격거리(m)	암파쇄 방호시설높이(m)
10m초과 ~ 30m이하	1:1.2	0~5	3
	1:0.7	0 1 2 3 4 5	4 4 4 4 3 3
	1:1.	0 1 2 3 4 5	7 6 6 5 4 4

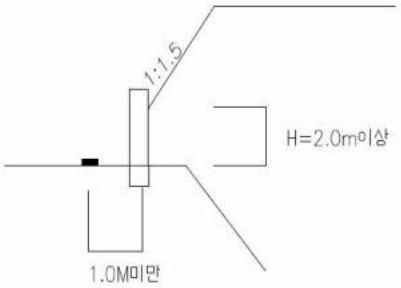
다. 흙쌓기

1) 마 대 쌓 기 : H = 2.0m 미만일 때

2) 토 류 벽 : H = 2.0m 이상일 때



<마대쌓기>



<토류벽>

13. 축중기 설치

가. 관련기준

○ 건설현장 축중기 설치지침 (국토교통부, 2018. 08)

○ 건설공사 차량 과적방지지침 (국토교통부, 2006. 02)

나. 일반사항

1) 건설현장에서 덤프트럭의 과적행위를 근본적으로 방지하기 위하여 대상현장은 10ton이상 중량을 측정할 수 있는 축중기를 설치해야 한다.

2) 축중기 설치 등에 대해서는 건설현장 축중기 설치지침(국토교통부)을 기준으로 한다.

다. 설치대상

1) 도로법 제10조에 따른 도로(고속국도, 국도, 지방도 등)를 이용하는 사토·순성토 또는 건설폐기물 운반량이 10,000㎥ 이상인 건설공사

2) 10,000㎥ 이하의 현장이라도 발주청에서 과적의 우려가 있어 축중기를 설치할 필요가 있다고 판단되는 건설공사

14. 환경관리비

가. 관련기준

- 건설기술진흥법 시행규칙 (국토교통부, 2020. 09)
- 소음·진동관리법 시행규칙 (환경부, 2020. 01)
- 대기환경보전법 시행규칙 (환경부, 2020. 05)
- 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 시행규칙 (환경부, 2020. 04)
- 순환골재 품질기준 (국토교통부, 2017. 12)
- 도로 비점오염저감시설 설치 및 관리 지침(국토교통부, 환경부, 2015)
- 환경관리비의 산출기준 및 관리에 관한 지침(국토교통부, 2019. 01)

나. 가설방음벽, 방진막

1) 방음벽시설 전후의 소음도 차이(삽입손실)는 최소 7dB 이상 되어야 하며, 높이는 3m 이상 되어야 한다.

2) 가설방음벽의 설치 위치, 연장 및 높이 등은 당해 사업에 관한 『환경영향평가』 또는 『환경성검토』 결과를 반영한다.

3) 가설방음벽이 설치되는 구간에 1m 높이의 방진막을 함께 설치할 수 있다.

다. 세륜세차시설

1) 공사구역의 비포장 구내도로를 출입하는 차량의 차체 및 바퀴 등에 묻은 흙, 먼지 등이 포장된 연결 진입도로에 떨어져 도로를 더럽히거나 재비산함으로 인하여 주변의 생활환경 및 자연환경에 미치는 영향을 최소화함으로써 쾌적한 환경을 유지하기 위하여 설치한다.

2) 설치 종류

① 자동식 세륜시설

- 금속지지대에 설치된 롤러에 차바퀴를 닿게 한 후 전력 또는 차량의 동력을 이용하여 차바퀴를 회전시키는 방법 또는 이와 동등하거나 그 이상의 효과를 지닌 자동살수장치를 이용하여 차바퀴에 묻은 흙 등을 제거할 수 있는 시설

② 수조를 이용한 세륜시설

- 수조의 넓이 : 수송차량의 1.2배 이상
- 수조의 깊이 : 20cm 이상
- 수조의 길이 : 수송차량 전체길이의 2배 이상
- 수조수 순환을 위한 침전조 및 배관을 설치하거나 물을 연속적으로 흘러보낼 수 있는 시설을 설치

3) 설치위치

○ 설치 목적에 의해 설치해야 할 필요성이 인정되는 곳

○ 공사용 진입도로 및 공사현장과 기존 도로가 직접 만나는 곳.

○ 분진 및 먼지 등이 발생하기 쉬운 대형 생산 장비 시설이 위치한 곳 (B/P장, C/R장 등)

○ 토공 채취 및 적사 하는 곳 (토취장, 사토장 등)

○ 이동식 및 고정식 세륜시설 설치는 공사기간, 공사규모, 주변환경 및 현장 여건 등을 고려하여 적절한 형식을 선정하며 공사시 변경 가능.

라. 살 수

1) 도로공사시 발생하는 비산먼지억제책으로 살수할 수 있도록 설계에 반영한다.

2) 신설도로와 도로확장구간에 적용한다.

마. 침사지

1) 강우로 인한 토사의 유출을 최소화하기 위하여 공사 시 발생되는 절·성토면의 안정화작업을 우선 시행하고 유출이 예상되는 부분에는 가마니나 비닐 등을 덮고 상·하부에는 가배수로 및 물막이공을 토사 유출이 예상되는 지점에 설치한다.

2) 침사지의 설치위치 등은 당해 사업에 관한 『환경영향평가』, 『소규모 환경영향평가』 또는 『재해영향평가』 결과를 참조하여 결정한다.

바. 오탁방지막

1) 토목공사 및 수중공사 중 발생하는 토사, 세립토가 해양 및 하천으로 확산 우려가 있는 곳에 설치한다.

2) 오탁방지막의 설치위치, 연장 등은 당해 사업에 관한 『환경영향평가』, 『소규모 환경영향평가』 또는 『환경성검토』 결과를 참조하여 결정한다.

사. 비점오염저감시설

1) 비점오염저감시설은 수질오염방지시설 중 비점오염원으로부터 배출되는 수질오염물질을 제거하거나 감소하기 위하여 설치한다.

2) 도로 비점오염원 관리 대상사업

① 『환경영향평가법』 및 동법 시행령 별표3에 의하여 환경영향 평가를 실시하여야 하는 도로건설사업

- 『도로법』 제2조제1항제1호 및 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』 제2조제13호에 따른 도로의 건설사업 중 4킬로미터 이상의 신설, 왕복2차로 이상으로서 10킬로미터 이상의 확장 등

② 『물환경보전법 시행령』 제75조의2에 해당하는 도로

- 『도로법』 제10조제1호에 따른 고속국도
- 『도로법』 제10조제2호부터 제7호(일반국도, 특별시도, 광역시도, 지방도, 시도, 군도, 구도)까지의 도로 중 상수원의 수질보전을 위하여 비점오염을 저감할 필요가 있어 환경부장관이 관계 행정기관의 장과 협의하여 비점오염저감시서의 설치 구간을 정하여 고시(상수원영향권 도로의 비점오염저감시설 설치구간, 환경부, 2018. 01)하는 도로

3) 도로 비점오염저감시설 설치 및 관리지침(국토교통부, 환경부, 2015), 비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼(환경부, 2016.02)을 참고하여 비점오염저감시설을 설치한다.

아. 골재덮개시설

1) B/P장, C/R장을 제외한 현장내에 야적된 골재가 분진 또는 강수로 인한 유실 등으로 발생되는 품질저하를 대비하여 골재덮개시설을 설치한다.

자. 공사장폐수 처리시설

1) 건설현장 중 폐수가 발생하는 터널침출수, 레디믹스트 콘크리트 제조시설 등에 필요한 경우 설치한다

차. 폐기물 처리

1) 폐기물 처리에 대하여 상차비와 처리비용을 분리하여 처리하되, 상차비는 환경관리비에 포함하며, 폐기물처리비는 별도로 처리하여야 한다.

2) 건설폐기물은 폐콘크리트, 폐아스콘, 폐목재 등의 종류별로 재활용, 소각 또는 매립여부 등에 따라 구분하여 배출, 운반, 보관하고 종류별로 재활용 용도에 적합하게 중간처리를 해야 한다.

3) 건설폐기물(폐콘크리트, 폐아스콘 등 건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률 시행령 별표1에서 제시하는 종류)을 친환경적으로 적절하게 처리하고 순환골재, 순환골재 재활용 제품 등으로 재활용한다.

4) 순환골재, 순환골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용량은 『순환골재 등 의무사용 건설공사의 순환골재, 순환골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용량에 관한 고시, 국토교통부・환경부』를 참조한다.

① 순환골재의무사용량 : 사용용도별로 각각 골재 소요량의 40% 이상

② 순환골재 재활용 제품의무 사용량 : 제품 소요량의 40% 이상

5) 나무뿌리 등의 임목은 임목폐기물로 처리하되 다음 사항을 고려하여 결정한다.

- 국도에 편입되는 임야 상의 임목은 현지여건 등 제반사항을 검토하여 관계기관과의 협의를 거쳐 예산절감과 활용가치 등을 종합적으로 고려하고, 공공개발지 임목 자원화 업무지침(산림청, 2018)에 따라 임목자원 매각처리(목재자원관리시스템) 방안을 검토한다.
- 벌채, 가로수 제거시 발생한 임목폐기물은 현장내 처리하여(파쇄, 분쇄) 우드칩, 톱밥, 퇴비원료 등으로 사용하되 현장여건에 따라 탄력적으로 적용한다.
- 임목폐기물을 파쇄하여 길어깨, 녹지대, 비탈면 식생기반재 등으로 현장내 유용할 경우 임목폐기물 발생시점과 유용시기의 불일치를 고려하여 임시 보관장소를 계획하고, 경제성이 부족할 경우 폐기물처리 또는 임목자원 매각처리 등의 방안을 계획하여야 한다.

6) 공사현장에서 발생되는 폐유 및 폐기물 등은 현장사무소에 폐유보관소 설치 및 전문처리업체에 위탁처리하며 별도 내역서를 작성한다.

7) 현재 시설물 분별해체 도입방안 마련을 연구중이므로 관련 지침이 마련되면 참조하여 폐기물처리를 시행하여야 한다.

15. 지장가옥철거

가. 일반사항

○ 사업구간에 편입되는 지장가옥을 조사하여 지장가옥의 구조, 면적으로 구분하여 산출한다.

16. 공사용 진입가도

가. 일반사항

1) 공사용 진입가도 포장용에는 현장사무실 진입로, 배치플랜트 진입로, 터널상황실 진입로 등이며 포장두께는 기층 10cm, 보조기층 20cm로 산출하며 현장여건을 고려하여 적용할 수 있다.

2) 도로공사장 교통관리지침(국토교통부, 2018. 11)을 참고하여 교통처리계획 및 안전시설물을 설치한다.

17. 공사중 교통처리

가. 관련기준

○ 도로공사장 교통관리지침 (국토교통부, 2018. 11)

나. 일반사항

1) 국도의 확장사업이나 도로와의 접속 등으로 인하여 도로의 전부 또는 일부를 점용하는 경우 도로 이용자의 안전 확보 및 도로 서비스수준 저하 최소화, 작업자의 안전과 시공성을 확보를 위하여 건설공사 범위 및 시공성, 도로 이용자의 접근성 및 이동성 등을 고려, 각 현장 조건에 따라 적정한 공사장 교통관리 계획을 수립하여야 한다.

2) 도로공사구간 유형은 공사장 이동 여부에 따라 고정공사와 이동공사로 구분하고, 고정공사는 공사기간에 따라 장기, 중기, 단기, 단시간공사로 구분하여 교통관리 계획을 수립한다.

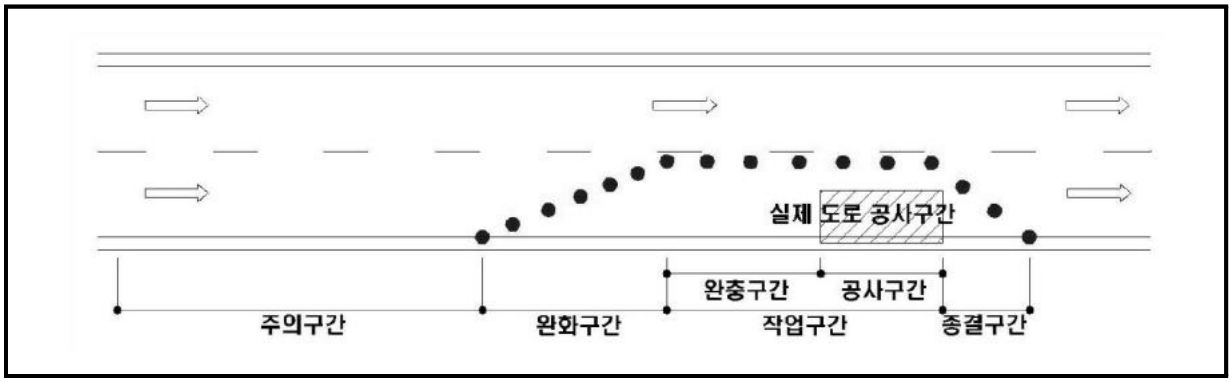
3) 장기, 중기, 단기의 도로공사구간은 주의구간, 완화구간, 작업구간(완충구간 포함), 종결구간 등 4개 구간으로 세분하여 계획한다.

○ 주의 구간 : 운전자들이 전방의 교통상황 변화를 사전에 인식할 수 있도록 확보하는 구간

○ 완화구간 : 진행 중인 차로를 변화시키는 구간으로 공사 중인 해당 차로 전방에 일정거리를 두어 주행차로를 차단하고 차로를 변경하게 하는 구간, 차로나 길어깨를 차단하지 않을 경우에는 완화구간 생략 가능

○ 작업구간 : 완충구간과 실제 공사를 수행하는 작업활동구역으로 구성, 완충구간은 운전자들이 차로 변경을 하지 못한 경우를 대비하여 운전자 및 작업자를 보호하기 위한 구간

○ 종결구간 : 작업구간을 통과하여 공사 이전의 정상적인 교통흐름으로 복귀하는 구간



4) 단시간 공사 및 이동공사 구간은 운전자와 작업자 안전 확보 뿐만 아니라 신속한 작업진행이 필요하기 때문에 교통관리구간은 주의구간과 작업구간으로 구분한다.

5) 표지와 노면표시, 도류화시설, 임시 방호울타리 등 임시 교통통제시설에 대한 계획은 『도로공사장 교통관리지침』 부록편을 참조하여 공사현장에 맞게 계획한다.

18. 가설사무실

가. 일반사항

○ 가설사무실에는 감리·감독자, 공사 시행자, 기자재창고, 숙소 등을 설치하여야 하며, 규모는 품셈에 의거하여 결정한다.

19. 공사안내간판

가. 일반사항

○ 공사홍보를 위하여 대형 및 소형 안내간판을 필요 위치에 설치한다.

20. 기존도로 유지보수

가. 일반사항

1) 사업구간내 포함되는 기존도로의 교량, 포장, 부대시설 등의 유지보수에 대한 비용을 산출한다.
   ○ 공사기간에 따라 기존국도 풀깎기 년2회 반영
   ○ 횡배수관 관청소 유지보수비 반영 (년1회)
   ○ 공사기간내와 준공후를 구분하여 도로유지 보수비 2회 반영
   (기존도로 지자체 이관 고려)
2) 기존국도가 시 관내에 위치하여 유지관리 책임이 관할 시장에게 있거나 기존 국도가 없을 경우에는 기존국도 유지보수 비용을 공사비에 포함하지 아니한다.
3) 기존도로 유지보수비는 구국도 활용계획 및 공사기간 중 유지관리계획에 근거하여 산정한다.

21. 품질관리비

가. 관련기준

○ 건설기술진흥법 시행규칙 (국토교통부, 2020. 09)
○ 건설공사 품질관리 업무지침 (국토교통부, 2020. 10)

나. 일반사항

1) 품질관리비는 품질관리계획 또는 품질시험계획에 따른 품질관리활동에 필요한 비용으로 크게 품질시험비와 품질관리활동비 등으로 구분한다.
2) 품질시험비는 품질시험에 필요한 비용으로서 인건비, 공공요금, 재료비, 장비 손료(損料), 시설비용, 시험·검사기구의 검정·교정비, 차량 관련 비용 등을 포함한다.
3) 건설공사 품질시험기준은 건설공사의 종류별, 공종별, 시험 종목·방법 및 빈도 등에 따라 다르며, 품질시험기준은 『건설공사 품질관리 업무지침』의 별표를 참조한다.

4) 품질관리활동비는 품질시험비를 제외한 품질관리활동에 필요한 비용으로 품질관리자 인건비, 품질문서 작성 및 관리에 관한 비용, 품질 관련 교육훈련비, 품질검사비 및 그 밖의 비용을 계상할 수 있다.

22. 시추조사비

가. 일반사항

○ 설계시 토질조사를 실시하지 못한 경우 필요한 조사항목 및 수량을 공사시방서에 기술하고 조사비를 반영한다.

23. 시공 측량비

가. 일반사항

○ 시공측량비는 시방기준에 의거 공사에 필요한 측량을 시행하기 위한 비용으로 중심선 측량, 종단측량, 횡단측량 등 제반비용을 포함한다.

24. 지적확정측량비

가. 관련기준

○ 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 (국토교통부, 해양수산부, 2020. 08)

나. 일반사항

○ 지적확정측량비는 공사 완료 후 토지의 표시를 새로 정리하기 위하여 실시하는 지적측량 비용으로 지적기준점측량, 도로경계확인측량, 필지경계측량 등 제반비용을 포함한다.

25. 토지 임대료

가. 일반사항

○ 가설사무소, 야적장, 제작장, 토취장, 가도부지 등 필요한 기간 동안 토지 임대료를 계상한다.

26. 안전시설비

가. 일반사항

○ 안전시설비는 발파, 굴착(토취장 포함) 등의 건설공사로 인한 주변 건축물 등의 피해 방지 대책비용으로 사전보강, 보수, 임시 이전 등에 소요되는 비용을 계상한다.

27. 산림복구비

가. 일반사항

○ 산림복구비는 석산 및 토취장 등 훼손된 산림을 복구하는 것으로 산림복구는 비탈면 보호공, 식재 등 현장 여건에 맞는 방안을 검토하여 지방자치단체와 협의 후 적용토록 하며, 수량변경 조건을 시방서 및 단가설명서에 명기한다. (동일 지역에서 석산 및 토취장을 10만 ㎡이상 사용시 환경영향평가 대상)

28. 시공상세도면 작성

가. 관련기준

○ 엔지니어링 사업 대가의 기준 (산업통상자원부, 2019. 01)

나. 일반 사항

1) 공사의 시공을 위하여 시공상세도면을 작성하는 경우에는 이에 필요한 소요비용을 별도 계상한다.

2) 공사진행 단계별로 작성할 시공상세도면의 목록은 발주청에서 공사시방서에 명시하여야 한다.

3) 시공상세도작성비는 『엔지니어링 사업 대가의 기준』의 별표4 시공상세도작성비의 요율을 적용하여 산출한다.

29. 도로대장 작성

가. 관련기준

○ 도로법 시행규칙 (국토교통부, 2020. 09)

나. 일반사항

1) 준공 후 원활한 도로의 유지보수 및 투자 계획 등을 수립하기 위한 도로상태, 각종 시설물, 배수구조물 및 지하시설 등에 대한 측량 및 도면 작성의 비용을 계상한다.

2) 도로대장 작성 및 전산화와 관련된 사항은 『도로대장 전산화 입력 지침(국토교통부, 2014. 10)』과 『도로대장 업무 매뉴얼(국토교통부, 2014. 10)』을 참조한다.

30. 준공도면 전산화

가. 관련기준

○ 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 시행규칙 (국토교통부, 2020. 08)

○ 설계공모, 기본설계 등의 시행 및 설계의 경제성 등 검토에 관한 지침(국토교통부, 2020. 01)

○ 건설공사의 설계도서 작성기준(국토교통부, 2015. 09)

○ 건설기술진흥업무 운영규정(국토교통부, 2020. 08)

나. 일반사항

○ 시설물의 안전점검과 적정한 유지관리를 통하여 재해와 재난을 예방하고 시설물의 효용을 증진하고자 공사가 완료되었을 때 시설물의 형태·구조를 나타낸 최종 준공도면을 작성하여야 하며, 이를 전산화하여야 한다.

31. 중기 운반

가. 일반사항

1) 건설공사에 투입되는 장비에 대하여 트럭 트레일러의 운반 또는 자주식 운반 등으로 구분하여 장비 운반에 필요한 비용을 산출한다.
2) 해상으로 중기운반이 필요한 경우 육상과 해상으로 구분하여 산출한다.

32. 자재운반

가. 일반사항

1) 공사에 필요한 자재에 대하여 현장으로 운반하는 비용을 말한다.
2) 재료 및 자재단가에 자재운반비가 포함되는 경우 자재대에 포함하여 산출할 수 있다.
3) 공사용자재 직접구매 대상품목의 자재운반은 제외한다.

33. 자재대

가. 일반사항

1) 필요한 재료 및 자재에 대한 단가를 말하며, 단가는 거래실례가격 또는 통계법에 의한 지정기관이 조사하여 공표한 가격, 감정가격, 유사한 거래실례가격, 견적가격을 기준으로 한다.
2) 공사용 재료 및 자재의 할증율은 품셈을 참조한다. 다만, 품셈의 각 항목에 할증율이 포함 또는 표시되어 있는 것에 대하여는 적용하지 않는다.
3) 공사용자재 직접구매 대상품목의 자재대는 제외한다.

34. 공사용자재 직접구매

가. 관련기준

- 중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률(중소벤처기업부, 2020. 10)
- 중소기업자간 경쟁제품 및 공사용자재 직접구매 대상품목 지정내역(중소벤처기업부, 2020. 09)

나. 일반사항

1) 공공기관이 발주하는 공사에 필요한 자재로서 공공기관이 직접 구매하여 제공하여야 하는 품목을 중소벤처기업부장관이 『공사용자재 직접구매 대상품목 지정내역』으로 고시한다.
2) 주요 공사용자재 직접구매 대상품목으로는 아스팔트콘크리트, 레미콘(특수 레미콘은 제외 가능), 가드레일, 난간, 도로표지판, 배수관(VR관, 원심력철근콘크리트관, 파형강관) 등이며,『공사용자재 직접구매 대상품목 지정내역』(공공구매정보망-www.smpp.go.kr)을 참조한다.

35. 공사손해보험료

가. 관련기준

○ 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 (조달청・기획재정부, 2020. 10)

나. 일반사항

○ 공사손해보험료는 공사비에 요율을 곱하여 산출한다.

36. 정기안전점검비

가. 관련기준

○ 건설기술진흥법 시행규칙 (국토교통부, 2020. 09)

○ 건설공사 안전관리 업무수행지침 (국토교통부, 2020. 01)

나. 일반사항

1) 정기안전점검은『건설공사 안전관리 업무수행지침』별표1의 건설공사별 정기안전점검 실시시기에 따라 발주자가 안전점검 수행기관을 지정하여 이를 시공자에게 통보하여 실시하는 안전점검을 말한다.

2) 정기안전점검시 점검하여야 하는 사항은 '공사 목적물의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성', '공사 목적물의 품질, 시공상태 등의 적정성', '인접 건축물 또는 구조물의 안전성 등 공사장 주변 안전조치의 적정성'이며, 건설공사의 공종별 세부점검 사항은 당해 공사시방서 및 관련시방서를 참조하여 현장의 상황 및 시공조건에 따라 점검목적을 달성할 수 있도록 정한다.

3) 정기안전점검비 산출은 공사비 요율에 의한 방식을 적용한다.

37. 특허 및 신기술 기술료

가. 관련기준

○ 신기술사용협약 등에 관한 규정 (국토교통부, 2019. 07)

나. 일반사항

1) 기술료란 해당 계약목적물을 시공하는데 직접 필요한 노하우비(Know-How費) 및 동 부대비용으로서 외부에 지급되는 비용을 말한다.

2) 기술료는 신기술공사비에 일정 요율과 낙찰률을 곱하여 산출한다.

38. 공사원가 연구개발비

가. 관련기준

○ 공사원가에 연구개발비 계상 및 집행 지침 (국토교통부, 2005. 03)

나. 일반사항

1) 연구개발비란 『예정가격 작성기준』 제11조제3항제7호에서 정하는 당해 계약목적물을 시공하는데 직접 필요한 기술개발비 및 연구비로서 시험 및 시범제작에 소요되는 비용 또는 연구기관에 의뢰한 기술개발용역비와 법령에 의한 기술개발촉진비 등을 말한다.
2) 연구개발비는 공사시행과정에서 발생하는 다양한 기술적 문제를 해결하기 위한 연구개발 또는 기술검토에 소요되는 비용은 잠정공사비(P·S)로 계상하며, 집행 후 정산하도록 한다.
3) 연구개발비는 연구개발비 대상액에 『공사원가에 연구개발비 계상 및 집행 지침』 붙임 1의 연구개발비 비율을 곱하여 산출한 금액 범위 내에서 계상한다.

39. 문화재 시·발굴 조사비

가. 관련기준

○ 매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 시행령 (문화재청, 2020. 05)
○ 매장문화재 조사용역 대가의 기준 (문화재청, 2020. 01)

나. 일반사항

1) 건설공사의 시행자는 해당 건설공사 지역에 문화재가 매장·분포되어 있는지를 확인하기 위하여 사전에 매장문화재 지표조사를 하여야 한다.
2) 지표조사는 시행자가 요청하여 매장문화재 조사기관이 수행하며, 지표조사에 필요한 비용은 『매장문화재 조사용역 대가의 기준』에 의거하여 산정한다.

40. 사후 환경영향조사비

가. 관련기준

○ 환경영향평가법 시행규칙 (환경부, 2020. 05)

나. 일반사항

1) 사후 환경영향조사란 도로공사 사업을 착공한 후에 그 사업이 주변 환경에 미치는 영향을 조사하는 것으로 『환경영향평가법 시행령』 별표 3의 환경영향평가 대상사업이 대상이며, 도로의 건설사업의 경우 조사시간은 사업 착공시부터 사업 준공후 3년까지이다.
2) 조사기간, 조사항목 및 내용, 조사지역, 조사 주기 등은 해당사업의 환경영향평가서 및 환경부 협의내용을 참조한다.

41. 생태계보전협력금

가. 관련 기준

○ 자연환경보전법 (환경부, 2020. 06)

○ 자연환경보전법 시행령 (환경부, 2019. 07)

○ 자연환경보전법 시행규칙 (환경부, 2019. 12)

○ 생태계보전협력금 업무편람 및 반환사업 가이드라인 (환경부, 2018. 10)

나. 일반사항

○ 생태계보전협력금은 개발로 인한 야생동·식물의 서식지 등 자연생태계의 훼손을 최소화하고, 자연의 훼손이 불가피한 경우에는 원인자부담 원칙에 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(여유폭을 제외한 순수훼손면적) × 단위면적당 부과금액 × 지역 계수

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

42. 안전관리비

가. 관련기준

○ 건설기술진흥법 시행규칙 (국토교통부, 2020. 09)

○ 건설공사 안전관리 업무수행지침 (국토교통부, 2020. 01)

나. 일반 사항

1) 건설공사의 발주자는 건설공사 계약을 체결할 때에 건설공사의 안전관리에 필요한 비용을 공사금액에 계상하여야 한다.

2) 건설공사의 안전관리에 필요한 비용(건설기술진흥법시행규칙 제60조제1항)

- ○ 안전관리계획의 작성 및 검토 비용
- ○ 건설기술진흥법시행령 제100조제1항제1호 및 제3호에 따른 안전점검 비용
- ○ 발파·굴착 등의 건설공사로 인한 주변 건축물 등의 피해방지대책 비용
- ○ 공사장 주변의 통행안전관리대책 비용
- ○ 계측장비, 폐쇄회로 텔레비전 등 안전 모니터링 장치의 설치·운영 비용
- ○ 건설기술진흥법 제62조제11항에 따른 가설구조물의 구조적 안전성 확인에 필요한 비용
- ○ 전파법 제2조제1항제5호 및 제5호의2에 따른 무선설비 및 무선통신을 이용한 건설공사 현장의 안전관리체계 구축·운용 비용

3) 안전관리비의 계상 및 사용에 관한 세부사항은 『건설공사 안전관리 업무수행 지침, 국토교통부』에 따른다.

43. 공사기간 산정

가. 관련기준

- ○ 공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부, 2019. 03)

나. 일반 사항

1) 건설공사의 공사기간을 산정할 때는 공사 목적물의 품질확보는 물론 공사의 안전성·경제성 등을 확보하면서 해당 공사의 규모 및 특성, 지역여건, 자연조건, 법정근로시간 등 기타 제반여건을 고려하여야 한다.

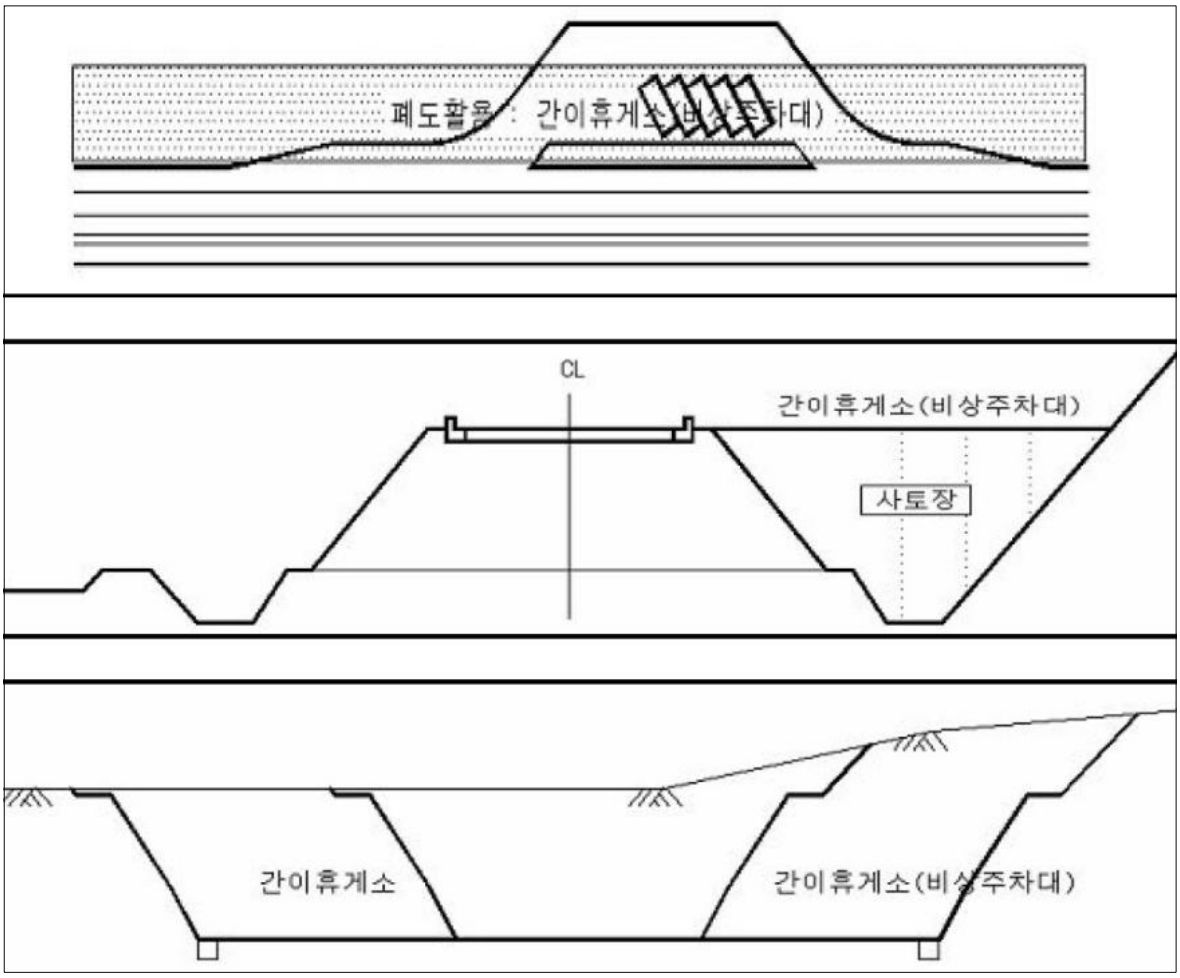
2) 건설공사의 입찰공고를 하기 전에 공사기간의 적정성을 검토하여야 하며, 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제79조 및 「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제95조에 따른 대형공사 및 특정공사, 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제98조 및 「지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제127조에 따라 기본설계 기술제안입찰 및 실시설계 기술제안입찰에 해당하는 경우에는 「건설기술 진흥법」 제5조에 따른 지방건설기술심의위원회 또는 제6조에 따른 기술자문위원회의 심의를 거쳐야 한다.

3) 공사기간은 준비기간과 비작업일수, 작업일수, 정리기간을 포함하여 산출한다.

4) 공사기간 산정에 대한 상세한 내용은 “공공 건설공사의 공사기간 산정기준(국토교통부)”를 참고한다.

44. 간이 휴게소 설치

○ 국내도로는 화물차 운전자가 쉴 수 있는 공간이 부족하여 도로길어깨 상에 주·정차하여 교통사고가 빈번하다. 따라서 도로건설시 발생되는 폐도 및 토취장, 사토장 부지를 최대한 활용하여 간이휴게소를 설치함으로써 화물차 운전자들의 편의성 도모와 복지향상 제공으로 근무의욕을 확보할 수 있다.



45. 생태통로

가. 관련기준

○ 생태통로 설치 및 관리지침 (환경부, 2010. 06)

나. 일반 사항

1) 생태통로(생태 이동통로, 야생동물 이동통로)는 도로 및 철도 등에 의하여 단절된 생태계의 연결 및 야생동물의 이동을 위한 인공구조물로서, 야생동물이 노면을 거치지 않고 도로를 건널 수 있도록 조성한다.

2) 유도울타리는 야생동물이 도로로 침입하여 발생하는 로드킬을 방지하거나 생태통로까지 안전하게 유도하기 위해 설치하는 구조물로서 대개 철망을 이용하여 만들며, 탈출구, 출입문, 침입방지 노면 등과 같은 부대시설을 포함한다.

3) 생태통로와 유도울타리 이외의 생태축 연결 또는 야생동물 보호 등을 위한 대책으로서 배수로 탈출시설, 암거수로 보완시설, 도로횡단 보완시설 등이 있다.

4) 생태통로 설치와 기타 자세한 사항은 『생태통로 설치 및 관리지침(환경부)』 을 따른다.

다. 생태통로 설치를 위한 조사

1) 생태통로의 필요성 및 목표 분류군을 결정하고, 생태통로의 잠정 후보지를 다수 선정한다.

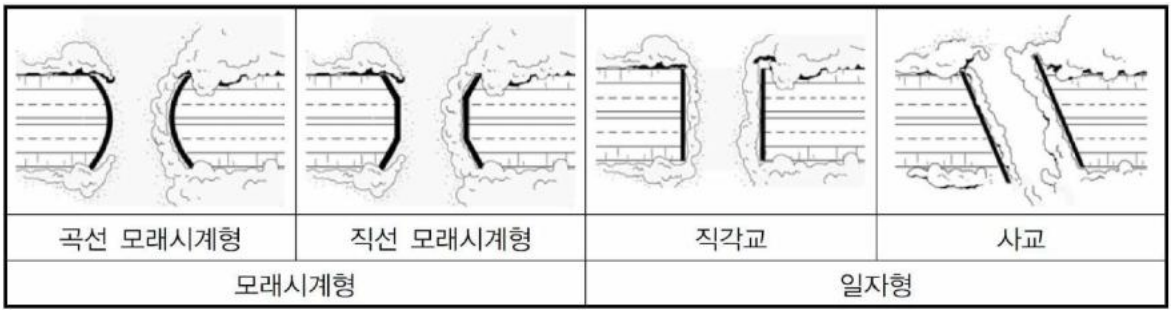
2) 생태통로의 목표종을 결정하고, 이에 따른 생태통로의 구체적인 위치, 유형, 규격을 판단한다.

3) 생태통로의 구체적인 위치와 유형(육교형, 터널형 등)은 『생태통로 설치 및 관리지침』의 현장 조사 절차에 따라 정밀조사에 참여한 전문가와 협의하여 결정한다.

라. 생태통로의 분류 및 설치

1) 육교형 생태통로

○ 야생동물의 이용만을 목적으로 조성된 것으로서, 너비 7m 이상(주요 생태축 : 30m 이상)으로 조성하며, 주요 생태축을 통과하는 경우에는 최소 폭을 30m 이상으로 한다. 다만, 주요 생태축 구간에서 지형적인 여건에 따라 동 기준을 준수하지 못하는 불가피한 경우에는 환경영향평가협의 등 개발사업 협의 시 생태통로의 적정한 규모에 대하여 환경부와 협의하여 조정할 수 있다.



○ 보행자가 생태통로를 이용할 수 있도록 조성하는 경우에는 보행자 동선을 폭 3m 이내의 흙길로 조성하고 생태통로의 중앙부 폭은 30m 이상의 대형으로 조성하며, 보행자의 동선을 성토와 식재 등의 기법을 통해 공간적으로 분리한다.

○ 절토 비탈면의 붕괴에 따른 피해를 예방하기 위해 조성한 복개형 개착식 터널은 생태통로의 기능을 보완할 경우 생태통로로 활용이 가능하다.

2) 터널형 생태통로

○ 포유류용 생태통로는 고라니 등 중형의 야생동물이 서식하는 지역의 경우 개방도(통로 단면적/통로 길이 비율) 0.7 이상으로 조성하는 것을 원칙으로 한다.

○ 포유류용 생태통로가 수로 위치에 설치 시 수로의 연간 최대용량보다 훨씬 큰 규모로 설계하여 통로 내에 물이 흐르지 않는 바닥 부분이 항상 존재하도록 한다.

○ 양서·파충류용 생태통로는 도로 하부에 소규모 박스형 또는 파이프 형태로 조성되며, 대상 종에 따라 단순 통로형으로 하거나 통로 내부에 햇빛이 투과하도록 할 수 있다.

○ 양서·파충류용 생태통로의 규격은 왕복 2차선 도로에서는 너비 50cm 이상, 왕복 4차선 이상 도로에서는 너비 1m 이상으로 하여 도로의 폭이 넓을수록 넓게 한다.

마. 유도울타리 및 기타시설

1) 유도울타리

○ 유도울타리의 종류는 목표종에 따라 포유류 울타리, 양서·파충류 울타리, 일체형 울타리(포유류와 양서·파충류 모두 대상)로 구분할 수 있다.

○ 울타리 안에 들어온 동물이 쉽게 빠져나갈 수 있게 하는 탈출용 경사로, 야생동물의 진입이 어려운 출입문과 침입방지 노면 등의 부대시설이 유도울타리와 함께 조성되어야 한다.

○ 포유류의 로드킬 예방을 위한 울타리의 높이는 1.5m를 기본으로 한다.

○ 양서·파충류용 울타리는 높이를 40cm 이상으로 하고, 망목(mesh) 규격은 주변 동물과 현장 여건을 고려하되 최대 1cm×1cm 이내로 한다.

○ 조류의 로드킬이 빈번할 것으로 우려되는 구간에는 버스나 트럭 등의 대형차량의 높이보다 조류의 비행 높이가 높게 유도하는 울타리, 기둥, 가로수 등을 조성할 수 있다.

2) 수로탈출시설

○ 소형동물(소형 포유류, 양서류, 파충류)이 도로의 측구 및 배수로 또는 농수로에 빠질 경우 탈출을 도와주기 위해 설치한다.

○ 양서류의 집단 이동 등을 위해 다수의 경사로 조성이 필요한 구간에서는 탈출 경사로의 설치 간격을 30m 이내로 한다

3) 암거수로 보완시설

○ 암거수로의 보완시설은 암거수로가 생태통로의 기능을 할 수 있도록 보완하기 위해 설치한 시설로서, 야생동물의 이동이 필요한 구간에 있는 기존의 암거 수로에 턱이나 선반 등을 설치하여 동물이 물에 빠지지 않고 수로를 건너도록 하거나, 입구부를 야생동물이 진입하기 쉽게 경사로 등을 설치하는 등의 구조 개선 시설물을 설치한다.

4) 도로횡단 보완시설

○ 하늘다람쥐와 청설모와 같이 주로 나무 위에서 생활하는 동물은 도로의 폭이 넓지 않은 경우 도로변에 기둥을 세우거나 도로 양편의 나무에 가로대 등의 간단한 보조시설 만으로도 생태통로 효과를 얻을 수 있다.

46. 도로경관 디자인

가. 일반 사항

1) 도로경관디자인은 도로에서 경관과 시설물디자인을 반영하기 위한 도로경관설계, 도로시설물디자인, 도로경관디자인 평가를 내용적 범위로 포함한다.

2) 도로경관디자인의 절차는 '구상 → 현황조사 및 분석 → 계획안 작성 → 설계안 작성→ 평가'의 흐름에 따라 시행한다.

3) 도로경관설계는 기본설계 단계에서 적용하며 주변 지형과 지역특성을 고려한 노선 및 선형계획에 대하여 설계안을 작성하며, 평가 및 feed-back 과정을 거쳐 최적안을 선정한다.

4) 도로시설물디자인은 주로 상세설계 단계 적용하며 경관설계의 방향을 반영하여 구조물, 부대시설, 안전시설 등 도로시설물에 대하여 적용하며, 평가 및 feed-back 과정을 거쳐 최적안을 선정한다.

5) 도로경관디자인 평가는 기본 및 상세설계 단계별 설계절차에 따라 도로경관설계와 도로시설물디자인에 대한 계획 및 평가를 시행할 수 있다.

6) 보다 자세한 사항은 『도로 설계편람 11편 경관설계(국토교통부, 2013)』 또는 『도로 경관설계 안내서(국토교통부, 2012. 08)』를 참조한다.



9.2 수량산출요령

○ 수량내역 및 수량산출의 항목은 일반적으로 산출하는 것을 제시한 것으로, 공사의 성격 및 여건 등을 고려하여 변경할 수 있다.

○ 공종별 수량산출 후 전체 수량에 대한 아스콘, 콘크리트, 철근, 골재 및 시멘트 등의 주요자재 집계표와 토공, 콘크리트, 거푸집, 철근 및 주요 수량 내역 항목 등을 집계한 총괄 집계표를 작성한다.

○ 타공정으로 이월 또는 이기가 필요한 수량에 대해서는 이월(이기)수량 집계표를 작성한다.

1. 도로안내표지판

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 안내표지판 설치 수량(개소)

2) 수량 산출

- 안내표지판 설치 수량 (개소)
- 토공 : 터파기, 되메우기, 잔토 (m^3)
- (무근. 철근) 콘크리트 (25-21-8, m^3)
- 거푸집 (합판6회, m^2)
- 철근 수량

나. 산출 요령

1) 안내표지판 수량과 기초 수량에 대하여 산출한다.

2) 안내표지판은 경계표지, 이정표지, 방향표지, 노선표지 등의 표지형식으로 구분하며, 설치위치, 종류별 규격, 설치형태, 개수 등으로 구분하여 산출한다.

3) 기초 터파기의 경사는 1 : 0.3을 적용하며, 저판의 여유는 0.3m로 한다.

4) 되메우기 및 다짐량은 터파기량에서 콘크리트량을 제외한 수량으로 하며, 남은 토량은 잔토 처리한다.

5) 도로정보 안내시설, 표지판 통합주도 안내표지판과 같은 방법으로 산출한다.

6) 문형식 표지판의 경우 지주보호용 시설을 산출한다.

- 중앙분리대측 : 강판 덮개 설치
- 길어깨측 : 가드레일 설치

7) 표지판 지주는 잡철물 제작 수량에서 제외한다.

2. 방음벽

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 방음벽 연장(m)

2) 수량 산출

- 방음판 연장(m) 및 방음판 수량 (경간)
- (무근. 철근) 콘크리트 (방음벽 기초는 25-24-8, 버림콘크리트는 25-16-8, ㎥)
- 거푸집 (방음벽 기초는 합판4회, 버림 콘크리트는 합판6회, ㎡)
- 철근 수량
- 신축이음, 조인트바, 스페이서
- 공제 수량 : 되메우기, 보조기층, 동상방지층, 노상, 비탈면 식생보호공(줄떼 등)

나. 산출 요령

1) 방음판 수량과 방음벽 기초에 대하여 산출한다.

2) 방음벽 기초에 대한 수량 산출은 『방음벽 기초 표준도(국토교통부, 2010)』를 참조한다.

3) 방음판 수량은 판의 종류별 높이별로 구분하여 길이(m)로 소요 연장을 산출하고, 내역서에 반영하는 수량은 경간수로 환산하여 적용한다.

○ 방음판 높이 = 방음벽 높이 - 방음벽 기초 돌출높이(1.0m)

○ 종류별 높이별 방음판 수량(경간 수) = 소요 연장 ÷ 경간장(지주 간격)

4) 지주 및 앵커 수량은 지주 높이별로 경간당 개수로 환산하여 산출한다.

○ 지주(Base plate 포함) 및 앵커 수량(경간당 개수) = [(방음판 경간수) + 1] ÷ 경간장

5) 방음벽 기초 수량 : 종류별 높이별로 구분하여 길이(m)로 산출한다.

○ L형옹벽 기초 연장(L)

=(방음판 경간수 × 경간장) + 2×(베이스플레이트길이/2 + 여유길이(6cm))

○ 직벽형 기초

=(방음판 경간수 × 경간장) + 2×(강관말뚝직경/2 + 여유길이(10cm))

6) 출입구 수량

○ 토공구간 : 설치연장 300m 이상일 경우 약 150m 간격으로 출입구를 설치하며 점검로가 필요한 경우 접근로, 계단 등을 설치

○ 교량구간 : 교량점검로가 설치된 모든 교량에 점검로 출입시설이 있는 행선의 모든 교각에 설치

7) 방음벽이 설치되는 구간은 되메우기, 보조기층, 동상방지층, 노상, 비탈면 식생보호공(줄떼 등)에 대하여 저촉 면적만큼 공제한다.

3. 깎기부 점검로

가. 주요 수량

1) 수량 내역

- 계단부 : 연장(m)
- 단부 : 개소

2) 수량 산출

- 계단부 설치 연장(m) 및 단부 설치 구간(개소)
- 토공 : 터파기, 되메우기, 잔토 (㎥)
- 콘크리트 (25-18-8, ㎥)
- 거푸집 (합판6회, ㎡)
- 프리캐스트 블록

나. 산출 요령

1) 전면부와 측면부로 나누어 산출한다.

2) 전면부에 설치되는 점검로의 경우 비탈면의 경사에 따라 나누어 산출한다.

4. 버스정차대 계단

가. 주요 수량

1) 수량 내역

- 일반부 : 연장(m)
- 단부 : 개소

2) 수량 산출

- 계단 설치 연장(m) 및 단부 설치 구간(개소)
- 토공 : 터파기, 되메우기, 유용토 (㎥)
- 콘크리트 (25-18-8, ㎥)
- 거푸집 (합판6회, ㎡)
- 공제 수량 : 비탈면 식생보호공(줄떼 등)

나. 산출 요령

1) 버스정차대 계단이 설치되는 구간은 비탈면 식생보호공(줄떼 등)에 대하여 저촉면적만큼 공제한다.

5. 수로 보호공

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 돌붙임 수량(㎡)

2) 수량 산출

- 돌붙임 면적(㎡)
- 토공 : 터파기, 되메우기, 유용토 (㎥)
- 콘크리트 (25-16-8, ㎥)
- 거푸집 (합판6회, ㎡)

나. 산출 요령

1) 돌붙임 수량과 돌붙임기초 수량에 대하여 산출한다.

6. 보호길어깨 잡초성장 억제시설

가. 주요 수량 및 수량 산출

1) 억제시설 설치 연장(m)을 산출한다.

7. 식재공

가. 주요 수량

1) 식재공 : 식재별 수량(주)

2) 철재지지대 : 개소(조)

3) 지주목 삼발이 : 개소(조)

나. 산출 요령

1) 수목의 수량은 수목의 종류 및 수목 규격별로 나누어 산출한다.

2) 수목이식이 필요한 경우 공사구간→가식장 수량과 가식장→공사구간 수량을 각각 구한다.

8. 공동구

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 공동구 연장(m)

2) 수량 산출

- 공동구 설치연장 (m)
- 토공 : 터파기, 되메우기, 유용토 (㎥)
- 콘크리트 (㎥)
- 거푸집 (구체는 합판3회, 버림은 합판6회, ㎡)
- 철근 수량 (ton)
- 동바리(공/㎥), 비계(㎡)

- 시공이음면정리(㎡)
- 수팽창지수재 (m)
- 스페이서 (㎡)
- 아스팔트코팅 (2회, ㎡)
- NORTH (m)
- 채움재
- 봉합재(실런트)
- 방수재(지수판)
- 조인트바

나. 산출 요령

1) 공동구의 수량 산출은 배수공의 암거구조물과 구조물공의 지하차도 수량산출 방법을 참조한다.

9. 접도구역 경계표주

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 접도구역표주 수량(개소)
2) 수량 산출 :
   - 접도구역 표주 (개소)
   - 콘크리트 (25-18-8, ㎥)
   - 거푸집 (합판6회, ㎡)
   - 철선 (6m/m, m)
   - 터파기, 되메우기, 잔토 (㎥)

나. 산출 요령

1) 직선부(평지), 곡선부 및 취락지역, 산자부 등 위치별 설치 간격에 따라 산출한다.
2) 남은 흙은 잔토 처리한다.

10. 거리표지

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 거리표지 수량(개소)
2) 수량 산출
   - 거리표지 (개소)
   - 콘크리트 (25-18-8, ㎥)
   - 거푸집 (합판6회, ㎡)
   - 터파기, 되메우기, 잔토 (㎥)

나. 산출 요령

1) 도로 외측부에 설치하며 개소로 산출한다.

2) 남은 흙은 잔토 처리한다.

11. 준공표지석

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 준공표지석 설치 (개소)

2) 수량 산출 :

- 준공표지석 (개소)
- 콘크리트 (25-18-8, ㎥)
- 거푸집 (합판6회, ㎡)
- 터파기, 되메우기, 잔토 (㎥)

나. 산출 요령

1) 준공표지석(화강석 재질)에 공사내력 등을 새겨 시·종점부에 1개소씩 설치한다.

2) 남은 흙은 잔토 처리한다.

12. 방호시설

○ 도로확장구간에 차량 통행시 교통안전과 도로폭 확보를 위하여 방호시설을 설치하며 높이별 연장으로 수량 산출한다.

가. 암파쇄 방호시설

1) 수량 내역 : 암파쇄 방호시설 연장 (m)

2) 수량 산출

- 암파쇄 방호시설 설치 연장(m) 및 경간
- 콘크리트

3) 도로확장구간에 차량 통행시 교통안전과 도로폭 확보를 위하여 깎기부 중 계획깎기고가 10m이상인 구간에 방호시설을 설치하며 높이별 연장으로 수량 산출한다.

4) 계획깎기고가 10m미만일 경우는 임시방호시설 또는 암파쇄 방호시설 설치지침에 준하여 적용하여 수량을 산출한다.

나. 흙쌓기 구간

1) 수량 내역 : 시설별 연장(m)

2) 마대쌓기는 H=2.0m 미만일 때 수량을 산출한다.

3) 도류벽은 H=2.0m 이상일 때 수량을 산출한다.

13. 축중기 설치

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 축중기 설치 (개소)

14. 환경관리비

가. 환경관리비 항목

- 가설방음벽, 방진망
- 살 수
- 오탁방지막
- 공사장폐수 처리시설
- 기타
- 세륜 세차시설
- 침사지
- 골재덮개시설
- 폐기물 처리비

나. 가설방음벽, 방진막

1) 수량 내역 : 가설방음벽, 방진막의 연장(m)

2) 설치구간 높이별로 연장을 산출한다.

3) 가설방음벽은 2회 이상 사용을 원칙으로 한다.

4) 방진막은 가설방음벽이 설치되는 구간에 1m 높이로 함께 설치할 수 있다.

다. 세륜세차시설

1) 수량 내역 : 세륜세차시설 설치 (개소)

2) 수량 산출

- 자동 세륜기 (이동식의 경우)
- 콘크리트 (25-21-8, ㎥)
- 거푸집 (합판6회, ㎡)
- 철근 (보통, ton)
- 터파기, 되메우기, 잔토 (㎥)
- 잡석깔기 (㎥)

라. 살수

1) 수량 내역 : 살수 (개월)

2) 공사구간내 살수가 필요한 연장과 순살수기간을 산출한다.

마. 침사지

1) 수량 내역 : 침사지 설치 (개소)

2) 수량 산출

- 침사지 구간별 면적(㎡) 및 용량(㎥)
- 터파기, 속채움 토사 (㎥)
- P.P 마대 (㎡)
- 토사유출방지용 비닐 (㎡)
- 부직포 (㎡)
- 잡석 (㎥)

바. 오탁방지막

1) 수량 내역 : 오탁방지막 연장 (m)

2) 오탁방지막 신설과 유용 연장을 구분하여 산출한다.

사. 비점오염저감시설

1) 수량 내역 : 비점오염저감시설 설치 (개소)

아. 골재덮개시설

1) 수량 내역 : 골재덮개시설 면적 (㎡)

2) 골재덮개시설 설치구간, 연장 및 면적을 산출한다.

자. 공사장폐수 처리시설

1) 수량 내역 : 공사장폐수 처리시설 설치 (개소)

차. 폐기물처리(상차비)

1) 수량 내역 : 폐기물처리 상차비 (ton)

2) 수량 산출

- 폐콘크리트 (ton)
- 폐아스콘 (ton)
- 혼합폐기물 (ton)

3) 본 환경관리비에서의 폐기물처리는 상차비만을 반영하며, 처리비용은 별도로 처리한다.

4) 발생되는 모든 폐기물에 대하여 종류별(지장가옥, 건설폐기물, 나무뿌리 등)로 수량 산출하고 나무뿌리 등은 별도의 수량산출기준, 처리방법에 의거 처리한다. (나무뿌리는 건설폐기물에서 제외)

카. 임목폐기물 파쇄

1) 수량 내역 : 임목폐기물처리 파쇄 수량 (㎥)

15. 지장 가옥철거

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 지장 가옥철거 수량 (㎥)

2) 수량 산출

- 주거용 철거 동수 (동) 및 체적 (㎥)
- 업무용 철거 동수 (동) 및 체적 (㎥)
- 공공용 철거 동수 (동) 및 체적 (㎥)
- 담장 철거 체적 (㎥)

3) 도로건설공사에 편입되는 지장 가옥은 정확히 조사하여 수량 산출한다.

16. 공사용 진입가도

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역

- 표토 제거 (답구간, 답외구간, ㎡)
- 흙깎기, 흙쌓기 (㎥)
- 유용성토 운반 (토사, ㎥)
- 기층 (T=10cm, ㎡)
- 보조기층 (T=20cm, ㎥)
- 프라임코팅 (RSC-3, ㎡)
- 복구 및 유지보수비 (식)

2) 포장 공사용 진입가도에는 현장사무실 진입로, 배치플랜트 진입로, 터널상황실 진입로 등이며 포장 두께는 기층 10cm, 보조기층 20cm로 산출하며 현장여건을 고려하여 적용할 수 있다.

17. 공사중 교통처리

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 교통처리시설 1식

2) 수량 산출

- 공사중 안내표지판 (개소)
- 교통표지판 (개소)
- PE드럼 (개소)

- 안전휀스 (개소)
- 윙카 (m)
- 회전경광등 (개소)
- 라바콘 (개소)
- 차선도색, 차선제거(황색실선, 백색실선, 백색파선)

나. 산출 요령

1) 『도로공사장 교통관리지침』에 의거하여 수량을 산출하되 단계별 교통처리가 필요한 경우 단계별로 각각의 수량을 산출한다.
2) 각 항목에 대해 신규 수량과 유용 수량을 구분하여 적용한다.

18. 가설사무실

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 가설사무실 1식
2) 수량 산출
   - 부지면적 (㎡)
   - 가설사무실 면적 (㎡)
   - 바닥 콘크리트 (T=10cm, 25-18-8, ㎥)
   - 포장 (㎡)
   - 가드휀스 (m)

나. 산출 요령

1) 부지면적의 건폐율은 30%로 한다.
2) 가설사무실 전체 면적은 감리·감독자, 공사시행자, 기자재창고, 숙소, 시험실 및 식당, 화장실 등 편의시설 면적을 합한다.
3) 가설사무실의 바닥은 보조기층(T=20cm)을 설치하고, 바닥콘크리트 (25-18-8, T=10cm)는 인력 타설 한다.
4) 주차장 설치구간은 아스콘포장(또는 사리포장)을 할 수 있다.
5) 필요시 가드휀스의 설치 연장을 산출한다.

19. 공사안내간판

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 공사안내 간판 1식
2) 대형 및 소형 안내간판 설치 기준에 적용하여 식 단위로 산정한다.

20. 기존도로 유지보수

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 기존도로 유지보수 1식

2) 수량 산출 :

- 표층 (T=5cm, ㎡)
- 택코팅 (㎡)
- 차선도색 : 황색실선, 백색실선, 백색파선

나. 산출 요령

1) 기존도로 유지보수 공종을 명기한다

2) 교량, 포장, 부대시설의 보수비를 반영한다.

3) 공사기간에 따른 풀깎기는 년2회 반영한다.

4) 횡배수관 관청소 등의 유지비는 년1회 반영한다.

5) 공사기간 내와 준공 후를 구분하여 도로유지 보수비를 년2회 반영한다.

6) 동절기 제설에 필요한 비용을 반영한다.

7) 구국도 활용계획 및 공사기간 중 유지관리계획에 근거하여 산정한다.

21. 품질관리비

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 품질관리비 1식

나. 수량 산출

1) 품질시험비는 『건설공사 품질관리 업무지침』의 별표2(건설공사 품질시험기준)를 참조하여 건설공사의 종류별, 공종별로 시험종목·방법 및 빈도 등에 따라 산출한다.

2) 기타품질관리 비용은 시험비의 10%를 계상한다.

3) 품질시험비와 품질관리활동비를 계상할 수 있다

22. 시추조사비

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 시추 조사비 1식

2) 추정 토질심도별로 계상한다.

23. 시공 측량비

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 시공 측량 연장 (km)

24. 지적확정측량비

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 지적확정측량 면적 (㎡)

25. 토지임대료

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 임대기간 (개월)

2) 가설사무소, 야적장, 제작장, 토취장, 가도부지 등 토지임대가 필요한 곳의 면적을 산출하여 공시지가의 일정비율(약 연10%)에 임대기간을 곱하여 산출한다.

26. 안전시설비

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 안전시설비 1식

2) 건별로 산정한다.

27. 산림복구비

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 산림복구비 1식

2) 산림복구에 필요한 식재 또는 비탈면 보호공 등의 수량을 산출한다.

28. 시공상세도면 작성

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 시공상세도면 작성 1식(P.S)

2) 공사시방서에 명시된 시공상세도면의 목록에 대하여 공사비 및 시설물 난이도에 따라 『엔지니어링 사업 대가의 기준』의 별표4 시공상세도 작성비의 요율을 적용하여 산출한다.

29. 도로대장 작성

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 도로대장 작성 1식(P.S)

2) 공사노선의 연장(km)을 기준으로 한다.

30. 준공도면 전산화

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 준공도면 전산화 1식(P.S)

2) 건설공사의 설계도서 작성지침(국토교통부)에 근거하여 산정한다.

3) 준공도서 작성매수는 성과품의 개략 수량을 파악하여 산출하며, 현장에서 준공 도서 작성매수에 따라 실비 정산한다.

4) 원칙적으로 엔니지어링 사업대가의 기준을 적용한다.

31. 중기운반

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 중기 운반 1식

2) 투입되는 장비에 대하여 트럭트레일러 운반, 덤프 운반, 자주식 운반 등으로 나누어 산출하며, 기타사항은 설계요령을 참조한다.

32. 자재운반

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역

- 시멘트 (대)
- 철근 (ton)
- 모래 (m^3)
- 잡석, 혼합골재 (m^3)

2) 산출 요령은 설계요령을 참조한다.

33. 자재대

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역

- 시멘트 (대)
- 철근 (ton)
- 모래 (m^3)
- 잡석, 혼합골재 (m^3)
- 고재대 (ton)

2) 산출 요령은 설계요령을 참조한다.

34. 공사용자재 직접구매

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 공사용자재 직접구매 1식

2) 수량 산출 : 주요 자재 중 『공사용자재 직접구매 대상품목』으로 아스콘, 레미콘, 가드레일, 난간, 도로표지판, 배수관 등

3) 직접구매 대상품목의 추정가격이 4천만원 이상인 자재를 대상으로 하며, 추정가격이 4천만원 미만이면 공사 시행자가 직접 구매를 할 수 있으므로 위의 33. 자재대에 포함한다.

35. 공사손해보험료

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 공사손해보험료 1식(P.S)

나. 산출 요령

1) 대상은 1종 시설물(교량, 터널 등)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(추정가격이 200억 이상인 공사) 이외의 공사에 대하여는 공사손해보험료를 미반영한다.

36. 정기안전점검비

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 정기안전점검비 1식(P.S)

2) 요율(%)은 정기안전점검 요율(%)과 초기점검 요율(%)의 합으로 건설공사의 종류(교량, 터널, 옹벽, 절토사면 등)와 연장 및 규격에 따라 다르며, 『건설공사 안전관리 업무수행 지침』 별표8의 안전점검 대가 요율을 적용한다.

37. 특허 및 신기술 기술료

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 특허 및 신기술 기술료 1식

2) 특허 및 신기술 보호기간 내에서 기술료를 지급한다.

38. 공사원가 연구개발비

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 공사원가 연구개발비 1식(P.S)

2) 공사원가 연구개발비용은 다음과 같다.

공사원가 연구개발비
공사원가 연구개발비 = 연구개발비 대상액(①) × 연구개발비 비율(②)

① 연구개발비 대상액(원) : 『예정가격 작성기준』에서 정하는 직접공사비(재료비와 직접노무비, 산출경비의 합계액)

② 연구개발비 비율 : 『공사원가에 연구개발비 계상 및 집행 지침』 붙임1

39. 문화재 시발굴 조사비

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 문화재 시발굴 조사비 1식(P.S)

2) 조사비는 『매장문화재 조사용역 대가의 기준』에 의거하여 산출한다.

40. 사후 환경영향조사비

가. 주요 수량 및 산출 요령

1) 수량 내역 : 사후 환경영향 조사비 1식(P.S)

2) 조사비는 『환경영향평가등의 대행비용 산정기준』에 의거하여 산출한다.

41. 생태계보전협력금

가. 주요 수량

1) 수량 내역 : 생태계보전협력금 1식(P.S)

나. 산출 요령

1) 생태계보전협력금은 부과금액 산정기준은 다음과 같다.

생태계보전협력금 산정기준
생태계보전협력금 = 생태계 훼손면적(①) × 단위 면적당 부과금액(②) × 지역계수(③)

① 생태계 훼손면적(㎡)

- 토양의 표토층을 제거·굴착 또는 성토하여 토지 형질변경이 이루어지는 행위
- 식물이 군락을 이루며 서식하는 지역을 제거하거나 파괴하는 행위
- 습지·갯벌 등 생물 다양성이 풍부한 지역을 개간·준설·매립 또는 간척하는 행위

- 다만, 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률에 따른 지목이 대·공장용지·학교용지·도로·철도용지·체육용지 및 유원지인 토지의 면적과 그 외의 토지 중에서 시설물이 설치된 토지의 면적은 제외

② 단위면적당 부과금액(원/㎡) : 300원/㎡('15.1.1부터 적용)

③ 지역계수(0~4)

- 주거지역·상업지역·공업지역 및 계획관리지역 : 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 의한 지목이 전·답·임야·염전·하천·유지 및 공원에 해당하는 경우에는 1, 그 밖의 지목인 경우에는 0
- 녹지지역 : 2
- 생산관리지역 : 2.5
- 농림지역 : 3
- 보전관리지역 : 3.5
- 자연환경보전지역 : 4
- 다만, 관리지역이 계획관리지역·생산관리지역 및 보전관리지역으로 세분화되기 전까지 관리지역의 지역계수는 종전의 국토이용관리법에 의한 지역계수를 그대로 적용

·준도시지역 : 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」에 의한 지목이 전·답·임야·염전·하천·유지 및 공원에 해당하는 경우에는 1, 그 밖의 지목인 경우에는 0

·준농림지역 : 2

④ 생태계보전협력금 부과상한액 : 50억원('13.9.23부터 적용)

제Ⅲ편. 제경비 및 기타

○ 원가계산방식(표준품셈), 표준시장단가 방식에 의한 공사비 산정시에는 조달청의 최근 발표 제경비율을 확인, 적용하여야 함.

목 차

□ 간접공사비(제경비) 산출 근거

□ 표준시장단가 적용시 간접공사비 등 산정 참고자료

□ 제경비율 적용(토목)

□ 건설노임 단가 년도별 대비표

□ 환경・교통・재해 영향평가 검토 대상

□ 조달수수료 요율

□ 품질시험 및 검사 수수료

□ 석산골재 단가

□ 공사 발주시 설계서 검토사항

□ 설계 변경시 검토 유의사항

□ 관급자재 구입 및 변경 시 유의사항

□ 도로공사 시행체계 (지방도)

□ 도로시설기준의 체계 및 현황

□ 간접공사비(제경비) 산출 근거

1. 순공사원가

공사시공과정에서 발생한 재료비, 노무비, 경비의 합계액

1.1 재료비 : 직접재료비 + 간접재료비

1.2 노무비 : 직접노무비 + 간접노무비

1.3 경　비 : 공사원가중 재료비, 노무비를 제외한 원가

2. 간접노무비 : 직접노무비 × 요율(%)

3. 경　　비 : 전력비, 수도광열비, 운반비, 기계경비, 특허권사용료, 기술료, 연구개발비, 품질관리비, 가설비, 지급임차료, 보험료, 복리후생비, 보관비, 외주가공비, 산업안전보건관리비, 소모품비, 여비・교통비・통신비, 세금과공과, 폐기물처리비, 도서인쇄비, 지급수수료, 환경보전비, 보상비, 안전관리비, 건설근로자퇴직공제부금비, 기타법정경비

3.1 산업안전보건관리비

- 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준 (고용노동부고시 제2020-63호, 2020.1.23)
- 적용대상 : 공사금액 (도급금액 + 관급금액) 2,000만 원 이상 건설공사
  - 관급자재대는 부가가치세 및 조달수수료를 제외한 금액으로 한다.
  - 공사종류 및 규모별 안전관리비 계상기준

대상액 / 공사분류	5억원 미만	5억원이상 50억원 미만		50억원 이상
		비　율	기초액	
일반건설공사(갑)	2.93%	1.86%	5,349,000원	1.97%
일반건설공사(을)	3.09%	1.99%	5,499,000원	2.10%
중 건 설　공 사	3.43%	2.35%	5,400,000원	2.44%
철도, 궤도산설공사	2.45%	1.57%	4,411,000원	1.66%
특수및기타건설공사	1.85%	1.20%	3,250,000원	1.27%

- 산업안전보건관리비 적용시 건설업의 분류

· 일반건설공사(갑) : 건축건설, 교량건설, 도로신설, 철도·궤도의 보수복구, 기설로면에 레일만 부설하는 공사, 지하 10m 이내 복개식 지하도, 지하철도, 지하상가, 통신선로등 인입통신구 신설공사, 기타건설공사(다른 것에 분류하지 아니한 건설공사)

· 일반건설공사(을) : 기계장치공사, 삭도건설공사, 공해방지시설 및 폐수처리시설 공사

· 중건설공사 : 높이 20m 이상의 고제방(댐) 등 신설공사, 방파제 신설공사, 안벽공사, 수력발전시설 신설공사, 터널신설공사, 굴착식 지하철도·지하도 신설공사, 지하 10m 이상 복개식 지하철도, 지하도,지하상가, 통신선로 등 인입통신구 신설

· 철도·궤도신설공사 : 철도, 궤도시설(기설노반 또는 구조물에 한함) 및 그에 따른 역사, 과선교, 송전선로

· 특수 및 기타건설공사 : 준설공사, 조경공사(전문포함), 택지조성(경지정리포함), 포장공사, 전기공사, 정보통신공사

► 타 공사와 병행하는 경우 : 일반건설(갑) 적용

• **산업안전보건관리비 산출**

1) 도급자 관급 미포함 : (재+직노) × 율

2) 도급자 관급 포함 : a, b중 작은 금액 적용

a. (재+직노+관급) × 율

b. (재+직노) × 율 × 1.2

※ 발주자가 재료를 제공하거나 물품이 완제품의 형태로 제작 또는 납품되어 설치되는 경우에 해당 재료비 또는 완제품의 가액을 대상액에 포함시킬 경우의 안전관리비는 해당 재료비 또는 완제품의 가액을 포함시키지 않은 대상액을 기준으로 계상한 안전관리비의 1.2배를 초과할 수 없다.

3.2 산재보험료 : 노무비 × 율

• 산재보험료 (고용노동부고시 제2020-145호)

• 건설업

산재보험요율 = 3.7 %

※ 모든 건설공사에 적용

3.3 고용보험료 : 노무비 × 율

- 고용보험료 요율 (국토부 고시 제2021-905호, 2021.7.1)
- 모든 건설공사에 적용
- 보험료 요율(등급은 조달청 유자격자명부 기준, 2018.12.18 공고)
  - 1등급 : 1.57 % (토목 1,700억원 이상)
  - 2등급 : 1.30 % (토목 1,700억원 미만~950억원 이상)
  - 3등급 : 1.13 % (토목 950억원 미만 ~ 550억원 이상)
  - 4등급 : 1.06 % (토목 550억원 미만 ~ 400억원 이상)
  - 5등급 : 1.03 % (토목 400억원 미만 ~ 220억원 이상)
  - 6등급 : 1.02 % (토목 220억원 미만 ~ 140억원 이상)
  - 7등급이하 : 1.01 % (토목 140억원 미만)

3.4 국민연금보험료 : 직접노무비 × 율

- 국민연금보험료 요율 (사회보험의 보험료적용기준 국토부 고시 제2021-905호)
- 적용대상 : 공사기간 1개월 이상 모든 공사(하한금액 없음)
- 보험료 요율 : 4.50 %

3.5 국민건강보험료 : 직접노무비 × 율

- 국민건강보험료 요율 (국민건강보험법 시행령 제44조)
- 적용대상 : 공사기간 1개월 이상 모든 공사(하한금액 없음)
- 보험료 요율 : 3.495 %

3.6 노인장기요양보험료 : 국민건강보험료 × 율

- 보험료 요율 (노인장기요양보험법 시행령 제4조)
- 적용대상 : 공사기간 1개월 이상 모든 공사(하한금액 없음)
- 보험료 요율 : 12.27 %

3.7 퇴직공제부금 : 직접노무비 × 율

- 보험료 (국토부 고시 2015-610)
- 적용대상 : 추정금액 1억원 이상 건설공사
- 퇴직공제 가입 소요금액 = 직접노무비 × 2.30%

3.8 환경보전비 : (재+직노+산경) × 율

- 도로(교량, 터널, 활주로) : 0.9 %

- 택지개발 : 0.6 %
- 기타토목(하천등) : 0.8 %
- 상하수도(폐수,하수처리장,정수장) : 0.5 %

※ 내역서에 환경보전비 항목(건설기술진흥법 시행규칙 별표8 환경관리비 세부산출기준 제1호의 가목에 해당하는 요율이상을 적용하여 계상하되, 표준품셈등 원가계산에 따라 산출한 환경보전비를 포함한다.

※ 건설공사현장에 설치하는 환경오염방지시설은 다음의 시설과 그 밖에 환경관련법령에 규정된 시설을 말한다.

(1) 비산먼지 : 세륜시설, 살수시설, 살수차량, 방진덮개, 방진벽, 방진망(막), 진공청소기, 간이칸막이 이송설비 분진억제시설, 집진시설(이동식, 분무식), 기계식 청소장비

(2) 소음·진동 : 방음벽, 방음막, 소음기, 방음덮개, 방음터널, 방음림, 방음언덕, 흡음장치 및 시설, 탄성지지시설, 제진시설, 방진구시설, 방진고무, 배관진동절연장치 및 시설

(3) 폐 기 물 : 소각시설, 쓰레기슈트, 폐자재 수거박스, 폐기물 보관시설(덮개, 배수로), 건설오니 처리시설, 브레이커, 폐기물 선별기

(4) 수질오염 : 오폐수처리시설, 가배수로, 임시용 측구, 절성토면 비닐덮개, 침사 및 응집시설, 오탁방지막, 오일펜스, 유화제, 흡착포, 단독정화조, 이동식 간이화장실

3.9 기타경비 : (재+노) × 율

- 조달청 토목공사원가계산 제비율 적용기준 적용
- 전문, 전기, 통신공사는 관련공사의 주 공종을 따라 적용
- 조경식재, 시설물설치공사는 조경공사로 분류

3.10 공사이행보증수수료

- 추정가격 300억원 이상공사(지방계약법시행령 제51조제1항), 시행령 제6장 및 제9장에 따른 공사계약인 경우

공 사 규 모(직접공사비만)	요 율
70억 미만	[직공비x0.0141%]x공기(년)
70억 이상 - 120억 미만	[100만원+(직공비-75억원)x0.0102%]x공기(년)
120억 이상 - 250억 미만	[150만원+(직공비-130억원)x0.0077%]x공기(년)
250억 이상 - 500억 미만	[240만원+(직공비-250억원)x0.0063%]x공기(년)

3.11 공사하도급대금지급보증서발급수수료 : (재+직노+산출경비) × 율

- 하도급대금지급보증서발급금액적용기준고시(국토부고시 2016-921호, 2016.12.19)
- 대상요율

공 사 규 모		요 율
50억원(추정가격) 미만		0.081%
50억원 ~ 100억원(추정가격) 미만		0.080%
100억원 ~ 300억원(추정가격) 미만		0.075%
300억원(추정가격) 이상 (최저가낙찰대상공사 포함)	토목(산업설비 포함)	0.071%
	건축	0.068%
턴키(대안)공사		0.084%

4. 일반관리비 : (재+노+경) × 율

- 조달청 토목공사원가계산 제비율 적용기준 적용
- 일반관리비 요율은 공사규모별로 아래에서 정한 비율을 초과할 수 없다

토목, 조경, 산업설비		전문공사	
공사원가	일반관리비율(%)	공사원가	일반관리비율(%)
50억원미만	6.0	5억원미만	6.0
50억원~300억원미만	5.5	5억원~30억원미만	5.5
300억원~1000억원미만	5.0	30억원~100억원미만	5.0
1000억원이상	4.5	100억원이상	4.5

5. 이윤 : (노+경+일) × 율

- 조달청 토목공사원가계산 제비율 적용기준 적용
- 이윤율은 15%(표준시장단가의 경우 10%)를 초과하여 계상할 수 없다

6. 공사손해보험료 : (재+노+경+일+이) × 율

- 보험요율 : 보험개발원, 손해보험회사가 제시한 요율 중 제일 낮은 요율 적용
- 적용대상
  - 대형공사(총공사비 추정가격 300억원 이상 신규복합공종공사)
  - 특정공사(총공사비 추정가격 300억원 미만인 신규복합공종공사중 대안입찰 또는 일괄입찰공사)
  - 추정가격 200억이상인 공사로 회계예규'입찰참가자격사전심사요령' 제6조제5항제1호에 규정된 공사

7. 부가가치세 : 공급가액 × 10%

8. 도급공사비 : 공급가액 + 부가가치세

9. 하천사용료

- 시·군에 하천골재채취허가를 득한 후 골재대금을 납입하는 사안이므로, 총괄표상의 이윤 아래에 둔다

※ 석산골재와 하천사용료는 별개로 적용

10. 생태계보전협력금 (50억원 범위 내에서 계상)

(자연환경보전법 제46조, 동법시행령 제36조, 제37조, 제38조 참조)

○ 생태계보전협력금의 부과대상이 되는 사업은

- 환경영향평가법 제22조의 규정에 의한 환경영향평가대상사업
- 광업법에 의한 10만 제곱미터 이상의 노천탐광·채굴사업
- 환경영향평가법 제43조의 규정에 따른 소규모환경영향평가 대상 개발사업으로 개발면적이 3만제곱미터 이상인 사업
- 그밖에 생태계에 미치는 영향이 현저하거나 자연자산을 이용하는 사업중 대통령령이 정하는 사업

○ 반환사업 수행주체의 확대 : 동 협력금 납부자의 동의를 얻은 제3자가 반환사업 수행가능

○ 부과금액 : 훼손면적(㎡) × 단위면적당 부과금액(300원/㎡) × 지역계수(1~4)

○ 지역계수 : 자연환경보전법 시행령 제38조 및 국토의계획및이용에관한 법률에 의한 용도지역별 계수를 적용

- 주거지역·상업지역·공업지역 및 계획관리지역 : 「측량·수로조사 및 지적에 관한 법률」에 따른 지목이 전·답·임야·염전·하천·유지 또는 공원에 해당하는 경우에는 1, 그 밖의 지목인 경우에는 0
- 녹지지역 : 2.0
- 생산관리지역 : 2.5
- 농림지역 : 3.0
- 보전관리지역 : 3.5
- 자연환경보전지역 : 4.0

○ 생태계의 훼손 제외 면적

- 측량·수로조사 및 지적에 관한 법률에 따른 지목이 대·공장용지·학교용지·

도로·철도용지·체육용지 및 유원지인 토지의 면적

- 위 호 외의 토지중에서 시설물이 설치된 토지의 면적

○ 납부액계상 : 발주사업자가 납부, 도급예정액 다음에 계상 (관급자재 계상과 같이)

○ 납부시기 : 도로구역결정 후 1개월이내

○ 납부기관 : 환경부장관 (도 환경과)

○ 토지이용계획 <서식>

( )간도로확포장공사 토지이용계획

(단위 : ㎡, 원)

토 지 현 황					편 입		부과제외대상면적			부과대상면적 ①=ⓐ-ⓑ	지역계수 ②	단 위 면적당 금 액 ③	산출금액 ①×②×③
읍면	리동	번지	지목	지적	면적 ⓐ	용도지역	계 ⓑ	제외지목	시설물 설 치				

□ 표준시장단가 적용시 간접공사비 등 산정 참고자료

□ 산업안전보건관리비율

공사규모[2]	공사종류[3]	산업안전보건관리비율[1]	비고[2]
5억 미만	일반건설(갑)	2.65	90.5%
	일반건설(을)	2.80	90.5%
	특수및기타	1.61	87.2%
	철도궤도	2.24	91.6%
	중건설	3.13	91.4%
5억~50억 미만	일반건설(갑)	1.70	91.3%
	일반건설(을)	1.82	91.3%
	특수및기타	1.06	88.0%
	철도궤도	1.45	92.4%
	중건설	2.17	92.1%
50억 이상	일반건설(갑)	1.87	94.8%
	일반건설(을)	1.99	94.8%
	특수및기타	1.16	91.5%
	철도궤도	1.59	95.9%
	중건설	2.33	95.6%
추정금액 800억원 이상[2-1] (단, 주공종이 토목공사업은 1,000억원 이상)	일반건설(갑)	2.04	94.8%
	일반건설(을)	2.17	94.8%
	특수및기타	1.26	91.5%
	철도궤도	1.74	95.9%
	중건설	2.54	95.6%

1) 본 산업안전관리비율은 “직접공사비[재료비+직접노무비+직접공사경비(산출경비)]”와 관급자재비의 합계금액에 적용한다. 또한, **산업안전보건관리비 산정시 정액가산금은 고용노동부 고시에 따라 별도 계상**한다.

2) 공사규모는 “직접공사비[재료비(관급포함)+직접노무비+직접공사경비(산출경비)]”에 비고에 제시된 비율을 적용하여 산출한 금액을 기준으로 하며, “공사금액(도급금액+관급금액)” 4천만원 이상 건설공사에 적용한다.

2-1)「산업안전보건법 시행령」별표5에 따른 보건관리자 선임대상 건설공사(추정금액 800억원 이상, 다만 주공정이 토목공사업은 1,000억원 이상)의 경우, 공사의 규모는 추정금액에 비고에 제시된 비율을 적용하여 산출한 금액을 기준으로 한다.

3) 산업안전보건관리비 적용시 공사종류(건설업)의 분류, 기타 산업안전보건관리비에 관한 사항은 고용노동부고시를 따른다.

※ 본 자료는 “예정가격작성기준(계약예규)” 제39조제3항에 기초하여 “완성공사원가구성분석(대한건설협회발간 공인통계자료)” 및 외주비 구성비율 조사자료 등을 활용하여 작성한 “**참고자료**”이며, 발주청별로 **적용기준이 별도로 있는 경우 발주청별 기준을 따른다.**

※ 본 자료는 예정가격 작성에 적용하며, 도급계약상의 대상액을 기준으로 조정시 고용노동부 고시에서 정한 계상기준을 준수하여야 한다.

□ 기타경비율

공사규모[2]	공사기간	기타경비율[1]				
		토목	조경	산업설비(토목)	건축	산업설비(건축)
50억 미만	6개월이하 (183일)	7.9	7.3	8.2	5.6	5.7
	7~12개월 (365일)	8.0	7.3	8.2	5.6	5.7
	12~36개월 (1,095일)	8.6	7.8	8.9	6.4	6.5
	36개월이상 (1,096일)	9.3	8.5	9.4	6.5	6.6
50억~300억 미만	6개월이하 (183일)	8.9	8.1	9.1	6.3	6.3
	7~12개월 (365일)	8.9	8.3	9.2	6.3	6.4
	12~36개월 (1,095일)	9.6	8.9	9.8	7.1	7.1
	36개월이상 (1,096일)	10.1	9.5	10.5	7.1	7.2
300억~1000억 미만	6개월이하 (183일)	8.7	8.0	9.0	6.8	6.9
	7~12개월 (365일)	8.7	8.1	9.0	6.8	6.9
	12~36개월 (1,095일)	9.5	8.7	9.6	7.5	7.5
	36개월이상 (1,096일)	10.1	9.3	10.2	7.6	7.7
1000억 이상	6개월이하 (183일)	7.7	6.9	7.8	6.9	7.0
	7~12개월 (365일)	7.8	7.0	7.9	7.0	7.0
	12~36개월 (1,095일)	8.3	7.6	8.5	7.7	7.9
	36개월이상 (1,096일)	9.0	8.2	9.1	7.9	7.9

1) 본 기타경비율은 “직접공사비[재료비+직접노무비+직접공사경비(산출경비)]”에 적용한다.

2) 공사규모는 “직접공사비[재료비+직접노무비+직접공사경비(산출경비)]”를 기준으로 한다.

3) 기타경비에 포함되는 세부항목의 정의는 조달청의 기준을 따른다.

※ 본 자료는 “예정가격작성기준(계약예규)” 제39조제3항에 기초하여 “완성공사원가구성분석(대한건설협회발간 공인통계자료)” 및 외주비 구성비율 조사자료 등을 활용하여 작성한 “**참고자료**”이며, 발주청별로 **적용기준이 별도로 있는 경우 발주청별 기준을 따른다.**

□ 이윤율

이윤율은 직접공사비, 간접공사비, 일반관리비 합계액의 10%를 초과하지 않는 범위내에서 공사의 규모등 특성을 고려하여 차등하여 적용할 수 있다. 다만, 발주청별로 적용기준이 별도로 있는 경우에는 발주청별 기준을 따른다.

2022년 토목·조경·산업환경설비공사 원가계산 간접공사비(제비율) 적용기준

※ 적용시기 : 2022. 1. 3 기초금액 발표분부터

공사규모 (직접공사비)	공사기간	[간접노무비] (직노) x 율 토목	조경	산업설비(토목)	[기타경비] (재+노) x 율 토목	조경	산업설비(토목)
50억 미만	6개월 이하 (183일)	13.8	13.6	13.8	8.3	7.5	8.3
	7~12개월 (365일)	14.4	14.2	14.4	8.3	7.5	8.3
	13~36개월 (1095일)	14.5	14.3	14.5	8.9	8.1	8.9
	36개월 초과 (1096일)	14.1	13.9	14.1	9.4	8.6	9.4
50억 - 300억 미만	6개월 이하 (183일)	13.6	13.4	13.6	9.2	8.4	9.2
	7~12개월 (365일)	14.1	13.9	14.1	9.2	8.4	9.2
	13~36개월 (1095일)	14.2	14.0	14.2	9.8	9.0	9.8
	36개월 초과 (1096일)	13.8	13.6	13.8	10.3	9.5	10.3
300억 - 1000억 미만	6개월 이하 (183일)	13.5	13.3	13.5	9.0	8.2	9.0
	7~12개월 (365일)	14.0	13.8	14.0	9.0	8.2	9.0
	13~36개월 (1095일)	14.2	14.0	14.2	9.6	8.8	9.6
	36개월 초과 (1096일)	13.7	13.5	13.7	10.1	9.3	10.1
1000억 이상	6개월 이하 (183일)	13.9	13.7	13.9	7.8	7.0	7.8
	7~12개월 (365일)	14.5	14.3	14.5	7.9	7.1	7.9
	13~36개월 (1095일)	14.6	14.4	14.6	8.4	7.6	8.4
	36개월 초과 (1096일)	14.2	14.0	14.2	9.0	8.2	9.0

* 기타경비항목: 수도광열비, 복리후생비, 소모품비 및 사무용품비, 여비·교통·통신비, 세금과공과, 도서인쇄비

공사규모 (추정가격)	[일반관리비] (재+노+경) x 율 토목, 조경, 산업·설비(토목)	전문공사	[이윤] (노+경+일) x 율
5억 미만	6.0	6.0	15.0
5억 - 30억 미만		5.5	
30억 - 50억 미만		5.0	
50억 - 100억 미만	5.5		12.0
100억 - 300억 미만		4.5	
300억 - 1000억 미만	5.0		10.0
1000억 이상	4.5		9.0

□ 산업·설비(토목) 해당공종: 수처리시설(오폐수, 하수처리, 분뇨처리, 정수장) 등

[건설기계대여대금 지급보증액 발급금액]

(직접공사비) x 율

종합건설업 구분	요율	전문건설업 구분	요율
토목공사(토건)	0.40	준설공사, 포장공사 토공사, 비계구조물해제공사	0.68
산업·설비공사	0.16	상하수도설비공사, 수중공사 보링그라우팅공사	0.51
조경공사	0.18	석공사, 시설물유지관리공사 철근콘크리트공사	0.32
		조경시설물설치, 조경식재공사 도장공사, 철도궤도공사 철강재설치공사	0.16
		그 외	0.10

* 적용제외: 문화재수리공사

※ 건설기계대여대금 지급보증서 발급금액 및 업종별 건설기계 투입비율 산정기준(국토부 고시 제2019-286호, 2019.6.19.)

[산업안전보건관리비]

□ 도급자관급 미포함 / (재+직노) x 율

□ 도급자관급 포함 / (재+직노+도급자관급) x 율과 (재+직노) x 율 x 1.2 중에 작은 금액

안전관리비 대상액주)		구분	요율	기초액(천원)
5억 미만		일반건설공사(갑)	2.93	
		일반건설공사(을)	3.09	
		중건설공사	3.43	
		철도·궤도신설공사	2.45	
		특수및기타건설공사	1.85	
5억 ~ 50억 미만		일반건설공사(갑)	1.86	5,349
		일반건설공사(을)	1.99	5,499
		중건설공사	2.35	5,400
		철도·궤도신설공사	1.57	4,411
		특수및기타건설공사	1.20	3,250
50억 이상	추정금액 800억 미만 건설공사 (주공종이 토목인 경우 1,000억)	일반건설공사(갑)	1.97	
		일반건설공사(을)	2.10	
		중건설공사	2.44	
		철도·궤도신설공사	1.66	
		특수및기타건설공사	1.27	
	추정금액 800억 이상 건설공사 (주공종이 토목인 경우 1,000억)	일반건설공사(갑)	2.15	
		일반건설공사(을)	2.29	
		중건설공사	2.66	
		철도·궤도신설공사	1.81	
		특수및기타건설공사	1.38	

* 도급금액과 관급금액의 합계가 2천만원 이상인 건설공사에 적용

주) 안전관리비(산업안전보건관리비) 대상액

- 도급자설치 관급금액이 없는 공사 : 재료비와 직접노무비의 합계
- 도급자설치 관급금액을 포함한 공사 : 재료비(도급자관급 포함)와 직접노무비의 합계 또는 재료비(도급자관급 제외)와 직접노무비의 합계

[산재보험료]

(노) x 3.7

* 모든 건설공사 적용. 노동부 고시 제2020-145호(2020.12.29.), 산업재해보상보험법시행령

※ 사회보험의 보험료 적용기준 (국토부 고시 제2021-905호, 2021.7.1.)

[고용보험료]

(노) x 율

공사배정규모(추정금액)	요율
[1등급] 1700억 이상	1.57
[2등급] 1700억 미만 ~ 950억 이상	1.30
[3등급] 950억 미만 ~ 550억 이상	1.13
[4등급] 550억 미만 ~ 400억 이상	1.06
[5등급] 400억 미만 ~ 220억 이상	1.03
[6등급] 220억 미만 ~ 140억 이상	1.02
[7등급] 140억 미만 ~ 81억(고시금액) 이상	1.01
7등급 미만	

* 모든 건설공사에 적용. 국토부 고시 제2021-905호(2021.7.1.), 고용보험법 시행령

* 총공사금액(도급금액+관급금액)에서 부가세 제외) 2천만원 미만의 건설공사를 건설업자가 아닌 자가 시공 시 미적용

※ 등급기준: 조달청 등급별 유자격자 명부 등록 및 운용기준(조달청 공고 제2018-146호, 2018.12.18.)

※ 사회보험의 보험료 적용기준 (국토부 고시 제2021-905호, 2021.7.1.)

[건강보험료]	[노인장기요양보험료]	[연금보험료]
(직노) x 3.495	(건강보험료) x 12.27	(직노) x 4.5

* 공사기간 1개월(30일) 이상인 모든 건설공사

※ 사회보험의 보험료 적용기준 (국토부 고시 제2021-905호, 2021.7.1.)

[퇴직공제부금비]

(직노) x 2.3

* 추정금액이 1억 이상인 건설공사

※ 국토부 고시 제2015-610호(2015.8.20.) 요율 적용

[환경보전비]

(직접공사비) x 율

구분	요율
도로(예시: 교량, 터널, 할주로 등)	0.9
플랜트(예시: 발전소, 쓰레기소각장 등)	0.4
지하철	0.5
철도	1.5
상하수도(예시: 폐수, 하수처리장, 정수장 등)	0.5
항만(간척, 준설): 오탁 또는 준설토 방지막 설치	1.8
항만(간척, 준설): 오탁 또는 준설토 방지막 미설치	0.8
댐	1.1
택지개발	0.6
주택(재개발, 재건축)	0.7
주택(신축)	0.3
주택 외 건축	0.5
조경	0.3
기타토목(하천 등)	0.8

* 환경관리비의 산출기준 및 관리에 관한 지침 (국토부 고시 제2018-528호, 2018.8.30.)

. (환경보전비 내 직접공사비) 환경오염방지시설 설치·운영·철거에 직접 소요되는 비용을 계상하고 표준시장단가, 표준품셈 등에 의해 산출

. (환경보전비 내 간접공사비) 시험검사비, 점검비, 교육훈련비 등 설계시 산출이 곤란한 금액을 반영하고, 직접공사비에 최저요율을 적용한 금액 이상을 계상

※ 적용제외: 전기공사, 정보통신공사, 소방시설공사, 문화재 수리공사

[건설하도급대금지급보증서발급수수료]

(직접공사비) x 율

공사규모(추정가격)	요율
50억 미만	0.081
50억 이상 - 100억 미만	0.080
100억 이상 - 300억 미만	0.075
300억 이상 종심·종평제(토목 및 산업설비)	0.071
300억 이상 종심·종평제(건축)	0.068
턴키·대안공사	0.084

* 적용제외: 전문공사, 문화재수리공사

※ 하도급대금 지급보증서 발급금액 적용기준 (국토부 고시 제2016-921호, 2016.12.19.)

[공사이행보증수수료]

공사규모 (직접공사비)	수수료
70억 미만	[직공비x0.0141%]x공기(년)
70억 이상 - 120억 미만	[100만원+(직공비-75억원)x0.0102%]x공기(년)
120억 이상 - 250억 미만	[150만원+(직공비-130억원)x0.0077%]x공기(년)
250억 이상 - 500억 미만	[240만원+(직공비-250억원)x0.0063%]x공기(년)
500억 이상	[400만원+(직공비-500억원)x0.0050%]x공기(년)

* 「지방계약법 시행령」 제51조제1항에 따른 적용 의무 대상

- (시행령 제42조 제1항) 추정가격 300억 이상인 공사의 계약
- (시행령 제6장) 대형공사계약(대안입찰, 일괄입찰), 특정공사의 계약
- (시행령 제9장) 기술제안 입찰에 의한 계약

* 건설업의 분류

- **[일반건설공사(갑)]** 건축건설, 교량건설, 도로신설, 철도·궤도의 보수복구, 기설로면에 레일만 부설하는 공사, 지하 10m 이내 복개식 지하도, 지하철도, 지하상가, 통신선로 등 인입통신구 신설공사, 기타건설공사(다른 것에 분류하지 아니한 건설공사)
- **[일반건설공사(을)]** 기계장치공사, 삭도건설공사, 공해방지시설 및 폐수처리시설 공사
- **[중건설공사]** 방파제 신설공사, 안벽공사, 높이 20m 이상의 고제방(댐) 등 신설공사, 수력발전시설 신설공사, 터널신설공사, 굴착식 지하철도·지하도 신설공사, 지하 10m 이상 복개식 지하철도, 지하도, 지하상가, 통신선로 등 인입통신구 신설
- **[철도 또는 궤도신설공사]** 철도, 궤도시설(기설노반 또는 구조물에 한함) 및 그에 따른 역사, 과선교, 송전선로
- **[특수 및 기타건설공사(단독발주에 한함)]** 준설공사, 조경공사(전문포함), 택지조성(경지정리포함), 포장공사, 전기공사, 정보통신공사

[타공사와 병행하는 경우: 일반건설(갑) 적용]

※ 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준 (노동부 고시 제2020-63호, 2020.1.23.)

□ 전기·통신·소방·전문 및 기타공사의 경우 일반관리비요율을 제외한 각종 요율은 토목, 건축 등 관련 공사업종에 따라 적용 (단, 공사규모 및 기간은 해당공종<전기·통신·소방·전문 및 기타공사>을 기준으로 함)

□ 건설노임 단가 연도별 대비표

(단위 : 원)

번호	직종명	공표일 2022.1.1	2021.9.1	2021.1.1	2020.9.1
1001	작업반장	189,313	182,544	180,013	174,074
1002	보통인부	148,510	144,481	141,096	138,989
1003	특별인부	187,435	181,293	179,203	167,926
1004	조력공	160,048	153,674	152,740	144,651
*1005	제도사	194,662	188,233	186,251	178,602
1006	비계공	262,297	254,117	247,977	236,858
1007	형틀목공	242,138	230,766	226,280	220,808
1008	철근공	236,805	229,629	228,896	225,461
1009	철공	209,189	202,032	200,155	194,315
1010	철판공	188,181	185,232	181,604	186,880
1011	철골공	214,374	207,346	205,246	204,375
1012	용접공	234,564	230,706	225,966	224,357
1013	콘크리트공	227,269	220,755	215,145	211,203
1014	보링공	199,076	193,659	191,340	180,135
*1015	착암공	185,264	174,178	173,250	164,614
1016	화약취급공	223,097	207,145	206,294	189,117
1017	할석공	200,625	195,374	189,028	189,535
*1018	포설공	183,371	-	172,935	161,580
1019	포장공	225,104	215,034	212,761	196,174
1020	잠수부	322,115	295,409	285,645	285,436
1021	조적공	222,862	219,340	217,664	210,537
1022	견출공	218,209	209,167	199,735	203,611
1023	건축목공	237,273	225,210	224,657	217,895
1024	창호공	224,380	219,260	217,409	205,617
1025	유리공	221,409	211,036	205,044	197,685
1026	방수공	184,934	176,933	174,334	165,332
1027	미장공	237,304	228,820	228,423	217,740
1028	타일공	247,079	234,370	230,160	214,930
1029	도장공	229,273	217,123	213,676	200,386
1030	내장공	217,517	211,250	206,253	206,710
1031	도배공	192,426	188,914	185,814	179,138

번호	직종명	공표일 2022.1.1	2021.9.1	2021.1.1	2020.9.1
**1032	연마공	-	170,190	-	164,445
1033	석공	226,394	217,417	212,629	218,442
1034	줄눈공	176,807	173,416	169,920	161,213
1035	판넬조립공	198,691	192,957	186,646	191,294
*1036	지붕잇기공	194,244	187,839	181,305	185,074
*1037	벌목부	213,333	201,640	200,000	185,580
1038	조경공	189,749	185,347	181,378	183,149
1039	배관공	202,689	202,212	201,852	189,198
1040	배관공(수도)	216,011	208,005	205,381	197,689
**1041	보일러공	-	193,938	190,000	193,985
1042	위생공	196,165	193,759	193,773	188,808
1043	덕트공	188,856	181,078	181,676	177,520
1044	보온공	185,212	183,071	184,244	188,789
*1045	인력운반공	161,039	152,837	152,601	151,659
1046	궤도공	175,508	167,662	163,911	167,430
*1047	건설기계조장	172,131	165,046	162,226	160,000
1048	건설기계운전사	229,676	215,834	212,637	203,878
1049	화물차운전사	190,297	178,501	173,879	176,975
*1050	일반기계운전사	140,351	-	137,143	137,974
1051	기계설비공	199,489	194,812	190,522	191,587
**1052	준설선선장	-	-	-	191,388
**1053	준설선기관사	-	-	-	168,421
**1054	준설선운전사	-	-	-	164,411
*1055	선원	160,646	148,176	-	148,607
1056	플랜트배관공	289,075	271,268	266,618	263,753
1057	플랜트제관공	228,994	220,871	208,513	218,683
1058	플랜트용접공	254,611	240,972	238,423	237,886
*1059	플랜트특수용접공	309,714	-	285,714	274,337
1060	플랜트기계설치공	232,558	224,492	217,415	223,207
1061	플랜트특별인부	187,735	182,649	176,704	176,096
1062	플랜트케이블전공	296,879	290,040	274,707	265,163

번호	직종명 \ 공표일	2022.1.1	2021.9.1	2021.1.1	2020.9.1
*1063	플랜트계장공	208,010	194,262	196,381	188,726
**1064	플랜트덕트공	-	-	183,708	178,111
*1065	플랜트보온공	236,000	227,694	219,868	222,011
*1066	제철축로공	270,000	260,000	260,000	260,000
1067	비파괴시험공	218,137	222,653	227,625	210,048
**1068	특급품질관리원	-	184,123	182,441	179,942
*1069	고급품질관리원	179,705	178,915	175,386	172,710
*1070	중급품질관리원	165,777	163,497	160,900	159,277
*1071	초급품질관리원	138,833	137,759	136,668	134,483
1072	지적기사	250,223	245,110	248,325	244,812
1073	지적산업기사	219,307	217,040	211,956	214,803
1074	지적기능사	179,864	177,107	172,575	174,004
1075	내선전공	258,917	246,868	242,731	239,171
1076	특고압케이블전공	398,124	379,743	371,737	367,852
1077	고압케이블전공	338,864	321,061	313,970	304,797
1078	저압케이블전공	271,717	261,463	254,661	250,394
1079	송전전공	494,608	478,574	458,124	435,947
*1080	송전활선전공	542,726	521,531	501,102	492,927
1081	배전전공	379,666	367,399	361,209	354,231
1082	배전활선전공	508,299	496,651	472,721	457,321
1083	플랜트전공	228,988	221,799	216,250	215,110
1084	계장공	259,947	252,262	245,687	230,782
1085	철도신호공	255,337	258,264	254,765	265,376
1086	통신내선공	235,597	226,011	224,251	225,032
1087	통신설비공	262,069	256,098	245,619	248,060
1088	통신외선공	339,610	334,353	319,849	321,822
1089	통신케이블공	364,905	356,624	339,623	343,333
1090	무선안테나공	299,544	284,467	273,520	273,124
1091	석면해체공	181,057	186,269	184,615	175,708
2001	광케이블설치사	388,288	374,910	360,206	360,798
2002	H / W 시험사	330,981	332,268	330,411	329,985
2003	S / W 시험사	377,187	364,327	354,793	354,908

번호	직종명 \ 공표일	2022.1.1	2021.9.1	2021.1.1	2020.9.1
**3001	도편수	-	-	421,053	-
**3002	드잡이공	-	281,481	-	-
3003	한식목공	271,227	247,685	246,346	261,656
**3004	한식목공조공	-	-	202,105	210,502
*3005	한식석공	322,914	330,000	324,939	333,973
*3006	한식미장공	278,417	262,880	246,667	249,672
*3007	한식와공	293,446	-	290,026	284,919
*3008	한식와공조공	250,000	-	227,495	216,217
**3009	목조각공	-	-	245,000	253,883
**3010	석조각공	-	-	-	-
**3011	특수화공	-	300,000	-	-
*3012	화공	261,905	269,504	-	242,423
**3013	드잡이공편수	-	-	-	-
*3014	한식미장공편수	298,667	279,896	261,429	256,667
*3015	한식와공편수	409,618	374,422	365,113	-
**3016	한식단청공편수	-	-	247,727	-
*3017	한식석공조공	284,211	260,000	256,000	246,892
*3018	한식미장공조공	224,000	226,634	220,000	213,333
4001	원자력플랜트전공	221,666	220,447	219,796	218,784
4002	원자력용접공	194,568	201,082	201,040	190,809
4003	원자력기계설치공	223,770	222,881	214,418	213,079
4004	원자력품질관리사	282,525	275,550	261,522	268,091
5001	통신관련기사	275,633	265,371	257,342	260,229
*5002	통신관련산업기사	268,910	263,046	254,403	256,656
5003	통신관련기능사	221,858	213,828	206,555	206,278
5004	전기공사기사	279,912	272,340	263,081	267,522
5005	전기공사산업기사	249,961	246,849	241,167	240,324
5006	변전전공	410,051	388,030	369,045	348,736
5007	코킹공	184,209	186,456	187,843	181,699
5008	특급품질관리기술인	260,237	264,217	265,082	257,972
5009	고급품질관리기술인	211,437	206,224	206,730	207,449
*5010	중급품질관리기술인	180,523	177,964	180,381	176,238
5011	초급품질관리기술인	155,277	149,841	150,360	146,028

주)「*」표시 직종은 조사현장수가 5개미만 직종임

「**」표시 직종은 조사되지 않은 직종이므로 그 적용은 앞의 '이용 상의 주의사항'을 참고하시기 바람

「※」표시된 노임단가(3011. 특수화공)는 최근 조사에서 조사되지 않은 직종으로, 가장 최근의 조사결과('17.9.1 적용)값을 표기하오니 이용상 주의하시기 바람

□ 환경 · 교통 · 재해 영향평가 검토대상

구 분	환경영향평가	교통영향분석 · 개선대책	재해영향평가
관계법령	○ 환경영향평가법 제22조	○ 도시교통정비촉진법 제15조, 제18조 ○ 도시교통정비촉진법 시행령 제13조2 ○ 국도의 노선계획 설계지침 제11조	○ 자연재해대책법제4조,제5조 ○ 자연재해대책법시행령제6조
목 적	○ 환경영향평가 대상사업의 환경에 영향을 미치는 실시계획 · 시행계획 등의 허가 · 인가 · 승인 · 면허 또는 결정 등을 할때에 해당 사업이 환경에 미치는 영향을 미리 조사 · 예측 · 평가하여 해로운 환경영향을 피하거나 제거 또는 감소시킬 수 있는 방안을 마련	○ 해당 사업의 시행에 따라 발생하는 교통량 · 교통흐름의 변화 및 교통안전에 미치는 영향을 조사 · 예측 · 분석하고 그와 관련된 각종 문제점의 최소화	○ 자연재해에 영향을 미치는 각종 행정계획 및 개발 사업으로 인한 재해유발요인을 예측,분석하고 이에 대한 강구를 목적으로 함
대상규모	○ 4km이상 신설 ○ 왕복 2차로 이상인 기존도로 10km이상 확장 ○ $\frac{\text{신설구간의 길이}}{4\,km} + \frac{\text{확장구간의 길이}}{10\,km}$ 의 합이 1 이상일 때 ○ 도로 신설시 (비도시구간 길이의 합/4km) + (도시구간 길이의 합/4km)의 합이 1 이상일 때	○ 도시교통정비지역 또는 도시교통정비지역의 교통권역 ○ 「도로법」 8조에 다른 도로 건설(5km 이상 신설노선중 IC, JC등 접속)	○ 재해영향성검토 -규모에 관계없음 ○ 재해영향평가 -면적 5만㎡ 이상 -길이 10km 이상 ○ 소규모재해영향평가 -면적 5천㎡ 이상 5만㎡미만 -길이 2km이상 10km 미만
협의시기	○ 도시계획 시설 -실시계획 인가 전 ○ 기타시설 -도로구역 결정 전	○ 도로구역 결정전 ○ 승인관청에서 실시계획심의 및 승인	○ 행정단계 : 기본계획수립전 ○ 개발단계 : 실시계획승인전
협의절차	○ 평가준비서 작성 ○ 평가협의회 구성 · 심의 ○ 평가서 초안작성 ○ 공고 · 공람 및 주민설명회 ○ 평가서 본안 작성 · 제출 ○ 협의내용 통보 ○ 사업계획 승인 ○ 협의내용 반영 확인 · 통보	○ 교통영향분석·개선대책수립 ○ 교통개선대책 제출 ○ 교통개선대책 심의(승인관청) ○ 사업승인(승인관청)	○ 본안 작성 사업주체 → 승인기관 ○ 자문위원 검토
주요내용	○ 사업의개요 ○ 대상지역의 설정 ○ 지역개황 ○ 평가항목 · 범위 등의 심의결과 ○ 주민 등 의견수렴 ○ 환경현황조사 ○ 환경현황 예측분석, 평가 ○ 환경영향 저감방안 및 사후환경영향조사 ○ 불가피한 환경영향 ○ 주민생활의 생활환경, 재산상의 환경오염피해, 대책 ○ 대안설정 및 평가	○ 사업의 목적 및 개요 ○ 교통현황 조사 및 분석 ○ 교통수요예측 ○ 문제점 및 개선방안 ○ 개선안 시행계획	○ 사업의 목적 및 개요 ○ 재해유발 저감계획 수립

□ 전략환경영향평가와 소규모환경성검토 비교

구 분	전략환경영향평가	소규모환경영향평가	비 고
관계법령	○ 환경영향평가법 제9조	○ 환경영향평가법 제43조	
목 적	○ 전략환경영향평가 대상사업의 환경에 영향을 미치는 계획을 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 도모	○ 소규모환경영향평가 대상사업의 환경보전이 필요한 지역이나 난개발이 우려되어 계획적 개발이 필요한 지역에서 개발사업을 시행할 때에 입지의 타당성과 환경에 미치는 영향을 미리 조사·예측·평가하여 환경보전방안을 마련	
대상규모	○ 정책계획 -국가기간교통망계획 -대도시권 광역교통기본계획 ○ 개발기본계획 -도로기본계획 -도로(고속국도는 제외한다)의 건설공사 계획 -도시교통정비 기본계획	○ 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제6조 -보전관리지역 : 5,000㎡ -자연환경보전지역 : 5,000㎡ -생산관리지역 : 7,500㎡ -농림지역 : 7,500㎡ -계획관리지역 : 10,000㎡	도로법 제2조 - 고속도로 - 일반국도 - 특별시도 - 광역시도 - 지방도 - 시도 - 군도 - 구도
협의시기	○ 정책계획 -국토교통부장관이 관계 행정기관의 장과 협의할 때 -국토교통부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 대도시권에 포함된 행정구역을 관할하는 특별시장·광역시장·특별자치시장 또는 도지사의의견을 들을 때 ○ 개발기본계획 -시·도지사가 승인하기 전 -기본설계 또는 실시설계의 도로노선을 선정하는 때 -시장이나 군수가 해당 교통시설의 관리청 및 같은 교통권역의 관계 시장이나 군수와 협의할 때	○ 사업의 허가전	
협의절차	○ 평가준비서 작성 ○ 평가협의회 심의 ○ 초안 작성 및 제출 ○ 주민 등 의견수렴 및 설명회 ○ 본안보고서 작성 · 제출 및 협의 ○ 협의내용 이행결과 통보	○ 본보고서 작성·제출 ○ 사전검토 보완 ○ 심의	
주요내용	○ 정책계획(개발기본계획)의 개요 ○ 정책계획(개발기본계획) 대안 및 입지 대안 ○ 환경영향평가 대상지역 ○ 지역개황 ○ 환경영향평가협의회 심의내용 ○ 환경영향평가 항목의 결정내용 ○ 계획의 적정성 ○ 입지의 타당성 ○ 환경평가항목의 설정 ○ 환경현황조사 ○ 환경현황 예측분석 ○ 환경영향 저감방안	○ 사업의 목적 및 개요 ○ 대안의 설정 ○ 환경현황 ○ 환경영향 검토 및 평가 ○ 종합평가 및 결론	

□ 교통영향분석·개선대책과 교통안전진단 비교

구 분	교통영향분석·개선대책	교통안전진단	비 고
관계법령	○ 도시교통정비촉진법	○ 교통안전법 제34조, ○ 교통안전법 시행령 제34조	
목 적	○ 해당 사업의 시행에 따라 발생하는 교통량 · 교통흐름의 변화 및 교통안전에 미치는 영향을 조사 · 예측 · 분석하고 그와 관련된 각종 문제점의 최소화	○ 교통시설설치 관리자가 받아야하는 환경훼손을 예방하고 환경을 관리·보전함으로서 건강하고 쾌적한 삶을 누릴 수 있도록 함.	
대상규모	○ 도시교통정비지역 또는 도시교통정비지역의 교통권역 ○ 「도로법」8조에 다른 도로 건설(5km 이상 신설노선중 IC, JC등 접속)	○ 도시교통촉진법에 의한 시행사업제외 ○ 「국토의 계획 및 이용에 관한법률 제2조10호」 및 「도로법 제8조」 -일반국도.고속국도 : 5km이상 -특별시도.지방도등 : 3km이상 -시도.군도.구도 : 1km이상	도로법 제8조 - 고속도로 - 일반국도 - 특별시도 - 광역시도 - 지방도 - 시도 - 군도 - 구도
협의시기	○ 도시계획 시설 -실시계획 인가 전 ○ 기타시설 -도로구역 결정 전	○ 진단보고서 제출 - 실시계획 인가 및 도로구역 결정 전	
협의절차	○ 초안작성 ○ 주민설명회 ○ 본보고서 작성·제출 ○ 사전검토 보완 ○ 심의	○ 교통안전진단기관 의뢰 ○ 설계도서 검토 ○ 진단결과에 대한 토론 ○ 진단결과에 대한 토론 ○ 진단결과 제출	
주요내용	○ 사업의개요 ○ 대상지역의 설정 ○ 지역개황 ○ 평가항목의 설정 ○ 환경현황조사 ○ 환경현황 예측분석 ○ 환경영향 저감방안	○ 일반사항 ○ 선형 및 횡단구성 ○ 평면 및 입체교차 ○ 보행자 및 자전거 ○ 부속시설 ○ 표지 및 표시 ○ 기상조건 및 환경등	

□ 문화재 지표조사 · 시굴조사 · 발굴조사 비교

구 분	지표조사	시굴조사	발굴조사
관계법령	○ 매장문화재보호및 조사에관한법률 제 6조 ○ 동법 시행령 제4조	○ 문화재 보호법	○문화재 보호법
목 적	○ 건설공사의 사업계획 수립시 해당 공사 지역에 대한 유적의 매장과 분포 여부 확인	○ 법에 의하여 보호되는 매장문화재를 불가피하게 훼손할 경우 규정된 절차에 의하여 발굴조사를 통하여 사업개발 및 문화재의 보존여부 결정	
대상규모	○ 30,000m^2 이상	○ 지표조사에 의하여 매장문화의 존재가능성이 있다고 판단되는 지역	○유적이 확실히 있다고 판단되거나, 시굴조사에 의하여 유적이 확인된 지역
협의시기	○ 건설공사의 승인 전	○ 사업시행 이전 문화재청으로부터 허가를 득한 후	
협의절차	○ 조사건과 지자체 문화재청에 제출 ○ 보존대책 통보	○ 조사계획서 제출 및 신청 ○ 허가통보 ○ 발굴조사착수 ○ 지도위원회 개최 ○ 발굴조사 보고서 제출 ○ 조치통보	
주요내용	○ 사업시행 ○ 현장보존 ○ 입회조사 ○ 발굴(시굴)조사 등	○ 기록보존(사업시행) ○ 이전복원 ○ 원형보존(현상보존) 등	

□ 도로사업 관련 심의

구 분	건설기술심의	계약심의	용역심의	지방재정투자심사
관계법령	○ 건설기술진흥법 시행령 제19조	○ 지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률	○ 기술용역육성법	○ 지방재정법시행령 41조
목 적	○ 건설기술 발전과 시공의 품질을 높이는데 있음	○ 원활한 계약업무의 수행	○ 효율적인 용역수행	○ 지방예산의 계획적·효율적 운영과 각종 투자사업에 대한 무분별한 중복투자 방지
대상규모	○ 중앙심의 -건설기술정책사항 -외국도입기술건설사항 ○ 지방심의 -총공사비100억원 이상 공사	○ 지방자치단체를 당사자로 하는 모든 계약	○ 기본설계: 5억이상 ○ 실시설계:10억이상 ○ 감 리:30억이상	자체심사 -전액 자체재원 ○ 총공사비 40억이상인 신규투자사업 -전액 자체재원이 아닌사업 ○ 총공사비40억이상 300억원 미만 의뢰심사(중앙) -전액 자체재원이 아닌사업 총공사비300억이상인 신규투자사업
협의시기	○ 용역준공 2개월전	○ 입찰공고전	○ 용역발주전	○ 사업계획 수립 이후부터 기본설계 용역 예산편성 전까지 (기본설계 생략시 실시설계 용역 전까지)
협의절차	○ 심의요청 ○ 심의위원회개최 ○ 검토의견접수 ○ 심의결과통보 ○ 지적사항 조치계획	○ 심의요청 ○ 심의위원회개최 ○ 검토의견접수 ○ 심의결과통보 ○ 지적사항 조치계획	○ 심의요청 ○ 심의위원회개최 ○ 검토의견접수 ○ 심의결과통보 ○ 지적사항 조치계획	○ 심의요청 ○ 심의위원회개최 ○ 검토의견접수 ○ 심의결과통보 ○ 지적사항 조치계획
주요내용	○ 설계의 타당성 ○ 공사시행의 적정성 ○ 신공법 적용의 가능성 ○ 유지관리 계획의 적정성	○ 계약의 원칙 ○ 계약의 사무 ○ 계약대행 ○ 계약방법	○ 용역사업 시행개요 ○ 설계내역서 ○ 과업지시서 ○ 사업수행능력 평가기준	○ 예수금의 금리와 기간 ○ 지방채의 발행조건 및 인수조건 ○ 기타 적정한 운용을 위해 필요한 사항

조달수수료 개정 고시

◉ 조달청 고시 제2020 - 3호

「조달사업에 관한 법률 시행령」 제10조에 따라 조달수수료를 다음과 같이 개정 고시합니다.

2020년 2월 7일

조달청장

1. 사업별 조달수수료 요율표

<table>
<tr><th>사업</th><th>적용기준</th><th>금 액 구 분</th><th colspan="6">요 율(%)</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="8">내자
구매</td><td rowspan="8">계약금액
(납품금액)</td><td></td><td colspan="3">총액</td><td colspan="3">단가(일반, 3자, MAS)</td><td rowspan="8">(총액)
· 1억 원을 초과한 총액계약 수수료는 초과분 체감적용
· 총액계약에는 일반용역 포함
· 장기분할대지급 건은 계약금액의 (연)0.94% 수수료 할증
(단가)
· 10억 원을 초과한 단가 수수료는 초과분 체감적용
· 저장용 유류는 0.27%
· 유류구매카드로 구매하는 비저장용 유류는 0.135%</td></tr>
<tr><td>2천만원까지</td><td colspan="3">210,000원(정액)</td><td colspan="3" rowspan="4">0.54(정률)</td></tr>
<tr><td>2천만원초과
5천만원까지</td><td colspan="3">530,000원(정액)</td></tr>
<tr><td>5천만원초과
1억원까지</td><td colspan="3">1.07(정률)</td></tr>
<tr><td>1억원초과
-10억원까지</td><td colspan="3">0.76</td></tr>
<tr><td>10억원초과
-100억원까지</td><td colspan="3">0.48</td><td colspan="3">0.47</td></tr>
<tr><td>100억원초과</td><td colspan="3">0.38</td><td colspan="3">0.37</td></tr>
<tr><td>외자
구매</td><td>계약금액</td><td>1백만불까지
1백만불초과-5백만불까지
5백만불초과-천만불까지
천만불초과</td><td colspan="6">1.2
0.9
0.7
0.4</td><td>· 초과분 체감적용</td></tr>
<tr><td rowspan="6">기술
용역</td><td rowspan="6">계약금액</td><td></td><td colspan="3">설계 등 용역</td><td colspan="3">감리·CM 용역</td><td rowspan="6">· 초과분 체감적용
· 종합심사낙찰제 수수료는 제안 요율 적용</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>제안</td><td>PQ</td><td>비PQ</td><td>제안</td><td>PQ</td><td>비PQ</td></tr>
<tr><td>1억원까지
1억원초과-10억원까지
10억원초과-30억원까지
30억원초과</td><td>1.3
1.1
0.9
0.7</td><td>1.0
0.8
0.6
0.4</td><td>0.8
0.6
0.4
0.2</td><td>1.2
1.0
0.8
0.6</td><td>0.9
0.7
0.5
0.3</td><td>0.8
0.6
0.4
0.2</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="6">설계공모</td></tr>
<tr><td colspan="3">심사포함</td><td colspan="3">심사제외</td></tr>
<tr><td>1억원까지
1억원초과-10억원까지
10억원초과-30억원까지
30억원초과</td><td colspan="3">1.9
1.6
1.3
1.0</td><td colspan="3">0.8
0.6
0.4
0.2</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>사업</th><th>적용기준</th><th>금 액 구 분</th><th colspan="8">요 율(%)</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="7">공사계약</td><td rowspan="7">계약금액</td><td></td><td colspan="4">국가,기타기관</td><td colspan="4">지방자치단체</td><td rowspan="7">1. 초과분 체감적용
2. A Type: 종합심사낙찰제(국가), 종합평가낙찰제(지자체), 기술형입찰의 수의계약(검토가격 작성)
3. B Type: PQ, 대안입찰, 실시설계기술제안입찰
4. C Type: 비PQ
5. D Type: 일괄입찰, 기본설계 기술제안입찰, 기술형입찰의 수의계약(검토가격 미작성)</td></tr>
<tr><td></td><td>A Type</td><td>B Type</td><td>C Type</td><td>D Type</td><td>A Type</td><td>B Type</td><td>C Type</td><td>D Type</td></tr>
<tr><td>10억원까지</td><td>0.4</td><td>0.35</td><td>0.3</td><td>0.2</td><td>0.3</td><td>0.25</td><td>0.2</td><td>0.1</td></tr>
<tr><td>10억원초과~50억원까지</td><td>0.3</td><td>0.25</td><td>0.2</td><td>0.1</td><td>0.15</td><td>0.12</td><td>0.1</td><td>0.05</td></tr>
<tr><td>50억원초과~100억원까지</td><td>0.15</td><td>0.12</td><td>0.1</td><td>0.05</td><td>0.07</td><td>0.06</td><td>0.05</td><td>0.02</td></tr>
<tr><td>100억원초과~500억원까지</td><td>0.07</td><td>0.06</td><td>0.05</td><td>0.02</td><td>0.04</td><td>0.03</td><td>0.02</td><td>0.01</td></tr>
<tr><td>500억원 초과</td><td>0.06</td><td>0.05</td><td>0.045</td><td>0.015</td><td>0.035</td><td>0.025</td><td>0.015</td><td>0.01</td></tr>
<tr><td rowspan="15">맞춤형서비스</td><td rowspan="5">심의대행
(사업예산액)</td><td></td><td colspan="2">일괄·기술제안</td><td rowspan="2">관급자재
검토대행</td><td rowspan="2">설계공모</td><td rowspan="15">1. 초과분 체감적용
2 사업예산액은 시설비, 설계비, 감리비, 시설부대비, 공사비, 공사와 직접관련된 기타비용을 말하며, 부지 매입비 및 예비비 등은 제외
3. 사업관리 중 업무범위 조정(사업중단 포함)이 있는 경우 수수료는 '단위업무별 구성비'를 적용하여 제공된 서비스 업무량을 기준으로 부과
※ 맞춤형서비스 일괄대행은 기획설계관리, 시공관리 요율을 합산 적용
※ 요율상의 용어 정의
· 일괄 : 설계·시공 일괄입찰
· 기본 : 기본설계 기술제안입찰
· 실시 : 실시설계 기술제안입찰
· 대안 : 대안입찰</td></tr>
<tr><td></td><td>일괄·기본</td><td>실시·대안</td></tr>
<tr><td>100억원까지</td><td colspan="2">0.056</td><td>0.037</td><td>0.004</td><td>0.084</td></tr>
<tr><td>100억원초과~500억원까지</td><td colspan="2">0.049</td><td>0.032</td><td>0.003</td><td>0.073</td></tr>
<tr><td>500억원초과~1,000억원까지</td><td colspan="2">0.041</td><td>0.028</td><td>0.003</td><td>0.062</td></tr>
<tr><td>1,000억원초과</td><td colspan="2">0.037</td><td>0.025</td><td>0.002</td><td>0.056</td></tr>
<tr><td rowspan="5">기획·설계
관 리
(사업예산액)</td><td></td><td colspan="3">일반공사</td><td colspan="3">일괄·기술제안</td></tr>
<tr><td>100억원까지</td><td colspan="3">0.462</td><td colspan="3">0.396</td></tr>
<tr><td>100억원초과~500억원까지</td><td colspan="3">0.420</td><td colspan="3">0.360</td></tr>
<tr><td>500억원초과~1,000억원까지</td><td colspan="3">0.336</td><td colspan="3">0.288</td></tr>
<tr><td>1,000억원초과</td><td colspan="3">0.302</td><td colspan="3">0.259</td></tr>
<tr><td rowspan="5">시공관리
(사업예산액)</td><td></td><td colspan="3">건설사업관리</td><td colspan="3">감독권한대행 등
건설사업관리</td></tr>
<tr><td>100억원까지</td><td colspan="3">0.846</td><td colspan="3">0.677</td></tr>
<tr><td>100억원초과~500억원까지</td><td colspan="3">0.736</td><td colspan="3">0.598</td></tr>
<tr><td>500억원초과~1,000억원까지</td><td colspan="3">0.626</td><td colspan="3">0.501</td></tr>
<tr><td>1,000억원초과</td><td colspan="3">0.562</td><td colspan="3">0.450</td></tr>
<tr><td rowspan="11">기타시설업무</td><td rowspan="5">설계적정성
검토
(검토요청금액)</td><td></td><td colspan="3">설계적정성 검토(일반)</td><td colspan="3">설계적정성 검토(VE병행)</td><td rowspan="5">· 초과분 체감적용</td></tr>
<tr><td></td><td>계획</td><td>기본
(중간)</td><td>실시</td><td>계획</td><td>기본
(중간)</td><td>실시</td></tr>
<tr><td>100억원까지</td><td>0.029</td><td>0.058</td><td>0.058</td><td>0.029</td><td>0.102</td><td>0.102</td></tr>
<tr><td>100억원초과~500억원까지</td><td>0.026</td><td>0.053</td><td>0.053</td><td>0.026</td><td>0.081</td><td>0.081</td></tr>
<tr><td>500억원초과~1,000억원까지</td><td>0.021</td><td>0.042</td><td>0.042</td><td>0.021</td><td>0.065</td><td>0.065</td></tr>
<tr><td>1,000억원초과</td><td>0.019</td><td>0.038</td><td>0.038</td><td>0.019</td><td>0.058</td><td>0.058</td></tr>
<tr><td rowspan="2">실시설계
단가 적정성
(검토요청금액)</td><td></td><td colspan="3">국가,기타기관</td><td colspan="3">지방자치단체</td><td rowspan="4">1. 우리청에 공사계약을 요청하는 경우, 해당건의 수수료 면제
2. 공사원가검토 수수료는 실시설계 단가적정성 요율 적용.
3. 기술형 입찰의 수의계약 시 검토가격 요청 수수료는 실시설계 단가적정성 요율 적용</td></tr>
<tr><td>100억원까지
100억원초과</td><td colspan="3">0.04
0.04</td><td colspan="3">0.04
0.02</td></tr>
<tr><td>물가변동
(검토요청금액)</td><td></td><td colspan="7">0.1</td></tr>
<tr><td>민자사업
(검토요청금액)</td><td></td><td colspan="7">0.05</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>사업</th><th>적용기준</th><th colspan="4">금 액 구 분</th><th>요 율(%)</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td>설계변경 사전 타당성 검토 (변경대상금액)</td><td colspan="4"></td><td>0.20</td><td>· 변경대상 금액은 증액분과 감액분의 절대값 합계금액</td></tr>
<tr><td>설계변경 단가 적정성 검토 (변경대상금액)</td><td colspan="4"></td><td>0.05</td><td>· 변경대상 금액은 증액분과 감액분의 절대값 합계금액</td></tr>
<tr><td>물자 조정</td><td>불용품 매각금액</td><td colspan="4"></td><td>3.0</td><td>· 단일 요율 적용</td></tr>
<tr><td rowspan="4">나라 장터</td><td rowspan="4">전자입찰</td><td colspan="3">물품구매, 일반용역</td><td colspan="2">시설공사, 기술용역</td><td rowspan="4">· 나라장터 수수료는 조달청 고시 '국가종합전자조달시스템 이용수수료 부과 지침' 참조</td></tr>
<tr><td>2천만원 미만</td><td>10,000원</td><td>5천만원 미만</td><td>10,000원</td></tr>
<tr><td>2천만원 이상
5천만원 미만</td><td>20,000원</td><td>5천만원 이상
2억원 미만</td><td>20,000원</td></tr>
<tr><td>5천만원 이상</td><td>30,000원</td><td>2억원 이상</td><td>30,000원</td></tr>
<tr><td rowspan="2">납품 검사 대행</td><td>조달청 직접검사</td><td colspan="4">계약 건당</td><td>330,000원</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>전문기관 위탁검사료</td><td colspan="4">계약 건당</td><td>20,000원</td></tr>
</table>

*** 공사계약 및 기타시설업무의 위탁사업은 위탁한 기관의 수수료 요율을 적용한다.**

2. 조달수수료 감면사항 등

구 분	내 용
면 제	① 전통공예품(문화상품), 전통주, 전통식품
	② 학생 대상 조달서비스(총액계약 제외) '21.12.31까지 고지 유예 * 학생대상 서비스 : 수련활동, 수학여행, 숙박, 체험활동, 여행서비스
감 경	① 선금선납 동의 시 선납한 금액에 대하여 비율에 따라 조달수수료 감경 * 선납비율 (할인율) : 30%이상 50%미만 (8%), 50%이상 70%미만 (14%), 70% (20%)
기 타	① 리스계약은 계약(총액)수수료의 40%적용(리스대상물건)
	② 내자 및 외자 총액 제안서 평가를 조달청이 대행할 경우, 10% 할증
	③ 「제안서 기술평가 대행서비스(수요기관 자체발주 SW사업)」에 대하여 당해 사업의 예산액을 기준으로 산출된 총액계약수수료의 30% 적용
	④ 장기분할대지급 신청 시 계약금액의 2.82%(0.94%×3) 할증 * 국가 또는 지자체의 5억원 이하의 조달요청 건 중 장기분할 대지급으로 조달요청(총액)한 경우

3. 맞춤형서비스 단위업무별 구성비

◇ 심 의 대 행

<일괄·기술제안>

단위 업무	비중
약정체결	10.3%
공사 발주업무	21.9%
기본설계 또는 기술제안 심의	51.1%
실시설계 심의	16.7%
소계	100.0%

<설계공모·관급자재 검토대행>

단위 업무	비중
약정체결	23.0%
설계공모·관급자재 검토대행 심의	77.0%
소계	100.0%

◇ 기 획·설 계 관 리

<일반공사>

단위 업무	비중
약정체결	3.5%
설계 등 용역 발주	3.1%
계획설계 관리업무	7.4%
중간설계 관리업무	25.9%
실시설계 관리업무	41.1%
공사 및 감리용역 발주	18.9%
소계	100.0%

<일괄·기술제안>

단위 업무	비중
약정체결	4.2%
기본계획 수립	8.5%
입찰방법 심의	3.2%
입찰안내서 작성·심의	14.8%
공사 발주업무	9.6%
CM 용역관리	7.7%
기본설계 관리업무	23.0%
실시설계 관리업무	29.0%
소계	100.0%

◇ 시 공 관 리 : 공정률을 산출하여 적용

4. 적용시기 및 유효기간

① 이 고시는 개정일 이후 계약(검토) 요청 또는 납품요구 분부터 적용한다. 다만, 공사계약 및 기타 시설업무의 위탁사업과 외자 제안서평가 조달청 대행은 2020.02.27. 이후 계약(검토) 요청 분부터 적용한다.

② 이 고시는 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 2020년1월 1일을 기준으로 매년 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월31일까지를 말한다) 마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

2022년도 건설공사 품질시험 수수료 및 출장비

【수수료】

구 분	시 험 종 목	단 위	수수료(원)	비 고
흙의 물리시험	함수량	건	17,000	
	밀도	건	61,000	
	액성한계	건	64,000	
	소성한계	건	42,000	
	수축한계	건	42,000	
	0.08㎜체 통과량	건	45,000	
	입도(침강분석)	건	227,000	
	입도(#200체 통과)	건	225,000	
흙의 역학시험	성토용 실내다짐	건	206,000	
	노체,노상 실내다짐	건	189,000	
	현장밀도	개소	91,000	
	흙시멘트 배합설계	건	1,699,000	
	실내지지력	건	386,000	
	토량환산계수	개소	1,117,000	
지내력 시험	현장지지력	개소	309,000	
	도로평판재하	개소	190,000	
	건축평판재하	개소	847,000	
골재시험	체가름	건	193,000	
	밀도 및 흡수	건	43,000	
	골재 실내다짐	건	188,000	
	실내지지력	건	384,000	
	단위용적질량및실적률	건	28,000	
	안정성	건	99,000	
	마모율	건	47,000	
	0.08㎜체 통과량	건	29,000	
	유기불순물	건	22,000	
	모래당량	건	78,000	
	점토함유량	건	39,000	
	염화물함유량	건	29,000	
콘크리트 및 혼화재	공시체제작	조	48,000	
	슬럼프	건	8,000	
	공기함유량	건	19,000	
	씻기시험	건	266,000	
	시멘트 비중	건	49,000	
	압축강도	조	14,000	
	휨강도	조	32,000	
	인장강도	조	61,000	
	코어채취	개소	147,000	
	비파괴검사	개소	58,000	
	공시체 캐핑	조	19,000	

2022년도 건설공사 품질시험 수수료

구 분	시 험 종 목	단 위	수수료(원)	비 고
아스팔트 콘크리트	배합설계	건	1,910,000	
	마샬안정도	조	85,000	
	상온아스팔트 마샬안정도	조	177,000	
	아스팔트함량	건	115,000	
	마샬공시체제작	개	55,000	
	추출체가름	건	128,000	
	아스팔트밀도	개	27,000	
	평탄성(검사)	개	38,000	
	간접인장강도	건	42,000	
	코어채취 및 두께(10Cm미만)	건	174,000	
	코어채취 및 두께(10Cm이상)	공	175,000	
	코어채취 및 두께(15Cm이상)	공	175,000	
	코어채취 및 두께(20Cm이상)	공	176,000	
콘크리트 제품	외관 및 치수	공	11,000	
	압축(호안블럭 등)	조	27,000	
	휨강도(일반제품)	조	32,000	
	휨강도(보차도용)	조	31,000	
포틀랜드 시멘트	안정도	조	29,000	
	압축강도	건	41,000	
시멘트 벽돌 및 블록	외관 및 치수	건	10,000	
	압축강도	조	27,000	
	흡수율	조	50,000	
보통벽돌(소성)	외관 및 치수	조	10,000	
	압축강도	조	37,000	
	흡수율	조	46,000	
시멘트 기와	외관 및 치수	조	10,000	
	휨강도	조	19,000	
	흡수율	조	20,000	
석분 및 석재	밀도	조	49,000	
	습분	조	55,000	
	입도	조	62,000	
	압축강도(수침)	조	27,000	
	압축강도(건조)	조	36,000	
철근 콘크리트용 봉강	항복강도	조	26,000	
	인장강도	조	26,000	
	연신율	조	26,000	
	외관 및 치수	조	8,000	
콘크리트 잔골재	잔골재입도	건	47,000	
	#200체통과	건	28,000	
차선	휘도시험	건	227,000	

지역별 출장비

시·군	청주시	충주시	제천시	보은군	옥천군	영동군	증평군	진천군	괴산군	음성군	단양군
출장비(원)	25,000	49,000	63,000	42,000	46,000	55,000	36,000	38,000	42,000	42,000	67,000

□ 석산골재 단가

※ 지방자치단체 원가계산 및 예정가격 작성요령(행정안전부예규 제228호)

- 1-1-2 작성방법

1. 적정한 거래가 형성된 경우에는 그 거래실례가격

- 3-3-2 거래실례가격의 결정

거래실례가격으로 예정가격을 결정함에 있어서는 다음 각호에 해당하는 가격에 의하여 결정한다.

1. 조달청장이 조사하여 통보한 가격(가격정보지)
2. 재정경제부에 등록한 전문가격조사기관이 조사하여 공표한 가격
   - 거래가격, 물가자료, 유통물가, 물가정보지 등
3. 지방자치단체의 장 또는 계약담당자가 2이상의 사업자에 대하여 직접 조사하여 확인한 가격

□ 공사발주시 설계서 검토사항

1. 설계내역서와 설계설명서, 시방서, 도면 등이 서로 일치되고 누락 또는 오류가 없는지 확인하고, 내역서상에 물량과 단가가 제대로 계상 되었는지 확인한다.
2. 2021년 신규사업 설계단가는 2021년 1월 기준 환율, 노임, 유류, 관급단가로 설계되었는지 확인한다.
3. 설계서 내의 공정표상의 총 공사기간이 적정한지 판단하고, 당해 년도의 예산과 공종에 맞추어 적정한 공사일수를 배분하여야 한다.
   - 예정공정표 작성시 세부공종별 보할을 상세히 표시하여 시공시 공정관리와 E/S 적용시 물량산출을 명확히 한다.
4. 입찰 이후 당해 년도 내역을 작성시 당해 년도 예산(계약금액, 관급자재대, 보상비)에 따라 공종과 시공구간, 물량을 조정하여 내역서를 작성하여야 한다.
5. 공사 발주와 동시에 당해 차수분에 필요한 관급자재를 구입 의뢰하여야 한며, 당해 년도 공사 준공시 관급자재도 납품이 완료되어야 한다.
6. 재료비에 대해서는 사급자재대와 관급자재대를 구분하여야 하며, 주요자재 중 품목별 합계액이 5천만원 이상시는 특별한 경우를 제외하고는 관급으로 되어야 하므로 이를 확인한다.
7. 제경비 산출을 위해서 공사규모, 총 공사기간, 공사종류(토목, 건축 등)를 구분하여 간접공사비(제경비) 산출근거에 맞게 적용되었는지 확인한다.
8. 공사의 국민건강보험료 및 노인장기요양보험료, 국민연금보험료, 퇴직급여충당금, 건설근로자퇴직공제부금은 지방자치단체 입찰 및 계약집행기준 제8절 공사의 보험료 사후정산 등에 의한 정산절차가 가능함. 다만, 산업재해보상보험료 및 고용보험료는 사후정산에서 제외됨으로 보험료를 납입하였다면 잔액부분은 회수할 수 없으나, 보험가입을 하지 아니한 경우는 정산(회수) 조치하여야 함.

   ※ 근거규정
   - 지방자치단체를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제89조
   - 지방자치단체 입찰 및 계약집행기준**(예규 제180호(2021.9.30. 행정안전부 일부개정))**

   ※ 기타사항
   - 국민건강보험료·국민연금보험료 사업장 적용기준은
     - 건설현장별 사업장 적용을 원칙으로 함.
     - 일용근로자(정규근무자는 제외)
   - 정산하여야 할 금액 : 예정가격작성시 계상된 국민건강보험료 및 국민연금보험료
   - 증빙자료 : 국민건강.연금보험료 납입확인서
   - 부담비율 : 총 국민건강.연금보험료중 사용자 부담금(1/2) 정산

   * 유권해석
   - 국민연금 및 건강보험료 정산시 정산의 대상은 일용근로자만 한정하는 것은 아니며, 상용근로자의 경우에도 당해 현장에서 근로한 사실이 확인된 경우에 한하여 실제로 투입된 일자에 따라 정산하는 것임.

9. 간접공사비(제경비)중 퇴직공제부금비, 산업안전보건관리비, 환경보전비 등은 개별법 규정에 따라 요율을 적용하고 추후 정산 가능함.
   - 퇴직공제부금비 : 건설산업기본법시행령 제83조의 정산규정 및 퇴직공제부금비의 목적외 사용 감액 조치(계약특수조건에 의해 정산 가능함)
   - 산업안전보건관리비 : 건설산업안전보건관리비계상및사용기준에 의거 추후 정산 가능함
   - 환경보전비 : 건설기술진흥법시행규칙 제53조(환경관리비의 산출 등), 별표 16(환경관리비의 산출 기준) 등의 규정에 의해 발주자 또는 감리원이 확인한 비용의 사용실적에 따라 정산 하여야 함.
10. 일반관리비 계상시 관리품목자재(철근, 시멘트)가 관급자재일 경우 반드시 조달수수료 및 부가세가 제외된 금액으로 적용하여야 한다.
11. 제경비 산출 후 금액을 1000원 단위로 절사하는 것은 지양하고 계산되는 원단위 금액 그대로 적용 한다.
    ※ 사급자재대 합계금액을 1,000원단위로 절사하는 경우가 있는데 잘못된 경우임.
12. 관급자재의 단가는 설계당시 최근 단가인지 확인하고 조달 수수료는 G2b율로 금액에 따라 차등 산정 한다.
13. 공사 및 용역 금액이 일정이상이면 발주의뢰 전 반드시 계약심사를 받아야 한다.
    가. 「건설산업기본법」 제2조에 따른 종합공사 중 추정금액 3억원(시·군은 5억원) 이상의 공사
    나. 「건설산업기본법」 제2조에 따른 전문공사 중 추정금액 3억원 이상의 공사
    다. 「전기공사업법」 제2조에 따른 전기공사 중 추정금액 3억원 이상의 공사
    라. 「건설기술진흥법」 제2조에 따른 건설기술용역 중 추정금액 1억원(시·군은 2억원) 이상 용역
14. 도로법 제8조에 따른 도로(고속도로, 국도, 지방도, 시도, 군도,구도등)를 이용하는 사토 또는 순성토 운반량이 10,000㎥ 이상인 건설공사(진행 중인 공사는 잔량이 10,000㎥ 이상인 경우를 말한다) 현장에는 축중기를 의무적으로 설치하여야 한다.
15. 관급자재 구입시 품목,성능,규격등만 표기하고, 특정업체를 표기하지 않는다.
16. 관급자재(레미콘) 표기시 굵은골재최대치수(mm), 압축강도(Mpa),슬럼프치(mm)로 표기한다
    예) 25-21-12
17. 표준시장단가 적용기준(충청북도 방침 2014)
    가. 일반건설 : 추정가격 100억원 이상
    나. 전문공사 : 추정가격 100억원 이상
    ※ 추정가격 : 총 공사비에서 부가세, 관급자재대를 제외한 금액으로서 추정가격 규모의 판단 기준은 실적단가를 적용하는 것을 원칙으로 한다.

□ 설계변경시 검토 유의사항(참고)

1. 설계변경사항이 지방계약법 제22조, 동법시행령 제73조, 제74조, 제75조 및 동법시행규칙 제72조, 제73조, 제74조, 지방자치단체공사계약일반조건(이하 “공사계약일반조건”이라 한다) 제19조의 각항에 해당되는 요건인지 확인한다.
2. 설계변경사항이 발생되면 설계변경을 완료한 후 시공함이 원칙이나, 부득이 한 경우 설계변경 완료전에 우선 시공을 하기 위해서는 설계변경시기 등을 명확히 정하고 실정보고 승인을 받아야 한다.
3. 설계변경을 할 경우에는 설계금액, 예정가격금액, 낙찰(계약)금액을 『계약부서』에서 문의하여 해당 공사에 대한 예정가율, 낙찰률 등을 파악한다.
   - 예 가 율 : 예정가격금액 / 설계금액 × 100(%)
   - 낙 찰 율 : 낙찰금액 / 예정가격금액 × 100(%)

   ※ 예가율은 100% 이상이 될 수도 있으며, 낙찰률을 낙찰금액 / 설계금액 × 100(%)으로 잘못 적용하는 일이 없도록 유의할 것.
4. 설계변경 되는 비목이 계약단가인지 신규비목단가인지를 판단하여야 한다.
5. 설계변경의 첫번째 단계는 세부공종별 단가대비 비교표를 작성하여 적용단가를 결정한다 (설계단가, 예정가격단가, 계약단가)
   - 계약단가 〉 예정가격단가일 경우 : 물량이 증가되었을 경우 증가된 물량은 반드시 예정가격 단가로 하여야 한다.
6. 계약단가가 없는 신규비목(동일한 품목이라도 성능, 규격 등이 다른 경우를 포함)의 단가는 설계변경 당시를 기준으로 산정한 단가에 낙찰률을 곱한 금액으로 한다. 단, 발주기관이 설계변경을 요구한 경우의 증가된 물량 또는 신규비목의 단가는 설계변경 당시 산정된 단가와 동 단가에 낙찰률을 곱한 금액의 범위 안에서 계약당사자와 협의하여 결정한다, 다만, 계약당사자간에 협의가 이루어지지 아니하는 경우에는 설계변경당시를 기준으로 하여 산정한 단가와 동 단가에 낙찰율을 곱한 금액을 합한 금액의 100분의 50으로 한다.

   ※ 설계변경당시 :
   - 설계도면의 변경을 요하는 경우에는 변경도면을 발주기관이 확정한 때
   - 설계도면의 변경을 요하지 않는 경우에는 계약당사자간에 설계변경을 문서에 의하여 합의한 때
7. 설계변경시 소요자재(관급, 사급)의 수급방법을 임의로 변경해서는 안되며 부득이한 경우 계약당자사간의 협의에 의하여 변경할 수 있다.(공사계약일반조건 제24조)
8. 설계변경으로 순공사비가 결정되면 착공내역서로 제출한 제경비율에 의해 제잡비를 구하되 설계변경 당시의 관계법령 및 행정자치부장관 등이 정한 율을 초과할 수 없다.
9. 노동부에서 산업안전보건관리비 산출 내역서중 부대공에서 안전관리비를 공제하는 것은 잘못되었다고 지적되었으나, 산업안전보건관리비 사용을 할 수 있는 항목 중 부대공 내역의 안전관리비 항목(위험표지판, 교통안전시설물 등)들이 포함되어 있어 별도 산출하여 계상 할 필요가 없음.

※ 단 차량의 원활한 흐름 또는 교통통제를 위한 교통정리, 신호수의 인건비와 총 공사 금액이 4천만 원미만일 경우에는 부대공내 안전관리비를 계상할 수 있음.

10. 산업안전보건관리비와 일반관리비 산출시 관급자재대나 관리를 요하는 자재(시멘트, 철근 등)가 관급자재일 경우에는 조달수수료와 부가세를 제외한 금액으로 적용하여야 한다.

※ 관급자재대나 철근금액을 금액 그대로 적용할 경우, 부가세등이 이중계산 되므로 주의요망

11. 장기계속공사를 설계변경 할 때, 제잡비 산출을 임의로 100원단위 이상으로 절사하는 경우, 최종 년차공사의 제잡비금액이 맞지 않게 되므로 산출식 그대로인 원단위 금액을 적용한 산출금액(계약금액)을 1000원 단위이상으로 만들 경우 이윤(또는 기타경비)으로 계수를 조정하여 준다.

12. 관급자재가 포함되 있을 경우 설계변경 당시 검수되었거나 납품이 완료된 자재에 대해서는 반드시 물량과 단가를 정산하여야 하며, 잔여물량이나 추가되는 물량에 대해서는 설계변경당시의 현재 조달계약단가로 조정해 주어야 한다.

13. 장기계속공사의 경우 년차별 공사의 설계변경 총괄표를 작성하여 전체분이 각 년차별 공사비의 합과 같아짐을 나타내 주어야 한다.(당해년도 및 전체분 변경총괄표 포함)

14. 낙찰률이 86%이하인 공사에 대해 설계변경을 하였을때 공사비 증액(그 전에 설계변경으로 조정된 금액을 모두 합한 금액)이 10%이상이 되면 계약심의회 또는 설계자문위원회의 심의를 거쳐 도지사의 승인을 얻어야 한다.

※ 기타 공사들도 설계변경으로 10%이상 증액이 될 경우에는 최종 결심자의 결재를 얻어야 한다.

15. 채무부담사업으로 추진하는 사업을 설계변경 하였을 경우 계약금액의 변동이 있을 경우에는 기안 및 시행문에 아래와 같은 표를 추가하여야 하며, 당해연도 예산중 기 지급액은 감액되지 않도록 조정하여야 한다.

(단위 : 원)

공 사 명	구 분	계약금액 (a + b)	2011년예산 (a)	채무부담액 (b)	비 고
	당 초				기지급액
	변 경				
	증·△감				

16. 설계변경은 준공예정일, 추석명절, 동절기 공사중지일 등을 기준으로 하여 "30일전"에 완료하고, 예비 준공검사등을 거쳐 준공검사를 하거나 기성검사를 하도록 한다.

17. 설계변경 도서 중 계약부서에 제출하는 서류는 설계변경내역서, 변경사유서, 변경총괄표(년차별구분, 전체분, 금차분), 신규비목단가산출서, 설계변경적용단가비교표, 설계변경관련 실정보고서 사본 등을 첨부시켜 주어야 한다.

가. 신규비목 단가 비교표(A4횡)

공종	규격	단위	수량	발주기준			금회 설계가	금회 적용 낙찰율 (%)	적용 기준	유사공종 및공종별 적용비목	적용단가 (2006년 월)
				설계가	예정가	계약 단가					

나. 설계변경 적용단가표(A4종)

설계금액 : 원

예정금액 : 원 예가율 : %(예정액/설계액)

계약금액 : 원 낙찰율 : %(계약액/예정액)

공종	규 격	단위	설계가	예정가	계약가	적용단가	적용 낙찰율	비고
								신규비목
								당초물량
								증가물량

18. 계약(공사)기간이 연장되거나, 축소할 경우에는 그 사유와 산출근거 서류를 첨부하여야 한다.
19. 계약부서에 제출하는 변경도면은 A4로 접철하여 흑표지로 묶은 후, 표지와 배면에 공사명, 설계변경 년월일, 발주기관을 명시하여 부착시키고 변경 설계서와 내부결재 기안문 사본과 함께 제출한다.
20. 추정가격이 1억 미만의 사업이나 수의계약으로 계약을 체결한 공사의 산출내역서는 설계서에 해당되지 않으므로 원칙적으로 설계변경을 할 수 없다. 단, 설계도면이 변경될 경우에는 설계변경이 가능하므로 해당요건을 갖추었는지 확인한다.
21. 문화재 지표조사비가 내역서에 포함될 경우에는 비영리단체(법인-대학교)가 조사기관으로 되어 부가세가 해당되지 않을 경우에는 문화재 지표조사비를 총괄표상 부가세 아래에 두어 산출한다.
22. 기 검수 및 납품한 관급자재 중 설계변경으로 일부 물량을 공제하거나 불가피하게 사급으로 추가 구입할 경우에는 내역서상 사급자재대 공종에 아래와 같이 별도 산출하여 적용한다.
    - 관급자재대를 공제할 경우 적용단가 : (관급자재대 단가 - 부가세)
    - 관급자재 품목을 사급으로 추가구입시 적용단가 : (관급자재단가-부가세)×낙찰율

※ 관급자재인 자재를 사급자재로 추가 구입시는 신규비목으로 적용하여야 한다.

23. 기성검사원이나 준공계(준공검사원)을 계약변경과 동시에 제출하거나, 준공예정일에 임박하여 계약변경을 하고 제출하지 말고 계약변경일로부터 최소한 10일이 지난 후 제출토록 한다.
24. 추석전이나 년말 회계연도 이전에 각종 공사의 설계변경이 같은 시기에 일괄 집행되어 계약부서에서 업무 처리가 곤란한 경우가 발생되므로 단일공사 및 간단한 설계 변경은 설계변경사항 발생시 바로 설계변경을 시행하고, 그 외의 경우에는 설계변경 계획을 세워 분산 의뢰될 수 있도록 한다.

□ 관급자재 구입 및 변경시 유의사항

▣ 구입요청시

1. 설계시 주요자재에 대해서는 관급을 원칙으로 한다.
2. 관급자재 단가는 구입요구시점 기준 조달청 가격정보를 조회하여 적용한다
3. 조달품목 중 단가계약이 아닌 자재는 충북아스콘협동조합 및 납품업체 등에 단가를 확인하여 적용하고 아울러 조달청에서 총액계약(수의계약)으로 집행되며 단가는 조달청 계약후 변동이 됨. (조달수수료는 물품대의 1.1%로 산출한다.)
4. 레미콘 단가적용시는 지역별 단가가 다르므로 공사장 위치를 확인하여 적용한다.

- 청주권 : 청주시
- 중부권 : 충주시, 증평군, 진천군, 괴산군, 음성군 관내
- 남부권 : 보은군, 옥천군, 영동군 관내
- 북부권 : 제천시, 단양군 관내

5. 조달수수료

사업	적용기준	금 액 구 분	요 율(%)		비 고
			총 액	단가(일반, 3자, MAS)	(총액)
내자구매	계약(납품)금액	2천만원까지	210,000원	0.54(정률)	・ 1억 원을 초과한 총액계약 수수료는 초과분 체감적용 ・ 총액계약에는 일반용역 포함 ・ 장기분할대지급 건은 계약금액의 (연)0.94% 수수료 할증
		2천만원초과~5천만원까지	530,000원		
		5천만원초과~1억원까지	1.07		
		1억원초과~10억원까지	0.76		(단가)
		10억원초과~100억원까지	0.48	0.47	・ 10억원을 초과한 단가 수수료는 초과분 체감적용
		100억원초과	0.38	0.37	・ 저장용 유류는 0.27% ・ 유류구매카드로 구매하는 비저장용 유류는 0.135%

6. 제3자 단가계약 물품이 아닌 총액계약(수의계약) 대상 관급자재에 대하여는 시방서, 도면 등을 작성하여 2부 제출.(조달청 1부, 지출증빙서 첨부용 1부)
7. 철근 구입시 운반조건은 공장상차도와 하치장 상차도를 구분하여 단가를 적용하고, 대금지급방법은 선징수와 후징수를 명시하여 조달수수료율을 달리 적용해 주어야 한다(가급적 선징수를 원칙으로 한다)

- 운반조건 : 설계서의 운반장소 및 거리 적용 참고
- 징수구분 : 선징수는 자재는 납품전에 우선 자재대를 지급하는 것이고, 후징수는 자재를 납품하여 검수한 이후 자재대가 지급되는 것임.
- 분할납품일 경우 일정별 소요량 통보서를 필히 명기하여 납품기한으로 인한 지체상금 등이 발생되지 않도록 유의하고, 분할납품요구 및 통보서를 받은 날로부터 30일 이내에 해당

하치장에 철근출고 요청 접수를 하여야 함.

※ 장기간 납품이 될 경우나, 물량이 많아 현장관리가 어려울 경우 후징수가 바람직함.

8. 납품기한은 해당년도 계약분공사의 공기일수를 감안 충분히 길게 정하여 수차례 납기연장하는 일이 없도록 하며, 이월사업이 분명한 장기 대규모 사업은 회계년도로 납품기한을 잡지 말고 절대공기를 감안하여 정한다.
9. 관급자재 구입요청서에 납품장소는 군, 면, 리까지 정확히 표기하여준다.

▣ 관급자재 변경구입시

1. 수량 변경시는 설계변경수량과 기 검수수량을 비교·확인한 후 변경하되, 기 검수된 수량을 "감 " 시킬 수 없다.
2. 변경구입은 설계변경시행과 같은 시기에 요청하여 공사가 준공될 경우에는 관급자재 검수도 반드시 종결되어야 한다.
3. 납품기한을 연장요청 할 시에는 변경납품기일과 변경사유를 기재하여 납기일 10일 이전에 요 청한다.
4. 설계변경되어 증가된 수량을 검수 시에는 변경처리(수정분 분할납품 통지)된 이후 검수하여야 한다.
5. 변경 구입시에는 아래 양식에 따라 수량 및 납품기한 변동사항을 기재하고 변경사유를 달아 계약부서에 공문 요청하여야 한다. 또한 실정보고를 한후 설계변경전에 우선 시공을 하여야 할 경우도 상기와 같이 변경 요청한다.
   - 단, 기 검수 및 납품 완료한 자재는 변경구입이 아니라 추가구입을 하여야 함.

(관급자재변경구입 요청 양식)

공사명	품명	규격	단위	수 량			납품기한		비 고
				당초	변경	증감	당초	변경	(납품요구번호)

6. 철근의 경우 분할납품이 아닌 철근에 대하여는 하치장 접수일로부터 50일 이며 분할 납품일 경우 일정별 소요량 계획서를 필히 명기하여 철근 출고 요청한다.
7. 변경구입 이전에 납품업체들로부터 선 납품조치시켜서는 안되며, 문제가 발생시는 감독관의 책임이므로 반드시 변경구입 처리된 이후 사용하여야 한다.
8. 선징수로 구입요청된 철근이 설계변경으로 물량이 감 되었을 경우에는 즉시 변경 요청하여 조달청으로부터 반납조치 될 수 있도록 한다.

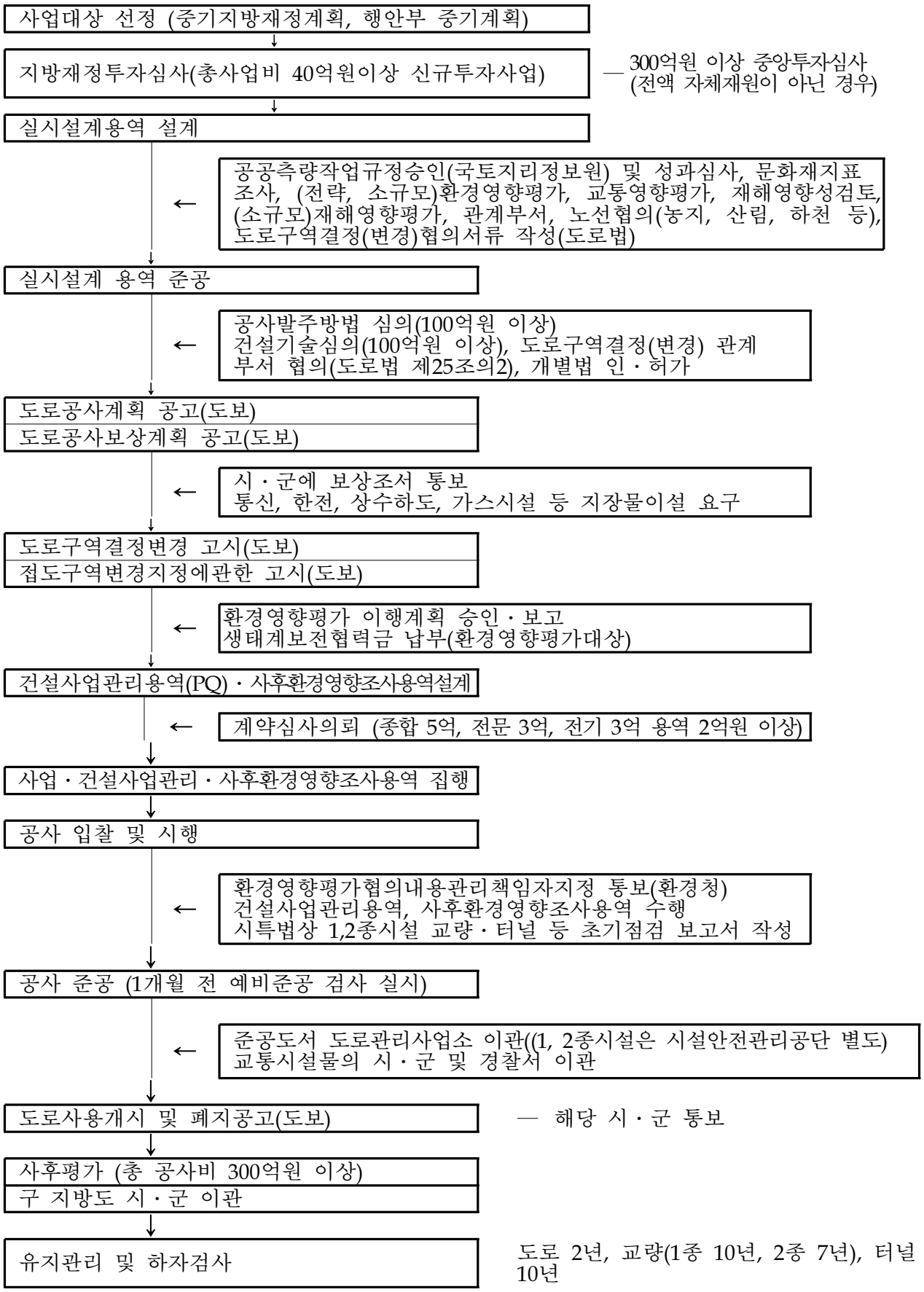
※ 납기내 미검수된 수량에 대해서만 물량을 감시킬 수 있으며, 기 검수된 경우에는 「□ 설계변경시 검토 유의사항」 제25항을 참고로 하여 설계변경으로 조치한다.

▣ 관급자재 검수시

1. 관급자재가 현장내 납품된 것이 확인되면, 즉시 검수를 해주어야 한다.
   ※ 레미콘의 경우 28일 압축강도 검사시험 후 검수하여 주는 사례는 잘못
2. 납품기한 이전에 검수를 원칙으로 하되, 납품물량 중 12월에 검수를 할 경우에는 12월 20일 이전 에 모든 검수가 완료되도록 한다.
   ※ 조달청 발부 고지서 접수가 12월31일자로 원인행위 등재 처리기한 이전
3. 철근 검수시는 철근출고요청일 접수일로부터 50일이 납품기한과 맞게 되어 있는지 확인한 후 검수한다.(지체상금 대상여부 확인)
4. 검사결과 합격판정 란은 공사감독관과 감리가 기재 날인한다.
   - 검사요청일 : 금회 검수물량의 “최초 납품일자” 기재
   - 검사완료일 : 레미콘 및 아스콘은 “시험검사 전 발행”이라는 고무인 찍고 철근은 납품완료일자를 기재
   ※ 단, 검사요청일이 납품기한이 지난후로 기재하면 지체상금 대상이므로 유의할 것
5. 물품영수 란은 사업실과 주무계장(분임물품출납원)이 확인한다.
   - 검수요청일 : 검수 들어온 당일 월일 기재(납품기한 유의)
   - 검사완료일 : 검수 들어온 당일 월일 기재
6. 모든 관급자재는 사업부서 검수 후 계약부서 관급자재 총괄 담당자에게 세금계산서 접수 및 검수를 최종 확인 받아야 한다.

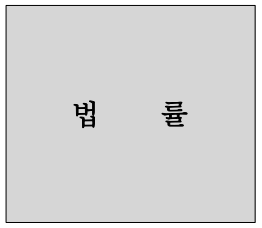
※ 설계변경은 준공예정일 20일 전 까지 결재를 득하여 계약부서에 제출를 요함.

□ 도로공사 시행체계(지방도)



□ 도로시설기준의 체계 및 현황

1. 도로시설기준의 체계



도로법 및 시행령



도로시설기준	도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 도로표지규칙
설계기준	도로 설계기준 도로교 설계기준 기타관련 설계기준
시공기준	도로공사 표준시방서 기타관련 표준시방서
설계·시공 기술기준	각종관련 지침 각종관련 편람 각종관련 요령 각종관련 표준도

< 도로시설 및 설계·시공 제 기준의 체계 >

2. 도로시설기준의 현황

(1) 건설공사기준 현황

시 공 기 준	설 계 기 준
총 24종 기준 • 토목공사표준일반시방서 • 도시철도(지하철)공사표준시방서 • 콘크리트표준시방서 • 건축공사 표준시방서 • 조경공사 표준시방서 • 도로공사 표준시방서 • 도로교 표준시방서 • 터널공사 표준시방서 • 하천공사 표준시방서 • 건축전기설비공사 표준시방서 • 건축기계설비공사 표준시방서 • 가설공사 표준시방서 • 산업설비공사 일반표준시방서 • 상수도공사 표준시방서 • 항만공사 표준시방서 • 항만 및어항공사 전문시방서 • 철도공사 전문시방서 • 서울특별시 전문시방서 • 농업토목공사 표준시방서 • 농어촌정비공사 전문시방서 • 주택건설 전문시방서 • 댐 및 상수도공사 전문시방서 • 건설공사 전문시방서 • 고속도로공사 전문시방서 • 고속도로공사 전문시방서	총 18종 기준 • 철도 설계기준 • 콘크리트 설계기준 • 건축표준 기준 • 구조물기초 설계기준 • 조경 설계기준 • 도로 설계기준 • 도로교 설계기준 • 터널 설계기준 • 하천 설계기준 • 댐 설계기준· • 건축전기설비 설계기준 • 건축기계설비 설계기준 • 강구조 설계기준 • 내진 설계기준 • 상수도 시설기준 • 하수도 시설기준 • 항만 및 어항 설계기준 • 농업생산기반정비사업계획 설계기준

(2) 도로설계관련 각종 기준 현황

기 준	
• 도로 설계기준	• 구조물기초 설계기준
• 도로교 설계기준	• 내진 설계기준
• 콘크리트구조 설계기준	• 터널 설계기준
• 강구조 설계기준	• 조경 설계기준

지 침
• 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침 • 도로안전시설 설치 및 관리 지침 - 시선유도시설 편 - 방호울타리 편 - 과속방지턱 및 미끄럼방지포장 편 - 중앙분리대 및 충격흡수시설 편 - 교량용 방호울타리 및 조명시설 편 - 장애인 안전시설편 - 낙석방지시설 및 도로반사경 편 - 차량방호 안전시설 편 • 교량 설계·시공 지침 • 도로교 하부 설계지침 • 강도로교 상세부 설계지침 • 콘크리트 교량 가설 특수공법 설계·시공·유지관리지침 • 도로포장 설계·시공지침 • 도로표지관련규정집(규칙 및 지침) • 농어촌도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침 • 도시계획도로의 계획 및 설계 기준 • 환경친화적인 도로건설 지침 • 평면교차로 설계 지침 • 도로배수시설 설계 및 유지관리 지침 • 보도설치 및 관리 지침 • 암반구간 포장설계 지침 • 콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침

편 람
• 도로설계편람 • 철근콘크리트설계편람 • 도로용량편람 • 환경친화적인 도로건설 편람 • 투자심사편람(수송부문) • 교통안전시설 실무편람

요 령
• 국도설계실무요령 • 환경 친화적 도로 건설 요령 • 강도로교 용접 및 도장요령 • 아스팔트포장 설계·시공요령

표 준 도
• 도로부대시설 표준도 • 옹벽 표준도 • 암거 표준도 • 도로교 상부구조 표준도 • 도로교 하부구조 표준도 • 조립식 가교각 표준도

2022 道路工事設計適用基準



忠清北道