생명과 충북
태양의 땅

2015
하천사업 설계기준



충청북도

생명과 충북 태양의 땅

2015
하천사업 설계기준

2015. 2



충청북도

[목 차]

제1장 일반사항 및 적용기준

1.1 일반사항 ····· 5

1.2 적용기준 ····· 9

1.2.1 목 적 ····· 11

1.2.2 적용범위 ····· 11

1.2.3 적용방법 ····· 11

1.2.4 설계 도면 ····· 12

1.2.5 수량 산출 ····· 12

1.2.6 자재의 적용 ····· 15

1.2.7 재료의 할증 ····· 15

1.2.8 공제대 ····· 16

1.2.9 재료의 단위중량 ····· 17

1.2.10 공공사업 추진시 의견수렴 절차 매뉴얼 ····· 18

1.2.11 도내 우량관측소 ····· 26

1.2.12 공사용자재 직접구매 대상품목 ····· 28

제2장 축제공

2.1 설계기준 ····· 51

2.1.1 하천기본계획검토 ····· 53

2.1.2 축제종단형 ····· 54

2.1.3 축제횡단형 ····· 55

2.1.4 제방안정검토 ····· 66
2.1.5 토량변화율 ····· 67
2.1.6 침하토쌓기 ····· 68
2.1.7 축제재료 ····· 69
2.1.8 다짐 ····· 70
2.1.9 연약지반처리 ····· 73
2.1.10 일반사항 ····· 76
2.1.11 도로겸용제방 설계 ····· 77
2.1.12 대규격제방(대제방, Super Levee) ····· 80
2.2 수량산출 기준 ····· 81
2.2.1 수량산출 내역 ····· 83
2.2.2 표토제거 ····· 85
2.2.3 벌목 ····· 85
2.2.4 벌개제근 ····· 85
2.2.5 층따기 ····· 86
2.2.6 면고르기 ····· 87
2.2.7 비탈면 보호공 ····· 87
2.2.8 흙운반 ····· 87
2.2.9 순성토 ····· 88
2.2.10 흙쌓기 ····· 89
2.2.11 사토 ····· 89
2.2.12 법면다짐 ····· 89

2.2.13 침하토 쌓기 ····· 89
2.2.14 둑마루 표면 마무리 ····· 90
2.2.15 토공규준틀설치 ····· 90
2.2.16 측구 ····· 91
2.2.17 관리용 도로 및 접근로 ····· 91
2.2.18 부체도로 ····· 92
2.2.19 연약지반위의 흙쌓기 ····· 92
2.3 축제공 표준도 ····· 95

제3장 호 안 공

3.1 설계기준 ····· 105
3.1.1 일반사항 ····· 107
3.1.2 비탈덮기 ····· 110
3.1.3 호안머리 ····· 119
3.1.4 호안머리보호(저수호안) ····· 119
3.1.5 비탈멈춤(기초) ····· 120
3.1.6 밑다짐 ····· 121
3.1.7 필터매트 ····· 124
3.1.8 자연형 호안공 ····· 125
3.1.9 호안의 안전성 검토 ····· 140
3.1.10 호안형식 선정 ····· 147
3.1.11 호안의 구조설계 ····· 149

3.2 수량산출 기준 ····· 151
3.2.1 수량내역서 ····· 153
3.2.2 재료(재품)의 규격 및 할증 ····· 154
3.2.3 비탈덮기 ····· 155
3.2.4 호안머리 ····· 156
3.2.5 비탈멈춤(기초) ····· 156
3.2.6 밑다짐 ····· 157
3.2.7 배면(필터)매트 ····· 158
3.2.8 자연석(전석 및 발파석) 쌓기 ····· 158
3.2.9 식물재 호안 ····· 159
3.2.10 호박돌 붙임 ····· 159
3.2.11 윗가지 호안 ····· 159
3.2.12 식생매트 설치 ····· 159
3.2.13 식생포대 설치 ····· 160
3.2.14 방틀 설치 ····· 160
3.3 호안공 표준도 ····· 161

제4장 구조물공

4.1 설계기준 ····· 177
4.1.1 일반사항 ····· 179
4.1.2 구조설계기준 ····· 180
4.1.3 구조물 기초설계 ····· 192

4.1.4 구조물 토공설계 ····· 197
4.1.5 배수구조물 설계 ····· 199
4.1.6 보 설계 ····· 212
4.1.7 하상유지시설 설계 ····· 220
4.1.8 교량공 ····· 226
4.1.9 기타 구조물설계 ····· 232
4.2 수량산출 기준 ····· 237
4.2.1 수량산출 내역 ····· 239
4.2.2 일반사항 ····· 241
4.2.3 터파기공 ····· 241
4.2.4 배수관공 ····· 242
4.2.5 배수문 ····· 244
4.2.6 옹벽공 ····· 247
4.3 구조물공 표준도 ····· 249

제5장 차수공

5.1 설계 기준 ····· 281
5.1.1 일반사항 ····· 283
5.1.2 누수의 원인 및 특성 ····· 283
5.1.3 차수공 설계 절차 ····· 284
5.1.4 제체 및 기초지반 조사 ····· 288
5.1.5 홍수특성 조사 ····· 290

5.1.6 침투에 의한 개략적인 안정성 평가 ····· 294
5.1.7 침투류 검토 ····· 296
5.1.8 차수공법의 선정 ····· 301
5.1.9 제방에서 차수공 설계 ····· 303
5.1.10 구조물 주변에서 차수공 설계 ····· 305
5.1.11 차수공 형식결정 ····· 313
5.1.12 차수공법별 특성 ····· 315
5.1.13 공법 선정 ····· 332
5.2 수량산출 기준 ····· 335
5.2.1 수량산출 내역 ····· 337
5.2.2 STEEL SHEET-PILE 공법 ····· 339
5.2.3 심층혼합 처리공법 ····· 342
5.2.4 주입 공법 ····· 345
5.2.5 고압분사 교반공법(JSP) ····· 350
5.3 차수공 표준도 ····· 353

제6장 자연형 하천공

6.1 설계기준 ····· 365
6.1.1 일반사항 ····· 367
6.1.2 완경사 제방 및 고수부지 복원 ····· 369
6.1.3 어도 ····· 371
6.1.4 추이대 복원기법 {사면더돋기(은제:隱堤)}: 복토) ····· 377

6.1.5 여울 및 웅덩이 ····· 378
6.1.6 하중주(섬) ····· 381
6.1.7 실개천 ····· 382
6.1.8 사수역 ····· 383
6.1.9 육상습지 ····· 383
6.1.10 하도습지 ····· 384
6.1.11 횃대 ····· 387
6.1.12 식생여과대 및 물 가장자리의 확보 ····· 388
6.1.13 개활지 확보 등 다양한 재료의 분포 ····· 389
6.1.14 자연형 수제 ····· 389
6.1.15 동물 이동통로 (생태통로, ECO-Corridor) ····· 393
6.1.16 수림대 수변식물군락 조성 ····· 395
6.1.17 하천복원 식재 ····· 398
6.1.18 기존보 개량 ····· 403
6.1.19 친수공간 조성 ····· 404
6.1.20 자전거도로 ····· 412
6.1.21 산책로 ····· 427
6.2 수량산출 기준 ····· 437
6.2.1 수량산출 내역 ····· 439
6.2.2 돌 놓기 ····· 440
6.2.3 받침석 놓기 ····· 440
6.2.4 장자갈 부설 ····· 440

6.2.5 성토 : 하도습지 또는 하중주 내부 ····· 440
6.2.6 원주말뚝 설치 ····· 441
6.2.7 호박돌 붙임 ····· 441
6.2.8 횃대 ····· 441
6.2.9 포장 ····· 441
6.3 자연형 하천공 표준도 ····· 445

제7장 하상정리공

7.1 설계기준 ····· 459
7.1.1 일반사항 ····· 461
7.1.2 하상정리계획 ····· 463
7.1.3 하도준설 ····· 466
7.1.4 준설토 처리 ····· 478
7.1.5 수질환경 관리 ····· 485
7.2 수량산출 기준 ····· 487
7.2.1 수량산출 내역 ····· 489
7.2.2 일반사항 ····· 491
7.2.3 육상준설공 ····· 491
7.2.4 반체절 준설공 ····· 491
7.2.5 수중준설공 ····· 492
7.2.6 투기장 ····· 494
7.2.7 침사지 ····· 494
7.2.8 운반공 ····· 494

7.2.9 기타공 ····· 495

제8장 부대공

8.1 설계기준 ····· 499

8.1.1 가도설치공 ····· 501

8.1.2 가물막이 ····· 502

8.1.3 물푸기공 ····· 503

8.1.4 운반공 ····· 503

8.1.5 구조물깨기공 ····· 504

8.1.6 기타 ····· 505

8.1.7 직접 경비 ····· 510

8.2 수량산출 기준 ····· 511

8.2.1 수량산출 내역 ····· 513

8.2.2 가도설치공 ····· 515

8.2.3 가물막이 ····· 516

8.2.4 물푸기공 ····· 517

8.2.5 운반공 ····· 519

8.2.6 구조물깨기공 ····· 520

8.2.7 기타 ····· 521

8.2.8 직접 경비 적용 ····· 523

8.3 부대공 표준도 ····· 527

제 1 장
일반사항 및 적용기준

1.1 일반사항

1.2 적용기준

○ **2015년도 하천사업 설계기준**은 하천건설공사 설계 및 시공중 실무자가 효율적인 설계를 할 수 있도록 하기 위하여 **참고자료**로 작성.

○ 현장 제반여건을 고려하여 본 기준을 참고하여 아래 규정을 검토한 후 적용.

- 본 하천사업 설계기준을 적용함에 있어 동 내용 중 각종 법규, 규칙, 시방서, 설계기준, 지침, 편람, 기술지도서 등 상위 규정과 상충되는 경우, 상위 규정을 적용.

1.1 일 반 사 항

1.1 일반사항

『하천기본계획수립 및 하천대장작성 지침(국토교통부)』에서는 기존 하천제방 위주의 집중방어를 유역내 분산 방어로 전환하고, 하천 환경성 회복 및 친수공간 조성 등 안전하고 지역주민의 곁으로 다가가는 하천 조성을 추구하고 있다. 따라서 2004년 12월 이전에 수립된 하천기본계획상의 하도계획 및 제방법선, 단면 등에 대하여는 실시설계 시 상기 지침에 의한 재검토 후 주민편의 및 환경 친화적인 하도 및 제방설계가 될 수 있도록 하여야 하며, 다음 사항을 주지하여 하천공사 실시설계에 반영하고자 한다.

1) 하천공사 사업계획 수립시에는 관계기관 협의를 충분히 하여 사업 착수 후 사업계획이 변경되거나 중단되는 사례가 없도록 하고, 지방하천의 경우에는 지자체와 충청북도간 사업계획이 중복되지 않도록 사전협의를 철저히 시행하여야 한다.

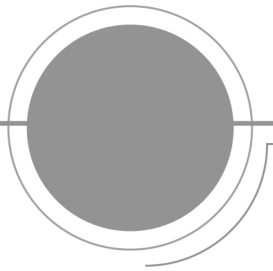
2) 실시설계 발주시 하천관리자는 반드시 현지조사를 실시하여 하천기본계획 수립 당시와의 현지여건 변동여부, 제방설치의 필요성, 제방설치에 따른 주민의견 등을 조사하고, 하천기본계획상 제방축조 계획이 있다 하더라도 공사비와 이주보상비를 비교하여 이주보상이 경제적일 경우 이주보상을 적극적으로 검토하여야 한다.

3) 공사 착수 후 민원 발생으로 사업추진에 지장을 초래하는 일이 없도록 『공공사업 추진시 의견수렴절차 매뉴얼(국토교통부)』중 '지방하천정비사업 추진시 의견수렴절차 매뉴얼'을 이행하여, 충분한 의견을 수렴하여야 한다. (1.2.10절 참고)

4) 하천기본계획상 제방계획선이 현지실정에 맞지 않을 경우 실시설계과정에서 기본계획 변경을 적극적으로 검토하여야 한다.

5) 실시설계시 제방의 둑마루폭은 친수공간조성 및 환경관리 측면을 고려하여 하천설계기준상 제시되어진 계획홍수량별로 정한 하한치만을 적용하지 말고, 방재활동 및 하천순찰 등 기본목적 외에 친수 및 여가공간(산책로, 자전거도로, 인라인스케이트, 마라톤코스 등) 조성이 필요한 구간은 최소폭에 관계없이 계획을 수립하여야 한다.

6) 제방 호안은 치수목적뿐만 아니라 자연하천으로서의 환경관리측면(도시환경개선 및 생태계보전 목적)도 동시에 만족 시켜줄 수 있는 구조가 요구되므로 치수적 측면, 생태계보전 등 환경적 측면, 친수적 측면 등을 종합적으로 고려한 계획을 수립하여야 한다.



1.2 적 용 기 준

1.2 적용기준

1.2.1 목 적

본 기준은 하천법 제27조 및 건설관리법 제34조의 규정에 의하여 하천정비 시행계획 수립과 관련한 하천공사의 실시설계에 필요한 일반적 설계기준을 정하는 것으로 하천사업에 관계되는 기술과 방법을 체계화하고 세부기준을 마련하여 적정한 공사예정가격 기초금액산정의 자료로 활용하고자 한다.

1.2.2 적용범위

1) 본 기준은 하천, 하천부속시설물 및 하천과 관련된 구조물의 조사, 계획, 설계시 적용하는 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.

2) 본 기준은 하천관련 사업의 조사, 계획 및 설계에 관련되는 기술과 방법을 명시한 것이며, 하천법에 의한 하천공사 설계에 적용한다.

1.2.3 적용방법

1) 본 기준은 하천공사의 대표적이고 보편적인 공종·공법을 기준한 것이며 현장여건, 기후특성 및 기타조건 등에 따라 적절히 가감 조정하여 적용할 수 있다.

2) 본 기준은 현재까지의 시공사례와 경험을 토의하여 보완된 내용을 확정한 것이며, 하천설계기준·해설(한국수자원학회), 국토교통부(지방국토관리청)의 하천공사설계실무요령을 참고하여 작성하였다.

3) **단가 적용은 『건설공사표준품셈(국토교통부・한국건설기술연구원)』에 준하여 시행한다.** (한국건설기술연구원 홈페이지 www.kict.re.kr 참조)

- 예정가격 산정을 위해 실적공사비를 적용하는 공사규모는 아래와 같다
  - 일반건설 : 추정가격 100억원 이상
  - 전문공사 : 추정가격 70억원 이상

  ※ 위 추정가격은 총 공사비에서 부가세, 관급자재대를 제외한 금액이며, 금액 규모의 기준은 실적단가를 적용한 경우를 의미한다.

4) 공사설계시 공사규모, 공사기간 및 현장조건 등을 감안하여 가장 합리적인 공법을 채택 적용한다.

5) 이 기준은 관계법령 및 방침 등의 변경에 따라 수시로 보완 및 개정할 계획이므로 향후 여건변동에 따라 적절히 조정하여 적용하여야 한다.

1.2.4 설계 도면

1) 설계도면 작성은 『전자설계도서 작성·납품지침(도로·하천분야)』에 의하여 작성 한다.

2) 측점과 측점간의 간격은 50m를 기준으로 한다.

3) 기계화 시공에 필요한 단면의 확보와 비용 계상.

4) 각종 전개도(호안블록, 돌망태 등)를 포함 하여야 한다.

5) 설계도면의 작성은 한국산업규격 KS F 1001(토목제도 통칙)에 의한다.

6) 계획하상고는 하천기본계획상의 평형하상고 이상으로 하되 공사비에 미치는 영향이 크므로 신중을 기하여야 한다.

7) 측점 표기는 상류에서 하류로 올림차순으로 표기하고, 상류에서 하류를 향하여 좌·우안을 표기하여야 하며, 주요시설물(교량, 시·종점 등)은 하천기본계획상의 측점을 도면 등에 표기하여야 한다.

1.2.5 수량 산출

1) 수량의 단위 및 소수위는 건설공사 표준품셈 단위표준에 의한다.

2) 수량의 계산은 지정 소수위 이하 1위까지 구하고, 끝수는 4사5입 한다.

3) 토사의 체적은 양단면적을 평균한 값에 그 단면간의 거리를 곱하여 산출하는 것을 원칙으로 한다.

4) 다음에 열거하는 것의 체적과 면적은 구조물의 수량에서 공제하지 아니한다.

가) 콘크리트 구조물 중의 말뚝머리

나) 볼트의 구멍

다) 모따기 또는 물구멍(水切, 水抜)

라) 이음줄눈의 간격

마) 포장공종의 1개소당 0.1㎡ 이하의 구조물 자리

바) 강(鋼) 구조물의 리벳 구멍

사) 철근 콘크리트 중의 철근

아) 조약돌 중의 말뚝 체적 및 책동목(柵胴木)

자) 기타 전항에 준하는 것

마) 성토 및 사석공의 준공토량은 성토 및 사석공 설계도의 양으로 한다. 그러나 지반 침하량은 지반성질에 따라 가산할 수 있다.

바) 절토(切土)량은 자연상태의 설계도의 양으로 한다.

<표 1.2-1> 설계서의 단위 및 소수의 표준

종 목	규격		단위수량		비 고
	단 위	소 수	단 위	소 수	
공 사 연 장	m	2 위	m	단위한	
공 사 폭 원			〃	1 위	대가표에서는 2위까지
직 공 인 부			인	2 위	이하 버림
공 사 면 적			㎡	1 위	
용 지 면 적			〃	단위한	
토 적 (높이·너비)			m	2 위	
토 적 (단 면 적)			㎡	1 위	단 면 적
토 적 (체 적)			㎥	2 위	체 적
토 적 (체적합계)			〃	단위한	집계 체적
떼	cm	단위한	㎡	1 위	
모 래 · 자 갈	〃	〃	㎥	2 위	
조 약 돌	〃	〃	〃	2 위	
견 치 돌·깬 돌	cm	단위한	㎡	1 위	
견 치 돌·깬 돌	〃	〃	개	단위한	
야 면 석(野 面 石)	〃	〃	〃	단위한	
야 면 석(野 面 石)	〃	〃	㎥	1 위	
야 면 석(野 面 石)	〃	〃	㎡	〃	
돌쌓기 및 돌붙임	〃	〃	㎥	〃	
돌쌓기 및 돌붙임	〃	〃	㎡	〃	
사 석 (捨石)	〃	〃	㎥	〃	
다 듬 돌(切石, 板石)	〃	〃	개	2 위	
벽 돌	mm	〃	〃	단위한	
블 록	〃	〃	〃	〃	
시 멘 트			kg	단위한	
모 르 타 르			㎥	2 위	
콘 크 리 트			〃	2 위	대가표에서는 3위까지 이하버림
석 분			kg	단위한	
석 회			〃	〃	
화 산 회			〃	〃	
아 스 팔 트			kg	단위한	
목 재 (판 재)	길이m	1 위	㎡	2 위	
목 재 (판 재)	폭,두께	〃	㎥	3 위	
목 재 (판 재)	cm	〃	〃	3 위	
합 판	mm	단위한	장	1 위	
말 뚝	길이m 지름mm	1 위	개	단위한	

<표 1.2-1> 계속

종 목	규격		단위수량		비 고
	단 위	소 수	단 위	소 수	
철 강 재	mm	단위한	kg	3 위	총량표시는 ton으로 하고 단위는 3위까지 이하버림
용 접 봉	〃		〃	1 위	
구리판, 함석류			㎡	2 위	
철 근	mm	단위한	kg	단위한	
볼트, 너트	〃	〃	개	〃	
꺾 쇠	〃	〃	〃	〃	
철 선 류	〃	1 위	kg	2 위	
P.C 강 선	〃	〃	〃	2 위	
돌 망 태	길이m	〃	m	1 위	
	지름높이m	단위한	개	단위한	망눈(網目) cm
로 프 류	mm		m	1 위	
못	길이cm	1 위	kg	2 위	
석유, 휘발유, 모빌유			ℓ	2 위	대가표에서는 3위까지 이하 버림
그 리 스			kg	〃	
넝 마			〃	2 위	
화 약 류			〃	3 위	
뇌 관			개	단위한	대가표에서는 1위까지 이하 버림
도 화 선			m	1 위	
석탄, 목탄, 코크스			kg	2 위	대가표에서는 2위까지 이하 버림
산 소			ℓ	단위한	
카 바 이 드			kg	1 위	
도 료 (塗 料)			ℓ 또 kg	2 위	
도 장 (塗 裝)			㎡	1 위	
관 류 (管 類)	길이m	2 위			
	지름두께mm	단위한	개	단위한	
수 로 연 장			m	1 위	
옹 벽			㎡	〃	
시 험 하 중			ton	단위한	
보 링 (試 錐)			m	1 위	
방 수 면 적			㎡	1 위	
우 물	깊이		m	1 위	
가 마 니			장	단위한	

주) 설계서 수량의 단위와 소수위 표시는 본 표에 따르고 본 표에서 지정한 소수위 미만은 버린다.

<표 1.2-2> 금액의 단위 표준

종 목	단 위	지위(止位)	비 고
설계서의 총액	원	1,000	이하버림(단, 10,000원 이하의 공사는 100원 이하 버림
설계서의 소계	〃	1	미만 버림
설계서의 금액란	〃	1	〃
일위대가표의 계금	〃	1	〃
일위대가표의 금액란	〃	0.1	〃

주) 일위대가표 금액란 또는 기초계산금액에서 소액의 산출되어 공종이 없어질 우려가 있어 소수위 1위 이하의 산출이 불가피할 경우에는 소수위를 조정 계산할 수 있다.

1.2.6 자재의 적용

1) 한국산업규격 표시품 또는 건설기술관리법 제25조 제1항의 규정에 의한 국공립 시험기관 및 품질시험 전문기관의 시험결과 한국산업규격 표시품과 동등 이상의 성능이 있다고 확인된 자재를 우선 사용한다.

2) 한국산업규격에 없는 제품을 사용할 경우 공사조건에 맞는 관련규격 및 시방서 등을 검토하여 사용한다.

3) 재료 및 자재단가에 운반비가 포함되어 있지 않은 경우, 구입 장소로부터 현장까지의 운반비를 계상할 수 있다.

1.2.7 재료의 할증

1) 공사용 재료의 할증률은 일반적으로 다음 표<1.2-3>의 값 이내로 한다. 다만, 품셈의 각 항목에 할증률이 포함 또는 표시되어 있는 것에 대하여는 본 할증률을 적용하지 아니한다.

<표 1.2-3> 재료별 할증

재 료	규 격	할증율(%)	비 고
철 근	원 형 철 근	5	
	이 형 철 근	3	
	이 형 철 근 (교량·지하철 및 이와 유사한 복잡한 구조물의 주철근)	6~7	
레 미 콘	철근 콘크리트	1	
	무근 콘크리트	2	
호안블록	콘크리트 및 식생블록	5	
돌망태 속채움돌	타원형 및 사각 돌망태	5	
배면 매트	350g/㎡	15	겹침10%+할증5%
	500g/㎡	15	겹침10%+할증5%
사 석	일반하천(or 보통지반)	10	
	감조하천(or 연약지반)	20	

※ 상기 외의 재료는 건설공사 표준품셈을 참조한다.
※ 상기재료는 재료를 단가에서 분리한다.
※ 단일 공종으로 수량이 많을(주요공종) 경우는 수량에서 할증 적용한다.

2) 군작전 지구내에서 작업 능률에 현저한 저하를 가져올 때에는 작업 할증률을 20%까지 가산할 수 있다.

1.2.8 공제대

사용고재 및 발생재의 처리는 다음 표에 의하여 그 대금을 설계당시 미리 공제한다.

<표 1.2-4> 공 제 대

품 명	공 제 율
사용고재(시멘트 공대 및 공드럼 제외)	90%
강재스크랩(Scrap)	70%
기타 발생재	발 생 량

※ 공제금액 계산 : 발생량×공제율×고재단가

1.2.9 재료의 단위중량

재료의 단위중량은 입경, 습윤도 등에 따라 달라지므로 시험에 의하여 결정하여야 하며, 일반적인 추정 단위중량은 다음과 같다.

<표 1.2-5> 재 료 의 단 위 중 량

구 분		γ_t (kg/㎥)	비 고
점 토	건 조	1,200～1,700	
	습 기	1,700～1,800	
	포 화	1,800～1,900	
토 사		1,700	
모 래	건 조	1,500～1,700	
	습 기	1,700～1,800	
	포 화	1,800～2,000	
자 갈	건 조	1,600～1,800	
	습 기	1,700～1,800	
	포 화	1,800～1,900	
풍화암		2,000	
연암		2,300	
보통암		2,400	
경암		2,600	
거석		2,500	(70～100cm/EA)
전석		2,400	
조경석		2,300(4목)～2,500(6목)	
사석		2,000	
호박돌		1,800~2,000	
돌망태속채움돌		1,850	
기초잡석		1,700	(100mm 내외)
잡석		1,900	(10～30cm/EA)
보조기층재		도로규정 적용	(25～40cm/EA)
철근콘크리트		2,400	
무근콘크리트		2,300	

1.2.10 공공사업 추진시 의견수렴 절차 매뉴얼

1) 적용범위

이 매뉴얼은 하천기본계획수립 및 실시설계 등 하천사업에 관한 지역주민, 관계기관, NGO 등 각종단체(이하 "NGO"라 한다)의 의견 수렴에 관한 업무에 적용한다.

2) 목 적

지방하천정비사업 공사단계에서 발생되는 지역주민 및 NGO 등 사회적 갈등에 대하여 계획 및 설계단계에서 다양한 의견수렴 절차를 마련·시행함으로서 갈등요인을 해소하고 공사시행에 원활을 기함은 물론, 국가 공공사업에 대한 대국민 신뢰도를 제고하는데 그 목적이 있다.

3) 단계별 사업 추진

하천기본계획, 실시설계 및 공사단계별로 설명회·의견수렴 등을 실시한다.

가) 하천기본계획 수립 단계

하천기본계획(안)에 대하여 관계기관 협의 · 전문가 자문 및 주민설명회 등을 통하여 의견을 수렴·반영하여 기본계획을 수립한다.

나) 실시설계 단계

지역주민, NGO, 관계기관 등을 통하여 다양한 의견을 수렴하여 실시설계에 반영하고, 사업추진 현황 등의 정보를 공개하여 갈등해소와 추진사업을 홍보함으로 지역주민과 공감대를 형성한다.

다) 공사 단계

공사와 직접적인 이해관계가 있는 지역주민에게 주민설명회 등을 통하여 편입용지, 용지보상 등의 많은 갈등을 해소한다.

4) 단계별 의견수렴

가) 하천기본계획수립 단계

① 용역착수

- ㅇ 용역 착수 15일 이내에 하천기본계획 수립계획 및 추진일정을 해당 자치단체, NGO 등 관계행정기관에 통보하여 해당지역 이해당사자의 다양한 의견이 수렴될 수 있도록 한다.

② 홍수량산정

- ㅇ 홍수량의 산정은 학계·업계·NGO 소속 수자원분야 전문가의 자문을 받아 산정 될 수 있도록 한다.

③ 하천지구 지정

ㅇ 하천기본계획 대상하천에 대한 보전·복원·친수지구의 지정은 해당지역의 생태, 역사, 문화 등에 지식이 풍부한 지역주민, NGO, 관계기관의 의견을 충분히 수렴하여 결정하여야 한다.

④ 하천기본계획(안) 수립

ㅇ 하천기본계획(안)에 대한 전략환경평가업무처리규정(국토교통부 훈령 495호)" 의 시행을 위한 전략환경평가위원회를 구성하여 운영하여야 한다.

ㅇ 홍수량의 결정, 하천지구지정, 제방계획 등이 포함된 하천기본계획(안)이 마련되면 해당하천유역의 주민, NGO, 전문가 등을 주요대상으로 한 설명회 등을 실시하여야 한다.

ㅇ 공청회 등을 거쳐 확정된 하천기본계획(안)에 대하여 하천법 제17조5항의 규정에 의거 환경부 등 관계기관과의 사전협의를 실시하여야한다.

ㅇ 관계기관과의 사전협의를 마친 후 중앙하천관리위원회의 심의를 거쳐 해당하천에 대한 하천기본계획을 고시 하여야 한다.

※ 의견수렴절차 및 전략환경평가위원회의 운영은 "전략환경평가업무처리규정(2004.12.27)" 을 따른다.

나) 실시설계 단계

■ 주민의견수렴 대상

ㅇ 추정공사금액 100억 이하 : 1회 (중간단계이전)

ㅇ 추정공사금액 100억 이상 : 2회 (초기, 중간·마무리단계)

■ 의견수렴

ㅇ 실시설계용역, 공사를 수립·시행함에 있어서 지역주민 및 NGO, 관계기관 등의 의견수렴(이하 "의견수렴" 이라 한다)을 하여야 한다.

다) 공사 시행전 사전이행절차

① 하천공사시행계획고시 : 하천법 제27조 및 같은법 제32조

② 분할측량 및 감정평가

③ 문화재지표조사 : 매장문화재보호 및 조사에 관한 법률 제6조 및 제8조 문화재 지표조사 업무 처리지침(문화재청)

ㅇ 대상 및 협의요청시기 : 사업면적 30,000㎡이상, 토지 굴착 전

- 건설공사 시행자의 요청 → 문화재청장이 정하여 고시하는 문화재 관련 전문기관 수행

- 시행자 → 시행청 (도지사)결과(완료 후 20일이내) → 시장·군수 → 시·도지사와 문화재청장 제출 (전산입력 : https://www.e-minwon.go.kr)

④ 공공측량 작업규정 승인 및 성과심사

ㅇ 공공측량의 작업규정 승인(측량수로조사및지적에 관한 법률제17조)

· 대상 및 시기 : 공공측량계획기관이 공공측량을 실시하고자 할 경우 〉

· 승인기관 : 국토교통부장관(위임 : 국토지리정보원장)→측량실시

ㅇ 공공측량 성과심사(측량수로조사및지적에 관한 법률제18조)

· 사업 완료 전에 측량성과 사본 제출→대한측량협회 심사

⑤ 전략환경영향평가 : 환경영향평가법 제9조 및 동법시행령 제7조

ㅇ 대상 및 협의요청시기

- 행정계획 : 하천기본계획 수립·확정 전 (관계기관 협의 시)

- 제외대상

· 재난 및 안전관리기본법 제37조에 따른 응급조치에 관한 사항

· 다른 법령에 따라 사전환경성검토가 이루어지는 행정계획·개발사업

⑥ 소규모환경영향평가 : 환경영향평가법 제43조 및 동법시행령 제59조

ㅇ 대상 및 협의요청시기

- 개발사업 : 하천구역의 경우 10,000㎡이상 (사업의 허가 전)

소하천구역의 경우 7,500㎡이상 (사업의 허가 전)

- 제외대상

· 재난 및 안전관리기본법 제37조에 따른 응급조치에 관한 사항

· 다른 법령에 따라 사전환경성검토가 이루어지는 행정계획·개발사업

· 군사상 비밀보호 및 국가안보를 위하여 환경부장관과 협의한 사업

⑦ 사전재해영향성 검토 : 해당사항 없음

⑧ 계약심사 : 지방재정법 제3조 및 지방계약법시행령 제10조, 계약심사업무처리 규칙

<표 1.2-6>

구분	공 사		용 역	물 품 제조·구매
	종 합	전 문		
원가심사 (추정금액)	3억원 이상 (시군 : 5억원)	3억원 이상 (시군 : 3억원)	1억원 이상 (시군 : 2억원)	2천만원 이상
설계변경 심 사	계약금액 20억원이상 공사의 1회 설계변경이 당해 계약금액의 10%이상 증가하는 경우 (2회 이후 설계변경의 경우 누적금액)			

⑨ 일상심사 : 일상감사 실시지침

<표 1.2-7>

구분	공 사		용 역	물 품 제조·구매
	종 합	전 문		
추정금액	3억원 이상	3억원 이상	1억원 이상	2천만원 이상

※ 단, 조달청 제3자단가 계약물품의 경우 제외

○ **설계변경** : 일상감사 대상 공사 중 최초 계약금액이 1회 설계변경시 10%이상(2회 이후의 계약금액 조정에 있어서는 그 전에 설계변경으로 인하여 감액 또는 증액 조정된 금액과 증액 조정하려는 금액 을 모두 합한 금액을 말한다) 증액·감액 되는 경우

※ 단, 장기계속공사의 경우 전체분, 단년도 차수의 최초 계약 금액기준, 물가변동으로 인한 증액·감액 금액은 제외

○ 근거

-「공공감사에 관한 법률」 제22조 및 같은 법 시행령 제13조

-「중앙행정기관 및 지방자치단체 자체감사 기준」 제21조

⑩ 농지전용협의 : 농지법 제34조

○ 대상 및 협의요청시기 : 시행계획고시 전

- 농업진흥지역 3,000㎡ 이하(시군), 3,000~30,000㎡(도), 30,000㎡이상(농식품부)

- 전용농지명세서 입력을 위한 전용프로그램 사용 (농식품부 담당자 ID발급) (http://gis.ekr.or.kr/)

⑪ 산지전용협의 : 산지관리법 14조 및 15조

〈 대상 및 협의요청시기 : 시행계획고시 전〉

- 보전산지 3만㎡ 이하(시군), 3만~100만㎡(도), 100만㎡이상(산림청)

- 준보전산지 50만㎡ 이하(시군), 50만~200만㎡(도), 200만㎡이상(산림청)

⑫ 품질관리계획 : 건설기술관리법 시행령 제79조

○ 대상공사 : 품질관리계획 및 품질시험계획의 구분

<표 1.2-8>

구분		품질관리계획	품질시험계획
계획 수립	대상	① 전면책임감리대상 건설공사로서 총공사비 500억원이상인 건설공사 ② 다중이용건축물의 건설공사로서 연면적 3만㎡이상인 건축공사 ③ 공사계약에 품질관리계획의 수립이 명시되어 있는 건설공사	① 총공사비 5억원이상인 토목공사 ② 연면적 660㎡이상인 건축공사 ③ 총공사비 2억원이상인 전문공사
	작성자	· 건설업자 또는 주택건설등록업자	
	내용	· 현장 품질방침 및 품질목표 등 26개항목	· 시험계획 횟수, 시험시설, 인력배치 등
확인	시기	· 년 1회이상(준공년도에는 준공 2월전)	
	확인자	· 발주 또는 인허가 행정기관의 장	· 발주자
	내용	· 품질관리계획 수립 및 이행여부 확인	· 품질시험계획 수립 및 이행여부 확인

※ 품질관리계획 또는 품질시험계획을 수립할 필요가 없는 건설공사(시행령 제41조제3항, 규칙 제15조) : 원자력시설공사, 조경식재공사, 가설물설치공사, 철거공사

※ 건설공사 현장의 부지정리 및 가설사무소 설치등의 공사준비는 착공으로 보지 않음(시행령 제46조의2의 규정에 의한 안전관리계획서 제출시기도 동일)

⑫ 생태계보전협력금 : 자연환경보전법 제46조 및 동법 시행령 제37조

<생태계보전협력금 부과대상>

○ 대상사업 : 환경영향평가대상사업

전략환경영향평가대상 중 개발사업으로 3만㎡이상

※ '07.11.18이후 환경영향평가 및 전략환경영향평가를 요청하는 개발사업부터 적용

○ 훼손면적 : 토양의 표토층 제거·굴착 또는 성토하여 토지 형질변경이 이루어지는 행위

○ 생태계의 훼손면적 제외

- 지목이 대, 공장, 학교, 도로, 철도, 체육, 유원지의 면적

- 시설물이 설치된 토지의 면적

○ 부과금액 : 250원/㎡ × 지역계수

- 지역계수 : 녹지 2, 생산관리 2.5, 농림 3, 보전관리 3.5, 자연환경보전 4, 주거·상업·공업·계획관리(전, 답, 임야, 염전, 하천, 유지 또는 공원인 경우 1, 그 외 0)

○ 감면대상 : 국방·군사시설 사업에 관한 법률에 의한 국방·군사시설 사업에 국한

다) 공사 단계

① 발주 및 착공

- 착공계 접수시 : 품질관리(시험)계획, 안전관리비사용계획서, 기술자 배치 검토
- 현장시공측량 및 설계도서(내역서, 도면 등) 불부합 검토

② 주민설명회 개최 시기

o 주민설명회 및 의견수렴은 공사착공 후 30일 이내에 시행하여야 한다.

o 주민설명회에 지역주민 및 NGO 등이 참석할 수 있도록 해당 시·군청, 읍·면사무소 등 관계기관에 협조공문을 <표 1.2-6 『서식1』>의 내용을 포함하여 회의개최 10일 전에 발송하여야 한다.

③ 주민설명회 내용

o 주민설명회시 주민 및 NGO 등이 열람할 수 있도록 하천기본계획서, 설계도서 등을 비치하여야 한다.

o 주민설명회시 다음의 내용을 포함하여야 한다.

- 개최목적
- 의견수렴결과에 대한 향후 조치계획
- 사업계획의 개요
  · 사업의 목적
  · 위치 및 공사기간
  · 설계도서는 설명회 장소에 비치하여 하여야 한다.
- 기타 필요한 사항

④ 주민설명회시 의견수렴 방법

o 주민설명회시 서면으로 의견을 제시할 수 있도록 주민수렴의견 양식을 <표 1.2-7 『서식 2 의견수렴 양식』>에 의거 배포하여야 한다.

o 주민설명회 및 의견수렴은 발주처에서 주관하고 그 결과 다음 사항을 기록 관리하여야 한다.

- 일시 및 장소
- 참석자 현황
- 의견수렴 결과
  · 의견 반영 내용 및 미반영 사유
- 설명회 사진 및 참석자명단 등 <표 1.2-8『서식3 참석자 명단』>

④ 의견수렴 후 조치사항

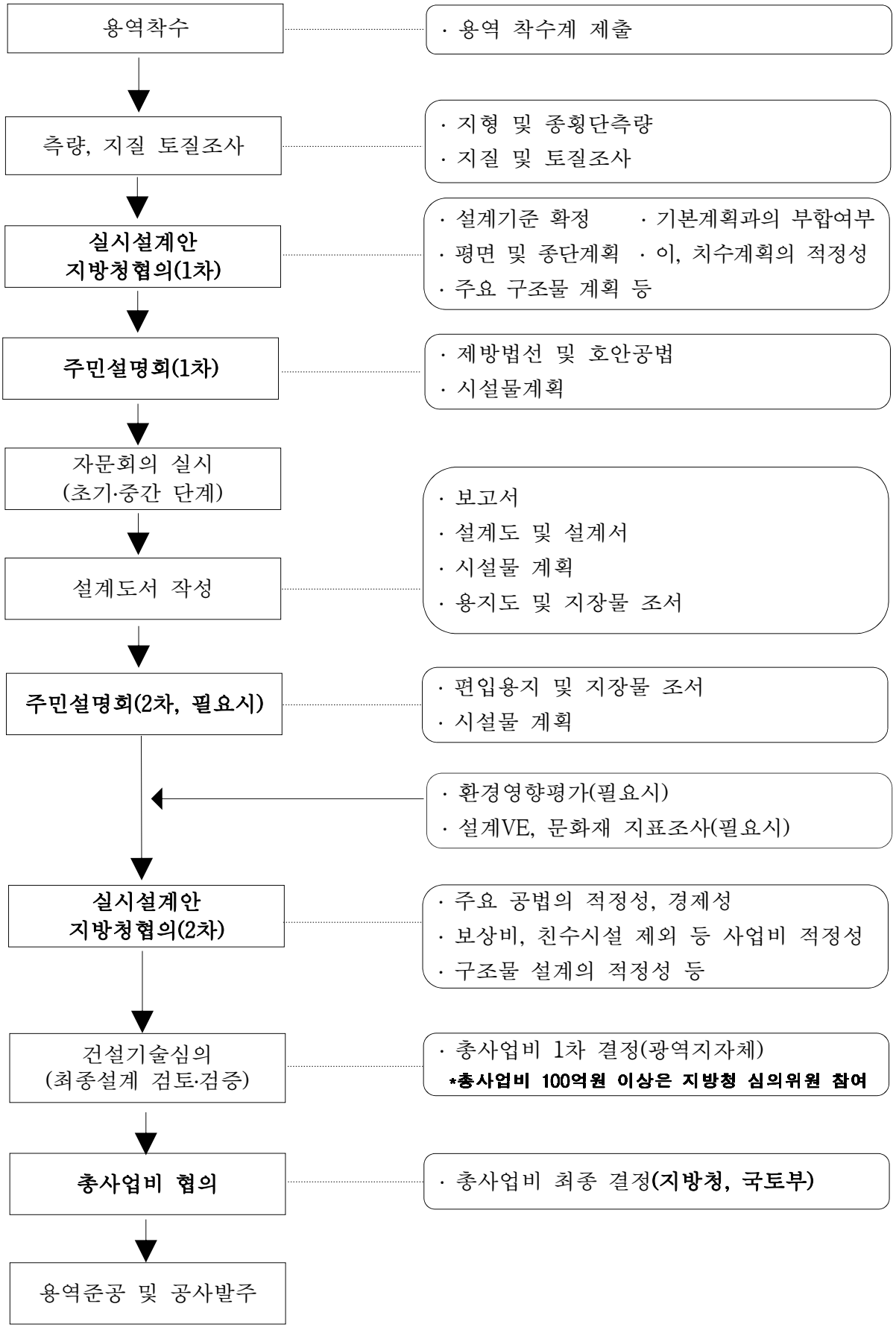
o 의견수렴 등에서 제시된 의견을 검토하여 타당하다고 인정되는 경우에는 당해계획에 반영하여야 한다.

<표 1.2-9> 하천기본계획 수행 흐름도

작업계획수립	· 과업수행자(용역사) 지정
↓	
하천측량	· 현황측량, 종·횡단측량, 표석매설 · 공공측량 작업규정 승인(국토지리정보원) · 공공측량성과 심사(대한측량협회)
↓	
현장조사 및 기초자료 조사	· 하천공사 및 수해피해현황조사 · 도시계획/문화재등 관련계획 기초자료 조사 · 하천시설물조사 · 유역일반현황, 하천이용현황, 환경현황 조사
↓	
홍수량 산정	· 강우분석, 장래발생 오염부하량, 용수이용계획 등
↓	
홍수위산정 및 하천시설물 계획	· 하천구역내 편입용지확인 · 홍수위 확정, 관련시설물 계획
↓	
위원회 현지확인(자문) 및 중간보고	· 하천관리위원회 현지확인 및 의견제시 · 의견내용 검토 및 반영
↓	
주민설명회 및 주민공람	· 하천기본계획 및 전략환경영향평가(초안) 주민설명회 · 설명내용 : 법선(하천구역), 공간관리계획 등 · **토지이용규제기본법**에 따라 주민공람공고(일간신문,14일이상) - 전략환경영향평가 초안 주민공람과 병행 실시
↓	
관계기관(부서) 협의 (전략환경영향평가 협의포함)	· 근거 : 하천법 제25제5항, 환경영향평가법 제16조 · 농지, 환경 등 관련기관(부서) 협의(30일 이내 의견 제시) · 전략환경영향평가서 협의(환경청)
↓	· 협의의견에 대한 조치계획 수립
하천기본계획(안) 확정	· 관련기관(부서), 주민의견 반영 확정
↓	
도 지방하천관리위원회 심의	· 지방하천관리위원회 위원 15명 참석 심의 (위원장 : 균형건설국장, 부위원장 : 치수방재과장)
↓	· 심의결과 반영 및 조치계획 수립
하천기본계획 수립 완료	· 지방하천관리위원회 참석위원 의견 조치결과 확인
↓	
하천기본계획, 하천구역, 하천예정지 등 고시	· 도보에 고시 · 지적이 표시된 지형도 · 고시내용 : 하천기본계획, 하천구역, 하천예정지 등
↓	
관계기관(부서) 보고서 송부 (국토부, 시군 등)	· 국토교통부, 도 관련실과, 해당시군, 하천관리위원회 위원

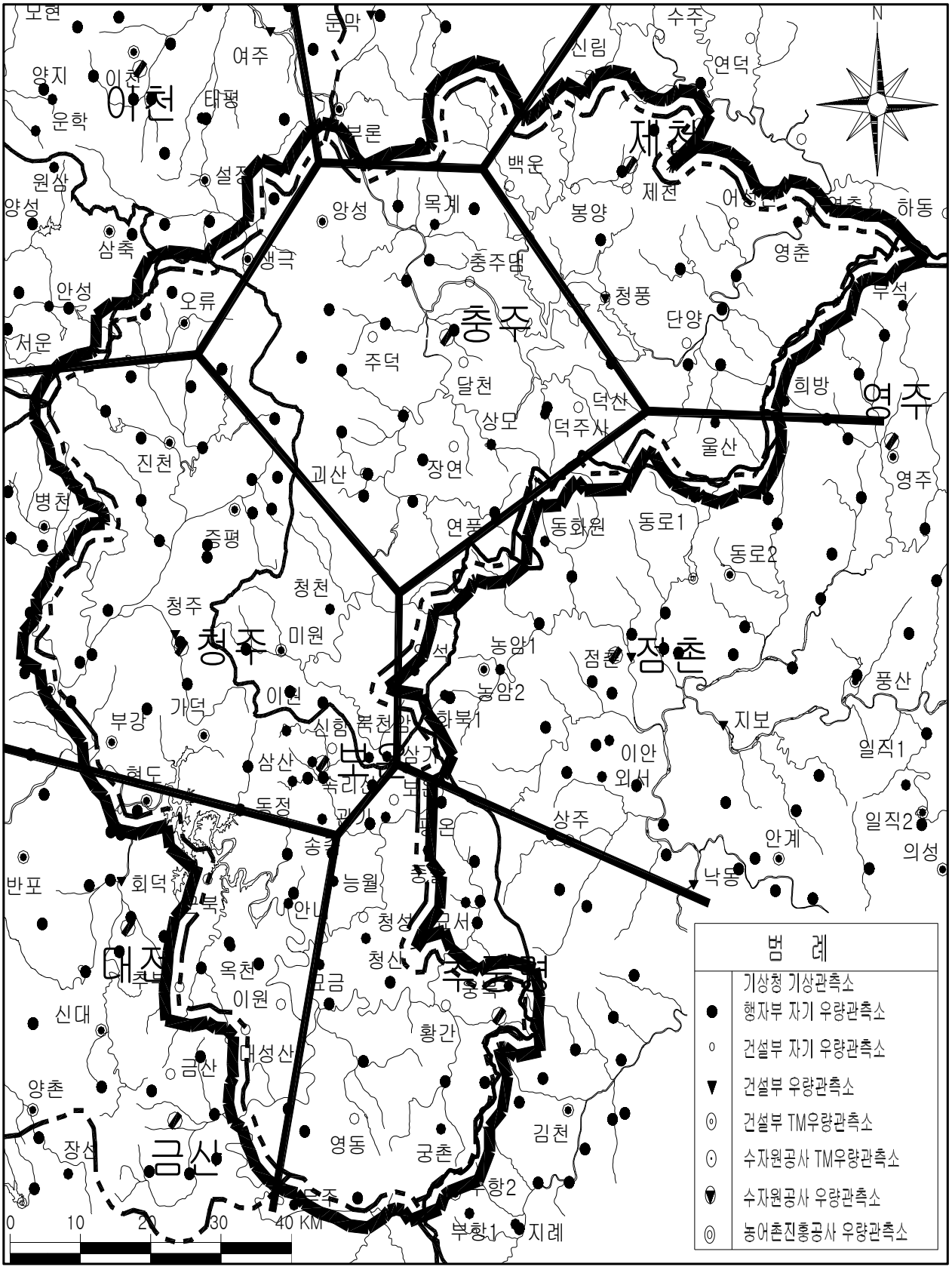
※ 전략환경영향평가는 용역 별도 발주하여 환경청 협의

<표 1.2-10> 실시설계 및 공사 수행 흐름도



1.2.11 도내 우량관측소

1) 위치 및 티센망 현황도



2) 우량관측소 현황

지점명	위 치	경 도	위 도	해발고 (EL.m)	관 측 개 시	관 할 기 관
청 주	청주시 흥덕구 공단로 76(복대동)	127° 26 ‘00 “	36° 38 ‘00 “	56.4	1967. 1	기상청
충 주	충주시 안림로 55(안림동)	127° 57 ‘00 “	36° 58 ‘00 “	113.66	1971. 1	기상청
제 천	충북 제천시 대학로 123(신월동)	128° 11 ‘00 “	37° 09 ‘00 “	264.4	1971.1	기상청
보 은	충북 보은읍 성주길 57	127° 44 ‘00 “	36° 29 ‘00 “	170.0	1971.1	기상청
추풍령	충북 영동군 추풍령면 관리길 25-15	127° 59 ‘00 “	36° 13 ‘00 “	244.4	1935.9	기상청

2) 관측지점별 강우자료의 관측기간 및 자료유형

<표 1.2-11>

지점명	지점번호	기록기간	기록년수	비 고
청 주	131	1967 ~ 2011	45	
충 주	223	1973 ~ 2011	39	
제 천	221	1973 ~ 2011	39	
보 은	226	1973 ~ 2011	39	
추풍령	135	1961 ~ 2011	51	

중소기업청고시 제2014 - 31호

공사용자재 직접구매 대상품목 지정내역 고시

「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률」 제12조 및 동법 시행령 제11조에 따라 "공사용자재 직접구매 대상품목"을 다음과 같이 고시합니다.

2014년 6월 12일

중 소 기 업 청 장

부 칙

1. 이 고시는 2014년 6월 12일부터 발주되는 공사에 적용(시행)한다.

2. 유효기간 : 이 고시에 의한 공사용자재 직접구매 대상품목은 2015년 12월 31일 까지 효력을 가진다.

3. 중소기업청 고시 제2014-27호(2014. 5. 7)는 이를 폐지한다.

공사용자재 직접구매 대상품목

Ⅰ. 총 칙

가. 목 적

「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률」제12조 및 동법 시행령 제11조의 규정에 따라 "공공기관이 발주하는 공사에 필요한 자재로서 공공기관이 직접구매하여 제공하여야 하는 품목"의 운영에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

나. 제품의 분류 및 해석

① 제품은 다음 각 호에 따라 분류한다.

1. 제품명(용도, 소재등 포함)
2. 「물품목록정보의 관리 및 이용에 관한 법률 시행령」제9조제1항 규정에 따른 물품분류번호(8단위), 「물품목록정보의 관리 및 이용에 관한 규정(조달청 훈령 제1498호)」제12조제1항에 따른 세부품명번호(10단위) 및 수요처 규격
3. 품명, 세부품명
4. 한국산업표준분류번호(5단위) 단, 제1호 부터 제3호의 기준에 따른 분류를 보완하여 업종을 구분하기 위한 참고기준에 한한다.

② 제품의 해석은 제1항제2호에 따른 물품분류번호, 세부품명번호 및 수요처규격 내에서 제3호에 따른 세부품명에 한정하여 해석하는 것을 원칙으로 하며, 제2호의 물품분류번호, 세부품명번호 및 수요처규격이 부여되지 않은 제품의 경우에 한정하여 제3호에 따른 세부품명에 따라 해석할 수 있고, 제4호 한국산업표준분류번호는 업종을 구분하기 위한 참고기준으로 적용한다.

다. 구매기관 등의 준수사항

○ 공공기관은「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률」제12조 및「동법 시행령」제11조의 규정에 따라 중소기업청장이 지정하여 고시한 공사용자재 직접구매 대상 품목에 대하여는 직접구매가 이루어 질 수 있도록 조치를 하여야 한다.

라. 기타의 규정

○ 중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률 시행령 제11조 제2항 제1호, 제2호의 직접구매 대상품목의 추정가격은 "공사용자재 직접구매 대상품목 지정내역 고시"의 제품명을 기준으로 한다.

○ 공사용자재 직접구매제도 운영에 필요한 사항으로 각종 법률과 이 총칙에서 정한 사항 이외의 사항은 중소기업청장이 정하여 고시한 "중소기업제품 공공구매제도 운영요령"에 따라 운영한다.

Ⅱ. 공사용자재 직접구매 대상품목 : 123개 제품

○ 공사용자재 직접구매 대상품목의 제품명, 품명, 세부품명, 물품분류번호, 세부품명번호 및 산업분류번호의 상세내역은 중소기업청 홈페이지 www.smba.go.kr, 또는 공공구매정보망(www.smpp.go.kr)에 게재되어 있음

○ 「물품목록정보의 관리 및 이용에 관한 법률」에 따른 물품분류번호(8단위) 및「물품목록정보의 관리 및 이용에 관한 규정(조달청 훈령 제1498호)」제12조제1항에 따른 세부품명번호(10단위)의 품명해설은 조달청 나라장터(www.g2b.go.kr)내 목록정보시스템의 일반검색을 통해 확인가능

☞ www.smba.go.kr → 행정정보 → 법률정보 → 공고 → 2014년도
☞ www.smpp.go.kr → 공지사항
☞ www.g2b.go.kr → 목록정보(시스템) → 일반검색 → 품명검색

<표 1.2-12

< 공사용자재 직접구매 대상품목 분류>

산업군	제품군	세분류	세부분류
1.가구	(4) 가구,문,씽크대,창	50	55
2.금속	(19) 가드레일,가로등주,금속울타리용철물,난간,돌망태,방음판및방음벽,보일러및구성품,스테인레스물탱크,쓰레기통,외벽패널,일반철물,전광스코아판,조립식구조물,주물제품,창,철망,공원체육시설,케이블트레이,파형관	41	59
3.기계	(36) 공기살균기,공기조화기,냉각탑,냉동기,농업용관리기계,대형냉장고,모터펌프,무대장치,밸브,분사장비및약제,상업용오븐,소방기,소방용방제장치,송풍기,수문,승강기,약품투입기,여과기,열교환장치,음식물쓰레기처리기,응집기,일체형청정장비,자외선살균기,재활용품자동선별기,주차장치,취사용기구,크레인,탈수및배수장치,탈취기,통상여과기,팬코일유닛,펠릿연소기기,폐기물소각로,하수처리장치및구성품,항온항습기,혼합기및교반기	106	157
4.목재, 종이	(4) 각재,방부목,판재,합성목재	7	8
5.섬유	(1) 토목섬유	2	4
6.인쇄, 광고물 등	(3) 광고판,실물모형,안내(표지)판	3	3
7.전기	(21) 가로등기구,개폐기,경관조명기구,계장(계측)제어장치,교통신호등,도로표지병,도로표지판,무정전전원장치,발전기,배전반,변압기,비닐절연전선,수도미터,애자,유량계,자동점멸기,자동제어반,전기용연선,충전장치,프로세스제어반,실내조명기구	39	76
8.전자・정보통신	(8) 구내방송장치,다중화장치,열차행선안내장치,유・무선원격제어장치,전광판,전화교환기네트워크연결장치,출입통제시스템,폐쇄회로텔레비전시스템	13	20
9.콘크리트, 레미콘 등	(16) 레미콘,맨홀박스,석재,세라믹기와,아스팔트콘크리트,점토벽돌,조립식철근콘크리트암거블록,조립식철근콘크리트저류블록,순환골재,철근콘크리트관,철근콘크리트근가,콘크리트배수로,콘크리트벽돌,콘크리트블록,콘크리트파일,타일	19	35
10.화학	(11) 강관,고무발포단열재,수량계보호통,전선관,페인트,폴리에틸렌(PE)관,폴리에틸렌제품,폴리에틸렌필름,플라스틱자루,FRP제품및SMC포함,PVC관	28	41
10	123	308	458

〈 공사용자재 직접구매 대상품목 〉

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
2	금속	가드레일	30121793	가드레일	3012179301	가드레일	25112	금속제에한함
		가로등주	39112001	조명타워	3911200101	조명타워	25113	철재 및 스테인레스제에한함
			39111526	가로등주및부속자재	3911152607	가로등주부속자재	25113	철재 및 스테인레스제에한함
					3911152606	복합형가로등주	24311, 24312, 25112, 25113	주물복합형가로등주에한함
					3911152602	스테인리스가로등주	25113	
					3911152604	주철가로등주	24311, 24312, 25112, 25113	주조제품에한함
					3911152601	철제가로등주	25113	
		금속울타리용철물	30152001	금속재울타리	3015200106	가설재울타리	25112, 25943	
					3015200105	금속재기타울타리		
					3015200101	디자인형울타리		
					3015200102	메시형울타리		
					3015200104	창살형울타리		
					3015200103	YL형울타리		
			30121788	낙석방지책	3012178801	낙석방지책		
		난간	30121703	교량난간	3012170301	알루미늄제교량난간	25112	
		돌망태	31163403	돌망태	3116340301	돌망태	25943	
		방음판 및 방음벽	30121787	방음벽및방음판	3012178703	가설방음판	25113	금속제에한함
					3012178702	흡음형방음벽및방음판		
		보일러 및 구성품	40102095	간접가열보일러	4010209501	간접가열보일러	25121, 25130	발전용, 가정용 제외
			40102002	수관보일러	4010200201	수관보일러(관류보일러포함)		
			40102001	연관보일러	4010200101	연관보일러		
			40101834	연소기 또는 버너	4010183402	가스버너	29150	
					4010183403	가스오일겸용버너		
					4010183404	발전기용휘발유버너		
					4010183401	오일버너		
			40102092	주철제보일러	4010209201	주철제보일러	25121, 25130	
			40102006	폐열보일러	4010200601	폐열보일러		
		스테인레스 물탱크	24111810	저수탱크	2411181001	물탱크	25122	PDF물탱크포함
					2411181002	빗물저장탱크		
			24111897	온수탱크	2411189701	온수탱크		
		쓰레기통	47121702	쓰레기통또는쓰레기통라이너	4712170201	쓰레기통	25112, 25113, 25932	일반철물에한함

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
							22299	폴리에틸렌제품에 한함
					4712170202	음식물쓰레기처리통	25112, 25113, 25932	일반철물에한함
							22299	폴리에틸렌제품에 한함
		외벽패널	30151802	외벽패널	3015180209	금속재패널	25112	Sheet형 단일 금속재패널에 한함 (복합패널제외)
		일반철물	30191896	덱플레이트	3019189601	덱플레이트	25112, 25113, 25932	
			30103201	스틸그레이팅	3010320101	스틸그레이팅		
		전광스코아판	49221501	스코어보드	4922150101	전광스코어보드	33309, 28423	
					4922150102	기타스코어보드		
		조립식구조물	30201705	이동식초소	3020170501	이동식초소	25112, 25113, 25119	금속제에한함
			30222003	버스승강장	3022200301	버스승강장		
			30222064	자전거보관대	3022206401	자전거보관대		
			30201796	조립식구조물	3020179601	조립식구조물(지붕구조물에 한함)		
			30231699	컨테이너하우스	3023169901	컨테이너하우스		
		주물제품	30121716	교량받침	3012171601	교량받침	24311, 24312	교좌장치. 단, 고무 또는 철판제품 제외
			30121695	맨홀뚜껑	3012169501	맨홀뚜껑		철개에한함
			30121698	맨홀보조물	3012169801	맨홀보조물		
			30121779	하수악취차단장치	3012177901	하수악취차단장치		
			31163299	압륜	3116329901	압륜		
		창	30171698	금속제창	3017169801	금속제창	25111	창틀포함, 알루미늄제에한함
		철망	30111801	용접철망	3011180101	용접철망	25943	
		공원체육시설	56101605	옥외용벤치	5610160501	옥외용벤치	33302	산책로 및 임대주택포함
			49201612	운동시설물	4920161201	운동시설물(야외헬스기구에 한함)	33301	
			49241596	조경시설물	4924159601	조경시설물(옥외용벤치포함)	33302	
			49241597	조합놀이대	4924159701	조합놀이대		
			49241511	퍼걸러	4924151101	퍼걸러		
		케이블트레이	39131704	케이블트레이	3913170402	덕트형케이블트레이	25113	
					3913170401	케이블트레이		
			39131705	케이블트레이피팅및액세서리	3913170502	덕트형케이블트레이부속품		
					3913170501	케이블트레이부속품		
					3913170503	케이블트레이엘보		

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
		파형관	40142123	파형강관	4014212301	파형강관	24132, 25112	
3	기계	공기 살균기	40161699	공기살균기	4016169901	공기살균기	29174	
		공기 조화기	40101709	공기조화기	4010170901	공기조화기	29172	
			40101504	공조용댐퍼	4010150402	릴리프댐퍼		
					4010150401	환기댐퍼		
			40101902	제습기	4010190201	제습기		
		냉각탑	40101716	냉각탑	4010171601	냉각탑	29171	
		냉동기	40101712	스크루냉동기	4010171201	스크루냉동기	29171	
			40101710	왕복동식냉동기	4010171001	왕복동식냉동기		
		농업용 관리기계	21101904	사료배합기	2110190401	사료배합기	29210	
			23181506	세척장치	2318150603	과일세정살균기		농산물세척기에 한함
					2318150602	자동야채세척기		
		대형 냉장고	24131503	대형냉장고	2413150301	대형냉장고	29171	
		모터펌프 (발전용 및 LNG용 제외. 단, 농업용은 토출구경에 관계없이 포함)	40151566	부스타펌프	4015156601	부스터펌프	29131	
			40151570	사류펌프	4015157001	입축사류펌프		배수펌프장 및 하수처리장용은 토출구경 1,200mm초과 제외
					4015157002	횡축사류펌프		
			40151513	수중펌프	4015151302	수중인라인펌프		배수펌프장 및 하수처리장용은 토출구경 1,200mm초과 제외
					4015151301	수중펌프		
			40151525	슬러지펌프	4015152501	슬러지펌프		
			40151547	심정용펌프	4015154701	심정용펌프		
			40151517	오수펌프	4015151701	오수펌프	29131	
							29175	하수처리용펌프 포함
			40151503	원심펌프	4015150301	다단벌류트펌프	29131	상수도용토출구경 500mm이상제외
					4015150302	단단벌류트펌프		
					4015150303	양흡입벌류트펌프		
					4015150305	자흡식펌프		
					4015150304	편흡입벌류트펌프		
			40151599	자동펌프	4015159901	자동펌프		펌프모터일체형 펌프에한함
			40151553	전진공동펌프	4015155301	전진공동펌프		
			40151505	정량펌프	4015150501	정량펌프		
			40151546	축류펌프	4015154601	입축축류펌프		배수펌프장 및

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
								하수처리장용은 토출구경 1,200mm초과 제외
					4015154602	횡축축류펌프		
		무대장치	30221099	무대장치	3022109901	무대장치	29299	
		밸브	40141620	버터플라이밸브	4014162001	버터플라이밸브	29133	
			40141694	제수밸브	4014169401	제수밸브		
			40141688	체크밸브	4014168801	체크밸브		
			40141615	플랩밸브	4014161501	플랩밸브		
		분사장비 및 약제	46191603	소방호스또는노즐	4619160301	소방호스용노즐	29194	
					4619160302	소화용호스		
		상업용 오븐	48101517	상업용오븐	4810151701	상업용오븐	28511	
		소방기	46191601	소화용기구	4619160102	소화전	29133	
					4619160101	수동식소화기	29194	
					4619160107	에어졸식소화용구		
					4619160111	자동식소화기		
					4619160103	캐비닛형소화기		
					4619161301	소화약제		포소화약제에 한함
					4619160105	하론소화설비		
					4619160109	CO2소화설비		
					4619160115	HCFC소화설비		
		소방용방재장치	46182504	화재수신기	4618250401	화재수신기	26410, 28901	중계기포함
		송풍기	40101504	공조용댐퍼	4010150402	릴리프댐퍼	29173	
					4010150401	환기댐퍼		
			23990599	소음기	2399059901	소음기		
			40101601	송풍기	4010160101	송풍기		
		수문	24101676	가동보	2410167601	가동보	25111	고무가동보제외
			40141784	수문	4014178401	수문문비	25111	수문 1련당면적 20㎡초과제외
					4014178402	수문문틀		
					4014178403	수문밸브	29133	
			24101685	수문권양기	2410168501	수문권양기	29210	
		승강기	24101682	덤웨이터	2410168201	덤웨이터	29162, 29163	
			24101601	엘리베이터	2410160101	승객용엘리베이터		속도분속 105M이하
					2410160102	화물용엘리베이터		
			24101696	휠체어리프트	2410169601	휠체어리프트		
		약품 투입기	47109960	약품투입기	4710996001	약품투입기	29175	오존발생장치 제외
			47101505	염소처리장비	4710150501	염소투입기		
					4710150503	이산화염소발생기		
					4710150502	차아염소산나트륨발		

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
						생장치		
		여과기	40161505	공기여과기(에어필터)	4016150501	공기여과기(에어필터)	29174	
			40161508	백필터	4016150801	백필터	29174	
			40161503	집진기	4016150305	관성력집진장치	29174	
					4016150302	세정집진장치		
					4016150303	원심력집진장치		
					4016150301	전기집진장치		
					4016150306	제진장치		
					4016150304	중력집진장치		
		열교환장치	40101802	열교환장치	4010180201	열교환기	29176	
		음식물쓰레기처리기	23181998	음식물쓰레기처리기	2318199801	음식물쓰레기처리기	29299	
		응집기	47109992	응집기	4710999201	응집기	29175	
		일체형청정장비(크린룸)	30201704	청정실	3020170401	청정실	29172	
		자외선살균기	47101517	자외선살균기	4710151701	자외선살균기	29175	수처리용에한함
		재활용품자동선별기	24102298	재활용품압축기	2410229801	재활용품압축기	29299	
		주차장치	24101687	자동주차장치	2410168701	자동차주차장치	29162, 29169	
			24101689	주차관제장치	2410168905	주차경보등	29163, 28903	
					2410168910	주차관제주변기기		
					2410168902	주차권발행기		
					2410168908	주차권판독기		
					2410168906	주차안내판		
					2410168907	주차요금계산기		
					2410168901	주차주제어장치		
					2410168904	차량감지기		
					2410168903	차량인식기		
					2410168909	차량차단기		
			30221002	주차구조물	3022100201	주차구조물	29162, 29169, 42139	
		취사용기구(가정용제외)	48102097	배식대	4810209701	배식대	28511	
					4810209702	식판배분대		
			48101809	상업용곰솥또는국솥	4810180901	국솥		
			48101511	상업용그리들	4810151101	부침기		
			48101521	상업용레인지	4810152101	상업용가스레인지		
					4810152102	중화식레인지		
			48101530	상업용밥솥	4810153004	가스밥솥		
					4810153001	증기밥솥		

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
					4810153002	취반기		
			48101615	상업용식기세척기	4810161501	상업용식기세척기		
			48101896	상업용주방후드	4810189601	상업용주방후드		
			23181506	세척장치	2318150601	세미기		
			52152202	식기건조대	5215220201	식기건조대		
			48101710	음수대	4810171001	음수기		
					4810171002	음수대		
			48101894	음식쓰레기처리대	4810189401	음식쓰레기처리대		
			48101818	주방기구소독기	4810181801	주방기구소독기		식기건조기포함
			24101501	카트	2410150101	카트		
		크레인	24101654	갠트리크레인	2410165401	갠트리크레인		
			24101652	지브크레인	2410165201	지브크레인		
			24101653	천장크레인	2410165301	천장크레인	29169	
			24101602	호이스트	2410160201	전동식와이어로프호이스트		
					2410160202	전동식체인호이스트		
		탈수 및 배수장치	47101525	탈수및배수장치	4710152507	디스크형농축기		
					4710152503	디칸터형원심탈수기		
					4710152501	벨트프레스탈수기		
					4710152502	스크루프레스형탈수기	29175	수처리용에한함
					4710152504	원심농축기		
					4710152506	중력식벨트농축기		
					4710152508	진공탈수기		
					4710152505	필터프레스탈수기		
		탈취기	40161605	탈취기	4016160501	탈취기	29175	수처리용에한함
		통상 여과기	47109970	상향류식여과장치	4710997001	상향류식여과장치		
			47109972	섬유여과기	4710997201	섬유여과기	29175	
			40161502	워터필터	4016150201	워터필터		
		팬코일 유닛	40101708	팬코일유닛	4010170801	팬코일유닛	29172	
		펠릿 연소기기	40102098	나무보일러	4010209801	나무펠릿보일러	29150, 25121, 25130	
		폐기물 소각로 (70ton/일이하)	47101529	소각로	4710152901	소각로	29150	가스냉각장치 및 유해가스저감장치 포함
			40101850	화장로	4010185001	화장로		
		하수처리 장치 및 구성품	47109995	거품제거기	4710999501	거품제거기		
			47109976	경사판침강장치	4710997601	경사판침강장치	29175, 29163	
			47109979	드럼스크린	4710997901	드럼스크린		
			47109991	디스크스크린	4710999101	디스크스크린		

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
			40161607	배연탈황기	4016160701	배연탈황기		
			24101712	벨트컨베이어	2410171201	벨트컨베이어		
			47101542	부상분리장치	4710154201	부상분리장치		
			47101513	산소발생기	4710151301	산소발생기		
			47109997	수중포기기	4710999701	수중포기기		
			47109998	스컴제거기	4710999801	스컴제거기		
			24101730	스크루컨베이어	2410173001	스크루컨베이어		
			47101536	슬러지수집기	4710153601	슬러지수집기		
			24101714	에어컨베이어	2410171401	에어컨베이어		
			47109965	여과사인양기	4710996501	침사인양기		
			47109990	염소가스중화장치	4710999001	염소가스중화장치		
			47109964	오수처리용산기장치	4710996401	오수처리용산기장치		
			47101522	용수처리장치	4710152201	일체형폐수처리장치		
			40161701	원심분리기	4016170101	원심분리기		
			24101746	이동식컨베이어	2410174601	이동식컨베이어		
			47109980	제진기	4710998001	제진기		
			24101722	체인컨베이어	2410172201	체인컨베이어		
			47109987	평면스크린	4710998701	평면스크린		
			47109978	협잡물처리기	4710997801	협잡물처리기		
			47109989	호퍼	4710998901	호퍼		
			47101501	활성탄장비	4710150102	활성탄공급장치		
		항온 항습기	40101715	항온항습기	4010171501	항온항습기	29172	
		혼합기 및 교반기	47101512	혼합기및교반기	4710151201	교반기	29175	수처리용에한함
					4710151202	혼합기		
4	목재 , 종이	각재	30103622	각재	3010362201	각재	16101	
			30121898	수목보호용지지대	3012189801	수목보호용지지대		목재에한함
		방부목	11122006	방부목(防腐木)	1112200601	방부목	16103	
		판재	30161702	목재마루재	3016170202	목블록	16101, 16102	
					3016170201	플로어링보드		
			30103605	목재판재	3010360501	목재판재		
			30161901	루버(벽판재)	3016190101	루버(벽판재)		목재에한함
		합성목재	30103699	합성목재	3010369901	합성목재	16212	
5	섬유	토목섬유	30121786	차수매트	3012178601	차수매트	13992, 13994	
			30121702	토목섬유	3012170204	복합포	13992, 13994	
					3012170201	직포매트	13999, 13225, 13229, 13219	P.P섬유 직포매트(PET 제품포함)에 한함. 단, 복합매트 제외
					3012170202	토목용부직포	13992,	

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
							13994	
6	인쇄, 광고물 등	안내(표지)판	55121718	안내판(철도안내표지판 포함)	5512171801	안내판(철도안내표지판 포함)	33910 18111	옥내·외안내(표지)판에한함
7	전기	가로등기구(LED용 및 제어장치 포함)	39111608	거주로조명설비	3911160801	보안등기구	28422	
					3911160802	LED보안등기구		
			39101617	고압나트륨등	3910161701	고압나트륨램프	28410	
			39111603	도로조명설비	3911160301	가로등기구	28422	
					3911160303	터널용등기구		
					3911160302	LED가로등기구		
					3911160304	LED터널용등기구		
			39111801	등안정기	3911180102	나트륨램프용안정기	28113	
					3911180101	메탈할라이드램프용 안정기		
					3911180104	무전극램프용안정기		
					3911180106	LED램프용 안정기		
			39101614	메탈할라이드등	3910161401	메탈할라이드램프	28410	
			39111697	신재생에너지가로등	3911169701	태양광가로등	28422	
					3911169703	하이브리드가로등		
			39101699	LED램프	3910169901	LED램프	28410	
		경관조명기구	39111606	수중조명	3911160602	수중조명등	28422, 28423, 28429	광섬유,LED용 및 제어장치포함, 휴대용 탐조등 제외
					3911160601	LED수중조명등		
			39111605	경관조명	3911160502	경관조명기구		
					3911160501	LED경관조명기구		
			39111611	투광조명	3911161101	투광등기구		
					3911161102	LED투광등기구		
					3911161103	탐조등		
		계장(계측)제어장치	39121189	계장제어장치	3912118901	계장제어장치	28122	통합감시제어설비포함. 일처리능력으로 하폐수는 10만톤, 상수는 30만톤이하의 수처리설비에 한함
		교통신호등	46161504	교통신호등	4616150401	교통신호등	28903	
					4616150403	교통신호제어기		
			46161572	신호등주및액세서리	4616157201	신호등주	25113	
		도로표지병	46161585	도로표지병	4616158501	도로표지병	25999, 22299	
		도로표지판	55121710	교통표지	5512171001	교통안전표지	25995	

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업분류번호	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명		
					5512171002	도로표지		
			55121712	방향표지판	5512171201	방향표지판		
		무정전 전원장치 (UPS)	39121011	무정전전원장치	3912101101	무정전전원장치	28119	생산용량500KVA 이하에한함
		발전기	26111601	디젤발전기	2611160101	디젤발전기	28111	2,000KW초과 및 해상용 제외, 방음형포함
		배전반	39121103	배전반	3912110301	폐쇄형배전반	28122	중앙감시반,154KV,345KV 용보호배전반포함
					3912110303	배전함		
			39121101	분전반	3912110101	분전반		
					3912110102	분전함		
					3912110103	주택용분전반		
			39121104	전동기제어반	3912110401	전동기제어반		
		변압기	39121001	배전용변압기	3912100102	건식변압기	28112	
					3912100101	몰드변압기 (3,000KVA이하에 한함)		아몰퍼스변압기 포함
					3912100104	유입변압기		아몰퍼스변압기, 고전압변압기포함
					3912100105	주상변압기		25.8KV-Y이하에 한함
					3912100106	철도용단권변압기		
			39121002	전력변압기	3912100201	전력용변압기		25.8KV-Y이하에 한함
			39121030	지상변압기	3912103001	부하개폐형지상변압기		
					3912103002	일반지상변압기		25.8KV-Y이하에 한함
		비닐 절연전선	26121524	절연전선및피복선	2612152404	300/500V기기배선용 단심비닐절연전선	28302	
					2612152412	옥외용비닐절연전선		
		수도미터	41112504	수량계	4111250401	수도미터	27214	
		애자	39122182	애자	3912218206	인류애자	23213, 28902	내오손 결합애자 포함, 36,000Lbs 이하현수
					3912218201	지지애자		
					3912218204	포스트애자		
					3912218205	핀애자		
					3912218203	현수애자(자기애자제외)		
		유량계	41112501	유량계	4111250101	유량계	27214	유량계관련 계측기기 포함, 휴대용 유량계 제외
		자동 점멸기	39121107	조명제어장치	3912110701	가로등자동점멸기	28122	LED가로등자동점멸기포함
					3912110702	조명용제어장치		

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
		자동 제어반	39121801	빌딩자동제어장치	3912180101	빌딩자동제어장치	28122	
			39121106	전력감시또는제어장치	3912110604	모니터장치		정전류조정기, 최대수요전력제어기, 모니터장치, 집중표시제어장치, 전력보호감시장치에 한함
					3912110605	전력보호감시장치		
					3912110602	정전류조정기		
					3912110606	집중표시제어장치		
					3912110603	최대수요전력제어기		
		전기용 연선	26121522	나선(裸線)	2612152204	전기용경동연선	28302	
					2612152202	전기용연동연선		
		충전장치	26111704	충전장치	2611170401	산업용충전장치	28119	송변전용, 통신용에한함
		프로세스 제어반	41112498	프로세스제어반	4111249801	프로세스제어반	27215, 27216	상하수측정용 계측기포함
		실내조명기구 (LED용 기구 포함)	39111515	다운라이트설비	3911151501	다운라이트	28422, 28423, 28429,	
					3911151502	LED다운라이트		
			39111801	등안정기	3911180103	형광램프용안정기	28113	
			39111501	형광등기구	3911150105	공조등	28422, 28423, 28429	
					3911150103	매달림형형광등기구		
					3911150101	매입형형광등기구		
					3911150104	벽부형형광등기구		
					3911150102	천장직부형형광등기구		
			39112102	LED실내조명등	3911210201	LED실내조명등	28422, 28423, 28429	
9	콘크리트,레미콘 등	레미콘	30111505	레미콘	3011150501	레미콘	23322	서울, 경기, 인천 지역은 연간 예측량의 20% 이내에서 예외로 할 수 있음
		맨홀박스	30121699	맨홀박스	3012169901	콘크리트맨홀블록	23326	유리섬유복합관 맨홀제외
					3012169902	플라스틱계맨홀	22299, 22211	PE맨홀에한함
		석재	30131503	석재블록	3013150301	자연석경계석	23911, 23919	
			30131702	석재타일및판석	3013170201	자연석판석		
			11111698	조경석	1111169801	조경석		
			11111604	화강암	1111160401	화강석		
		세라믹 기와	30151590	세라믹기와	3015159001	그을림한식기와	23231	
					3015159003	오지기와		
					3015159002	유약기와		
		아스팔트	30111597	아스팔트콘크리트	3011159701	아스팔트콘크리트	23991	

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업 분류번호	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명		
		콘크리트						
		점토벽돌	30131602	세라믹벽돌	3013160202	미장벽돌	23231	
					3013160201	점토바닥벽돌		
		조립식 철근콘크리트 암거블록	30131514	조립식철근콘크리트 암거블록	3013151401	조립식철근콘크리트 암거블록	23326	
		조립식 철근콘크리트 저류블록	30131598	조립식철근콘크리트 저류블록	3013159801	조립식철근콘크리트 저류블록		
		순환골재	30109904	순환골재	3010990401	순환골재	38230	제품제조용 및 "건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률"제27조에 따라 배출자가 건설공사현장에서 건설폐기물처리시설을 직접 설치운영하여 건설폐기물을 재활용하고자 생산한 순환골재는 제외
		천연골재	30109902	천연골재	3010990201	도로용혼합골재	07123	서울, 경기, 인천 지역은 연간 예측량의 20% 이내에서 예외로 할 수 있음
		철근콘크리트관	40142109	콘크리트관	4014210903	원심력유공철근콘크리트관	23326	원심력철근콘크리트추진관제외
					4014210901	원심력철근콘크리트관		
					4014210902	진동및전압철근콘크리트관		
		철근콘크리트근가	30111804	철근콘크리트근가	3011180401	철근콘크리트근가	23325, 23326	
					3011159301	콘크리트기초		
		콘크리트 배수로	40141782	배수로	4014178201	철근콘크리트벤치플룸관	23326	
					4014178202	철근콘크리트플룸관		
					4014178203	철근콘크리트용배수로관		
		콘크리트 벽돌	30131603	콘크리트벽돌	3013160301	콘크리트벽돌	23325	
		콘크리트 블록	30131502	콘크리트블록	3013150201	보차도용콘크리트블록	23325, 23326	
					3013150206	소파블록		
					3013150204	속빈콘크리트블록		
					3013150209	콘크리트경계블록		인조경계석포함
					3013150202	콘크리트호안및옹벽		

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
						블록		
		콘크리트파일	30102802	콘크리트파일	3010280201	콘크리트파일	23326	PHC파일에한함
		타일	30131704	세라믹타일및판석	3013170403	그림타일	23232	
					3013170401	도기질타일		
					3013170405	모자이크타일		
					3013170408	부조타일		
					3013170402	자기질타일		
					3013170409	다소성패턴타일		
					3013170410	입체문양타일		
10	화학	강관	40142189	피복강관	4014218902	폴리에틸렌피복강관	24191	수도용폴리에틸렌분체라이닝식강관제외
			40142384	피복강관이음	4014238401	폴리에틸렌피복강관이음관		
		고무발포단열재	40101872	고무발포단열재	4010187201	고무발포단열재	22199	
		수량계보호통	40141786	수량계보호통	4014178601	수량계보호통	38302, 22222, 22299	
		전선관	39131706	전선관	3913170605	경질비닐전선관	22211	
					3913170610	공압출염화비닐관(FC관)		
					3913170606	파상형경질폴리에틸렌전선관		
					3913170603	폴리에틸렌전선관		
					3913170607	합성수지제가요전선관		
		페인트	31211518	방청페인트	3121151801	방청페인트	20421	
			31211501	에나멜페인트	3121150101	에나멜페인트		
			31211599	특수페인트	3121159901	특수페인트		
			31211803	페인트용희석제및세척제	3121180301	시너		
		폴리에틸렌(PE)관	40142197	폴리에틸렌관	4014219702	수도용폴리에틸렌관	22211, 22299	
					4014219701	일반용폴리에틸렌관		
			40142393	폴리에틸렌제관이음	4014239303	가스용폴리에틸렌이음관		
					4014239302	수도용폴리에틸렌이음관		
					4014239301	일반용폴리에틸렌이음관		
		폴리에틸렌제품	24112404	상자	2411240402	운반상자	22299	
					2411240403	플라스틱상자		
			40141789	폴리에틸렌물받이	4014178902	철강보강폴리에틸렌		

구분	산업군	제품군	세분류		세부분류		산업	특이사항
		제품명	세	품명	세부	세부품명	분류번호	
						물받이		
					4014178901	폴리에틸렌제물받이		
			24112702	플라스틱팰릿	2411270201	플라스틱팰릿		
		폴리에틸렌필름	30151899	방수시트	3015189901	합성고분자방수시트	22212, 22231	
			47121701	쓰레기봉투	4712170101	쓰레기봉투		
			13111201	폴리에틸렌필름	1311120101	폴리에틸렌필름		EVA제외
		플라스틱 자루	24111503	플라스틱포대	2411150303	폴리에틸렌포대	22212, 22231	
					2411150301	폴리프로필렌포대	13225, 22231	
		F.R.P 제품 및 SMC 포함	24111810	저수탱크	2411181001	물탱크	22222, 22223, 22229	
					2411181002	빗물저장탱크		
			24111805	약품탱크	2411180501	약품탱크		
			47101535	오수처리장비	4710153501	오수처리장비		
			30231602	이동식화장실	3023160201	FRP이동식화장실		
			47101531	정화조	4710153101	정화조		
			30171588	합성수지제문	3017158801	합성수지제문		
			30179997	합성수지제문틀	3017999701	합성수지제문틀		
			30171695	합성수지제창	3017169501	합성수지제창		창틀포함
		PVC관 (염화 비닐관)	40142185	경질폴리염화비닐관	4014218502	수도용경질폴리염화비닐관	22211	
					4014218501	일반용경질폴리염화비닐관		
			40142396	경질폴리염화비닐이음관	4014239602	수도용경질폴리염화비닐이음관		주철제제외
					4014239601	일반용경질폴리염화비닐이음관		
					4014239604	일반용경질폴리염화비닐제부속품		

※ 하천분야에 포함되지않는 품목 구매시에는「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률」제12조 및 동법 시행령 제11조 “공사용자재 직접구매 대상품목을 적용

<표 1.2-12> 『서식 1』

○○천 ○○제 수해상습지개선(용역)사업 설명회 개최 알림

1. 개최목적 :

2. 개최일시 : 2015년 ○○월 ○○일 ○○시

3. 개최장소 : ○○동・면사무소

4. 사업개요

- 사 업 량 :
- 목 적 :
- 위 치 :
- 사업내용 :
- 사 업 비 :
- 사업기간 :

5. 사업계획열람 장소 :

6. 문의사항 연락처 : 충북도청(TEL:043) 220-0000)

○년 ○월 ○일

충청북도지사(직인)

<표 1.2-13>　　『서식 2 - 의견수렴 양식』

『○○천 ○○제 수해상습지개선사업』

의　견　서

의견제출자 :　　(인)

의　견　내　용	비 고

<표 1.2-14>　　『서식 3 - 참석자 명단』

『○○천 ○○제 수해상습지개선사업』
주　민　설　명　회

일　시	○○○○년 ○○월　○일 ○○시		
장　소	○○도 ○○군 ○○면 ○○		
연 번	성 명	주　소	서 명

제 2 장
축 제 공

2.1 설계기준

2.2 수량산출 기준

2.3 축제공 표준도

2.1 설 계 기 준

2.1 설계기준

2.1.1 하천기본계획검토

1) 계획홍수량

하천개수의 계획규모에 따른 계획홍수량은 하천기본계획시 산정된 홍수량을 사용하되 하천별, 구간별로 다음 표와 같이 하천설계기준에서 정한 하천치수계획규모에 해당하는 계획홍수량이 적용되었는지 검토하여야 한다.

<표 2.1-1> 하천의 중요도와 계획규모

하천중요도	적용 하천 범위	계획규모(재현기간)	비 고
A급	국가하천의 주요구간	200년 이상	
B급	국가하천	100~200년	
C급	지방하천	50~200년	

참고자료 : 하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회

2) 계획홍수위

가) 위와 같이 계획홍수량의 적용을 검토한 바, 명백한 오류가 발견되었을 때와 기본계획 수립 이후 하천내 보 및 교량 등의 구조물 설치 또는 취수보 철거 및 제방헐기, 하천내 골재채취로 인하여 하상변동 등의 인위적, 자연적으로 홍수위의 변화가 현저할 때 계획홍수위의 변경여부를 하천관리청과 협의하여야 한다.

나) 하천개수구간에 포함된 도로(국도, 지방도, 군도 등)가 계획홍수위보다 낮거나 여유고가 현저하게 부족할 시 제내지측 재해 영향을 검토하여 도로숭상 계획을 발주처와 협의하여야 한다.

3) 계획하폭

가) 하천기본계획시의 계획하폭을 적용하는 것을 원칙으로 하되 이설이 곤란한 시설물이 존재하는 등 현지여건상 계획하폭의 변경이 불가피한 경우 하천기본계획 변경절차를 거쳐 변경할 수 있다.

나) 다만, 하천법 시행령 제24조③항 의거 계획하폭을 100분의 10이하의 범위안에서 확대하고자 하는 때와 주요한 지점에서의 계획홍수량을 100분의 1이하의 범위안에서 축소시키고자 하는때에는 증가시키고자 하천법 제25조제5항에 의거 경미한 사항으로 협의에 의하여 변경할 수 있다.

다) 또한, 계획법선에 따른 축제계획 수립등 하도굴착토(준설토)를 원활하게 운영하기 위해 생태밸트조성[1], 대규격제방, 제외지 완경사 제방, 자전거도로 등 계획으로 인하여 통수단면적이 감소할 경우에는 계획법선을 조정할 수 있다.

4) 계획법선

제방법선은 제방의 앞비탈머리를 종방향으로 연결한 선으로 법선의 계획은 하천기본계획 내용에 준하되 세부설계시 다음 사항을 고려하여야 한다.

가) 제방법선의 방향은 홍수시 유수의 방향에 따르되 곡선부는 수충이 최소화 되도록 완만한 곡선이 되어야 한다.

나) 가급적 기존제방을 활용하여 경제적인 설계가 되도록 하되 하천의 원래 형상등을 고려하여 친환경 하천이 되도록 구(舊)하천으로의 복원 등을 계획하여야 한다.

다) 지천은 가급적 예각으로 합류시키되 홍수소통이 원활하도록 곡선으로 계획하여야 하며, 지형특성을 고려하여 도류제 설치도 계획할 수 있다.

라) 축제보강공사의 경우 하천기본계획상의 계획법선을 적용하는 것을 원칙으로 하되, 하도단면의 축소로 홍수위가 상승되지 않게 제내측으로 축조되도록 제방법선을 계획하여야 하며, 이설이 곤란한 시설물이 존재하는 등 현지여건상 제외측으로 계획법선의 변경이 불가피한 경우에는 홍수위가 상승하지 않도록 수리검토 등 적절한 대책을 강구하여야 한다.

마) 하도내 시설물계획은 홍수위 및 수리적으로 문제가 없도록 하여야 하나, 시설물(녹색벨트조성, 완경사제방, 자전거도로 등) 조성시 통수단면적이 축소될 경우 하도굴착, 제방보강 등 적절한 대책을 강구하여야 한다.

2.1.2 축제종단형

1) 둑마루종단

가) 하천기본계획시 측점별 계획제방고(계획홍수위+여유고)를 직선으로 연결하여 계획한다.

나) 여유고 변화구간은 여유고 규모가 변하는 지점에서 100m 정도 더 연장하여 ±2%정도의

1) 녹색벨트조성이란 하천제방을 중심으로 조성되는 나무심기를 말하며 급경사의 민둥 제방을 완화(복토,은제화 등)하여 지역의 생태 및 정서에 부합된 관목 및 교목 등을 식재 녹화하여 생태적 복원 및 아름다운 경관을 창출하고, 홍수시 유수의 충격을 완화하여 하천 시설물의 안정을 도모하는 조성으로 하천의 나무심기기준 특례조항의 예외규정에 의해 제방을 중심으로 일정범위를 정하여 조성됨

종단경사를 유지하도록 하거나 파랑등의 영향으로 더 연장하여야 할 경우에는 산이나 교량 등으로 구분되는 지점에서 변화시킨다. 단, 100m 연장구간내에 산이나 교량 등의 구조물이 있는 경우에는 그 지점에서 변화시킨다.

다) 여유고 변화구간에 대한 종단계획 수립시 상류측 계획제방고가 하류측보다 낮아지지 않도록 하여야 한다.

라) 배수영향구간은 본류의 계획제방고와 지류의 배수영향이 끝나는 지점의 계획제방고를 직선으로 연결하여 계획하되 본류의 계획제방고보다 낮아져서는 안된다.

마) 다만, 현지여건상 적용이 곤란한 경우 협의하여 현지여건에 맞추어 종단계획을 수립할 수 있다.

2) 하상종단

가) 원칙적으로 하상은 현상태 그대로 두는 것이 하도의 안정에 유익하므로 하천기본계획상에 하도정비계획으로 반영되어 있는 경우에만 그 계획대로 하상종단 및 횡단을 계획한다.

나) 경사가 급한 하천에서 하상경사를 조정, 하상을 안정시키고자 하는 경우는 하상유지공을 두어 하상을 안정시킨다.

2.1.3 축제횡단형

1) 제방고

계획홍수위에 여유고를 더한 높이로 제방고를 계획하되 계획홍수위가 제내지반고 보다 낮아 치수상 지장이 없는 구간은 예외로 할 수 있다.

2) 여유고

가) 여유고는 계획홍수량 별로 하천설계기준·해설에서 제시한 다음 표를 기준으로 하되 제방 및 제내지의 중요도를 고려하여 상향조정할 수 있으며, 계획홍수위가 제내지반고 보다 낮아 치수상 지장이 없는 구간은 예외로 할 수 있다.

<표 2.1-2> 계획홍수량에 따른 여유고

계 획 홍 수 량 (㎥/sec)	여 유 고 (m)	비 고
200 미만	0.6 이상	
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상	
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상	
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상	
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상	
10,000 이상	2.0 이상	

참고자료 : 하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회

나) 기존제방의 여유고가 전부 또는 일부구간에 상기 표에서 제시하고 있는 최소여유고 이상 확보된 경우 개수계획 수립시 기존에 확보되어 있는 여유고를 낮추지 않도록 하여야 한다.

다) 배수영향구간에 배수제방은 본류의 여유고 기준에 준하여 계획을 수립하여야 한다.

라) 제방 개수계획 수립시 대안측 제방고를 검토하여 낮지 않도록 계획하여야 한다.

3) 둑마루폭

가) 둑마루폭은 계획홍수량 별로 하천설계기준에서 제시한 다음 표를 기준으로 하되 제방 및 제내지의 중요도, 도로로 이용여부 등을 고려하여 상향조정할 수 있으며, 계획홍수위가 제내지반고보다 낮아 치수상 지장이 없는 구간은 예외로 할 수 있다.

나) 배수제방에서 둑마루폭은 본류 둑마루폭을 적용하고 배수영향구간을 벗어나서 변화구간을 갖도록 한다.

다만, 배수영향구간이 현저히 긴 경우 발주처와 협의하여 본류제방과 연계하여 단일 제방구간만 적용하거나 일정구간에 대하여만 본류 둑마루폭을 적용하고 그 외 구간에서 변화구간을 갖도록 할 수 있다.

다) 둑마루 폭은 기본계획상에 계획제방고(계획홍수위 + 여유고기준) 폭이 아니라 실제 개수계획 수립에 의한 둑마루 폭을 의미하므로 기설제방에 둑마루가 계획제방고에서 만족하더라도 실제 둑마루가 부족할 경우 아래 표에서 제시하는 최소규정 이상 확보하도록 하여야 한다.

다만, 기설제방고가 계획제방고보다 과다하게 높은 경우에는 발주처와 협의하여 둑마루 폭을 조정할 수 있다.

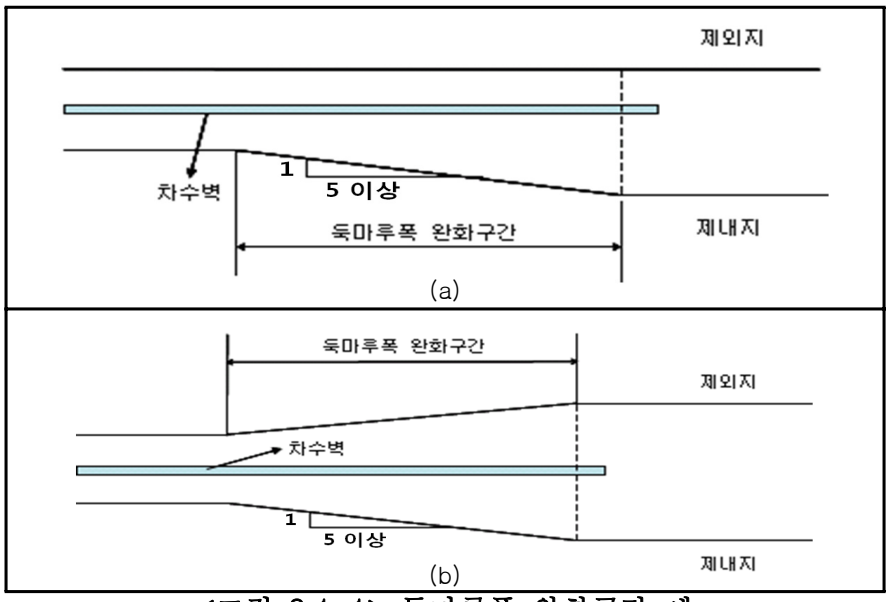
라) 제방의 안전을 위해 부득이하게 적정규모의 적용이 곤란한 경우에 누수방지공법을 적용하고, 이와 같은 공법이 적용된 제체의 둑마루폭은 1) 최소 둑마루폭 기준 4m, 2) 침투 및 비탈면 안정성 검토결과에 의한 최소 둑마루폭 중 최대치로 결정한다. 단 상이한 둑마루폭을 갖는 기존 제방과 연결할 때는 완화구간을 두도록 한다.(둑마루폭 예외 규정)

<표 2.1-3> 계획홍수량에 따른 둑마루폭

계획홍수량(㎥/sec)	둑 마 루 폭 (m)	비 고
200 미만	4.0 이상	
200 이상 ~ 5,000미만	5.0 이상	
5,000 이상 ~ 10,000 미만	6.0 이상	
10,000 이상	7.0 이상	

참고자료 : 하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회

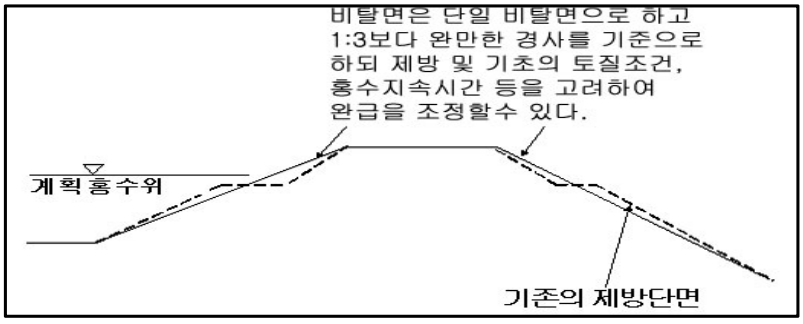
마) <그림 2.1-1> 와 같이 차수벽 설치에 의하여 둑마루폭이 변화하는 경우에는 둑마루폭이 넓은 곳까지 차수벽을 설치하여야 하며, 완화구간의 에너지 손실을 최소화 하기 위하여 둑마루폭의 차와 완화구간 길이의 비는 1:5 이상의 완경사로 한다.



<그림 2.1-1> 둑마루폭 완화구간 예

4) 비탈경사

가) 제방은 도로의 성토와는 달리 하천유수의 침투에 대해 안정한 비탈면을 가져야 하며, 관리상의 접근용이, 환경생태학적인 측면에서 완만한 비탈면을 가져야 하는데 이를 위해서는 제방고와 제내지 지반고와의 차이가 0.6m 미만인 구간을 제외하고는 1:3 또는 이보다 완만하게 설치함을 원칙으로 한다. 단, 완만한 경사로 인하여 제방여유고가 부족해서는 안된다.

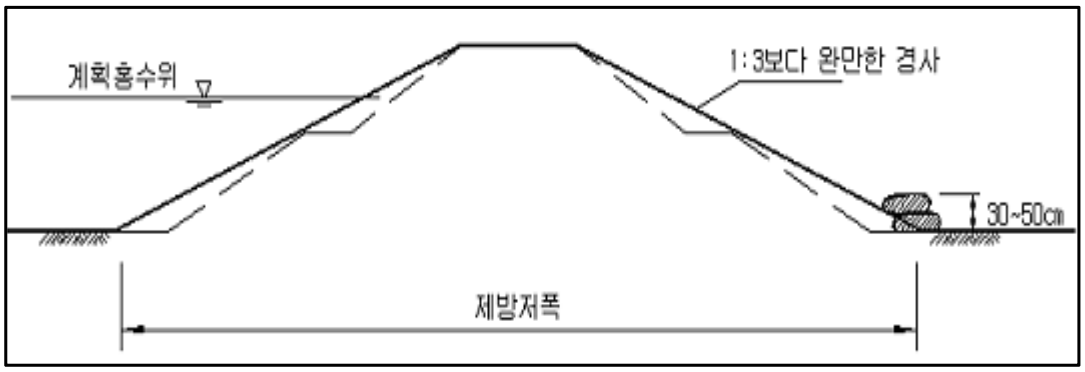


나) 지형조건, 기존제방과 연결, 통수단면 유지, 구조물 이설 등의 이유로 비탈경사를 1:3보다 급하게 결정해야 하는 경우, 제방 또는 지반의 토질조건, 홍수지속시간 등을 고려한 수리학적·토질공학적 안정성을 반드시 검토한 후 비탈경사를 결정한다.

다) 제외지측 비탈경사를 1:3으로 설치할 때, 통수능 저하로 인해 계획홍수위를 초과하는 경우 제내지측을 확장하는 방안을 수립한다. 또한, 제방 안정성이 충분히 확보된 기설제방은 기존 제외지측 비탈경사를 유지할 수 있으며, 비탈경사를 1:3으로 설치 할 때는 앞비탈기슭을 기준으로 한다. 이때 앞비탈기슭 비탈경사 1:3으로 인하여 감소된 둑마루폭은 제내지측을 확장함으로써, 둑마루폭 기준을 만족시키고, 제방 안정성을 확보하도록 한다.

라) 교행공간의 제내지측 비탈경사는 예외로 한다.

마) 비탈경사가 1:3.0 보다 완만한 완경사 제방의 경우 비탈면에서의 차량진입, 불법주차등이 행해지는 경우가 있기 때문에 이들에 의한 위험발생방지를 위해 필요에 따라 비탈기슭에 비탈기슭보호공을 30～50㎝정도 높이로 설치할 수 있다.



<그림 2.1-2> 비탈기슭보호공 설치 예시도

바) 비탈기슭보호공은 옹벽형벽 돌망태, L형측구, 돌쌓기(찰쌓기, 메쌓기)등으로 하여 견고히 설치하여야 하며, 가급적 자연친화적인 측면을 고려하여 설치하여야 한다.

사) 제방의 종방향으로 비탈경사가 일정하지 않을 경우, 부득이 한 경우를 제외하고는 일정구간 변화구간을 설치하여 비탈경사 변화를 완만하게 계획하여야 한다. 특히 제외측의 경우 홍수시 국부 세굴의 원인이 되므로 유수의 흐름에 지장이 없도록 변화구간을 충분히 설치하여야 한다.

아) 계획홍수위 이상 여유고 구간에서의 비탈경사는 둑마루폭의 적극적 활용을 위하여 현장여건에 맞게 조정할 수 있다. 단, 경관, 환경, 안전성이 고려되어야 한다.

5) 둑마루 표면의 마무리

가) 둑마루표면은 계획제방고 위에 약 20㎝ 두께의 잡석 및 보조기층재(SB-2)를 부설하여 차량 및 농기계의 이동으로 인한 요철(바퀴패임 등)이 발생하지 않도록 하여야 한다.

나) 또한, 둑마루내 다짐층은 횡단경사를 3~6%를 두어 원활한 배수가 이루어질 수 있도록 하여야 한다. (포장의 경우 2%, 보조기층 4%)

다) 또는, 시공성 및 다짐장비의 효율(유효 다짐폭 확보 및 장비의 운행 등)을 고려하여 둑마루폭 5.0m이하는 일방향으로 편경사를 두고, 둑마루폭 6.0m 이상은 제내·외측 양방향으로 횡단경사를 계획할 수 있다. 단. 완화된 경사면에 식물자생을 유도할 겨우 법면다짐을 할 수 있다.

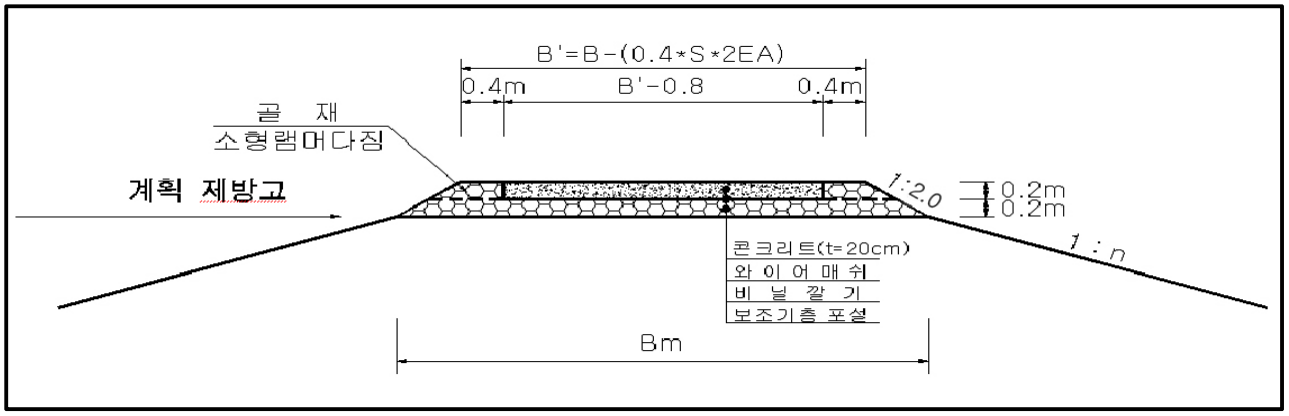
라) 편경사의 방향은 표면수에 의한 비탈면의 침식을 고려하여 가급적 제외측으로 설치하는 것을 원칙으로 하되 현장여건에 따라 적절히 계획하여야 한다.

(일반적으로 제외측 비탈면은 여유고 구간을 제외하고 호안을 설치하므로 둑마루의 표면수에 의한 비탈면 침식이 발생할 때, 제내지측 비탈면보다 그 길이가 짧고, 홍수위 이하의 제체가 호안에 의하여 보호되므로 제외측으로 편경사를 두는 것이 제체의 안정상 유리하다.)

마) 둑마루 표면의 다짐은 잡석(사리부설)은 비다짐, 보조기층재(SB-2)는 도로의 보조기층 다짐에 준한다.

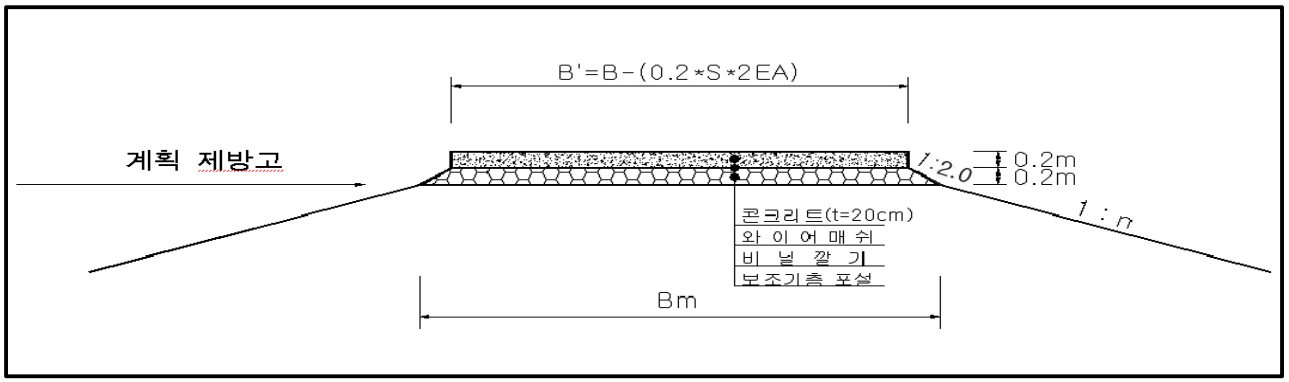
바) 둑마루의 표면에 포장(아스콘 또는 콘크리트)을 하는 경우는 깬잡석, 쇄석, 조약돌층이 계획제방고 위에 설치되도록 계획하여야 하며, 관리용도로 또는 농어촌도로법에 준하여 계획하여야 한다.

사) 관리용도로(기타 간이 콘크리트 포장도로 포함)를 둑마루에 설치하는 경우 아래 그림과 같이 축제계획고 위에 설치하여야 한다.



주1) B : 둑마루폭(m), S : 골재비탈경사, n : 제방비탈경사
주2) 둑마루폭이 6m이상일 경우에 보조기층 경사를 1:2.0로 적용

<그림 2.1-3> 길어깨를 설치하는 경우

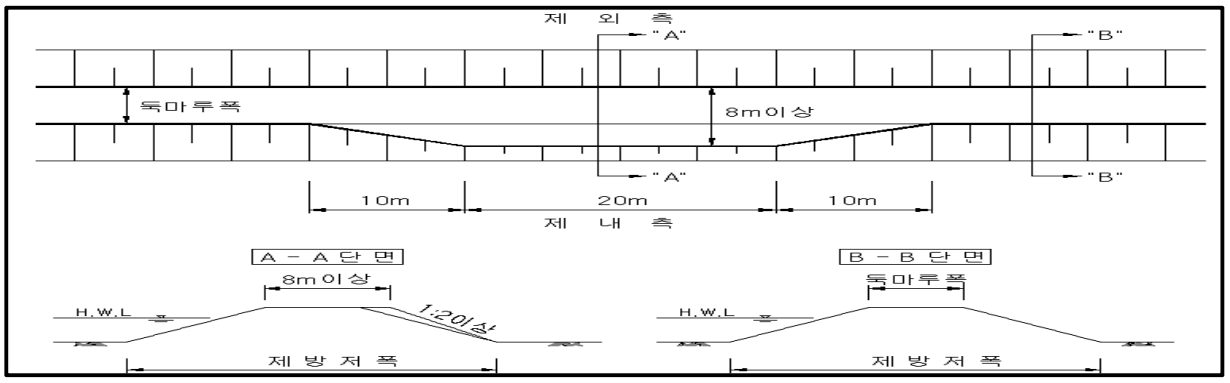


<그림 2.1-4>전단면 포장을 시행하는 경우

6) 교행공간

제방의 유지관리와 긴급방재활동 등을 위하여 자동차가 교행할 수 있도록 약 300m(교행이 가능한 공간이 있으면 이를 감안한다)마다 교행할 수 있는 공간을 확보하여야 한다.

가) 교행공간은 다음 그림규격으로 계획하되, 제내지측 비탈면경사는 1:2.0이상 확보되도록 하되 추가 편입용지가 발생하지 않도록 조정할 수 있다.



<그림 2.1-5> 교행공간 설치 예

※ 교행공간의 폭과 연장은 제내지 및 주변여건에 따라 가·감하여 적용할 수 있다.

나) 제방의 시.종점부가 산 또는 도로인 경우에는 필히 교행공간을 시.종점부에 설치하여 접속부의 보강역할 및 방재용 차량의 회차 등이 가능하도록 계획한다.

다) 교행공간은 가능한 배수암거, 교량, 부체도로 등의 위치에 설치하여 제방과 구조물접속부에 대한 보강 역할을 할 수 있도록 계획한다.

라) 제방유지관리용도로 및 부체도로를 설치하므로써 차량교행에 불편을 주지 않는다고 판단된 경우는 교행공간을 계획하지 않아도 된다.

마) 교행공간은 차량의 교행을 목적으로 하나 제방의 응급복구시 응급복구용 재료로서 활용될 수 있다.

바) 따라서 교행공간 설치시 소요되는 추가단면의 재료는 축제재료기준을 만족하지 않아도 된다. (현장 사토, 토석 적극 활용으로 사토량 최소화 유도)

7) 관리용 도로 및 접근로

가) 제방의 시공 및 유지관리상의 측면에서 필요한 경우 제내지쪽 측단 또는 제방 하단부에 관리용도로를 설치할 수 있다.

나) 관리용도로의 폭은 원활한 방재작업 수행을 위하여 2.1.1절 『<표 2.1-1> 하천의 중요도와 계획규모』에서 정한 하천의 중요도가 A급 및 B급인 하천과 재현기간 100년 빈도 이상의 C급, D급 하천에서는 5m이상, 그 밖의 하천에서는 3m이상 확보함을 원칙으로 하되 제내지 여건에 따라 그 값을 조정할 수 있다.

다) 관리용도로는 홍수시 제방의 응급복구용 도로로서 제내측 기존도로에서 제방까지 자동차 및 중장비 등이 신속히 접근할 수 있도록 하는 접근도로를 설치하여야 한다. 만약 기존의 접근도로가 소정의 규격(농어촌 도로의 구조·시설에 관한 규칙 참조)을 확보하고 있지 않을 경우 별도의 접근도로 계획을 수립하여야 한다.

라) 접근도로 계획수립시 최대한 기존도로를 활용하여 “관리용도로 계획망도”를 작성하여 종합 검토한다.

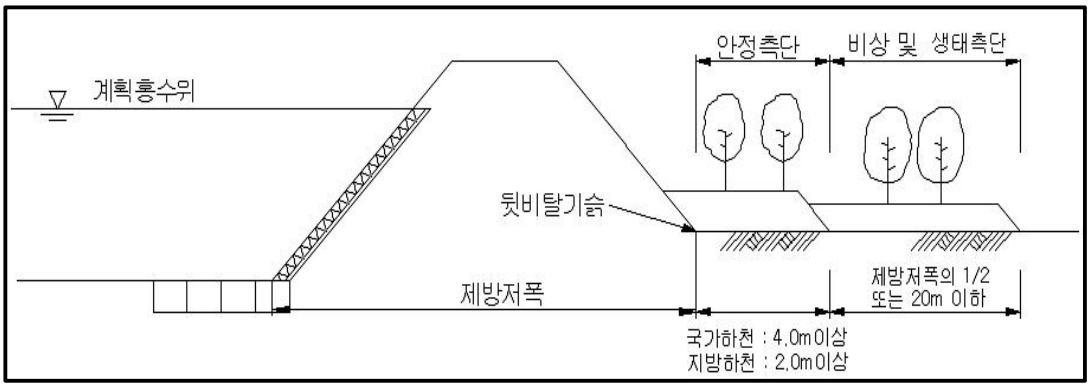
마) 접근도로를 설치하는 경우 제방 길이 방향으로 약 2㎞마다 1개소를 설치하고, 2㎞ 이하의 짧은 구간에서는 최소 1개소를 설치하여 접근도로에서 제방둑마루까지 차량이 진입할 수 있도록 완경사의 부체도로를 설치하여야 한다.

바) 또한 관리용 도로를 설치하는 경우 적당한 위치에 적당한 간격(제방길이 방향으로 500m 내외)으로 관리용도로와 제방 둑마루간의 차량통행이 가능하도록 연결도로(부체도로)를 설치하여야 한다.

사) 안정측단, 비상 및 조경측단

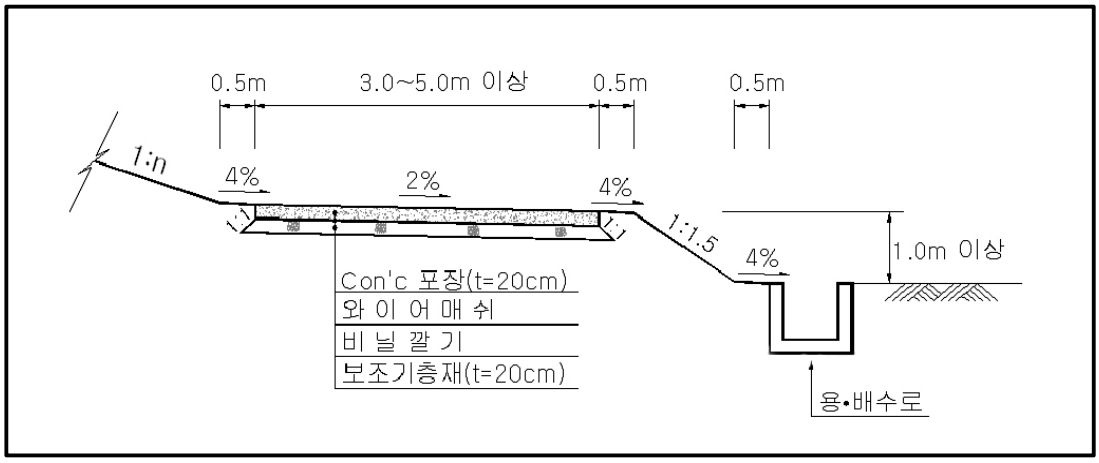
① 필요한 경우 유지관리와 비상시 활용을 위한 안정측단이나 비상측단을 설치하고, 쾌적한 환경을 바라는 사회적 욕구 등을 반영하기 위한 생태측단을 관리용도로와 제내지측에 연결하여 설치할 수 있다.

② 안정측단은 국가하천의 경우 4.0m이상, 지방하천의 경우 2.0m 이상으로 하고, 비상 및 조경측단의 폭은 제방부지 폭의 1/2이하(20m이상 되는 곳은 20m)로 한다.



<그림 2.1-6> 측단의 설치 예

아) 관리용도로 및 접근도로는 제내지 침수시 도로단절 등을 고려하여 제방하단에서 최소 1.0m 이상 높게 설치하여 계획한다.



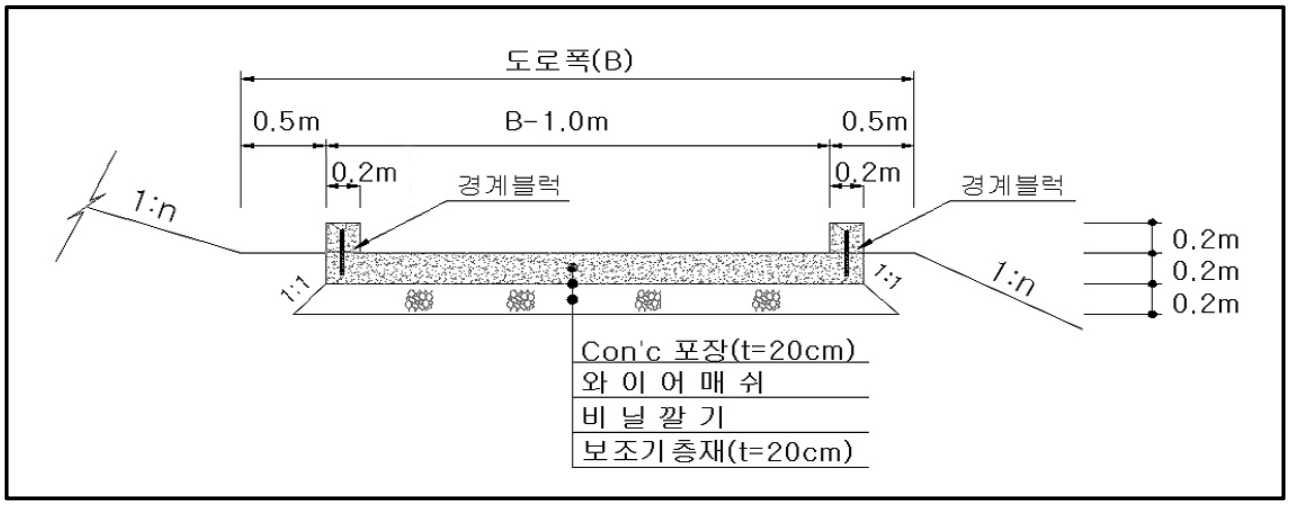
<그림 2.1-7> 관리용도로 설치 예

자) 관리용도로 및 종배수로 설치시 농경지 진·출입이 원활하도록 현장여건에 맞춰 농경지 진입로를 계획하여야 한다.

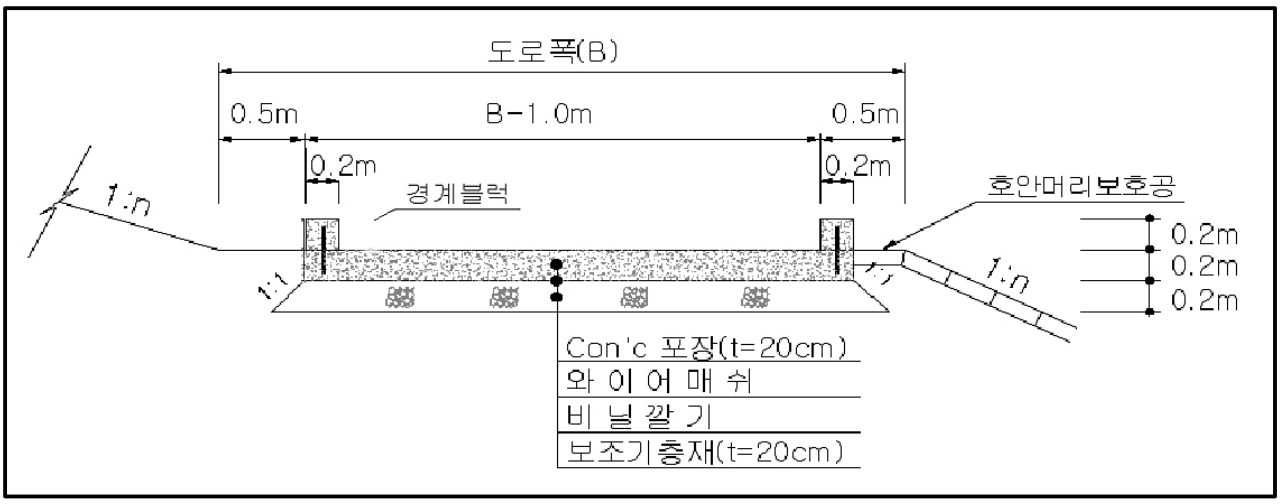
차) 도시지역의 경우 하천공간이 지역주민들의 휴식공간으로 활용될 수 있도록 완경사 부체도로, 계단 등을 계획하여 주민들의 접근이 용이하도록 할 뿐만 아니라, 진입로는 장애인, 고령자, 임산부 등의 출입 편의를 확보하기 위하여 「장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률 시행규칙」 별표 1 제1호 가목을 참조한다.

8) 부체도로

지방도 및 군도로 연결되는 도로는 현지여건에 맞추어 관련 설계기준에 따라 설계하여야 하며 일반적인 부체도로는 다음과 같이 계획한다.



<그림 2.1-8> 제내지 부체도로 설치 예



<그림 2.1-9> 제외지 부체도로 설치 예

가) 부체도로폭(B)은 4m를 기준으로 하며 현지여건에 따라 3~5m를 적용하되 교량에 연결되는 경우에는 차량의 운행 및 회전에 지장이 없도록 하고, 필요시 둑마루 접속부에 원활한 교행을 위하여 대기공간을 계획할 수도 있다.

나) 종단경사는 10%이내로 계획하되 부득이한 경우 14%이내로 한다.

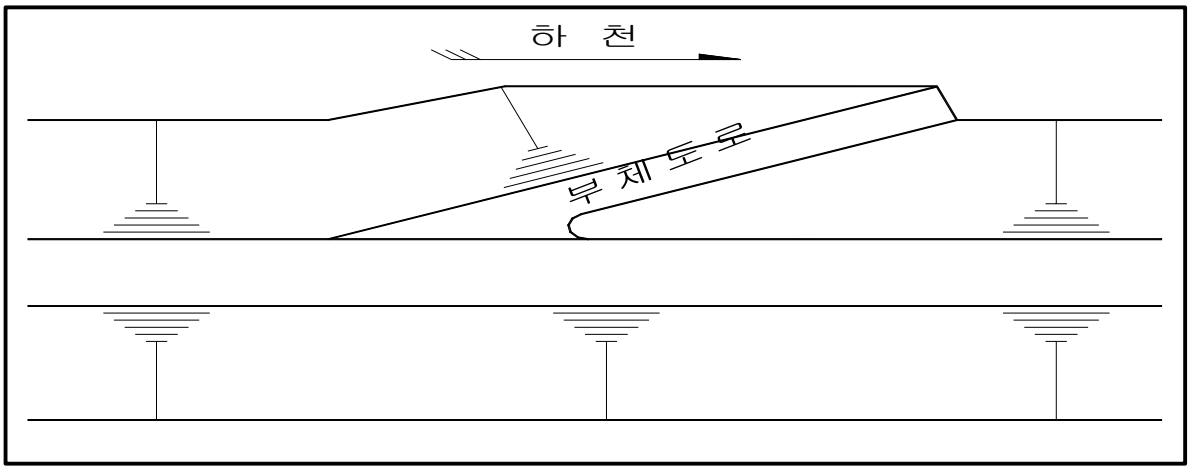
다) 제외측, 제내측 포장은 모두 콘크리트포장(T=20cm)으로 한다.

라) 콘크리트포장(fck_{28}=21Mpa)에 5m 간격으로 줄눈(콘크리트 컷팅)을 설치한다.

마) 추락 방지를 위해 필요시 경계블록(h=20cm) 또는 가드레일을 설치하여야 한다.

바) 콘크리트포장의 분리막을 설치한다.(비닐깔기)

사) 제외측 부체도로의 설치방향은 가급적 하류쪽으로 내려가도록 계획하여야 하며, 포장면과 호안머리공의 접속부에 홍수시 피해가 발생하지 않도록 주의하여야 한다.



<그림 2.1-10> 제외지측 부체도로 설치방향 예시

9) 비탈면 보호공

가) 호안공을 시행하지 않는 구간(제외지측 계획홍수위 이상 및 제내지측 비탈면)에 대해서는 비탈면 보호를 위하여 별도의 보호공을 설치하여야 한다.

나) 비탈면 보호는 식생공을 원칙으로 하며 다음 표의 공법 중에서 토질 및 현지여건 등을 고려하여 적절한 공법을 선정한다.

<표 2.1-4> 비탈면 종류에 따른 비탈면보호공법 종류

구 분		비 탈 면 보 호 공	추 천
성토면	제 내	줄떼, 평떼, Seed Spray, 거적떼, 식생매트	거적떼
	제 외	줄떼, Seed Spray, 거적떼,식생매트	줄 떼
절토면	제 내	평떼, Seed Spray, 거적떼, 식생매트	거적떼
	제 외	평떼, Seed Spray, 거적떼, 식생매트	줄 떼

※ 제외측 홍수위 이하 및 제내측 수로는 호안공에서 적절한 공법 적용

다) 제방둑마루의 표면수로 인한 비탈면의 침식이 우려되어 비탈면의 보강이 필요한 경우에 줄떼나 거적떼보다는 평떼 또는 식생매트를 사용하여 침식으로부터 비탈면이 보호되도록 하여야 한다. (설치위치 : 여유고 구간의 비탈면, 『바) 표준단면도』 참조)

<표 2.1-5> 축재 재료에 따른 비탈면보호공 (침식방지를 고려할 경우)

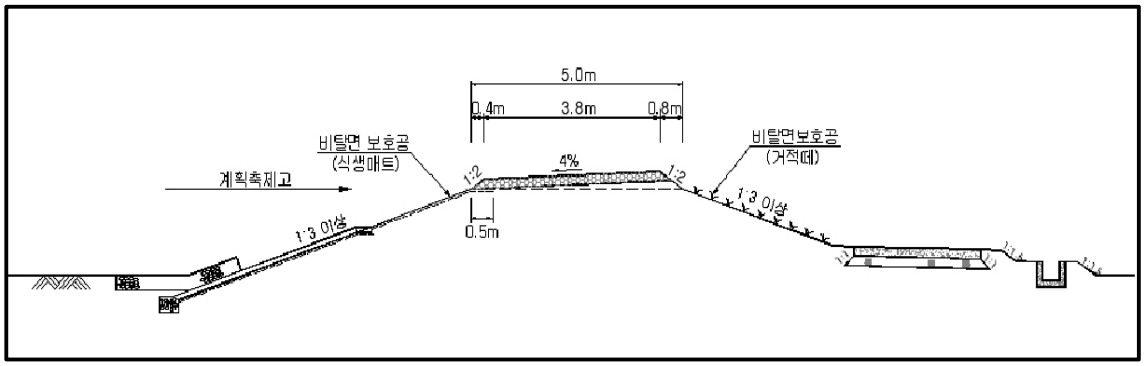
축제 재료	특 성	추천공법
GM, SM	침식에 대한저항성이 작고, 식생의 초기활착이 어려움	식생매트
GC, SC, ML, CL	침식에 대한저항성이 크고, 식생의 초기활착이 용이함	평 떼

라) 다만, 도로겸용제방의 경우 측구 및 도수로 등을 이용하여 별도의 비탈면 배수로 계획을 반영한 경우에는 줄떼나 거적떼만 설치할 수 있다.

마) 제방의 성토비탈면은 법면다짐을 시행하여 안정을 도모하여야 한다.

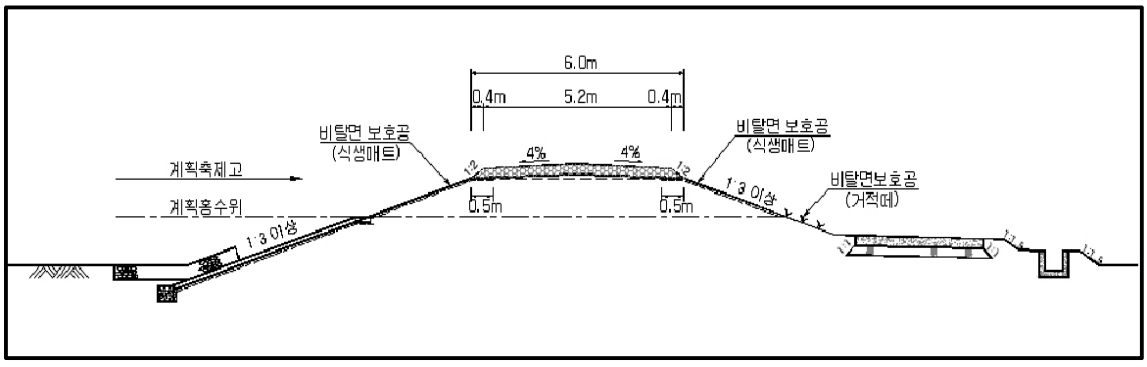
바) 표준단면도 (현지여건상 별도의 비탈면 침식방지가 필요하다고 판단되는 경우에 한함.)

① 둑마루 폭 5.0m 이하(편경사 구간)



<그림 2.1-11> 둑마루 편경사시 비탈면 보호공 설치 예

② 둑마루 폭 6.0m 이상(양단경사 구간)



<그림 2.1-12> 둑마루 양단경사시 비탈면 보호공 설치 예

※ 둑마루에 포장(시멘트콘크리트 또는 아스팔트콘크리트)을 시행할 경우에는 노면배수 계획에 따라 측구 및 도수로 등을 설치할 수 있다.

2.1.4 제방안정검토

1) 활동

가) 제방은 원호활동 및 비탈면의 활동에 대해 검토하여야 하며 검토결과 안전율이 다음의 값 이상이 되는 성토재로 축조하여야 한다.

<표 2.1-6> 제체 상태에 따른 안전율

제체상태	간극수압상태	안전율
인장균열(crack) 불고려시	간극수압을 고려하지 않는 경우	2.0 이상
	간극수압을 고려하는 경우	1.4 이상
인장균열(crack) 고려시	간극수압을 고려하지 않는 경우	1.8 이상
	간극수압을 고려하는 경우	1.3 이상

참고자료 : 하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회

나) 제체 및 기초의 활동파괴에 대한 안전성 검토에 고려되는 하중은 자중, 정수압, 간극수압, 교통(상재)하중 등이 있으며 이를 제방의 주 사용용도, 현장 여건 및 포화 상태에 따라 적용해야 한다. 이때, 교통(상재)하중은 아래 표와 같이 적용한다.

<표 2.1-7> 교통(상재)하중

주 사용용도	상재하중 (kN/m^2)
일반제방	10
도로겸용 제방	12.7

2) 누수

가) 제방은 누수에 대한 침투해석을 통해 안전성을 검토하여야 하며 검토결과 누수에 대해 불안정한 경우 다음과 같이 현지여건 및 토질특성 등을 고려, 적절한 대책을 강구하여야 한다.

나) 연약지반처리공법 선정 시 모래, 쇄석, 인공배수재 등 수평배수재가 적용되는 공법의 경우, 이로 인한 홍수기간 중 침투유로를 유발할 수 있으므로 대책을 강구하여야 한다.

<표 2.1-8> 누수의 종류, 원인, 대책

누수의 종 류	누 수 의 원 인	대 책
제체 누수	· 제체단면이 너무 작은 경우	· 제방단면 확대로 침윤선 연장
	· 제체가 모래질 또는 자갈인 경우	· 앞비탈면 불투수 피복처리
	· 제체의 다짐이 부족한 경우	· 제내 비탈면 보강(압성토)
	· 두더지 등의 동물에 의해 구멍이 생긴 경우	· 제체내 차수벽 설치
	· 구조물과 성토부의 접합부시공이 불량한 경우	· 구조물주변 차수벽 설치
지반 누수	· 지반이 모래층 또는 자갈층인 경우	· 제방단면 확대로 침윤선 연장
	· 고수부지 투수층이 세굴로 노출된 경우	· 제외지에 수제 설치로 세굴방지
	· 고수부지 투수층이 골재채취로 노출된 경우	· 제내, 제외 바닥면 불투수 피복처리
	· 제내지 투수층이 골재채취로 노출된 경우	· 투수층에 차수벽 설치
	· 지반침하로 인해 침투압이 증가한 경우	· 제방에 배수로 설치

3) 침하

연약지반에 제방축조시 다음 사항을 검토하여야 한다.

가) NX규격(KS E 3107) 이상으로 자연시료를 채취, 토질시험 및 역학시험을 거쳐 침하량을 측정하고 대책공법을 세워야 한다. 또한, 제방의 중요도를 고려하여 시공시 지표면 및 지반 내에 계측기를 설치하여 축제로 인한 지반의 압밀침하 진행 및 지반파괴 및 융기현상 등을 지속적으로 파악하여 대책공법을 마련하여야 한다.

나) 침하계산시 침하량은 물론 침하속도와 시간과의 관계도 검토하여야 한다.

다) 침하방지 대책으로는 과재성토 및 연약토사치환 등의 방법이 있다.

라) 시공중에 침하량을 검측할 수 있도록 계측관리에 대한 설계가 반영되어야 한다.

(2.2.18 연약지반위의 흙쌓기 참조)

마) 연약지반 허용잔류침하량 기준은 다음과 같으며 이를 반영하여야 한다,

① 연약지반에 축조되는 제방의 침하를 검토하는 경우에는 시간효과를 고려하여 시공완료 후 발생할 침하를 예측하여 설계하는 것을 기본으로 한다.

② 연약지반 상 허용잔류침하량에 대한 기준은 구조물의 사용 목적 및 중요도, 공사기간, 유지관리 정도, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 적용되어야 한다.

③ 제방 조건별(일반제방, 도로겸용 제방, 배수구조물이 설치된 제방)에 따른 허용잔류침하량 기준은 다음과 같다.

<표2.1-9> 허용 잔류침하량 기준 (제방 둑마루 기준)

대상지역	허용잔류침하량
일반 제방	총 침하기준 30cm 이하
도로겸용 제방	총 침하기준 10cm 이하
배수구조물 설치 제방	총 침하기준 10cm 이하

2.1.5 토량변화율

1) 토량변화율은 토질시험값을 적용하는 것을 원칙으로 하되 소규모 공사(성토량 10,000㎥ 이하)의 경우 건설공사표준품셈에서 제시된 다음 값을 이용할 수 있다.

<표 2.1-10> 토량 변화율

종 별	L	C
역질토 (GM, GC)	1.175	0.95
사질토 (SM, SC)	1.25	0.875
점질토 (ML, CL)	1.30	0.90

※ 평균값 적용시 토질별 가중평균값 적용 참고자료 : 건설공사표준품셈, 2006

2) 토량변화율은 자연상태의 토량, 흐트러진 상태의 토량 및 다짐상태의 토량을 조합한 것으로 다음과 같다.

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

3) 토량환산계수(f)는 다음과 같다.

<표 2.1-11> **토량 환산계수**

구하는 량 / 기준이 되는 량	자연상태의 토 량	흐트러진 상태의 토 량	다짐상태의 토 량
자연상태의 토량	1	L	C
흐트러진 상태의 토량	1 / L	1	C / L

참고자료 : 건설공사표준품셈, 2006

4) 수량산출시 흙쌓기 및 보조기층수량은 다짐상태로, 그 외 모든 수량은 자연상태로 구하며 단가산출시 토량환산계수는 다음과 같이 적용한다.

<표 2.1-12> **공종별 토량환산계수 적용 예**

공 종		토량환산계수	비 고
표 토 제 거		1/L	자 연 상 태
층 따 기		1/L	〃
흙 운 반 (깍기, 적사, 운반)	도저운반	1/L	〃
	덤프운반	1/L	〃
순 성 토 (깍기, 적사, 운반)		1/L	〃
흙 쌓 기	부 설	C/L	다 짐 상 태
	다 짐	1	〃
사 토 (적사, 운반, 정지)		1/L	자 연 상 태
둑마루 표면 마무리	사리부설 (운반, 부설)	1	자연상태 = 다짐상태
	보조기층포설 (부설)	C/L	다 짐 상 태
	보조기층포설 (다짐)	1	〃
측구 터파기		1/L	자 연 상 태

2.1.6 침하토쌓기

제체 자체의 침하에 대한 침하토쌓기는 고려하지 않는다. 다만, 연약지반의 경우는 기초지반의 즉시침하 및 장기침하를 계산 후 그 양만큼 침하토쌓기를 하여야 한다.

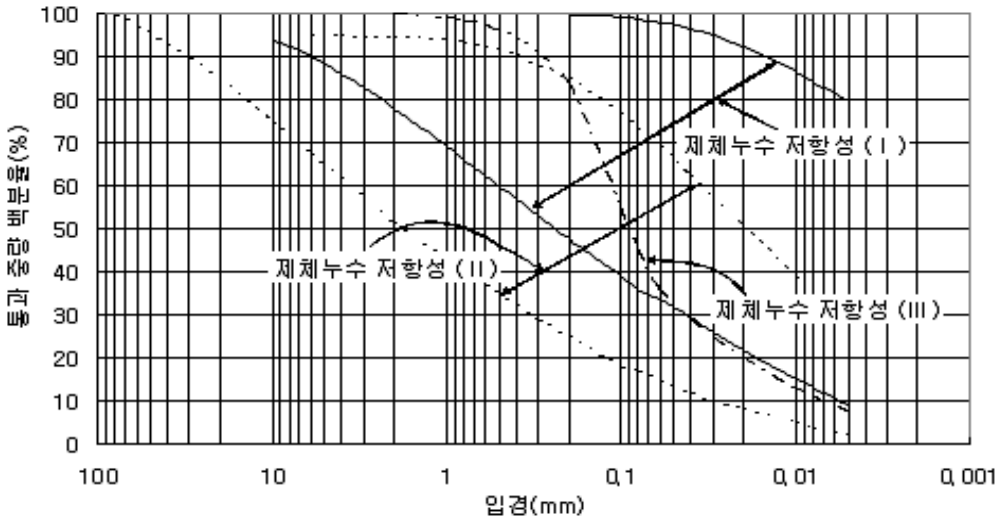
2.1.7 축제재료

축제재료는 다음의 기준을 만족하여야 한다.

1) 하상재료의 사용을 원칙적으로 금하되 부득이한 경우는 하상재료채취에 따른 하상변동 및 생태계에 미치는 영향을 종합검토 후 사용여부를 발주처와 협의하여야 한다.
2) 투수계수가 $k=1.0 \times 10^{-3}$cm/s 이하여야 한다.
3) 활동방지를 위해 전단강도(내부마찰각, 점착력)가 커야 한다.
4) 굴착, 운반, 포설 및 다짐 등의 시공이 용이해야 한다.
5) 물에 용해되는 성분이나 풀 또는 나무뿌리 등의 유기물을 포함하지 않아야 한다.
6) 습윤이나 건조에 의한 팽창 및 수축이 크지 않아야 한다.
7) 함수비가 너무 높은 흙은 야적 후 함수비를 낮추어 사용해야 한다.
8) 재료의 최대 치수는 100㎜ 이내로 하며, 통일분류법상에 GM, GC, SM, SC, ML, CL 등과 같은 일정 정도 점토(C) 및 실트(M)와 같은 세립분을 함유해야 한다.
9) 내부 마찰각이 크고, 특히 물이 포화상태일때 내부마찰각이 크게 낮아지지 않아야 한다.
10) 부득이한 경우에는 제방의 안전성에 문제가 없음을 입증시키는 정밀한 시험을 행한 후 사용하여야 한다.
11) 또한, 제체재료는 적절한 입도분포 확보 및 누수에 대한 저항성을 높이기 위하여 <표 2.1-11>의 구분 I , II 이상의 재료를 사용하여야 한다. 각 재료별 입도분포곡선은 <그림 2.1-13>과 같다.
12) 다만, 정규 제체단면이외에 관리용도로, 비상주차대, 완경사제방 등 추가단면으로 인한 확대시 제방 안정성검토 후 제체안정에 문제가 없다면 확대된 추가단면에 대해서는 상기 축제재료기준에 만족하지 않더라도 사용할 수 있다.

<표 2.1-13> 제체 재료별 제체누수에 대한 저항성

구 분	재 료	제체누수에 대한 저항성
I	- 소성지수 PI > 15인 CL - 입도분포가 양호하고 PI > 15인 SC	가장 큼
II	- PI < 15인 CL, ML - 입도분포가 양호한 GM - 입도분포가 양호하고, 7 < PI < 15인 SC, GC	중간
III	- SP - 입도분포가 균등한 SM - PI < 7인 ML	가장 작음



<그림 2.1-13> 각 제체재료별 입도분포곡선

2.1.8 다짐

1) 제체재료의 품질 및 다짐기준은 다음 표를 따른다.

<표 2.1-14> 제방의 축제 재료의 다짐기준

항 목 \ 공 종		토 사	시 험 법
수정 C B R		2.5 이상	KS F 2320
다짐도	복토 (은제구간)	90% 이상	KS F 2312
	일반구간	90% 이상	KS F 2312
	구조물 뒷채움구간	95% 이상	KS F 2312
시공함수비		다짐시험방법에.....함수비 사이	
시공층 두 께	복토 (은제구간)	30cm 이하	한층의 마무리두께
	일반구간	30cm 이하	
	구조물 뒷채움 구간	20cm 이하	
#200통과량 20～50%		공기 간극율(Va) 15% 이하	
#200통과량 50% 이상		공기 간극율(Va) 10% 이하	

참고자료 : 하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회

가) 수정 CBR : 제체 둑마루가 교통하중에 견딜 수 있어야 하며, 견인식 타이어 로울러로 전압이 가능한 최소 2.5이상의 지지력이 필요하다. 단, 흙의 수정 CBR이 2.5 이내일 경우 별도의 안정처리 대책을 강구하여 사용하여도 무방하다.

나) 다짐도 : 흙의 다짐도는 KSF-2312의 규정에 따라 실시한 최대건조밀도의 90%이상으로 한다.

다) 또한 #200체 통과량이 20 ~ 50% 일때는 공기 간극율(Va) 15% 이하, 통과량이 50% 이상 일때는 공기 간극율은 10% 이하가 되어야 한다.

라) 규정된 다짐도는 만족하지 않지만 충분한 강도 (콘지수(qc)≥10)가 확보될 수 있는 별도의 시험시공에 따라서 다짐한다.

2) 흙쌓기 및 되메우기의 다짐은 층다짐으로 하여 다짐부위 전체가 균일한 다짐이 되도록 한다.

3) 다짐장비의 선정, 다짐횟수 및 포설두께 등의 다짐규정은 현장여건을 고려하여 다음의 기준에 따라 설계하여야 한다.

<표 2.1-15> 토질에 따른 다짐로울러 기종의 선정

토 양	다짐기계	다짐 두께 (cm)	다짐도(%)	규격 (ton)	다짐횟수
점성토	양족식로울러 (자주식)	30	90%	19	5
			95%	19	8
사질토	진동로울러	30	90%	10	6
		20	95%	10	
	타이어로울러	30	90%	8~15	4
		20	95%	8~15	

참고자료 : 하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회

4) 흙쌓기 층은 균일한 밀도를 얻기 위해서 사전에 불도저 등으로 땅고르기와 물을 뿌리거나 아니면 적당한 방법으로 건조시켜 최적 함수비에 가까운 상태로 조절하여 다지도록 한다.

5) 로울러와 그레이더는 흙쌓기 재료를 고르게 다지는 데 충분한 수량을 확보하도록 한다.

6) 다짐후 현장밀도 측정은 다짐층별로 1,000㎥마다, 제방 길이방향으로 500m마다 1회 이상 실시한다.

7) 흙쌓기 및 되메우기 각 층은 다짐종료 후 다짐 검사를 받고, 승인을 얻은 후 다음층을 시공 하도록 한다.

8) 흙쌓기의 시공에 있어서는 전체가 균일한 다짐이 되도록 하고, 비탈면은 규정 다짐율

이상으로 다지도록 한다.

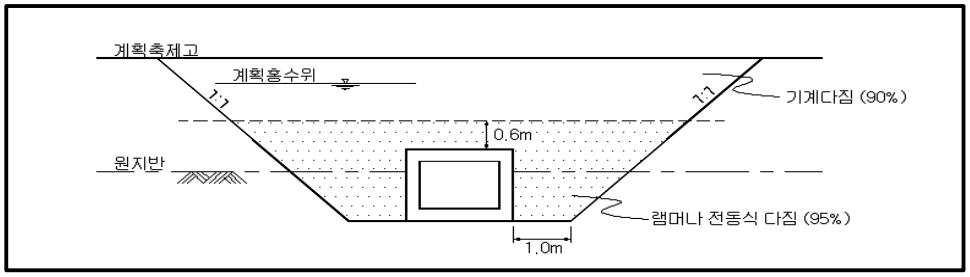
9) 구조물에 인접한 부분과 같이 면적이 좁아 로울러류에 의한 다짐을 못하는 장소는 램머 및 전동식 다짐 기계 등으로 다짐을 실시한다.

10) 지반이 복잡하여 규정된 포설 두께로 다짐기계가 운행할 수 있는 최소한 면적이 얻어지는 최소의 두께까지 인력으로 포설할 수 있고, 이때 재료는 균일하게 포설해야 한다.

11) 구조물 주변은 다짐도를 95%이상으로 하고, 구조물주변의 뒷채움재는 반드시 양질의 토사(SM 및 SC등)를 사용하여 누수에 대한 안전을 확보하여야 한다.

12) 제방 횡단 구조물의 일반토사 되메우기 구간은 다짐층의 두께를 10~20cm로 하여 램머나 전동식 다짐 기계로 배수통문 및 통관 양측에 대칭으로 골고루 다져야 하나, 상단 30cm 높이까지 다짐 되메우기가 완료된 후가 아니면 장비 다짐은 피한다.

13) 구조물 주변 터파기 폭은 기초저면에서 수평방향으로 1.0m 이상으로 하고, 경사의 경우 1:1.0이상, 구조물 상단으로부터 수직방향으로 0.6m 이상으로 하여 치수 및 역학적 안정 모두를 고려한 최소 범위 이상으로 한다.

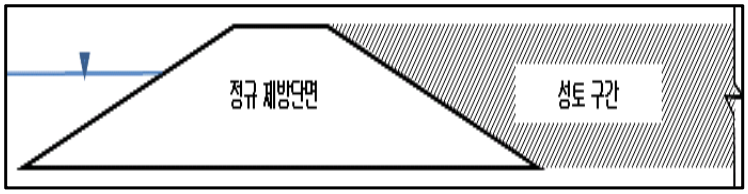


<그림 2.1-13> 구조물 주변 다짐범위

14) 제방 횡단 구조물의 기초부 및 흙쌓기 구간의 되메우기는 구조물의 양측을 균등하게 메우면서 다져야 한다.

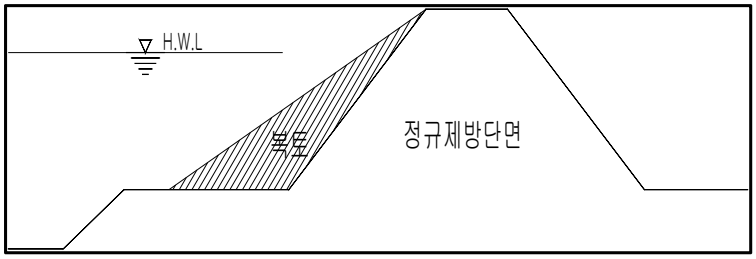
15) 흙쌓기 시공 중에 시공 기계의 주행 등에 의하여 발생한 불량부분은 부적합한 재료를 제거하고 재시공한다.

16) 대규격제방단면중 정규 제방단면 부분은 상기의 제방 다짐 기준을 따르고, 그 외 제내지 성토구간의 흙의 다짐도는 KS F 2312의 규정에 따라 실시한 최대건조밀도의 90% 이상으로 한다.



<그림 2.1-14> 대규격제방의 제체재료 및 다짐기준 적용구간

17) 안정성이 확보된 기성제(최대건조밀도 다짐도90%이상 비탈경사1:3이상)중 제외지측 경사면에 복토를 할 경우 흙의 다짐도는 KS F 2312의 규정에 따라 실시한 최대건조밀도의 90%이상으로 한다.



<그림 2.1-15> 복토(은제구간)의 다짐기준 적용구간

2.1.9 연약지반처리

연약지반 위에 제방을 쌓을 경우 다음과 같이 설계단계에서 충분히 조사 검토 후 적절한 공법을 선정, 제시하여야 한다.

1) 연약지반의 기준

가) 연약지반의 판정은 성토규모나 구조물 목적에 따라 상대적인 의미로 평가된다.

나) 연약지반에 대한 상대적인 의미의 평가란 시공성, 지반의 활동파괴, 구조물의 지지력 확보 여부, 장기적인 압밀침하 등에 대한 안정성 평가이며, 불안정한 경우는 연약지반으로 취급하여 대책을 강구하여야 한다.

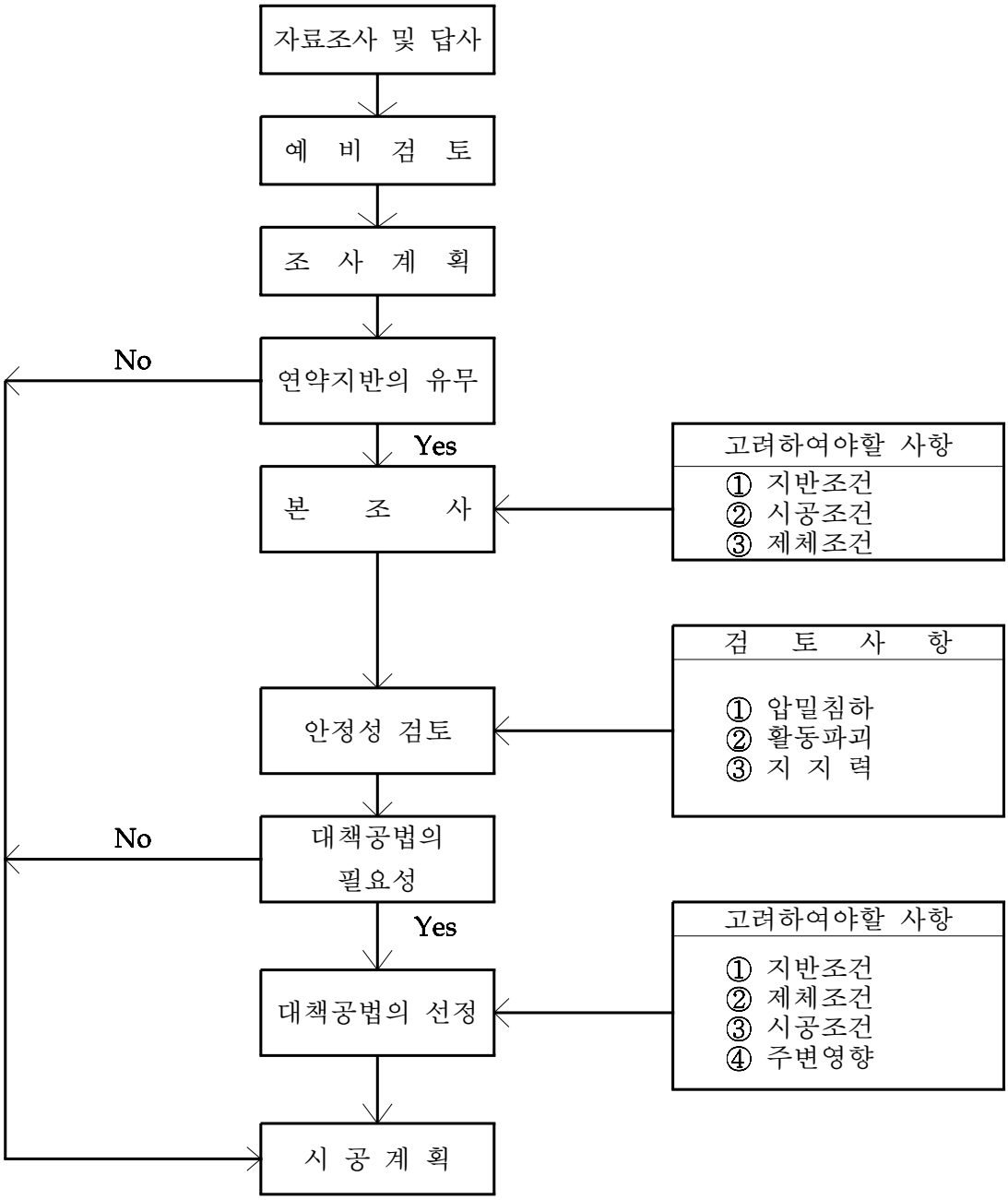
다) 일반적인 의미의 연약지반은 아래와 같이 구분한다.

<표 2.1-16> 연약지반의 판단기준

구 분	점 성 토, 유 기 질 토		사질토 지반
층두께	10m 미만	10m 이상	-
N치	4이하	6이하	10 이하
q_u(kg/cm^2)	0.6이하	1.0이하	-
q_c(kg/cm^2)	8이하	12이하	40 이하

※ qc : 콘지수 qu : 일축압축강도 참고자료 : 하천설계기준·해설, 2009, 한국수자원학회

2) 연약지반의 검토



3) 대책공법의 적용 및 설계

가) 활동파괴에 대한 대책공법

- Sand Compaction Pile 공법
- 치환공법(부분제거)
- 압성토 공법
- Protection Pile 공법
- Pile Net 공법
- 심층 혼합처리 공법

나) 압밀침하에 대한 대책공법

- Vertical Drain 공법(Sand Drain, Board Drain, Pack Drain)
- 진동다짐 공법
- 단계성토 공법
- 진공압밀 공법

다) 활동방지 및 압밀침하에 대한 대책공법

- 치환공법(전면제거)
- Sand Compaction Pile 공법
- 경량재료 이용 공법

라) 측방유동에 대한 대책공법

- 단계성토 공법
- 경량재 뒷채움공법
- 치환공법
- Sand Compaction Pile 공법
- 약액 주입공법
- 토목섬유 보강공법

마) 계측관리

- 침하판(개), 침하측정봉 및 보호관(m)
- 경사계(개)
- 간극수압계(개)
- 수위측정기(개)

2.1.10 일반사항

1) 수량산출은 A4 용지에 다음 양식에 의거 작성한다.

공 종	규 격	산 출 근 거	수 량

2) 수량산출시 소수위 기준은 건설공사표준품셈을 따른다.

3) 할증율의 적용시 자재(재료)의 구입(제작)량과 시공량을 달리하는 경우에는 시공량에 할증율을 가산하여 구입(제작)량을 계상하며, 자재(재료)의 구입(제작)량과 시공량을 달리하지 않는 경우에는 단가에 계상한다.

4) 도면작성시 횡단면도상의 토공수량표는 다음과 같이 작성하되 한글로 표기하는 것을 원칙으로 한다.

No. 00 + 00

공 종		단위	수 량	공 종		단위	수 량
성 토		m^2		법면다짐		m	
절 토		m^2		측구터파기		m^2	
표토제거		m		측구둑쌓기		m^2	
벌개제근		m		호안	블럭	m	
층 따 기		m			돌망태	m	
면고르기	성 토	m			기타	m	
	절 토	m		필터매트		m	
비 탈 면 보 호 공	줄 떼	m		사 석		m^2	
	평 떼	m		터 파 기		m^2	
	거적떼	m		되메우기		m^2	
	식생매트	m		잔 토		m^2	

2.1.11 도로겸용제방 설계

1) 도로겸용제방 설계

가) 부득이하게 둑마루를 도로로 이용하는 경우에는 차로폭, 폭원구성, 다짐규정, 포장두께 결정, 노면배수계획, 도로교통안전시설물 등을 고려하여 설계가 이루어져야하므로 관련 도로설계기준에 맞추어 설계를 수행하여야 한다.

나) 도로겸용제방은 제방이 주기능임으로 치수안정성 확보가 가장 중요하므로 다짐규정은 도로설계기준에 맞추되, 성토재료에 대한 사항은 누수에 대해 위험이 없도록 하천설계기준에서 제시하는 규정(23.3.2 제방의 재료)에 적합한 재료를 사용하여 시설물(도로겸용제방)의 안정성이 확보되도록 하여야 한다.

다만, 도로의 폭이 제방기준 폭 이상인 구간에는 다른 재료를 사용할 수 있다.

다) 또한, 제외측 비탈면 계획홍수위까지의 호안설치 구간은 하천설계기준·해설 및 하천공사 설계실무 요령에 준하여야 한다.

라) 도로 포장단면중에 골재층(보조기층, 동상방지층 등)은 투수층이므로 시설물의 안정성확보를 위하여 하천기본계획상의 축제계획고 위에 설치되도록 계획한다.

마) 교통량이 많아 비점오염물질의 하천 내 유입으로 하천수질을 악화시키고 소음진동으로 하천 내 주요 서식처를 훼손할 우려가 있는 경우의 도로는 제방상단보다는 제내지측에 설치토록 유도하고 그 사이에 완충녹지설치와 비점오염물질 저감대책을 수립하여야 한다.

2) 도로의 종류

도로의 종류는 크게 세가지로 구분되며, 각각 관련 규정이 다르므로 해당 규정에 맞추어 설계를 하여야 한다.(농로, 부체도로, 관리용도로는 제외)

- 일반도로 : 도로법, 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙
- 농어촌도로 : 농어촌도로정비법, 농어촌도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙
- 도시계획도로 : 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 도시계획시설의 결정·구조 및 설치 기준에 관한 규칙

가) 도로법(도로의 구조·시설기준에 관한 규칙)상의 도로는 다음과 같이 구분하고 있다.

① 도로는 고속도로와 일반도로로 구분한다.(본 하천공사 설계실무 요령에서는 고속도로에 대한 사항은 생략함)

② 지방지역에 소재하는 일반도로의 기능별 구분에 상응하는 도로법 제11조의 규정에 의한 도로의 종류는 다음표와 같다.

<표 2.1-17> 도로법상의 도로의 종류

일반도로(지방지역 소재)	도로의 종류
주간선도로	국도
보조간선도로	국도 또는 지방도
집산도로	지방도 또는 군도
국지도로	군도

참고자료 : 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙

나) 농어촌도로정비법(농어촌도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙)상의 도로는 다음과 같이 구분하고 있다.

① 면도 : 도로법에 규정된 도로(이하 "군도이상의 도로"라 한다)와 연결되는 읍·면 지역내의 기간도로

② 리도 : 군도이상의 도로 및 면도와 분기하여 마을간이나 주요산업단지등과 연결되는 도로

③ 농도 : 경작지등과 연결되어 농·어민의 생산활동에 직접 공용되는 도로

다) 국토의 계획 및 이용에 관한 법률(도시계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙) 상의 도로는 광로, 대로. 중로, 소로로 구분하고 있다 (규모별분류)

3) 도로설계시 고려하여야 할 사항

도로설계시는 해당 도로의 설계속도, 횡단구성, 선형(평면, 종단), 교차로계획(평면, 입체), 포장공법, 배수시설계획, 도로의 부속시설 등에 대하여 검토를 수행하여야 한다.

기하구조는 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」 및 세부 설계지침 등을 참조하여 수행하여야 한다. 상기 기준중에서 각 도로에 대한 설계속도와 차도폭에 대한 규정은 다음과 같다.

가) 도로법상의 도로

① 도로의 설계속도는 도로의 구분에 따라 다음 표의 속도 이상으로 한다. 다만, 지형상황 및 경제성 등을 고려하여 필요한 경우에는 다음표의 속도에서 시속 20킬로미터 범위안의 속도를 뺀 속도를 설계속도로 할 수 있다.

<표 2.1-18> 도로종류에 따른 설계속도

도로의 구분		설계속도(킬로미터/시간)		
		지방지역		도시지역
		평 지	산 지	
일반도로	주간선도로	80	60	80
	보조간선도로	70	50	60
	집산도로	60	40	50
	국지도로	50	40	40

참고자료 : 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙

② 도로의 차로수는 도로의 구분 및 기능, 설계시간교통량, 도로의 계획목표연도의 설계서비스수준, 지형상황, 나누어지거나 합하여지는 도로의 차로수 등을 고려하여 정하여야 한다.

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

<표 2.1-19> 지역에 따른 도로의 차선폭

설 계 속 도 (km/hr)	차 선 폭(m)	
	지방지역	도시지역
80 이상	3.50	3.25
70 이상	3.25	3.25
60 이상	3.25	3.00
60 미만	3.00	3.00

참고자료 : 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙

나) 농어촌도로정비법상의 도로

① 농어촌도로의 구조·시설기준에 관한 규칙에 의하면 도로 기능에 따라 표준적인 횡단구성 및 폭을 제시하고 있으며 그 값은 다음과 같다.

<표 2.1-20> 도로기능에 따른 횡단구성 및 폭원구성

도로의 구분		설계속도 (㎞/hr)	차로수	차로폭 (m)
면도	평 지	50～70	2	3
	산 지	40～60	2	3
리 도		40～60	1	5
농 도		20～30	1	3

참고자료 : 농어촌도로의 구조·시설기준에 관한 규칙

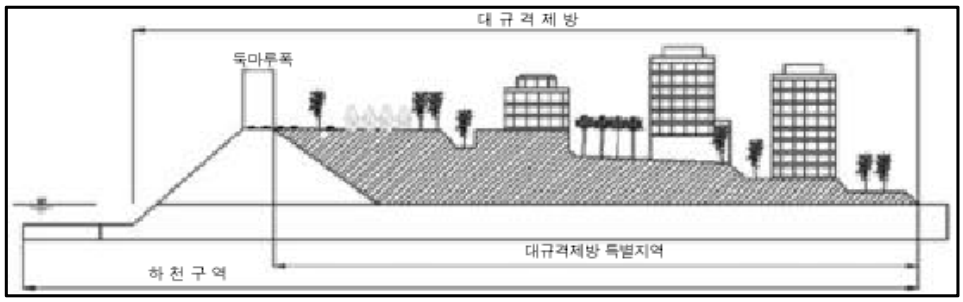
② 도로의 차선폭은 일반적으로 설계속도에 따라서 그 폭을 달리하고 있으나(일반도로의 차로폭 참조), 농어촌도로와 같이 계획교통량이 적고 그 도로를 이용하는 차종에 대형 농기계가 다수 포함되고 있고 또한, 이러한 농기계의 통행으로 인하여 다른 차량의 운행에 지장을 키칠 염려가 있는 경우에는 설계기준차량에 의하여 차선폭을 정하는 것이 합리적이다. 따라서 농어촌도로의 차선수 및 차선폭을 상기표와 같이 표준값을 제시하고 있는 것이다.

③ 리도의 경우 1차선으로 설계하는 경우 대형 농기계 대 대형농기계가 동행할 수 있도록 기본폭을 4.5m로 하고 교차시의 일정간격 0.5m를 합하여 5.0m 이상의 차선폭을 원칙으로 한다. 다만, 지형상황 등을 고려하여 부득이 하다고 인정하는 경우에는 대형농기계 대 리어카나 우마차를 기준으로 하는 경우에는 차선폭을 4m까지 축소할 수 있도록 허용한다.

④ 농도는 경작지와 직접 연결되는 도로이기 때문에 통행량이 매우 적어 농기계로 인한 다른 차량의 운행에 미치는 영향이 적으므로 차선폭을 3m이상으로 하여 교행이 대기차선을 통해서만 가능하도록 한다.

2.1.12 대규격제방(대제방, Super Levee)

1) 대규격제방(대제방, Super Levee)



<그림 2.1-16>대규격제방 일반도

가) 대규격제방이란 〈그림 2.1-16〉과 같이 주로 도시권 하천의 특정구간에서 폭이 매우 넓은 특별한 제방을 말한다. 대규격제방은 하천관리시설인 제방부지 중 뒷비탈머리에서부터 제내측 끝단까지 대부분의 토지가 특정한 목적으로 이용되도록 계획홍수량을 초과하는 규모의 유량에 대해서도 견딜 수 있는 안전한 구조로 한다.

나) 일반적 형태(외국사례) : 대규격제방은 제방단면을 키워 제방부지를 타용도로 토지이용이 가능하도록 하는 것이므로 토지이용을 엄격히 제한함과 동시에 허가 범위 내에서는 규제를 완화하여야 하며 토제에 의한 성토구조를 원칙으로 하고, 계획홍수량을 넘는 홍수규모에 대해서도 제방이 붕괴되지 않도록 월류, 침투, 사면붕괴, 세굴파괴 등 수리공학적인 모든 검토사항들과 지진에 대해서도 충분히 안전하도록 검토하여야 한다. 일반적으로 대규격제방의 제내측 비탈경사는 1/30 이내로 하며, 각종 안전조건들을 만족하는 범위에서 결정한다.

2.2 수량산출 기준

2.2 수량산출 기준

2.2.1 수량산출 내역

번 호	공 종	규 격	단위	수 량	비 고
2.	축 제 공				
2.2	표토제거	답구간(t = 0.2m)	m^2		
		답외구간(t = 0.2m)	m^2		
2.3	벌 목	h=5m 미만	m^2		
		h=5~8m 미만	m^2		
		h=8m 이상	m^2		
2.4	벌개제근		m^2		
2.5	층 따 기		m^3		
2.6	면고르기		m^2		
2.6.1	성토면고르기	인력	m^2		
2.6.2	절토면고르기	토사	m^2		
		리핑암	m^2		
		발파암	m^2		
2.7	비탈면 보호공				
2.7.1	줄 떼		m^2		
2.7.2	평 떼		m^2		
2.7.3	씨앗뿜어뿌리기 (Seed Spray)	성토면	m^2		
2.7.4	거적덮기		m^2		
2.7.5	식생매트		m^2		
2.8	흙 운 반				
2.8.1	도자운반		m^3		
2.8.2	덤프운반		m^3		
2.9	순 성 토		m^3		
2.10	흙 쌓 기	다짐도 90%	m^3		
		다짐도 95%	m^3		
		비다짐	m^3		
2.11	사 토		m^3		
2.12	쌓기비탈면다짐		m^2		
2.13	더 돋 기		m^3		
2.14	둑마루표면 마무리	잡석 또는 보조기층재	m^3		
2.15	토공규준틀				
2.15.1	비탈규준틀		nr(개소)		
2.15.2	수평규준틀		nr(개소)		
2.15.3	제방선형표시 깃발		EA		

번 호	공 종	규 격	단위	수 량	비 고
2.16	측 구				
2.16.1	측구터파기	토사	m^3		
		리핑암	m^3		
		발파암	m^3		
2.16.2	측구둑쌓기		m^3		
2.17	관리용도로 및 접근로				
2.17.1	무근콘크리트 타설		m^3		
2.17.2	거푸집/거친마감	0~7m	m^2		
2.17.3	와이어매쉬	#8-150×150	m^2		
2.17.4	줄 눈	판재(200×15)	m		
2.17.5	비닐깔기		m^2		
2.17.6	동상방지층/보조기층포설 및 다짐	15cm/30cm	m^3		
		20cm/40cm	m^3		
2.18	부체도로				
2.18.1	무근콘크리트 타설		m^3		
2.18.2	거푸집/거친마감	0~7m	m^2		
2.18.3	와이어매쉬	#8-150×150	m^2		
2.18.4	줄 눈	판재(200×15)	m		
2.18.5	비닐깔기		m^2		
2.18.6	동상방지층/보조기층포설 및 다짐	15cm/30cm	m^3		
		20cm/40cm	m^3		
2.19	연약지반처리공				
2.19.1	침하토 성토 및 다짐		m^3		
2.19.2	과재성토		m^3		
2.19.3	과재성토 제거		m^3		
2.19.4	치환토		m^3		
2.19.5	침하판		EA		
2.19.6	침하측정봉 및 보호관		m		
2.19.7	경사계 설치		EA		
2.19.8	간극수압계 설치		EA		
2.19.9	수위측정기 설치		EA		
2.19.10	층별 침하계 설치		EA		

2.2.2 표토제거

1) 축제저면 중 비탈경사가 1:4 보다 완만한 구간 및 제내·외측 토사유용구간을 대상으로 한다.(측구, 기존호안헐기구간 제외)

2) 수량은 수평거리로 최단거리로 산출하고 두께는 20cm로 한다.

3) 표토제거와 벌개제근은 중복하지 않는다.

4) 현지여건상 필요하다고 판단될 경우 20㎝ 이상 적용할 수도 있다.

5) 발생된 표토는 토성시험 결과에 따라 제방, 교행공간, 제내지 측단 등의 성토재로의 우선 활용을 검토한다.

6) **표토제거 수량은 가급적 호안 복토용 재료로 활용하되, 80%는 유용하고 다짐이 필요한 경우에는 표토제거량의 80%에 0.9를 곱한 수량을 계상한다. 나머지 20%에 대해서는 폐천부지 또는 고수부지에 사토처리(무대)후 성토량을 보정한다.**

7) 답구간과 답외구간의 표토제거 수량은 개별 산출하여야 한다.

2.2.3 벌목

1) 축제저면 및 토사유용구간 중 산림지 또는 임목지를 대상으로 한다.(조경수는 보상처리)

2) 벌목하여야 할 수목은 정확한 현장조사를 실시하여 수량을 산출한다.

3) 흙쌓기 높이가 1.5m 이상인 구간에 있는 수목이나 그루터기는 지표면에 바짝 붙도록 잘라 잔존높이가 지표면에서 15cm 이하로 되도록 하여야 한다.

4) 나무높이는 평균높이로 한다.

2.2.4 벌개제근

1) 축제저면 및 토사유용구간 중 산림지 또는 임목지를 대상으로 한다.(조경수는 보상처리)

2) 수량은 수평거리로 최단거리로 산출한다.

3) 입목본수도는 50~60%, 수경은 10~20㎝, 수종은(침엽+잡목+활엽)/3으로 보되, 현장표본조사 결과와 차이가 큰 경우는 조사결과를 반영, 건설공사표준품셈의 뿌리 뽑기품을 적용한다.

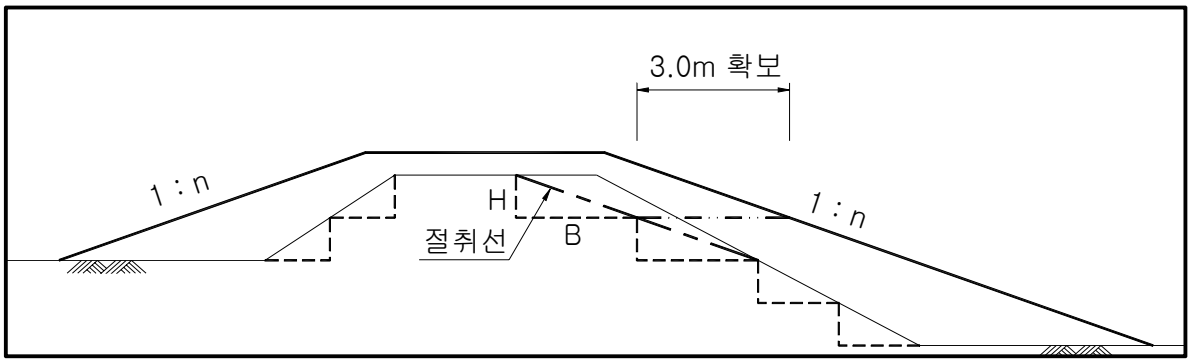
4) 수목 및 뿌리는 폐기물 처리하거나 톱밥 등으로 재활용한다. (부대공에서 처리비 반영)

2.2.5 층따기

1) 축제저면 중 비탈경사가 1:4 보다 급한 구간을 대상으로 한다.

2) 층따기는 빗물이 잘 배수되도록 경사를 둔다.

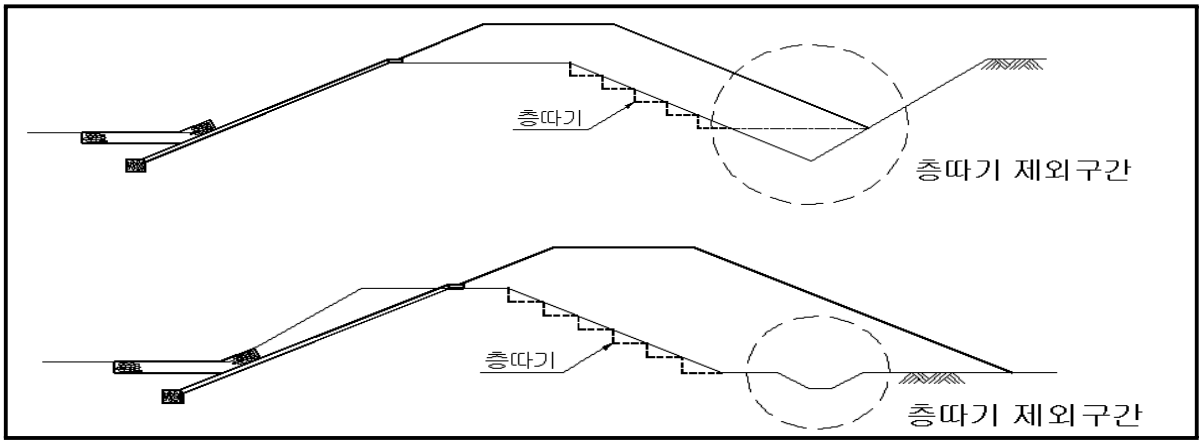
3) 층따기 설계시 효율적인 다짐을 고려하여 성토구간의 다짐폭을 3.0m이상 유지토록 계획하여야 하며, 3.0m이하 구간은 기존제체를 절취하여 성토 다짐폭 3.0m를 확보 후 층따기를 계획하여야 한다.



<그림 2.2-1> 층따기 예

4) 수량은 비탈길이로 산출하며 직고높이는 최소 1.0m로 한다.

5) 단, 원지반이 1:4보다 급하지만 형상이 “V자형”으로 성토와 원지반이 밀착되어 활동이 방지되는 곳은 제외 할 수 있다.



<그림 2.2-2> 층따기 제외의 경우

6) 층따기 수량은 90%만 유용하고 10%에 대해서는 폐천부지 또는 고수부지에 사토처리(무대)후 성토량을 보정한다.

7) ㎥당 층따기 최소수량은 아래 표를 이용하거나 횡단면도에서 단위면적으로 산출한다.

<표 2.2-1> 비탈경사에 따른 층따기 최소수량

비탈경사	산 출 근 거	최소수량(1단)
1 : 1.5	$(1/2\times0.5\times0.75)㎥ \div \sqrt{(0.5^2+0.75^2)}㎡$	0.21㎥/㎡
1 : 2.0	$(1/2\times0.5\times1.0)㎥ \div \sqrt{(0.5^2+1.0^2)}㎡$	0.22㎥/㎡
1 : 2.5	$(1/2\times0.5\times1.25)㎥ \div \sqrt{(0.5^2+1.25^2)}㎡$	0.23㎥/㎡
1 : 3.0	$(1/2\times0.5\times1.5)㎥ \div \sqrt{(0.5^2+1.5^2)}㎡$	0.24㎥/㎡
1 : 3.5	$(1/2\times0.5\times1.75)㎥ \div \sqrt{(0.5^2+1.75^2)}㎡$	0.24㎥/㎡
1 : 4.0	$(1/2\times0.5\times2.0)㎥ \div \sqrt{(0.5^2+2.0^2)}㎡$	0.24㎥/㎡

2.2.6 면고르기

1) 계획제방의 둑마루 및 소단을 제외한 비탈면을 대상으로 하며 절토면과 성토면으로 구분하여 산출한다.

2) 수량은 비탈길이로 한다. 단 줄떼 및 평떼구간은 제외 한다.

2.2.7 비탈면 보호공

1) 수량은 비탈길이로 산출한다.

2.2.8 흙운반

1) 사용장비

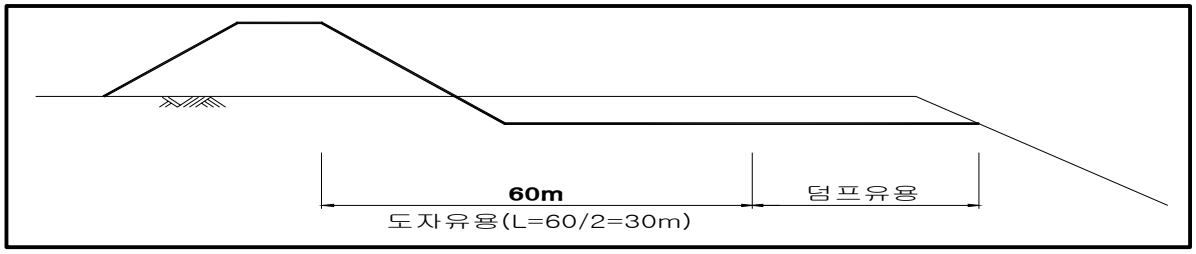
사용장비는 작업량별로 다음의 표에서 제시된 장비 이상을 적용하되 현장여건에 따라 변경 적용할 수 있다. (예 : 대규모공사라도 둑마루폭 4m미만의 축제공사 및 확장저폭 4m미만의 보축공사는 19톤 불도저 사용)

<표 2.2-2> 작업량별 적용장비 예

장 비 / 작 업 량	불도저	백호우	덤 프	비 고
100,000㎥ 이상 (대규모 공사)	32톤	1.0㎥	15톤	콘지수3kg/㎡ 이하의 연약지반 공사는 습지도자 13톤 사용
10,000~100,000㎥ (중규모 공사)	19톤	0.7㎥	15톤	
10,000㎥ 이하 (소규모 공사)	19톤	0.4㎥	8톤	

2) 도자운반

가) 도자운반은 횡단상에서 다음 그림과 같이 제방법선으로부터 60m 이내, 즉 평균운반거리(L)가 30m 이내인 경우에 적용한다.

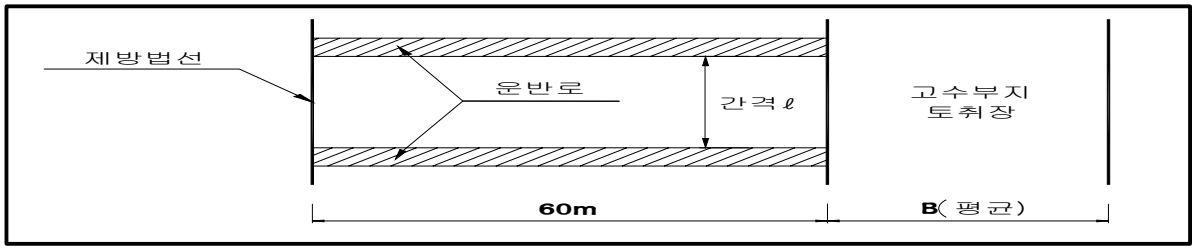


<그림 2.2-3> 도자운반 범위

나) 절·성토 경계부에 도로 등의 구조물로 인해 도자운반이 불가능한 경우에는 도자운반 대신 덤프운반으로 산정한다.(실제 운반거리 반영)

3) 덤프운반

가) 덤프운반은 횡단상에서 제방법선으로부터 60m 밖의 토량을 대상으로 하며 그 운반거리는 다음과 같다.



<그림 2.2-4> 덤프운반 범위

※ 덤프운반거리 $L = 60 + B/2 + \ell/2$

※ 운반로 간격(ℓ)은 100~200m로 현장여건에 따라 적용

나) 운반로 수량 및 공사비는 부대공에서 산출한다.

2.2.9 순성토

1) 순성토는 성토재로 사용가능한 모든 유용토를 유용하고 부족분에 대하여 적용한다.

2) 토취장 사용료는 토취장이 사유지인 경우 계상하며 부대공에서 산정한다.

3) 토취장 선정시 토지소유주의 동의서를 보고서에 수록하고 추후 정산이 가능하도록 설계변경조건에 명시한다.

4) 토취장으로부터의 운반로가 협소한 경우 공사용도로를 조성하여야 하며 세륜시설 및 살수차 등을 반영하여야 한다.(공사용도로 관련 공종은 부대공에서 산정)

5) 순성토 현장의 덤프 운반량은 운반손실을 고려하여 할증(6%)을 적용한다.

2.2.10 흙쌓기

1) 흙쌓기 수량은 다짐상태로 산정한다.

2) 부설장비는 19톤 불도저, 다짐장비는 “2.1.8 다짐의 3)항”규정에 따른다.

2.2.11 사토

1) 사토는 성토재로 사용가능한 모든 유용토를 유용하고 여유분에 대하여 적용한다.

2) 사토는 토석정보시스템(eis.kiskon.net)입력현황을 확인하여 골재는 ① 우선 현장내 유용 ② 공공시설 공사현장 활용 ③골재적치장 이동, 사토는 저지대 농경지의 농경지 복토(농경지리모델링)등에 활용한다.

3) 사토장 사용료는 사토장이 사유지인 경우에 계상하며 부대공에서 산정한다.

4) 사토장 선정시 토지소유주의 동의서를 보고서에 수록하고 추후 정산이 가능하도록 설계변경조건에 명시한다.

5) 사토장으로의 운반로가 협소한 경우 공사용도로를 조성하여야 하며 포장도로 및 인가를 통과할 경우 세륜시설 및 살수차 등을 반영하여야 한다.(공사용도로 관련 공종은 부대공에서 산정)

2.2.12 법면다짐

1) 법면다짐은 비탈길이로 산출하되 비탈경사가 1:4 보다 급한 성토면에만 적용한다. (측구제외)

2) 단, 완경사(1:4이상)면에 식물자생을 유도할 경우 법면다짐을 할 수 있다.

2.2.13 침하토 쌓기

1) 침하토 쌓기는 연약지반공사의 경우에만 고려하며 침하토 쌓기 수량은 표준단면도에 표시하여 수량을 구한 후 최종 성토량에 포함시킨다.(단면이 크게 변하는 경우 2~3개의 표준단면 적용)

2) 침하토 쌓기는 제방 둑마루 뿐만이 아니라 전단면에 대하여 산출하여야 한다.

3) 제방 내에 각종 종단 관거시설을 설치할 경우 매립깊이는 둑마루부터 2.0m이상 확보하여야하며 제체의 안전해석을 수행하여야 한다.

2.2.14 둑마루 표면 마무리

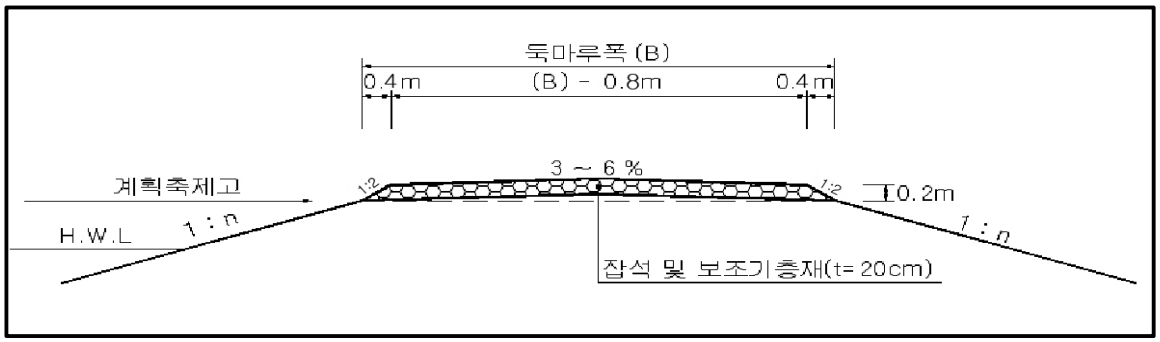
1) 모든 제방(포장시는 제외)의 둑마루에 제방의 유지관리를 위하여 잡석 및 보조기층재(SB-2) 등을 부설하여야 한다.

(잡석 및 보조기층재의 사용기준은 현장여건에 따라 둑마루의 다짐 필요성등을 검토하여 발주처와 협의하여 설계에 반영하여야 할 것이다.)

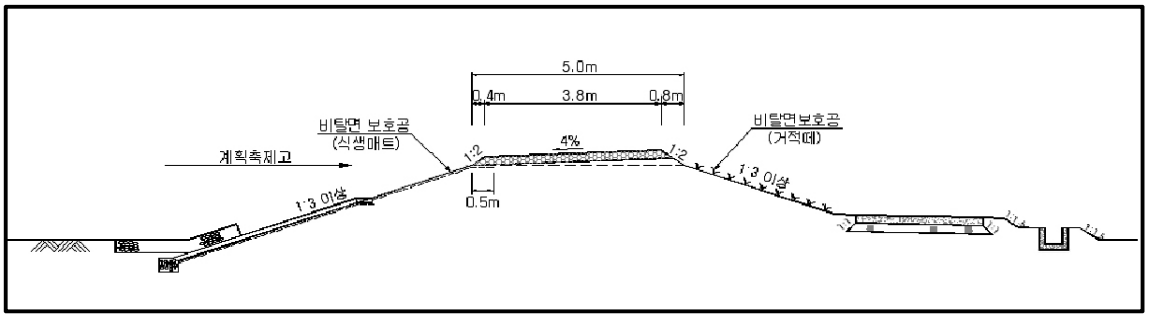
2) 잡석은 비다짐, 보조기층재 부설은 도로의 보조기층에 준하여 다짐을 시행한다.

(진동로라 10ton 6회 + 타이어로라 8~15ton 4회, 다짐율 : 95%)

3) 둑마루표면 마무리시 잡석 및 보조기층재 부설두께는 20cm로 하며, 부설단면은 다음과 같다. (보조기층재 횡단경사는 3~6%이며, 일반적으로 편경사 및 양단경사에 대하여 4%적용)



<그림 2.2-5> 둑마루 표면 마무리(양단경사) 예



<그림 2.2-5> 둑마루 표면 마무리(편경사시) 예

2.2.15 토공규준틀설치

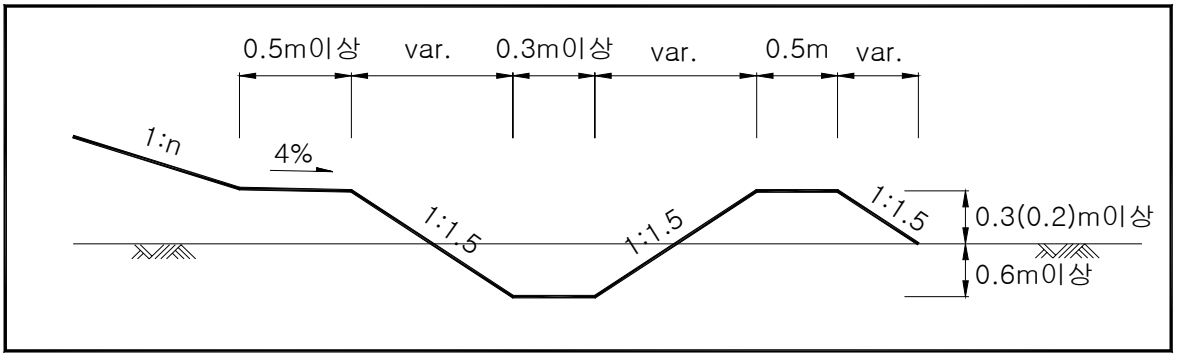
1) 비탈규준틀은 제내측, 제외측 모두 40m 간격(1측점간 거리는 40m로 통일)으로 제내·외측 각1개씩 설치하되 소단이 있는 경우 소단의 수만큼 추가 계상한다.

2) 수평규준틀은 200m 간격으로 설치한다.

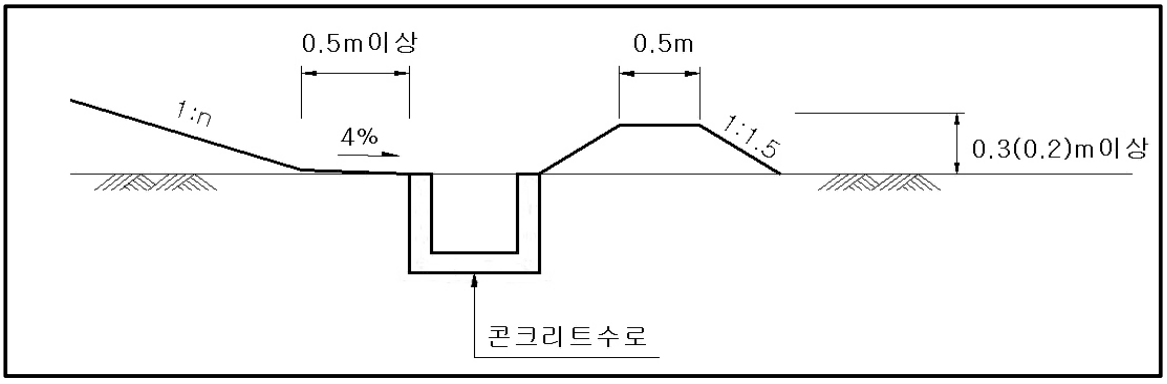
3) 공사구간의 경계를 표시하기 위해 제방선형 표시깃발을 설치하며, 수량의 계상은 비탈규준틀 계상방법과 동일하다.

2.2.16 측구

1) 축제로 인해 기존수로 이설이 필요하거나 배수계획상 측구가 필요할 때 아래 그림과 같이 제내측 비탈끝에 설치하며 기존수로의 크기, 배수계획 및 지형여건에 따라 변화치수를 적용한다. 다만, 기존수로가 용수로 또는 용수로 겸용배수로인 경우 유출량을 계산하여 단면의 크기를 계획하여야 한다.



<그림 2.2-6> 토사측구 단면도



<그림 2.2-7> 콘크리트 수로 단면도

2) 토사측구가 주민들에 의해 농경지로 개간되는 등, 유실되는 것을 방지하기 위해서 발주처와 협의 후, 되도록 콘크리트 측구로 계획하여야 한다. (콘크리트 측구는 구조물공에서 처리)

3) 콘트리트 측구는 양서파충류의 이동이 불가능하므로 접속되는 주요 농배수로부분 또는 일정한 간격과 폭으로 뚜껑을 설치하고 뚜껑이 없는 구간의 중간부에는 수로 내에는 경사형 행태통로를 반영하여야 한다.

2.2.17 관리용 도로 및 접근로

1) 콘크리트 포장 포설두께는 20cm를 원칙으로 하며, 보조기층재 포설두께는 최소 15cm이상으로 한다.

2) 보조기층재 포설량은 다짐수량으로 산출한다.

3) 골재 구입량 및 운반량은 포설량에 F치(L/C)를 적용하여 4%할증 가산하여 수량 산출.

4) 비닐깔기의 여유폭원은 10cm×2(양측)으로 산출한다.

5) 줄눈은 5m 간격으로 설치한다.

6) 성토, 줄떼 및 호안의 수량은 축제공 및 호안공 수량에 포함시킨다.

7) 와이어매쉬(#8 150×150)는 면적으로 구한다.

8) 접근로는 장애인등이 휠체어를 이용하여 통행할 수 있도록 접근로의 유효폭은 1.2m이상으로 하여야 한다.

9) 접근로의 기울기는 18분의 1이하로 하여야 한다. 다만, 지형상 곤란한 경우에는 12분의 1까지 완화할 수 있다.

10) 접근로 경계석의 높이는 6cm이상~15cm이하로 할 수 있으며, 색상은 접근로의 바닥재 색상과 달리 설치할 수 있다.

2.2.18 부체도로

1) 콘크리트 포장 포설두께는 20cm를 원칙으로 하며, 보조기층재 포설두께는 최소 15cm 이상으로 한다.

2) 콘크리트 구입 및 운반량 포설량에 할증량을 가산하여 산출한다.(콘크리트 포설량의 2%를 할증)

3) 보조기층재 포설량은 다짐수량으로 산출한다.

4) 골재 구입량 및 운반량은 포설량에 F치(L/C)를 적용하여 4%할증 가산하여 수량 산출.

5) 비닐깔기의 여유폭원은 10㎝×2(양측)으로 산출한다.

6) 줄눈은 5m 간격으로 설치한다.

7) 성토, 줄떼 및 호안의 수량은 축제공 및 호안공 수량에 포함시킨다.

8) 와이어매쉬(#8 150×150)는 면적으로 구한다.

2.2.19 연약지반위의 흙쌓기

1) 연약지반상의 흙쌓기는 파괴에 대한 안정성과 과다한 침하 또는 변형으로 파괴요인이 구분되며, 이를 고려하고 주변에 미치는 영향에도 유의하여 설계한다. 연약지반 처리대책에 대하여 설계할 때는 지반개량목적, 공법의 특성, 지반조건 등을 고려하여 가장 합리적이고 경제적인 방법으로 적용하여야 한다.

2) 연약지반상 흙쌓기의 설계 당시에는 주어진 지반조건 및 배수조건과 관련된 설계정수들을 정확히 추정하는 것이 어려우므로 실제 시공시 반드시 침하 및 안정성을 확인하도록 계측기 설치 및 관리방안을 강구하여야 한다.

3) 침하토 성토 및 다짐(㎥)

가) 연약지반 구간에 침하로 인하여 생기는 수량을 침하토쌓기 한다.

나) 침하토 수량은 침하토쌓기 수량에 포함하여 동일하게 처리한다.

다) 침하토 수량은 예상침하량을 계산치에 의해 산출하되, 지점별 침하량이 상이하므로 침하토쌓기 수량은 침하량 최대값을 취하여 침하토쌓기의 높이를 결정하고 안정측 설계가 이루어질 수 있도록 시공시 계측결과에 따라 침하토쌓기 수량을 정산하도록 한다.

4) 과재성토(㎥)

연약지반 구조물(교량, 암거) 구간에 적용한다.

5) 과재성토 제거(㎥)

과재성토 후 제거한 수량은 축제공사 기간 내에는 축제에 유용하나 축제공사가 이미 완료된 후에는 사토처리 한다.

6) 치환토(㎥)

연약지반내에 치환하여야 할 토량을 체적으로 산출한다.

7) 침하판(개)

연약지반 구간에 적용하며 설치간격은 100m마다 등간격으로 설치한다.

8) 침하측정봉 및 보호관(m)

연약지반 구간에 적용하며 설치간격은 100m마다 등간격으로 설치한다.

9) 경사계 설치(개)

가) 연약지반 구간에 적용하며 성토법면 끝단에 100m마다 설치하며, 계측관리 Casing Pipe 설치는 지층까지의 깊이로 산출한다.

나) 설치구간은 감독관과 협의하여 전단파괴 예상지점에 설치한다.

10) 간극수압계 설치(개)

가) 연약지반 구간에 적용하며 계측관리 Tube 설치는 연약지반층 중간깊이로 설치하되 간격은 100m로 한다.

나) 설치구간은 감독관과 협의하며 전단파괴 예상지점에 설치한다.

11) 수위측정기 설치(개)

가) 연약지반 구간에 적용하며 계측관리 Tube 설치는 연약지반층 중간깊이로 설치하되 간격은 100m로 한다.

나) 설치구간은 감독관과 협의하여 전단파괴 예상지점에 설치한다.

12) 층별 침하계 설치(개)

가) 연약지반 구간에 설치하며 설치간격은 100m마다 등간격으로 설치한다.

나) 설치구간은 감독관과 협의하여 전단파괴 예상지점에 설치한다.

13) 침하에 대한 안전 허용잔류 침하량은 10㎝ 이하로 한다.

14) 건설기술관리법시행령 제42조(1998.2.2 대통령령 제15614호로 개정되기전의 것) 및 동법 시행규칙 제15조의 4(1997.8.25 건설교통부령 제115호로 개정되기전의 것)의 규정에 따라 건설업자는 품질시험 및 검사에 필요한 검사장비와 시험검사요원을 건설공사의 공정에 따라 배치하여야 하고, 이에 소요되는 비용은 간접노무비에 포함되어 있으므로 계측을 위하여는 이에 필요한 측정용 기기설치에 따른 비용을 제외하고는 별도의 노무비를 계상하지 않는 것으로 한다.

15) 계측기간은 공사기간동안 이루어져야 하며, 검측횟수는 관련 규정에 따라 시행하여야 한다.

16) 참고로 계측빈도는 아래표와 같으며, 계측빈도 적용은 현장여건을 고려, 감독관과 협의하여 설계에 반영하여야 한다.

<표 2.2-3> **계 측 빈 도**

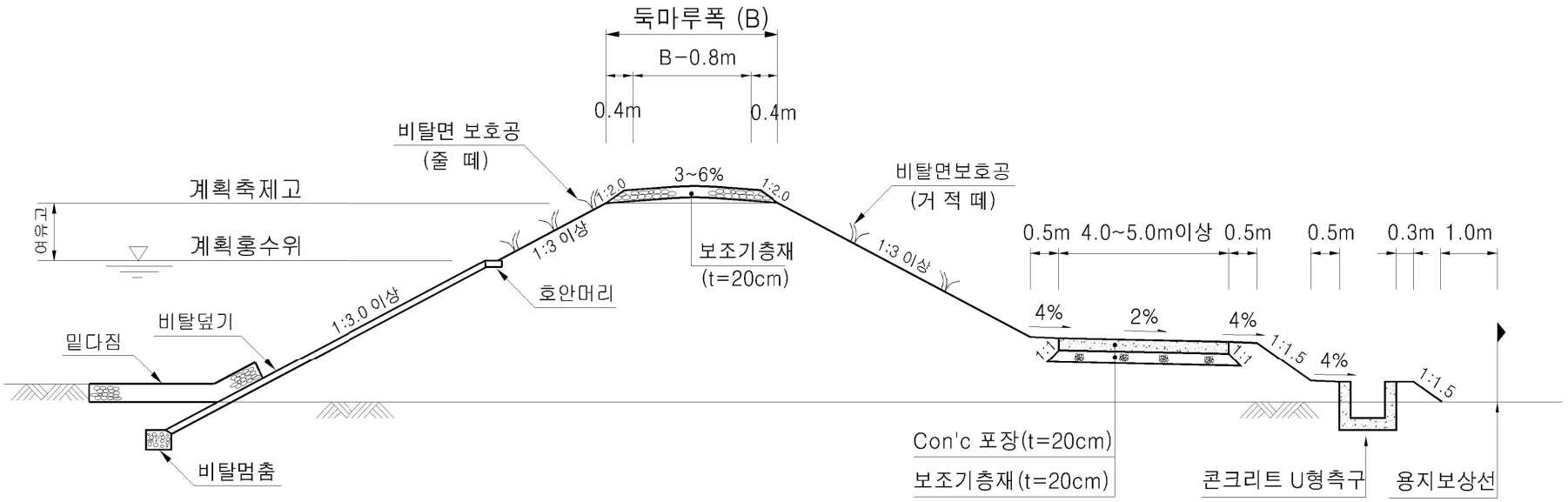
계측구분	지반개량 시 공 중	성토 기간중	성토 종료후		
			최초1개월	1개월~3개월	3개월이후
층별침하계 지하수위계 간극수압계	1회/3일	1회/3일	1회/1주	1회/2주	1회/1월
지표침하판 (침하판단용)	-	1회/3일	1회/1주	1회/2주	1회/1월
지표침하판 (안정판단용)	-	1회/1일	1회/3일	1회/1주	1회/1월
경사계	-	1회/1일	1회/3일	1회/1주	-

※출처 : 국도건설공사 설계실무 요령, 2005, 국토교통부

2.3 축제공 표준도

축제공 표준단면도 1 (축제)

NONE SCALE

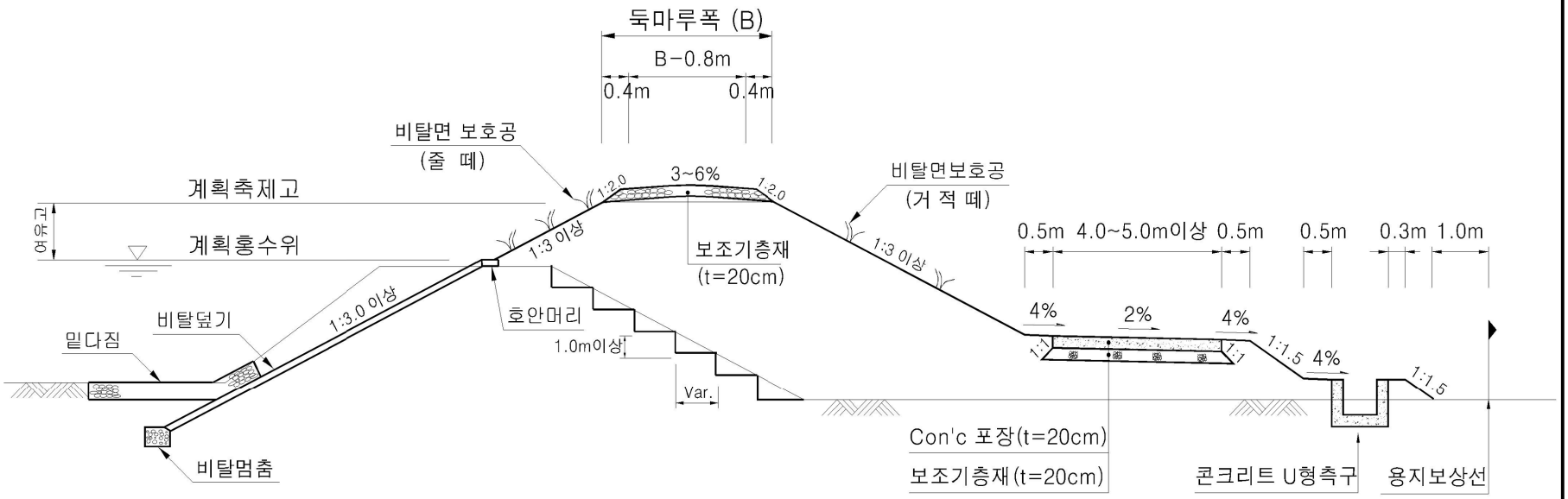


NOTE;

1. 비탈경사는 1:3 또는 이보다 완만하게 설치함을 원칙으로 한다. 단, 지형적인 어려움 등 불가피한 경우 제방특성 등을 검토하여 경사를 1:2 또는 이보다 급하게 설치할수 있다.
2. 더돋기는 연약지반의 경우에만 고려하며 표준단면에 계산치를 높이에 비례하여 전단면에 점선으로 표시한다.
3. 제내측 비탈끝에는 토사측구(축제공 참조) 또는 콘크리트측구(구조물공 참조)를 계획하되 가능한한 콘크리트측구로 계획한다.

축제공 표준단면도 2 (제내축보,절토)

NONE SCALE

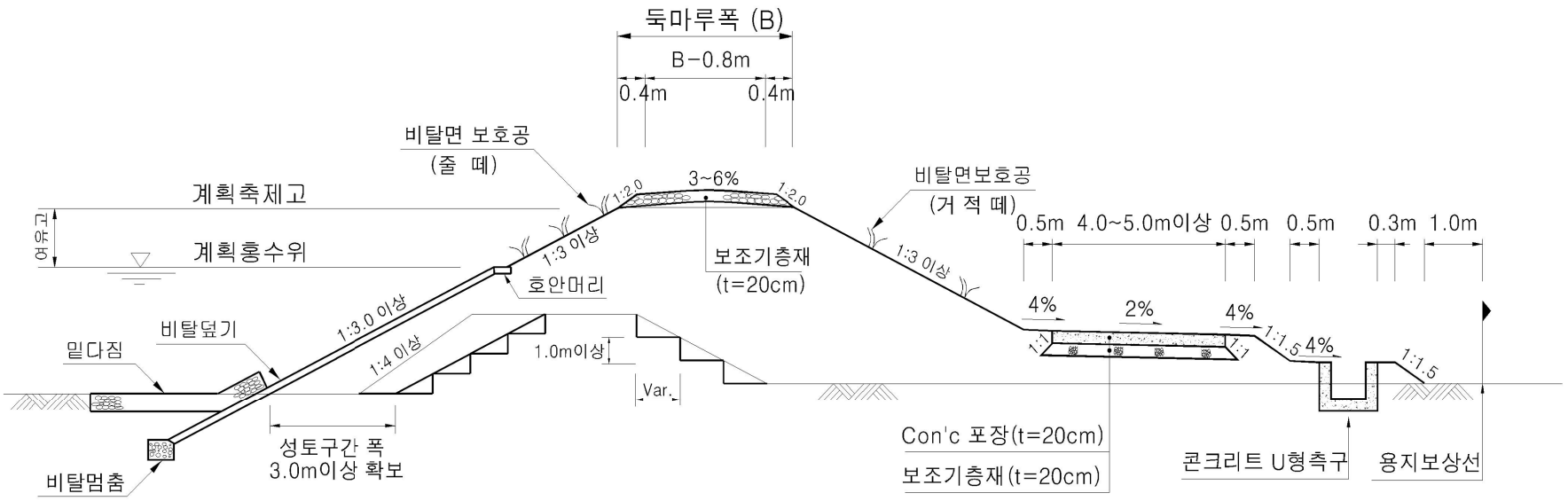


NOTE;

1. 비탈경사는 1:3 또는 이보다 완만하게 설치함을 원칙으로 한다. 단, 지형적인 어려움 등 불가피한 경우 제방특성 등을 검토하여 경사를 1:2 또는 이보다 급하게 설치할수 있다.
2. 더돋기는 연약지반의 경우에만 고려하며 표준단면에 계산치를 높이에 비례하여 전단면에 점선으로 표시한다.
3. 제내측 비탈끝에는 토사측구(축제공 참조) 또는 콘크리트측구(구조물공 참조)를 계획하되 가능한한 콘크리트측구로 계획한다.
4. 층따기는 축제저면 중 비탈경사가 1:4 보다 급한 구간 및 제내·외측 비탈면을 대상으로 한다.

축제공 표준단면도 3 (제외축보)

NONE SCALE

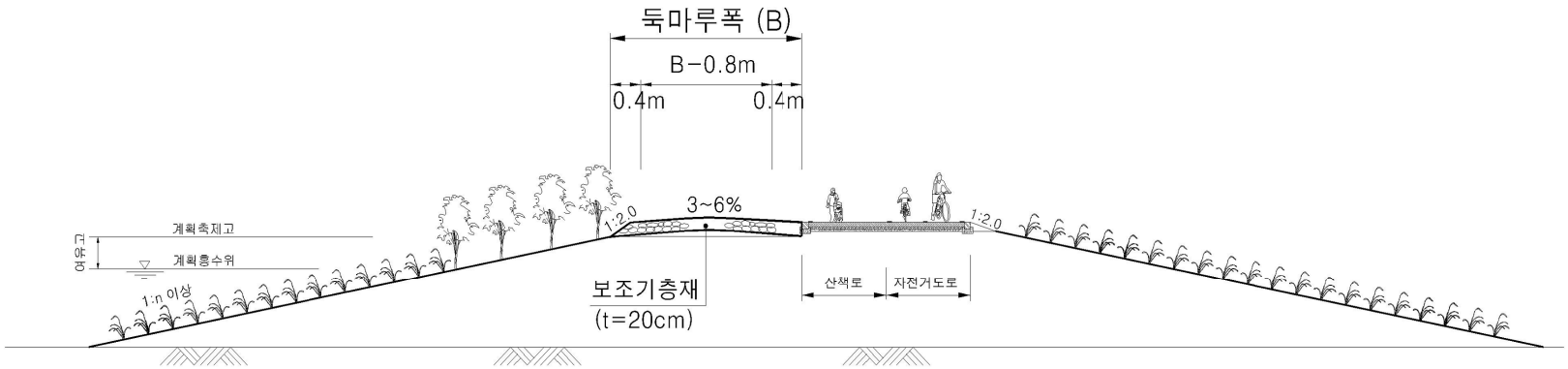


NOTE;

1. 비탈경사는 1:3 또는 이보다 완만하게 설치함을 원칙으로 한다. 단, 지형적인 어려움 등 불가피한 경우 제방특성 등을 검토하여 경사를 1:2 또는 이보다 급하게 설치할수 있다.
2. 더돋기는 연약지반의 경우에만 고려하며 표준단면에 계산치를 높이에 비례하여 전단면에 점선으로 표시한다.
3. 제내측 비탈끝에는 토사측구(축제공 참조) 또는 콘크리트측구(구조물공 참조)를 계획하되 가능한한 콘크리트측구로 계획한다.
4. 층따기는 축제저면 중 비탈경사가 1:4 보다 급한 구간 및 제내·외측 비탈면을 대상으로 한다.
5. 성토구간 중 성토폭이 3.0m이하인 경우, 다짐 효율을 고려하여 기존 제체를 절취하여 성토폭 3.0m이상 확보해야 한다.

축제공 표준단면도 4 (완경사제방)

NONE SCALE

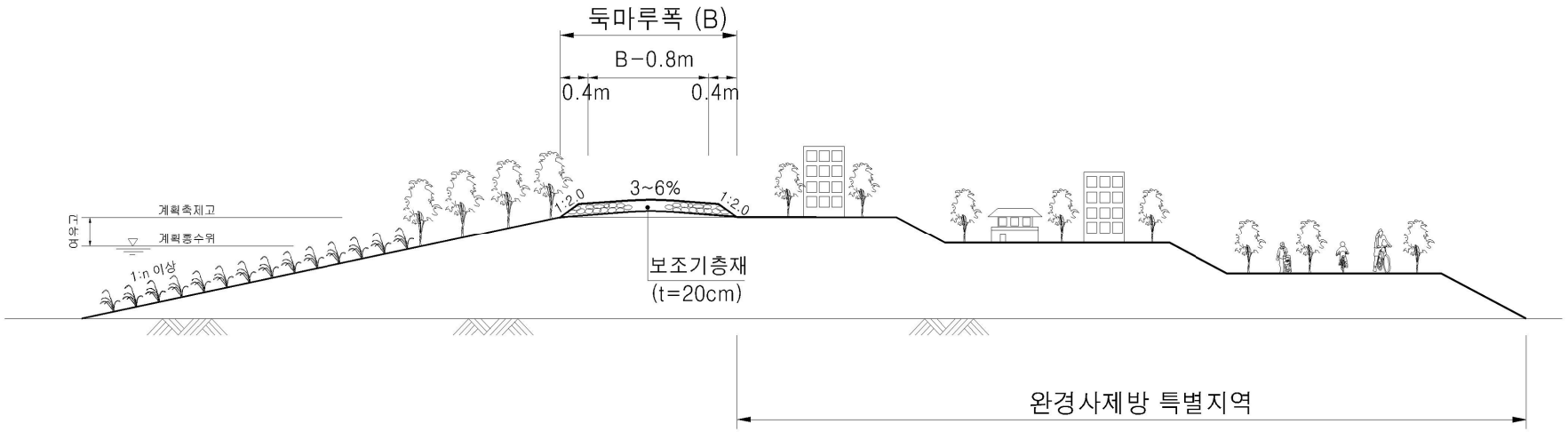


NOTE;

1. 완경사제방 비탈경사는 1:3~1:10또는 이보다 완만하게 설치함을원칙으로 한다.
2. 완경사제방은 계획홍수량을 넘는 홍수규모에 대해서도 제방이 붕괴되지 않도록 월류, 침투, 사면붕괴, 세굴파괴 등 모든 검토사항들과 지진에 대해서도 안전하도록 검토한다.

축제공 표준단면도 5 (완경사제방)

NONE SCALE



NOTE;

1. 완경사제방 비탈경사는 1:3~1:10또는 이보다 완만하게 설치함을원칙으로 한다.
2. 완경사제방은 계획홍수량을 넘는 홍수규모에 대해서도 제방이 붕괴되지 않도록 월류, 침투, 사면붕괴, 세굴파괴 등 모든 검토사항들과 지진에 대해서도 안전하도록 검토한다.

제 3 장
호 안 공

3.1 설계기준

3.2 수량산출 기준

3.3 호안공 표준도

3.1 설 계 기 준

3.1 설계기준

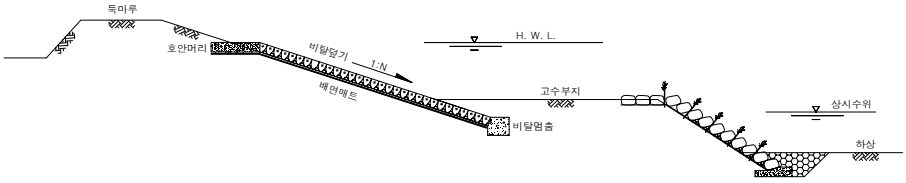
3.1.1 일반사항

1) 용어의 정의

가) 호안

◎ 고수호안

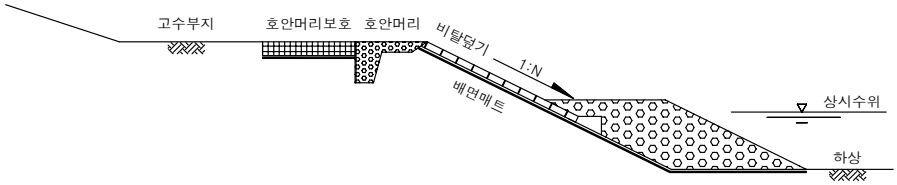
하천이 복단면일 경우 고수부지 위의 앞비탈을 보호하기 위해 설치한다.



<그림 3.1-1> 고수호안

◎ 저수호안

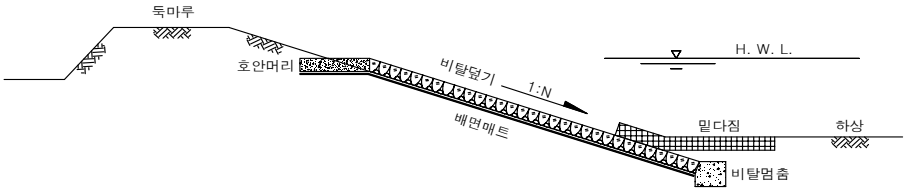
저수로에 발생하는 난류를 방지하고 고수부지의 세굴을 방지하기 위해 저수로의 하안에 설치하는 구조물로서, 일반적으로 홍수 시에는 수중에 잠기므로 세굴에 대한 배려가 필요하다.



<그림 3.1-2> 저수호안

◎ 제방호안

단단면 하도인 경우, 혹은 복단면 하도이지만 고수부 폭이 좁고, 제방과 저수로 하안을 일체로 해서 보호해야 하는 경우에 설치하는 것으로 고수호안과 저수호안이 일체화된 것을 말한다.



<그림 3.1-3> 제방호안

나) 수위의 정의

▪ 상시수위 : 하천의 유황과 관련된 저수위 또는 평수위의 개념은 아니며 홍수기(6월~9월)를 제외한 기간 중 하천의 형태, 유수의 흐름흔적, 저수로의 식생 상황 및 하천의

포락 등을 고려한 평상시 흐름에서의 수위를 말하고 주로 밑다짐높이를 결정하기 위한 용어로서 현지조사를 통하여 판단되는 수위

▪ 관리수위 : 하천의 평상시 수위 유지를 위해 설치하는 보 등의 하천 시설물에서의 비홍수기에 해당하는 목표 수위

다) 시공방법의 정의

▪ 찰쌓기 : 맞댐면에 모르타르를 깔고 배면에도 모르타르 또는 콘크리트로 다져 넣는 방법으로 견고하나 배수 불량시 토압에 붕괴 우려 있으므로 배수관을 설치하여야 함.

▪ 메쌓기 : 돌의 맞댐면을 잘 다듬어서 모르타르 없이 맞대어 쌓고 배면에는 잡석, 자갈 등으로 뒷채움하는 방법으로 배수가 잘 되어 붕괴우려가 없으나 견고성이 없어 높이가 제한됨.

▪ 골쌓기 : 줄눈을 물결모양으로 골을 지워가며 쌓는 방법으로 하천공사 등에 견치석등을 쌓을 때 이용되고 있으며 시간이 흐를수록 견고해지며, 일부분이 무너져도 전체에 파급되지 않는 장점이 있음

▪ 켜쌓기 : 각 층을 직선으로 쌓는 방법으로 골쌓기보다 약해 높이 쌓기에는 곤란하고 돌의 크기가 균일하고 시각적으로 좋아 조경공간에 쓰임

▪ 석재의 규격 및 비탈경사에 따른 공법의 구분

- 돌붙임 : 비탈경사가 1:1.0보다 완만한 경우에 비탈사면으로의 돌출이 거의 없이 품셈에 제시된 규격의 돌(깬돌, 깬잡석, 조약돌 및 야면석) 또는 사석(발파석)등을 사용하는 공법을 칭하며 규격의 단위는 뒷길이(cm)를 기준으로 한다.

- 돌쌓기 : 비탈경사가 1:1.0보다 급한 경우에 비탈사면으로의 돌출이 거의 없이 품셈에 제시된 규격의 돌(깬돌, 깬잡석, 견치돌, 큰조약돌 및 야면석) 또는 사석(발파석) 등을 사용하는 공법을 칭하며 규격의 단위는 뒷길이(cm)를 기준으로 한다.

- 전석(발파석 및 자연석) 쌓기 : 비탈경사가 1:0.3보다 완만한 지역에 친수환경 조성 및 하천미관을 고려하여 비탈사면으로의 돌출여부와 관계없이 시공하는 방법을 통칭하며 가능한 큰 규격의 석재(0.3~0.5㎥내외)를 사용한다.

- 식물자생용 돌붙임 : 사석(300~700mm, 뒷길이 40cm이내, 30kg이상) 등을 이용하여 비탈면의 돌출 없이 크고 작은 사석을 돌붙임과 같이 시공하는 것으로 채움재는 토사와 혼용하도록 하여 식생활착이 유리하도록 한 것이 특징이다.

2) 호안의 구조 및 기능

가) 비탈덮기 : 제방 또는 하안의 비탈면을 보호하기 위하여 설치하는 것으로 하상의 수리조건, 설치장소, 비탈경사 등에 의하여 공법을 선정한다.

나) 비탈멈춤(기초) : 비탈덮기의 움직임(슬라이딩, 제체침하 시 비틀림 등)을 막아 견고한 비탈면을 유지토록 비탈덮기의 밑단에 설치하는 것으로 비탈덮기의 종류 및 기초지반의 상태에 따라 크기 및 공법을 선정한다.

다) 밑다짐 : 비탈덮기 및 비탈멈춤(기초)의 하상변화에 의한 움직임을 막기 위하여 하상 변화에 대한 순응성(굴요성)을 가진 재료로 비탈덮기의 밑단에 설치하는 것.

라) 호안머리 : 비탈덮기의 상단을 견고하게 마무리하는 것.

마) 호안머리보호 : 저수호안의 상단과 고수부지와의 접합을 확실하게 하고 저수호안이 유수에 의해 이면에서 파괴가 발생하지 않도록 보호하는 것.

3) 호안의 설치기준

가) 호안의 설치위치와 연장은 하도내의 수리현상, 세굴, 퇴적 등의 변화를 고려하여 결정하고 소류력 또는 유속에 따라 호안공법을 선정해야 하며 하도의 분류별 수리특성은 다음 표와 같다.

하도의 분류별 수리특성

<표 3.1-1>

하 도	수 리 특 성			하상재료	비 고
	유속(m/sec)	소류력(N/㎡)	하상경사		
급 류 부	3.0 이상	67 이상	1/200 이상	굵은자갈이 대부분	전면설치
준급류부	2.0~3.0 미만	50~67	1/200 미만 ~1/1000	모래자갈과 잔자갈이 소량존재	
준완류부	1.0~2.0 미만	33~50	1/1000 미만 ~1/2000	자갈과 모래혼합	부분설치
완 류 부	1.0 미만	33 미만	1/2000 미만	주로 모래	

나) 수류와 접하는 제방비탈면은 어떠한 형태로든 비탈면을 보호하여야 한다.

다) 급류하천이나 준급류 하천에서는 전 구간에 걸쳐서 호안을 설치하며, 완류 하천에서는 수충부에 중점적으로 설치하고, 비수충 구간은 식물자생 등을 고려한 환경호안을 우선하여 계획한다.

라) 수충구간에 부분적인 호안의 설치 시 수충부가 하류로 이동할 수 있으므로 호안의 설치 구간을 충분히 하고, 호안설치 구간과 설치하지 않는 접합부는 조도의 차이로 인한 세굴이 발생할 수 있으므로 호안의 시점 및 종점의 접합부는 순응성(굴요성)이 좋은 재료의 호안 또는 띠장을 설치하여야 한다.

마) 도시하천에서 비탈경사가 1:2.0보다 급할 때에는 수리특성에 관계없이 전구간에 설치하되 가급적 콘크리트호안을 지양하고, 친환경적인 호안을 설치한다.

바) 교량, 보, 낙차공 등의 구조물 상·하류에는 수리특성이 급격히 변화하므로 호안을 설치하여야 하며 최소 하상보호공 이상으로하고 설치구간은 다음과 같다.

① 대 하 천 : 상·하류 각각 20m이상

② 중소하천 : 상·하류 각각 10m이상

사) 고수부지의 포락이 예상되거나 진행되어 제방의 안전에 영향을 미칠 것으로 예상되는 구간에는 저수호안을 설치해야 하며 홍수시 저수호안의 침식 또는 유실을 방지하기 위하여 호안머리 보호공을 설치한다.

아) 저수로 호안부의 평면계획에서는 흐름특성을 반영하여 수충부의 경우, 상대적으로 기울기를 급하게, 비수충부인 경우 완경사면을 조성한다.

자) 유수의 충돌로 인해 파랑이 심하게 발생되는 합류부에 설치한다.

차) 기타 세굴 및 포락이 진행 중이거나 예상되는 지점에 설치한다.

3.1.2 비탈덮기

1) 비탈덮기 높이 및 구조

가) 호안의 설치높이는 비탈덮기의 종류, 설치장소의 수리조건, 지형 등을 고려하여 결정하며 기 제시된 소류력 공식 또는 유속 공식 등을 이용하여 설치 구간의 소류력과 유속 등을 검토한 후 공법을 선정하여야 한다.

나) 고수호안의 높이는 계획홍수위까지를 원칙으로 하되 다음과 같은 경우에는 제방둑마루까지로 한다.

① 특별히 중요한 제방

② 파랑이 발생하는 장소

③ 급류하천(수면경사 1/200이상)

④ 제방높이 2.0m 미만의 산지부 계곡하천

⑤ 고조의 영향을 받는 하구부

⑥ 굴곡이 심한 만곡부 외안측

다) 저수호안에서는 호안의 마루높이를 고수부지의 높이와 같게 하고, 호안머리 보호공을 병행 설치함을 원칙으로 한다.

라) 비탈덮기의 경사는 비탈덮기 구조와 높이에 따라 다음의 값을 기준으로 하여 설계한다.

비탈덮기 구조와 높이에 따른 비탈경사

<표 3.1-2>

비탈덮기의 구조		비탈덮기 연직높이(m)	최소 비탈경사
식 생 공		사면안정 규모	1 : 2.0
돌 쌓 기 콘크리트블록쌓기	찰 쌓 기	3 이상 ~ 5 미만	1 : 0.5
		3 미만	1 : 0.3
	메 쌓 기	3 미만	1 : 1.0
돌 붙 임 콘크리트블록붙임	찰 쌓 기	-	1 : 1.5
	메 쌓 기	3 미만	1 : 2.0
콘크리트 방틀		-	1 : 1.5
돌망태 붙임 콘크리트붙임		3 이상	1 : 2.0
		3 미만	1 : 1.5

※ 참고문헌 : 하천설계기준·해설 2009. 한국수자원학회

2) 비탈덮기 공법 및 특징

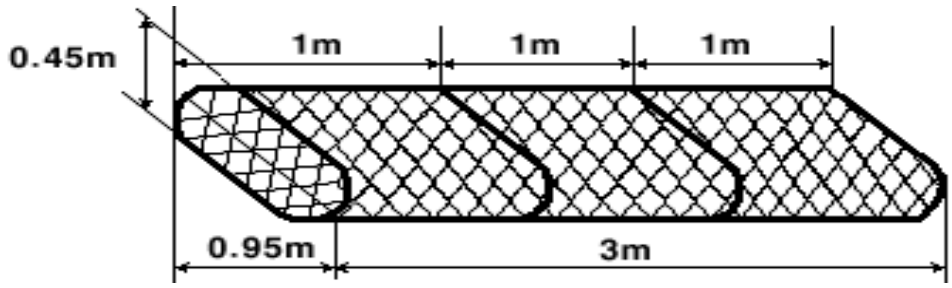
가) 식생 : 비수충 구간에 주로 적용하고 떼붙임을 비롯하여 주로 식물재를 활용하는 비탈덮기로서 장기적 경제성 및 유지관리에 유리하나 단기적(활착기간) 유실대책이 필요하다. 식재수종 선정시 해당하천 및 해당수계에서 서식하는 재래종을 원칙으로 하며, 식생조건(위치, 토양, 지하수위, 저수위 및 홍수위) 및 식생의 특징을 고려하여 수종을 선택한다. 또한 식생매트 및 기타 자연재료 등을 이용한 호안공법도 적용할 수 있으며, 식생매트 적용시 부착면이 고르게 접합될 수 있도록 하여야하며 하안 및 상단부는 부력 및 유수에 의한 세굴을 고려하여 고정방법을 검토하여야 한다.




<그림 3.1-4> 떼붙임, 식생매트

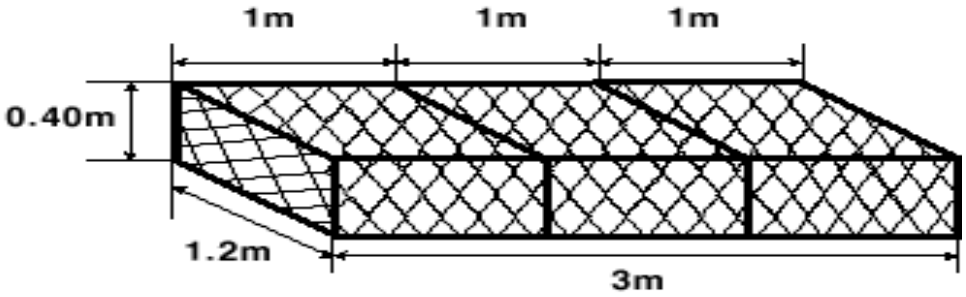
나) 돌망태 : 내구성이 보강된 철선 및 섬유계 등을 사용하여 망태를 만들고(기성제품 이용), 그 속에 조약돌 크기의 석재를 채운 것으로서 타원형, 이불형, 거북형 및 매트리스형, 주머니형 등이 있으며 순응성(굴요성)이 뛰어나 고수호안 이외에도 밑다짐으로도 이용되어진다. 또한, 식생활착이 기대되는 구간에 대해서는 돌망태 설치 후에 상시수위선 이상에 대해 일정량의 복토를 함으로서, 식생의 발아를 촉진시킬 수 있다. 또한, 망태 특유의 순응성(굴요성)을 이용한 옹벽형 돌망태를 설치할 경우에는 비탈덮기와 비탈멈춤(기초), 밑다짐의 기능을 동시에 발휘할 수 있다. 다만 양서파충류가 이동하는 중요한 생태통로 기능의 구간은 망태종류의 모든 호안을 설치하지 말거나 충분한 복토를 실시한다.

① 타원형 : 몸통망, 측면뚜껑, 타원형 뚜껑으로 구성된 철망으로 구성되며 타원형의 몸통에 돌을 채워 설치하는 공법



<그림 3.1-5> 타원형 돌망태

② 사각형(이불형) : 사각틀망, 덮게망, 사각링, 직봉으로 구성되며 사각 틀을 설치장소에 조립하고 돌을 채운 후 상면뚜껑을 덮어 결속하는 공법으로 타원형과는 달리 몸체를 결속하고, 돌채움 시 기계시공이 가능한 공법



<그림 3.1-6> 사각형(이불형) 돌망태

③ 매트리스형 : 사각틀망, 덮게망, 사각링, 직봉으로 구성되며 사각형 돌망태와 시공방법은 같으며 망목의 형태 및 망의 제작방법에 따라 구별되며 다양한 규격의 시공이 가능한 공법



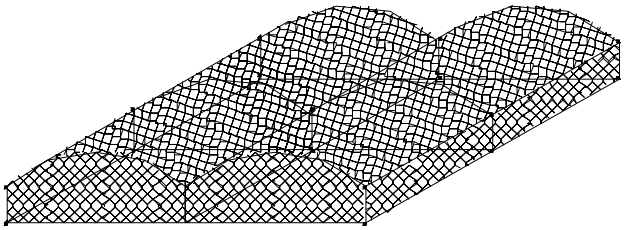
<그림 3.1-7> 매트리스형 돌망태

④ 철망+식생(매트) 조합형 : 천연자재(토사, 돌, 친환경부재)를 이용하여 생태가 복원될 수 있는 여건을 조성하여 초본류(갈대, 부들, 물억새 등)와 목본류(갯버들, 고리버들 등)를 현장여건에 따라 자유롭게 선택 식재할 수 있고 토사유실을 방지하는 표면 친환경부재가 식물의 활착 기능을 발휘하여 자연의 생태를 복원하는 공법.



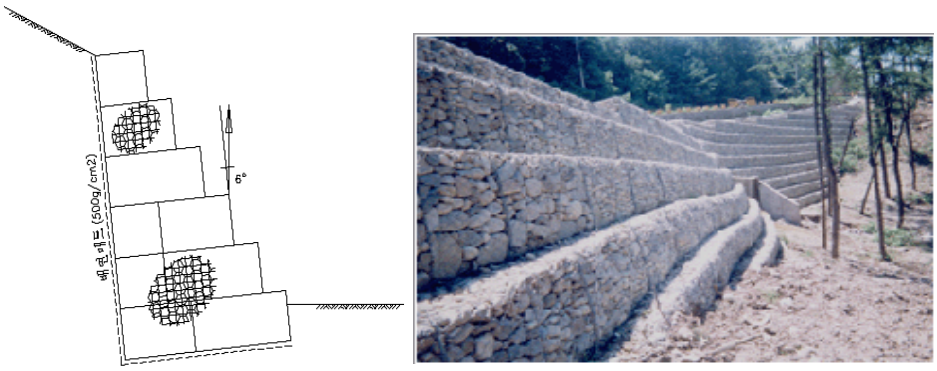
<그림 3.1-8> 철망+식생매트 조합형

⑤ 거북형 : 사각 및 원호형의 조합체로서 하안의 조도를 증가시키는 역할이 고려된 공법으로 형틀을 고정시킨 후 몸통망, 뚜껑으로 구성된 철망태속에 돌을 채워 설치하는 공법



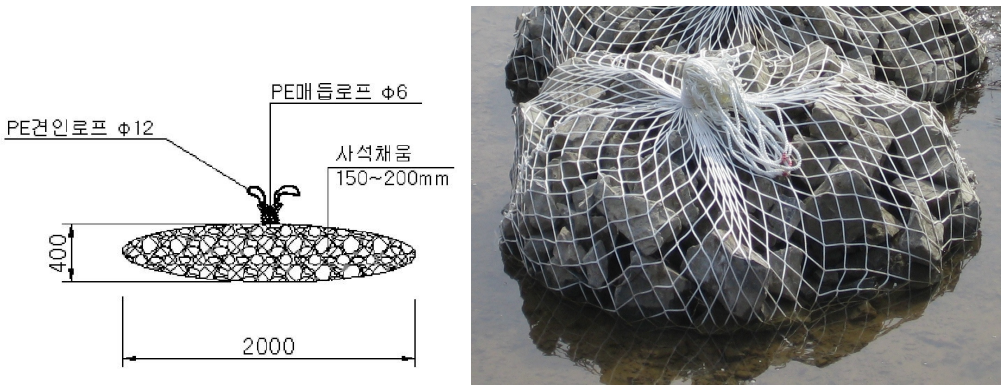
<그림 3.1-9> 거북형 돌망태

⑥ 옹벽형 : 육면체의 철망태속에 돌을 채워 옹벽구조물 같이 설치하는 공법



<그림 3.1-10> 옹벽형 돌망태

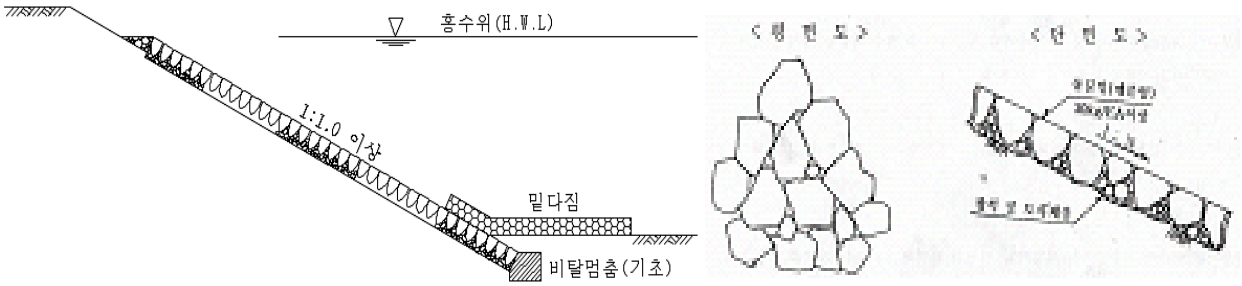
⑦ 주머니형 : 하천에서 호안밑다짐, 교량의 교각 보호, 하상보호 등을 위하여 철선이나 강화섬유 등으로 된 주머니형 망태속에 돌을 채워 설치하는 공법



<그림 3.1-11> 주머니형 돌망태

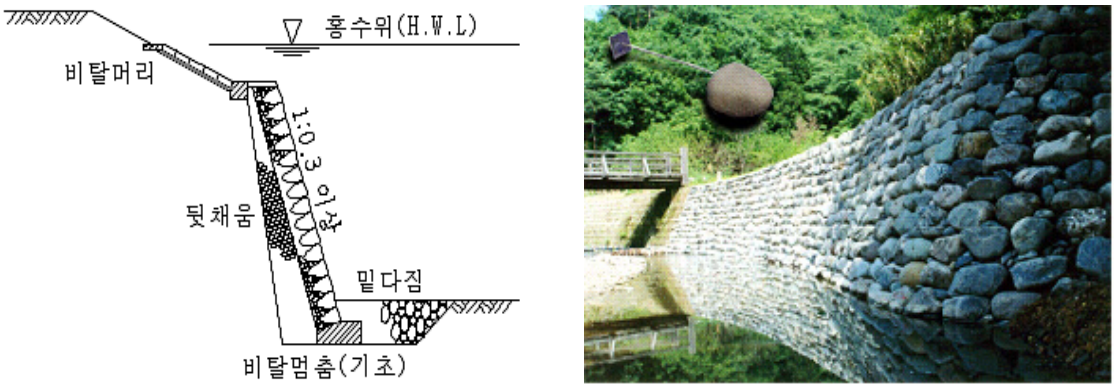
다) 돌붙임, 돌쌓기(석축) : 가능한 완경사의 돌붙임을 적용하는 것을 원칙으로 하나 사용되는 돌의 종류(깬돌, 깬잡석, 야면석 및 견치석) 및 시공방법(메쌓기, 찰쌓기)등을 고려하여 대상하천의 주변 환경 및 시공성, 경제성, 재료 구득의 용이성 등을 검토하여 적용하여야하며 통수능 및 하상의 폭을 확보할 필요가 있는 등의 부득이한 경우에는 돌쌓기(석축)를 적용할 수 있으며 이때 최소비탈경사는 1:0.3으로 한다. 또한, 산지와 연결되는 호안이나 제내측에 생태적으로 양호한 공간이 위치할 경우에는 양서파충류, 작은 동물의 이동을 돕기 위한 생태통로를 일정간격으로 설치한다.

① 돌붙임



<그림 3.1-12> 돌붙임

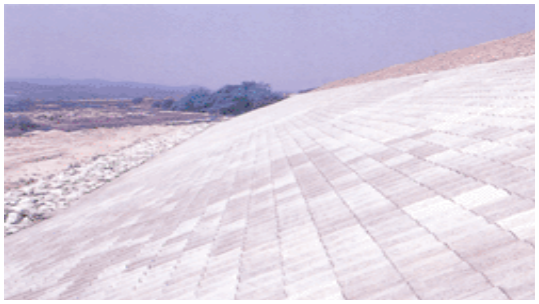
② 돌쌓기



<그림 3.1-13> 돌쌓기

라) 콘크리트 블록 : 가장 일반적으로 사용하는 형태이다. 콘크리트 블록공은 토사의 유출이 생기더라도 블록이 침하하여 공동이 커지는 것을 막고 보수도 용이한 장점을 가지고 있어 가장 많이 이용되고 있는 공법이나 미관, 추이대 단절 등의 생태계를 훼손시키므로 가능한 한 친수성, 생태계, 경관을 고려한 자연형 호안을 적용한다.

① 장방형, 장대형, 사각형 블록 : 시공이 간단하고 가격이 저렴하며 와이어메쉬로 연결시공하여 유수에 의한 유실을 방지할 수 있는 장점이 있으나 환경적으로 불리하여 최근 사용을 기피한다.




<그림 3.1-14> 콘크리트 블록(무공)

② 환경 호안블록 : 석재 및 자연재의 구득이 어려운 지역에 대하여 자연경관 창출 및 친수환경 조성을 위하여 환경블록 호안을 적용할 수 있다. 그 종류는 다음과 같으며 적용시 주변환경 및 하천의 이용도, 경제성, 시공성 등을 고려하여야 할 것이다.

㉮ 친수/하천이용 호안 : 물가에 쉽게 접근할 수 있으며 고수부지 등의 하천공간을 편리하게 이용할 수 있도록 제작된 호안으로 완경사호안, 계단호안, 관람석호안 등이 있다.




<그림 3.1-15> 환경 호안 블록(친수/하천이용 호안)

㉯ 생태계 보전 호안 : 어류 및 곤충 등 수중생물의 산란과 생육, 홍수시 대피장소 제공 등을 고려하여 블록을 쌓아 설치한 어소블록 호안 등이 있다.




<그림 3.1-16> 환경 호안블록(생태계 보전 호안)

㉰ 경관보전 호안 : 주변 환경과의 조화, 외견상의 아름다움 등을 고려하여 설치되는 호안으로 녹화호안, 조경호안 등이 있다.



<그림 3.1-17> 환경 호안블록(경관보전 호안)

㉱ 식생 호안 : 식생활착 공간을 조성하여 자연 또는 인공적으로 식생의 성장을 유도할 수 있는 호안으로 사각틀 환경블록, 벌집형 블록 등이 있다.





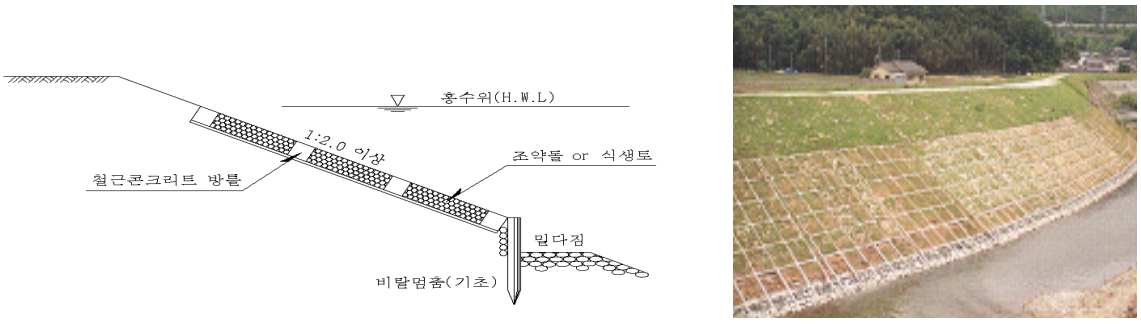
<그림 3.1-18> 환경 호안블록(식생 호안)

마) 점토 또는 황토 블록 : 콘크리트 호안제품 등의 하천환경에 위해성을 보완하기 위한 점토, 황토 등의 자연재료를 이용한 블록제품으로서 식생이 양호하여 양서파충류 등의 이동이 자유로우며 미관, 경관성이 좋고, 공법목적에 따른 다양한 재품생산이 가능하다.



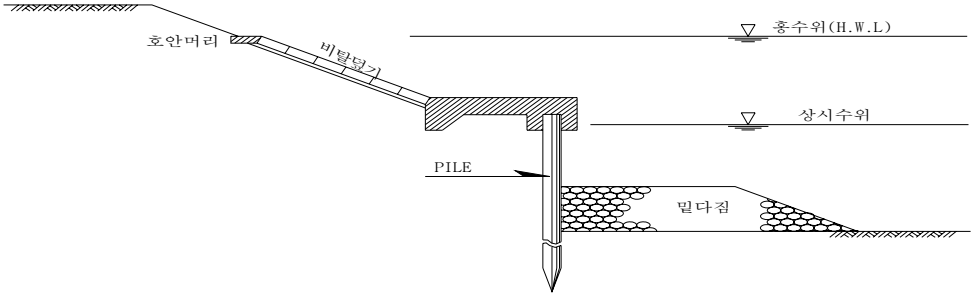
<그림 3.1-19> 점토, 황토블록 (예시도)

바) 비탈방틀공 : 비탈위에 철근 콘크리트로 방틀을 짜고, 바닥에 토사흡출방지를 위한 Con'c타설 또는 부직포를 설치하며, 수리조건을 고려하여 식생토나 깬잡석, 조약돌 등을 채우는 공법으로 경관성, 환경성, 안정성에 따라 채움방법을 조정할 수 있다.



<그림 3.1-20> 비탈방틀공

사) 파일공 : 파일공은 조석의 영향을 많이 받아 상시수위의 변화가 많은 하류부 구간이나 세굴현상이 빈번한 수충부 구간에 많이 설치되며 비탈덮기와 기초의 기능을 동시에 발휘할 수 있다.



<그림 3.1-21> 파일공

아) 스톤매트리스(스톤네트)공: 철망을 깔고 자연석을 포설한 후 스테인리스 로프망을 덮고, 고정핀으로 철망과 로프망을 연결하여 자연석을 고정시키는 방법과 철망을 깔고 자연석을 천공하여 엥커를 이용하여 철망과 자연석을 고정시키는 방법이 있다. 사석의 공극에 기존의 흙을 복토함으로써 식생지반을 조성할 수 있는 친환경적인 공법이다.



<그림 3.1-22> 스톤매트리스공

자) 이외의 특수호안이나 신공법의 호안은 그 특징과 장·단점을 면밀히 파악하고 적정성을 충분히 검토하여 적용한다.

3.1.3 호안머리

호안머리는 비탈덮기의 종류에 따라 그 크기 및 규모, 재질이 결정되어야 하므로 다음의 규정에 의한다.

1) 호안머리의 재질은 잡석 또는 호박돌, 콘크리트(18MPa이상)로 함을 원칙으로 한다.

2) 호안머리의 두께에 따라 굵은골재 최대치수를 감안하여 재질을 결정한다.

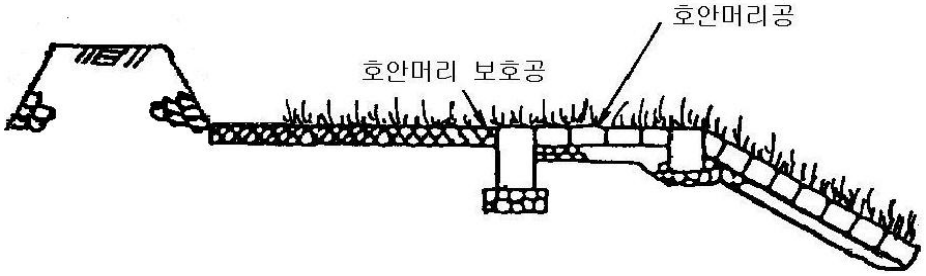
3) 콘크리트류의 호안머리는 굳기 전에 3~5m마다 흙손 또는 철선 등을 이용한 줄을 그어 이격시켜야 한다.

4) 콘크리트류 호안머리의 폭은 제체에 충분히 근입하고, 별도의 토공(터파기, 되메우기)을 계상한다.

5) 호안머리공은 현장부설 및 타설을 원칙으로 하며, 비탈면의 경사 및 비탈덮기 두께에 따라 수량을 계상하여 적용하고, 호안머리 두께는 10cm 이상이어야 한다.

6) 콘크리트 호안머리공의 근입깊이는 비탈경사 등을 고려하되 최소 10cm이상 근입시킨다.

3.1.4 호안머리보호(저수호안)



<그림 3.1-22> 호안 머리보호(저수호안)

1) 호안머리 보호는 주로 저수호안의 호안머리공과 병행하여 설치되는 구조물이며 용도에 따라 호안머리공과 일체의 구조로 이루어질 수 있다.

2) 홍수시 수중에 위치하게 되므로 호안머리 이면을 세굴과 침식으로부터 보호하는 기능을 지니고 있는바 순응성(굴요성)이 뛰어난 제품 및 공법이 적용되어야 한다.

3) 호안머리 보호공의 유속, 소류력 등의 수리적 조건과 수충 및 비수충의 선형, 완·급류의 하상경사 등에 의하여 결정된 저수호안의 전 구간에 대하여 설치함을 원칙으로 한다.

4) 설치시 호안머리공의 폭은 1~2m, 호안머리보호공의 근입깊이는 1.5~2m정도로 설치하나 하도의 특성에 맞게 적절한 폭을 확보하여야 한다.

5) 호안머리보호공은 친수하천 조성을 위한 산책로, 자전거도로 등 다양한 활용방안이 강구될 수 있으나 유수 흐름에 저해되는 가드레일, 가로등, 벤치 등의 요철구조는 금해야 한다.

6) 친수 하천은 사람이 많이 모이는 곳이므로 친수성의 증대를 위해 가능한 표면을 토사로 덮어 잔디를 심는 등의 환경적인 면도 고려되어야 한다.

7) 호안머리 보호공이 돌망태일 경우는 유수의 흐름방향으로 설치하여야 하고, 호안머리공과는 밀착하되 일체구조로 되어서는 안 된다.

8) 콘크리트 구조일 경우는 그 폭을 충분히(1.5m이상) 확보하고, 세굴을 감안하여 직립구조의 벽체를 1.0m이상 근입하여 설치한 다음 사석, 잡석 등의 채움재로 되메움 하여야 한다.

9) 콘크리트 강도는 그 기능 및 규모에 따라 결정하여야 하며 철근구조일 경우 fck=21MPa로 하고, 무근구조일 경우는 fck=18MPa의 강도를 원칙으로 하며. 비탈멈춤(기초)공도 이에 따른다.

3.1.5 비탈멈춤(기초)

1) 비탈멈춤은 비탈덮기의 종류, 하천의 경사, 수충 및 하상세굴 등을 고려하여 비탈덮기를 지지하는 구조이어야 하며, 시공직후 및 장기적인 제체침하 시 비탈덮기의 변형을 막기 위하여 반드시 설치하는 것을 원칙으로 한다.

2) 일반적으로 지반이 양호할 때에는 직접기초로 하고, 연약할 때는 말뚝 기초나 강널말뚝 등을 적용한다.

3) 기초와 밑다짐의 병행시는 밑다짐이 이동함에 따라 기초가 파괴될 우려가 있으므로 분리하여야 한다.

4) 기초의 바닥 깊이는 중소하천인 경우 계획하상에서(현 하상이 계획하상보다 깊은 경우에는 현 하상에서) 0.5m이상, 대하천인 경우에는 1.0m이상 유지되도록 하며, 다음과 같은 곳에서는 더 깊게 하여야 한다.

가) 수충부로서 깊은 세굴이 예상되는 곳

나) 보 및 낙차공, 교량 등의 상·하류

다) 첩수로, 방수로 등 하상저하가 예상되는 곳

라) 홍수시 일시적인 세굴 깊이가 1.0m 이상인 곳

※단, 비탈멈춤공(기초)과 밑다짐공(돌망태 등)의 병행설치 시는 근입 깊이를 최소화할 수 있고, 만곡부 내측의 퇴적구간은 최소화 하고 밑다짐을 생략할 수 있다.

5) 기초깊이의 결정방법은 하도계획에 의해 미리 정해진 계획하상에 홍수시 일시적 세굴깊이를 고려하여 결정하나 계획하상이 정해져 있지 않을 때나 이미 계획하상 보다 현재의 하상이 낮을 때에는 현재의 하상에 일시적 세굴을 고려하여 결정할 수 있다. 이 경우 하상 재료와 유속에 따른 홍수시 일시적 세굴 깊이는 다음을 참고한다.

하상재료의 유속에 따른 홍수시 일시적 세굴깊이

<표 3.1-3>

하 상 재 료	홍수시 하안의 유속			비 고
	3m/s 이상	2~3m/s	2m/s 미만	
조약돌 이상의 입경	1.0m	0.5m	-	
자갈 정도의 입경	1.5m	1.0m	0.5m	
잔자갈 정도의 입경	-	1.5m	1.0m	

※ 조약돌:100mm<d<150mm, 자갈:20mm<d<75mm, 잔자갈:2mm<d<15mm

6) 기초의 형상은 비탈덮기의 하중을 충분히 지지할 수 있도록 장방형 단면의 설치를 원칙으로 하고, 밑다짐이 설치되어 있어도 세굴에 의한 파괴가 예상되는 곳은 직방향의 직사각형 구조로도 할 수 있다.

7) 기초의 폭 및 두께는 비탈덮기의 종류, 경사, 하상특성에 따라 결정하되 최소 50cm이상으로 한다.

8) 직접기초는 무근구조를 원칙으로 하고, 연약지반에 직접기초와 강널말뚝을 병행할 때에는 주철근을 D16, 배력근을 D13으로 하여 철근의 중심거리를 20cm간격으로 배근하여야 한다.

9) 현장타설이 곤란할 경우에는 외부에서 제작하여 설치하되 설치후의 침하 등을 고려하여 기초지면에 잡석 등을 부설하고 설치한다.

10) 축제고가 높아 비탈덮기공의 연장이 길어 단일 시공이 곤란하고 공사 후의 안전성이 우려될 때에는 비탈멈춤공을 둘 수 있다.

3.1.6 밑다짐

1) 밑다짐 조건

밑다짐은 제방 및 비탈덮기의 안정에 중요한 역할을 하므로 전 구간에 설치하는 것을 원칙으로 하되 다음 조건을 만족해야 한다.

가) 소류력에 견딜 것

나) 하상변화에 대해 순응성(굴요성)을 가질 것

다) 시공이 용이할 것.

라) 내구성이 좋을 것

※ 단, 하천 합류부, 하폭의 급확대구간, 비 수충구간 등의 지속적인 퇴적구간은 하상변동조사, 현지조사, 주민탐문 등을 통하여 설치하지 않아도 된다.

2) 밑다짐 폭

가) 밑다짐의 폭은 하상의 수리특성과 세굴 및 침하정도를 추정하여 결정하여야 하는 바, 관련 산정공식을 이용하여 해당구간의 밑다짐 폭 산정에 반영할 수 있으며 일반적으로 대하천에서는 4.0m이상, 중소하천에서는 3.0m이상으로 하며 다음 값을 기준으로 설계한다.

홍수시 단면 평균 유속에 따른 밑다짐폭

<표 3.1-4>

구 분	홍수시 단면평균 유속		
	2m/s 미만	2~4m/s	4m/s 이상
밑다짐의 폭	2~10m	4~12m	6m 이상

※ 참고자료 : 하천설계기준·해설 2009. 한국수자원학회

나) 돌망태, 블록 등에 대한 밑다짐의 상단높이를 단단면의 경우 하상계획고(현 하상고가 하상계획고보다 낮을 경우에는 현 하상고), 복단면의 경우는 고수부지로 하여 하상에 돌출되지 않게 한다. 단, 저수로 폭이 좁은 하천에서는 예외로 할 수 있다.

3) 밑다짐 종류

가) 콘크리트 블록공 : 굴요성, 내구성 등을 증가시키기 위하여 콘크리트 블록을 서로 맞물리게 하여 전체가 일체로 유수에 저항하도록 한 것이다.

나) 사석공 : 가장 간단한 밑다짐공법으로 부근의 하상재료보다 크고 무거운 것을 적절히 사용하면 쉽게 유실되지 않고, 내구성, 굴요성의 측면에서도 가장 좋은 공법이다. 순응성(굴요성)이 좋은 재료로서 수심이 깊고, 세굴이 많이 발생하는 지역의 저수호안이나 밑다짐으로 적용되고, 연약지반에서 압사석으로도 적용하며, 설치장소로의 진입여부 및 시공방법에 따라서 사석고르기와 사석부설로 구분한다.

다) 돌망태(타원형, 사각형, 거북형, 매트리스형) : 굴요성이 좋아 밑다짐으로는 훌륭한 공법이지만 철선이 내구적인 측면에서 다소 약한 단점이 있다. 밑다짐으로서 병행하는 경우 이외에는 비탈덮기를 연장하여 겸용한다.

라) 주머니형 돌망태 : 기존의 돌망태와 달리 뚜껑이 없으므로 다양한 크기 및 형태로 철선을 사각망 형태로 중복되게 꼬아서 만든 철망으로 그 망속에 현장에서 깨끗하고 단단한 돌로 채워서 조립·투하하는 공법이다.

마) 침상공(방틀공) : 섶침상, 목공침상, 개량침상, 콘크리트 방틀공 등이 있고, 섶침상은 완류하천에서, 목공침상 또는 최근 처리 문제가 되고 있는 폐콘크리트 등을 채움재로 이용할 수 있는 콘크리트 방틀공은 급류하천에 적용할 수 있다.

가) 콘크리트 블록공4) 밑다짐의 설계

① 하천경관 및 생태계 등을 고려하여 가급적 설치는 지양하고, 부득이한 경우에는 수중에 설치하는 것을 원칙으로 한다.

② 두께는 블록간의 접속, 순응성(굴요성) 등을 감안하여 2단 이상으로 하되 최소 30kg/개 이상의 중량을 가지되 블록과 블록은 서로 결속되도록 하여야 한다.

③ 설치 폭은 <표 3.1-4>의 기준을 적용하고, 밑다짐의 상단높이는 계획하상고 이하로 한다.

나) 돌망태(타원형, 이불형, 거북형), 매트리스형 돌망태

① 육상 시공이 가능한 구간에 설치하되 상단높이를 계획하상고로 하여 하상에 돌출되지 않게 한다.

② 제방 및 비탈덮기의 밑다짐 설치방향은 유수의 직각방향으로 설치하고, 배수구조물의 유입·출구, 보, 낙차공 등의 하천구조물 에서는 유수 방향으로 설계한다.

③ 설치 폭은 <표 3.1-4>의 기준을 원칙으로 한다.

다) 사석공

① 하상이 급변하고 세굴이 지속적으로 진행되는 지점에 설치한다.

② 주로 수충 구간으로 수심이 깊고, 제방 및 비탈덮기의 시공성을 감안하여 적용한다.

③ 사석의 상단고는 일반하천의 경우 상시수위에서 0.5m 높게 설치하고, 지반이 연약하여 침하의 우려가 있는 하상에서는 상시수위에서 1.0m이상, 조석의 영향을 받는 감조하천의 경우 대조평균만조위에서 1.0m이상으로 한다.

④ 사석 부설시 상단폭은 3.0m이상을 원칙으로 하나 작업조건을 감안하여 계획하여야 하며, 밑다짐폭의 규정을 적용한다.

⑤ 사석부설 두께는 최소 1.5m 이상으로 하여야 하며 현하상 또는 계획하상에서 1.5m이상의 두께를 확보하기 어려운 곳에서는 계획하상 밑으로 근입시키거나 상단 계획고를 조정하여 최소 1.5m이상의 높이를 확보한다.

⑥ 사석은 개당중량이 최소 30kg이상(공극 채움돌 제외)의 것을 사용하되 토질상태, 세굴정도, 유속 등을 고려하고 수리계산식을 통하여 안정성을 확보하고 시공성을 고려한 사석규모를 결정하여야 한다.

⑦ 사석부설은 장비 또는 인력의 접근이 수월하고 육상 시공이 가능한 상태에서 구조적인 안정성을 고려할 수 있는 방법으로 부설시 공극을 최대한 줄여야 하며, 사석부설 후 상단폭(표면부)에 대하여 돌출되지 않게 면고르기를 하여야 한다.

⑧ 사석부설의 비탈경사는 제방과 접할 경우 제방비탈경사와 같게 설치하는 것을 원칙으로 하며 비탈보호공의 사면경사와 수심 등을 고려하여 1:1.5보다 완만하게 하고, 독립된 저수호안의 경우는 그 이상으로도 할 수 있다.

⑨ 밑다짐 사석으로 인해 통수능에 큰 지장이 있을 정도의 소규모 하천에서는 공법의 적용을 제고 하여야한다.

3.1.7 필터매트

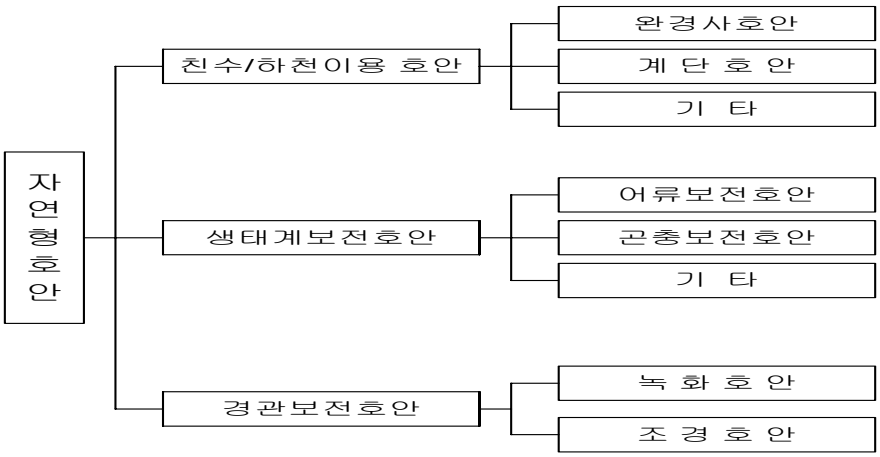
호안의 파괴는 비탈덮기 및 밑다짐의 홍수후 잔류수 유출 및 홍수시 유수에 의한 배면 토사유출에 따른 공동발생에 기인하는바, 미·세립토의 유출을 방지하고, 잔류수를 원활히 배수시키기 위하여 비탈덮기와 밑다짐 배면, 세굴방지용으로 설치되는 구조물(사석 등)에 배면매트 또는 저면매트의 설치를 원칙으로 하며, 환경을 고려한 식생대구간의 경우 필요하다면 식생용 필터매트를 배면에 설치할 수 있다. (단, 비탈사면의 완경사구간 및 퇴적구간 등 제방 · 호안성격이나 현장조건에 따라서는 예외로 할 수 있다.)

3.1.8 자연형 호안공

1) 자연형 호안의 목적에 따른 분류

가) 자연형 호안의 목적은 생태계 보전, 경관, 친수목적 등의 여러 가지 호안으로 구분할 수 있고, 치수안전도 확보를 최우선으로 하며, 호안재는 흙, 돌 등의 자연재료를 최대한 이용하되 콘크리트 재료는 부득이한 경우에만 적용한다.

나) 자연형 호안의 목적에 따라 다음과 같이 분류할 수 있다.



다) 친수성을 고려한 자연형호안 : 물가에 쉽게 접근할 수 있도록 하고 고수부지 등의 하천공간을 편리하게 이용할 수 있도록 만들어진 호안을 말하며, 다음과 같은 종류가 있다.

〈표 3.1-5〉 **자연형호안의 종류**

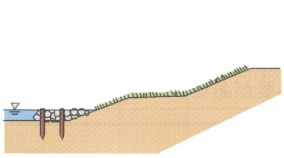
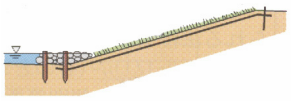
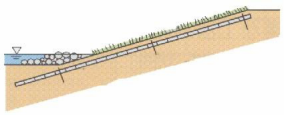
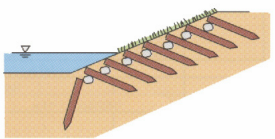
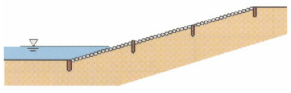
구 분	특 징
완경사호안	고수호안과 저수호안의 경사를 완만하게 하여 접근성과 친수성을 향상시키고 저수호안의 경우, 야생동물의 접근과 이동이 용이하도록 조성한다.
계단호안	수변에서와 수중에서의 레크리에이션을 위해 물가로 쉽게 접근할 수 있도록 하기 위한 호안.
기 타	고수부지를 운동장이나 구기장 등의 체육시설로 이용하고 있는 하천의 고수호안을 관람석으로 사용하거나 고수부지로 쉽게 접근할 수 있도록 하기 위해 계단형상으로 만든 관람석 호안과 호박돌, 바위, 콘크리트 등의 조합으로 주위 경관의 보전과 계단의 기능을 겸하기 위해 설치하는 호안 등이 있다.

라) 생태계보전을 고려한 자연형호안 : 어류 및 곤충 등 수중생물의 산란과 생육, 홍수시 대피장소 제공 등을 고려하여 자연소재 등을 이용하여 설치한 호안을 말하며 자연형 호안의 대표적인 기법은 다음과 같은 종류가 있다.

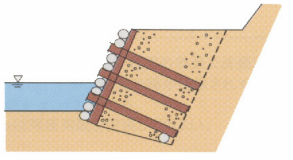
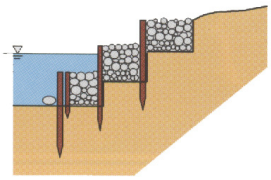
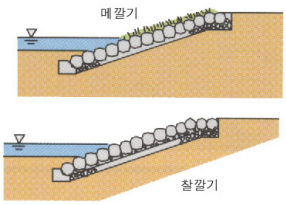
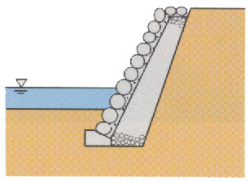
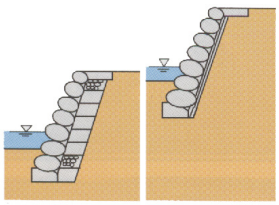
마) 경관보전호안 : 주변 환경과의 조화, 외관상의 아름다움을 고려한 호안으로 녹화호안과 조경호안이 이에 해당한다.

2) 자연형 호안의 사용재료에 따른 분류

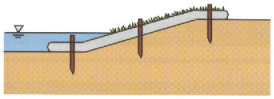
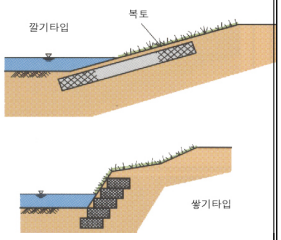
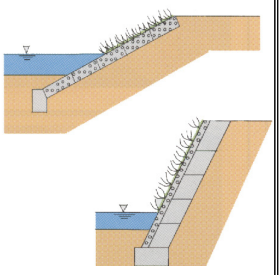
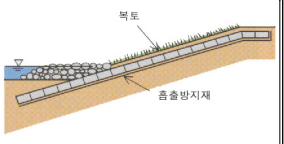
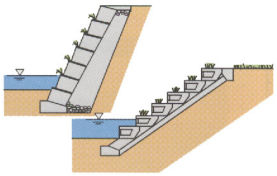
〈표 3.1-6〉 자연형 호안의 사용재료에 따른 분류

재료	기법	개 요 도	기법의 고려사항 및 특징
식생	잔디깔기	 한계유속: 2 m/s	• 잔디는 생활한계로서 30 cm이상의 근입 깊이 확보 • 비탈경사는 대략 1:2.0보다 완만하게 해서 비탈면 안정 도모 • 잔디가 활착할 때까지 유수에 쓸려가지 않도록 주의하여 시공시기와 위치 설정 • 수제역에는 잔토 및 사석, 말뚝 등을 이용하여 처리 • 평수위 이하에는 잡석, 말뚝, 망태 등의 밑다짐과 복합적으로 적용 • 인근에 도시 등이 존재할 때 적용
시트	지오텍스타일	 한계유속: 3 m/s	• 지오텍스타일에 의해서 비탈면을 덮고, 식생을 활착시킴으로서 보강효과 얻음 • 비탈경사는 대략 1:2.0 보다 완만하게 해서 비탈면 안정 도모 • 시트 위에는 식생의 활착이 가능하도록 10cm정도의 복토 시행 • 상하류단부 및 천단부, 비탈끝부에는 앵커핀 등을 적용하여 지오텍스타일 고정 • 수제역에는 잔토 및 사석, 말뚝 등을 이용하여 처리 • 전석이 적은 하천과 수충부 이외 장소에 적용 • 배후에 중요시설이 없는 경우에 적용
	블록매트	 한계유속: 4 m/s	• 지오텍스타일 기법과 거의 동일하게 적용 • 비탈경사가 1:1.5 보다 완만한 경우에 적용 • 말뚝과 앵커핀에 의한 사태방지대책 필요 • 전석이 적은 하천과 수충부 이외 장소에 적용 • 배후에 중요시설이 없는 경우에 적용
목재	통나무격자	 한계유속: 4 m/s	• 잡목(간벌재)을 적극적으로 사용 • 식생 회복이 빠름 • 나무말뚝 부식에 유의 • 나무말뚝 부식대책으로서 버들 등의 식생 병용 • 굴입하도에 적용 • 전석이 적은 하천에 적용 • 고수부가 넓은 저수하안에 적용 • 배후에 중요시설이 없는 경우에 적용
	섶비탈틀	 한계유속: 4 m/s	• 섶을 이용한 비탈틀을 짜서 하안을 보호하는 기법 • 비탈경사가 1:1.5정도보다 완만한 경우에 적용 • 채움돌은 호안근방의 대표유속에 대해서 이동하지 않는 돌의 지름 이용 • 목재부분 부식에 유의 • 굴입하도에 적용 • 전석이 적은 하천에 적용 • 고수부가 넓은 저수하안에 적용 • 배후에 중요시설이 없는 경우에 적용

〈표 3.1-6〉 계속

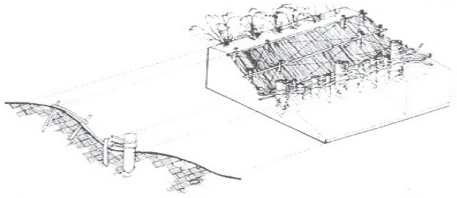
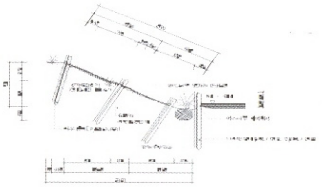
재료	기법	개 요 도	기법의 고려사항 및 특징
목재	목재블록	 한계유속: 4 m/s	• 잡목(간벌재)을 적극적으로 사용 • 비탈경사가 1:1.0보다 급한 경우에 적용 • 윤하중이 걸리지 않는 장소에 적용 • 굴입하도에 적용 • 목재블록 부식에 유의 • 전석이 적은 하천에 적용 • 배후에 중요시설이 없는 경우에 적용
	말뚝울타리	 한계유속: 4 m/s	• 뒷채움돌을 이용하는 기법 • 비탈경사가 1:0.5보다 완만한 경우에 적용 • 채움돌은 호안 근방의 대표유속에 대해서 이동하지 않는 돌의 지름을 이용 • 평수위 이상 및 수위변동지역의 나무말뚝은 부식이 빠르므로 버들 등의 식생과 병용 • 굴입하도에 적용 • 전석이 적은 하천에 적용 • 배후에 중요시설이 없는 경우에 적용
석재	자연석깔기	 한계유속: 4 m/s	• 비탈경사가 1:1.5보다 완만한 경우에 적용 • 현지 주변에서 재료의 입수가 용이한 경우에 적용 • 석재 메깔기 -호안 근방의 대표유속을 산정하여, 흐름에 안전한 석재를 사용 -돌의 맞물림 고려 -굴입하도에 적용 • 석재 찰깔기 -모르타르가 석재 외부로 돌출되지 않도록 주의
	자연석찰쌓기	 한계유속: 7 m/s	• 비탈경사가 1:1.5보다 급한 경우에 적용 • 현지주변에서 재료의 입수가 용이한 경우에 적용 • 콘크리트 블록쌓기와 동일한 지지두께가 있으면 블록쌓기와 유사한 강도를 나타냄 • 모르타르가 석재 외부로 돌출되지 않도록 주의 • 유속 5 m/s 미만인 지역에 대해서는 적용 가능한 다른 기법에 대해서도 충분히 비교 검토
	연결자연석메쌓기	 한계유속: 7 m/s	• 비탈경사가 1:1.5보다 급한 경우에 적용 • 현지주변에서 재료의 입수가 용이한 경우에 적용 • 지지 및 말림대책을 취함으로서 유속, 토압에 대해 안전 확보 • 안전성뿐만 아니라 다공질 공간을 확보하기 위해 자연석의 배치와 입경을 충분히 검토 • 굴입하도에 적용

〈표 3.1-6〉 계속

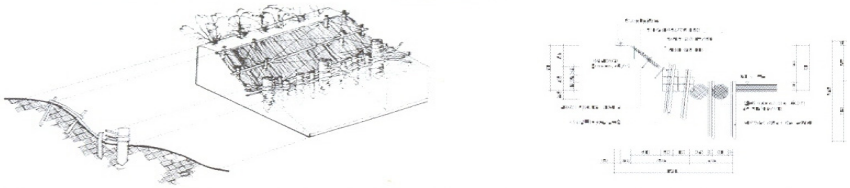
재료	기법	개 요 도	기법의 고려사항 및 특징
망태	식생망태	 한계유속: 5 m/s	• 망태 특유의 굴요성과 녹화기능 가짐 • 비탈경사가 1:1.5보다 완만한 경우에 적용 • 각종 현지조건을 고려하여 부설방향 결정 • 말림대책 필요 • 내구성이 약하므로 복토 및 적절한 유지관리 필요 • 굴입하도에 적용 • 전석이 적은 하천에 적용 • 배후에 중요시설이 없는 경우에 적용
	망태매트	 한계유속: 5 m/s	• 설계 소류력에 대해 이동하지 않는 지름의 속채움돌 이용 • 비탈경사가 1:1.5보다 완만한 경우는 깔기형을 채용하고 1:1.5보다 급한 경우는 쌓기형 채용 • 공극이 많고 건조되기 쉬우므로 식생의 회복을 도모하기 위해 망태 위에 복토하는 것을 기본으로 함 • 사태 방지대책 필요 • 굴입하도에 적용 • 전석이 적은 하천에 적용 • 철선 부식 대책 필요 • 용수 등의 취수시설이 있고 취수에 지장을 줄 우려가 있는 경우에는 적용하지 않음
콘크리트	다공질콘크리트	 한계유속: 8 m/s	• 현장치기타입(한계유속 5 m/s이하)과 블록타입(한계유속 5 m/s이상)이 있으며, 현장치기타입은 비탈경사가 1:1.5보다 완만한 경우 적용 • 식생기능을 가지며 강도를 중시하는 타입(강도중시형)과 식생을 중시하는 타입(식생중시형)이 있으며, 각기 특성은 다름 • 현장치기의 경우 품질관리 중요 • 건조하기 쉬운 경우와 차수시트 또는 이입 콘크리트를 시공하는 경우는 식생관리 필요
	연절(緣節)블록	 한계유속: 5 m/s	• 호안 근처의 대표유속을 대상으로 안전성을 확보하기 위한 지지두께 확보 • 비탈경사가 1:1.5보다 완만한 경우에 적용 • 잔토 등을 이용해 기석 및 복토 수행 • 식생활착 도모 • 철선 부식 대책 필요
	환경블록	 한계유속: 8 m/s	• 종래의 콘크리트 블록호안과 동일한 내침식 강도 가짐 • 환경기능을 복합적으로 고려함 • 경관기능 위주인 것 및 환경기능 위주인 것 등이 있으므로 대상구간의 특성을 파악하여 도입 • 유속 5 m/s 미만인 지역에 대해서는 적용 가능한 다른 기법에 대해서도 충분히 비교 검토

주) 「자연친화적 하천정비지침, 2004. 3, 경기도」에서 인용한 내용이며, 최대허용유속은 「아름다운 산하를 지키는 재해복구 기본방침, 2002, 일본 전국방재협회」에서 인용한 것으로 직접 적용은 주의가 필요함.

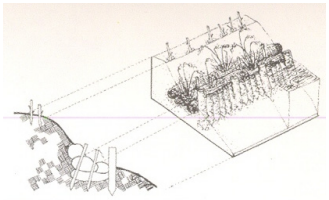
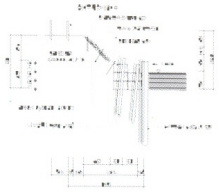
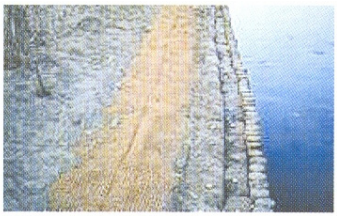
〈표 3.1-7〉 자연형 호안의 기법에 따른 분류

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="7">윗가지덮기 호안</td></tr>
<tr><td rowspan="3">특 성</td><td>시공위치</td><td>수충부</td><td></td><td>비수충부</td><td></td><td>사주부</td><td>◎</td></tr>
<tr><td>하상경사</td><td>완류</td><td>◎</td><td>중류</td><td>◎</td><td>급류</td><td></td></tr>
<tr><td>주요재료</td><td colspan="6">비탈멈춤 : 나무말뚝박기,버드나무가지엮기 비탈덮기 : 윗가지덮기
식생재피복 : 물억새, 갈대뗏장, 갈대망태</td></tr>
<tr><td>적용지침</td><td colspan="7">• 유속이 느려 유사의 퇴적이 예상되는 구간에 적용한다.
• 나무말뚝을 0.3~0.8m의 간격으로 사면에 비스듬하게 박고, 쉽게 휠 수 있는 버드나무가지를 3단으로 엮는다. 망의 높이는 0.3~0.8m 이다.
• 비탈멈춤에 원통형 갈대망태는 수면으로부터 5~7cm 나와야 하고, 고정시키기 위해 1m 길이의 나무말뚝을 깊이 박아 2~3cm정도 수면에 나오게 한다.
• 윗가지 덮기는 뿌리를 쉽게 뻗고. 곧고 길며, 탄력 있는 다양한 버드나무류의 가지 정도의 길이를 사용하여 두 겹 겹쳐서 짧고, 20cm간격으로 생가지와 마른 가지를 번갈아 덮어준다. 이 때 생가지는 반드시 휘묻이 하여준다.
• 평면위에 2줄 혹은 여러 줄로 나무말뚝을 박고 0.1~0.2m정도 토양위로 나오도록 한다.
• 말뚝 이면에 원목으로 고정 시키고. 각 나무말뚝을 아연도 철선으로 팽팽하게 연결한다.
• 말뚝사이의 간격은 사면의 기울기와 토양. 하천의 종류에 따라 0.7~1.0m 사이에서 결정된다.
• 사면 상단부에 토양유실 방지와 안정화를 위해 황마네트를 깔고 물억새, 갈대뗏장은 퇴적물 제거 후에 0.5m간격으로 식재하고 돌로 가볍게 눌러준다.</td></tr>
<tr><td>예 시 도</td><td colspan="7">   </td></tr>
<tr><td>적용사진</td><td colspan="7">    </td></tr>
<tr><td>효 능</td><td colspan="7">• 윗가지 덮기는 법면의 보호공으로 자주 사용되어온 재래공법의 일종으로, 시공이 용이하며 쉽게 휘어지므로 하상재료가 사질인 중류.하류 하천에 적당하다.
• 기타 다양한 종류의 습생식물의 식재가 가능하게 되며. 생물에 의해 다양한 서식환경의 창출이 기대된다.
• 수림이 밀생하면 친수성이 떨어지게 되므로 적절한 벌채, 가지치기 등에 의해 친수성을 확보할 수 있도록 한다.</td></tr>
</table>

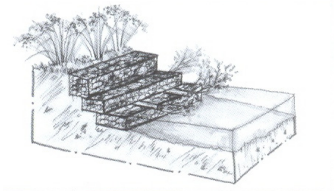
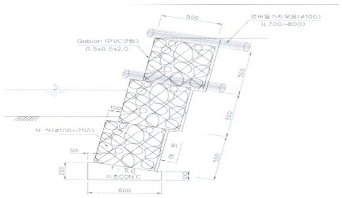
〈표 3.1-7〉 계속

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="8">섶단 호안</td></tr>
<tr><td rowspan="3">특 성</td><td>시공위치</td><td>수충부</td><td></td><td>비수충부</td><td></td><td>사주부</td><td colspan="2">◎</td></tr>
<tr><td>하상경사</td><td>완류</td><td>◎</td><td>중류</td><td>◎</td><td>급류</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>주요재료</td><td colspan="6">비탈멈춤 : 섶단2단 누이기 비탈덮기 : 녹색마대쌓기
식생재피복 : 갈대 뗏장, 갈대근경부</td></tr>
<tr><td>적용지침</td><td colspan="8">• 표토를 제거하고 약 20개의 가지로 만든 섶단은 각각의 길이 4m로, 1m마다 열처리한 아연도 철선으로 묶어준다.
• 섶단을 놓을 도랑은 넓이 0.5m, 깊이는 섶단 직경의 2/3로 파고, 각 섶단의 끝을 약 20~25cm쯤 서로 맞물리게 놓는다.
• 각 단을 고정하기 위해 나무말뚝을 약 80cm 정도의 간격으로 흐름 방향으로 박는다.
• 절토 사면부에는 분해 가능한 황마네트를 깔고 핀으로 고정시킨 후 사석을 채워놓고 사이사이에 자갈류를 끼워놓고 유실을 방지하기 위해 포개어 쌓는다.
• 포갠 틈 사이에 토양에 직접 접하도록 갯버들을 꽂아 놓는다.
• 삽수길이는 지상부 15cm. 지하부 30cm가 확보 되도록 하고 지하부 10m부분에 환상박피한다. 선단부와 환상 박피부는 1BA(3-indole butyric acid)를 사용한 고농도 순간 침지법으로 처리한다.</td></tr>
<tr><td>예 시 도</td><td colspan="8">  </td></tr>
<tr><td>적용사진</td><td colspan="8">  </td></tr>
<tr><td>효 능</td><td colspan="8">• 갈대 근경부가 활착하게 되면 하안의 침식, 세굴방지 효과가 나타나게 되며 정수 식물군락의 형성으로 하천생태계의 제생에 매개역할을 하게 된다.
• 유속을 감소시켜 침전을 촉진시키며 범람시 줄기가 누워 통수단면을 확보해 준다.</td></tr>
</table>

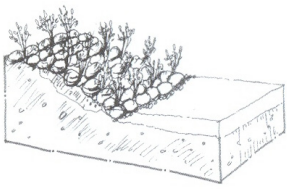
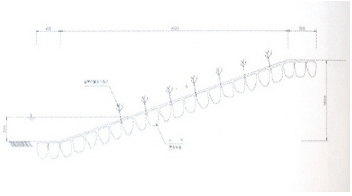
〈표 3.1-7〉 계속

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="7">나무말뚝+녹색마대 호안</td></tr>
<tr><td rowspan="3">특 성</td><td>시공위치</td><td>수충부</td><td></td><td>비수충부</td><td>◎</td><td>사주부</td><td>◎</td></tr>
<tr><td>하상경사</td><td>완류</td><td>◎</td><td>중류</td><td>△</td><td>급류</td><td></td></tr>
<tr><td>주요재료</td><td colspan="6">비탈멈춤: 나무말뚝 연이어 박기, 비탈덮기: 녹색마대+황마네트
식생재피복: 갯버들 꺾꽂이, 갈대 뗏장</td></tr>
<tr><td>적용지침</td><td colspan="7">• 완만한 하안사면, 미지형의 변화가 있는 곳
• 저수로 비탈멈출에는 하안 세굴 방지를 위해 사석을 채워놓고 나무말뚝을 연이어 박는다.
• 하안 사면부에는 녹색마대에 모래나 굵은 토양을 채워 넣고, 하안 사면부에 주머니를 3단 누인 뒤 말뚝으로 고정시킨다.
• 사면 상단부에는 분해 가능한 황마네트 깔고, 핀으로 고정시키고 퇴적물을 제거한 후 0.3m, 4매/㎡ 간격으로 갈대뗏장을 식재한다.
• 삽수길이는 지상부 15cm, 지하부 35cm가 확보 되도록 하고 지하부 10cm 부분에 환산 박피한다. 선단부와 환상 박피부는 1BA(3-indole butyric acid)를 사용한 고농도 순간 침지법으로 처리한다.
• 갯버들 가지를 약 3~4개의 눈이 토양표면 위로 남아 있게 0.3~0.5m 간격으로 꽂는다.
• 식재 후 어느 정도의 군락을 형성할 때까지는 우수에 대한 저항성이 낮으므로 묘의 유출방지책이 필요하다.</td></tr>
<tr><td>예 시 도</td><td colspan="7">   </td></tr>
<tr><td>적용사진</td><td colspan="7">    </td></tr>
<tr><td>효 능</td><td colspan="7">• 갈대 달뿌리풀로 대표되는 정수식물을 식재하고 하안부에서 고수부지에 걸쳐 환경의 다양성을 높인다.
• 식생의 안정된 활착을 도와주며, 군락을 형성하면 하안 보호효과가 생겨 침식을 조절한다.</td></tr>
</table>

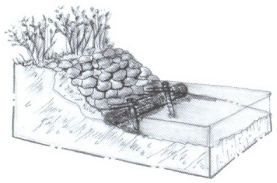
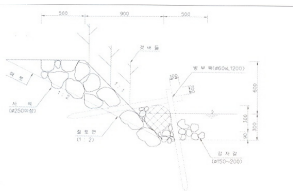
<표 3.1-7> 계속

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="7">돌바구니 호안</td></tr>
<tr><td rowspan="3">특 성</td><td>시공위치</td><td>수충부</td><td>◎</td><td>비수충부</td><td></td><td>사주부</td><td></td></tr>
<tr><td>하상경사</td><td>완류</td><td></td><td>중류</td><td></td><td>급류</td><td>◎</td></tr>
<tr><td>주요재료</td><td colspan="5">사석, 사각 돌바구니, 부직포
식재 : 갯버들 가지 묶음.</td></tr>
<tr><td>적용지침</td><td colspan="7">● 하천선형의 변화가 가장 심한 곳으로 하안경사가 비교적 급한 곳으로 사석보다는 돌망태가 치수적인 측면에서 유리하다.
● 아연도 철선으로 촘촘하게 짠 격자모양의 사각바구니 철망이 놓이고 설치한 후에 물에 감기는 것을 막기 위하여 경우에 따라 필터구조가 필요하다.
● 저수로 비탈멈춤에는 하안 세굴 방지를 위해 사석을 채워놓고, 철망에 돌과 자갈, 살아있는 가지물 혹은 잡목을 담아 완성된 사각 돌바구니를 부직포를 깐 사면부에 누이고 나무말뚝으로 고정시킨다.
● 돌바구니 사이에 직경 10cm, 길이 50cm 정도의 PVC 파이프를 이용하여 갯버들 묶음을 수평으로 끼워 놓는다.</td></tr>
<tr><td>예 시 도</td><td colspan="7">   </td></tr>
<tr><td>적용사진</td><td colspan="7">    </td></tr>
<tr><td>효 능</td><td colspan="7">● 돌바구니 사이에는 키버들을 꺾꽂이 하여 호안의 안정성 향상과 생태계 보호를 도모한다.
● 집중적으로 침식 위험이 있는 비탈멈춤에 적용하면 파손으로부터 보호가 가능하며, 토양안정 효과가 높다.
● 비탈멈춤이 세굴로부터 보호된 호안부에 갈대, 키버들 등을 식재하여 식생이 정착하고 환경이 안정됨에 따른 다른 많은 종류의 식생이 자연발생 가능하게 되며, 생물에 의한 양호하고 다양한 서식환경을 창출하게 된다.
● 돌망태는 소류력에 의한 하상부의 세굴 저감효과와 다공질 공간을 확보한다.
● 시공 후에 갯버들이 생장함에 따라 양호한 자연수림 경관을 이룰 수 있다.</td></tr>
</table>

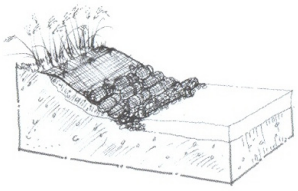
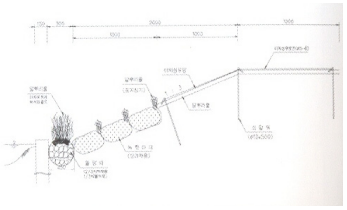
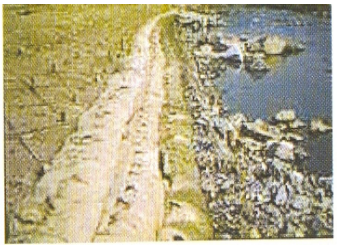
〈표 3.1-7〉 계속

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="7">나무말뚝 + 사석쌓기 호안</td></tr>
<tr><td rowspan="3">특 성</td><td>시공위치</td><td>수충부</td><td></td><td>비수충부</td><td>◎</td><td>사주부</td><td>△</td></tr>
<tr><td>하상경사</td><td>완류</td><td>△</td><td>중류</td><td>◎</td><td>급류</td><td></td></tr>
<tr><td>주요재료</td><td colspan="6">비탈멈춤 : 나무말뚝, 사석
비탈경사 : 사석 + 달뿌리풀 포기심기</td></tr>
<tr><td>적용지침</td><td colspan="7">• 사석쌓기 호안은 비수충부 공법으로 자연성을 강조하여 토양을 기타의 보호장치 없이 그대로 노출시키는 공법이다.
• 최소한의 안정성을 확보하기 위하여 호안 비탈멈춤에 나무말뚝을 0.3~0.8m 간격으로 고정시킨다.
• 하안의 경사가 1:4로 완만하고 하천의 선형상 유사의 퇴적이 기대되는 지점으로 본 공법을 적용한다. 호안의 토양이 유실되더라도 비탈멈춤의 사석이 보호하므로 더 이상의 세굴을 방지할 수 있다.
• 호안의 비탈멈춤에 부직포를 깔고, 사석을 채우고 사이사이에 자갈류를 끼워 놓고 유실을 방지하기 위해 포개어 쌓는다.
• 포갠 틈 사이에 토양에 직접 접하도록 달뿌리풀 포기심기를 한다.</td></tr>
<tr><td>예 시 도</td><td colspan="7">   </td></tr>
<tr><td>적용사진</td><td colspan="7">    </td></tr>
<tr><td>효 능</td><td colspan="7">• 사석으로 메쌓기를 하여 경관과 친수성을 증진시킨다.
• 빠른 유속을 완화시키고 돌과 하층토 사이의 밀접한 관계를 형성한다.
• 석재사이에 사력질 등이 퇴적되면 자연적으로 초본류, 수생식물이 생장하여 녹음이 조성되어 양호한 하안이 창출된다.
• 하안부의 세굴 저감 효과나 다공질 공간의 확보가 가능하다.</td></tr>
</table>

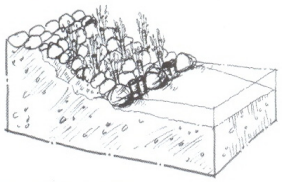
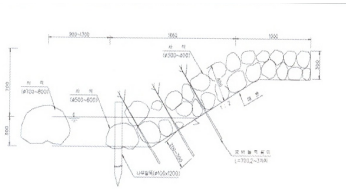
〈표 3.1-7〉 계속

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="7">사석 + 야자섬유두루마리 호안</td></tr>
<tr><td rowspan="3">특 성</td><td>시공위치</td><td>수충부</td><td></td><td>비수충부</td><td>◎</td><td>사주부</td><td>◎</td></tr>
<tr><td>하상경사</td><td>완류</td><td>◎</td><td>중류</td><td>△</td><td>급류</td><td></td></tr>
<tr><td>주요재료</td><td colspan="6">비탈멈춤 : 코이어 롤이나 + 방부목
비탈경사 : 황마네트 + 사석 + 갯버들, 키버들
식재 : 갯버들, 키버들(4:1 혼합식재)</td></tr>
<tr><td>적용지침</td><td colspan="7">• 하안 세굴 방지를 위해 기단부에는 호박돌을 채워 놓고, 그 위에 코이어 롤을 누이며, 방부목으로 ㄱ자형 틀을 짜서 1.5m 간격으로 세우고 코이어 롤을 고정시킨다.
• 절토사면부에는 분해 가능한 황마네트를 깔고 핀으로 고정시킨 후 사석을 채워놓고 사이사이에 자갈류를 끼워놓고 유실을 방지하기 위해 포개어 쌓는다.
• 포갠 틈 사이에 토양에 직접 접하도록 갯버들, 키버들(1:4 혼합식재)을 꽂아 넣는다.</td></tr>
<tr><td>예 시 도</td><td colspan="7">   </td></tr>
<tr><td>적용사진</td><td colspan="7">    </td></tr>
<tr><td>효 능</td><td colspan="7">• ㄱ자형 나무말뚝은 야자섬유두루마리가 안정될 때까지 안정적으로 고정시켜 주며, 토양유실을 방지한다.
• 다양한 정수식물의 발생기반이 되고, 후속적으로 수서곤충류와 어류의 양호한 서식환경이 될 수 있다.
• 정수식물이 활착하게 되면 호안의 침식, 세굴방지 효과가 나타나게 되며 정수식물군락의 형성으로 하천생태계의 재생에 매개역할을 하게 된다.
• 유속을 감소시켜 침전을 촉진시키며 범람시 줄기가 누워 통수단면을 확보해 준다.</td></tr>
</table>

〈표 3.1-7〉 계속

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="7">녹색마대 + 돌망태 호안</td></tr>
<tr><td rowspan="3">특 성</td><td>시공위치</td><td>수충부</td><td></td><td>비수충부</td><td>◎</td><td>사주부</td><td></td></tr>
<tr><td>하상경사</td><td>완류</td><td></td><td>중류</td><td>△</td><td>급류</td><td>◎</td></tr>
<tr><td>주요재료</td><td colspan="6">비탈멈춤 : 돌망태 + 나무말뚝
비탈경사 : 녹색마대 + 코이어 네트
식재 : 달뿌리풀 포기심기</td></tr>
<tr><td>적용지침</td><td colspan="7">• 저수로 비탈멈춤에는 하안 세굴 방지를 위해 사석을 채워 놓고 나무말뚝을 1.5m 간격으로 박고 돌망태를 가로 놓는다.
• 원통형 돌망태는 2/3는 사석을 채우고 1/3은 달뿌리풀을 식재하고 수면으로부터 5~7cm 나와야 한다.
• 녹색마대에 모래나 굵은 토양을 채워놓고, 호안사면부에 주머니를 3단 누인 뒤 말뚝으로 고정시키고, 마대 사이사이에 달뿌리풀을 토양과 직접 접하도록 포기심기를 한다.
• 사면 상단부(1:3)에는 분해 가능한 코이어 네트를 깔고 핀과 야자섬유 끈으로 제작하여 고정시킨다.</td></tr>
<tr><td>예 시 도</td><td colspan="7">   </td></tr>
<tr><td>적용사진</td><td colspan="7">    </td></tr>
<tr><td>효 능</td><td colspan="7">• 달뿌리풀 등 정수식물을 식재하고 하안부에서 고수부지에 걸쳐 환경의 다양성을 높인다.
• 식생의 안정된 활착을 도와주며, 군락을 형성하면 호안 보호효과가 생겨 침식을 조절한다.</td></tr>
</table>

<표 3.1-7> 계속

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="7">돌망태 + 거석놓기 호안</td></tr>
<tr><td rowspan="3">특 성</td><td>시공위치</td><td>수충부</td><td>◎</td><td>비수충부</td><td></td><td>사주부</td><td></td></tr>
<tr><td>하상경사</td><td>완류</td><td></td><td>중류</td><td></td><td>급류</td><td>◎</td></tr>
<tr><td>주요재료</td><td colspan="6">비탈멈춤 : 거석, 사석, 나무말뚝
비탈경사 : 코이어 네트, 사석, 자갈류
식재 : 갯버들가지 꺾꽂이</td></tr>
<tr><td>적용지침</td><td colspan="7">• 하도내에 거석을 1.5~2m간격으로 배치한다.
• 비탈멈춤에는 사석을 깔고 그 위에 사석과 나무말뚝 2~3개는 단차를 둬 0.6~1m 간격으로 번갈아 놓는다.
• 사면부(1:2)는 분해 가능한 코이어 네트를 깔고 핀으로 고정시킨 후 사석을 채워놓고 사이사이에 자갈류를 끼워놓고 유실을 방지하기 위해 포개어 쌓는다.
• 포갠 틈 사이에 토양에 직접 접하도록 갯버들 가지를 꽂아 넣는다.
• 시공 후에 사석 메쌓기 사이에서 녹색화가 진행된다.</td></tr>
<tr><td>예 시 도</td><td colspan="7">   </td></tr>
<tr><td>적용사진</td><td colspan="7">    </td></tr>
<tr><td>효 능</td><td colspan="7">• 사석 사이사이에는 갯버들을 꺾꽂이하여 하안의 안정성 향상과 생태계 보호를 도모한다.
• 집중적으로 침식 위험이 있는 비탈멈춤부에 적용하면 파손으로부터 보호가 가능하며, 토양안정 효과가 높다.
• 하도내 거석에 의해 하도내의 수심과 유속이 다양하게 되어 생물상이 다양해진다.</td></tr>
</table>

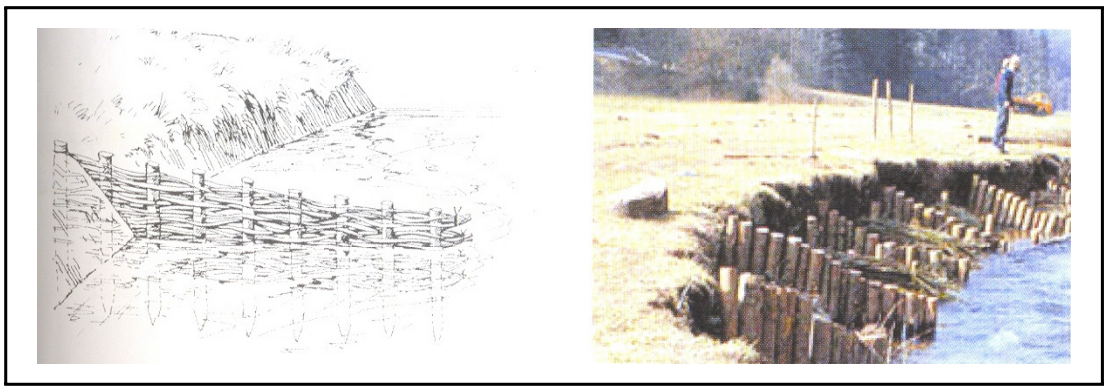
3) 연중 침수기간에 따른 분류

가) 수생역 : 잔가지 및 통나무를 이용한 수제

(1) 적용 : 하안이 붕괴된 곳 또는 하안 보호를 위한 곳.

(2) 효과 : 지속적인 하안 보호 효과는 떨어짐. 평균수명은 물속은 10~20년, 물위는 8~10년.

(3) 장단점 : 하안 보호 효과는 시공 직후 있고, 종단 공법이 일률적이지 않으며. 다양한 생물 등의 서식처로 적절하다. 그러나 지속적인 하안 보호를 위하여 추가적으로 수목류의 식재를 요하고 공법 시공이 까다롭다.



<그림 3.1-23> 수생역

나) 추수역 : 버드나무가지를 이용한 호안공법(섶단 뉘이기)

(1) 적용 : 하안의 밑둥 보호에 뛰어난 공법으로 하상의 거칠음과 무관하게 적용.

(2) 효과 : 섶단에서 새 가지의 뿌리가 하상으로 내리면 하상 보호에도 유리하나. 장기적인 측면에서 수목류의 식재를 병행하는 것이 바람직하다.

(3) 장단점 : 시공 후의 효과는 더딘 편이나, 시간이 흐르면서 효과성이 증대한다. 시공을 위한 많은 재료가 요구되는 단점이 있다.



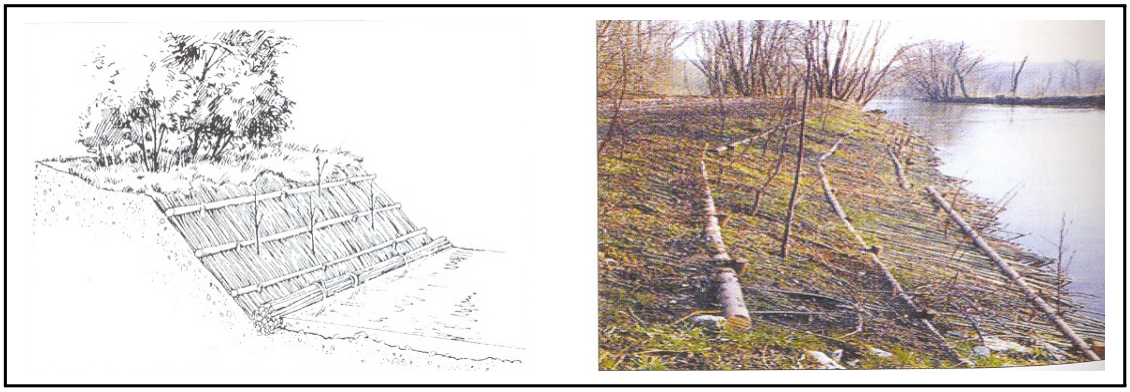
<그림 3.1-24> 추수역

다) 경수목구역 : 고수부지 보호공(나뭇가지 덮기)

(1) 적용 : 나뭇가지 덮기는 토사의 유실이 예상되는 모든 하천에 적용할 수 있으며, 맹아력이 있는 가지를 이용하는 것이 더 유리하다.

(2) 효과 : 지속적인 침식 방지는 기대하기 어려우나, 맹아력이 있는 가지의 경우 지속적인 침식방지 및 수림대 형성이 가능하며. 유속이 빠른 경우에 매우 유리하다.

(3) 장단점 : 많은 재료와 섬세한 시공 기술이 필요하며, 맹아력이 없는 가지를 이용하는 경우 반드시 식재를 겸해야 하기 때문에 시공비가 높다.



<그림 3.1-25> 경수목구역

4) 자연형호안의 허용소류력

자연형 호안은 생물종 다양성 확보를 위하여 단일공법의 장구간 적용을 지양하여야 한다.

<표 3.1-8> 적 용 범 위

호안기법 (적정경사)	주요 적용장소	소류력범위 (N/㎡)	비 고
식물자생용돌붙임 (1:2~1:4)	● 다년생식물의 자생유도가 필요한 수충부 또는 유속이 큰 직선하도	160	
식물재호안 (1:3~1:5)	● 유세가 적은 대하천의 직선부 또는 비수충부	① 10 ② 30	● 코이어네트 등 망에 의해 소류력을 높일 수 있음 ● 1년 후
통나무방틀 (1:1.5~1:4)	● 유세가 큰 수충부 또는 직선하도에서 어류서식을 돕기 위한 장소	1,500 이하	
사석(밑다짐공) (-)	● 근고부세굴이 우려되는 장소	-	● 사석규모에 따라 달라짐
사석계단호안 (1:2~1:4)	● 접근성이 요청되는 장소	200～600	

<표 3.1-8 계속> 적 용 범 위

호안기법 (적정경사)	주요 적용장소	소류력범위 (N/㎡)	비 고
받침석계단호안 (1:2~1:4)	● 접근성이 요청되는 장소에서 친수경관성이 필요한곳	100～120	
무늬조경석붙임 (1:1~1:3)	● 수충부 또는 직선하도에서 친수 경관성이 요청되는 시가지	① 60～75 ② 100～600	● 시공직후 ● 시공후 2~4년후
돌 고정 네트형 (1:2~1:3)	● 수충부 또는 직선하도에서 생물서식이 필요한 장소	160～180	● 시공직후
매트리스형 돌바구니 (1:2~1:3)	● 수충부 또는 직선하도에서 생물서식이 필요한 장소	180～200	● 시공직후
삽목호안 (1:2~1:4)	● 비수충부	① 10 ② 10～30	
호박돌호안 (1:2~1:3)	● 완만한 수충부 또는 직선하도로 친수경관성이 요구되는 곳	-	● 호박돌 규모에 따라 다름
윗가지덮기호안 (1:2~1:4)	● 완만한 수충부 또는 직선하도에서 수풀군락이 필요한 장소	① 60 ② 160～300	● 시공직후 ● 시공후 1~3년
환경생태블록 (1:2~1:3)	● 직선하도에서 공극이 필요한 장소	200	
평떼 (1:2~1:4)	● 직선하도 또는 비수충부에서 양호한 친수경관이 요구되는 곳	① 10～20 ② 100	● 시공직후 ● 시공후 3~4년후
줄떼 (1:2~1:6)	● 직선하도 또는 비수충부에서 양호한 친수경관이 요구되는 곳	① 10 ② 40~80	● 시공직후 ● 시공후 3~4년후
철평석호안 (수평부)	● 시가지에서 친수경관이 요구되는 곳	100	
물싸리군락 (1:3~1:5)	● 직선하도 또는 비수충부에서 수풀군락이 필요한곳	① 10 ② 10~30	● 시공직후 ● 시공후 1~3년
돌쌓기(메쌓기) (1:0.3~1:2)	● 급경사호안이 필요한 직선하도 또는 완만한 수충부	600	
버드나무엮기공 (1:2~1:4)	● 직선하도 또는 완만한 수충부	① 100 ② 300	● 시공직후 ● 시공후 3~4년후

* 본 값은 자연형 하천공사 초기단계의 경험치이므로 향후 모니터링 결과에 따라 보완이 가능.

주) 상기소류력 범위는 1994년 국토부 발행「하천공사표준시방서」와 Schiecht의 1984년 「호안공법과 안정성 검토」에서 제시된 값을 기준으로 작성한 후 정한 값임.

- ① : 시공 직후 소류력
- ② : 시공후 일정기간 지난 소류력

3.1.9 호안의 안전성 검토

1) 경험 설계법

가) 비탈경사에 의한 방법

비탈덮기의 구조와 설치높이, 최소비탈덮기 경사를 이용한 경험적인 표준값으로 설계하는 방법으로 식생 및 식생매트호안의 최소비탈경사는 1:2이상이어야 한다.

<표 3.1-9> **비탈경사의 표준**

비탈덮기의 구조		비탈덮기 연직높이(m)	최소 비탈경사
식 생 공		사면안정 규모	1 : 2.0
돌 쌓 기 콘크리트블록쌓기	찰 쌓 기	3 이상 ~ 5 미만	1 : 0.5
		3 미만	1 : 0.3
	메 쌓 기	3 미만	1 : 1.0
돌 붙 임 콘크리트블록붙임	찰 쌓 기	-	1 : 1.5
	메 쌓 기	3 미만	1 : 2.0
콘크리트 방틀		-	1 : 1.5
돌망태 붙임 콘크리트붙임		3 이상	1 : 2.0
		3 미만	1 : 1.5

※ 참고자료 : 하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)

2) 역학 설계법

가) 평균유속 및 대표유속

호안의 역학적 안정성 평가방법은 평균유속에 의한 방법과 호안에 작용하는 대표유속에 의한 방법이 있다. 호안 피복공에 작용하는 저항력으로는 양력과 유체력이 있으며 유속과 밀접한 연관성을 갖고 있으나 호안설계시 작용하는 대표유속(V_0)은 다음과 같이 표기할 수 있다.

$$V_0 = \alpha \cdot V_m$$

여기서, V_0 : 대표유속(m/sec) V_m : 평균유속(m/sec)

α : 보정계수

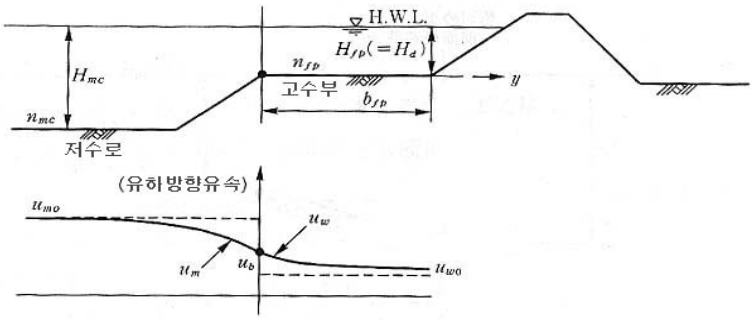
<표 3.1-10> **보 정 계 수(α)**

구 분		저수로	고수부지	비 고
직선부에서 사주발생 하도구간		$1+\frac{\triangle Z}{2H_{d,}}(a \leqq 2)$	아래 참조	H_d : 계획홍수위 - 평균하상고 $\triangle Z$: 평균하상고 - 최심하상고 B : 하폭(저수로폭) r : 곡률반경
만 곡 부	외 측	$1+\frac{\triangle Z}{2H_d}+\frac{B}{2r,}(a \leqq 2)$	$1+\frac{B}{2r,}(a \leqq 1.6)$	
	내 측	$1+\frac{B}{2r,}(a \leqq 1.6)$	$1+\frac{B}{2r,}(a \leqq 1.6)$	

◎ 직선하도에서 고수부지의 보정계수(a)

고수부지상의 유속과 저수로 내의 유속은, 차이가 크므로 고수부지와 저수로부와의 사이에서 운동량 교환이 생긴다. 고수부폭(b_{fp}) · 고수부수심(H_{fp}) 비(b_{fp}/ H_{fp})가 작은 경우, 즉 상대적으로 고수부지 폭이 좁은 경우는 고수부지 흐름은 저수로 흐름의 간섭을 강하게 받으므로, 보정계수 α를 도입할 필요가 있다. 또, 고수호안의 설계에서는, H_{fp}를 설계수심 H_d로 해서, 평균유속 V_m을 산정한다.

단, b_{fp}/ H_{fp}가 3보다 작은 경우에는 저수호안과 고수호안을 일체로 설계를 하는 제방호안으로 저수로부분의 수심을 이용해서 대표유속을 계산할 필요가 있다.



<그림 3.1-26> 연직평균유속의 횡단분포

운동량 교환에 따른 저항의 증대를 적절하게 평가해 횡단방향의 유속분포를 구함으로서, 고수호안의 보정계수 α를 구하는 방법은 다음과 같다.

고수호안의 보정계수 α의 값은, 고수부지 지피상황이 일정한 경우에는 각 세그먼트별로 유속계수 Φ를 파라미터로 해서, 고수부지폭(b_{fp})과 고수부지수심(H_{fp})의 비와의 관계로 표현할 수 있다.

고수부와 저수로부의 경계(저수로법선을 원점으로 한다)에서의 거리를 y라고 하면, 고수부상의 횡단유속분포 $u_w(y)$는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$u_w(y) = (u_b - u_{w0}) \exp\left[-\sqrt{\frac{F_w \cdot u_{w0}}{H_{fp} \cdot \varepsilon}} \cdot y \right] + u_{w0}$$

여기서, H_{fp} : 고수부지 수심

H_{mc} : 저수로부 수심

n_{fp}, n_{mc} : 각각 고수부지와 저수로부의 Manning 조도계수

또, 식 중의 u_b(경계부의 유속)과 ε(횡단방향의 간섭효과 크기를 나타내는 수평와동점성계수)는 다음 식으로 구해진다.

$$u_b = \frac{u_{u0}\sqrt{F_w \cdot u_{u0}} + u_{m0}\sqrt{F_m \cdot u_{m0}}}{\sqrt{F_w \cdot u_{u0}} + \sqrt{F_m \cdot u_{m0}}}$$

$$\varepsilon = (f')^2 (u_{m0} - u_{u0})^2 \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{F_w \cdot u_{u0}}} + \frac{1}{\sqrt{F_m \cdot u_{u0}}}\right]^2 \cdot H_{fp}$$

$$F_w = 2g\, n_{fp}^2 / H_{fp}^{1/3}$$

$$F_m = 2g\, n_{mc}^2 \cdot H_{fp} / H_{mc}^{4/3}$$

여기서, F_w, F_m : 각각 고수부지와 저수로부에서의 마찰손실계수

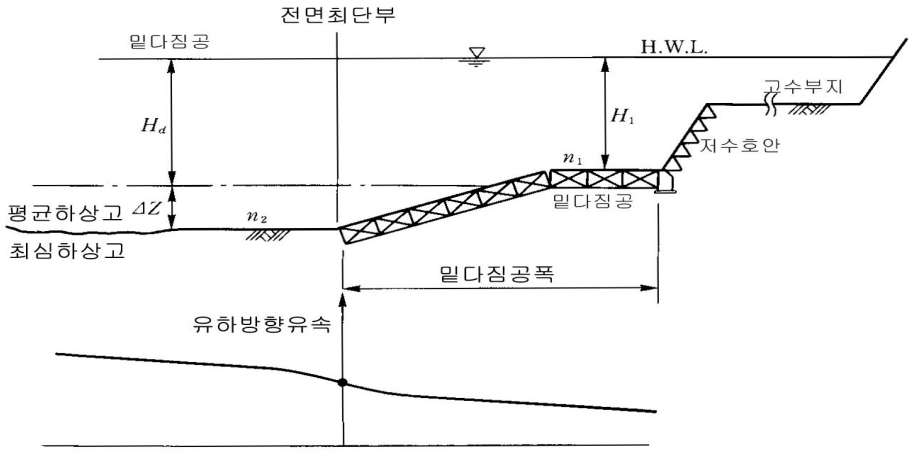
u_{u0}, u_{m0} : 각각 간섭효과의 영향범위 외에서의 유속

f' : 혼합계수. 0.04정도로 한다.

이 결과를 이용해서, 저수로법선에서 임의의 위치에서의 유속의 보정계수 α를 평가할 수 있다. 즉,

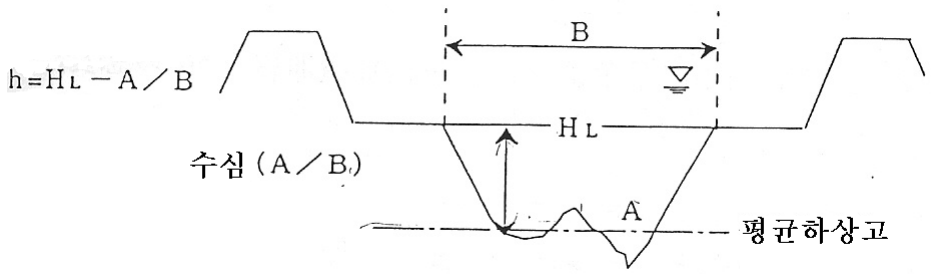
$$\alpha = \frac{u_w(y)}{u_{u0}} = 1 + \frac{(u_b - u_{u0})}{u_{u0}} \exp\left[-\sqrt{\frac{F_w \cdot u_{u0}}{H_{fp} \cdot \varepsilon}} \cdot y\right]$$

이 식에서, $y = b_{fp}$(고수부지 폭)으로 했을 때의 α가 고수호안의 설계에 이용하는 대표유속 V_0를 구하기 위한 보정계수이다.



<그림 3.1-27> 설계수심(H_d) 및 세굴심(ΔZ)

◎ 평균 하상고



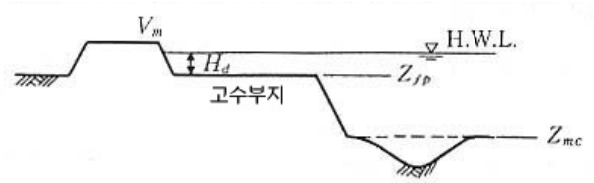
여기서, h : 평균 하상고

H_L : 저수로 수심

A : 저수로 구간내의 하적

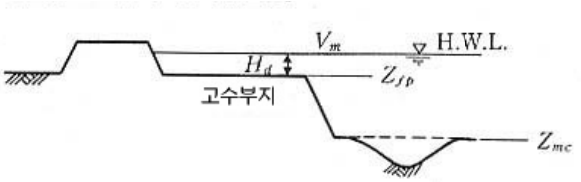
B : 저수로 구간내의 수면 폭

◎ 설계수심(H_d)



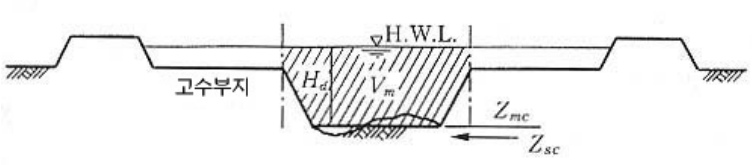
Z : 제방 앞비탈기슭부근의 고수부지고 (Z_{fp})로 한다

(a) 고수호안의 설계수심(H_d)



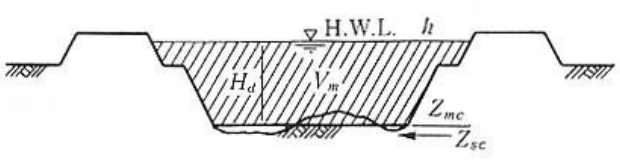
Z : 저수로 비탈머리 고수부지고 (Z_{fp})로 한다

(b) 저수호안 머리보호공 설계수심(H_d)



Z : 저수로의 현재 평균하상고 혹은 계획 평균하상고 중 낮은쪽 (Z_{mc})로 한다

(c) 저수호안의 설계수심(H_d)



Z : 저수로의 현재 평균하상고 혹은 계획 평균하상고 중 낮은쪽 (Z_{mc})로 한다

(d) 제방호안의 설계수심(H_d)

나) 소류력에 의한 방법

소류력에 의한 방법은 다음과 같이 소류력을 계산하여 허용소류력과 비교 검토하여 설계하는 방법이다. 실제로 식생매트는 그 힘이 과도하게 되면 매트 밑에 있는 흙 입자가 이동하게 된다.

◎ Schoklitsch 공식(Chezy 유속계수 적용)

$$\tau = W\ R\ I = \frac{W}{C^2}\ V^2 \quad \text{.....<식 3-4>}$$

여기서, τ : 소류력 (kgf/㎡)

W : 물의 단위중량 (1,000kg/㎥)

R : 경심 (m)

I : 수면경사 혹은 에너지경사

V : 유속 (m/s).

C : Chezy 유속계수($V = C\sqrt{RI}$)

◎ Manning 유속계수를 고려한 소류력 공식

$$\tau = \rho g \frac{V^2}{K_m^2\ R^{\frac{1}{3}}} \quad \text{.....<식 3-5>}$$

여기서, τ : 소류력(kgf/㎡)

ρ : 물의 밀도(102.04kg · s^2/m^4)

g : 중력가속도(9.81㎧)

V : 유속(m/s)

K_m : manning의 조도계수($m^{\frac{1}{3}}$ /s) = $\frac{1}{n}$

R : 동수반경(m)

다) 유속에 의한 방법

유속에 의한 호안설계방법은 하천에 대해 유속을 산정하고 호안별 허용유속과 비교하여 허용유속에 안전한 호안공법을 선정하여 설계하는 방법이다.

호안설계 유속은 하천의 평균유속이 아니고 호안부근에 작용하는 대표유속인 점에 유의하여야 하며 대표유속은 평균유속보다 크고, 평균유속의 1.6~2배 이내에 있다. 각종 연구자료에 의하면 식생호안 및 식생매트호안의 허용유속은 다양하게 나타나고 있으며 그 이유는 실험조건이 상이하여 나타난 것으로 보여 진다.

(1) 허용소류력 및 허용유속의 결정

식생호안설계시 적용하는 허용유속은 현장실험 및 여러 연구서의 값으로 볼 때 실험조건 및 실험방법에 따라 많은 값 차이가 있으나 현장에서는 실험실과 같이 양호한 조건을 유지하기가 어려우므로 최저값을 적용하는 것이 타당할 것이므로 각 조건별 허용소류력 및 허용유속은 다음과 같이 결정하였다. 적용 허용유속은 홍수지속시간 및 비탈경사에 다른 보정과 식생 활착상태에 따른 안전율을 고려하여야 한다.

<표 3.1-11> 식생호안선정시 수리적 기준

구 분	허용소류력 (kgf/㎡)	허용유속 (m/s)	비 고
식생호안	**2.0**	**2.0**	수평상태, 홍수초기, 식생활착 1년 후
식생매트호안	**3.5**	**4.3**	수평상태, 홍수초기, 식생활착 1년 후, t=18㎜기준

주) 하천공사 호안공법 개선방안 검토보고서(2008.6. 부산청)

(2) 지속시간에 따른 허용유속 보정

식생호안에서 허용유속은 홍수지속기간이 길어질수록 내침식강도가 감소된다. 식생매트는 설치 후 침식보호 역할을 하다가 허용유속 상태가 지속되면 매트에 채워진 토입자가 씻겨나가 매트의 허용유속이 감소되며, 식생의 침식허용유속과 시간관계를 최소좌승법으로 최적화하면

식생호안은 $V_t = V_0 - \Delta V_t = V_0 - (0.92 \log t + 0.45)$

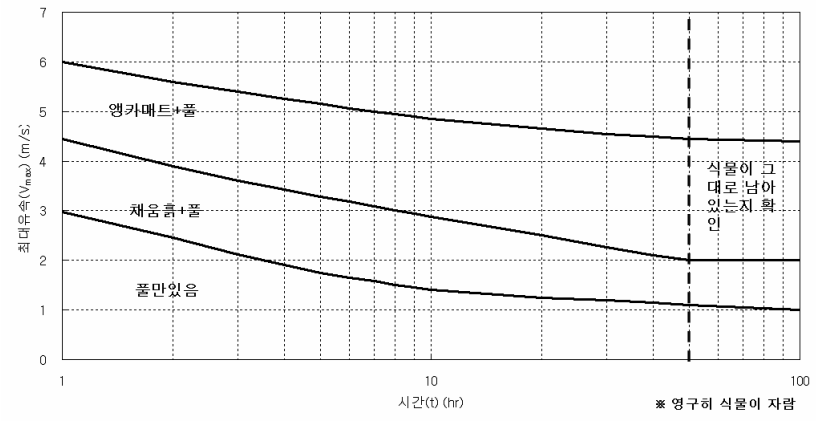
식생매트+식생이 활착된 상태는 $V_t = V_0 - \Delta V_t = V_0 - (0.9 \log t + 0.15)$

여기서, V_t : t 시간 후의 유속(m/s)

V_0 : 최초허용유속(m/s)

t : 홍수지속시간

(식생호안 : 1hr ≤ t ≤ 10hr, 식생매트호안 : 1hr ≤ t ≤50hr)



<그림 3.1-28> 앵카매트형식별 최대유속과 시간관계(Enkamat Design Guide)

(3) 경사에 따른 허용유속 보정

전술한 허용유속은 수평적인 요소에 의한 것으로 호안은 경사면에 설치되므로 경사면을 따라 흙입자 중력을 고려한 경사면 요소를 보정하여야 한다. Enkamat Design Guide 에서는 경사면 보정을 다음과 같이 제시하고 있다.

◎ 허용유속 경사보정공식

$$V_{cr\,Slope} = s\ V_{cr\,hor} \quad \text{.....<식 3-6>}$$

여기서, $V_{cr\,Slope}$: 경사요소를 고려한 허용유속(m/s)

$$s = \left(1 - \frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\phi}\right)^{\frac{1}{4}}$$

s : 경사면 요소 α : 경사각도

ϕ : 흙의 내부마찰각 $V_{cr\,hor}$: 수평허용유속(m/s)

(4) 식생의 활착상태에 따른 안전율

안전율은 식물이 빈약한 상태에서는 1.5, 식물이 성장하여 활착된 상태에서는 1.2를 적용하고 있다. 본 설계법에서는 국내 하천유지관리 수준을 고려하여 식물이 빈약한 상태 값인 1.5 적용을 원칙으로 한다.

3.1.10 호안형식 선정

1) 호안안전성 검토

호안형식 선정을 위한 안전성검토는 해당 항목 중에서 하도의 특성 분류와 역학계산법의 결과는 당분간 참고자료로 활용하고, 경험법에 의한 검토결과에 의해 다음과 같이 호안형식을 선정한다.

① 식생호안 및 식생매트+식생호안은 모두 비탈경사 1:2를 만족하여야 한다.

② 초본류 식생조건에서 소류력 및 대표유속을 모두 만족할 경우 초본류 식생호안을 우선 적용한다.

③ ②의 경우 NG이고, 식생매트+식생조건에서 소류력, 대표유속을 모두 만족할 경우 식생매트 + 식생호안 적용한다.

④ ② 및 ③ 모두 NG일 경우 경질성 호안을 적용한다.

⑤ ② 및 ③에서 일부 OK이고, 일부 NG일 경우 홍수예경보에서 사용하는 경보수위(계획홍수량의 100분의 70에 해당하는 유량이 흐를 때 수위)에 해당하는 수위선 하단부는 경질성 호안(돌망태, 호안블록, 돌붙임 등), 상단부는 연질성호안(식생매트)을 설치하는 것으로 한다. 단, 100분의 70에 해당하는 유량을 산정하기 곤란한 경우에는 계획홍수량이 유하하는 통수단면적의 100분의 70에 해당하는 수위를 구하여 적용한다.

호안공법 결정을 위한 안전성검토 항목 및 방법은 <표 3.1-12>와 같다.

<표 3.1-12> **검토 항목표**

구 분	조 건		기 준	검 토	비고
경험법	비탈경사		1:2 이상		적용
	소류력 (kgf/㎡)	초본류 식생	2.0		적용
		식생매트+식생	3.5		적용
	대표유속 (m/s)	초본류 식생	$(2.0 - \Delta V_t) \times s \times 1/e$		적용
		식생매트+식생	$(4.3 - \Delta V_t) \times s \times 1/e$		적용

주) ΔV_t : 홍수지속시간(t)에 따른 감소된 유속, s : 비탈경사에 따른 유속보정, e : 식물의 활착상태에 따른 안전율 : 1.5

2) 호안형식 선정

식생 및 식생호안형식이 수리학적 안전성 검토결과 안전하다고 평가된 경우에도 경제성, 시공성, 친환경성, 경관성, 유지관리 범용성, 기타 항목에 대해 현장조건에 부합하는 객관적인 평가하여 호안형식(공법)을 결정하여야 한다.

<표 3.1-13> **평 가 항 목**

구분	평가항목	검토방법	비고
1	안전성	홍수시 발생하는 하도내 유속 및 소류력에 견딜수 있는 내구성 판단	소류력 및 유속
2	경제성	단위면적(㎡)당 공사비를 산정하여 경제성 비교	동일조건 비교
3	시공성	재료 취득의 용이성 및 시공방법의 간편성과 외부조건에 영향을 받는 정도를 판단	객관성 확보가 어려움
4	친환경성	하천환경 및 생태계 복원에 유리한 재료와 공법을 사용하는지 여부	〃
5	경관성	호안이 주변경관과 조화를 이루고 미관이 수려한지 여부에 대한 시각적 척도를 마련	〃
6	유지관리	유지관리가 용이한지 여부와 별도의 주기적인 유지관리의 필요성 등을 판단	〃
7	범용성	호안공법으로 일반화되어 널리 사용되는 공법인지의 여부	특허유무, 시공실적 등
8	기 타	현장조건과 부합여부	

가) 경제성 평가

① 단위면적(㎡)당 공사비를 산정하여 경제성이 있는지를 판단.

② ㎡당 공사비는 자재비, 운반비, 설치비, 잡재료비 등으로 구분하여 산출하되 공히, 부가세 및 제경비는 별도로 산출

③ 업체 제출자료를 참고하여 작성하되 동일조건하에서 비교

나) 시공성 평가

① 재료구득 및 취급의 용이성

② 시공방법

③ 외부조건에 영향을 받는 정도

④ 특수기능공의 필요 여부

⑤ 다소 주관적인 평가로서 객관성 확보에 어려움

다) 친환경성 평가

① 하천환경에 유해한 재료인지의 여부

② 동식물 서식처에 악영향을 주거나 오염시키는 재료와 공법의 사용 여부

③ 본래 하천환경 및 생태계 복원에 유리한 재료와 공법의 사용 여부

④ 다소 주관적인 평가로서 객관성 확보에 어려움

라) 경관성 평가

① 주변 자연경관과의 조화여부

② 미관상 수려한지의 여부

③ 다소 주관적인 평가로서 객관성 확보에 어려움

마) 유지관리 평가

① 별도의 주기적인 유지관리의 필요성 여부

② 유지관리비의 산정

바) 범용성 평가

① 하천호안공법으로서 일반화된 공법인지의 여부 판단

② 특허, 특허출원중인 제품인지의 여부

③ 신기술, 실용신안, 의장등록 제품인지의 여부

④ 하천호안공법으로서 시공사례가 있는지의 여부

3.1.11 호안의 구조설계

1) 설치 구간

수충부와 비수충부를 구분하여 수충부는 전구간 경질성 호안을 설치하고, 비수충부 구간에 대해서만 안전성 검토를 실시하여 안전성이 확보된 경우 연질성 호안을 설치한다.

2) 설치상단고

"하천설계기준·해설(2009)"에서와 같이 비탈덮기공의 설치 높이는 설치공법, 설치장소의 수리조건에 따라 다르나 일반적으로 고수호안은 계획홍수위까지 설치한다. 특수한 경우에는 제방 둑마루까지로 하며, 비탈덮기 높이를 제방 둑마루까지 해야 하는 "특수한 경우"는 다음 사항을 의미한다.

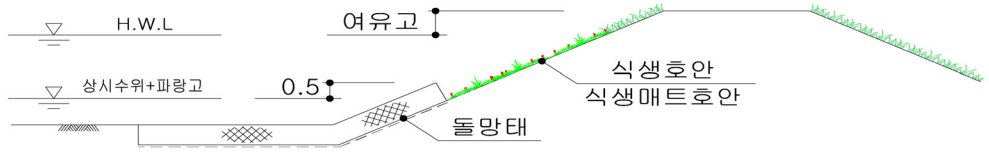
① 특별히 중요한 제방　　② 파랑이 발생하는 장소

③ 급류하천　　④ 고조의 영향을 받는 하구부 구간

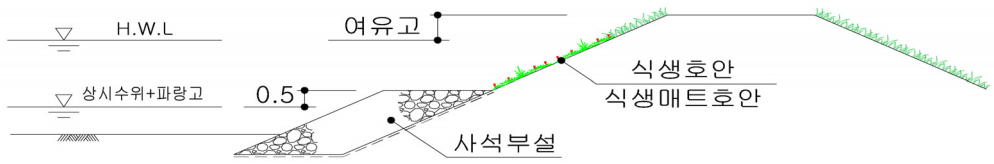
⑤ 굴곡이 심한 만곡부의 외측안

3) 설치하단고

호안안정성 검토결과 연질성호안(식생+매트)설치가 가능하다고 판단되는 구간에서도 제방의 앞비탈 기슭보호와 식물의 생육을 고려하여, 식생호안은 「상시수위 + 파랑고 + 여유고(0.5m 이상)」 아래 부분은 경질성호안(돌망태. 석재, 콘크리트블록 등)을 설치하여야 하며, 식생호안 마무리(하안부, 천단부)는 하단 경질성 호안 아래까지 충분히 근입하여 안정시키도록 하여야 한다. 여기서 상시수위를 적용하는 것은 식생이 완전활착된 상태를 말하는 것으로, 현장 파종하는 경우에는 1년 정도의 활착기간이 필요하므로 2년 빈도의 홍수위를 적용하는 것이 타당하며, 가능한 한 밑다짐공과 같은 공법을 적용하는 것이 바람직하다.



(a) 돌망태공



(b) 사석공

<그림 3.1-29> 식생호안 설치 표준 단면도

4) 복합호안공법 적용

하천의 수리특성으로 볼 때 유수와 접촉이 많고, 홍수지속시간이 길고, 유속의 강도가 큰 하단부는 강성이 큰 호안이 필요하며, 하단부에 비해 유속의 강도가 적은 상단부는 다소 강성이 적은 연성호안공법 적용이 가능하다.

현 시점에서 연구결과가 없어 계획홍수위에 대한 수위가 하천에서 어떤 수리특성을 갖고 있는지 정량적으로 설명하기는 곤란한바 본 하천공사 설계기준에서는 홍수예경보에서 사용하는 경보수위(계획홍수량의 100분의 70에 해당하는 유량이 흐를 때 수위)에 해당하는 수위선 하단부는 경질성 호안(돌망태, 호안블록, 돌붙임 등), 상단부는 연질성호안(식생매트)을 설치하는 것으로 한다. 단, 100분의 70에 해당하는 유량을 산정하기 곤란한 경우에는 계획홍수량이 유하하는 통수단면적의 100분의 70에 해당하는 수위를 구하여 적용한다.

3.2 수량산출 기준

3.2 수량산출기준

3.2.1 수량내역서

번 호	공 종	규 격	단 위	수 량	비 고
3.	호안공				
3.1	돌망태				
1)	이불형 돌망태설치	H=40㎝	㎡		
2)	타원형 돌망태설치	H=45㎝	㎡		
3)	매트리스형 돌망태설치	H=30㎝	㎡		
4)	매트리스형 돌망태설치	H=50㎝	㎡		
5)	옹벽형 돌망태설치	H=5m 이하	㎥		
6)	주머니형 돌망태설치	2Ton	㎥		
3.2	돌붙임				
1)	돌붙임	찰붙임(깬돌 뒷길이 25~45㎝)	㎡		
2)	돌붙임	메붙임(깬돌 뒷길이 25~45㎝)	㎡		
3.3	돌쌓기				
1)	돌쌓기(석축)	찰쌓기	㎡		
2)	돌쌓기(석축)	메쌓기	㎡		
3.4	자연석(전석및발파석)쌓기		㎡		
3.5	사석부설	30㎏ 이상	㎥		
3.6	사석고르기		㎡		
3.7	호안블록				
1)	장방형블록 설치	400×250×120㎜	㎡		
2)	조립형환경블록설치	소형(400×400×100~250)	㎡		
3)	조립형환경블록설치	대형(100×100×100~300)	㎡		
4)	결속형환경블록설치	대형(100×100×100~300)	㎡		
3.8	토목섬유				
1)	필터매트 부설	하천호안용 350g/㎡	㎡		
2)	필터매트 부설	하천호안용 500g/㎡	㎡		
3)	토목용 섬유부설	5~40 ton/m	㎡		
3.9	천단잡석 부설	인력	㎥		
3.10	호안천단		m		
3.11	호안기초		m		
3.12	비탈보호공				
1)	씨앗뿜어붙이기		㎡		
2)	법면녹화		㎡		
3.13	복토				
1)	사면복토	장비+인력	㎥		
2)	복토면고르기	인력	㎡		
3.14	유공블록 틈메우기	인력	㎥		

번 호	공 종	규 격	단 위	수 량	비 고
3.15	유공블록 틈메우기 및 식생	인력	㎥		
3.16	식물재호안		㎡		
3.18	윗가지 덮기		㎡		
3.19	사석계단호안		㎡		
3.20	무늬조경석붙임		㎡		
3.21	식생매트 설치		㎡		
3.22	식생포대 설치		㎡		
3.23	방틀 설치		㎡		

3.2.2 재료(제품)의 규격 및 할증

재료(제품)명	규 격	할증(%)기준	비 고
타원형 돌망태 채움돌	100mm~200mm	5	H=0.45m
사각 돌망태 채움돌	100mm~200mm	5	H=0.40m
매트리스형 돌망태 채움돌	80mm~150mm 100mm~250mm	5 5	H=0.30m H=0.50m
옹벽형 돌망태 채움돌	150mm~300mm	5	H=1.00m
주머니형 돌망태 채움돌	150mm~300mm	5	
사 석	30~100kg/개	10 20	일반하천(or보통지반) 감조하천(or연약지반)
잡 석	뒷채움, 기초	4	
돌붙임 및 쌓기돌	깬 잡 석	-	
모르타르	레미탈 1:3	3	호안머리
콘크리트	레미콘	3 2	무 근 철 근
장방형 블록	40×20×12	5	A×0.98×1.05
장대형 블록	70×20×20	5	A×0.99×1.05
환경호안블록(유공,무공)	소형(200×400 이하)	5	A×0.98×1.05
환경호안블록(유공,무공)	중형(500×500 이하)	5	A×0.99×1.05
환경호안블록(유공,무공)	대형(500×500 이상)	5	A×0.99×1.05
배면매트	350, 500 kg/m^2	15	
돌망태 및 GABION 류	매트리스, 옹벽 등	3	
섬유질 호안 류	코이어롤, 야자섬유 등	5	

3.2.3 비탈덮기

1. 타원형 돌망태(㎡)

1) 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부보정이 고려되어야 하며 비탈길이의 면적(m^2)으로 산출한다.
2) 면적산출시 단위길이는 사사오입하여 m 단위로 산출하고, 자재의 몸통길이는 최소 3.0m부터 m단위로 제품을 조합하여 사용하게 하고, 길이별 몸통 개수를 합산하여 몸통 및 뚜껑의 자재수량을 별도로 산출한다.
3) 기성품(공장제품)의 사용을 원칙으로 하고, 자재의 할증은 3%로 한다.
4) 채움재는 100mm~150mm(H=0.45m) 내외의 돌로 사용하고, 현장 내 헐기유용 이외의 하상채취는 원칙적으로 금하며 2개 이상의 허가된 석산 또는 골재원의 견적에 의해 비교한 후 적용한다.
5) 채움재의 구입할증은 5%를 가산한다.
6) 망태의 구입은 현장 도착이며, 설치장소를 기준하여 100m이내에 도착하는 것으로 하며 돌망태 설치시 소운반(L=50m)은 경운기로 별도 계상한다.
7) 망태돌의 채움과 설치는 인력으로 계상한다.(실적공사비 적용)

2. 사각형 돌망태, 매트리스형 돌망태(㎡)

1) 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려되어야 하며 비탈길이의 면적(m^2)으로 산출한다.
2) 면적산출 시 단위길이는 오입하여 0.5m 단위로 산출하고, 자재의 몸통길이는 최소 3.0m부터 0.5m단위로 제품을 조합하여 사용하게 하고, 길이별 몸통 개수를 합산하여 자재수량을 별도로 산출한다.
3) 채움재는 80mm~150mm(H=0.3m), 100mm~200mm(H=0.4m), 100mm~250mm(H=0.5m) 내외의 돌로 사용하고, 현장 내 헐기유용 이외의 하상채취는 원칙적으로 금하며 2개 이상의 허가된 석산 또는 골재원의 견적에 의해 비교한 후 적용한다.
4) 채움재의 구입할증은 5%를 가산한다.
5) 망태의 구입은 현장 도착이며, 설치장소를 기준하여 100m이내에 도착하는 것으로 하고, 망태의 설치 시 소운반(L=50m)은 경운기로 별도 계상 한다.
6) 망태의 설치는 인력으로 계상하고, 망태돌의 채움은 기계(B.H)와 인력을 각각 90%, 10%로 계상한다.(실적공사비 적용)

3. 돌붙임, 돌쌓기, 돌망태옹벽(GABION)(㎡,㎥)

1) 돌붙임과 돌쌓기 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려되어야 하며 비탈길이의 면적으로 산출한다.

2) 옹벽형 돌망태의 경우 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려되어야 하며 체적으로 산출한다.

4. 환경생태 블록(㎡)

1) 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려되어야 하며 비탈길이의 면적으로 산출한다.

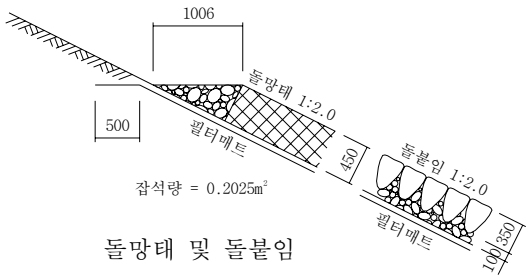
2) 면적산출 시 단위길이는 사사오입하여 0.5m 단위로 산출한다.

3) 제품의 구입은 현장 도착도이며, 설치장소를 기준하여 100m이내에 도착하는 것으로 하고, 블록의 설치시 소운반(L=50m)은 경운기로 별도 계상 한다.

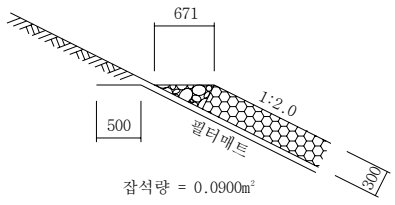
3.2.4 호안머리

- 돌붙임(메붙임), 돌망태 및 사각돌망태(㎥)

돌붙임, 돌망태 호안의 호안머리 수량은 전개도에서 곡선부 보정이 고려되어야 하며, 설치 단면적과 보정한 연장을 곱하여 체적으로 산출한다.



돌망태 및 돌붙임

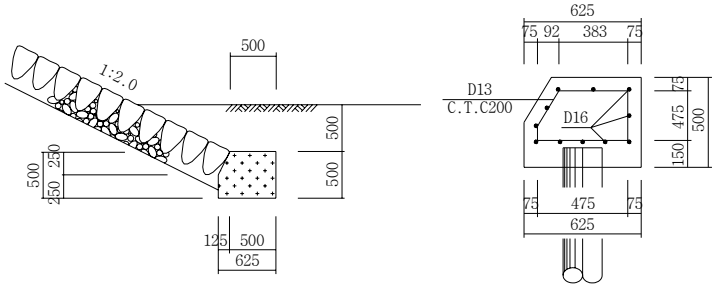


사각돌망태

3.2.5 비탈멈춤(기초)

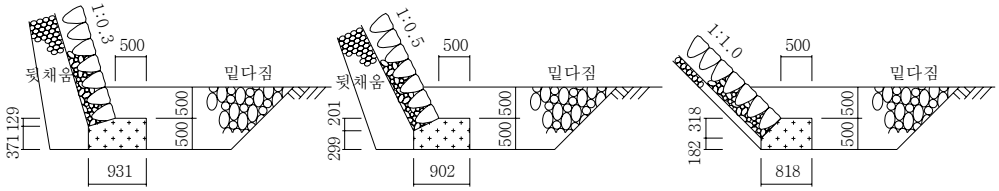
1. 돌붙임(㎡)

돌붙임 호안의 비탈멈춤 수량은 전개도에서 곡선부 보정이 고려되어야 하며, 설치 단면적과 보정한 연장을 곱하여 체적으로 산출한다.



2. 돌쌓기(석축)(㎡)

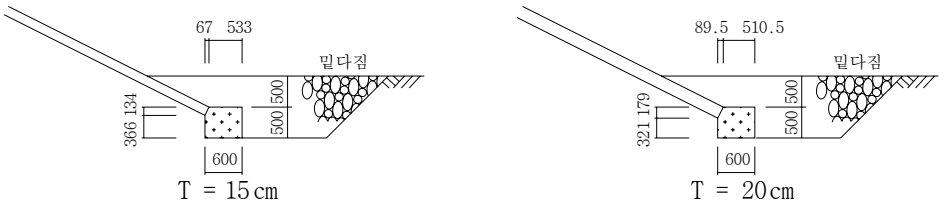
돌쌓기 호안의 비탈멈춤 수량은 전개도에서 곡선부 보정이 고려되어야 하며, 설치 단면적과 보정한 연장을 곱하여 체적으로 산출한다.



※말뚝시공시 돌붙임 참조

3. 콘크리트 블록(㎡)

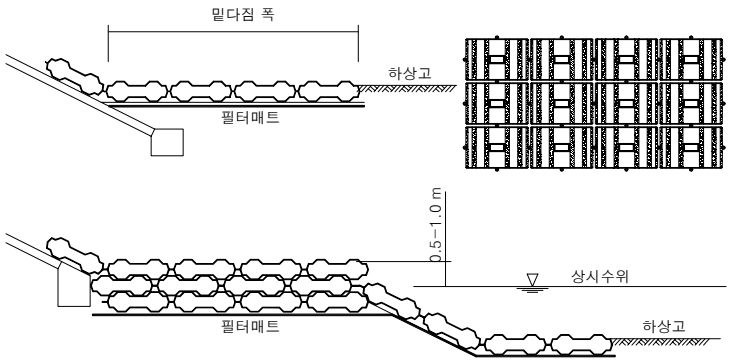
콘크리트 블록 호안의 비탈멈춤 수량은 전개도에서 곡선부 보정이 고려되어야 하며, 설치 단면적과 보정한 연장을 곱하여 체적으로 산출한다.



3.2.6 밑다짐

1. 콘크리트 블록(㎡)

콘크리트 블록으로 밑다짐을 하는 경우의 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려된 설치 면적으로 산출한다.

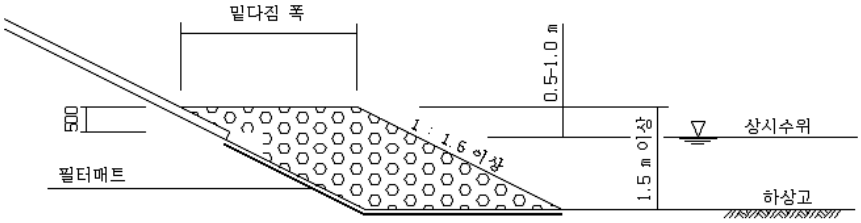


콘크리트 블록공의 예 (기어형 콘크리트)

2. 사석공(㎡)

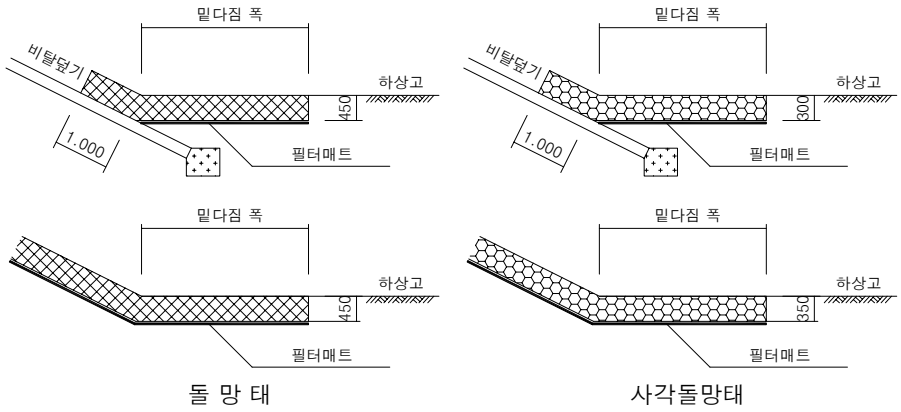
1) 사석으로 밑다짐 시공을 하는 경우 수량은 전개도에서 곡선부 보정이 고려되어야 하며, 설치 단면적과 보정한 연장을 곱하여 체적으로 산출한다.

2) 연약지반의 경우 연약지반을 치환하거나, 원지반을 그대로 시공할 경우 침하량 등을 감안하여 사석수량을 산출하여야 한다.



3. (매트리스형)돌망태(㎡)

(매트리스형)돌망태로 밑다짐을 하는 경우의 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려된 설치 면적으로 산출한다.



돌 망 태　　사각돌망태

4. 주머니형 돌망태(㎡, ㎥)

1) 주머니형 돌망태로 밑다짐 시공을 하는 경우 수량은 전개도에서 곡선부 보정이 고려되어야 하며, 설치 단면적과 보정한 연장을 곱하여 체적으로 산출한다.

2) 주머니형 돌망태로 교량의 교각보호를 위하여 시공을 하는 경우 수량은 교량의 교각 주변에 설치하는 체적으로 산출한다.

3) 하상보호를 위하여 시공을 하는 경우 수량은 설치 면적으로 산출한다.

3.2.7 배면(필터)매트(㎡)

수량은 횡단면도에서 비탈길이로 산출한 후 설치연장을 곱하여 면적으로 산출한다.

3.2.8 자연석(전석 및 발파석) 쌓기(㎡)

자연석(전석 및 발파석) 쌓기 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려되어야 하며 설치높이의 면적으로 산출한다.

3.2.9 식물재 호안(㎡)

1. 재료의 할증은 일반적으로 10% 고사율은 25%로 한다.
2. 초화류 식재 설치면적은 부득이한 경우 이외에는 호안면적의 50%로 보아 자생을 유도한다.
3. 살수 및 유지관리비를 계상할 수 있다.

3.2.10 호박돌 붙임(㎡)

1. 호박돌 붙임의 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려되어야 하며 비탈길이의 면적으로 산출한다.
2. 호박돌을 붙인 후 발생한 공극에는 잔골재를 충분히 채워주어야 하며, 공극에 수생식물 등을 식재할 때에는 양질의 표토사로 채워주도록 하되 수생식물과 구입비 및 채움 인건비를 별도 계상할 수 있다.
3. 수생식물을 돌 사이에 식재하고자 할 때에는 통상 ㎡당 10~15본 내외로 식재토록 하여야 한다.(단, 활착이 강한 식물식재는 향후 치수상에 문제를 야기하므로 정적 위치에 군락으로 식재계획 한다.)

3.2.11 윗가지 호안(㎡)

1. 윗가지 호안의 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려되어야 하며 비탈길이의 면적으로 산출한다.
2. 윗가지는 맹아력이 양호한 갯버들을 채취하여야하며 당일 채취하여 덮기을 실시하되, 하단부는 최소 30㎝ 근입 후 구부려 철선으로 고정하여야 한다.
3. 윗가지 덮기는 ㎡당 20주 이상을 실시하여 상하단 겹치도록 하여야 하며, 채취는 이른 봄에 채취하여야 한다.

3.2.12 식생매트 설치(㎡)

1. 식생매트의 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려되어야 하며 비탈길이의 면적으로 산출한다.
2. 식생매트의 재료 할증은 10%로 한다.
3. 고정핀은 ㎡당 상부와 하부는 2개, 가운데 부분은 1개를 기준으로 한다.

3.2.13 식생포대 설치(㎡)

1. 매트리스형 돌망태 혹은 옹벽형 돌망태의 설치를 기준으로 하되 속채움재를 석재가 아닌 현장 유용토를 사용한다.
2. 식생포대의 흙채움은 체적(㎥)으로 산출한다.
3. 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정이 고려되어야 하며 비탈길이의 면적으로 산출한다.
4. 식생포대 중 옹벽형의 경우 체적으로 산출한다.

3.2.14 방틀 설치(m)

1. 수량은 전개도 수량에 의하고, 곡선부 보정을 고려하며 설치 길이(m)로 산출한다.
2. 방틀 설치로 인한 채움재(석재 등)는 체적(m^3)으로 산출한다.
3. 부직포 설치가 필요할 경우 부직포에 대한 수량은 면적(㎡)으로 산출한다.
4. 방틀설치 후 초1화류 식재가 필요하다고 판단될 경우 일반적인 3본/㎡으로 한다.

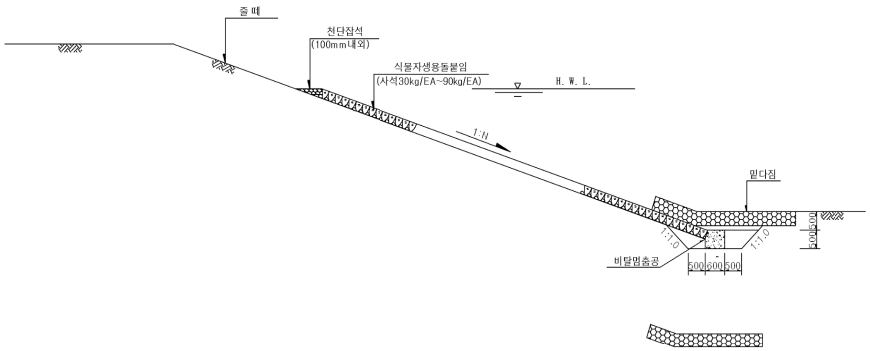
3.3 호안공 표준도

호 안 상 세 도 (1)

식물자생용 돌붙임

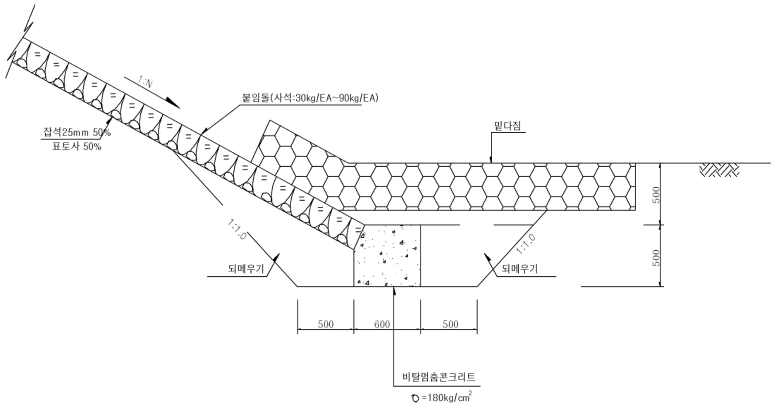
단 면 도

S=1:50



비탈 멈춤공

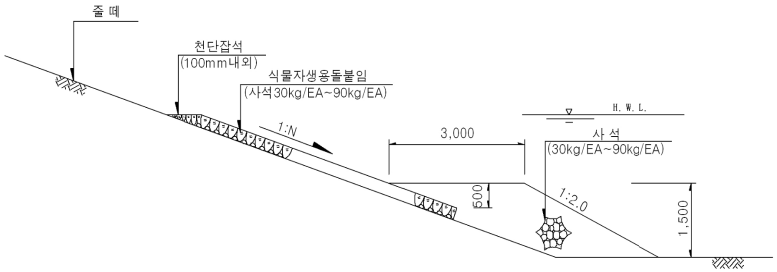
S=1:20



식물자생용 돌붙임+사석

단 면 도

S=1:50



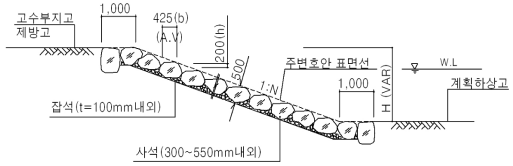
식물자생용 돌붙임 수량표

m 당

공종	1 : 2	1 : 3	1 : 4
터파기	2.60 m³	2.72 m³	2.96 m³
되메우기	0.89 m³	0.69 m³	0.64 m³
잔토	1.71 m³	2.03 m³	2.32 m³
콘크리트	0.29 m³	0.29 m³	0.29 m³
거푸집	1.02 m²	1.01 m²	1.00 m²
잡석	1.12 m³	1.26 m³	1.39 m³

호 안 상 세 도 (2)

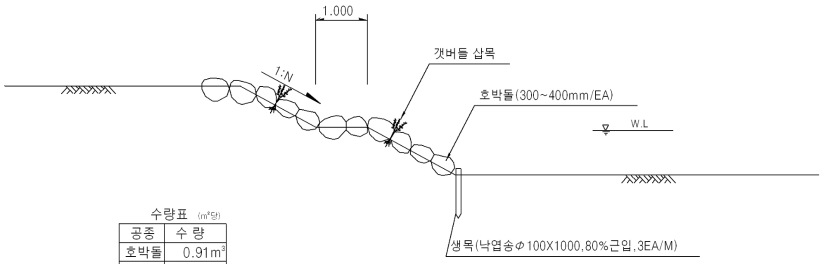
사 석 계 단 호 안



수량표 (㎡당)

공종	수 량
사석	0.295㎥
잡석	0.146㎥

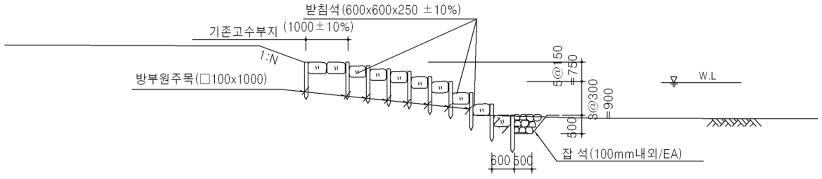
호 박 돌 호 안



수량표 (㎡당)

공종	수 량
호박돌	0.91㎥
고임돌	0.07㎥

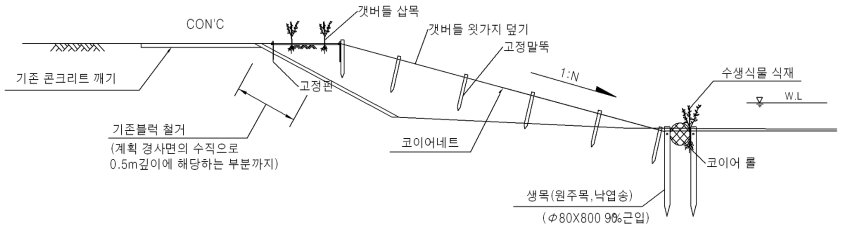
받 침 석 계 단 호 안



수량표 (m 당)

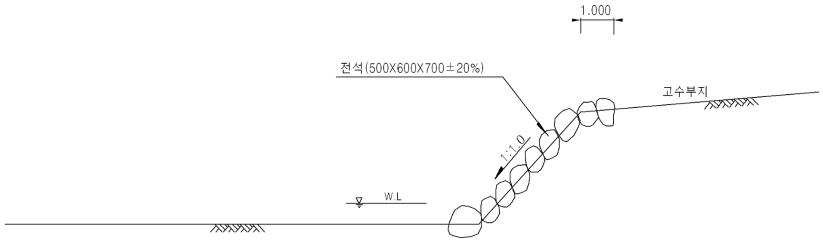
공종	수 량
거석	1.5㎥/m
잡석	0.395㎥/m

윗 가 지 호 안

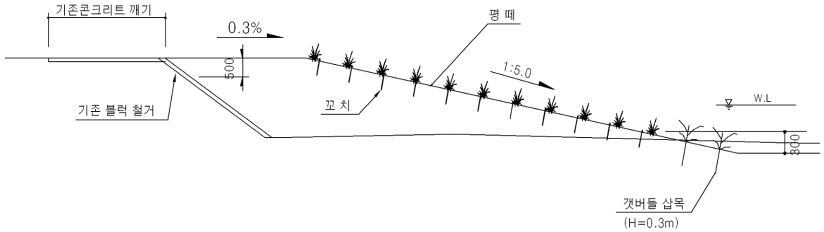


호 안 상 세 도 (3)

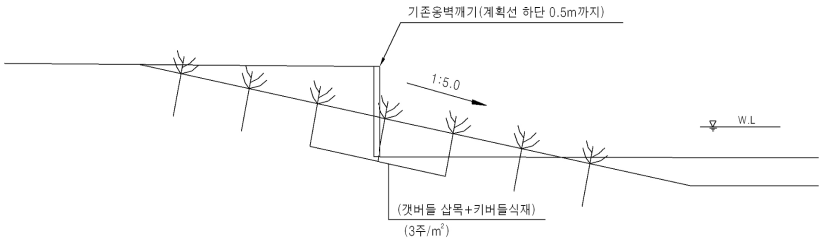
무 늬 조 경 식 붙 임



평 떼 호 안



삽 목 호 안

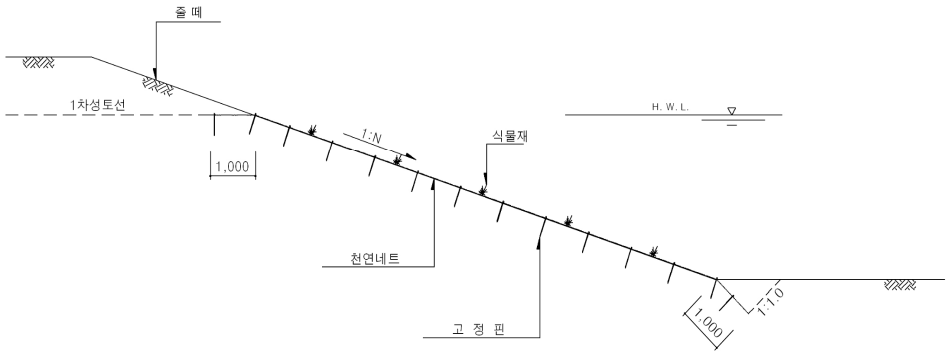


호 안 상 세 도 (4)

식생매트

단 면 도

S=1:50

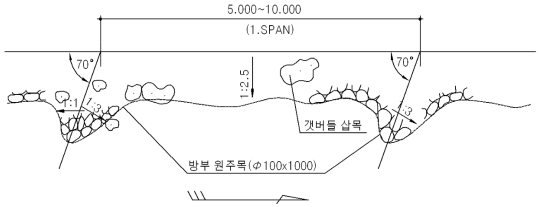


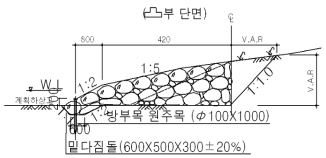
수량표 (m당)

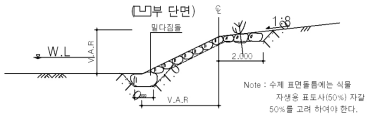
공 종	규 격	수 량
고정핀	Φ10X30	3EA
천연네트		1.0m²
식물재포트	50%	0.5m²

수 제 (예 시 도)

돌 수 제

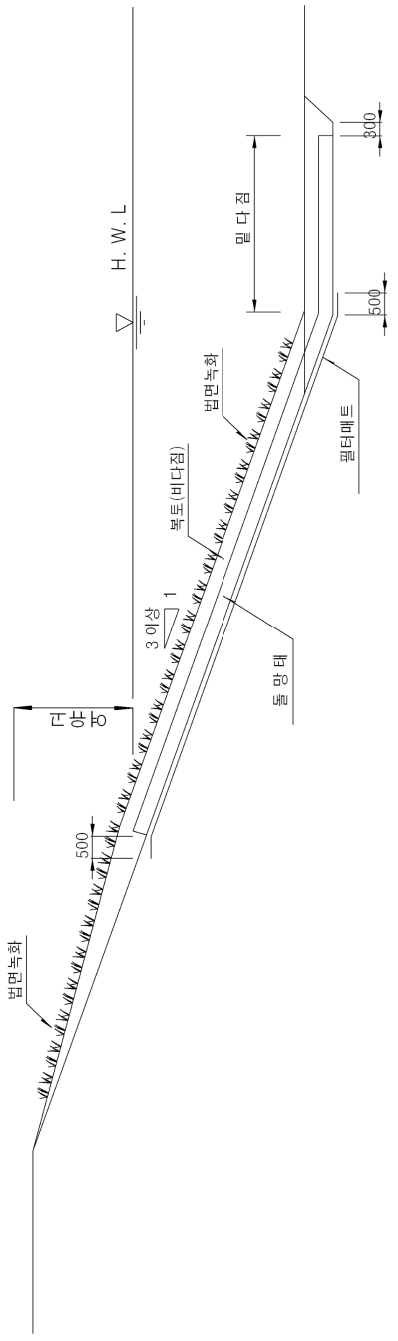




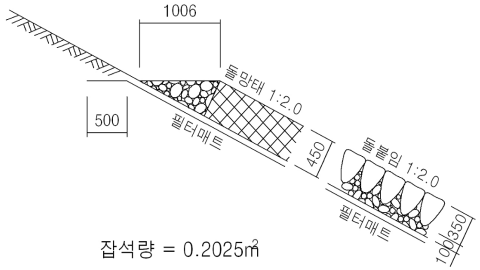


Note : 수제 표면돌쌓는 식물 자생을 표포사(50%) 자갈 50%를 고려 하여야 한다.

비탈면 더돋기(은제) 예시도

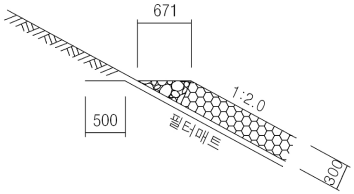


돌망태 및 돌붙임



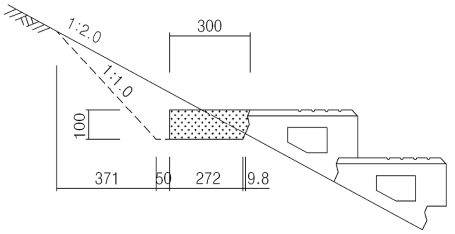
잡석량 = 0.2025㎥

사각돌망태



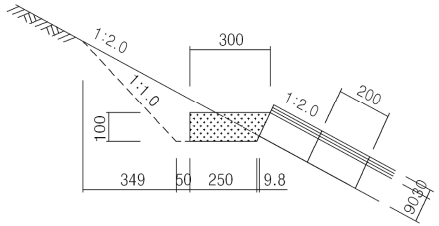
잡석량 = 0.0900㎥

계단블록



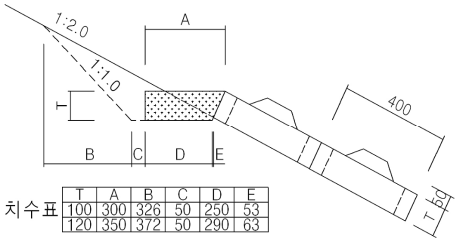
공 종	규 격	단위	수 량
레 미 탈	1 : 5	m³/m	0.0290
거 푸 집	합판6회	m²/m	0.1000
터 파 기	인 력	m³/m	0.0684
되메무기	인 력	m³/m	0.0468
줄 눈	T=12mm	m/m	0.0290

장방형블록



공 종	규 격	단위	수 량
레 미 탈	1 : 5	m³/m	0.0275
거 푸 집	합판6회	m²/m	0.1000
터 파 기	인 력	m³/m	0.0603
되메무기	인 력	m³/m	0.0409
줄 눈	T=12mm	m/m	0.0275

I(아이)형, 유신, 평판블록

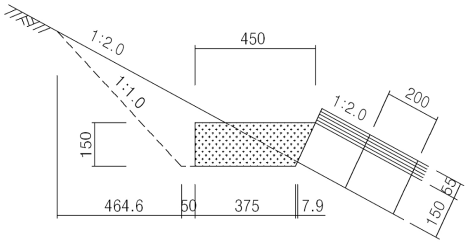


치수표

T	A	B	C	D	E
100	300	326	50	250	53
120	350	372	50	290	63

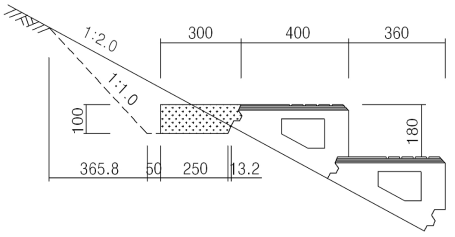
공 종	규 격	단위	수 량	
			T=10	T=12
레 미 탈	1 : 5	m³/m	0.0275	0.0384
거 푸 집	합판6회	m²/m	0.1000	0.1200
터 파 기	인 력	m³/m	0.0531	0.0688
되메무기	인 력	m³/m	0.0356	0.0449
줄 눈	T=12mm	m/m	0.0275	0.0384

장대형블록



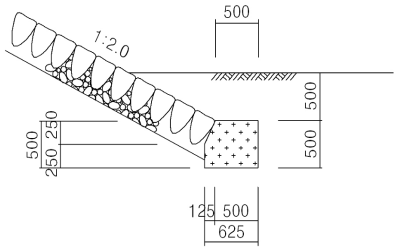
공 종	규 격	단위	수 량
레 미 콘	6ck=180	m³/m	0.0619
거 푸 집	합판6회	m²/m	0.1500
터 파 기	인 력	m³/m	0.1076
되메무기	인 력	m³/m	0.0682
줄 눈	T=12mm	m/m	0.0413

어소블록

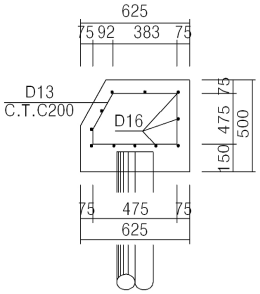


공 종	규 격	단위	수 량
레 미 탈	1 : 5	m³/m	0.0281
거 푸 집	합판6회	m²/m	0.1000
터 파 기	인 력	m³/m	0.0661
되메무기	인 력	m³/m	0.0453
줄 눈	T=12mm	m/m	0.0281

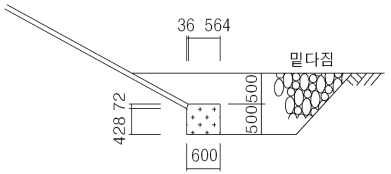
돌 붙 임



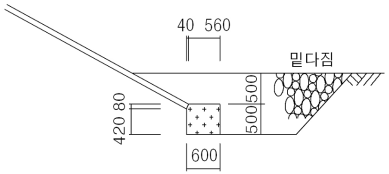
파일기초(예)



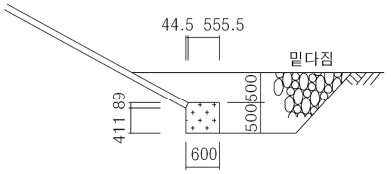
콘크리트블록(두께별)



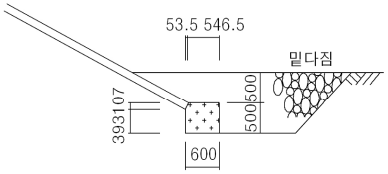
T =8cm



T =9cm

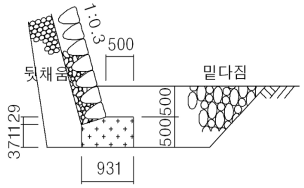


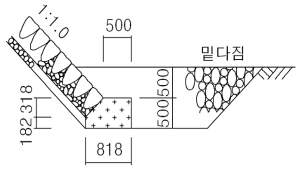
T =10cm

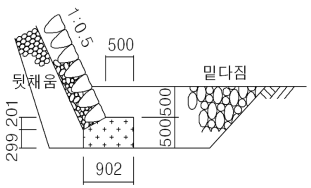


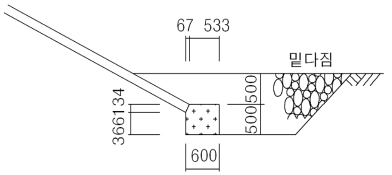
T =12cm

돌쌍기(석축)

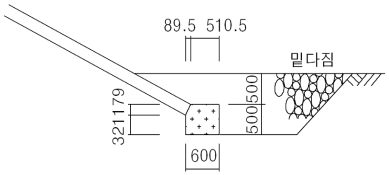






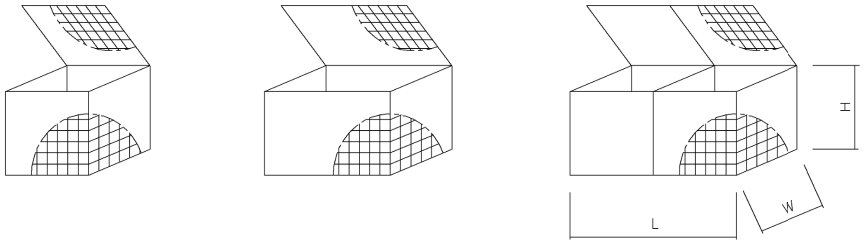


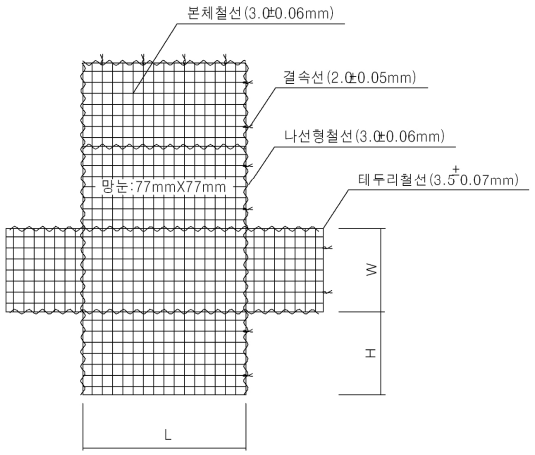
T =15cm



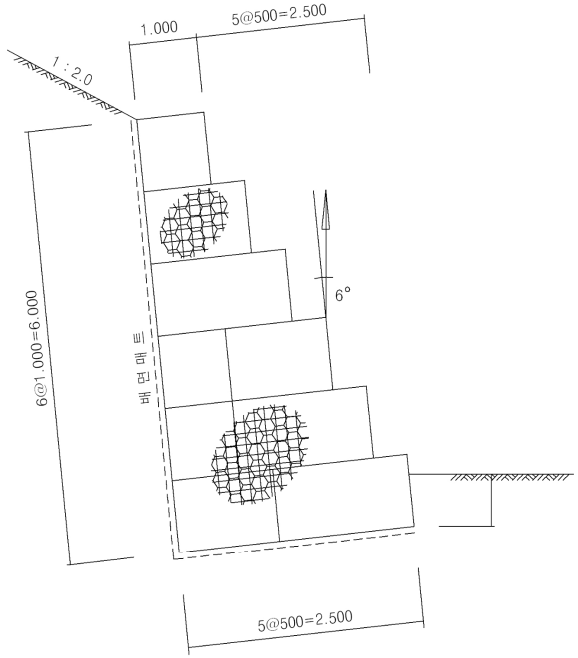
T =20cm

1.0H*1.0W*1.0L　1.0H*1.0W*1.5L　1.0H*1.0W*2.0L





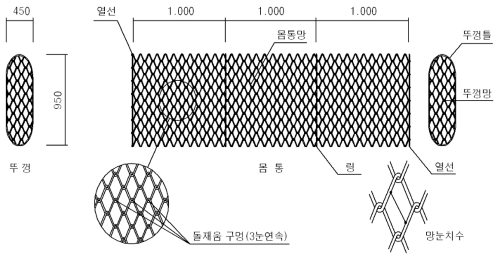
※ 망목의 형상은 4각형 으로서 교차점마다 융접이 되어야 하며
결속선을 포함하여 모든철선은 아연도금의 제품으로 사용한다.



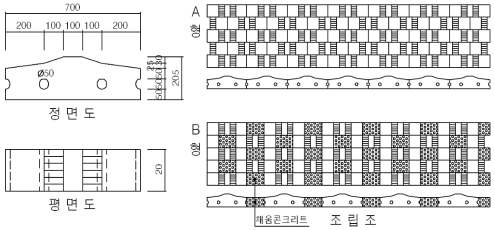
설 치 높 이 별　단 위 수 량

공 종	규 격 (H-W-L)	단 위	설 치 높 이 별 단 위 수 량					비 고
			H=2.0m	H=3.0m	H=4.0m	H=5.0m	H=6.0m	
GABION	1.0-1.0-1.0	m^3 / 매	1.0 / 1	1.0 / 1	2.0 / 2	3.0 / 3	3.0 / 3	
	1.0-1.0-1.5	m^3 / 매	1.5 / 1	1.5 / 1	3.0 / 2	3.0 / 2	4.5 / 3	
	1.0-1.0-2.0	m^3 / 매	/	2.0 / 1	2.0 / 1	4.0 / 2	6.0 / 3	
	계	m^3	2.5	4.5	7.0	10.0	13.5	
배면매트	500G/cm^2	m^2	3.5	5.0	6.5	8.0	9.5	

돌 망 태

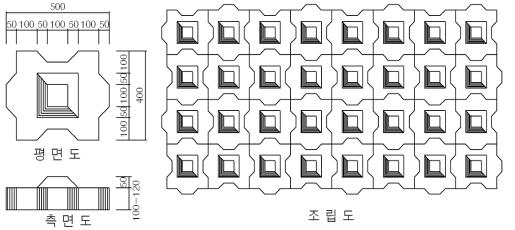


장대형블록



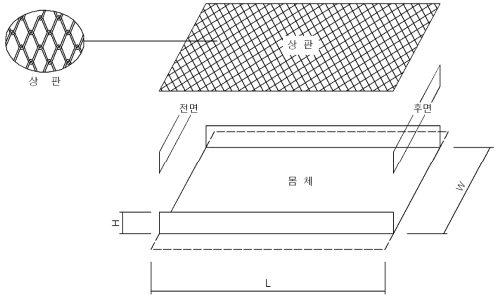
품 명	규 격	개당중량	조립	수량(㎡)	채움con'c	철 선	재 질
장대형블록	70x20.5x20.5	52kg	A 형	7.2 개	–	아연도4mm	모르타르
			B 형	4.76개	0.042㎥	–	콘크리트

유신블록

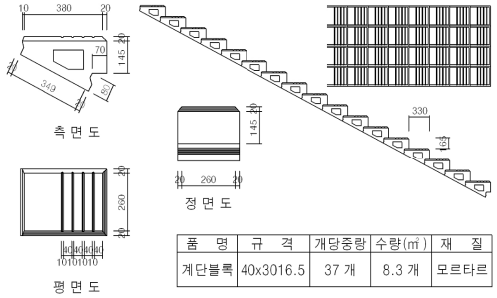


품 명	규 격	개당중량	㎡당 수량	재 질
유신블록	40x40x10	36kg	6.25 개	모르타르
	40x40x12	43kg		

사각돌망태

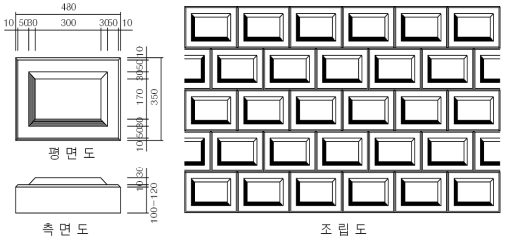


계단블록



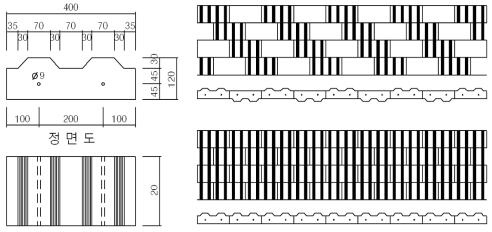
품 명	규 격	개당중량	수량(㎡)	재 질
계단블록	40x3016.5	37 개	8.3 개	모르타르

평판블록



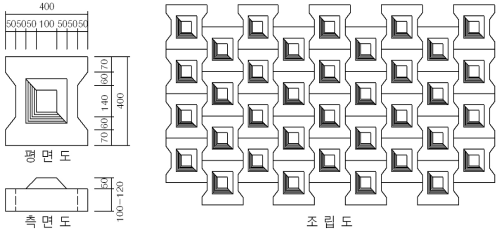
품 명	규 격	개당중량	㎡당 수량	재 질
평판블록	48x35x15	50.6kg	6 개	콘크리트 or 모르타르

장방형블록



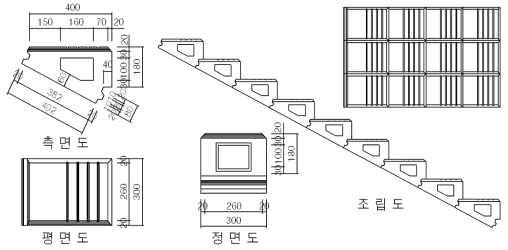
품 명	규 격	개당중량	㎡당 수량	철 선	재 질
장방형블록	40x20x12	21.7kg	10 개	4mm(아연도)	모르타르

I(아이)형블록



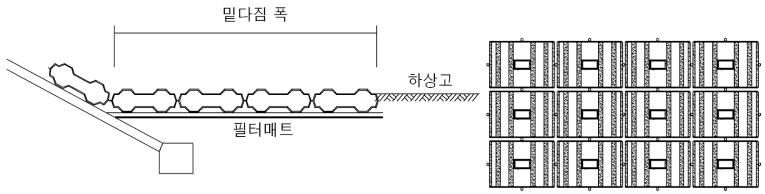
품 명	규 격	개당중량	㎡당 수량	측 면 도
I(아이)형블록	40x40x10	31kg	7.14 개	모르타르
	40x40x12	37kg		

어소블록

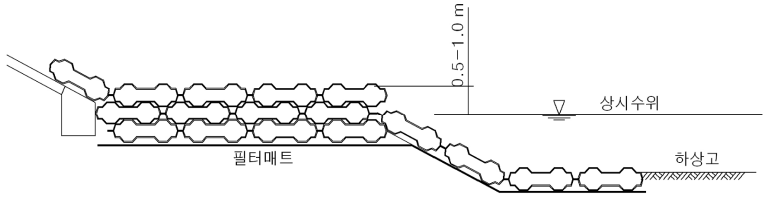


품 명	규 격	개당중량	㎡당 수량	재 질
어소블록	30x40x18	44kg	8.3 개	콘크리트 or 모르타르

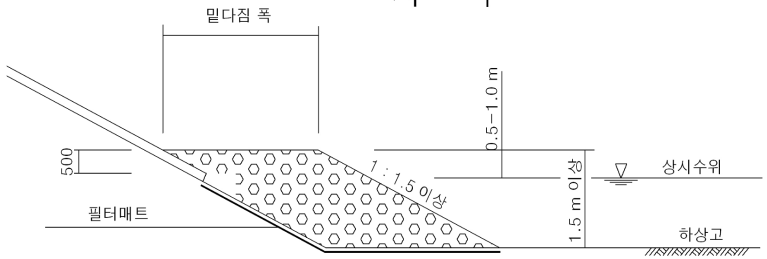
콘크리트(기어형)블록



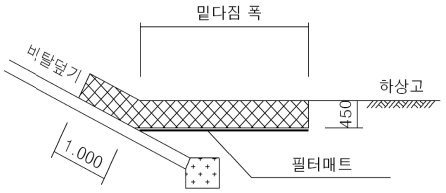
다단식



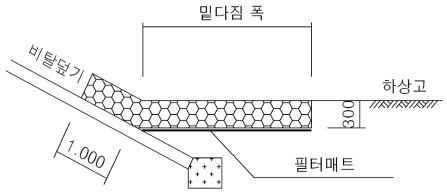
사 석



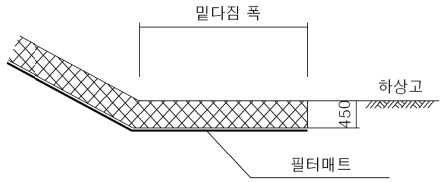
돌망태 및 사각돌망태



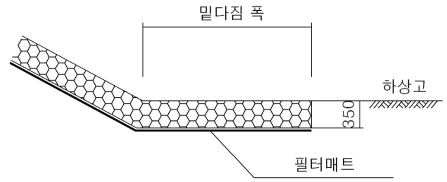
돌 망 태



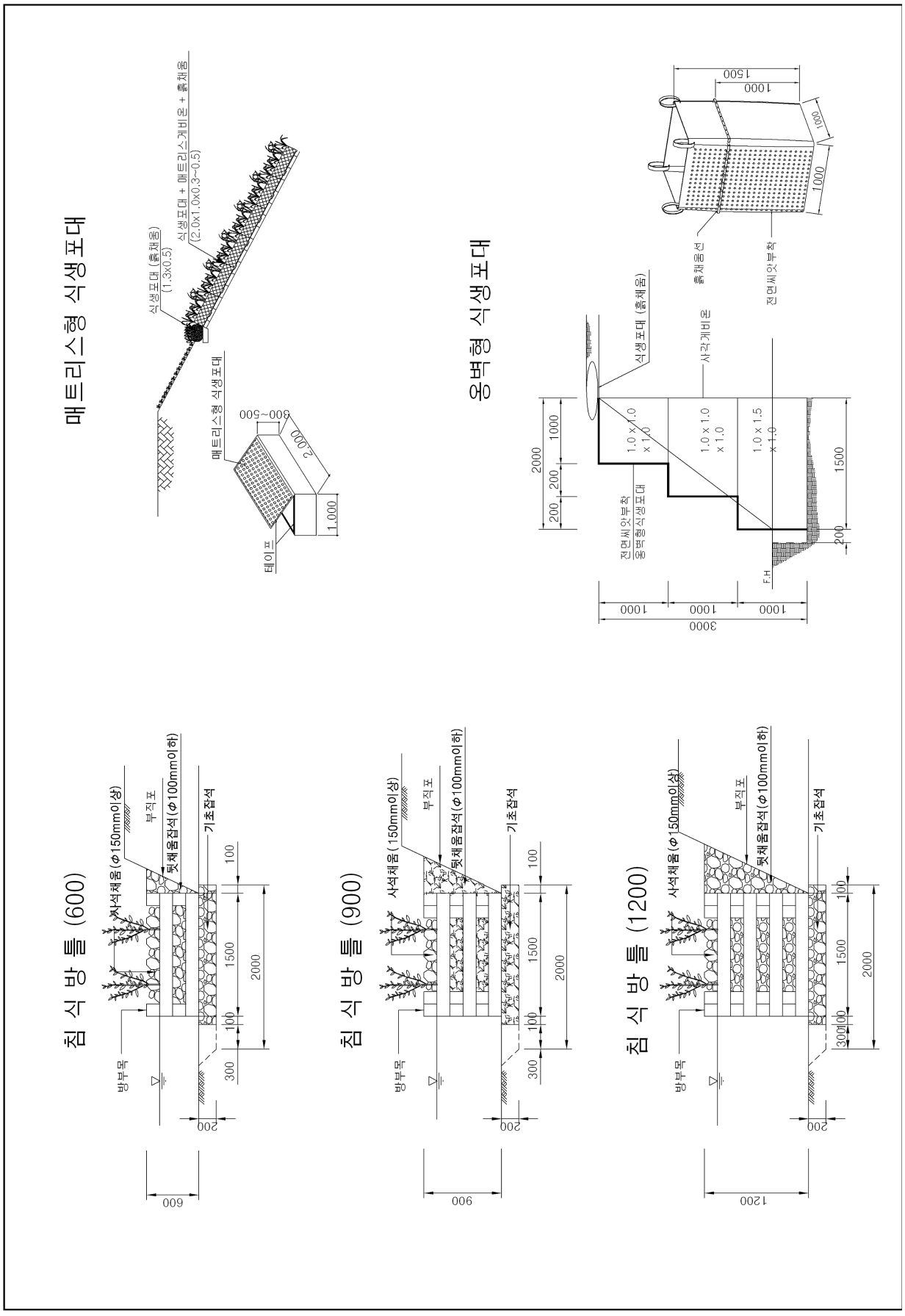
사각돌망태



돌 망 태



사각돌망태


매트리스형 식생포대
식생포대 (흙채움)
(1.3x0.5)
식생포대 + 매트리스개비온 + 흙채움
(2.0x1.0x0.3~0.5)
매트리스형 식생포대
600~500
2,000
1,000
테이프
옹벽형 식생포대
식생포대 (흙채움)
사각개비온
흙채움선
전면씨앗부착
전면씨앗부착
옹벽형식생포대
1.0 x 1.0
x 1.0
1.0 x 1.0
x 1.0
1.0 x 1.5
x 1.0
F.H
2000
200
200
1000
1500
200
3000
1000
1000
1000
1500
1000
1000
침 식 방 틀 (600)
사석채움 (φ150mm이상)
부직포
뒷채움잡석 (φ100mm이하)
기초잡석
방부목
100
1500
100
2000
300
200
600
침 식 방 틀 (900)
사석채움 (150mm이상)
부직포
뒷채움잡석 (φ100mm이하)
기초잡석
방부목
100
1500
100
2000
300
200
900
침 식 방 틀 (1200)
사석채움 (φ150mm이상)
부직포
뒷채움잡석 (φ100mm이하)
기초잡석
방부목
100
1500
100
2000
300
200
1200

제 4 장
구 조 물 공

4.1 설계기준

4.2 수량산출 기준

4.3 구조물공 표준도

4.1 설 계 기 준

4.1 설계기준

4.1.1 일반사항

1) 적용범위

본 설계기준은 하천에 설치되는 배수구조물, 하상유지시설, 보, 교량, 기타소형시설의 구조물설계에 적용한다.

2) 적용 기준

본 설계기준은 구조물 설계 수행시 통일성 및 동일구조물 내하수준 유지, 합리적이고 경제적인 시설물 설계를 도모하고자 적정기준을 설정하여 적용하였으며, 주요 구조물 설계 기준은 다음과 같다.

- 하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)
- 하천공사표준시방서(2007, 한국수자원학회)
- 소하천 시설기준(1999. 11, 행정자치부)
- 상수도 시설기준(2004, 한국상하수도협회)
- 하수도 시설기준(2004, 한국수도협회)
- 콘크리트구조 설계기준(2007, 국토교통부)
- 콘크리트 표준시방서(2005, 국토교통부)
- 도로설계요령(2002. 1, 한국도로공사)
- 도로 설계기준(2005, 국토교통부)
- 도로교 설계기준(2005, 국토교통부)
- 도로공사 설계적용기준(2000. 8, 국토교통부)
- 도로설계편람(2008, 국토교통부)
- 구조물기초설계기준(2008. 국토교통부)
- 내진설계편람(2000. 한국도로공사)
- 국도건설공사 설계실무요령 (2008. 국토교통부)
- 농어촌도로의 구조 · 시설기준에 관한규칙(안행부)
- 기타 국토교통부에서 제정한 관련시방서

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

3) 용어의 정의

가) 수문 : 본류를 횡단하거나 본류로 유입되는 지류를 횡단하여 제방을 분리시키는 형태로 설치한 문짝을 가진 구조물

나) 배수문 : 제내지의 하수 및 우수를 배제하기 위해 또는 홍수시나 만조시에 외수의 침입을 방지하는 동시에 본류수위가 강하했을 때 제내의 배수를 목적으로 설치하는 구조물.

- 배수통문 : 제방을 관통하여 설치한 사각형 단면의 문짝을 가진 구조물
- 배수암거 : 제방을 관통하여 설치한 사각형 단면의 문짝이 없는 배수구조물
- 배수통관 : 제방을 관통하여 설치한 원형 단면의 문짝을 가진 구조물
- 배 수 관 : 제방을 관통하여 설치한 원형 단면의 문짝이 없는 구조물

다) 하상유지공

- 낙차공 : 하상경사를 완화하기 위하여 보통 50 cm 이상의 낙차를 둔 하상유지시설
- 경사낙차공 : 하상의 경사를 완만하게 설치하며 주로 돌과 목재를 이용
- 대공(帶工, 띠공) : 하상의 저하가 심한 경우에 하상이 계획하상고 이하가 되지 않도 록 하기 위해 설치하며, 낙차가 없거나 매우 작은(보통 50 cm 이하) 하상유지시설

라) 보 : 각종 용수의 취수, 주운 등을 위하여 수위를 높이고 조수의 역류를 방지하기 위하여 하천의 횡단방향으로 설치하며 제방의 기능을 갖지 않는 시설

4.1.2 구조설계기준

1) 구조설계 방법

구조물은 그 목적에 적합하고 안전하며 또한 경제적인 것이라야 한다. 그러므로 설계자는 공인된 이론, 실험결과 및 과거의 경험을 토대로 하여 구조물이 받는 각종 하중, 온도변화, 기상작용, 지진의 영향, 지반의 지지력 등에 적합하도록 사용재료, 구조물의 형태, 재료의 강도 또는 허용응력, 구조세목 등을 정하여 설계해야 한다.

- 허용응력 설계법 (W.S.D) : 구조물을 탄성체로 보고 재료에 적합한 안전율을 고려한 허용응력을 사용하여 설계하는 방법으로 강재 가시설물 등에 적용
- 강도설계법 (U.S.D) : 설계하중이 작용하여 부재가 파괴될 때에 콘크리트 압력분포를 알아내어 이에 맞도록 적합한 하중계수를 갖고 설계하는 방법으로 콘크리트 구조물의 부재는 이 규정에 따라 설계하는 것을 원칙으로 한다.

2) 주요 재료 사용기준

가) 콘크리트

<표 4.1-1> 구조물 콘크리트 강도기준

설계기준강도	적용대상 구조물
24MPa	배수통문(구체, 날개벽, 차수벽, 조작대, 관리교),옹벽, 낙차공, 보, 대공 등 주요구조물
21MPa	배수통관(기초, 날개벽, 차수벽, Surround) 반중력식옹벽, 도로포장(천단, 부체), 배수로, 맨홀, 집수정 등 간단구조물
18MPa	중력식 옹벽, 세굴방지 기초콘크리트, 버림 콘크리트 등 무근구조물

주] 1. 상기 기준은 지역특성을 감안하여 구조계산 및 장비사용등의 특성에 따라 조정 적용할 수 있다.
2. 교량부분에 대한 강도기준은 구조계산에 의한 적정강도를 반영한다.

나) 철 근(KSD 3504에 적합한 재료를 기준)

<표 4.1-2> 철근 항복강도 및 콘크리트 강도

종 류	항복강도	허용응력	사용 콘크리트강도
SD40	fy = 400MPa	fsa = 180MPa	fck = 27MPa, 24MPa
		fsa = 160MPa	수중 또는 지하수위 이하에 설치되는 구조물
SD30	fy = 300MPa	fsa = 150MPa	fck = 24MPa, 21MPa

주] 피복두께는 콘크리트 구조설계기준을 적용한다.

다) 강 재

<표 4.1-3> 강재의 허용응력

허용응력 (MPa)	SM 400	SM 490	SM 520	SM570
허용인장응력	140	190	210	260
허용전단응력	80	110	120	150
허용압축응력	140	190	210	260

3) 하　　중

- 구조물의 설계에는 시공 및 구조물 사용기간중에 작용이 예측 되는 모든 하중을 고려하고 극한상태에 따라 적절한 조합을 고려 하여야 한다.
- 설계하중은 사용하중에 하중계수를 곱하여 정한다.
- 설계강도는 부재의 공칭강도에 강도감소계수를 곱하여 얻는다.
- 특별한 경우 허용응력법으로 설계할 경우에는 하중계수나 강도감소계수를 적용하지 않는다.

가) 고정하중

① 재료의 단위중량

고정하중 산출에 사용되는 재료의 단위중량은 다음 표를 사용하고 실중량이 명백한 것은 그 값을 사용한다.

<표 4.1-4>　　고정하중 재료의 단위중량

재　　료	단위중량 (kN/㎥)	재　　료	단위중량 (kN/㎥)
강재,주강,단강	78.50	목　　재	8.00
주　　철	72.50	역청제(방수용)	11.00
알루미늄	28.00	아스팔트 포장	23.00
철근 콘크리트	25.00	석　　재	26.00
P.S 콘크리트	25.00	자　　갈	17.00
무근 콘크리트	23.00	모　　래	16.00
시멘트 몰탈	21.50	해　　수	10.30
벽 돌 쌓 기	26.00	물	10.00

② 흙의 단위중량

<표 4.1-5>　　흙의 단위중량

지　　반	토　　질	단위중량 (kN/㎥)
자연지반	모래 및 모래자갈	18(느슨) ~ 20(조밀)
	사　질　토	17(느슨) ~ 19(조밀)
	점　성　토	14(느슨) ~ 18(조밀)
성　　토	모래 및 모래자갈	20
	사　질　토	19
	점　성　토	18

주) 지하수위 이하에 있는 흙의 단위중량은 표의 값에서 각각 10을 뺀 값으로 한다.

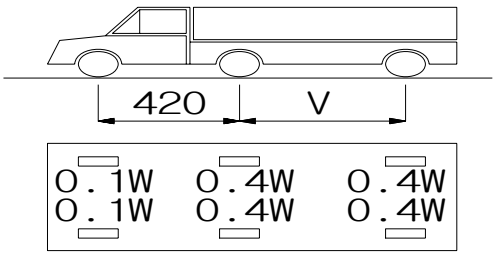
나) 활 하 중

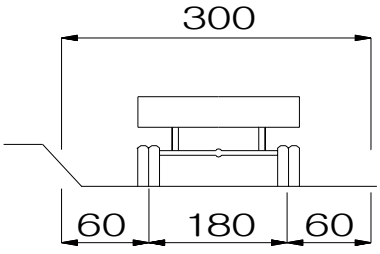
설계에 사용하는 설계기준 자동차 하중은 도로교 설계기준에 기술된 내용을 기준으로 하는데 당해 도로의 자동차 교통상황에 따라 표준트럭하중(DB-24, DB-18, DB-13.5) 또는 이에 준하는 차로하중(DL하중)을 적용한다. 그러나 규격이 낮은 도로라 하더라도 교통량에 비해 대형차 교통량이 많을 경우 이를 감안하여 적합한 설계기준 자동차 하중을 적용해야 한다.

① 지상구조물

<표 4.1-6> 하중등급별 자동차 하중조건

교량등급	하중등급	총중량 1.8W (kN)	전륜하중 0.1W (kN)	후륜하중 0.4W (kN)
1 등급	DB-24	432	24	96
2 등급	DB-18	324	18	72
3 등급	DB-13.5	243	13.5	54





② 지하구조물의 노면활하중

■ 토피두께 1.0m≤D<4.0m인 경우

- Bo≤W1인 경우

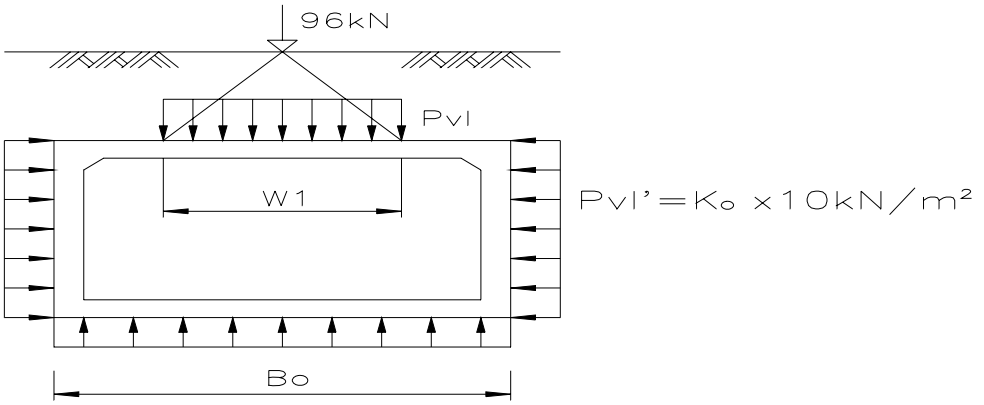
$$P_{v\ell} = \frac{2P_r(1+i)}{B \cdot W_1} = \frac{P_r(1+i)}{1.5(0.2+2H)} (kN/m^2)$$

- Bo>W1인 경우

$$P_{v\ell} = \frac{2P_r(1+i)(B_o - D - 0.1)}{B_o^{\,2}} (kN/m^2)$$

- 충격계수

토피두께(D)	0.15m≤D≤1.0m	1.0m<D≤2.0m	2.0m<D≤3.0m	3.0m<D
충격계수(i)	0.3	0.2	0.1	0



■ 토피두께 4m 이상인 경우(D≥4.0m)

P_{V1} =10kN/㎡

③ 군집하중

군집하중은 5 × 10^{-3} MPa의 등분포하중을 적용하고 충격은 고려하지 않는다.

다) 토 압

① 고정벽에 작용하는 토압(정지토압)

㉮ 정지토압은 지하 상자형 구조물 등에 적용한다.

㉯ 토압이 작용하는 상자형 구조물은 전설계 토압이 작용하는경우 및 전설계토압의 1/2 이 작용하는 경우 중에서 불리한 경우의 단면적에 대하여 설계하는 것으로 한다.

㉰ 정지토압의 계산은 다음 식에 의한다.

$$P_0 = K_0 \cdot \gamma \cdot z + K_0 \cdot q$$

여기서,

γ : 흙의 단위중량(kN/㎥)

P_0 : 깊이 z에 대한 정지토압(kPa)

K_0 : 정지토압계수

z : 토압 P_0 가 벽면에 작용하는 깊이(m)

q : 평상시의 지표재하하중(kPa)

ϕ : 흙의 전단 저항각

정지토압계수는 $K_0 = 1 - \sin\phi$로 구하는 것을 기본으로 한다.

그러나 토질조건에 따라 보다 합리적인 공인된 경험공식 또는 경험치를 사용할 수 있다.

② 가동벽에 작용하는 토압 (주동토압)

㉮ 옹벽구조물 등의 가동벽에는 주동토압을 적용한다.

㉯ 벽면에 작용하는 토압의 분포하중으로는 Coulomb의 토압공식을 적용하여 단면설계하는 것을 원칙으로 하며 안정계산시에는 Rankine 토압공식을 사용한다.

㉰ 다음은 Coulomb의 주동 토압공식이다.

- 사질토 : $P_a = K_A \cdot \gamma \cdot z + K_A \cdot q$

- 점성토 : $P_a = K_A \cdot \gamma \cdot z - 2c\sqrt{K_A} + K_A \cdot q$

여기서,

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

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

γ : 흙의 단위중량(kN/㎥)

P_a : 깊이 z에 대한 주동토압(kPa)

K_A : Coulomb에 의한 주동토압계수

z : 토압 P_0 가 벽면에 작용하는 깊이(m)

c : 흙의 점착력(kPa)

q : 평상시의 지표재하하중(kPa)

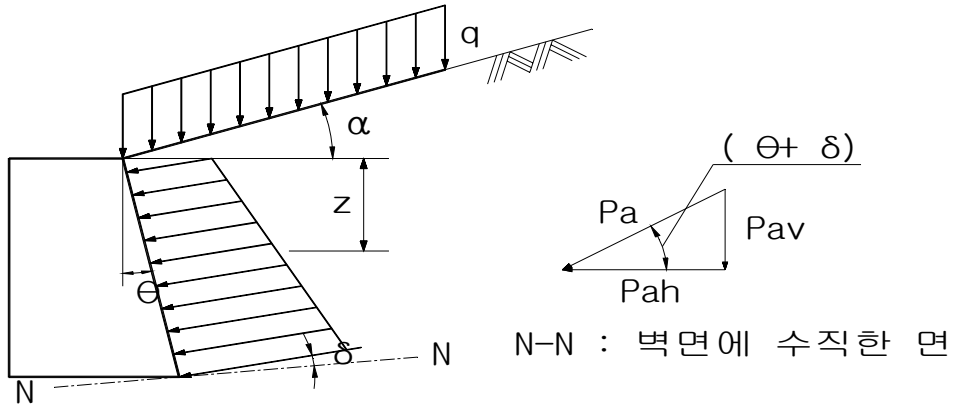
ϕ : 흙의 전단 저항각

α : 지표면과 수평면이 이루는 각

Θ : 벽배면과 연직면이 이루는 각

δ : 벽배면과 흙 사이의 벽면 마찰각

- 주동토압의 경우



여기서 사용하는 각도는 반시계 방향을 +로 한다.

③ 흙의 내부 마찰각

흙의 내부마찰각은 토질시험치를 사용하고, 시험을 하지 않았을 경우는 토질공학적 근거에 입각한 관계식이나 일반적 시험치를 사용한다.

- 사질토의 경우 : $\phi = 25 + 3.2\sqrt{\frac{100N}{70+Pv}}$

여기서,

Φ : 흙의 내부마찰각

N : 표준관입시험치

Pv : 표준관입시험치를 측정할 때의 유효토압(kPa)

라) 수 압

지하수에 의한 수압계산은 정수압을 기준으로 다음 식에 의한다.

$$F = \gamma_w \cdot h$$

여기서, F : 수압 (kPa)

γ_w : 물의 단위중량 (kN/㎥)

h : 지하수의 깊이 (m)

정수압 산정에 적용하는 지하수위는 계획홍수위를 원칙으로 하며 지하수위를 명백히 알 수 있을 때나 별도의 지하수위 대책을 강구할 경우에는 그것을 따른다.

마) 지진하중

구조물이 단순하고 기본 고유주기가 3초 미만일 경우 지진력은 등가의 정적수평력으로 하며 구조물의 중심에 작용시킨다.

$$E = K_h \cdot D$$

$$K_h = 2.5 \cdot C_a \cdot I \quad \text{(지중구조물의 내진설계 - 한국지진공학회)}$$

E : 등가정적 지진력

K_h: 수평진도

D : 구조물의 자중과 활하중

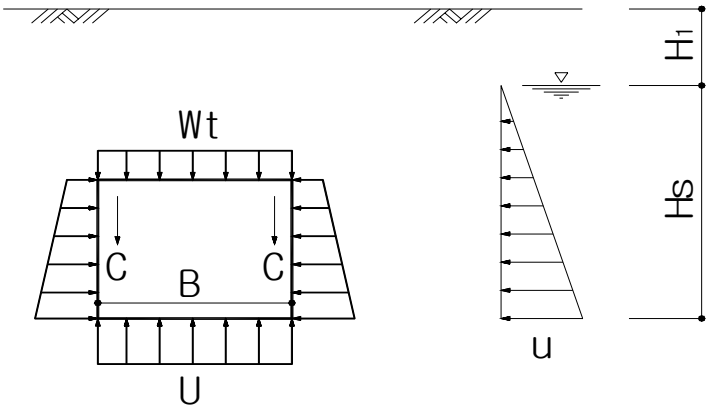
C_a: 지진계수

I : 위험도계수

단, 암거에 대한 지진의 영향은 암거중량과 흙의 중량이 비슷하여 암거와 주변 흙이 근사한 거동을 하게 되므로 지반이 연약하여 액상화 현상이 예상되거나 활성단층을 가로지르는 경우를 제외하고는 고려할 필요가 없다.

바) 양압력

- 양압력은 구조물 및 상재토사에 의해 배제되는 물의 중량으로 연직방향으로 작용하는 것으로 보고 구조물에 가장 불리하도록 재하시킨다.
- 수압은 정수압을 기준으로 하며, 지하수위는 계획홍수위를 원칙으로 한다.
  다만, 지하수위를 명백히 알 수 있을 때는 조사수위로 한다. 양압력(U)은 구조물 바닥폭(B) 전면에 구조물 높이(hs)의 수압(u)을 균등하게 적용시킨다.



- 양압력 : $U = h_s \cdot B \cdot \gamma_w$ $\quad (u = h_s \cdot \gamma_w)$

■ 저항력

양압력에 대한 저항력(R)은 고정하중인 구체자중 및 상재하중과 마찰력의 총합으로 하며 다음과 같이 구할 수 있다.

R(저항력) = W1(구체자중) + W2(상재고정하중) + F(주변마찰력)

여기서,

$$F = F_1 + F_2 = K_1 \cdot P_1 \cdot A_1 \cdot \tan\phi + K_2 \cdot P_2 \cdot A_2 \cdot \tan\delta$$

F : 흙과 흙과의 주변마찰력

F_1: 상재토의 마찰력

F_2: 벽체와 뒷채움토 사이의 최소마찰각

K_1, K_2: 횡토압 계수 (정지토압(Ko))

P_1, P_2: 상재토층, 벽체에 작용하는 평균 유효토압

$$P_1 = \frac{1}{2} \gamma_{sub} \cdot H_1$$

$$P_2 = \gamma_{sub} \cdot H_1 + \frac{1}{2} \gamma_{sub} \cdot H_s$$

A_1, A_2: 상재토, 벽면의 마찰접촉 면적 (A1=2H1, A2=2Hs)

ϕ : 상재토 유효마찰각

δ : 흙 또는 흙과 벽체 사이의 유효 마찰각

■ 안정검토

양압력에 대한 안전율(Fs)은 다음을 만족하여야 한다.

안전율 Fs = R(저항력) / U(양압력)

Fs > 1.2

양압력에 대한 안전율 부족시에는 별도의 필요한 조치를 하여야 한다.

사) 기타 하중

상기하중 이외의 하중을 고려할 필요가 있는 경우에는 상황에 따라 정한다.

4) 구조해석모델 및 경계조건

가) 구조해석 모델링(modeling)시 고려사항

- 구조물의 축선은 부재단면의 도심축으로 한다. 이때 부재치수가 다를 때에는 안전측으로 한다.
- 상자형 구조물은 구조형태상 박스라멘(rahmen)으로 구조해석시 2차원 뼈대구조(frame)를 적용한다.

나) 토사부에 지지되는 구조물의 경계조건

- 구조물이 토사지반에 위치하는 경우에는 저판 밑의 지지부에 지반스프링을 두어 해석하는 것을 원칙으로 하며, 이때 사용되는 지반반력계수는 각종의 조사 및 시험 결과에 의해 얻어진 변형계수 및 기초의 재하폭 등의 영향을 고려하여 정한다.
- 스프링 경계조건을 사용하는 경우 스프링 간격은 하부 슬래브를 8등분 정도할 수 있는 간격으로 배치하되 간격이 너무 넓어지는 경우는 대략 1m 정도의 간격으로 한다.
- 연직방향 지반반력계수

$$K_v = K_{vo}\left(\frac{B_v}{0.3}\right)^{-\frac{3}{4}}$$

여기서, K_v : 연직방향 지반반력계수 (kN/㎥)

K_{vo} : 지름 30cm의 강체원판에 의한 평판재하시험의 값에 상당하는 연직방향

B_v : 기초의 환산재하폭(m)으로 다음 식에서 구한다. 다만, 저면형상이 원형인 경우에는 지름으로 한다.

$$B_v = \sqrt{A_V}$$

A_v : 연직방향의 재하면적 (㎡)

지반반력계수(kgf/㎠)로 각종 토질시험조사에 의해 구한 변형계수로부터 추정하는 경우 다음 식에 의한다.

$$K_{vo} = (1/0.3) \cdot a \cdot E_O$$

E_O : 다음 표에 표시한 방법으로 추정한 설계의 대상이 되는 위치에서의 지반의 변형계수(kN/㎡)

a : 지반반력계수의 추정에 쓰이는 계수로서 다음 표에 주어져 있다.

〈표 4.1-7〉 Eo 와 α 값

시험방법에 따른 변형 계수 Eo (kN/㎡)	α	
	평상시	지진시
지름 30cm의 강체원판에 의한 평판재하시험을 반복시킨 곡선에서 구한 변형계수 1/2	1	2
보오링공 내에서 측정한 변형계수	4	8
공시체의 1축 또는 3축압축시험에서 구한 변형계수	4	8
표준관입시험의 N값에서 Eo=2800N으로 추정한 변형계수	1	2

■ 구조물 우측하단부에 무한강성의 수평지반 스프링을 설치하는 방법 등으로 수평방향으로 유지시킨다.

다) 강도 감소계수

① 휨모멘트, 또는 휨모멘트와 축인장력이 동시에 작용하는 부재

■ 보통 철근콘크리트 부재 : ϕ = 0.85

② 축 인장력 : ϕ = 0.85

③ 축 압축력 또는 휨모멘트와 축 압축력이 동시에 작용하는 부재

■ 나선철근 규정에 따라 나선철근으로 보강된 철근콘크리트부재 : ϕ = 0.75

■ 그 이외의 콘크리트 부재 : ϕ = 0.70

④ 전단력과 비틀림 모멘트 : ϕ = 0.80

⑤ 콘크리트의 지압 : ϕ = 0.70

⑥ 무근 콘크리트 : ϕ = 0.65

라) 처짐 및 균열제한

구조물은 외력에 대하여 안전해야 할 뿐만 아니라 사용성도 확보되어야 한다. 이러한 사용성에 문제가 되는 것으로 처짐과 균열이 있는데 이들은 사용하중 상태에서 검토한다.

① 처짐의 제한

철근 콘크리트 부재의 처짐은 부재의 최소 두께를 정하여 처짐을 간접적으로 규제한다.

보통골재로 만든 철근콘크리트 보 또는 1방향 슬래브와 같은 1방향 구조의 최소두께 또는 높이가 아래에 주어진 값보다 클 경우에는 처짐을 계산하지 않아도 된다.

<표 4.1-9> 처짐을 계산하지 않을 경우의 휨부재 최소두께

부 재	최소 두께 또는 높이 t (cm)			켄틸레버
	단순지지	일단연속	양단연속	
1방향 슬래브	l /20	l /24	l /28	l /10
보	l /16	l /18.5	l /21	l /8

㉮ 위 표의 값은 일반콘크리트(Wc = 23 kN/㎥)와 설계기준 항복강도 400MPa 철근을 사용한 부재에 대한 값이며 다른 조건에 대해서는 그 값을 다음과 같이 수정해야 한다.

㉯ 1.5～2 tf/㎥ 범위의 단위체적질량을 갖는 구조용 경량콘크리트에 대해서는 계산된 h값에 (1.65-0.31Wc)를 곱해야 하나, 1.09보다 작지 않아야 한다.

㉰ fy가 400MPa 이외인 경우는 계산된 h값에 (0.43 + fy/700)를 곱하여야 한다.

② 허용균열폭

㉮ 허용균열폭 Wa는 구조물의 사용목적, 내구성, 환경조건, 부재의 조건 등을 고려하여 정하는 것을 원칙으로 한다.

㉯ 강재의 부식에 대한 콘크리트의 허용균열폭은 일반적으로 덮개 및 강재의 종류에 따라서 정하는 것이 좋다.

다만, 적용될 수 있는 덮개는 100mm 이하를 표준으로 한다.

<표 4.1-10> 허 용 균 열 폭 (Wa) (단위 : mm)

강재의 종 류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조환경	습윤환경	부식성환경	고부식성환경
철 근	0.006 tc	0.005 tc	0.004 tc	0.0035 tc

여기서, tc : 최외단 철근의 표면과 콘크리트 표면사이의 콘크리트 최소덮개(mm)

㉰ 물을 저장하는 수조 등과 같은 구조의 허용균열폭은 0.1mm로 한다.

③ 균열의 검토

㉮ 휨모멘트 및 축방향력에 의한 콘크리트의 인장응력이 콘크리트의 설계인장 강도의 60%보다 작을 경우에는 휨균열을 검토하지 않아도 좋다.

㉯ 인장철근의 설계하중강도가 300MPa 이상인 경우에는 사용하중에 의한 휨균열 폭은 식에 의하여 구하고, 균열 폭이 허용균열폭 Wa이하가 되도록 하여야 한다.

$$W = 1.08\,\beta_c\,f_s\,\sqrt[3]{d_c\,A} \times 10^{-5}(mm)$$

여기서,

βc : 단면의 인장부 연단으로부터 중립축까지의 거리 / 단면의 주철근의 도심으로부터 중립축까지의 거리

f_s : 사용하중에서 계산된 철근의 응력 (MPa)

d_c : 최대인장연단에서 이 연단에 가장 가까이 놓여있는 철근 중심까지의 콘크리트 덮개(㎜)

A : 주인장철근주위의 인장부 콘크리트 단면적을 철근의 개수로 나눈 유효인장단면적(㎟)

㉰ 엄밀한 계산을 수행하지 않고 개략적인 균열폭을 계산할 경우에는 fs를 0.6fy, 보에 대한 βc 는 1.2, 슬래브에 대한 βc 는 1.35로 취하여도 좋다.

4.1.3 구조물 기초설계

1) 개요

연약지반과 같은 지역에 구조물이 설치되는 경우는 기초지반개량, 말뚝기초와 같은 기초공법을 계획하여 장래에 침하로 인한 구조물의 영향이 없도록 한다.

2) 지반조사

구조물기초 설계시 필요한 지반공학관련 자료를 얻기 위하여 실시되는 지반조사는 지반공학적 중요도 등급별로 구조물을 분류하여 시행함으로서 경제적인 적정 지반정수를 측정한다.

가) 1등급 구조물

1등급에는 대형구조물, 매우 큰 위험성이 내포된 구조물과 매우 다루기 힘든 지반 또는 하중조건, 지진빈도가 높은 지역 등에 설치되는 구조물 등이 포함되며 지반조사는 관련설계기준과 함께 특별기준을 정하여 시행한다.

나) 2등급 구조물

2등급에는 특별한 위험이 없고 특수한 지반 및 재하조건이 없는 일반적인 토목, 건축구조물 등으로 토목 구조물에는 확대기초, 전면기초, 말뚝기초, 옹벽 및 차수벽체, 굴착공, 교량의 교각과 교대, 제방과 토공, 앵커구조물 등이 있으며 지반조사는 해당구조물에 대한 하부지반 영향범위를 포괄하여 설계에 필요한 모든 정량적인 자료를 제공할 수 있도록 수행한다.

다) 3등급 구조물

3등급에는 소규모이고 상대적으로 간단한 구조물로서 최대설계하중이 기둥에서 250kN이하, 벽체에서 100kN/m이하인 구조물과 벽체높이가 2m를 넘지 않는 옹벽, 지하수위 상부굴착의 배수시설 등이 있으며 지반조사는 경험 또는 정성적인 바탕으로 한 필수적인 요구사항만으로 설계와 시공이 가능한 지반에서만 수행한다.

라) 조사항목

① 일반 구조물 기초

- 보링조사, 표준관입시험, 공내물리검층, 공내재하시험, 평판재하시험, 물성시험, 일축압축시험, 삼축압축시험, 압밀시험,
- 상기의 조사항목은 2등급 구조물을 기준으로하고 1, 3등급 구조물은 특성에 맞는 항목을 추가 또는 제외하여 조정할수 있다.

② 연약지반

- 보링조사, 표준관입시험, 더치콘관입시험, 베인시험, 물성시험, 일축압축시험, 삼축압축시험, 압밀시험

3) 기초설계

가) 기초지반 검토

① 기초지반의 허용지지력

- 기초의 지지층은 상부구조물을 안전하게 지지할 수 있고 적절한 기초 시공이 가능한 지층으로 선정한다.
- 기초지반의 허용지지력은 기초지반에 전단파괴를 발생시키는 최소하중강도(극한지지력)를 지지력 공식으로 구한후 이를 안전율로 나누어 산정한다.
- 지지력을 산정하는 방법은 이론적 방법, 경험적 방법, 현장시험에 의한 방법 등이 있으며, 계산방법에 따라 서로 다른 지지력이 산정될 경우 설계자의 판단에 의하여 적정한 적용방법을 선택한다.

② 기초지반의 침하

- 구조물의 침하는 일정한 전응력을 받고 있는 지지층의 변형에 의해 발생된다.
- 침하의 발생요인은 탄성변형, 함수비 감소로 인한 체적변화(압밀), 전단변위, 지반붕괴나 함몰 등이 있다.

■ 지반의 침하는 지반의 탄성침하, 압밀침하, 이차압축침하를 합한 전체침하량으로 구한다.

■ 침하에 의한 구조물의 손상은 대부분 부등침하에 의해 발생하므로 상부구조물 형식, 지반변형 형태 등을 고려하여 적절한 허용치를 정한 후 기초지반이 안정성을 확보할 수 있는 여러 공법을 비교 검토한다.

■ 구조물 종류에 따른 허용침하량은 다음과 같다.

<표 4.1-11> 구조물 종류에 따른 허용침하량

침하형태	구조물의 종류	최대 허용침하량
전체침하	배수시설	15 ~ 30cm
	출입구	30 ~ 60cm
	부등침하의 가능성	
	석적 및 조적구조	2.5 ~ 5.0cm
	뼈대구조	5.0 ~ 10cm
	굴뚝, 사이로, 매트	7.5 ~ 30cm
전도	탑, 말뚝	0.004S
	물품 적재	0.01S
	크레인 레일	0.003S
	빌딩의 조적벽체	0.0005S ~ 0.002S
부등침하	철근 콘크리트 뼈대구조	0.003S
	강 뼈대구조(연속)	0.002S
	강 뼈대구조(단순)	0.005S

주] S : 기둥사이의 간격, 또는 임의의 2점 사이의 거리

③ 기초지반의 보강

■ 구조물에 작용하는 상부하중에 의한 지지력 및 침하에 대해 기초지반이 안정성을 확보하지 못할 경우 상부구조물 형식, 하부기초 형식, 기초지반의 심도, 토질종류 등을 종합적으로 고려하여 적절한 보강공법을 검토한다.

나) 기초설계 기준

■ 배수구조물의 기초형식은 직접기초를 원칙으로 한다.

■ 구조물구간의 연약지반처리는 지반 개량후 직접기초를 원칙으로 하되, 구조물하중이 큰 중요구조물인 경우는 깊은기초 등 대책공법을 적용하여야 한다.

■ 시설물을 설계할 때는 구조물의 중요도와 기초지반의 토질조건을 충분히 고려하여 구조형식을 선정해야 한다.

■ 기초지반이 연약한 점성토 지반의 경우 기초의 안정 및 침하를 검토하고 느슨한 모래지반의 경우는 지진, 기계진동 등에 의한 액상화 등을 검토한다.

다) 구조물 기초의 설계세목

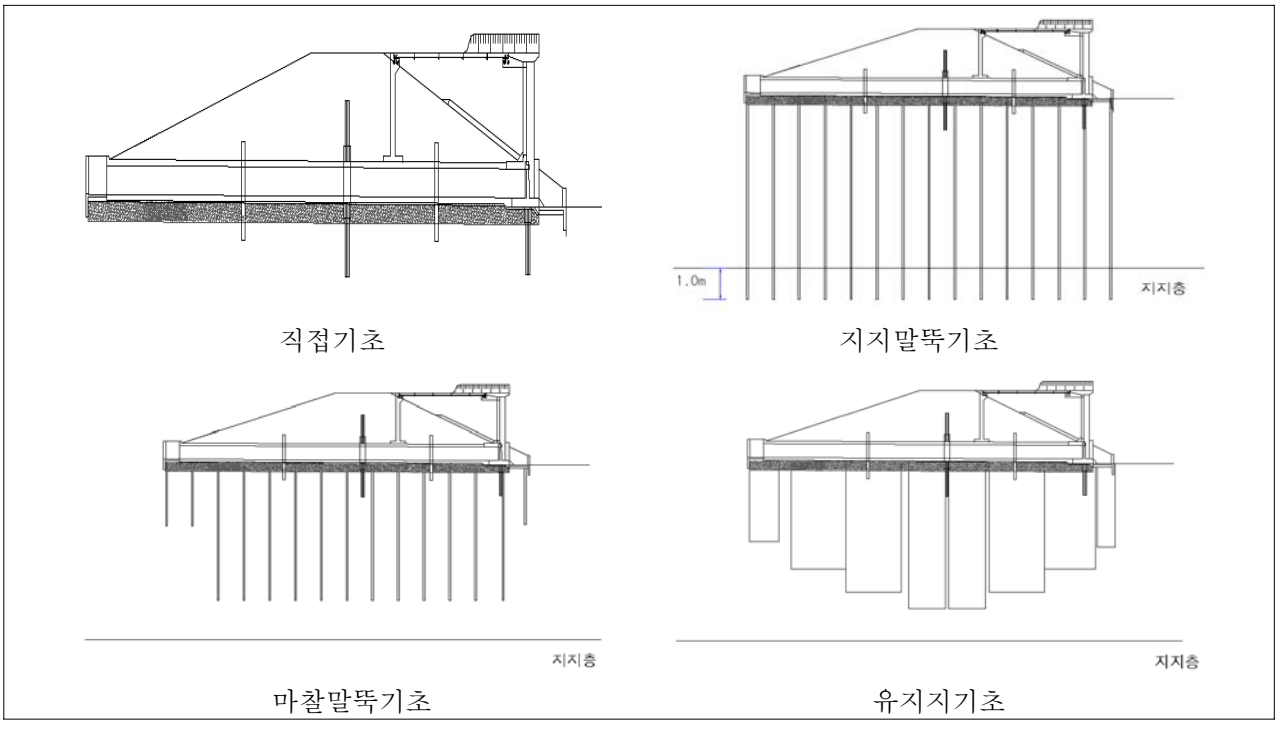
① 일반사항

기초처리공법은 다음과 같이 분류하여 검토한다

- 시공법에 따른 분류 : 타입공법, 매입공법, 현장타설공법
- 재질에 따른분류 : 나무말뚝, 철근콘크리트 말뚝, 강재말뚝, 합성말뚝
- 하중전달방식에 따른 분류: 직접기초, 선단지지말뚝, 하부지반지지말뚝, 마찰말뚝, 다짐말뚝, 유지지말뚝
- 불균등한 침하로 인한 깊은기초가 설치된 구조물의 기초지반 하부에 생기는 공극을 방지하기 위하여 구조물 기초지반의 충분한 다짐을 하여야 한다.
- 하상부에 설치되는 기초의 경우 홍수로 인한 최대 세굴심도를 예측하고 세굴방지공 설치를 검토한다.

② 기초형식 선정시 고려사항

- 말뚝기초형식 선정은 지지말뚝, 마찰말뚝기초 등을 면밀히 비교, 검토하여 타당성 있는 기초형식을 선정해야 하며 아래표를 참고할 수 있다.
- 말뚝기초 선정시 공동현상과 같은 문제가 예상될 경우는 기초지반의 균등침하를 유도하는 유지지 기초를 선정하여 말뚝기초의 문제점을 보완할수 있다.



<그림 4.1-1> 배수시설 기초형식

<표 4.1-12> 기초형식 선정기준

선 정 조 건			직접기초	깊은기초	
				PC 말뚝	강관말뚝
하중규모	200 ton 이하		○	○	○
	200 ～ 500 ton		○	○	○
	500 ～ 1,500 ton		○	△	△
	1,500 ton 이상		○	×	△
지지방식	완전지지 (선단지지)	지지층의 길이 0～5m	○	△	△
		지지층의 길이 5～10m	△	○	△
		지지층의 길이 10～20m	×	○	△
		지지층의 길이 20～30m	×	△	○
		지지층의 길이 30～60m	×	×	○
	마 찰 지 지		×	×	○
지지기반의 상태	평탄(30도이하)		○	○	○
	경사(30도이상)		△	△	△
	요철이 심함		△	△	○
중간층의 상태	점성토 (N치)	4이하		○	○
		4 ～ 10		○	○
		10 ～ 20		△	○
	사질토 (N치)	15이하		○	○
		15 ～ 30		○	○
		30이상		×	△
	점착성이 없는 느슨한 모래(N치 10이하의 층이 5m이상이있는 경우)			○	○
	자갈 호박돌 전석등	없음		○	○
		10cm 이하		△	○
		10 ～ 30cm		×	△
		30cm이상		×	×
환경	수상시공		△	○	○
	소음, 진동대책		○	×	×
	인접구조물에 대한 영향방지		△	△	△
	작업공간이 좁은 경우		○	×	△

주) ○ : 조건에 적합하며 설계, 시공상으로 문제없음.
△ : 부적합한 정도는 아니나, 일단의 문제가 있으므로 검토가 필요함.
× : 조건에 적합하지 않고 시공이 곤란, 신뢰성이 크게 부족하고 공사비가 크게 증대하는 등 큰 문제가 있음.

③ 연약지반 기초

- 구조물구간의 연약지반은「2.1.9 연약지반처리」을 참조한다.
- 연약한 지반상에 구조물을 설치하게 될 경우에는 세심한 조사는 물론 필요에 따라 재하중(preloading)을 실시하는 것이 바람직하다.
- 소요다짐도는 KS F-2312(흙의 다짐 시험방법)의 C, D방법에 의하여 최대건조밀도의 95%이상 밀도가 얻어지도록 다져야 한다.
- 기초지반의 다짐방법은 람마 또는 장비 진입이 가능할 경우 흙의 종류에 따라 적정한 장비를 선정한다.
- 기초지반의 얕은 깊이에서 연약지층이 발견되어서 치환할 경우에는 토목공사 표준 일반시방서중 입도조정 기층재료에 준한 재료로 치환해야 한다.
- 기초지반이 연약지반인 경우는 강성의 말뚝기초는 가급적 지양하고 유지지기초 계획으로 구조물저면부의 공동현상을 최소화한다.

4.1.4 구조물 토공설계

1) 개요

구조물 시공시 병행되는 토공을 지반조사 및 토성치에 근거하여 경제적이고 시공시 안전한 설계를 수행한다.

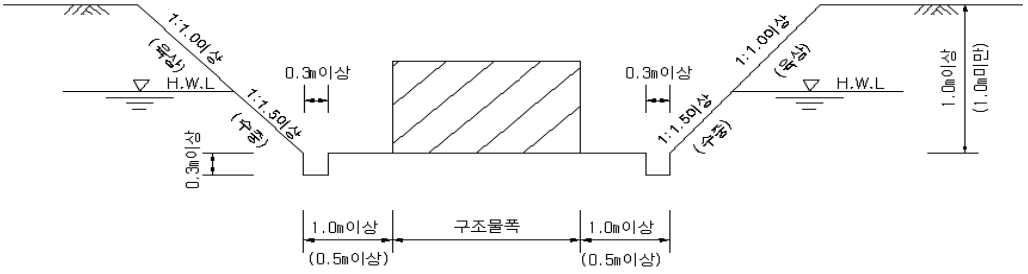
2) 터파기

- 터파기의 육상과 수중의 구분은 지하수위를 기준하며 지하수위 이하에 물푸기가 반영되는 경우는 용수터파기로 설계한다.
- 육상터파기의 사면경사는 1:1이상을 원칙으로 하나 각 지층별 사면경사는 아래표를 참고하여 결정하고, 터파기 사면의 안정성 검토가 필요 할 경우 최소안전율은 Fs=1.1을 적용한다.
- 터파기고가 높은 경우는 소단을 두어 사면의 안정성을 확보할수 있다.
- 수중터파기는 사면의 sliding을 방지하기 위하여 사면의 최소경사는 1: 1.5이상을 기준한다.
- 육상터파기시 수평 여유폭은 터파기고가 1.0m 이상이면 1.0m이상, 미만이면 0.5m 이상을 적용한다.
- 지하수위 이하의 터파기는 지하수의 유집을 위하여 바닥면에 줄파기(pit)를 반영하여 구조물 설치시 양호한 작업여건을 제공하고 줄파기의 규격은 0.3mx0.3m이상을 적용한다

■ 제방을 횡단 구조물의 터파기는 외수위 관련계획을 고려하여 가물막이 계획을 수립한다

■ 터파기시 하천수 유입을 방지하기 위한 가물막이는 「7.1.2 가물막이공」을 기준한다.

■ 터파기시 유입수의 처리는 「7.1.3 물푸기공」을 기준한다.



<그림 4.1-2> 구조물 터파기 표준단면

<표 4.1-13> 지층별 절토사면 표준경사

사 면 의 토 질 조 건		터파기고	경 사
경 암			1 : 0.3 - 0.8
연 암			1 : 0.5 - 1.2
모래(SP, SW)	조밀하지 않고 입도분포가 나쁜것		1 : 1.5 이상
사질토(SM, SC)	조밀한것	5m이하	1 : 0.8 - 1.0
		5-10m	1 : 1.0 - 1.2
	조밀하지 않은것	5m이하	1 : 1.0 - 1.2
		5-10m	1 : 1.2 - 1.5
자갈 또는 암괴 섞인 사질토 (GW, GP, GM, GC)	조밀한것 또는 입도분포가 좋은것	10m이하	1 : 0.8 - 1.0
		10-15m	1 : 1.0 - 1.2
	조밀하지 않은 것 또는 입도분포가 나쁜것	10m이하	1 : 1.0 - 1.2
		10-15m	1 : 1.2 - 1.5
점 성 토 (ML, CL, OL, MH, CH, OH)	밀실한것	10m이하	1 : 0.8 - 1.2
	밀실하지 않은 것		
암괴 또는 호박돌이 섞인 점성토		5m이하	1 : 1.0 - 1.2
		5-10m	1 : 1.2 - 1.5

3) 되메우기

■ 되메우기 재료는 구조물의 기초를 시공하기 위하여 터파기한 재료 또는 흙깎기의 재료를 말한다.

■ 구조물 뒷채움과 되메우기 재료 기준은 「2.1.7 축제재료」에 따른다.

■ 되메우기 다짐기준은 「2.1.8 다짐」에 따른다.

■ 뒷채움재료는 한층 마무리 두께가 10~20cm정도 이하로 되도록 하여 충분히 다져야 한다.

■ 콘크리트 암거는 상부슬래브를 타설하여 충분히 양생되기 전에 되메우기를 해서는 안되며 최소 양생소요시간은 「7.1.3 물푸기공」을 기준한다.

- 구조물 상단의 되메우기는 구조체의 안정성을 고려하여 최소토피 60cm를 기준하여 미만에서는 램머나 전동식로라, 이상에서는 기계를 이용한 다짐을 실시하도록 설계한다.

4) 잔토처리

- 잔토는 터파기량과 되메우기량의 차이량으로 토성치가 적합한 경우 성토용 재료로 유용하는 것을 원칙으로 한다.
- 성토용으로 부적합한 잔토는 고수부지 등에 포설하여 사토하고 공사비는 순수 포설비만을 계상한다.
- 사토량이 과다하여 고수부지 포설이 치수적으로 문제가 있을 것으로 판단 될 경우는 별도의 사토처리계획을 수립한다.

4.1.5 배수구조물 설계

1) 개요

배수구조물은 내수배제를 목적으로 설치되는 구조물로서 충분한 통수단면계획으로 원활한 유수소통이 되도록 설계한다.

2) 배수단면 결정

가) 일반사항

- 기존 수로의 배수체계를 고려하여 배수구조물을 계획하되, 제체를 통과하는 배수시설물은 제방안전에 지장을 줄 우려가 많으므로 배수구조물의 설치지역을 최소화하여야 한다.
- 배수 구조물의 단면은 유출량을 계산하여 결정하되 가급적 상·하류의 기존 수로규모를 고려하여 계획하고, 다련의 구조물은 지양하여야 한다.
- 배수구조물 바닥 계획고는 연결수로의 높이, 배수하천의 계획하상고 등을 검토하여 기능이 잘 유지되도록 계획한다.
- 배수구조물은 제방에 직각으로 최대한 간단한 구조물로 설치한다.
- 배수구조물로 유입되는 제내측 배수로가 인근 산지 또는 습지대와 가깝다고 판단되어 생태통로 기능으로서 중요한 구간일 때에는 배수로를 생태통로 기능을 갖는 구조로 산지 또는 습지와 연결하여야 한다.

나) 유출량 산정

- 유출량 산정방법은 설계자가 판단하여 기준을 설정하되 일반적인 경우는 유역면적이 10㎢를 기준하여 미만이면 합리식, 이상이면 단위도법을 적용한다.
- 합리식

$$Q = 0.2778 f \cdot I \cdot A$$

여기서 Q는 홍수량(㎥/sec), f는 유출계수, I는 강우강도(mm/hr), A는 유역면적(㎢)

- 단위도법은 Clark의 유역추적법, Nakayasu종합단위도법, SCS합성단위도법, snyder의 합성단위도법 등을 이용하여 산정한다.
- 단위도법은 최소 2가지이상의 방법을 비교 검토후 적정 방법의 홍수량을 적용한다.
- 단위도법에 의한 유출량은 임계지속시간의 홍수량을 기준한다.
- 주거지, 산업단지 등 내수침수로 인한 큰 피해가 예상되는 지역은 고지배수와 같이 즉시 배제를 원칙으로 하고, 농경지는 재배특성 및 토지이용현황을 고려하여 배제시간을 다음표와 같이 적용하고 침수지역의 토지이용이 2가지 이상인 경우는 큰 피해가 예상되는 토지이용의 내수배제 시간을 적용하고 배제시간 기준은 다음표와 같다.

<표 4.1-14>　　토지이용별 내수배제시간

토지이용	배제시간(시간)	비 고
시가지등의 침수피해가 큰지역	즉시배제	
농경지(전)	4 이하	
농경지(답)	6 이하	
과수원	12 이하	

- 통수단면적의 산정시 홍수량 여유율은 불확실한 요인에 의한 증가를 대비하여 20% 이내 적용을 원칙으로한다.
- 설계빈도는 상위계획의 제시된 배수시설물 빈도를 기준하되 명시가 않된 경우는 배수유역상황을 고려하여 하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)을 기준하여 결정한다.

다) 유출계수 산정

- 배수구조물 능력검토에 필요한 배수유역은 지형도 및 해당 시군의 하수도 대장, 농경지 배수계통도 등을 이용하여 구분한다.

- 유출율은 토지이용에 따른 기준 유출계수를 적용하고 배수구역이 2가지 이상의 토지 이용을 하는 경우는 면적평균 유출계수를 적용한다.
- 단위도법의 유효우량 산정은 SCS법을 이용한다.

라) 설계강우

- 하천정비기본계획의 적용을 원칙으로 하고 필요시 대상지역의 개정 IDF곡선「(한국확률강우량도 작성(2000.6, 건설교통부)」을 이용하거나, 인근 측후소 기상자료를 분석하여 강우강도-지속시간-빈도관계 도표 또는 지속시간별 확률강우량을 산정하여 적용한다.

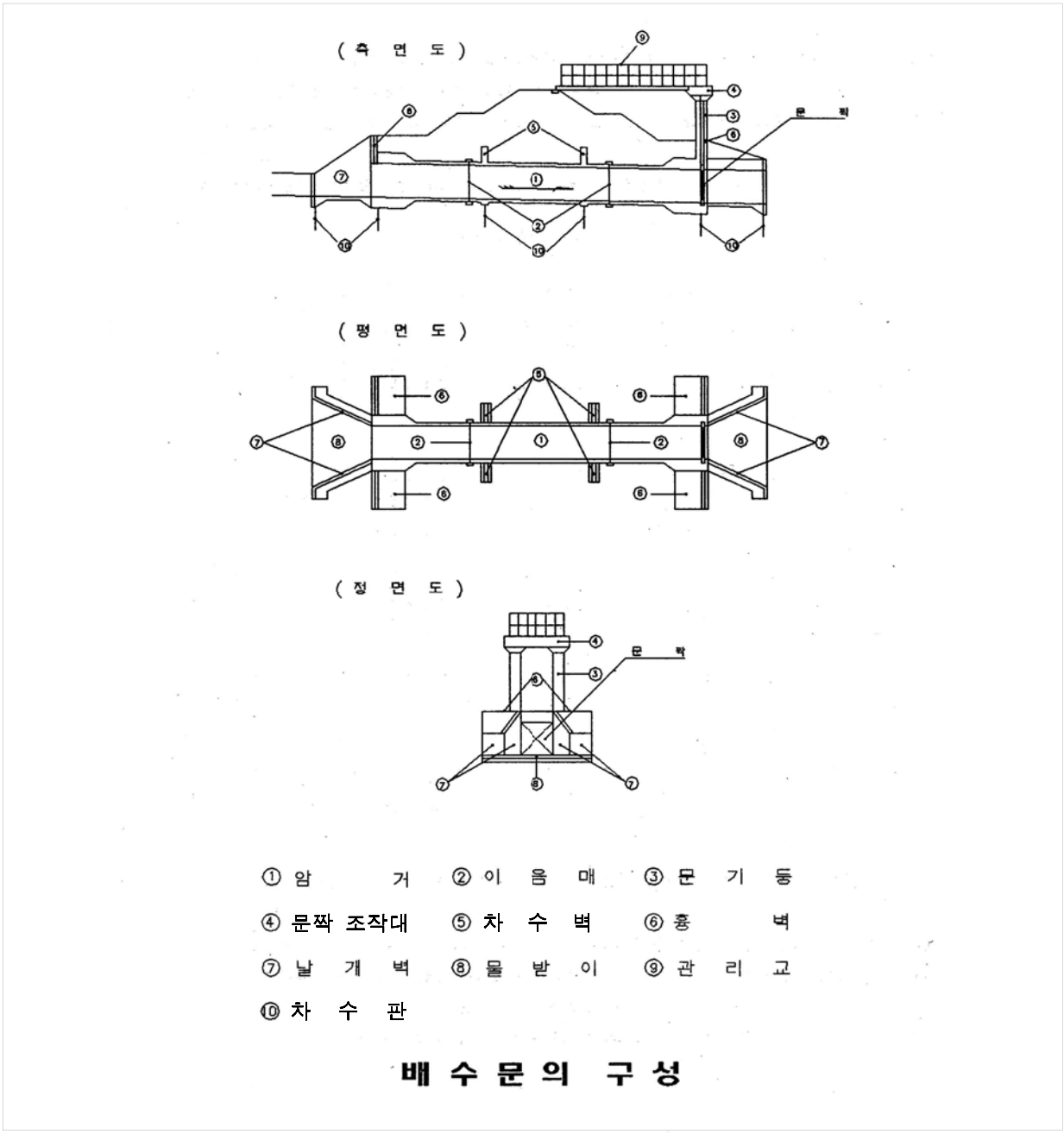
마) 평균유속

- 수로내 평균유속은 흐름특성을 적합하게 반영한다고 인정된 방법을 이용하여 산정한다.
- 배수문 관내 토사침전을 방지하기 위하여 관내유속은 2~3m/s을 표준으로 하고, 최소유속은 1m/s보다 크게 한다.
- 수로내측 마모 및 유출구측 세굴 방지를 위하여 최대평균유속이 3.0m 이내가 되도록 수로경사를 조정하여야 하며, 그 이상의 유속시 세굴방지를 위한 방안을 마련해야 한다.
- 배수단면 결정시 가정유속과 계산유속이 적정오차 범위안에 들수 있게 시산법에 의하여 결정하며 유속이 최대평균유속보다 큰 경우는 수로 경사을 조정하여 재 산정한다.

3) 배수통문

가) 기본 구조

- 배수통문은 암거, 문기둥, 조작대, 문짝, 차수벽, 관리교 등으로 구성되며 문틀 및 관리시설을 제외한 시설은 철근 콘크리트 구조를 원칙으로 한다.
- 연약지반상에 설치되는 경우 자중을 최대한 경량화 할 수 있는 구조로 한다.
- 배수암거는 배수통문의 기준을 준용한다.
- 배수통문의 기본구조는 아래 그림과 같다.

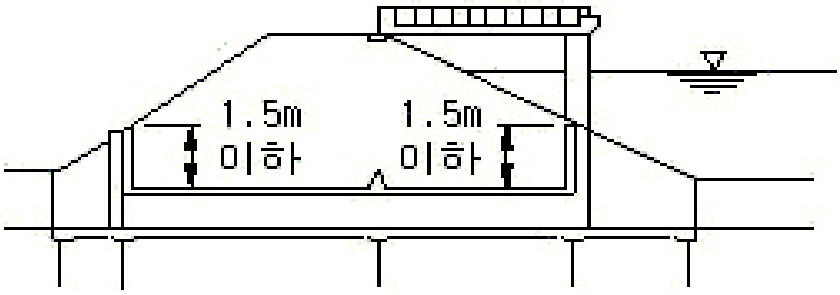


<그림 4.1-3> 배수통문의 기본구조

나) 배수통문

- 배수통문의 설치위치는 일반적으로 배수지역 하류부 제내지의 지반고가 낮은 곳으로 지반이 좋지 않은 경우가 많기 때문에 구조물의 침하 또는 제방의 침하에 의한 균열 발생, 구조물 기초부의 연약지반과 관련된 제반 문제에 대한 대책을 충분히 검토해야 한다.
- 외수의 유입이 우려되는 지역은 발주청과 협의하여 이중수문을 설치 할 수 있으며, 특히 제내지가 대단위 주거지역 등으로 토지이용의 고도화 및 해면과 접하는 지역은 염해방지를 위하여 이중수문을 설치한다.

- 배수통문이 설치되는 제외지측의 수위현황이 중요한 지점인 경우는 목자판을 설치하여 수위를 관측 할 수 있다.
- 배수문은 제외지의 계획 홍수위에 상응하는 유수의 작용에 대하여 안전한 구조로 해야 하며, 유출부와 접속하는 하상 및 고수부지의 세굴방지를 위하여 적절한 대책을 수립한다.
- 본류로 유입되는 지류가 하천법을 적용받는 하천일 경우 경계부의 수문설치는 가급적 지양하고 배수제방 설치를 원칙으로하나 염해 및 배수제방에 의한 과다한 공사비, 편입토지가 발생시에는 수문설치가 필수적인 자기류제방 및 반배수제방 등을 검토 반영할 수 있다.
- 배수통문은 암거내의 퇴적토사 제거에 지장이 없게 신설규격은 1.5×1.5m 이상으로 한다.
- 본체의 길이가 30m 이상이 되는 경우에는 반드시 부등침하에 대한 배수구조물 종방향 구조검토를 시행하여야 한다.
- 이음매를 설치할 필요가 있는 경우에는 종방향 구조계산을 실시하여 설치하도록 하며, 이음매를 암거의 중앙부근에 설치하는 것은 피하여야 한다.
- 설치된 이음매 부위는 띠장을 설치하여 수압증가에 따른 누수를 방지한다
- 암거의 윗부분에서 토류벽 윗부분까지의 높이가 1.50m 이하가 되도록 한다.
- 배수통문 및 배수암거가 설치되는 지점은 설명판을 설치하여 관련제원 확인 및 비상시의 관계자와 긴급연락이 가능하게 한다.(관련도면 참조)
- 기존 배수통문의 재 설치시 기존 구조물은 완전제거를 원칙으로 한다.



<그림 4.1-4> 배수통문 토류벽의 제한기준

- 연약지반상 구조물의 기초지반은 연약지반 처리공법을 적용하며, 말뚝기초 사용을 원칙으로 금지하는 것으로 한다. 이때, 부득이 말뚝기초를 사용하는 경우 반드시 구조물의 부등침하, 공동발생, 파이핑(piping), 히빙(heaving), 측방유동, 부마찰력 등에 대한 안정성을 검토하고 필요시 안전대책을 강구하여야 한다.

■ 배수통문과 같은 배수구조물이 다음과 같이 제체누수에 대해 취약한 경우 적절한 보강 대책을 강구하여야 한다.

- 제체토사와 중량 및 강성등의 차이로 인하여 다짐 밀착이 어려운 경우
- 말뚝기초가 연약지반상에 설치되어 구조물 상단부와 주변부사이의 상대적 침하차로 공동이 발생한 경우

■ 일반적으로 배수통문은 콘크리트로 제작되어 제체 토사와 중량 및 강성 등의 차이로 다짐밀착의 어려움과 연약지반상에 설치될 경우 말뚝기초에 의한 통문 상단부와 주변부 사이의 상대적 침하차 등으로 야기된 공동에 의해 제체누수가 발생된다. 따라서, 배수통문의 유지·보수는 지반의 부등침하, 콘크리트의 노후화 및 균열, 이음새 부분의 변형, 암거 및 날개벽 접속부의 변형 등을 조사하여, 보강이 필요한 장소의 경우 적절한 대책을 강구하여야 한다.

■ 배수펌프장에서 펌프에 의한 진동방지를 위하여 토출관을 강관 대신 암거를 설치하는 경우에는 암거와 연결 되는 수조는 반드시 제체(제내지)밖에 설치하여 수조에 의한 누수, 침식, 파이핑을 방지하여야 한다.

다) 문틀과 문짝

■ 문짝의 구조는 강구조로 하며, 4변 고정 또는 준고정 강판으로 한다.

■ 문짝은 녹 등에 의한 노화를 방지할 수 있는 재질로 선정한다.

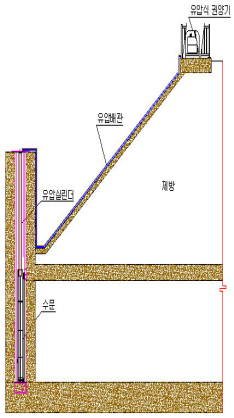
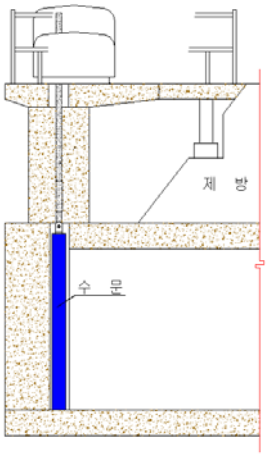
■ 문짝의 개폐장치는 문짝의 개폐를 확실하게 할 수 있는 구조로 한다.

■ 치수상 중요한 하천에서는 조작의 확실성에서 가장 우수한 인양식 문짝을 사용하는 것을 원칙으로 하고, Flap 문짝은 다음의 조건을 만족하는 경우에 사용한다.

- 불완전 개폐를 일으킬 위험이 없다고 인정되는 장소
- 단기간 불완전 개폐가 되어도 치수상 지장이 미소한 장소
- 인양식 문짝으로 할 경우 배출시 개폐조작의 시기를 놓칠 우려가 있고 그 조작과 관리상 매우 곤란하다고 인정되는 장소

■ 문짝의 조작은 전동식 및 수동식 겸용을 원칙으로 한다.

■ 문짝의 개폐장치인 권양기는 유압식, 잭형(핀잭, 파워잭, 하이잭)의 성능을 비교하여 문짝의 개폐를 확실하게 할 수 있는 형식을 선정한다.

유 압 형	잭 형
	
◦전동 및 수동 유압식 권양장치로 부터 동력을 전달받아 유압실린더에 의해 개·폐되는 구조. ◦유압 권양장치를 관리자가 원하는 장소에 설치 가능. ◦권양대 및 도교가 필요 없음.	◦기계(기아)의 힘으로 동력을 전달받아 라크바에 의해 개·폐되는 구조. ◦권양기의 위치가 항상 문비 상단에 고정. ◦권양대와 도교가 필요함

<그림 4.1-5> 배수문 권양기의 형식

라) 문기둥 및 조작대

- 문기둥 및 조작대는 문짝형식에 의하여 결정한다.
- 문기둥은 문짝조작을 위한 문틀공간이 충분히 확보되도록 한다.
- 잭형은 문기둥 상부에 조작대를 설치하며 시공성과 미관을 고려한 형식을 취한다.
- 잭형 조작대는 문기둥과 일체의 구조로 한다.
- 잭형 조작대의 규모는 개폐장치를 설치, 조작하는데 필요한 공간을 고려하여 결정한다.
- 잭형의 조작대는 계획축제고 이상이 되도록 한다.
- 잭형은 문짝의 유지관리를 위하여 문틀상단과 조작대하단 사이의 높이는 문짝의 탈착이 용이하게 50cm이상의 여유를 두어 결정한다.
- 문틀의 높이는 문짝을 완전개방후 문짝이 문틀에 50cm이상 겹치게 한다
- 잭형 조작대가 계획축제고보다 높게 설치될 경우 진입계단 설치계획을 제방 종·횡방향으로 검토하되 진입계단으로 인한 둑마루폭 축소는 없게한다.
- 잭형은 대하천에서 문기둥이 높고 관리교가 다경간으로 계획되어 유지관리 및 수문의 조작에 문제가 될 경우는 수직암거형의 조작대를 검토 반영할 수 있다.

■ 수직암거형의 조작대는 제체내에 설치되어 누수의 원인이 될 수 있으므로 차수시설을 검토 반영한다.

■ 유압식 권양장치는 천단부에 별도의 공간을 마련하되 둑마루폭 감소는 없게 한다

마) 흉벽과 날개벽

■ 흉벽은 수문의 본체와 제방내 토립자의 이동 및 유출을 방지함과 동시에 날개벽의 파손 등에 의한 제방의 붕괴를 방지할 수 있는 구조로 설계하여야 한다.

■ 흉벽은 본체와 일체구조로 유입, 유출구 날개벽에 설치하며, 흉벽 상단은 계획제방단면내로 한다.

■ 날개벽은 본체와 분리된 철근 콘크리트 구조를 원칙으로 하고 표준도 사용시에는 구조계산을 별도로 실시하지 않아도 무방하다.

■ 날개벽 상단부 유입부는 계획제방단면, 유출부는 호안상면 보다 10cm돌출시켜 낙석을 방지하여 날개벽 바닥을 보호한다.

바) 관리교

■ 권양대와 제방을 연결하는 관리교는 시공성을 감안하여 경간수를 최소화 한다.

■ 관리교는 철근콘크리트 구조를 원칙으로 하되 I형빔 등을 이용하여 경간장을 길게하는 구조로 계획할 수 있다.

■ 관리교와 조작대에는 안전사고 방지를 위한 높이 1.1m이상의 난간 또는 휀스를 설치하여야 하며, 관리교 진입부에 출입문을 설치하여 일반인의 출입을 통제할수있게 한다.

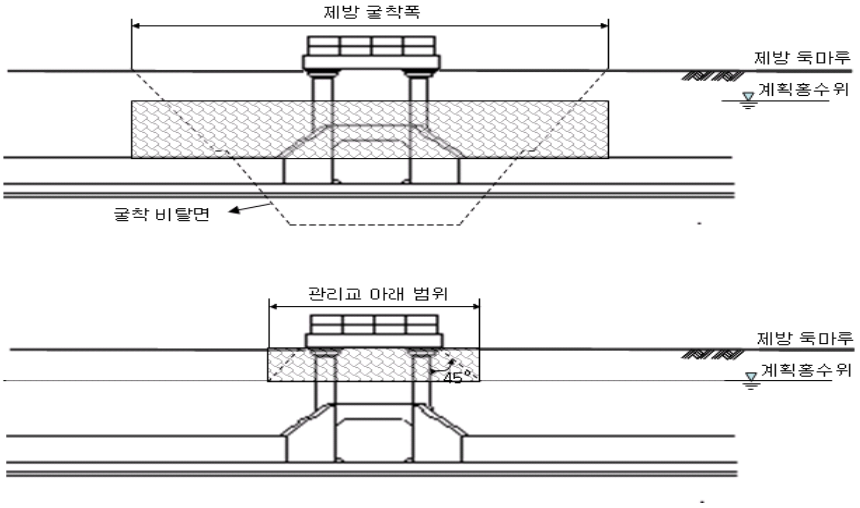
■ 관리교의 교각은 암거상단에 직접기초로 설계한다.

■ 관리교와 조작대의 연결부는 가동단으로 연결한다.

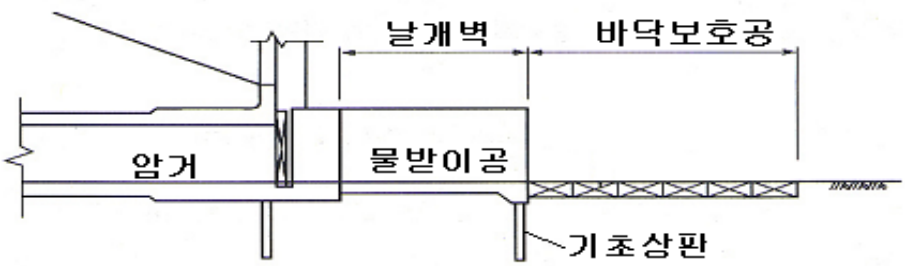
사)연결호안 및 바닥보호공

■ 수문연결호안의 설치폭은 구조물 양끝을 기준으로 20m이상 혹은 굴착폭중 큰 범위 이상으로하며, 관리교 아랫부분의 경우에는 관리교 끝단에서 45° 이상으로 설치한다(<그림 4.1-6>수문연결호안 설치사례 참조).

■ 바닥보호공은 4.1.7 하상유지시설 설계의 라)바닥보호공 규정을 참조하여 수문 수로와 본천 접합부에서 침식이 발생될 우려가 있는 경우 설치한다(<그림4.1-7> 수문수로의 바닥보호공 설치사례 참조).



<그림4.1-6> 수문연결호안 설치 사례



<그림4.1-7> 수문·수로의 바닥보호공 설치 사례

아) 차수벽

- 배수통문 주변의 파이핑 방지를 위하여 배수통문과 일체되는 콘크리트벽 벽체를 상부폭은 1.0m 이상, 하부폭은 2.0m 이상, 두께는 35㎝ 이상의 차수벽을 설치하여야 한다..
- 하부는 sheet pile 적용도 가능하나, 굴입하도 구간에는 하부에 설치하는 sheet pile은 설치하지 않아도 좋다.
- 제방단면이 크고 암거의 길이가 30m이상인 경우에는 차수벽을 2개 이상 설치하여야 한다.
- 구조물 주변 누수방지를 위하여 필요한 경우 연직차수벽을 설치하는 방안을 검토하여야 한다.
- 제체 및 기초지반을 통한 누수방지를 위한 차수벽 설계시 배수통문 주변에서 누수가 발생하지 않도록 계획하여야 한다.
- 배수통문 및 배수암거 기초를 말뚝기초로 할 경우 장기침하에 의하여 구조물 기초부에 공동현상이 예상될 경우에는 구조물 설치시 공동을 채울수 있도록 기초 슬라브에 ϕ 100mm의 주입구를 설치하고 주입구 간격은 4㎡당 1개소로 설계한다.

■ 배수통문 및 배수암거가 조기 시공된 경우는 준공전에 공동이 발생될 수 있으므로 충진을 위한 사업비를 포함하여 설계를 완료한다.

■ 주입구는 외수위 상승시 누수가 발생되지 않도록 함과 동시에 공동 채움시 주입구의 개폐가 용이한 방법으로 설계한다

■ 기타 자세한 사항은 「제5장 차수공」을 참조한다.

자) 신축이음 및 시공이음

① 일반사항

■ 배수구조물의 신축이음지점은 외수위 상승에 따른 큰 수압과 기초지반의 부등침하에 취약하여 누수로 인한 대규모 피해의 원인이 될 수 있으므로 연약지반의 배수구조물 신축이음은 미설치를 원칙으로 하되 신축이음 미설치로 인해 발생되는 균열의 방지를 위한 철근 보강방안 또는 수축줄눈 등은 검토하여야 한다.

■ 콘크리트의 건조수축에 의한 균열을 줄이기 위한 신축이음 설치가 부득이 할 경우 신축이음은 50m이상 간격으로 측벽에 직각으로 설치하고 신축이음부는 구조물 일반도에 위치를 표기하고 보강방법은 Surround를 원칙으로 한다.

② 신축이음 및 시공이음의 형식 및 적용

■ 신축이음은 접하는 양쪽 부분을 절연하고 구조적으로 안전해야 하며, 신축 및 방수가 원활하도록 필요에 따라 이음재, 지수판 등을 배치한다.

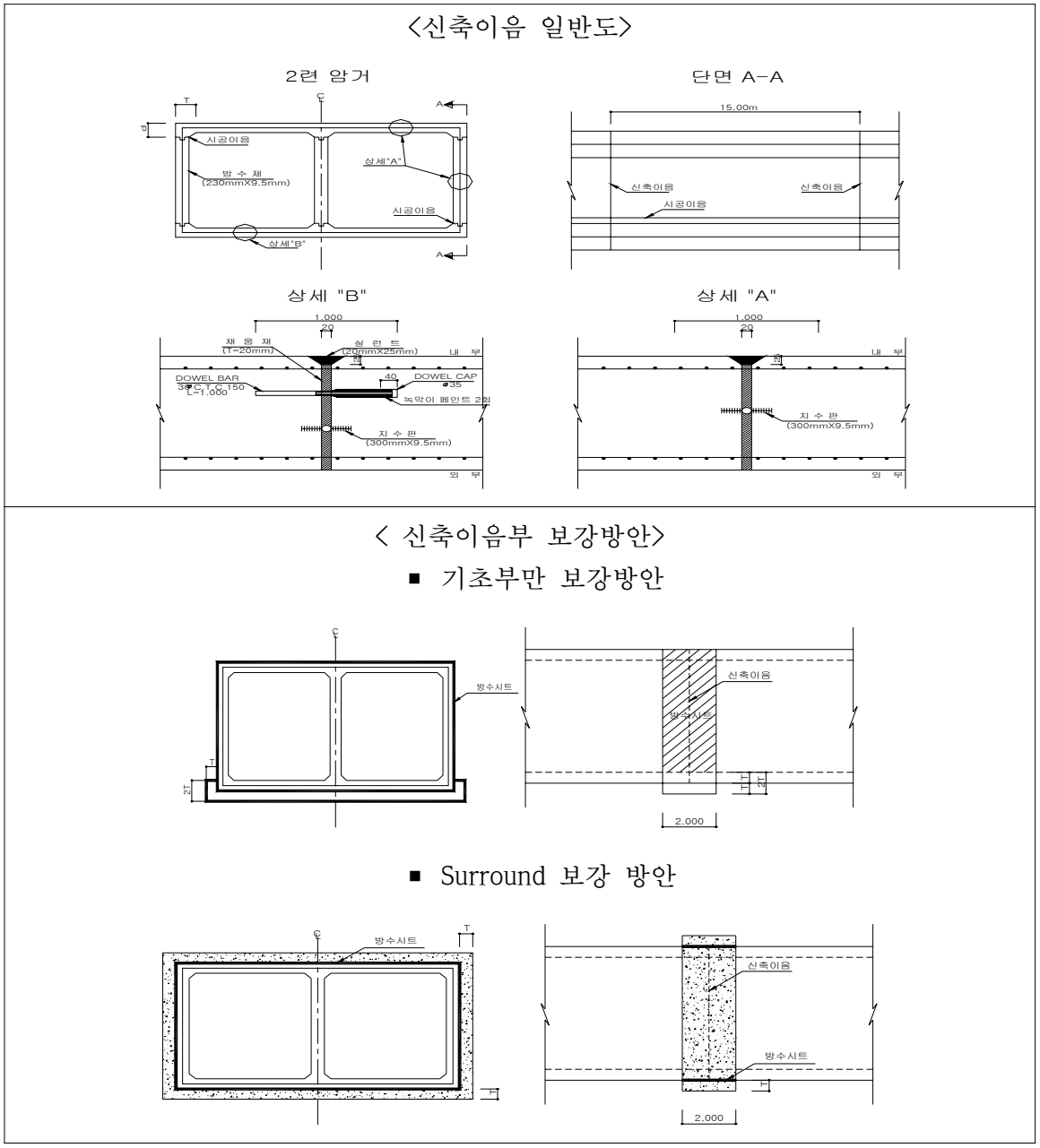
■ 완전히 절연시킨 신축이음의 바닥슬래브는 지반침하에 의해 신축이음에 턱이 생길 위험이 있으므로 장부 또는 홈을 만들거나 조인트바(Joint bar)를 사용하는 것이좋다.

■ 신축이음의 설치는 암거상단의 토피두께, 차륜하중의 재하형태, 부등침하의 가능성 등을 충분히 고려하여 결정해야 한다.

■ 시공이음은 시공의 편의 및 콘크리트 타설능력 등을 고려하여 결정하며 이음부가 방수 취약부가 되지 않도록 유의한다.

■ 암거길이가 30m이상인 경우는 반드시 부등침하에 대한 구조검토를 실시하고 신축이음을 설치하는 경우에는 종방향 구조계산을 실시하고 신축이음 위치는 암거 중앙부근의 설치는 피하도록 한다.

■ 신축이음 및 시공이음은 구조적으로 안전하고 기능을 만족하는 어떤 형태도 가능하다.



<그림 4.1-8> 신축이음 및 보강 상세도

차) 내진설계

- 수문의 내진등급은 위험계수에 의하여 분류한다.
- 내진 1등급은 총 위험계수가 10보다 큰 하천횡단 수문
- 내진 2등급은 총 위험계수가 10이하인 하천횡단 수문
- 총 위험계수가 4이하인 하천횡단 수문에 대하여는 발주기관과 협의하여 내진설계를 하지 않을 수 있다.
- 장래 발생할 수 있는 지진으로부터 관련시설을 보호하기 위하여 내진설계를 검토하여야 한다.

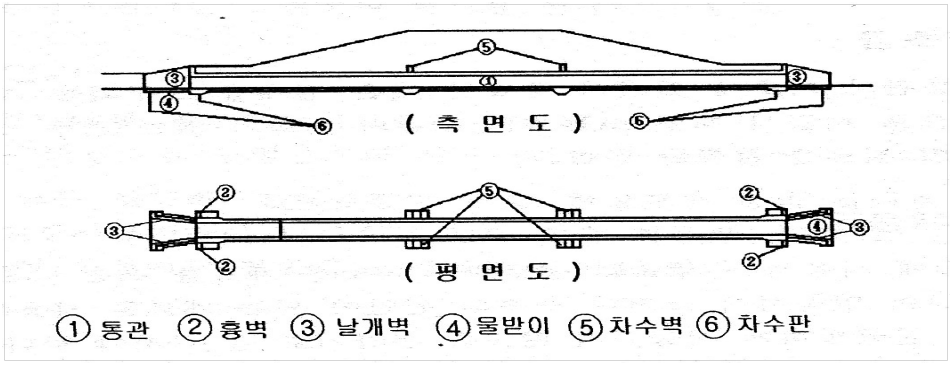
<표 4.1-15> 위험인자와 위험계수

위험인자	높음	중간	낮음
계획홍수량(㎥/s) (위험계수)	20,000 이상 (4)	20,000~10,000 (2)	10,000 이하 (0)
수문높이(m) (위험계수)	30 이상 (4)	30~10 (2)	10 이하 (0)
대피 인원 (인) (위험계수)	5,000 이상 (8)	5,000~500 (4)	500 이하 (0)
하류피해 (위험계수)	높음 (8)	중간 (4)	낮음 (0)

4) 배수통관

가) 기본구조

- 일반적으로 배수통관의 관은 흄관 사용을 원칙으로 한다.
- 배수관은 배수통관의 내용을 준용한다.
- 흄관의 접합은 소켓식을 사용하는 것을 원칙으로 하고 성토 등에 의한 배수관의 균열 및 파괴를 대비하여 배수관 보호시설(Surround)을 두도록 하며 토압, 부등침하를 고려하여 철근배근을 반영할 수 있다.
- 배수통관은 본 단위의 설계를 원칙으로 하되 날개벽의 토류벽이 1.5m이상이거나 0.3m이하인 경우는 m단위로 연장을 조절할수 있다.
- 연결부분의 경우 소켓접합으로 인한 피복두께의 부족여부를 검토하여 충분한 피복을 확보하여야 하며, 피복이 부족할 경우 접합부 안전의 확보를 위해 적절히 보강하여야 한다.
- 배수통관과 같은 배수구조물이 제체토사와 중량 및 강성 등의 차이로 인하여 다짐밀착이 어려운 경우 제체누수에 대해 취약할 수 있으므로 적절한 보강대책을 강구하여야 한다
- 배수통관의 기본구조는 아래 <그림 4.1-9>와 같다



<그림 4.1-9> 배수통관의 기본구조

나) 구조상세 설계

- 배수수역의 계획하상고 및 저수위를 검토하여 배수기능이 유지될 수 있도록 유출구 바닥고를 결정한다.
- 배수통관은 직접기초를 원칙으로 한다.
- 배수통관의 흄관 직경은 유지관리를 고려하여 φ800mm이상을 원칙으로 하고 평균최대 유속이 3.0m/sec이하가 되도록 수로경사를 조절한다.
- 자동문비는 특별한 사유가 없는 한 배수통관에만 설치하며, 다음의 조건을 만족하여야 한다.
  - 불완전 개폐를 일으킬 위험이 없다고 인정되는 장소
  - 단기간 불완전 개폐가 되어도 치수상 지장이 미소하다고 인정되는 장소
  - 인양식 문짝으로 할 경우 배출시 개폐조작의 시기를 놓칠 우려가 있고 그 조작과 관리상 매우 곤란하다고 인정되는 장소
- 외수의 유입이 우려되는 지역은 발주청과 협의하여 이중수문을 설치 할 수 있으며, 특히 제내지가 대단위 주거지역 등으로 토지이용의 고도화 및 해면과 접하는 지역은 염해방지를 위하여 이중수문을 설치한다.
- 날개벽은 제방내 토립자의 이동 및 유출을 방지함과 동시에 제방의 붕괴를 방지할 수 있는 구조로 설계하여야 한다.
- 날개벽과 배수통관 기초 및 보호공은 철근배근을 원칙으로 하고 날개벽은 본체와 분리된 구조체로 설계한다.
- 배수통관 주변의 파이핑 발생방지를 위하여 상부, 측부는 1.0m, 하부는 2.0m, 두께는 35cm의 차수벽을 설치할 수 있으며 차수벽 관련 기타사항은 「제5장 차수공」을 참조한다.
- 배수통관의 연장이 30m이상이면 2개소이상의 차수벽을 설치한다
- 기존 배수통관의 재 설치시 기존 구조물은 완전제거를 원칙으로 한다.

4.1.6 보 설계

1) 개요

보는 하천수를 각종 용수로 이용하기 위한 취수시설물로 하천수량, 취수량, 설치위치, 취수형식 등을 고려하여 치수적으로 문제가 없는 최적의 구조물 설계를 수행한다.

가) 보의 정의

- 보는 각종 용수의 취수, 주운 등을 위하여 수위를 높이고 조수의 역류를 방지하기 위하여 하천의 횡단방향으로 설치하여 제방의 기능을 갖지 않는 시설로 아래의 조건을 만족하는 경우를 의미한다.

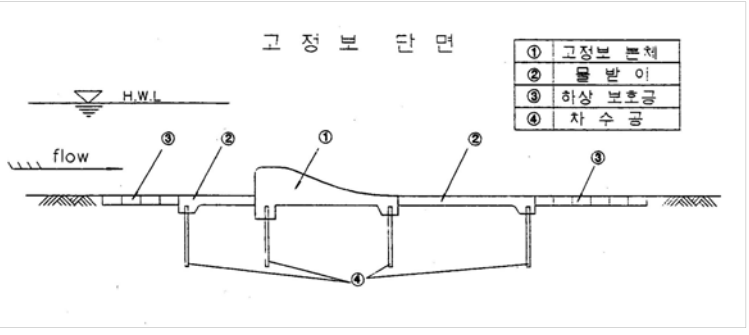
- 기초지반에서 고정보 마루까지의 높이가 15m 이하인 경우
- 유수저류에 의한 유량조절을 목적으로 하지 않은 경우
- 양끝부분을 제방이나 하안에 고정시키는 경우

나) 보의 종류 및 형식 선정

- 구조와 기능에 따라 가동보와 고정보로 분류하고 설치목적, 평면형상에 따른 분류는 「하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)」에 의한다.

- 가동보 : 수문에 의해서 수위조절이 가능한 보로 크게 배사구와 배수구로 이루어 진다.
- 고정보 : 수문이 설치되지 않고 보 본체와 부대시설로 이루어지는 보로 소하천에 많이 설치된다.

- 소하천에서는 자연친화적인 재료로 완경사 저수위 낙차보, 경사낙차공 등을 우선하여 계획한다.
- 중규모 이상의 하천에서는 원칙적으로 가동보 및 복합형보로 설치한다.
- 기존 보의 재 설치시 기존 구조물은 완전제거를 원칙으로 한다.
- 복합형보란 일부구간은 고정보, 나머지 구간은 가동보로 하는 형식이다.



<그림 4.1-10> 고정보의 기본구조

2) 설치위치의 선정

보의 위치는 설치목적, 경제성, 시공성, 유지관리 등을 고려하여 가장 유리한 지점을 선정한다.

가) 용수공급지에 도수하는데 필요한 취수위가 확보되고, 유수의 주된 흐름이 취수구에 가까워야 하며 하안이 안정되어 있고, 하천수로가 직선상태로 유속의 변화가 적어 유수에 의한 하상변화가 작은 지점

나) 상하류의 영향이 작은 지점

다) 기초지반이 양호한 지점

라) 구조상 안정하고 공사비가 적은 지점

마) 계획홍수량을 유하시키는데 필요한 하폭을 가진 지점

바) 유지관리가 용이한 지점

만곡부에는 보를 설치하지 않아야 하며, 부득이 설치할 경우에는 만곡부 하류에 보를 설치하는 것이 유리하다.

3) 보마루 표고결정

- 보마루 표고는 하천의 계획단면적을 충분히 확보하고 각종 소요 용수량을 지장없이 취수할 수 있도록 취수구 수위 또는 보의 목적에 따른 수위를 근거로 하되, 다음 식에 의하여 결정한다.

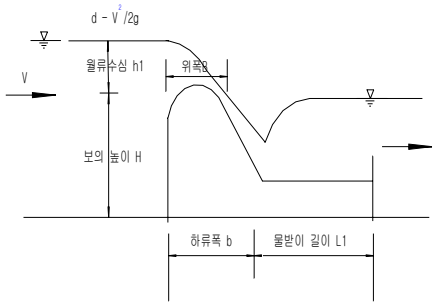
보마루 표고 = 계획 취수위 - ((갈수량 - 취수량)의 월류심) + 여유고

- 가동보의 바닥표고는 원칙적으로 계획하상고와 일치시킨다.
- 하천유량이 적은 경우에는 월류수심은 무시하고 여유고는 0.1 ~ 0.15m 정도 있게 보마루 표고를 결정한다.
- 배사구는 토사를 배제하고 취수를 용이하게 하기 위하여 배수구보다 일반적으로 0.5~1.0m 낮게 하는 것이 바람직하고, 배사구 수로가 긴 경우는 경사를 두어 원활한 유사배재가 될 수 있도록 한다
- 배사구는 취수시 유수를 저류할 수 있는 시설을 설치하되 유량의 규모를 고려하여 수문, STOP LOG 등을 적용한다.
- 배사구 수문의 관리교는 홍수에 견딜 수 있게 면밀히 검토하고 관리교로 인한 홍수소통의 지장이 없게 유수와 평행한 단경간구조로 설계한다.

4) 고정보의 설계

가) 단면결정

- 고정보의 본체는 콘크리트 구조를 원칙으로 하되 자연재료를 활용한 다양한 구조를 채택할 수 있다.
- 고정보의 안전을 검토하기 위해서 보의 상하류 수위차에 의한 침투수의 침투길이, 외력에 의한 본체의 전도, 활동, 침하 등을 검토하여 기준 안전율이 확보되도록 설계한다.
- 고정보의 월류부는 돌기를 설치하여 폭기를 유도한다.
- 고정보 본체 상류부 콘크리트 key는 계획하상고 밑으로 1.5m이상두어 세굴로부터 본체를 보호한다.
- 본체는 제형단면을 원칙으로 하나 완경사의 본체를 계획하여 유수의 수면형을 완화시킬 수 있다.
- 고정보의 위폭과 아래폭은 Bligh공식을 이용하여 결정할 수 있다.

고정보의 단면결정공식	고정보의 단면
$B = \frac{h_1}{\sqrt{\gamma}}$ $b = \frac{(H+h_1+d)}{\sqrt{\gamma}}$ 여기서 γ : 콘크리트의 비중 (보통2.30) h_1 : 보 정상의 최대 월류수심 (m) d : 접근유속 수두 (m) H : 보의 높이 (m)	

<그림 4.1-11> 고정보의 단면 기준

나) 물받이

- 물받이는 월류에 의한 보 상·하류의 세굴을 방지하기 위하여 설치하며 철근콘크리트 구조로 하는 것을 원칙으로 하되 사석을 활용한 여울형상, 돌붙임 형상을 고려할 수 있다.
- 보의 높이가 2~3m 정도이고 상류측에 퇴사가 예상되는 곳은 상류측 물받이를 설치하지 않아도 좋다. 일반적으로 상류측 물받이의 길이는 3~5m 정도이며 두께는 하류측 물받이의 1/2~1/3정도로 한다.
- 하류측 물받이의 상판에는 돌기를 설치하여 폭기를 유도한다.

- 하류측 물받이는 배수구(weep hole) 등의 양압력 감세시설을 계획한다.
- 물받이 하단부 콘크리트 key는 계획하상 밑으로 1.5m이상을 두어 세굴로부터 본체를 보호한다
- 물받이와 하상보호공 경계부의 세굴방지를 위하여 물받이 하류 단부에는 턱(sill)을 설치한다.
- 하류측 물받이 길이는 블라이(Bligh)공식 또는 국립건설시험소에서 제안한 다음 식을 이용하여 산정하며 산정방법의 결정은 지역여건을 고려하여 설계자가 판단한다.

<표 4.1-16> 고정보의 물받이 산정기준

하류측 물받이 길이	
블라이(Bligh)공식	국립건설시험소 공식
$L_1 = 0.6 \cdot C \cdot \sqrt{H_a}$ L_1 : 하류측 물받이 길이 (m) H_a : 하류측 물받이 상단에서 보마루까지의높이 (m) C : 블라이계수	$L_1 = 4.05 H^{0.316} q^{0.514} D^{-0.325}$ L_1 : 물받이 길이(m) H : 보마루부터 상단표고까지 높이(m) q : 단위폭당 유량$(m^3/s/m)$ D : 하상토사의 중앙입경 (D_{50}은 50%통과입경)
하류측 물받이 두께	
$T = \frac{4 \cdot (\Delta h - h_L)}{3 \cdot (\gamma - 1)}$ 여기서 T : 물받이 두께(m) γ : 물받이 재료의 비중 Δh : 상하류의 수위차 (m) h_L : 손실수두 (m)	

하상토의 상태	블라이계수
극미립사 또는 이토 (0.1~0.005 mm)	18
가는 모래 (0.25~0.1 mm)	15
굵은 모래 (1.00~0.5 mm)	12
자갈과 모래의 혼합	9
호박돌 자갈	4~6

다) 바닥보호공

- 바닥보호공은 유속을 약화시켜 하상의 세굴을 방지하고 보의 본체 및 물받이를 보호하기 위해 설치한다.
- 일반적으로 콘크리트 블록, 사석, 돌망태 등을 이용하며, 가능하면 조도가 다른 2종류 이상의 재료를 사용하여 유속을 서서히 감소시켜 흐름을 원활하게 하는 것이 바람직하다.
- 바닥다보호공 밑단은 매트를 설치하여 지반세굴을 방지할수 있게 한다
- 돌망태계열로 설치시 망태의 거동(말림현상)을 억제하기 위해 별도의 가로·세로보강을

할 수 있다.

<table>
<tr><th>바닥보호공 길이결정</th><th>바닥보호공</th></tr>
<tr><td>

□블라이(Bligh) 공식 :

$L_2 = 0.66C \cdot f \cdot (H_a \cdot q)^{\frac{1}{2}} - L_1$

L_2 : 바닥보호공길이(m)

f : 안전율(가동보:1.5, 고정보:1.0)

□ 국립건설시험소

$L_2 = \alpha\, q^a H^b D_{50}^c$, H≤2m

L_2:바닥 보호공 길이(m)

q:단위폭당 유량(m3/sec/m)

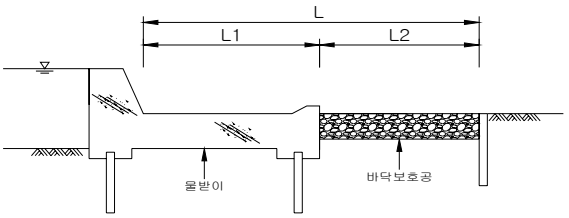
H:하상유지공 높이(m)

D_{50}:하상토사의 중앙입경(mm)

α, a, b, c는 계수

<table>
<tr><th>구분</th><th>α</th><th>a</th><th>b</th><th>c</th></tr>
<tr><td>상류측</td><td>2.9055</td><td>0.7099</td><td>0.4237</td><td>(-)0.2207</td></tr>
<tr><td>하류측</td><td>4.1506</td><td>0.6075</td><td>0.3797</td><td>(-)0.1678</td></tr>
</table>

</td><td>



</td></tr>
</table>

<그림 4.1-12> 고정보의 바닥보호공 설치기준

라) 취수구

- 취수구는 계획용수량을 안정적으로 취수할 수 있고 취수량의 조절이 가능하며 토사나 부유물이 유입되지 않고 쉽게 제거할 수 있는 점 등을 고려하여 유지관리가 유리한 모양으로 설계한다.
- 하천수위보다 위에 있지 않게 취수구 높이를 결정한다
- 원칙적으로 양안 취수는 피한다.
- 취수유속은 0.6~1.0m/sec 정도를 표준으로 한다.
- 지형이 허용될 경우는 취수정을 설치하여 취수한다.
- 취수구의 턱높이는 유사유입을 최소화 할 수 있도록 기왕최대 갈수위에서 0.4H(H : 수심)되는 지점에 취수구 턱으로 설치한다.
- 취수구 폭(b)는 다음식으로 구한다

  b = Q / (H·V)

  여기서 Q는 계획최대 취수량(㎥/sec), H는 취수수심(m), V는 취수유속(m/sec)
- 취수구는 취수량을 제어하는 수문을 설치하고 수문은 조작이 편리한 구조로 선정한다.

■ 취수구 수문조작대는 홍수시 영향을 고려하여 유수와 평행(제방과 평행)하게 설치한다

5) 가동보의 설계

가) 경간길이 및 가동부

① 가동보의 경간길이는 보기둥의 중심선간의 거리이며, 아래표의 값 이상을 표준으로 한다.

㉮ 보의 가동부 전체길이가 30m 미만인 보에서 계획홍수량이 500㎥/s 미만일 경우에는 가동부의 경간길이를 12.5m 이상으로 할 수 있다.

㉯ 높이가 2m 이하이고 가동보가 전도식인 경우에는 ㉮에 해당하는 경우를 제외하고 문짝의 종길이와 횡길이의 비를 1/10이상 (15m 미만일 경우는 15m)으로 할 수 있다.

㉰ 배사구의 기능을 가진 가동부에 있어서 계획홍수량이 2,000㎥/s 이상인 경우는 다음의 표에서 제시한 값의 1/2이상 (15m 미만일 경우는 15m)으로 할 수 있다. 그리고 계획홍수량이 2,000 ㎥/s 이하인 경우는 경간길이를 12.5m까지 할 수 있다. 단, 보의 전체길이를 평균한 경간길이는 다음의 표의 값보다 작아서는 안된다

㉱ 경간길이가 40m 이상일 경우는 유심부 이외의 경간길이를 30m이상으로 할 수 있다. 단, 보의 전체길이는 평균한 경간길이가 표의 값보다 작아서는 안된다.

<표 4.1-17> 계획홍수량과 경간길이

계획홍수량(㎥/sec)	경 간 길 이 (m)
500미만	15
500이상 ~ 2,000 미만	20
2,000이상 ~ 4,000미만	30
4,000 이상	40

나) 물받이 및 바닥보호공

■ 가동보의 물받이와 바닥보호공은 고정보와 같은 방법으로 설계한다.

■ 가동보의 물받이와 상판과의 연결부는 수밀성이 있고 부등침하에 대응 가능한 구조로 설계한다.

다) 상 판

■ 상판은 상부하중을 지지하고 문짝의 수밀성을 확보할수 있어야 하며, 보기둥 사이에서 물받이의 역할을 할수 있는 구조로 설계한다.

■ 상판의 길이는 계획홍수위 수심의 2배이상이 되도록하는 것이 좋다.

■ 상판 두께는 하류측 물받이의 1/2 ~ 1/3정도로 한다.

■ 상판을 계획하상에 1.5m이상 근입시켜 세굴로부터 상판을 보호한다

라) 보기둥

■ 보기둥은 상부하중과 홍수시 유수의 수압을 안전하게 상판에 전달하는 구조로 설계하여야 한다.

■ 보기둥의 높이는 수문조작에 충분한 높이로 하여야 하다.

- 인양식 : 계획홍수위+수문높이+여유고1+여유고2+교량보 높이

· 여유고1 : 홍수시여유 (대(2.0m이상), 중(1.5m이상), 소(0.6～1.0m)하천으로 분리)

· 여유고2 : 수문의 조작 및 설치시 여유 (0.5～1.0m)

- 전도식 : 수문마루표고+여유고(0.5～1.0m)

■ 보기둥의 두께는 관리교량의 폭, 수문의 치수, 권양기의 치수 및 역학적 안정 등을 고려해서 결정해야 하는데, 일반적으로 1.5～3.0m 정도로 한다.

■ 관리교의 교각을 포함한 보기둥의 폭은 하천폭의 10%를 초과하지 않도록 한다. 이것을 초과하는 경우 상류측 수위를 분석하여 필요시 하천폭을 확장할 필요가 있다.

마) 문짝

■ 중요하천에서는 인양식을 원칙적으로 한다.

■ 연중 운영을 필요로 하는 가동보에는 주요 수문의 보수점검을 하기 위한 예비수문을 1개이상 설치할 필요가 있다.

■ 개량식보는 하상여건에 따라 설치할 수 있으며 강제 전도식보, 자동수문식보 및 고무보로 구분할 수 있는데 일정한 수위 이상이 되면 문짝이 자동적으로 넘어지거나 열려 홍수 소통단면을 확보하는 구조로 설계되어야 한다.

6) 차수벽

■ 보를 투수성 지반에 설치할때는 파이핑(piping) 현상이 일어나지 않도록 충분한 투수로 길이를 확보해야 하고 투수량이 많을 때는 이를 방지할 수 있도록 차수벽을 설치하여야 한다.

■ 투수로의 길이는 일반적으로 다음의 블라이공식을 사용하여 결정한다.

$$\ell \geq C \cdot \Delta H$$

여기서, ℓ은 투수로의 길이(m), C는 Bligh 계수, ΔH는 상하류의 수위차(m)

■ 차수벽은 원칙적으로 콘크리트, 강철 널말뚝, 케이슨 등을 사용하여 설치하고 상하류의 수위차에 의해 생기는 침투수의 동수경사를 감소시켜 토사의 유동과 흡출을 방지하는 구조로 설계해야 한다.

■ 차수벽은 상판, 물받이 하부, 제방에 보가 연결되는 부분 및 상하류 접속옹벽의 저판

하부에 설치한다.

7) 연결호안

- 보에 연결하는 호안은 유수의 작용에 의해 제방 또는 하안이 세굴되는 것을 방지하는 구조로 설치해야 한다.
- 보에 연결되는 하안 또는 제방에는 이를 보호하는 옹벽이 설치되는 경우 옹벽은 일반적으로 물받이구간까지 점확대, 점축소 단면이 되도록 배치한다.

8) 자연형 보

- 자연형보는 보의 본체 및 물받이를 나무, 돌 등과 같은 자연재료를 사용하여 수중생물 등과 같은 하천생태계의 보전을 위한 서식처 및 이동통로를 조성하고 하천수변식생과 하천경관의 보전 및 향상을 도모하여야 한다.
- 계획취수량을 충분히 취수할 수 있는 구조의 설계를 수행한다.
- 자연형 보는 완만한 경사로 설계하며 어도의 기능을 고려하여야 하며, 완만한 경사의 자연형 보에서도 수량이 부족하면 수심이 낮게 되어 어도기능을 할 수 없으므로 이 경우에는 수심을 확보 할 수 있도록 수로를 계획하여야 한다.
- 자연형보는 홍수소통의 지장이 없는 형식으로 설치한다.
- 자연형보 설치시 배사구는 고정보 및 가동보형식을 검토하여 복합형식으로 보를 설치할 수 있다.
- 자연형재료의 규격이 다양하게 사용되는 경우는 홍수시 유실되지 않게 한계소류력 이상의 재료를 표면부에 설치되도록 한다.
- 부분 경사낙차보는 별도의 어도계획이 필요없게 램프부를 자연형 어도형식으로 완만하게 설치한다.
- 완만한 하상경사 지역의 자연형보는 여울과 소의 형식으로 설계하여 폭기에 의한 수환경개선과 수생태계의 공간을 제공 할 수 있다.
- 급한 하상경사 지역의 자연형보는 홍수시 큰돌의 하상소류시 충격으로부터 안전한 견고한 재료를 선정한다.
- 자연형보는 유지관리가 용이하고 경제적인 공법을 선정하여 설계한다.

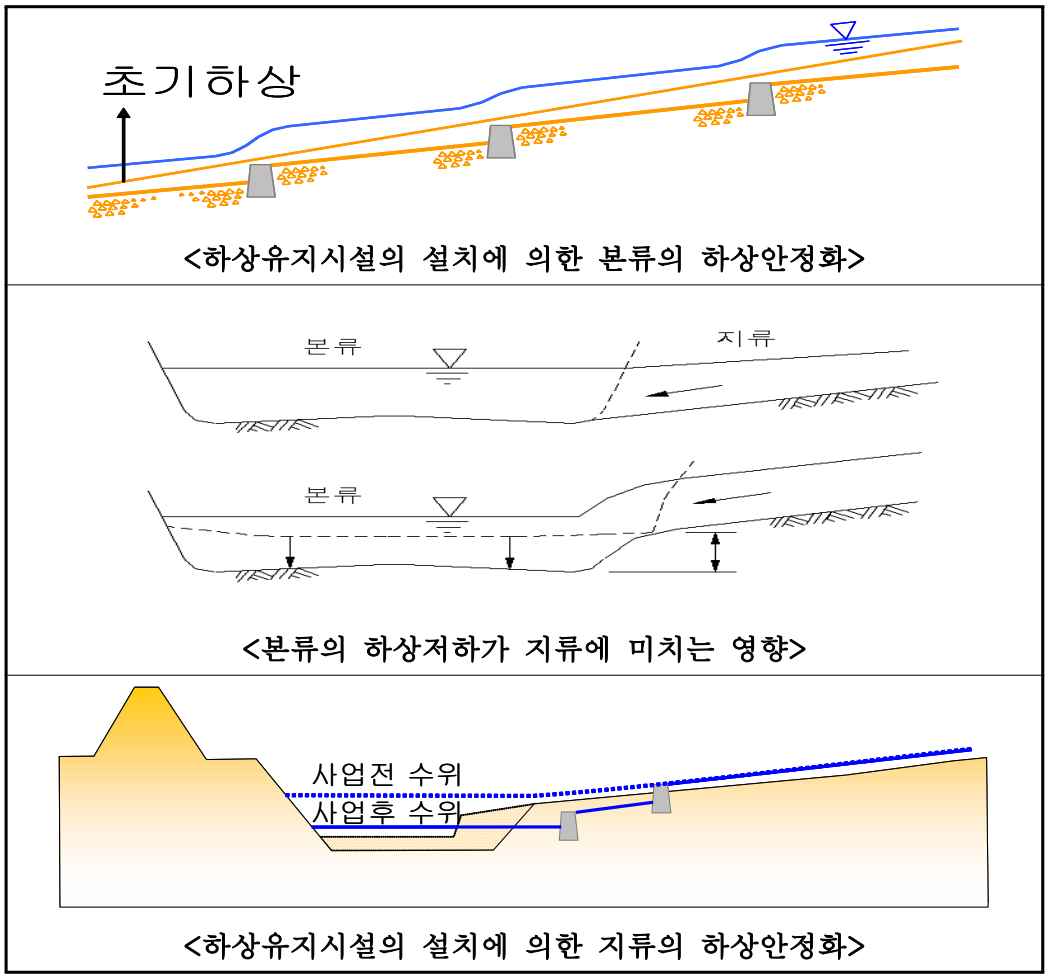
9) 부대시설

- 보를 설치할 때는 필요에 따라 취수구, 배사구, 침사지, 어도, 갑문, 관리교, 수문조작 및 유지관리 시설등을 설치한다.
- 가동보는 필요에 따라 관리교등 적당한 관리시설을 설치한다.
- 가동보 및 배사구가 있는 고정보에서 수문조작에 의한 하류측 수위변동이 뚜렷한 구간에서는 경보시설을 설치할 필요가 있다.
- 보설치시 가물막이는 하천 유로부의 1/2씩 설치하고 가물막이는 「7.1.2 가물막이공」을 기준한다.
- 터파기시 유입수의 처리는 「7.1.3 물푸기공」을 기준한다.

4.1.7 하상유지시설 설계

1) 개요

- 하상유지시설은 하상경사를 완화시켜 하상세굴, 하상저하, 국부세굴방지 및 하천 공작물 보호를 위하여 설치하는 구조물로 낙차공(단차 50cm이상), 대공(단차 50cm미만), 경사낙차공 등으로 구분된다.
- 본류의 하상준설로 인한 상하류에 급경사가 발생하여 낙차가 상류로 이동되는 것을 방지할 수 있도록 하상유지시설을 설치한다.
- 지류합류부에 하상준설로 발생한, 본류와 지류간의 낙차에 따른 지류의 하상세굴을 방지할 수 있도록 하상유지시설을 설치한다.

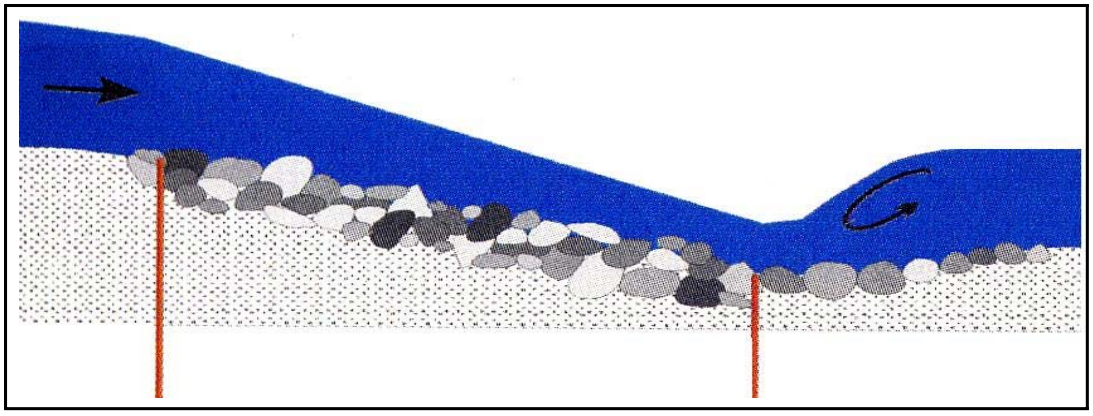


<그림 4.1-13> 하상유지시설의 역할

2) 구조

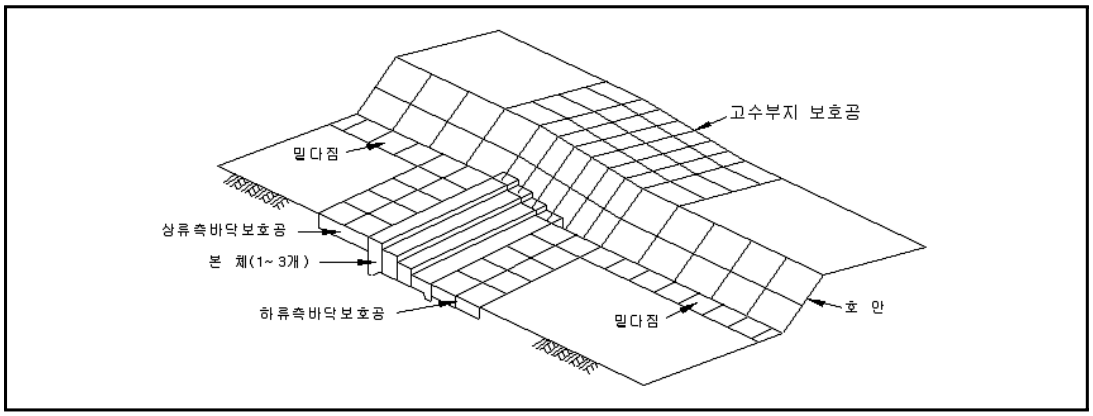
가) 일반

■ 낙차공은 50㎝ 이상의 낙차에 적용하며, 이중에 경사형 낙차공은 지류의 하상경사 (1:10~1:30)를 완만하게 하여 유수가 점진적으로 변화하도록 유도한다.



<그림 4.1-14> 경사형 낙차공의 예

■ 대공은 50㎝ 이하의 낙차에 적용하며, 하상변동에 쉽게 대응할 수 있도록 콘크리트 블록 등 굴요성 구조로 설치한다.



<그림 4.1-15> 대공의 예

■ 낙차공의 설치위치는 하천이 직선이고 평상시와 홍수시의 흐름방향이 일치하는 위치에 설치한다. 부득이한 경우에도 만곡부는 피해야 한다.

■ 낙차공은 일반적으로 본체, 물받이, 바닥보호공 등으로 구성되며 이때 물받이와 바닥보호공은 현재의 하상에 설치하지 말고 계획하상고에 설치해야 한다.

■ 본체와 물받이는 하나의 구조로 이루어지지만 기능상 본체와 물받이로 구분한다.

■ 기존 하상유지공의 재 설치시 기존 구조물은 완전제거를 원칙으로 한다.

나) 본체

■ 낙차공 본체는 상류 하도의 하상고를 유지하기 위해서 설치한다.

■ 본체는 일반적으로 콘크리트 구조로 하고, 전도, 활동, 침하에 안정하도록 설계한다.

■ 본체의 낙차는 치수, 구조적 안정성, 현장여건에 부합하도록 결정하되 1.0m 이내로 하는 것을 원칙으로 한다. 부득이 한 경우에는 다단 낙차공으로 계획하며 1단의 낙차는 1.0m 이내로 한다.

■ 본체의 둑마루폭은 최소한 1m로 하고 상류측 비탈면 경사는 1:0～1:0.5, 하류측 비탈경사는 1:0.5보다 완만하게 한다.

다) 물받이

■ 물받이는 도수를 발생시켜 유수의 세력을 완화시키는 목적으로 설치한다.

■ 콘크리트 블록 및 석재, 목재 등과 같은 자연재료도 가능하지만 유수의 난류현상 및 빠른 유속이 발생하므로 본체와 일체가 된 콘크리트 구조를 표준으로 한다.

■ 물받이는 본체를 월류하는 유수의 침식작용 및 양압력에 견딜 수 있도록 설계한다.

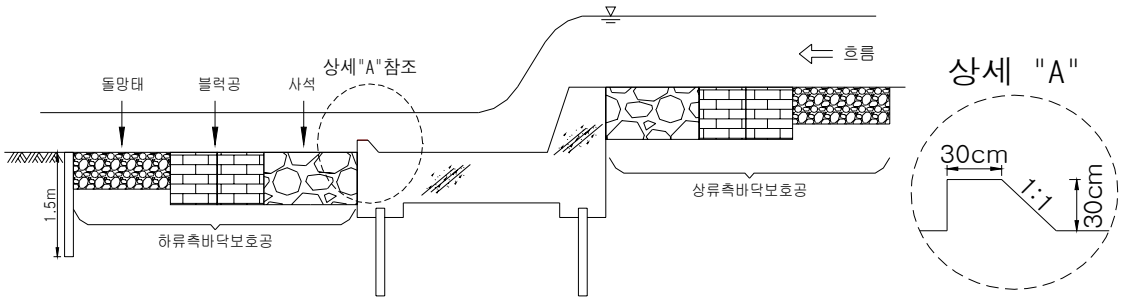
- 물받이는 세굴을 방지할 수 있는 길이로 결정하고, 상류흐름이 완경사 하천에서는 낙차의 2~3배 또는 하류측 바닥보호공 길이의 1/3정도로 할 수 있으며, Bligh 공식을 사용해서 산정할 수 있다.
- 물받이의 두께는 양압력에 견딜 수 있는 중량을 가지도록 설계되어야 하며, 최소두께는 35cm 이상으로 한다.
- 물받이 하류 단부에는 세굴방지와 다양한 생물의 서식을 위해 턱(Sill)을 설치하는 것을 원칙으로 하되 현장여건을 고려하여 조정할 수 있다.
- 일정한 간격으로 배수구(weep hole)를 설치하여 물받이에 작용하는 양압력을 저감한다.

라) 바닥보호공

- 상류측 바닥보호공은 낙차공 직상류에서 발생하는 국부세굴을 방지하여 낙차공 본체를 보호하기 위해 설치하며, 길이는 계획홍수위 발생시 상류바닥보호공 지점에서의 수심보다 길게 한다.
- 하류측 바닥보호공은 하류하도의 국부세굴을 방지하고, 하류 하도의 변동에 따른 본체 및 물받이를 보호하고, 하류 하도의 하상저하시 구조물과 하상의 표고차를 줄이는 기능을 수행할 수 있도록 돌망태, 블록공, 사석 등 굴요성구조로 설계하되 하천의 종방향으로 설치한다.
- 하류 바닥보호공의 길이산정은 Bligh식 및 국립건설시험소공식을 참조하되 계획홍수위시 하류 바닥보호공 지점에서의 수심 3~5배이상의 길이로 한다
- 바닥보호공은 물받이와 같이 장래의 하상저하량을 예상한 다음 안정후의 하상에 설치한다.
- 유속 및 낙차에 의한 토사유출을 방지하기 위하여 부직포를 포설한 후 바닥보호공을 설치한다.

마) 차수벽

- 차수벽은 일반적으로 낙차공 본체 하부의 파이핑을 방지하기 위해 설치한다. 낙차공 주변 고수부지를 통한 파이핑의 가능성 있을 때에는 하안부에도 차수벽을 설치할 수 있다.
- 차수벽의 깊이는 차수벽 간격의 1/2 이내로 하며, 1/2 이상의 깊이가 요구될 경우 물받이 길이를 늘린다.
- 강널말뚝을 차수벽으로 사용할 경우 최저 깊이 2m 이상을 표준으로 한다.



<그림 4.1-16> 하상유지시설의 차수벽 설치도

바) 연결옹벽 및 밑다짐

- 연결옹벽은 물받이를 포함한 낙차공 본체와 그 상하류에 설치하여 저수호안과 접속한다.
- 바닥보호공 하류의 연결옹벽 전면에는 밑다짐을 설치한다.
- 연결옹벽은 상류에 확대부, 하류에 축소부가 설치되며 급확대, 급축소에 의한 와류의 최소화를 위하여 축소부는 1 : 1~3, 확대부는 1 : 4~5로 옹벽을 설치하여 점확대 및 점축소가 되게한다
- 완류하천의 하류호안에는 반드시 밑다짐을 설치한다.
- 연결옹벽은 홍수시 옹벽유실을 방지하기 위하여 중량이 큰 중력식 또는 반중력식 옹벽을 적용한다.
- 연결옹벽 배변 상단의 세굴을 방지하기 위한 시설을 별도로 설계할 수 있다.

사) 연결호안

- 연결호안의 상류측은 본체의 상류끝에서 10m 혹은 바닥보호공의 상류끝에서 5m 이상 설치하고, 하류측은 물받이의 하류끝 15m 혹은 바닥보호공 하류끝 5m이상 설치한다.
- 굴요성 낙차공은 그 자체가 바닥보호공으로 간주됨으로 낙차공 상·하류 끝에서 5m 이상을 설치한다.

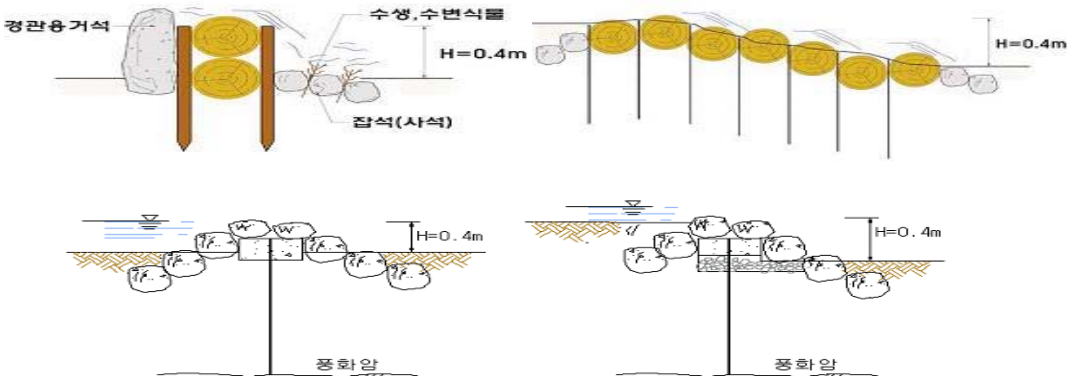
아) 고수부지 보호공

- 고수부지 보호공은 바닥보호공과 같이 세굴에 변화하고 유수를 감세할수 있는 구조의 공법을 선정한다.
- 고수부지 보호공은 식생이 활착하여 주변 환경과 조화를 이룰수 있는 공법을 선정한다.
- 낙차공 주변은 사람의 접근이 많은 점을 고려하여 친수성을 증대시키기 위한 시설을 설치할 수 있다.

- 하상유지시설로 인해 고수부지가 2단으로 조성되는 경우는 사면을 완경사로 계획하여 와류로 인한 세굴을 방지한다.
- 고수부지 보호공의 폭은 10m 이상을 표준으로 한다.

3) 자연형 낙차공

- 자연형 낙차공은 콘크리트 낙차공 대신 하천에서 설치하는 구조물로 하상의 경사를 완만하게 하여 (1:10～1:30) 유수가 점진적으로 변화하도록 한다.
- 자연형 낙차공의 종류에는 자연형, 블록형 등이 있으며, 어종, 하도 및 수리특성 등을 검토하여 현장여건에 적합한 방법으로 설치한다.
- 유속을 적게 하고 수심을 크게 하는 동시에 어류의 이동에 지장이 없는 시설이며 주로 돌과 지주목재를 이용하여 설치한다.
- 낙차공 저면에 설치하는 차수벽은 삼투로장을 산정하여 적정한 근입깊이가 될 수 있게 한다.
- 자연형 낙차공은 취수보나 낙차공을 여울형으로 개량할 경우와 터파기를 하지 않고도 항타가 가능한 지반에서 적용할 수 있으며, 폭기작용이 커 자정력이 커지고, 여울 기능을 가지므로 수생태계에 유리하다.
- 석재 및 기초는 홍수시에도 유실되지 않도록 안정적으로 시공되어야 하며, 시공 후 본체를 이루는 석재가 유실될 경우에 대비하여 지속적인 유지관리가 필요하다.
- 기타 관련사항은 「4.1.6 보설계의 8) 자연형보」를 참고한다.



보형 낙차형

<그림 4.1-17> 자연형 보 및 낙차공

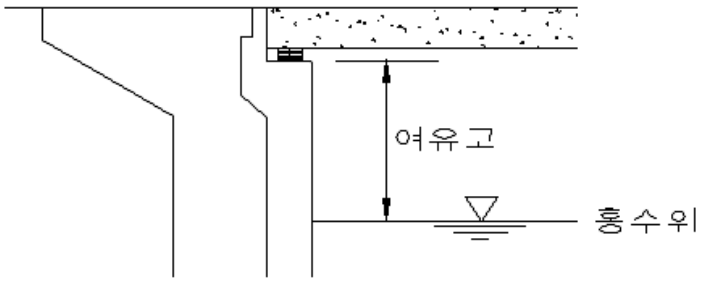
4.1.8 교량공

1) 일반사항

- 교량은 도로교통량에 따라 적용하되 「도로교설계기준 1.3 교량의 등급」에 따라 결정하되 농로교는 2등급 이상을 적용함을 원칙으로 한다.
- 교통량이 극히 적은 경우에는 예외적으로 설계자의 판단에 따라 3등급으로 설계할 수 있다.
- 농로교의 폭은 장래 교통량 증가 등을 대비하여 면도 이상은 2차로 교량을 원칙으로 하되, 교통량이 극히 적은 리도 이하의 경우에는 기술자의 판단에 따라 1차선으로 할 수 있다.
- 단경간교 및 지진구역Ⅱ에 위치한 내진Ⅱ등급교는 상세한 지진해석을 할 필요가 없다. 여기서 지진구역과 도로교의 내진등급은 도로교설계기준을 적용한다.
- 농로교를 포함한 교량공은 하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)에서 제시한 형하고, 경간장의 설계기준을 만족할 수 있는 구조형식으로 계획하여야 한다.
- 농로교를 포함한 교량공은 단기간의 하상변화인 국부세굴을 포함한 각종 세굴에 대한 평가를 실시하고 안전대책을 강구하여야 한다.
- 교량은 공법의 선정시 가능한 경간수는 최소화한다,
- 교대의 하폭내측 설치는 원칙적으로 금지하여 이상홍수시 수위상승에 의한 와류로부터 제체를 보호할 수 있게 한다.
- 교량지점은 계획제방고 이상으로 제방이 축조되므로 제외측 성토로 인한 통수단면감소는 없게 충분한 경간장을 유지토록 한다
- 기존 교량의 재 설치시 기존 구조물은 완전제거를 원칙으로 한다.
- 하도정비(준설 등)로 기존교각 기초의 추가노출시 적정한 공법을 검토하여 충분한 안정성을 확보하여야 한다.
- 교대 및 교각위치는 제방의 제외지측 비탈끝으로부터 10m 이상 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.

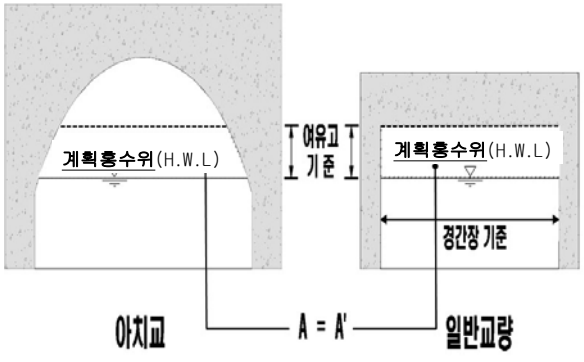
2) 형하고 (교량의 다리밑 공간높이)

- 교량의 높이는 충분한 여유고를 확보하여 제방의 안전에 영향을 미치지 않도록 결정해야 하며, 이때 여유고는 하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)에서 제시한 계획홍수량에 따른 여유고를 적용한다.
- 하천을 이용하는 선박 등의 특성을 고려한 최소 형하여유고 이상을 확보하여야 한다.
- 교량의 형하고는 계획홍수위와 기준 여유고를 합한 것보다 낮아서는 안된다. 여기서 교량의 형하고는 교각이나 교대에서 교량 상부구조를 받치고 있는 교좌장치 하단부의 높이를 뜻하며 교좌장치가 콘크리트에 묻혀있을 경우에는 콘크리트 상단높이를 말하며 교대와 교각이 여러개일 경우 이들중 가장 낮은곳의 높이를 말한다.



<그림 4.1-18> 교량의 형하여유고

- 라멘교의 경우 **슬래브의 헌치하단**까지의 높이로 한다.
- 아치교는 구조적 특성 때문에 여유고 기준이 불명확하므로 여유고 구간의 단면적 조건을 검토하여 여유고 규정의 만족 여부를 결정한다. 아치교의 1개 경간에서 계획홍수위와 교량여유고 사이의 면적이 일반 교량 최소경간장 조건에서의 면적보다 작지 않도록 경간장을 조정하여 최소 여유면적을 확보할 수 있도록 한다.



* 아치교는 특수성을 감안 A'이상의 면적 확보 필요

<그림 4.1-19> 아치교의 여유고 특성

- 교좌장치가 없는 교량은 슬라브 저면부를 교량계획고로하여 충분한 형하공간을 유지하여야한다.
- 교량점검용 영구시설물인 교각, 교대나 형간의 유지보수를 위한 통로나 시설물이 설치되는 경우에는 계획홍수위 이상으로 설치하는 것을 원칙으로 하며 그렇지 못한 경우에는 홍수시 유목 등이 걸림으로서 국부적인 수위상승을 일으키므로 유지관리 시설물로 인한 수위상승 효과를 면밀히 검토하여 월류여부에 따른 인접호안의 강화방안 등에 대해 반드시 검토하도록 한다.
- 주변 여건상 부득이 교량계획고를 제방보다 낮게 해야할 경우에는 제방 및 교량의 안전과 치수에 문제가 없는지 여부를 정밀하게 분석·검토한 후 신중하게 결정하되, 계획홍수위 저하를 위한 다양한 공법 등을 우선적으로 검토하여야 한다.

3) 경간장

가) 교량의 지간은 하천폭 이상이어야 한다.

나) 경간장은 산간 협착부라든지 그 외 하천의 상황, 지형의 상황등에 따라 치수상 지장이 없다고 인정되는 경우를 제외하고는 다음 식으로 얻어지는 값 이상으로 한다. 단 그 값이 70m을 넘는 경우에는 70m로 한다. 그러나, 제방법면 처음 교각까지의 측경간장은 그 값이 50m를 넘는 경우에는 50m로 한다.

$$L = 20 + 0.005Q$$

여기서, L : 경간장(m), Q : 계획홍수량(㎥/sec)

다) 다음의 각 항목에 해당하는 교량의 경간장은 하천관리상 큰 지장을 줄 우려가 없다고 인정될 때에는 (2)항의 규정에 관계없이 다음 각 호에서 제시하는 값 이상으로 할 수 있다.

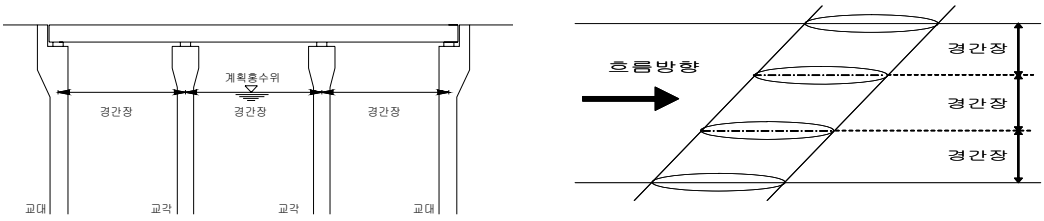
① 계획홍수량이 500㎥/sec 미만이고 하천폭이 30m 미만인 하천의 경우 12.5m 이상

② 계획홍수량이 500㎥/sec 미만이고 하천폭이 30m 이상인 하천의 경우 15.0m 이상

③ 계획홍수량이 500㎥/sec ~ 2,000㎥/sec 인 하천일 경우 20.0m 이상

④ 주운을 고려해야 할 경우는 주운에 필요한 최소 경간장 이상

라) 단, 하천의 상황 및 지형학적 특성상 2), 3)에서 제시된 경간장 확보가 어려운 경우, 치수에 지장이 없다면 교각설치에 따른 하천폭 감소율(설치된 교각폭의 합계/설계홍수위에 있어서의 수면의 폭)이 5%를 초과하지 않는 범위내에서 경간장을 조정할 수 있다.



일반교량의 경간길이　　사교의 경간길이

<그림 4.1-20> 교량 경간장 기준

4) 세굴방호공

가) 세굴평가

① 홍수사상 선정

- 100년빈도 홍수량이 200㎥/sec이하의 경우 50년 빈도이상의 홍수사상
- 100년빈도 홍수량이 200㎥/sec이상 2,000㎥/sec이하의 경우 100년 빈도이상의 홍수사상
- 100년빈도 홍수량이나 기왕 최대홍수량이 2,000㎥/sec이상의 경우 500년 빈도의 홍수사상
- 만약 500년 빈도 홍수량을 결정하기 어려운 경우에는 100년빈도 홍수량의 1.7배 유량을 적용할 수 있다.

② 세굴량 산정 및 평가

- 세굴량은 하상상승 및 하상저하, 수축세굴, 국부세굴로 구분하여 산정하고 이를 합한 것으로 한다.
- 설치되는 교각의 폭이 3m이상이고 홍수시 수심이 9m이상이거나 홍수시 유속이 3m/s이상일 경우에는 세굴실험을 통하여 세굴량을 산정하여야 한다.
- 수축세굴은 Laursen공식을 이용하여 세굴량을 산정하되 교각주위의 세굴량 산정시 단면수축이 심각하지 않은 경우 수축세굴을 생략할 수 있다.
- 교각주위내 세굴인 국부세굴은 CSU 공식을 주로 이용하되 최소 2개 이상의 세굴공식을 비교하여 적정성을 평가한다.

나) 세굴방호공

- 교량 등의 하천구조물에서 세굴(상승, 저하, 수축, 국부, 준설 등)로 인한 손상과 파괴로부터 구조물을 보호하기 위하여 세굴방호공을 설치하여야 한다.
- 사석을 이용한 세굴방호공일 경우에는 2년의 정기적 주기 및 계획홍수량의 80%가 넘는 홍수발생시마다 사석의 이동여부를 확인하여 문제발생시 대책을 강구하여야 한다.

■ 세굴방호를 위한 사석의 크기는 하천설계기준에서 제시한 Isbash 공식 및 Richardson 공식과 교각에 의한 유속증가를 인자로하여 유도된 Isbash & Carstens(1966), Isbash & Neil(1975)공식을 비교하여 설계자 판단에 의해 결정하거나 국토교통부의 승인을 받은 국내공식 또는 직접 현장실험을 수행한 결과를 사용한다.

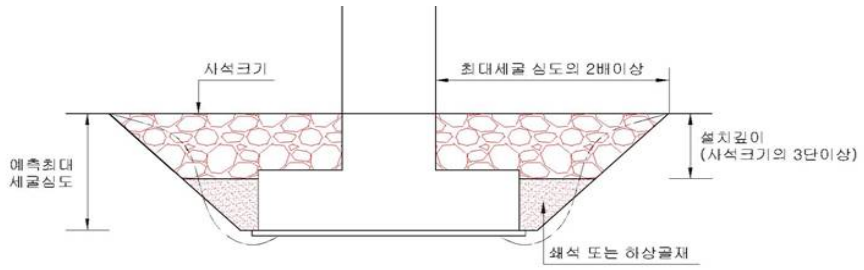
다) 세굴심도 측정 및 사석보호공

■ 사석공 계획

- 동일교량에서 다수의 교각이 설치될 경우 사석의 크기는 교각별로 산정하여 교각별 사석크기를 적용을 원칙으로 하되, 현장여건을 고려하여 교각별 사석크기 중 최대치를 적용할 수 있다
- 사석의 마무리면은 하상면과 동일하게 시공한다.
- 사석을 이용한 세굴 방호공일 경우에는 사석 보호공의 붕괴를 최소화하기 위하여 시공될 사석 아래의 토사가 이동할 우려가 있는 구간에는 필터층(전석층, 토목섬유층 등)을 두어야 한다.

■ 사석 크기

- lsbash 공식 또는 Richardson 공식 중 큰 것을 사용하든지 국토교통부의 승인을 받은 국내공식 또는 직접 현장실험을 수행한 결과를 사용한다.(예: 한강교량의 경우 평균 중량 약 700N)



■ 사석품질기준 [하천공사 표준시방서(2007,한국수자원학회)]

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

■ 세굴발생 위치

- 하천의 곡선부, 수충만곡부에 원심력에 의해 발생

- 호안 양단보에서 발생
- 호안 구조물이 교량등의 구조물과 연결되는 구간에 발생.
- 하천과 인접한 교량 옹벽부 비탈면 세굴발생
- 위와 같이 세굴발생 위치에 대해서는 세굴검토 후 세굴에 대한 대책을 마련하여야 한다.

■ 사석을 이용한 세굴방호공 사용시 사석의 공극사이로 하상 입자가 이탈하지 않도록 적절한 조치를 취하여야 한다.

5) 교량 접속도로

■ 교량 종방향으로 접속되는 도로는 해당 도로등급에 따른 종구배를 적용하되 최대 10%를 초과해서는 인된다.

■ 접속도로의 성토사면경사는 1 : 1.5이상을 기준하되 인접시설 보호를 위하여 사면경사를 급하게 할 경우는 사면안정 검토를 실시하여 최소 안전율(Fs=1.3)이상의 사면경사로 한다.

■ 교량과 접속되는 횡방향 접속도로는 해당 도로등급의 최소 회전반경을 고려한 설계로 진출입차량의 원활한 통행이 되게 한다.

■ 큰 회전반경으로 인한 교량접속지점의 제방 둑마루폭은 하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)의 기준보다 크게 할 수 있으며, 필요에 의해서는 도로와 교량이 접속되는 지점은 교차대를 설치하여 충분한 폭을 유지하여 진출입차량의 원활한 회전을 유도한다.

■ 접속도로의 포장은 도로설계기준을 준용한다.

6) 가도 및 가교공

■ 가도 형식은 교통량을 고려하여 결정한다.

■ 교량은 홍수기간외에 가설하는 것을 원칙으로 하고 부득이 홍수기에 가설되는 경우는 가도에 의한 2차 피해를 방지하기 위하여 즉시해체가 가능한 공법을 검토 반영한다.

■ 기타 관련사항은 「7.1.1 가도설치공」을 참조한다.

7) 교량보호공

가) 안정성 평가

■ 준설등 하상변동시 각 교량은 안정성 검토를 통하여 도로교 설계 기준 및 철도교 설계 기준 등에서 요구하는 수준 이상의 안정성을 확보하도록 조치하여야 한다.

■ 준설 시공전 충분한 안정의 확보를 확인한 후 준설 등 시공되어야 한다.

나) 교량보호공

- 보강 및 개축의 필요시 교각 및 기초의 규모, 지지층 지반정수, 수심, 근입심도, 시공가능성, 경제성 등을 함께 고려하여 적정공법을 선정하여야 한다.
- 세굴방지공으로 안정성이 충분히 확보된 경우라도, 하상정리면은 시공 정밀도 및 지지층의 변성을 고려하여 기초 뭍힘 깊이를 기초하부 지지면으로부터 최소한 0.5m 이상 확보하여야 한다.
- 하부구조를 전부 또는 일부 개축하는 경우 각 시공 단계별로 현장여건을 고려하여 시공중 안정성 확보여부를 확인하여야 하고, 필요시 소정의 절차(발주처 등 관계기관 협의)를 거쳐 보완하여야 한다.
- 기존 기초 저면의 지지층을 기초의 일부로 활용하고자 할 경우, 수중 노출에 따른 지반정수가 변성되지 않도록 보호조치를 하여야 한다.
- 파일 기초에서 기존 기초파일이 수중에 노출될 경우 부식, 부유물 충돌에 따른 훼손 등으로부터 보호시설의 설치를 원칙으로 한다.
- 수중노출된 파일을 보호하기 위하여 콘크리트 채움등 확대기초의 규모를 키울 경우, 파일의 부담 증가에 대한 안정이 검토되어야 한다.
- 하부구조를 보강 및 개축한 경우 반드시 세굴방지공을 계획하고 재시공하여야 한다.
- 시공시 각 교각에 대하여 규모, 심도, 지지층 지반정수 등에 대하여 설계조건 및 결과와 비교 확인하고, 상이 할 경우 설계변경 및 전문가 검토등 적절한 조치를 취함으로써 구조물 안정을 확보하여야 한다.

4.1.9 기타 구조물설계

1) 옹벽

가) 옹벽 형식선정

- 설치 높이에 따라 R.C 옹벽과 보강토 옹벽(판넬식, 블록식)의 적용성에 대한 시공성, 안정성, 경제성 및 조형미 등에 대한 비교·검토후 적절한 형식을 선정하여야 한다.
- 옹벽이 유수와 접하여 설치될 경우 전면은 돌출문양의 요철부 설계로 조도계수를 증가시켜 유속을 감소시킬수 있게 한다.

나) 신축이음 설치

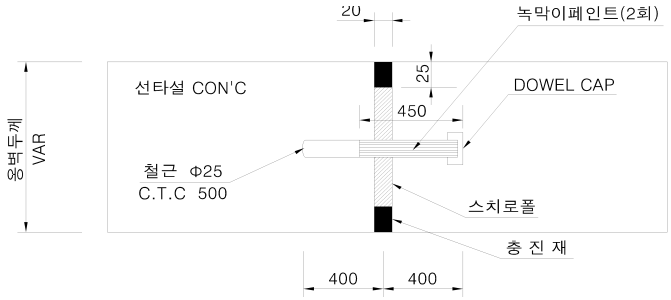
- 스치로폴(T=20mm)

■ 설치간격

- 중력식 및 반중력식 : 10m 이내로 설치한다.

- L형 및 역T형 옹벽 : 18m 이내로 설치한다.

■ 다웰바 설치(C.T.C 500, ∅25mm)



<그림 4.1-21> 신축이음 상세도

다) 수축이음설치

■ 옹벽표면에 V형 홈을 설치한다.

■ 5.0m 이하로 설치한다.

■ V형 홈의 깊이는 35.0m/m를 기준으로 한다.

라) 뒷 채 움

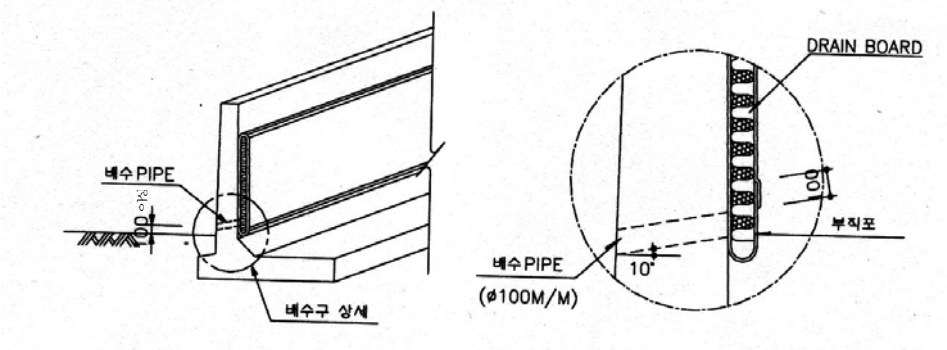
■ 양질의 재료를 사용하고, 기타 관련사항은 「4.1.4 구조물 토공설계」를 준용한다.

마) 배수공

■ 배수는 Drain Board에 의한 배수를 원칙으로 하나, 설치연장 L=10.0m 이하이고, 높이 H=5.0m 이하로서 비교적 소규모 옹벽공사의 경우 우수 표면수 유입에 의한 영향이 문제가 되지 않는다고 판단될 경우 기존 필터층에 의한 배수방법도 고려할 수 있다.

■ DRAIN BOARD 설치에 의한 배수

- PVC PIPE(φ100mm) : 옹벽 높이에 관계없이 4.5m당 1개소 설치

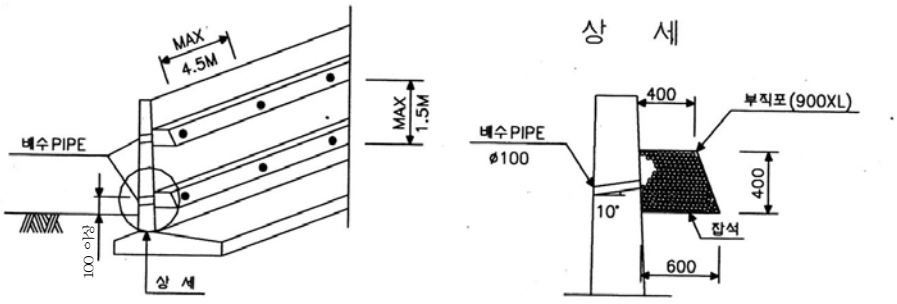


<그림 4.1-22> DRAIN BOARD 설치도

■ 기존 필터층 설치에 의한 배수

- PVC PIPE(ϕ=100mm) : 2㎡당 1개소씩 적용한다

- 필터층은 부직포로 감싸 배면 토사유출을 방지한다.



<그림 4.1-23> 필터층 설치도

바) 내진설계

■ 옹벽의 내진설계는 옹벽에 작용하는 동토압, 동수압 및 옹벽 자중의 관성력을 고려하여 등가정적해석법으로 검토한다.

■ 일반옹벽에서는 지진에 의한 하중의 증가는 평상시의 설계에서 적용하는 안전율을 고려할 때 내진설계는 시행하지 않아도 좋다.

■ 그러나, 높이가 8m정도를 넘는 옹벽, 또는 옹벽 붕괴가 부근에 막대한 손해를 주거나 복구가 지극히 곤란한 옹벽에 대해서는 내진설계를 시행할 필요가 있다.

■ 옹벽의 내진설계는 파괴방지수준에 대하여만 수행한다.

■ 옹벽은 활동, 침하, 지지력에 대하여 안정하여야 한다.

■ 기초는 직접기초를 원칙으로 하되 연약지반과 같은 지역은 「4.1.3 구조물 기초설계」를 참고하여 적절한 기초보강공법을 검토 반영한다.

2) 배수로공

■ 제방축제, 보강등에 의한 개수사업시행시 제내지의 배수개선을 위하여 제내사면 밑단에 배수로의 설치를 원칙으로 한다.

■ 배수로는 사각단면의 설치를 원칙으로 한다

■ 배수로는 유지관리 및 원활한 배수개선을 위하여 최소규격을 0.6m x 0.6m이상으로 하고 배수량이 큰 경우 유입량에 따라 규격을 크게 한다.

■ 수로 이설인 경우는 기존 배수로 규격을 고려하여 검토하되 가급적 축소단면의 설계는 지양한다.

- 배수로는 철근 콘크리트 구조로 설계한다.
- 도로와 인접하는 배수로면은 0.3m의 턱을 두어 방호벽 기능을 할 수 있게 하고 1.5m 간격으로 폭 0.5m의 개구를 두어 도로의 노면배수를 유도 한다.
- 농경지(답)와 인접하는 배수로면은 0.3m의 턱을 두어 물막이 기능을 할 수 있게 하고 개구는 필지당 1개소, 폭 0.5m를 두어 배수를 유도 한다.
- 일반구역의 배수로는 표면수 유입을 위하여 턱이 없게 설치하고 제내지 사면끝단과는 0.5m이상의 여유폭을 두어 설치한다.
- 배수로가 유입되는 수로에 세굴이 예상될 경우는 세굴방지공, 물방석 등을 반영 할 수 있다.
- 연약지반 구간은 기초지반을 개량 또는 보강하여 배수로를 설치한다.
- 배수로내의 토사침전을 방지하는 최소유속 1.0m/sec 이상의 경사를 원칙으로 하되 지반이 완만하여 수로높이가 과다해지거나, 본수로의 바닥보다 밑으로 유입되는 수로의 경우는 그러지 아니한다.
- 배수로의 최소유속 유지에 의해 수로의 높이가 과다해지는 경우는 중간부에 단차를 두어 수로의 적정 규모를 유지할수 있도록 한다.
- 배수로는 100m 간격으로 양서류 등의 생태이동로를 설치하되 설치방향은 배수로 종·횡으로 검토하여 적정 방향으로 설치하고, 이동로는 요철을 두어 완만한 경사로 설치하거나 일정간격으로 뚜껑을 덮어 이동이 원활하도록 하여야 한다.(관련도면 참조)
- 배수로 폭이 1.0m이상이면 10m 간격으로 버팀보를 설치하여 구조적 안전도를 높이면서 배수로의 횡단 이동로로 이용하고 규격은 20cm x 20cm로 한다.
- 배수로 높이가 1.0m이상이면 유지관리용 사다리를 20m간격으로 설치한다.
- 배수로의 토공은 「4.1.4 구조물 토공설계」를 준용한다.

4.2 수량산출 기준

4.2 수량산출 기준

4.2.1 수량산출 내역

번 호	공 종	규 격	단위	수 량	비 고
4.	구조물 공사				
4.1	터 파 기				
4.1.1	터파기(육상 0~2m)	(인력)	㎥		
4.1.2	터파기(육상 0~2m)	(인력10%+기계90%)	㎥		
4.2	되메우기				
4.2.1	되메우기	(인력)	㎥		
4.2.2	되메우기	(인력10%+기계90%)	㎥		
4.3	콘크리트 타설				
4.3.1	콘크리트 타설				
①	콘크리트 타설	철근	㎥		
②	콘크리트 타설	무근	㎥		
③	콘크리트 타설	소형	㎥		
4.3.2	콘크리트 펌프카				
①	콘크리트 펌프카 붐타설	슬럼프15,철근 50㎥/일 미만	㎥		
②	콘크리트 펌프카 붐타설	슬럼프15,철근 50～100㎥/일	㎥		
③	콘크리트 펌프카 붐타설	슬럼프15,철근 100㎥/일 이상	㎥		
4.4	거 푸 집				
4.4.1	합판거푸집				
①	합판거푸집(1회)	0～7m	㎡		
②	합판거푸집(매끈한마감)	0～7m	㎡		
③	합판거푸집(보통마감)	0～7m	㎡		
④	합판거푸집(거친마감)	0～7m	㎡		
⑤	합판거푸집(폼타이,1회)	0～7m	㎡		
⑥	합판거푸집(폼타이,2회)	0～7m	㎡		
⑦	합판거푸집(폼타이,3회)	0～7m	㎡		
⑧	합판거푸집(폼타이,4회)	0～7m	㎡		
⑨	합판거푸집(폼타이, 6회)	0～7m	㎡		
⑩	무늬거푸집	0～7m	㎡		
⑪	유로폼	0～7m	㎡		
4.5	비 계				
4.5.1	강관비계(3개월)		㎡		
4.6	동 바 리				
4.6.1	강관동바리(3개월)		공/㎥		

번 호	공 종	규 격	단위	수 량	비 고
4.7	철 근				
4.7.1	철근가공 및 조립				
①	철근가공 및 조립	(간단)	ton		
②	철근가공 및 조립	(보통)	ton		
③	철근가공 및 조립	(복잡)	ton		
④	철근가공 및 조립	(매우 복잡)	ton		
4.8	잡철물제작설치	(간단)	ton		
4.9	스페이서 설치				
4.9.1	스페이서 설치	(바닥)	m		
4.9.2	스페이서 설치	(벽체)	m		
4.10	흄관접합 및 부설				
4.10.1	흄관접합 및 부설	칼라식			
①	흄관접합 및 부설	∅450mm	m		
②	흄관접합 및 부설	∅600mm	m		
③	흄관접합 및 부설	∅800mm	m		
④	흄관접합 및 부설	∅1,000mm	m		
⑤	흄관접합 및 부설	∅1,200mm	m		
4.10.2	흄관접합 및 부설	소켓식			
①	흄관접합 및 부설	∅300mm	m		
②	흄관접합 및 부설	∅450mm	m		
③	흄관접합 및 부설	∅600mm	m		
④	흄관접합 및 부설	∅800mm	m		
⑤	흄관접합 및 부설	∅1,000mm	m		
⑥	흄관접합 및 부설	∅1,200mm	m		
4.11	모르타르				
4.11.1	모르타르(1:2)		㎥		
4.11.2	모르타르(1:3)		㎥		
4.11.3	모르타르(1:4)		㎥		
4.12	잡석부설		㎥		
4.13	시공이음				
4.13.1	시공이음면 정리	콘크리트 치핑, 인력	㎡		
4.13.2	수팽창지수재 설치		m		
4.14	신축이음				
4.14.1	다웰바	D25	ea		
4.14.2	스티로폼	T = 20 mm	㎡		
4.14.3	충진제	씰링(20mm x 25mm)	m		

4.2.2 일반사항

1) 수량산출은 공종순으로 하고 각 공종마다 집계표를 작성한다.

가) 터파기공

나) 배수통문공

다) 배수통관공

라) 교 량 공

마) 옹 벽 공

바) 기 타 공

2) 수량산출은 산출근거에는 소수점 2자리로 계산하여 계(計)에는 소수점 한자리까지 산출하고 이하 절사한다. 단, 강재, 철근 등은 소수점 3자리까지 산출한다.

3) 유용토 및 공제토

가) 유용토

배수관공, 배수문공, 옹벽공, 기타구조물 등의 잔토 유용

※ 단, 기타 공정상 토공 완료 후 시공하므로 현장 유용이 불가능한 소구조물은 잔토처리

나) 공 제 토

① 배수통관공 : 구체, 날개벽 공제

② 배수통문공 : 구체, 날개벽 공제

③ 교 량 공 : 교대, 교각기초 공제

④ 옹 벽 공 : 본체

⑤ 기 타 공 : 집수정 등

4) 콘크리트 수량은 무근, 철근 콘크리트로 구분 산출 집계한다.

5) 각 공종별 수량은 반드시 당해 공종의 단가 구성을 확인하여 중복 계상하지 아니한다.

4.2.3 터파기공

1) 구조물 터파기

가) 배수통관, 배수통문, 교량, 옹벽, 집수정 및 수로공 등에 적용한다.

나) 육상·수중별로 토사, 리핑암, 발파암으로 구분 산출한다.

다) 깊이는 1m 단위로 구분한다.

2) 되메우기

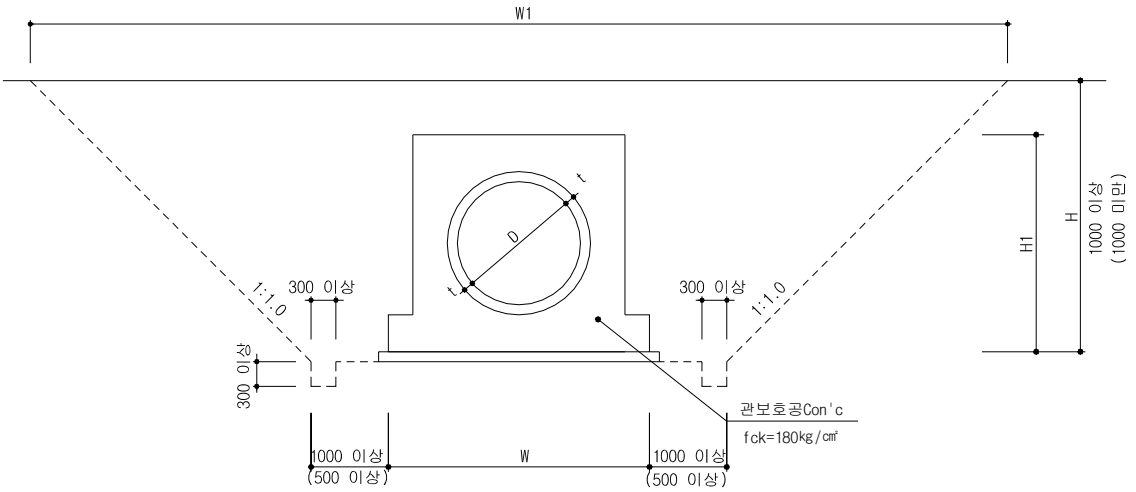
가) 다짐 및 비다짐으로 구분한다.(살수비 삭제)

4.2.4 배수관공

1) 피토고 H=6m 이하와 H=6m 이상으로 구분하여 산출하며 표준도의 단위물량을 검토하여 위치 규격별로 산출한다.

2) 배수통관의 터파기 및 되메우기

■ 터 파 기



- 터 파 기 : (W+2.0+W1) ÷ 2 × H × 연장

(H : 배수구조물 횡단도상의 H의 평균치)

- 되메우기 : 터파기 - 〔H1 × W〕 × 연장

- 유 용 토 : 터파기 - 되메우기 (수중터파기일 경우 유용토 80%)

3) 배수통관의 기초콘크리트 25-21-15(8), 관이음 모르타르는 1:2, 기초거푸집은 합판(거친마감)으로 한다.

4) P.C관 제작은 배수구조물 횡단도상의 연장에서 단위 m로 절상하되, 3% 할증한 연장으로 한다.

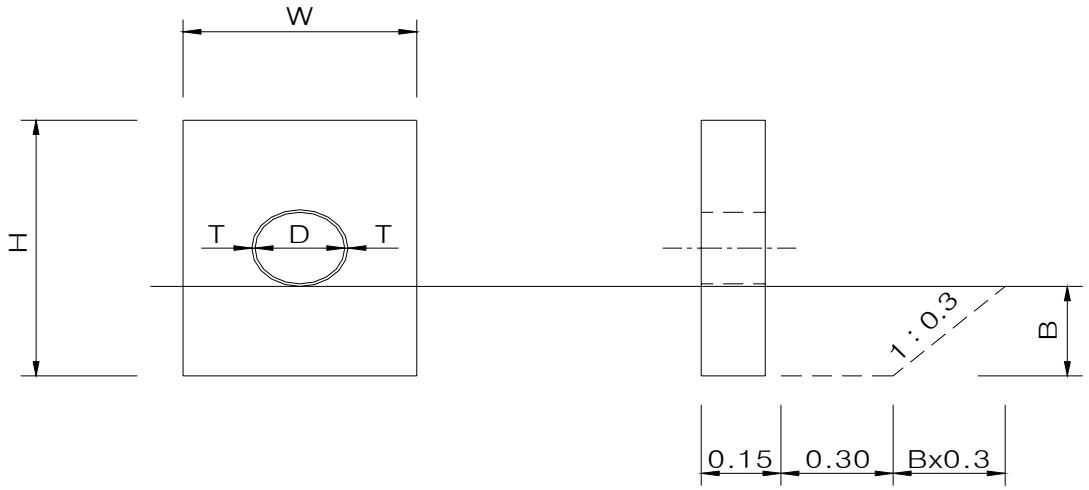
5) 배수통관 날개벽 및 면벽수량은 표준도의 단위수량을 참조하여 개소별로 산출한다.

※ 배수관 시공연장과 흄관 구입본수 구분(2.5m/1본)

6) 배수통관 날개벽의 콘크리트는 25-21-15(8)으로 하고, 횡배수통관의 날개벽 거푸집은 합판(매끈한마감), 종배수관의 면벽은 합판(보통마감)으로 한다.

7) 유지관리 등을 고려하여 배수통관은 최소 직경은 800mm이상으로 한다.

<면벽공 단위물량>



가) 터 파 기

(0.9 + B × 0.3) × B × W × 1/2

나) 되메우기

(0.6 + B × 0.3) × B × W × 1/2

다) 유 용 토

(터파기 - 되메우기)

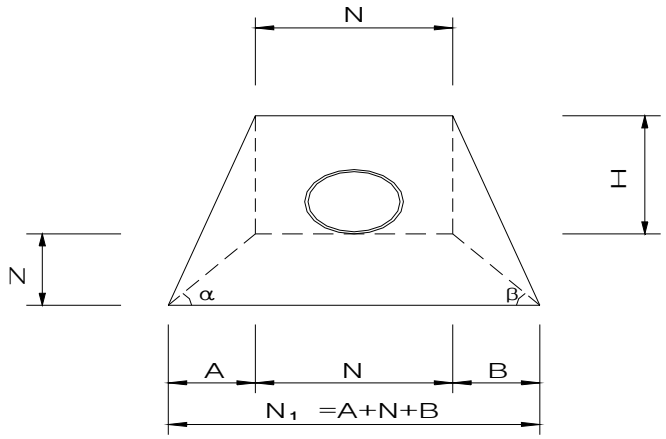
라) 거 푸 집

2 × (H × 0.15) + 2 ×〔W × H - π × (D + 2T)2 × 1/4〕

마) 콘크리트

H × 0.15 × W - 0.15 × π × (D × 2T)2 × 1/4

< 배수관 날개벽 수량>



H = D + T + (0.2m)

Z = H × S (S=구배)

A = Z / tan α, B = Z / tan β

① 호안공제

$$\frac{N+N_1}{2} \times H \times \sqrt{(1+S)^2}$$

② 공제토

$$\frac{H \times Z \times N}{2} + \frac{H \times Z \times (A+B)}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{H \times Z \times (3N+A+B)}{6}$$

4.2.5 배수문

1) 구　　체

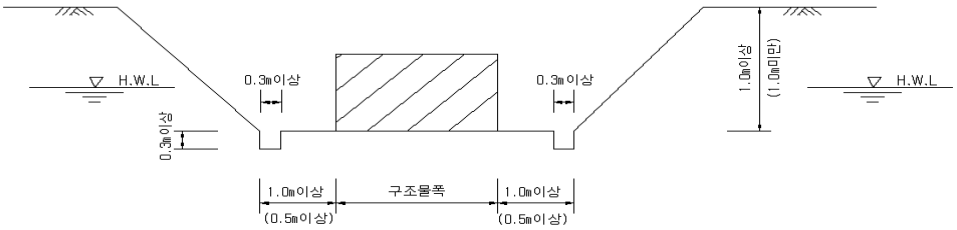
가) 터 파 기(㎥)

① 지하수위 아래는 수중 또는 용수터파기로 한다.

② 토사 터파기 구배는 1:1로 한다.

③ 암터파기 경사는 수직으로 한다.(단, 풍화암의 경우 1:0.5)

④ 원지반선 아래는 되메우기로 계산한다.



나) 유용토(㎥)

■ 유용토는 육상터파기 전부와 수중터파기 80%을 유용한다.

다) 콘크리트(㎥)

설계기준강도	적용대상 구조물
24 MPa	배수통문(구체, 날개벽, 차수벽, 조작대, 관리교),옹벽, 낙차공, 보, 대공 등 주요구조물
21 MPa	배수통관(기초, 날개벽, 차수벽, Surround) 반중력식옹벽, 도로포장(천단, 부체), 배수로, 맨홀, 집수정 등 간단구조물
18 MPa	중력식 옹벽, 세굴방지 기초콘크리트, 버림 콘크리트 등 무근구조물

주] 1. 상기 기준은 지역특성을 감안하여 구조계산 및 장비사용등의 특성에 따라 조정 적용할 수 있다.
2. 교량부분에 대한 강도기준은 구조계산에 의한 적정강도를 반영한다.

라) 거 푸 집(㎡)

■ 수직고 7m 이상인 경우에는 7m를 초과하는 3m 증가마다 수량에서 10% 할증처리한다.

① 합판거푸집

구 분	내 용	비 고
1 회	1회 사용후 환수가 불가능한 구조	
매끈한 마감	T형보, 난간, 교각, 교대, 수문관의 본체, 슬래브, 교대, 교각, 옹벽, 파라펫트, 날개벽 등 약간 복잡하거나 복잡한 구조 (견고하고 미려한 시공이 요구되는 경우)	
보통 마감	측구, 수로, 확대기초, 우물통 등 비교적 간단한 구조 (안전하고 견고한 기능제공이 요구되는 경우)	
거친 마감	수문 또는 관의 기초, 호안 및 보호공의 기초 등 극히 간단한 구조 (외관과 전혀 관계 없는 경우)	

② 원형거푸집

- 목재 2~3회(매끈한마감) 사용을 기준으로 한다.

- 폼타이(Form Tie) 사용할 때 횟수는 10회로 한다.

③ 무늬거푸집, 코팅거푸집

- 미관이 요구되는 지역에 적용한다.

④ 강재거푸집

- 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	형교, 곡면 거푸집, 우물통

- 잔 존 율 : 10%

마) 철근가공조립

■ 간단 : 중력식 옹벽, 측구, 간단한기초 등

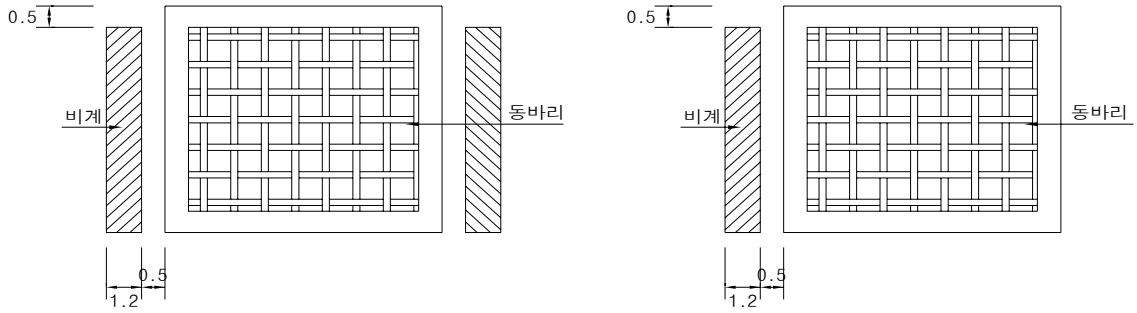
■ 보통 : 수문, 반중력식옹벽, 교대 등

■ 복잡 : 교량의 슬래브, 암거, 우물통, 부벽식옹벽 등

■ 매우복잡 : 기둥형 교대, 교각, 지하철, 터널 등

바) 동바리(㎥/공) 및 비계(㎡)

① 동 바 리



② 비　　계

- H = 2.0m 이상일 경우 설치한다.

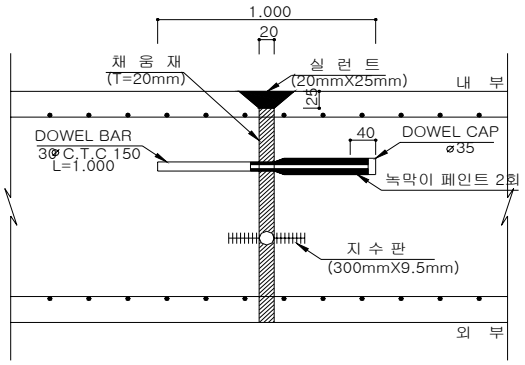
· 강관 : 1.2m, 목재 : 1.0m

· 암거 구체 기초상단부터 계상

사) 신축이음 및 지수판(m)

■ 원칙적으로 죠인트를 두지 않고 균열방지용 배력철근을 고려할수도 있고 신축이음을 둘 경우에 간격은 50m 정도로 신축 및 방수가 원활하도록 필요에 따라 이음재, 지수판 등을 설치한다.

상세 "B"



아) 난　　간

■ 난간은 단위 m당으로 산출하고, Stainless 강관을 원칙으로 한다.

■ 난간의 높이는 110cm를 원칙으로 하고, 이외의 규격을 적용시는 근거자료 및 적용사유를 제시하고 설계도서에 명기하여야 한다.

자) 스페이서

■ 스페이서는 벽체, 슬래브로 구분하여 철근간격에 따라 적용하여 산출한다.

■ 벽체는 스페이서, 슬래브는 체어블럭으로 구분하여 산출한다.

4.2.6 옹 벽 공

1) 터 파 기 : 「4.2.5 배수문」과 동일

2) 구체 거푸집 : 합판(매끈한 마감), 노출면 코팅 합판(매끈한 마감)

(단, 기초 : 합판(보통마감), 버림 : 합판(거친마감))

3) 비 계

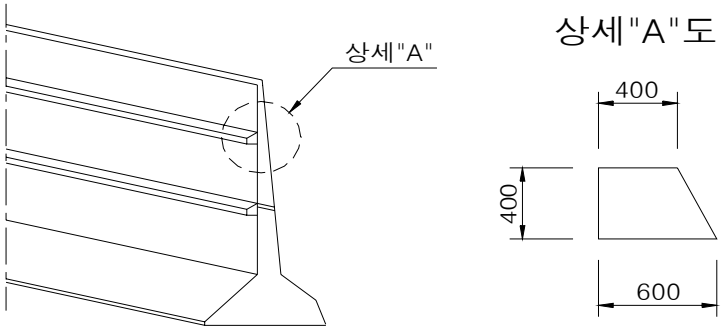
- 성토 : 기초상단, 절토 : 지반상단에서 계상
- 간격 0.5m, 폭 1.0m(목재), 1.2m(강관)계상 : 상단에서 50cm 제외
- 구체 수직고 H = 2.0m 이상부터 적용

4) 콘크리트(㎥) : 배수문과 동일

5) 뒷 채 움

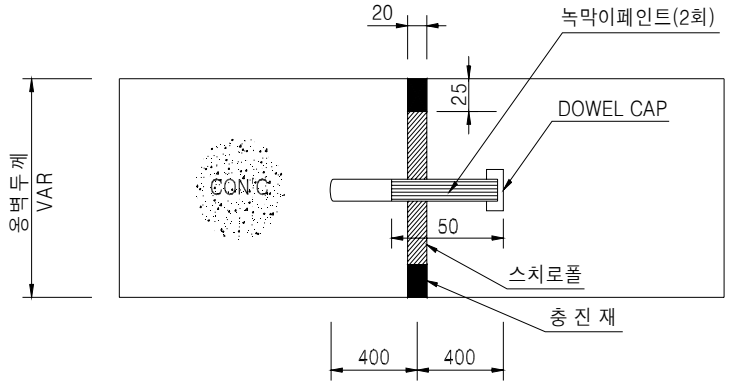
- 시방서상에 양질의 재료를 사용토록 명시
- 배수시설공 : PVC PIPE(D=100m/m), 2㎡당 1개소 산출

부직포(900×L) × 필터층수로 산출



- 신축이음장치 : 스치로폴(T2=20mm), 18m 이하로 신축줄눈 설치

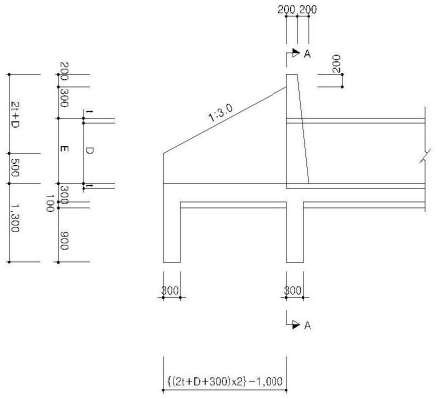
다월바 설치(C.T.C 500, φ25mm)



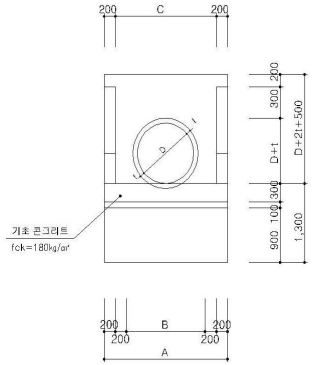
4.3 구조물공 표준도

배 수 관 일 반 도

유입구 단면도



유입구 단면 A-A



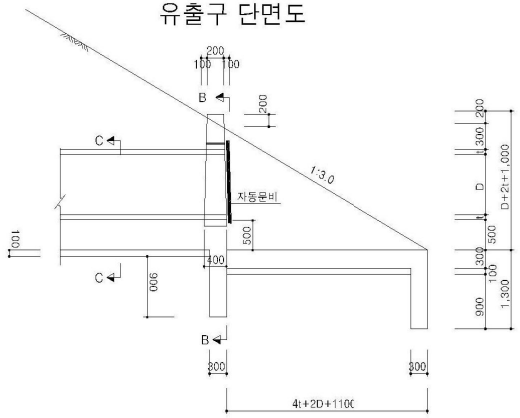
치 수 표

(단위:mm)

관경(D)	φ600	φ700	φ800	φ900	φ1000	φ1100	φ1200
A	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800
B	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
C	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
D	600	700	800	900	1000	1100	1200
E	700	816	932	1050	1164	1276	1390
F	700	816	932	1050	1164	1276	1390
G	1300	1416	1532	1650	1764	1876	1990
H	650	708	766	825	882	938	995
I	350	408	466	525	582	638	695
t	50	58	66	75	82	88	95

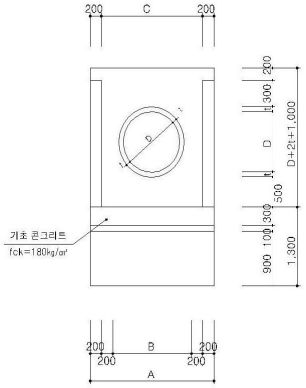
NOTE
- 배수관은 φ800이상 설치를 원칙으로 하되 부득히 할 경우 이하도 가능.
- 관내토사침전 방지를 위해 유속은 2~3m/s 내외로 설계.

유출구 단면도

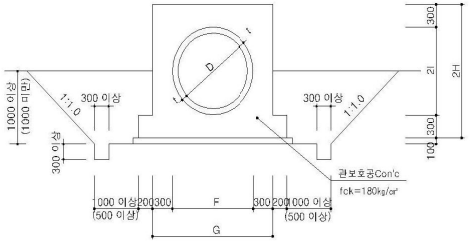


NOTE
- 철근을 설치하는 것을 원칙으로한다.

유출구 단면 B-B



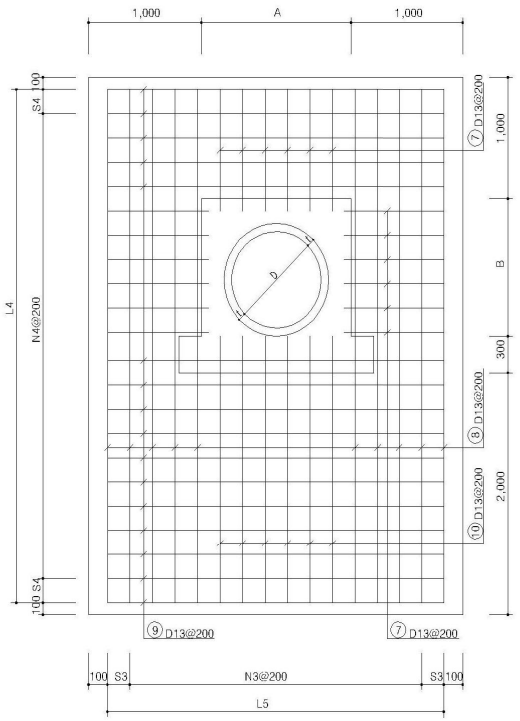
단 면 C-C



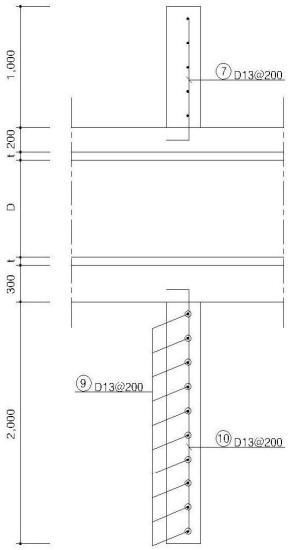
NOTE
- 횡배수관일 경우 연약지반 하중이 클 경우는 철근을 고려 할 수 있다.
- 관이음 들레는 테이프를 돌려 주어야 함.
- 거푸집을 설치하는 배수구조물에서는 작업공간 폭을 1.0m로 한다.
- 배수관 유입부 날개벽은 제내지 수로 및 농경지 형상에 따라 각도를 고려하여 날개벽을 조정하여 사용 할 수 있음.

배수관 보호공 및 차수벽 철근배근도

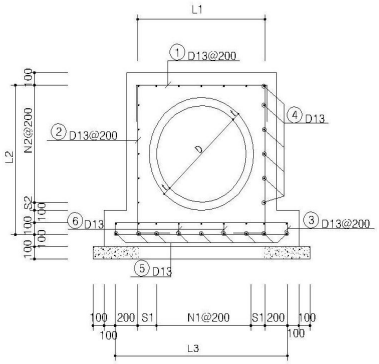
정 면 도



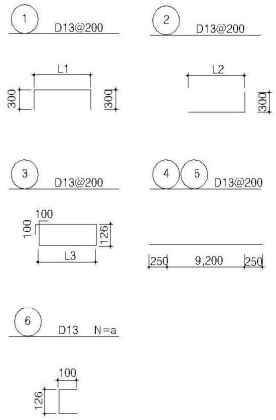
단 면 도



단 면 도



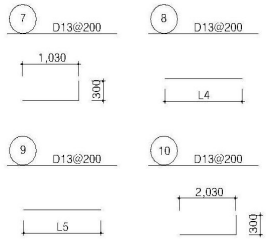
철 근 가 공 도



치 수 표

규 격(D)	t	S3	S4	N3	A	B	N4	L4	L5	비 고
φ800	66	166	216	14	1332	1132	20	4232	3232	
φ900	75	225	175	14	1450	1250	20	4350	3350	
φ1000	82	182	232	15	1564	1364	21	4464	3464	
φ1100	88	238	188	15	1676	1476	21	4576	3576	
φ1200	95	245	245	16	1790	1590	22	4690	3690	

철 근 가 공 도

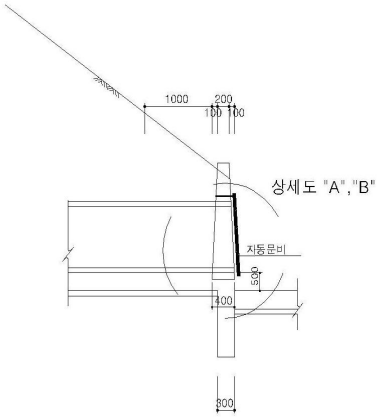


치 수 표

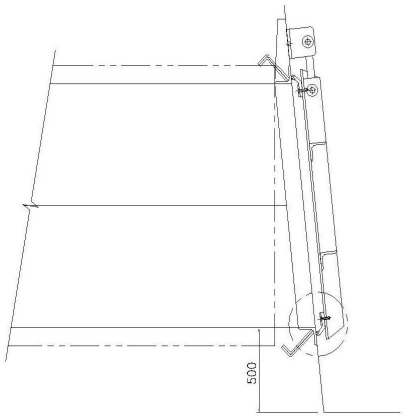
규 격(D)	t	S1	S2	N1	N2	a	L1	L2	L3	비 고
φ800	66	166	32	6	5	2	1132	1232	1532	
φ900	75	225	150	6	5	2	1250	1350	1650	
φ1000	82	182	64	7	6	2	1364	1464	1764	
φ1100	88	138	176	8	6	3	1476	1576	1876	
φ1200	95	195	90	8	7	3	1590	1690	1990	

자동문비 (원형) 일반도

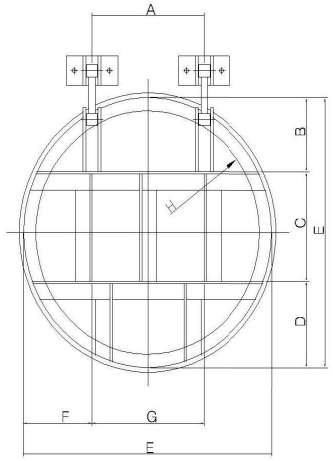
유출구 단면도



상세도 "A"



상세도 "B"



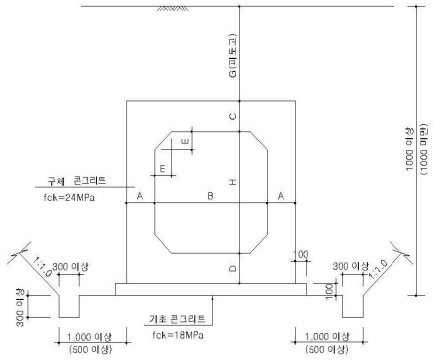
치 수 표

(단위:mm)

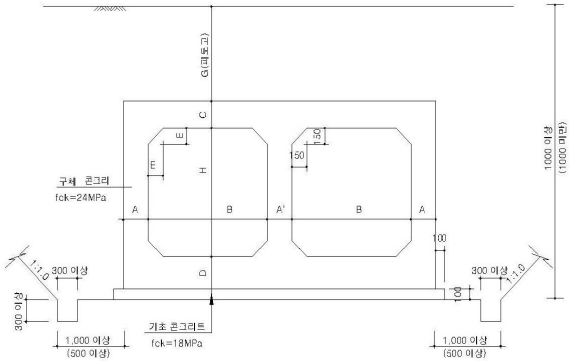
구분	φ600	φ700	φ800	φ900	φ1000	φ1100	φ1200
A	300	350	400	450	500	550	600
B	185	215	285	295	305	375	380
C	290	330	340	370	450	460	540
D	235	265	285	345	355	375	390
E	710	810	910	1010	1110	1210	1310
F	255	285	305	285	305	325	355
G	200	240	300	440	500	560	600
H	Φ600	Φ700	Φ800	Φ900	Φ1000	Φ1100	Φ1200

배수문 몸체 일반도(1)

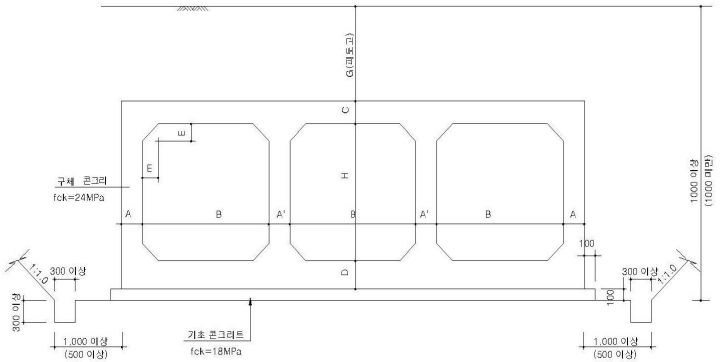
1련



2련



3련



(단위:mm)

BOX크기	B	H	G	A	C	D	E
1.5X1.5X1련	1,500	1,500	0.0~2.0	250	250	250	150
			2.0~4.0	250	250	250	150
			4.0~6.0	250	250	250	150
			6.0~8.0	250	250	250	150
2.0X2.0X1련	2,000	2,000	0.0~2.0	250	250	300	150
			2.0~4.0	250	250	300	150
			4.0~6.0	300	300	350	150
			6.0~8.0	300	300	350	150
2.5X2.5X1련	2,500	2,500	0.0~2.0	250	250	300	200
			2.0~4.0	250	250	300	200
			4.0~6.0	300	300	350	200
			6.0~8.0	350	350	400	200
3.0X3.0X1련	3,000	3,000	0.0~2.0	300	300	350	200
			2.0~4.0	300	300	350	200
			4.0~6.0	350	350	400	200
			6.0~8.0	400	400	450	200

(단위:mm)

BOX크기	B	H	G	A	A'	C	D	E
1.5X1.5X2련	1,500	1,500	0.0~2.0	250	250	250	250	150
			2.0~4.0	250	250	250	250	150
			4.0~6.0	250	250	250	250	150
			6.0~8.0	250	250	250	250	150
2.0X2.0X2련	2,000	2,000	0.0~2.0	250	250	250	300	150
			2.0~4.0	250	250	250	300	150
			4.0~6.0	300	250	300	350	150
			6.0~8.0	300	250	300	350	150
2.5X2.5X2련	2,500	2,500	0.0~2.0	300	300	300	350	200
			2.0~4.0	300	300	300	350	200
			4.0~6.0	350	300	350	400	200
			6.0~8.0	400	300	400	450	200
3.0X3.0X2련	3,000	3,000	0.0~2.0	350	300	350	400	200
			2.0~4.0	350	300	350	400	200
			4.0~6.0	400	300	400	450	200
			6.0~8.0	450	300	450	500	200

(단위:mm)

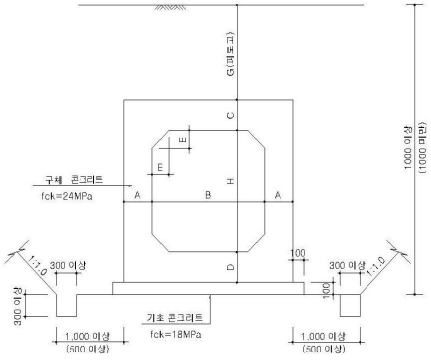
BOX크기	B	H	G	A	A'	C	D	E
1.5X1.5X3련	1,500	1,500	0.0~2.0	250	250	250	250	150
			2.0~4.0	250	250	250	250	150
			4.0~6.0	250	250	250	250	150
			6.0~8.0	250	250	250	250	150
2.0X2.0X3련	2,000	2,000	0.0~2.0	250	250	250	300	150
			2.0~4.0	250	250	250	300	150
			4.0~6.0	300	250	300	350	150
			6.0~8.0	300	250	300	350	150
2.5X2.5X3련	2,500	2,500	0.0~2.0	300	300	300	350	200
			2.0~4.0	300	300	300	350	200
			4.0~6.0	350	300	350	400	200
			6.0~8.0	400	300	400	450	200
3.0X3.0X3련	3,000	3,000	0.0~2.0	350	300	350	400	200
			2.0~4.0	350	300	350	400	200
			4.0~6.0	400	300	400	450	200
			6.0~8.0	450	300	450	500	200

NOTE

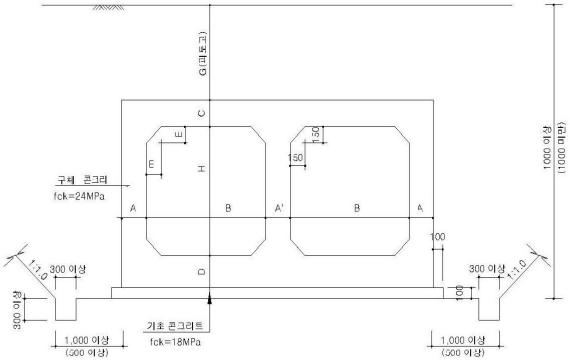
- 구조계산에 의하여 단면치수는 변경 될 수 있음.
- 거푸집을 설치하는 배수구조물에서는 작업공간을 1.0m로 한다.

배수문 몸체 일반도(2)

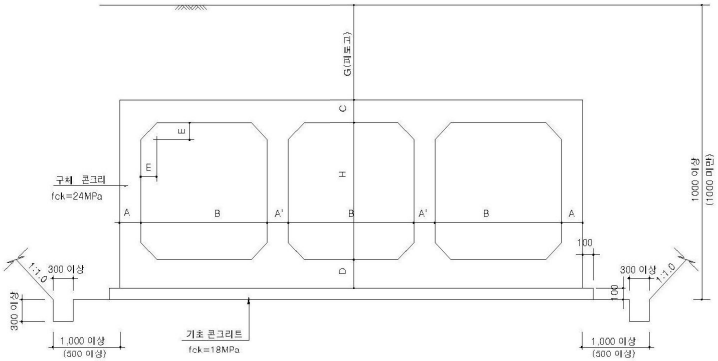
1련



2련



3련



(단위:mm)

BOX크기	B	H	G	A	C	D	E
2.0X1.00X1련	2,000	1,000	0.0~2.0 M	250	250	300	150
			2.0~4.0	250	250	300	150
			4.0~6.0	300	300	350	150
			6.0~8.0	300	300	350	150
2.5X2.0X1련	2,500	2,000	0.0~2.0 M	250	250	300	200
			2.0~4.0	250	250	300	200
			4.0~6.0	300	300	350	200
			6.0~8.0	350	350	400	200
3.0X2.0X1련	3,000	2,000	0.0~2.0 M	300	300	350	200
			2.0~4.0	300	300	350	200
			4.0~6.0	350	350	400	200
			6.0~8.0	400	400	450	200
3.0X2.5X1련	3,000	2,500	0.0~2.0 M	300	300	350	200
			2.0~4.0	300	300	350	200
			4.0~6.0	350	350	400	200
			6.0~8.0	400	400	450	200

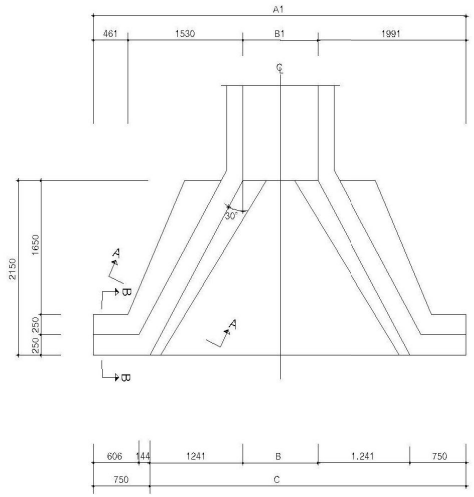
(단위:mm)

BOX크기	B	H	G	A	A'	C	D	E
2.5X2.0X2련	2,500	2,000	0.0~2.0 M	300	300	300	350	200
			2.0~4.0	300	300	300	350	200
			4.0~6.0	350	300	350	400	200
			6.0~8.0	400	300	400	450	200
3.0X2.0X2련	3,000	2,000	0.0~2.0 M	350	300	350	400	200
			2.0~4.0	350	300	350	400	200
			4.0~6.0	400	300	400	450	200
			6.0~8.0	450	300	450	500	200
3.0X2.5X2련	3,000	2,500	0.0~2.0 M	350	300	350	400	200
			2.0~4.0	350	300	350	400	200
			4.0~6.0	400	300	400	450	200
			6.0~8.0	450	300	450	500	200
3.0X2.5X3련	3,000	2,500	0.0~2.0 M	350	300	350	400	200
			2.0~4.0	350	300	350	400	200
			4.0~6.0	400	300	400	450	200
			6.0~8.0	450	300	450	500	200

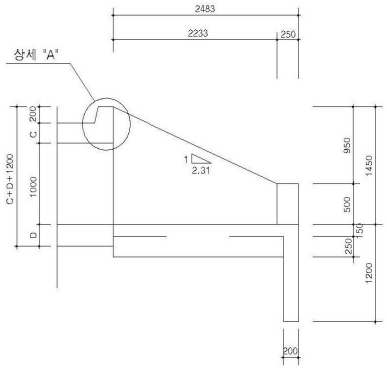
유입부 날개벽 표준도 (B X 1.0)

SCALE=NONE

평 면 도



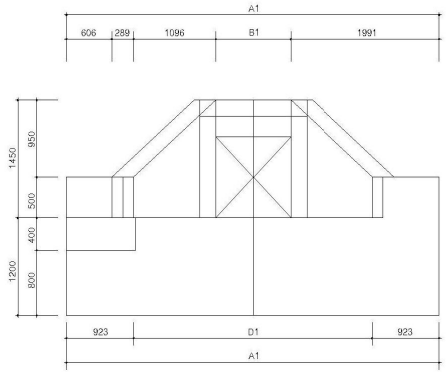
측 면 도



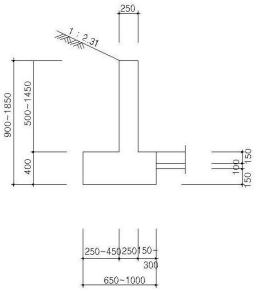
(단위:mm)

규 격	연수	A1	B1	C1	D1
1.5 X 1.0	1	5482	1500	4732	3636
2.0 X 1.0	1	5982	2000	5232	4136

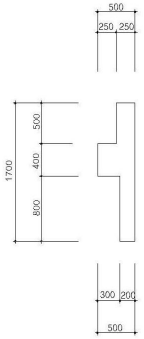
정 면 도



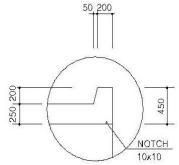
단 면 A-A



단 면 B-B



상 세 " A "



소 요 지 내 력

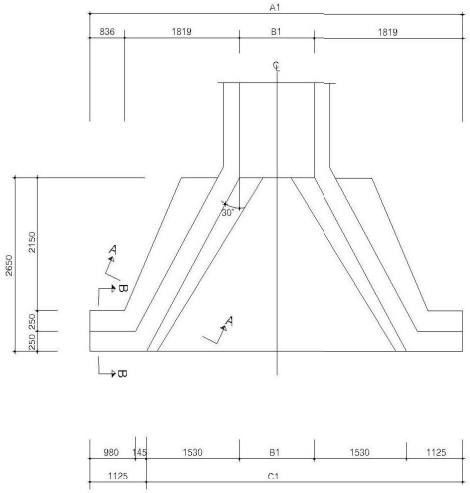
	단 위	난 개 박	비닥보호공
소 요 지 내 력	T/M²	8.0	5.0

주: 난개박과 비닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

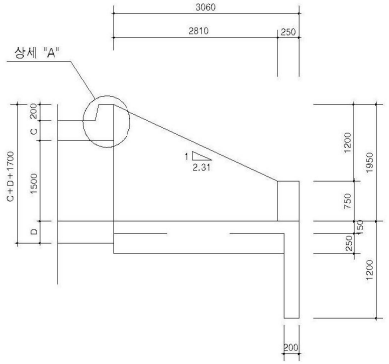
유입부 날개벽 표준도 (B X 1.5)

SCALE=NONE

평 면 도



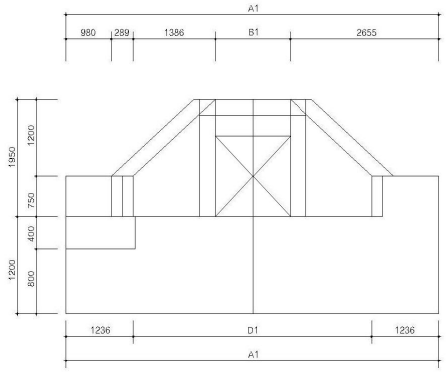
측 면 도



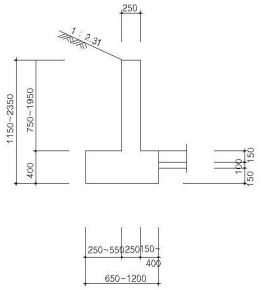
(단위:mm)

규 격	연수	A1	B1	C1	D1
1.5 X 1.5	1	6810	1500	5685	4338
2.0 X 1.5	1	7310	2000	6185	4838
2.5 X 1.5	1	7810	2500	6685	5338
1.5 X 1.5	2	8560	3250	7435	6088
2.0 X 1.5	2	9560	4250	8435	7088
2.5 X 1.5	2	10610	5300	9485	8138
1.5 X 1.5	3	10310	5000	9185	7838

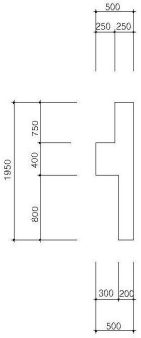
정 면 도



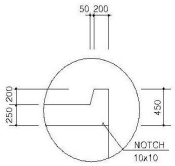
단 면 A-A



단 면 B-B



상 세 " A "



소 요 지 내 력

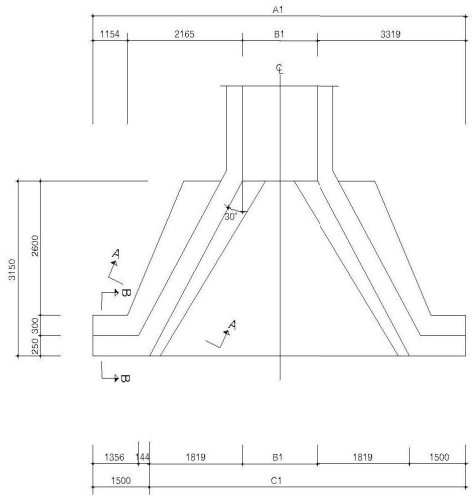
	단 위	날 개 벽	바닥보호공
소 요 지 내 력	T/M²	8.0	5.0

주: 날개벽과 바닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

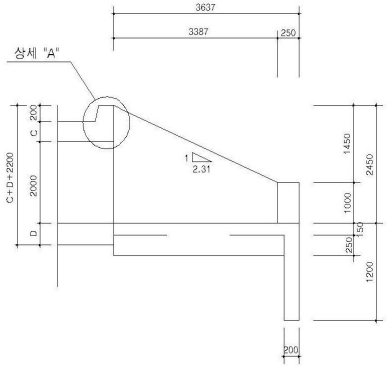
유입부 날개벽 표준도 (B X 2.0)

SCALE=NONE

평 면 도



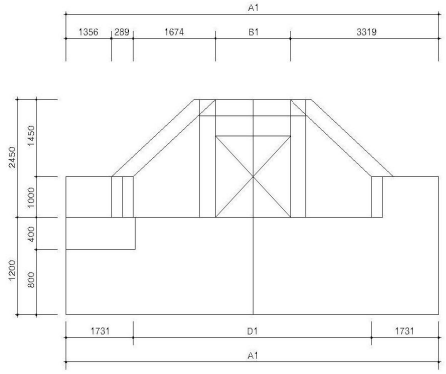
측 면 도



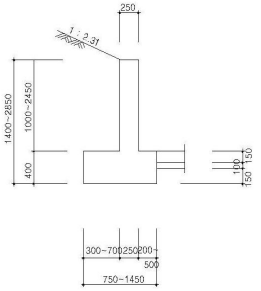
(단위:mm)

규 격	연수	A1	B1	C1	D1
1.5 X 2.0	1	8138	1500	6638	4676
2.0 X 2.0	1	8638	2000	7138	5176
2.5 X 2.0	1	9138	2500	7638	5676
3.0 X 2.0	1	9638	3000	8138	6176
2.0 X 2.0	2	10888	4250	9388	7426
2.5 X 2.0	2	11938	5300	10438	8476
3.0 X 2.0	2	12938	6300	11438	9476
2.0 X 2.0	3	13138	6500	11638	9676

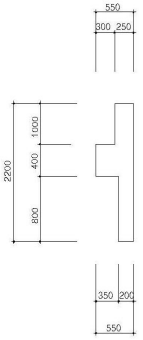
정 면 도



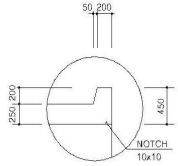
단 면 A-A



단 면 B-B



상 세 " A "



소 요 지 내 력

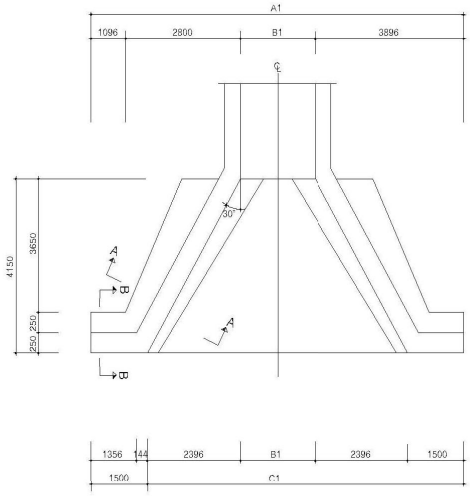
	단 위	난 개 벽	바닥보호공
소 요 지 내 력	T/M^2	8.0	5.0

주: 난개벽과 바닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

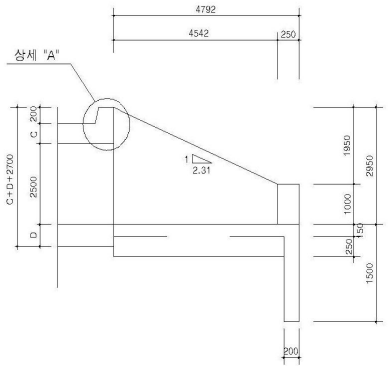
유입부 날개벽 표준도 (B X 2.5)

SCALE=NONE

평 면 도



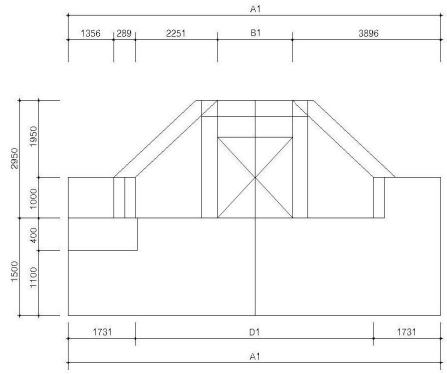
측 면 도



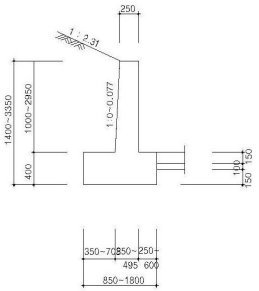
(단위:mm)

규 격	연수	A1	B1	C1	D1
2.0 X 2.5	1	9794	2000	8294	6332
2.5 X 2.5	1	10294	2500	8794	6832
3.0 X 2.5	1	10794	3000	9294	7332
2.0 X 2.5	2	12044	4250	10544	8582
2.5 X 2.5	2	13044	5250	11544	9582
3.0 X 2.5	2	14094	6300	12594	10632
2.5 X 2.5	3	15894	8100	14394	12432
3.0 X 2.5	3	17494	9700	15994	14032

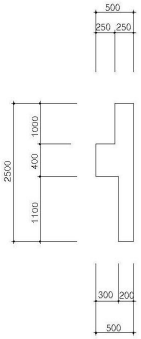
정 면 도



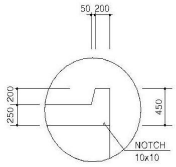
단 면 A-A



단 면 B-B



상 세 " A "



소 요 지 내 력

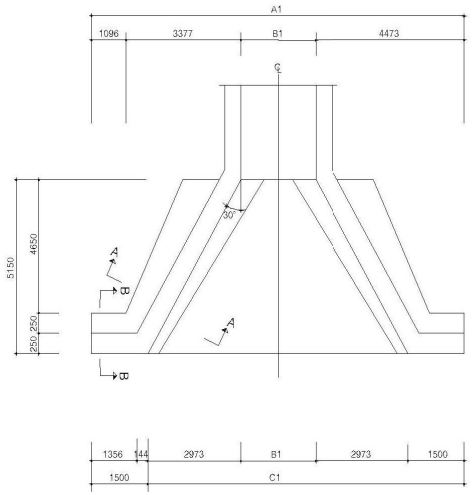
	단 위	날 개 벽	비닥보호공
소 요 지 내 력	T/M^2	8.0	5.0

주: 날개벽과 비닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

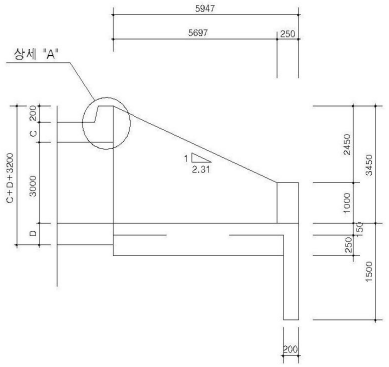
유입부 날개벽 표준도 (B X 3.0)

SCALE=NONE

평 면 도



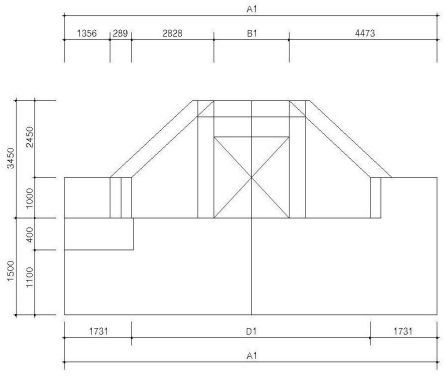
측 면 도



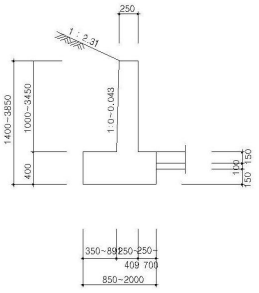
(단위:mm)

규 격	연수	A1	B1	C1	D1
2.5 X 3.0	1	11446	2500	9946	7984
3.0 X 3.0	1	11946	3000	10446	8484
3.0 X 3.0	2	15296	6350	13796	11834
3.0 X 3.0	3	18646	9700	17146	15184

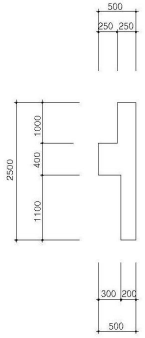
정 면 도



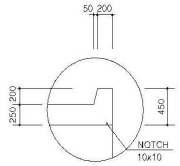
단 면 A-A



단 면 B-B



상 세 " A "



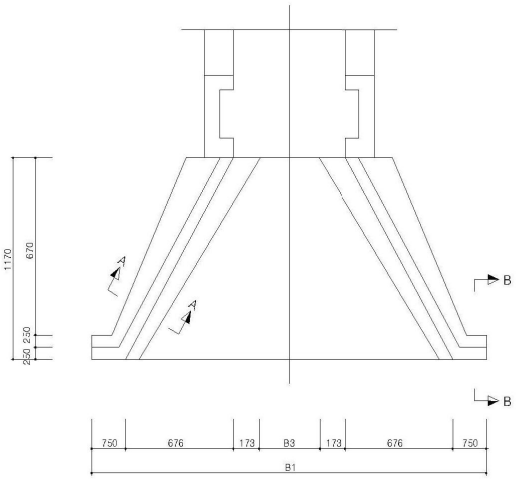
소 요 지 내 력

	단위	날개벽	바닥보호공
소 요 지 내 력	T/M^2	8.0	5.0

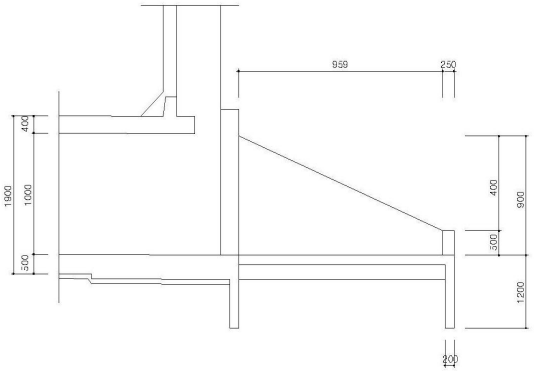
주: 날개벽과 바닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

유출부 날개벽 표준도 (B X 1.0)

평 면 도



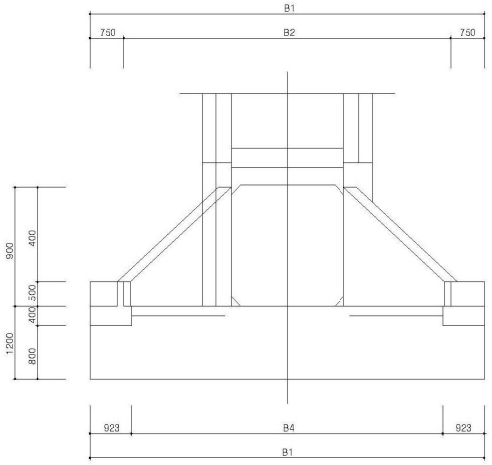
측 면 도



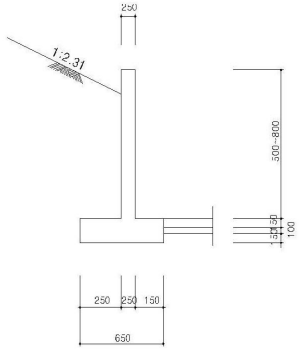
치 수 표

규 격	연수	B1	B2	B3	B4
1.5 X 1.0	1	4352	2852	1154	2506
2.0 X 1.0	1	4852	3352	1654	3006

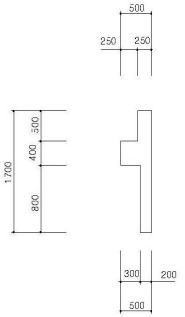
정 면 도



단면 A-A



단면 B-B



NOTE

- 적용되는 문비 종류에 따라 배수문부 암거단부 및 조작대, 문기둥 등을 설계하여야 한다.

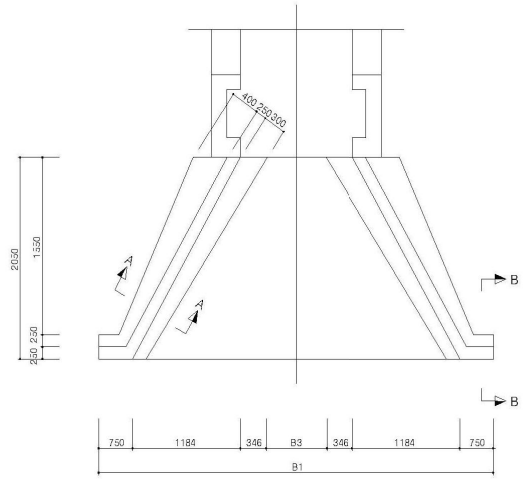
소 요 지 내 력

	단 위	날 개 벽	바닥보호공
소 요 지 내 력	T/m^2	12.0	5.0

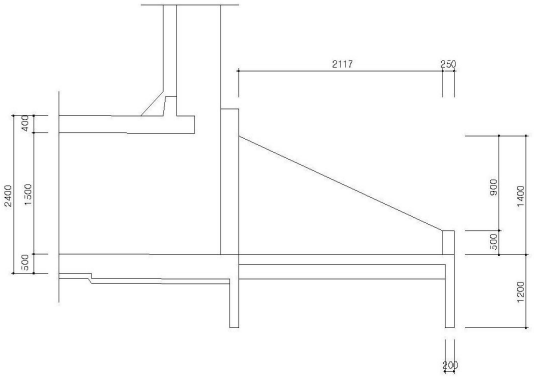
주, 날개벽과 바닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

유출부 날개벽 표준도 (B X 1.5)

평 면 도



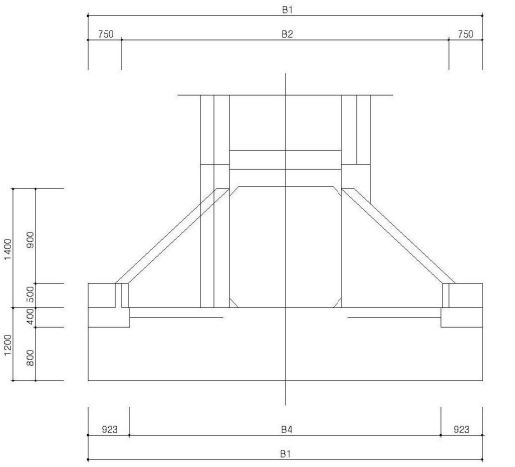
측 면 도



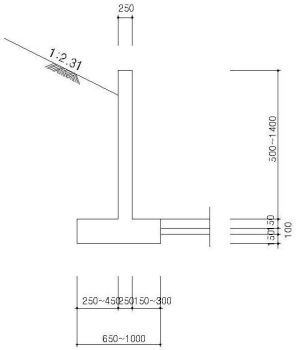
치 수 표

규 격	연수	B1	B2	B3	B4
1.5 X 1.5	1	5368	3868	808	3522
2.0 X 1.5	1	5868	4368	1308	4022
2.5 X 1.5	1	6368	4868	1808	4522
1.5 X 1.5	2	7668	6168	3108	5822
2.0 X 1.5	2	8668	7168	4108	6822
2.5 X 1.5	2	9668	8168	5108	7822
1.5 X 1.5	3	9968	8468	5408	8122

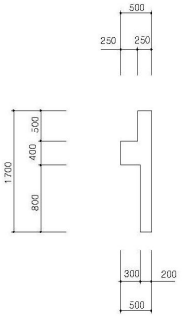
정 면 도



단 면 A-A



단 면 B-B



NOTE

- 적용되는 문비 종류에 따라 배수문부 암거단부 및 조작대, 문기둥 등을 설계하여야 한다.

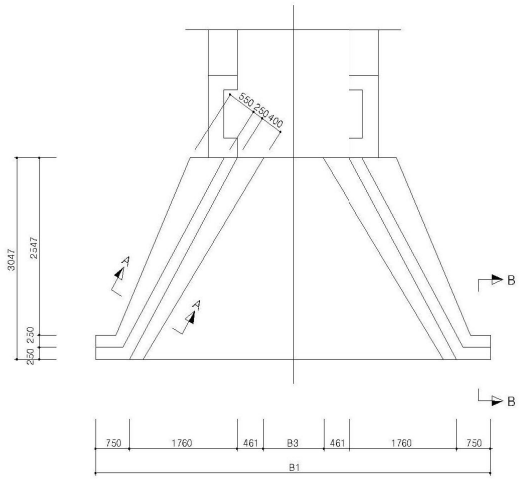
소 요 지 내 력

	단 위	날 개 벽	바닥보호공
소 요 지 내 력	T/m^2	12.0	5.0

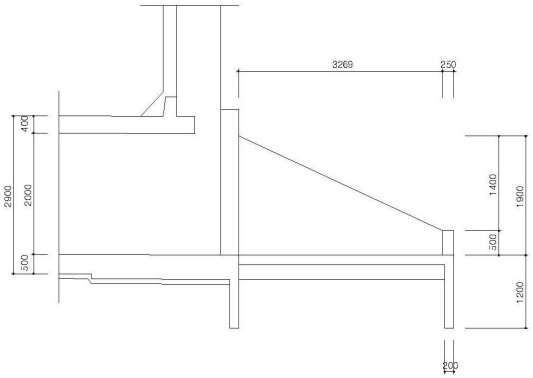
주. 날개벽과 바닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

유출부 날개벽 표준도 (B X 2.0)

평 면 도



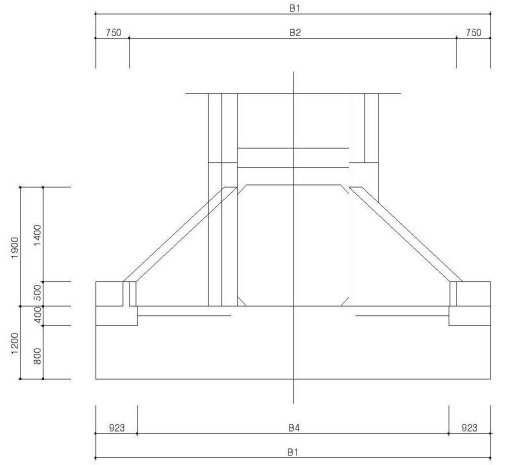
측 면 도



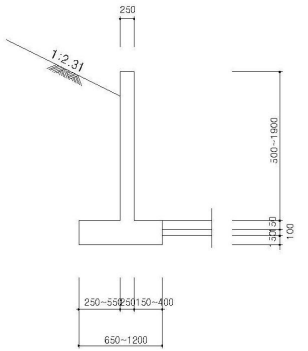
치 수 표

규 격	연수	B1	B2	B3	B4
1.5 X 2.0	1	6520	5020	578	4674
2.0 X 2.0	1	7020	5520	1078	5174
2.5 X 2.0	1	7520	6020	1578	5674
3.0 X 2.0	1	8020	6520	2078	6174
2.0 X 2.0	2	9820	8320	3878	7974
2.5 X 2.0	2	10820	9320	4878	8974
3.0 X 2.0	2	11820	10320	5878	9974
2.0 X 2.0	3	12620	11120	6678	10774

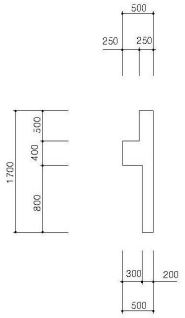
정 면 도



단 면 A-A



단 면 B-B



NOTE

- 적용되는 문비 종류에 따라 배수문부 입기단부 및 조작대, 분기둥 등을 설계하여야 한다.

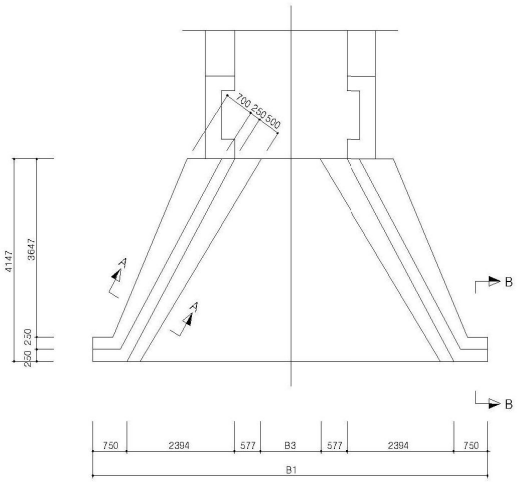
소 요 지 내 력

	단 위	날 개 벽	바닥보호공
소 요 지 내 력	T/m ^{2}	12.0	5.0

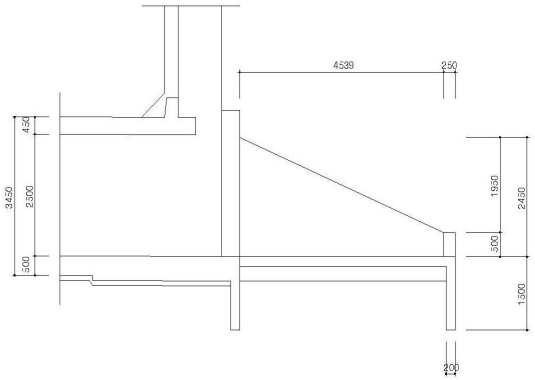
주. 날개벽과 바닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

유출부 날개벽 표준도 (B X 2.5)

평 면 도



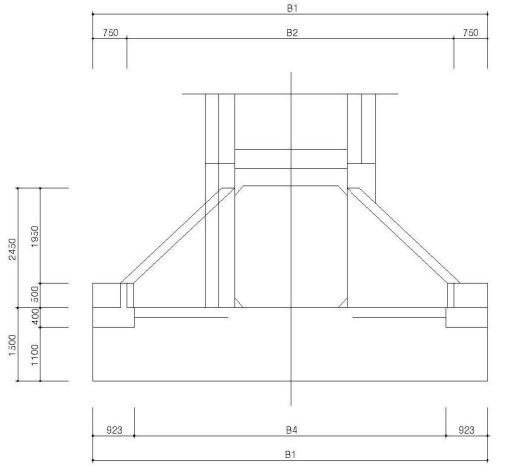
측 면 도



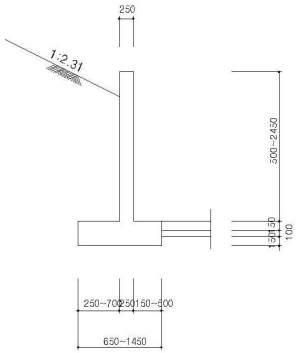
치 수 표

규 격	연수	B1	B2	B3	B4
2.0 X 2.5	1	8288	6788	846	6442
2.5 X 2.5	1	8788	7288	1346	6942
3.0 X 2.5	1	9288	7788	1846	7442
2.0 X 2.5	2	11088	9588	3646	9242
2.5 X 2.5	2	12088	10588	4646	10242
3.0 X 2.5	2	13088	11588	5646	11242
2.5 X 2.5	3	15388	13888	7946	13542
3.0 X 2.5	3	16888	15388	9446	15042

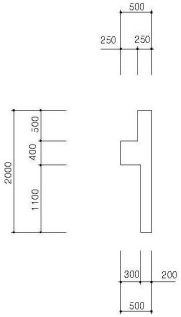
정 면 도



단 면 A-A



단 면 B-B



NOTE

- 적용되는 문비 종류에 따라 배수문부 암거단부 및 조작대, 문기둥 등을 설계하여야 한다.

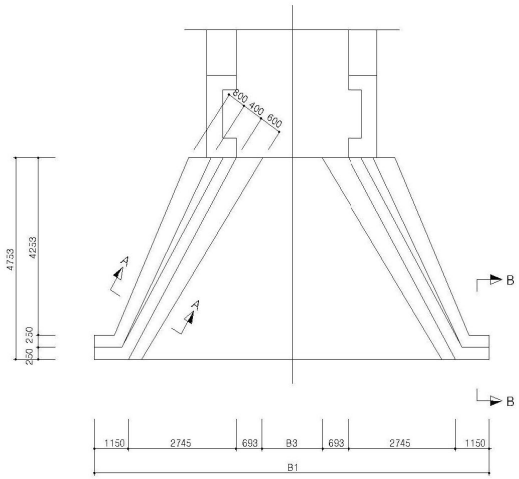
소 요 지 내 력

	단 위	날 개 벽	바닥보호공
소 요 지 내 력	T/m²	12.0	5.0

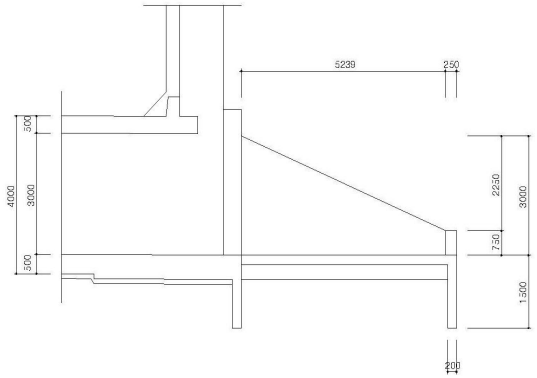
주. 날개벽과 바닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

유출부 날개벽 표준도 (B X 3.0)

평 면 도



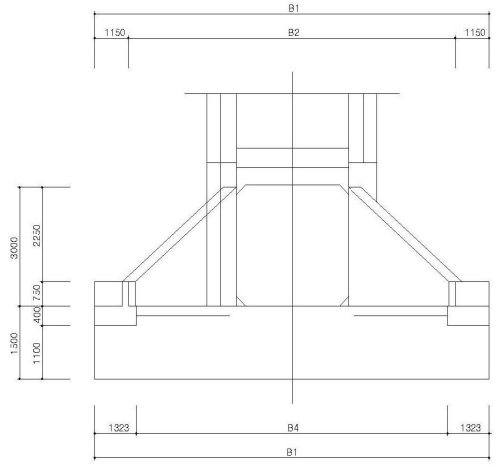
측 면 도



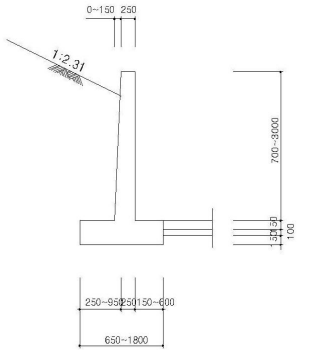
치 수 표

규 격	연수	B1	B2	B3	B4
2.5 X 3.0	1	10290	7990	1114	7644
3.0 X 3.0	1	10790	8490	1614	8144
3.0 X 3.0	2	14590	12290	5414	11944
3.0 X 3.0	3	18390	16090	9214	15744

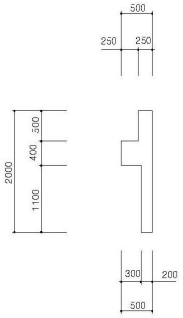
정 면 도



단 면 A-A



단 면 B-B



NOTE

- 적용되는 문비 종류에 따라 배수문부 암거단부 및 조작대, 문기둥 등을 설계하여야 한다.

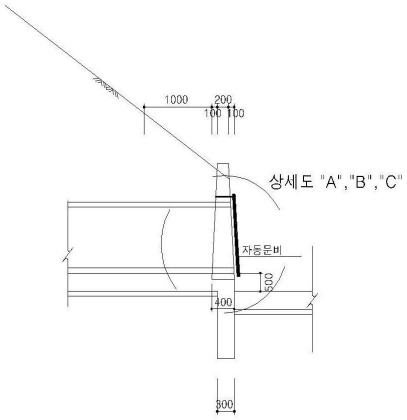
소 요 지 내 력

	단 위	날 개 벽	바닥보호공
소 요 지 내 력	T/m ^{2}	12.0	5.0

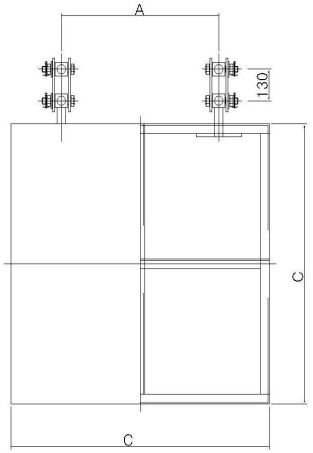
주. 날개벽과 바닥보호공은 상기의 소요지내력을 확보하여 침하되지 않도록 하여야한다.

자동문비 (사각) 일반도

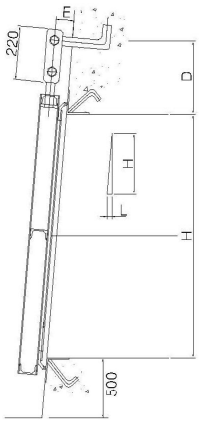
유출구 단면도



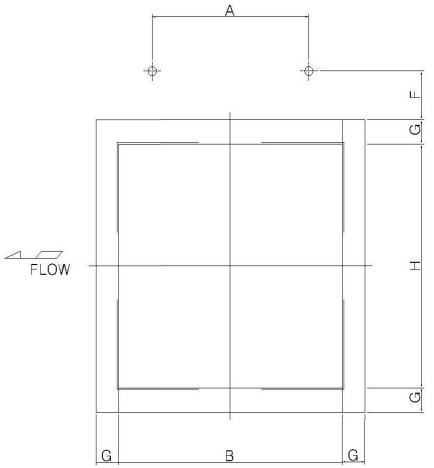
상세도 "A"



상세도 "B"



상세도 "C"



치 수 표

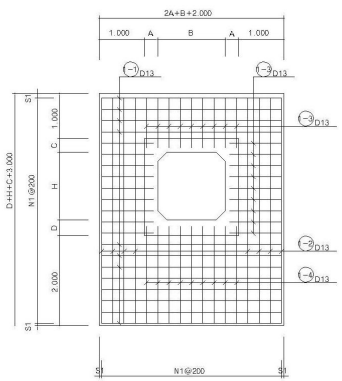
(단위:mm)

구분	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L
1.0X1.0	700	1000	575X2=1150	300	80	200	100	1000	88	100
1.5X1.5	1000	1500	425X4=1700	325	135	175	150	1500	132	100

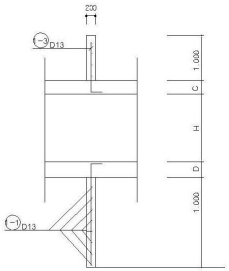
NOTE
- 2.0X2.0이상의 자동문비는 수압 및 자체 자중무게에 의해 제내지 배수가 불량하므로 새로운 공법이 없는한 설치를 지양하는 것을 원칙으로 함.

배수관 및 배수문 차수벽 철근배근도

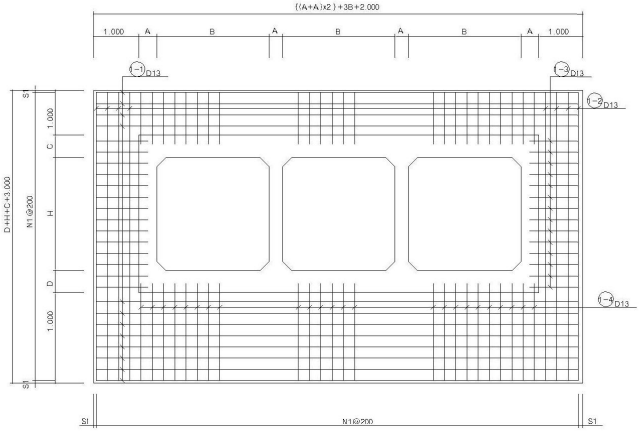
배수문 1련 차수벽



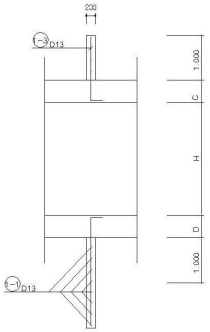
단 면 도



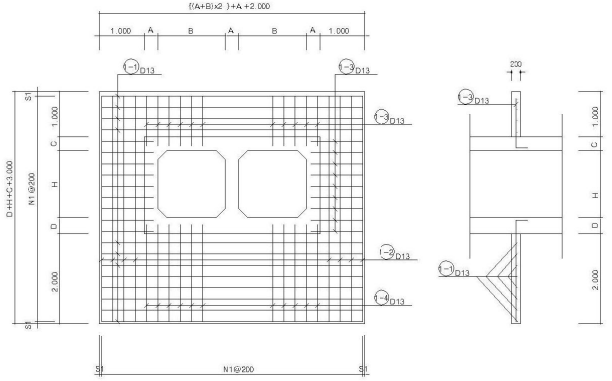
배수문 3련 차수벽



단 면 도



배수문 2련 차수벽



배수문 1련 차수벽 치수표

BOX 규격	G	N1	N1	S1	S1	a	b	c	d	비 고
1.0x1.0@1	0.0~4.0	17	17	50	50	3.400	4.400	22	7	
1.5x1.5@1	0.0~4.0	19	19	100	100	3.800	4.900	30	10	
2.0x2.0@1	0.0~4.0	22	22	50	75	4.400	5.450	38	12	
	4.0~8.0	22	22	100	125	4.400	5.500	39	13	
2.5x2.5@1	0.0~4.0	24	24	100	125	4.800	5.950	45	15	
	4.0~6.0	25	25	50	75	5.000	6.050	47	15	
	6.0~8.0	25	25	100	125	5.000	6.150	48	16	
3.0x3.0@1	0.0~4.0	27	27	100	125	5.400	6.550	54	18	
	4.0~6.0	28	28	50	75	5.600	6.050	56	18	
	6.0~8.0	28	28	100	125	5.600	6.750	57	19	
2.0x1.0@1	0.0~4.0	22	17	50	75	4.400	4.450	33	12	
	4.0~8.0	22	17	100	125	4.400	4.550	34	13	
2.5x2.0@1	0.0~4.0	24	22	100	75	4.800	5.450	38	15	
	4.0~6.0	25	22	50	125	5.000	5.550	39	15	
	6.0~8.0	25	23	100	75	5.000	5.650	41	16	
3.0x2.0@1	0.0~4.0	27	22	100	125	5.400	5.550	39	18	
	4.0~6.0	28	23	50	75	5.600	5.650	41	18	
	6.0~8.0	28	23	100	125	5.600	5.750	42	19	
3.0x2.5@1	0.0~4.0	27	25	100	75	5.400	6.050	47	18	
	4.0~6.0	28	25	50	125	5.600	6.150	48	18	
	6.0~8.0	27	26	100	75	5.600	6.250	50	19	

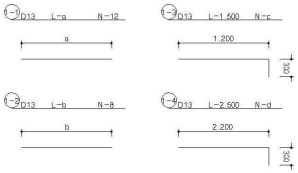
배수문 2련 차수벽 치수표

BOX 규격	G	N1	N1	S1	S1	a	b	c	d	비 고
1.5x1.5@2	0.0~8.0	28	19	75	100	3.800	4.900	38	18	
2.0x2.0@2	0.0~4.0	33	22	75	75	4.400	5.450	49	23	
	4.0~8.0	33	22	125	125	4.400	5.550	50	24	
2.5x2.5@2	0.0~4.0	39	25	50	75	5.000	5.950	59	29	
	4.0~6.0	39	25	100	125	5.000	6.050	61	30	
	6.0~8.0	40	26	50	75	5.200	6.150	63	30	
3.0x3.0@2	0.0~4.0	44	28	100	75	5.600	6.550	71	35	
	4.0~6.0	45	28	50	125	5.600	6.650	73	35	
	6.0~8.0	45	29	100	75	5.800	6.750	75	36	
2.5x2.0@2	0.0~4.0	39	22	50	125	4.800	5.550	56	29	
	4.0~6.0	39	23	100	75	4.800	5.650	57	30	
	6.0~8.0	40	23	50	125	8.000	5.750	59	30	
3.0x2.0@2	0.0~4.0	44	23	100	75	8.800	5.550	61	34	
	4.0~6.0	45	23	50	125	9.000	5.650	62	35	
	6.0~8.0	45	24	100	75	9.000	5.750	64	35	
3.0x2.5@2	0.0~4.0	44	25	100	125	8.800	6.150	67	35	
	4.0~6.0	45	26	50	75	9.000	6.250	69	35	
	6.0~8.0	45	26	100	125	9.000	6.350	70	36	

배수문 3련 차수벽 치수표

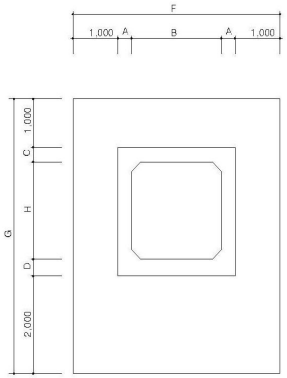
BOX 규격	G	N1	N1	S1	S1	a	b	c	d	비 고
1.5x1.5@3	0.0~8.0	37	19	50	100	3.800	4.900	40	20	
2.0x2.0@3	0.0~4.0	44	22	100	75	4.400	5.450	50	25	
	4.0~8.0	45	22	50	125	4.400	5.550	52	25	
2.5x2.5@3	0.0~4.0	53	25	50	75	5.000	5.950	61	31	
	4.0~6.0	53	25	100	125	5.000	6.050	63	31	
	6.0~8.0	54	26	50	75	5.200	6.150	64	32	
3.0x3.0@3	0.0~4.0	61	28	50	75	5.600	6.550	73	36	
	4.0~6.0	61	28	100	125	5.600	6.650	74	37	
	6.0~8.0	62	29	50	75	5.800	6.750	76	37	
3.0x2.5@3	0.0~4.0	61	25	50	125	12.200	6.150	69	36	
	4.0~6.0	61	26	100	75	12.200	6.250	70	37	
	6.0~8.0	62	26	50	125	12.400	6.350	72	37	

철 근 가 공 도

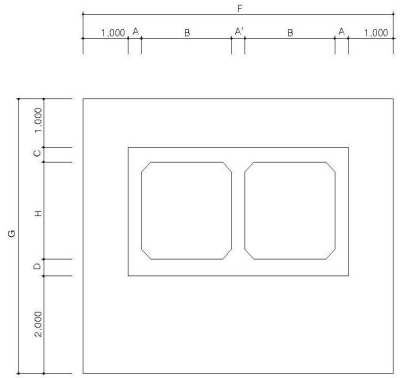


배수관 및 배수문차수벽 구조도

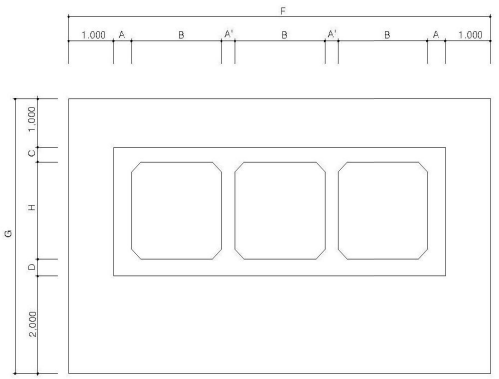
1련 통문 차수벽



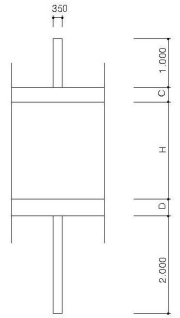
2련 통문 차수벽



3련 통문 차수벽



단 면 도(공통)



1련 통문 차수벽 치수표

규 격	피토고(M)	A	A'	B,H	C	D	F	G	비 고
1.0X1.0	0.0~2.0	250	-	1000	250	250	3500	3500	
	2.0~4.0	250	-	1000	250	250	3500	3500	
	4.0~6.0	250	-	1000	250	250	3500	3500	
	6.0~8.0	250	-	1000	250	250	3500	3500	
1.5X1.5	0.0~2.0	250	-	1500	250	250	4000	4000	
	2.0~4.0	250	-	1500	250	250	4000	4000	
	4.0~6.0	250	-	1500	250	250	4000	4000	
	6.0~8.0	250	-	1500	250	250	4000	4000	
2.0X2.0	0.0~2.0	250	-	2000	250	300	4500	4550	
	2.0~4.0	250	-	2000	250	300	4500	4550	
	4.0~6.0	300	-	2000	250	350	4600	4600	
	6.0~8.0	300	-	2000	250	350	4600	4600	
2.5X2.5	0.0~2.0	250	-	2500	250	300	5000	5050	
	2.0~4.0	250	-	2500	250	300	5000	5050	
	4.0~6.0	300	-	2500	300	350	5100	5150	
	6.0~8.0	350	-	2500	350	400	5200	5250	
3.0X3.0	0.0~2.0	300	-	3000	300	350	5600	5650	
	2.0~4.0	300	-	3000	300	350	5600	5650	
	4.0~6.0	350	-	3000	350	400	5700	5750	
	6.0~8.0	400	-	3000	400	450	5800	5850	

2련 통문 차수벽 치수표

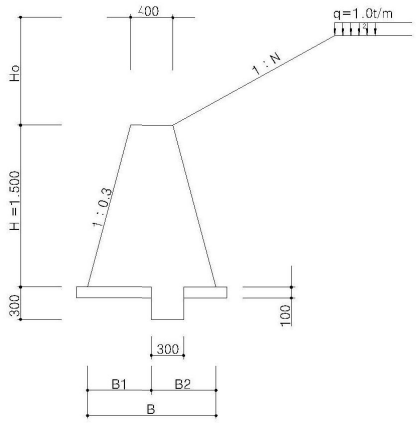
규 격	피토고(M)	A	A'	B,H	C	D	F	G	비 고
1.5X1.5	0.0~2.0	250	250	1500	250	250	5750	4000	
	2.0~4.0	250	250	1500	250	250	5750	4000	
	4.0~6.0	250	250	1500	250	250	5750	4000	
	6.0~8.0	250	250	1500	250	250	5750	4000	
2.0X2.0	0.0~2.0	250	250	2000	250	300	6750	4550	
	2.0~4.0	250	250	2000	250	300	6750	4550	
	4.0~6.0	300	250	2000	300	350	6850	4600	
	6.0~8.0	300	250	2000	300	350	6850	4600	
2.5X2.5	0.0~2.0	300	250	2500	250	300	7900	5050	
	2.0~4.0	300	250	2500	250	300	7900	5050	
	4.0~6.0	350	300	2500	300	350	8000	5150	
	6.0~8.0	400	350	2500	350	400	8100	5250	
3.0X3.0	0.0~2.0	350	300	3000	300	350	9000	5050	
	2.0~4.0	350	300	3000	300	350	9000	5050	
	4.0~6.0	400	350	3000	350	400	9100	5150	
	6.0~8.0	450	400	3000	400	450	9200	5250	

3련 통문 차수벽 치수표

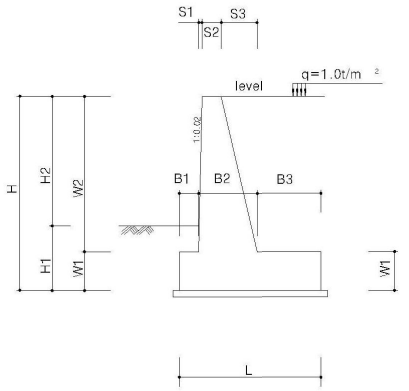
규 격	피토고(M)	A	A'	B,H	C	D	F	G	비 고
1.5X1.5	0.0~2.0	250	250	1500	250	250	7500	4000	
	2.0~4.0	250	250	1500	250	250	7500	4000	
	4.0~6.0	250	250	1500	250	250	7500	4000	
	6.0~8.0	250	250	1500	250	250	7500	4000	
2.0X2.0	0.0~2.0	250	250	2000	250	300	9000	4550	
	2.0~4.0	250	250	2000	250	300	9000	4550	
	4.0~6.0	300	250	2000	250	350	9100	4600	
	6.0~8.0	300	250	2000	250	350	9100	4600	
2.5X2.5	0.0~2.0	300	300	2500	250	300	10700	5050	
	2.0~4.0	300	300	2500	250	300	10700	5050	
	4.0~6.0	350	300	2500	300	350	10800	5150	
	6.0~8.0	400	300	2500	350	400	10900	5250	
3.0X3.0	0.0~2.0	350	300	3000	300	350	12300	5050	
	2.0~4.0	350	300	3000	300	350	12300	5050	
	4.0~6.0	400	300	3000	350	400	12400	5150	
	6.0~8.0	450	300	3000	400	450	12500	5250	

옹 벽 일 반 도(중력식 및 반중력식)

일 반 도(중 력 식)



일 반 도(반 중 력 식)



중력식 옹벽 치수표

(단위:m)

H	N	Ho/H	B	B1	B2	H	N	Ho/H	B	B1	B2
1.50m	1:1.8	0.5	1.20	0.60	0.60	3.00m	1:1.8	0.5	2.20	1.60	0.60
		1.0	1.40	0.80	0.60			1.0	2.60	1.60	1.00
		∞	1.40	0.80	0.60			∞	3.00	1.90	1.10
	1:1.5	0.5	1.20	0.60	0.60		1:1.5	0.5	2.00	1.40	0.60
		1.0	1.20	0.60	0.60			1.0	2.60	1.60	1.00
2.00m	1:1.8	0.5	1.60	1.00	0.60	3.50m	1:1.8	0.5	2.80	1.80	1.00
		1.0	1.80	1.20	0.60			1.0	3.00	1.90	1.10
		∞	1.80	1.20	0.60			∞	3.40	2.20	1.20
	1:1.5	0.5	1.40	0.80	0.60		1:1.5	0.5	2.40	1.50	0.90
		1.0	1.60	1.00	0.60			1.0	2.80	1.80	1.00
2.50m	1:1.8	0.5	2.00	1.40	0.60	4.00m	1:1.8	0.5	3.00	1.90	1.10
		1.0	2.20	1.60	0.60			1.0	3.40	2.20	1.20
		∞	2.40	1.50	0.60			∞	4.00	2.60	1.40
	1:1.5	0.5	1.80	1.20	0.60		1:1.5	0.5	2.80	1.80	1.00
		1.0	2.00	1.40	0.60			1.0	3.40	2.20	1.20

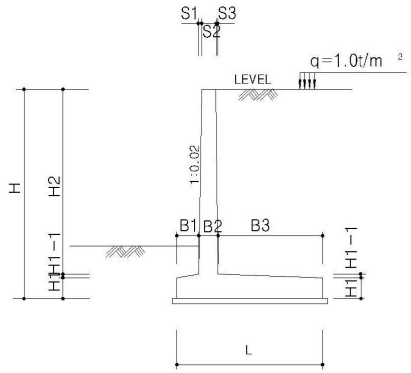
반중력식 옹벽 치수표

(단위:m)

H	H1	H2	W1	W2	S1	S2	S3	B1	B2	B3	L	비 고
1.50m	1.00	0.50	0.40	1.10	0.022	0.30	0.278	0.20	0.60	0.60	1.40	
2.00m	1.00	1.00	0.40	1.60	0.032	0.30	0.368	0.20	0.70	0.70	1.60	
2.50m	1.00	1.50	0.50	2.00	0.400	0.30	0.510	0.25	0.85	0.90	2.00	
3.00m	1.00	2.00	0.60	2.40	0.048	0.30	0.552	0.30	0.90	1.00	2.20	
3.50m	1.00	2.50	0.70	2.80	0.056	0.30	0.794	0.35	1.15	1.10	2.60	
4.00m	1.00	3.00	0.80	3.20	0.064	0.30	0.836	0.40	1.20	1.20	2.80	

옹 벽 일 반 도(역T형 및 L형)

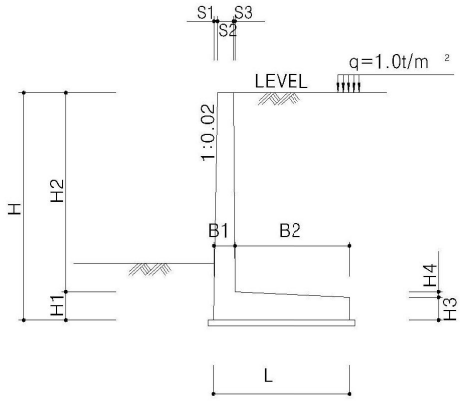
일 반 도 (역 T 형)



역T형중력식 옹벽 치수표 (단위:m)

H	H1	H1-1	H2	S1	S2	S3	B1	B2	B3	L
3.00m	0.40	0.00	2.60	0.052	0.30	0.048	0.35	0.40	1.65	2.40
3.50m	0.40	0.00	3.10	0.062	0.30	0.038	0.40	0.40	1.80	2.60
4.00m	0.40	0.00	3.60	0.072	0.30	0.028	0.45	0.40	2.15	3.00
4.50m	0.40	0.05	4.05	0.081	0.30	0.069	0.50	0.45	2.25	3.20
5.00m	0.40	0.10	4.50	0.090	0.30	0.110	0.60	0.50	2.50	3.60
5.50m	0.40	0.15	4.95	0.099	0.30	0.151	0.65	0.55	2.60	3.80
6.00m	0.40	0.20	5.40	0.108	0.30	0.192	0.70	0.60	2.90	4.20
6.50m	0.45	0.20	5.85	0.117	0.30	0.233	0.75	0.65	3.00	4.40
7.00m	0.50	0.20	6.30	0.126	0.30	0.274	0.80	0.70	3.30	4.80
7.50m	0.55	0.20	6.75	0.135	0.30	0.315	0.90	0.75	3.35	5.00
8.00m	0.60	0.20	7.40	0.144	0.30	0.356	0.95	0.80	3.65	5.40

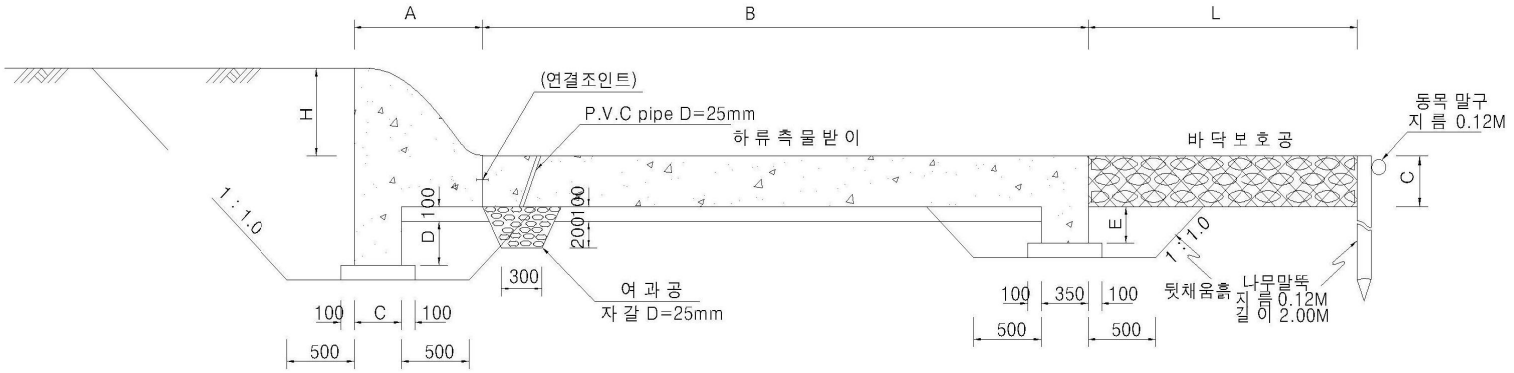
일 반 도 (L 형)



L 형 옹 벽 치 수 표 (단위:m)

H	H1	H2	H3	H4	S1	S2	S3	B1	B2	L
3.00m	0.40	2.60	0.40	0.00	0.052	0.30	0.048	0.40	1.80	2.20
3.50m	0.40	3.10	0.40	0.00	0.062	0.30	0.038	0.40	2.00	2.40
4.00m	0.50	3.50	0.40	0.10	0.07	0.30	0.07	0.40	2.20	3.00
4.50m	0.50	4.00	0.40	0.10	0.08	0.30	0.07	0.45	2.55	3.00
5.00m	0.55	4.55	0.40	0.15	0.089	0.111	0.03	0.50	2.70	3.20
5.50m	0.65	4.85	0.45	0.20	0.097	0.30	0.153	0.55	3.05	3.60
6.00m	0.70	5.30	0.50	0.20	0.106	0.30	0.194	0.60	3.20	3.80
6.50m	0.75	6.50	0.55	0.20	0.115	0.30	0.235	0.65	3.55	4.20
7.00m	0.80	6.20	0.60	0.20	0.124	0.30	0.276	0.70	3.70	4.40
7.50m	0.80	6.70	0.60	0.20	0.134	0.30	0.316	0.75	4.05	4.80
8.00m	0.80	7.20	0.60	0.20	0.144	0.30	0.356	0.80	4.60	5.40

낙 차 공 예 시 도



치 수 표

(단위 : mm)

H(m)	A	B	C	D	E	L
0.4	732	3500	350	300	200	–
0.6	950	4500	350	300	250	2000
0.8	1345	5000	350	500	300	2000
1.0	1505	5500	350	500	350	2000
1.2	1665	6000	350	600	400	2000
1.4	2061	6500	350	700	500	3000
1.6	2221	7000	400	800	550	3000
1.8	2616	7500	400	900	600	5000
2.0	2776	8000	500	1000	650	5500

NOTE

– 하류측 물받이 길이(m)

$B = 0.6 \times C \times \sqrt{H}$

여기서 C_1 : 블라이 (Bligh)공식

H : 하류측 물받이 상판에서 보마루까지의 높이(m)

– 하류측 물받이 두께(m)

$$C = \frac{4 \times (\triangle h - h)}{3 \times (r-1)}$$

여기서 r : 물받는 자료의 비중

$\triangle h$: 상하류의 수위차 (m)

h_1 : 손실수두(m)

– 바닥 보호공의 깊이(m)

$L = 0.66 \times c \times f \times (H \times c)^{\frac{1}{2}} \times B$

여기서 c : 블라이 (Bligh)공식

f : 안전률(가동보=1.5, 고정보=1.0)

q : 단위폭당유량(m^2/sec/m)

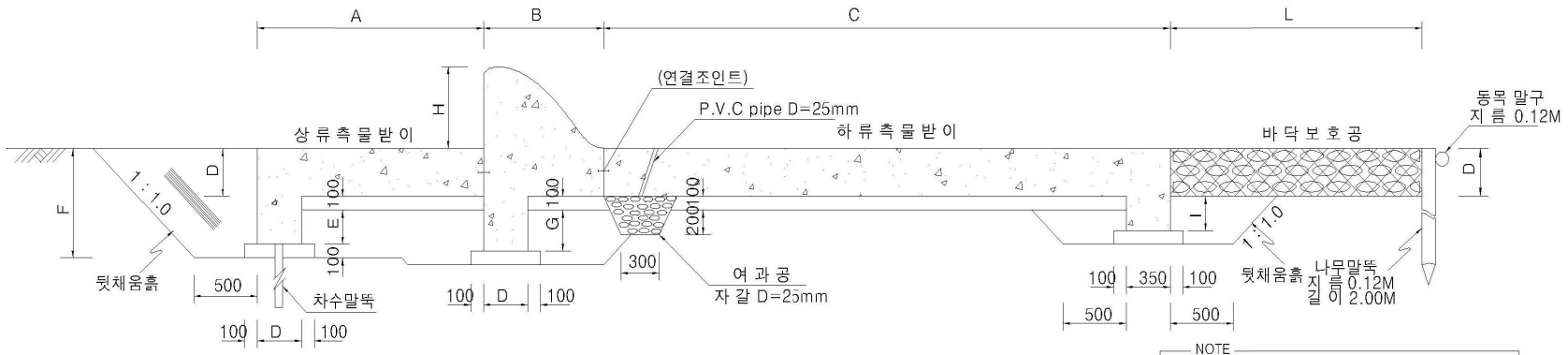
B : 하류측 물받이 길이(m)

주) – 하류측물받이에 배수Pipe를 1.5x1.5 간격으로 엇갈리게 설치하여야 설치.

– 단면결정은 현장 여건에 따라 다소 변경 될 수 있음.

– 물받이길이는 계산에 의하여 변경 될 수 있음.

취 수 보 예 시 도



치 수 표

(단위:mm)

H(m)	A	B	C	D	E	F	G	I	L
0.4	1400	732	3500	350	200	750	300	200	–
0.6	1800	950	4500	350	250	800	300	250	2000
0.8	2000	1345	5000	350	300	850	500	300	2000
1.0	2200	1505	5500	350	400	950	500	350	2000
1.2	2400	1665	6000	350	450	1000	600	400	2000
1.4	2600	2061	6500	350	600	1150	700	500	3000
1.6	2800	2221	7000	400	650	1250	800	550	3000
1.8	3000	2616	7500	400	700	1300	900	600	5000
2.0	3200	2776	8000	500	800	1500	1000	650	5500

NOTE

-상류측 물받이 길이(m)

*보상류에 소용돌이가 일어나 상판의 세굴위험이 있는경우 또는 가동보와 병설될경우 수문의 개폐에 의해 횡류가 일어날 위험이 있는경우등을 위하여 설치한다.

* 일반적으로 상류측물받이의 길이는 3 ~5m 정도이며 두께는 하류측 물받이 뚜께의 1/2 ~ 1/3 정도로 설치한다.

-하류측 물받이 길이(m)

$C = 0.6xC_1x\sqrt{H}$

여기서 C_1 : 블라이 (Bligh)공식

H : 하류측 물받이 상판에서 보마루까지의 높이(m)

-하류측 물받이 두께(m)

$$D = \frac{4x(\triangle h - h_1)}{3x(r-1)}$$

여기서 r : 물받는 재료의 비중

$\triangle h$: 상하류의 수위차 (m)

h_1 : 손실수두(m)

-바닥 보호공의 깊이(m)

$L = 0.66xcxfx(Hxq)^{1/2}xC$

여기서 c : 블라이 (Bligh)공식

f : 안전률(가동보=1.5, 고정보=1.0)

q : 단위폭당유량(m^2/sec/m)

C : 하류측 물받이 길이(m)

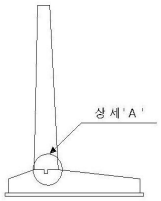
주) - 하류측물받이에 배수Pipe를 1.5x1.5 간격으로 엇갈리게 설치하여야 설치.

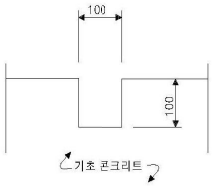
- 물받이길이는 계산에 의하여 변경 될 수 있음.

이 음 일 반 도 (옹벽)

시 공 이 음

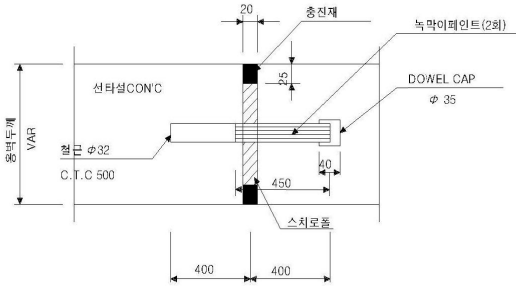
상 세 " A "





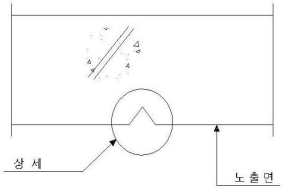
NOTE
- 기초 콘크리트와 벽체콘크리트 분리시공시 시공이음을 두어 시공

신 축 이 음

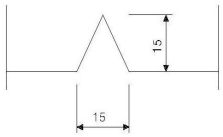


NOTE
- 중력식 옹벽, 반중력식 옹벽: 10m 이하 간격으로 설치
- 역T형, L형: 18m 이하 간격으로 설치
- 철근: 반드시 잘라야 함.

수 축 줄 눈

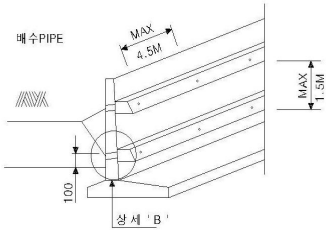


상 세

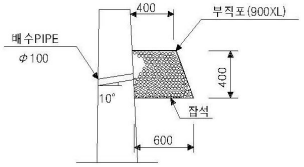


NOTE
- 중력식옹벽, 반중력식옹벽 : 5m 이하간격
- 역T형, L형: 6m이하간격
- 철근: 잘라서는 안됨.

배 수 공 및 배 수 재



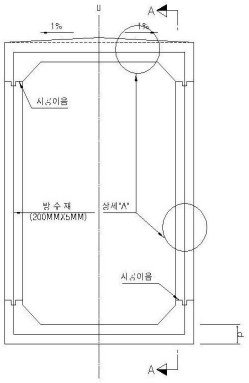
상 세 " B "



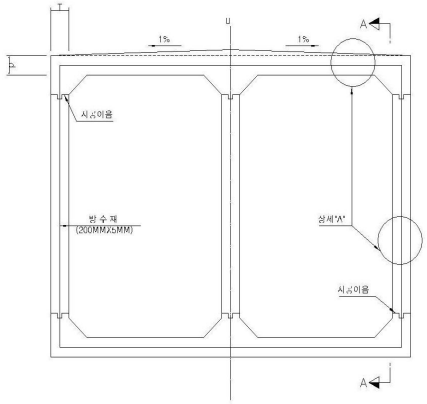
NOTE
- 배수관(Φ100mm)을 옹벽 수직간격 1.5m, 수평간격 4.5m로 설치
- 배수관은 구배10도로 경사지게 설치
- 배수재(잡석)를 옹벽 수평방향으로 설치하며 부직포로 피복

암거 시공이음 및 신축이음 상세도

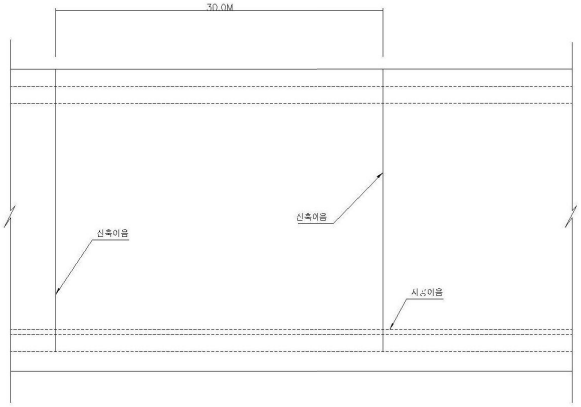
1련 암거



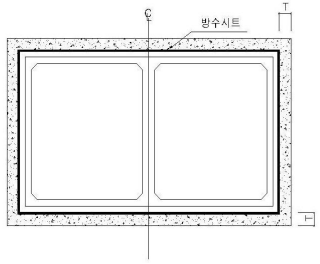
2련 암거



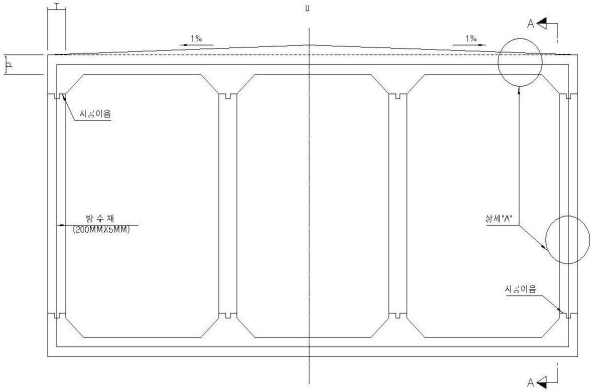
단 면 A-A



Surrounding 보강 방안

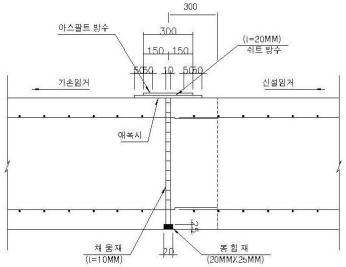


3련 암거

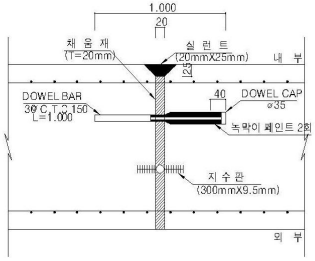


기존암거와 신설암거 연결상세도

상 세 "A"

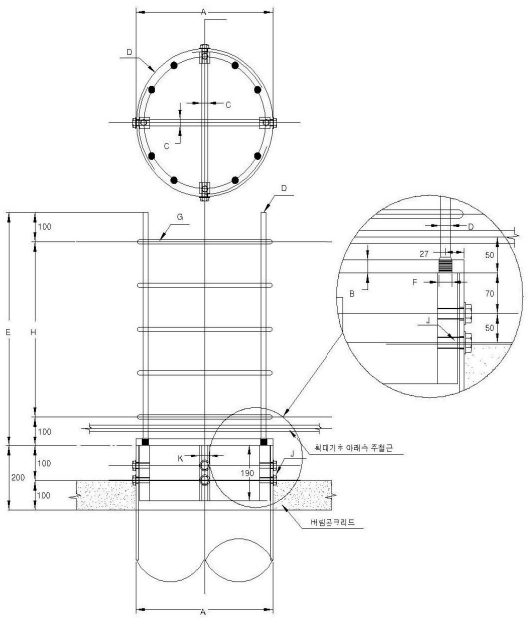


신 축 이 음

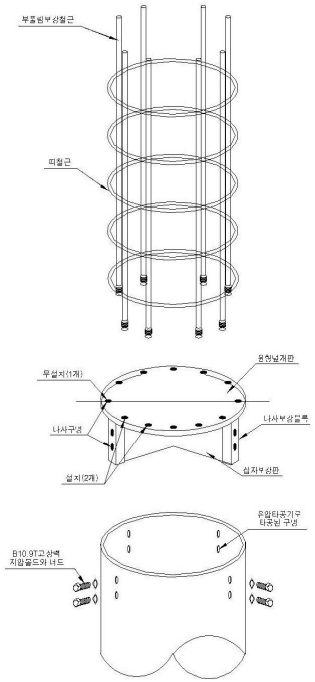


강관말뚝 머리 및 선단보강 상세도

강관말뚝머리보강 상세도



부풀림보강철근배치도



NOTE

강관말뚝 볼트식 머리보강 시공 순서

1. 확대기초 저면에서 20cm를 터파기하고 난 이후에 강관파일을 항타한다.
2. 확대기초 저면에서 20cm를 남겨두고 자동절단기로 강관말뚝을 절단한다.
3. 타공위치를 표시하거나 유도기를 이용하여 타공위치 표시점을 표시한다.
4. 유압타공기를 타공하기전에 볼트구멍을 가로 및 세로방향에 최대한 일치 시켜야 한다.
5. 정으로 강관말뚝 머리 측면부분에 8개타공위치를 표시한다.
6. 표시된 타공위치에 유압타공기로 8개 볼트구멍을 타공한다.
7. 기성제품인 볼트식 강관말뚝 머리보강 덮개판을 강관말뚝 내부에 삽입한다.
8. 십자보강판의 나사구멍과 강관말뚝 머리부분에 타공된 구멍과 일치시켜 고장력볼트를 조여서 토크렌치 게이지로 풀림으로 20kg이상의 하중을 받아야 한다.
9. 확대기초 저면에서 10cm정도의 버림콘크리트를 타설한다.
10. 확대기초 하부철근을 조립한다.
11. 부풀림보강철근을 원형덮개판 나사구멍에 대칭으로 체결한다.(부풀림보강철근배치도 참조)
12. 부풀림보강철근을 덮개판에 조립했을때 흔들림이 없어야 한다.
13. 확대기초 잔여 철근조립 및 콘크리트를 타설한다.
14. 자동절단기는 최고의 품질을 유지하여야 하기 때문에 한현장에서 교대 및 교각의 파일항타와 파일절단의 동시작업을 금한다. (자동절단기 레일의 흔들림때문에)
15. 강관말뚝과 덮개판의 허용유격은 2mm 이상을 넘지않아야 하고 이상틈새가 발생하면 반드시 용접을 하여야 한다.

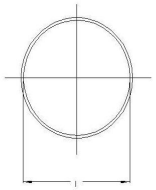
주의사항)

1. 철근 : SD30A
2. 말뚝의 수직반력이 75T(120T)이상인 경우는 수직지압응력에 대한 별도검토 요.
3. 말뚝의 수평반력이 24T(30T)이상인 경우는 수직지압응력에 대한 별도검토 요.
4. 말뚝상단 콘크리트의 필요두께(R=축직)

D = 406.4MM	D = 508.0MM
R = 40T : 40CM	R = 60T : 50CM
R = 50T : 48CM	R = 70T : 55CM
R = 60T : 54CM	R = 80T : 60CM
R = 70T : 60CM	R = 90T : 65CM
R = 80T : 64CM	R = 100T : 70CM

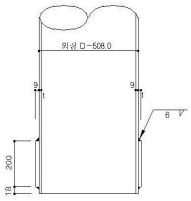
5. 덮개판의 총 12개 나사구멍에 부풀림보강철근을 2개씩 설치하고 1개의 구멍을 띄우는 방법으로 총 18개의 보강철근을 대칭으로 설치한다.
6. 확대기초 저면에서 20CM 터파기를 필히 한 후에 강관파일을 항타한다.
7. 정착철근의 길이가 말뚝상단의 콘크리트 두께보다 긴 경우에는 정착철근을 구부려서 확대기초콘크리트에 정착한다.

띠철근상세도



구분 / 종별 TYPE	A 강관경	B 엔형덮개판	C 십자보장판	D 부풀림철근	E 부풀림철근 길이	F 부풀림철근 나사	G 띠철근	H 띠철근 간격,수량	I 띠철근 직경	J 고장력볼트	K 나사보강볼록
D406.4	406	22MM	22MM	D19	650	M24-3P	D13	150-4EA	352	M16-40L	32 * 32
D508.0	508	22MM	25MM	D19	800	M24-3P	D13	150-5EA	454	M20-40L	38 * 38

단 부

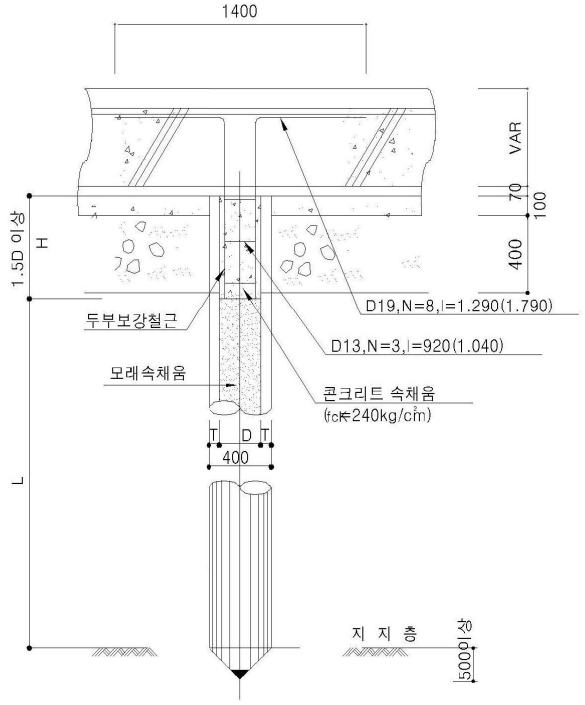


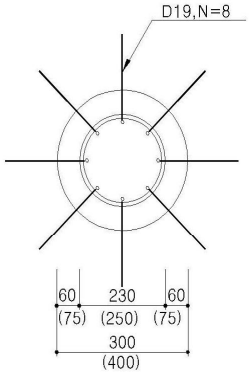
(개 소 당)

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
강 판	T=9MM	KG	29.270	+ 10%
용 접	6MM	M	9.349	
절 단	T=9MM	개	4.921	

P.C 및 P.H.C Pile 두 부 상 세 도

S = NONE

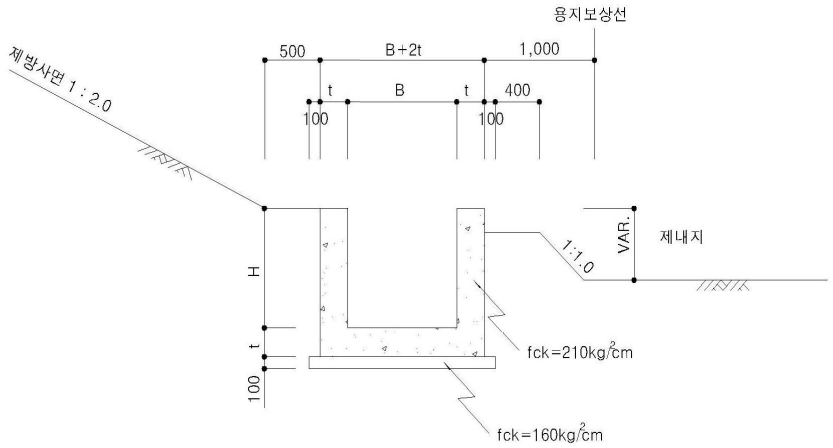




치 수 표

직 경	d	T	H	콘크리트 (m³)	모 래 (m³)	철 근		
						D19	D13	계
350	230	60	525	0.022	0.0415L	23.22K	2.75K	24.45K
400	250	75	600	0.029	0.049L	32.22K	9.31K	41.53K

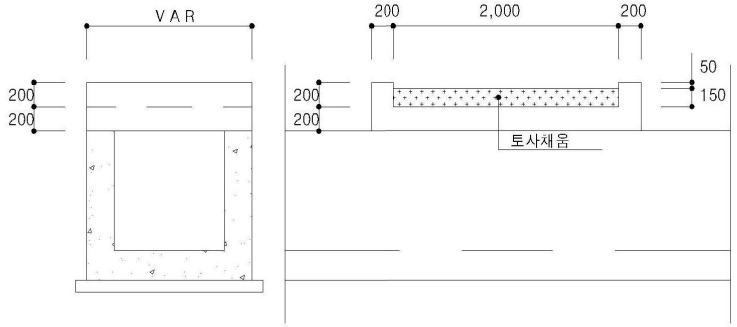
뒷비탈끝 수로 일반도



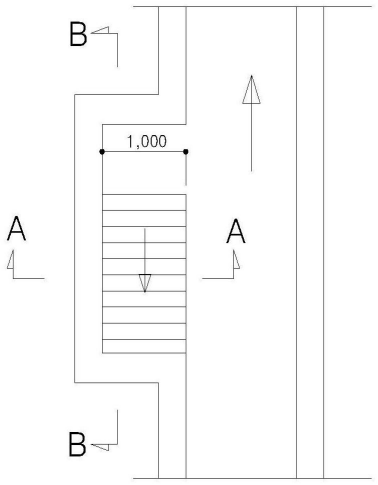
NOTE
H <1.0m 일경우 t = 150mm
H >1.0m > 2.0m 일경우 t = 300mm
H > 2.0m 일경우는 구조계산후 적용

수로의 생태통로

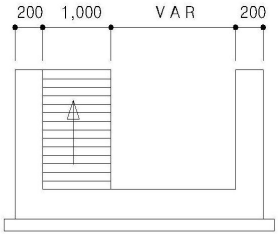
상부 생태통로



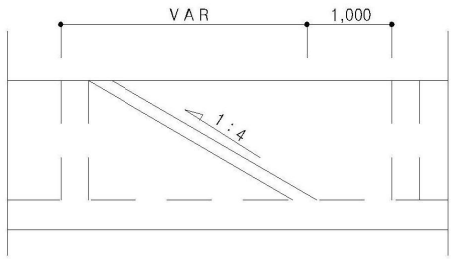
하부 생태통로



단면 A – A

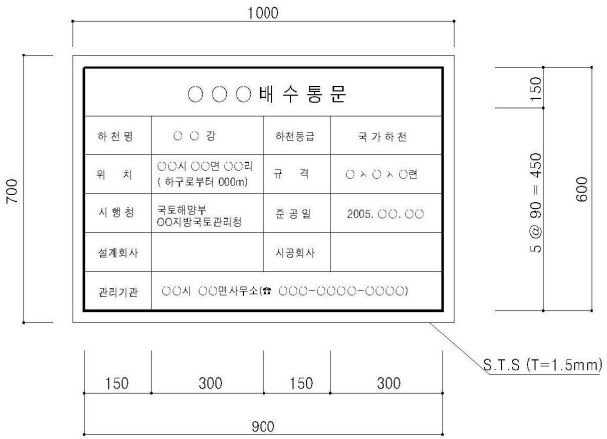


단면 B – B

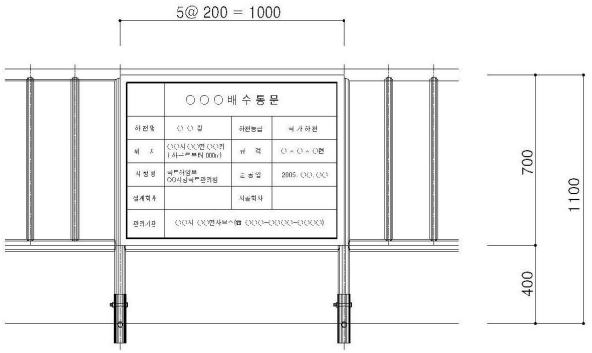


배수통문 안내 표지판 상세도

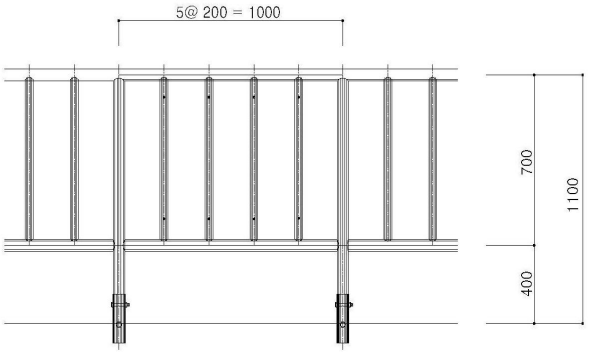
안내 표지판 상세도
S=NONE



정 면 도
S=NONE



배 면 도
S=NONE



주) 표지판과 난간의 부착이 견고하게 4면의 둘레를 ST'S 용접한다.

제 5 장
차 수 공

5.1 설계기준

5.2 수량산출 기준

5.3 차수공 표준도

5.1 설 계 기 준

5.1 설계 기준

5.1.1 일반사항

1) 적용범위

본 장은 제방 및 구조물 설계 수행시 제방 및 기초지반을 통한 누수방지를 위해 합리적이고 경제적인 시설물 설계를 도모하기 위한 것으로 하천시설물의 차수공 설계에 적용한다.

본 장에 규정하지 않은 사항은 아래의 시방서 혹은 지침에 따른다.

가) 하천설계기준(2009, 한국수자원학회)

나) 하천공사 표준시방서(2007, 한국수자원학회)

다) 기타 국토교통부에서 제정한 각종시방서

2) 용어설명

- 사운딩 : 지반에 시험기구를 삽입, 회전, 인발하면서 그 저항치를 측정하여 지반의 특성을 조사하는 원위치 지반조사 방법을 통칭한다.
- 슬라임(Slime) : 시추, 현장타설말뚝, 심층혼합처리공, 지중연속벽 등을 시공하기 위한 지반 굴착시 생기는 미세한 굴착 찌꺼기
- 안내벽 : 지하연속벽 시공시 굴착 작업전에 굴착구 양측에 설치하는 콘크리트 가설벽으로 굴착 입구 지반의 붕괴를 방지하고 굴착 기계와 철근망 삽입의 정확한 위치 유도를 목적으로 설치한다.
- 안정액(Slurry) : 액성한계보다 훨씬 많은 수분을 함유한 현탁액으로서, 지반굴착시에 공벽 붕괴방지를 목적으로 사용하며, 주로 소듐 몬모릴로나이트(Sodium montmorillonite)를 사용한다.
- 오거보링 : 오거를 이용하여 지반을 시추하는 것을 말하며, 주로 토사지반의 시추에 사용된다.

5.1.2 누수의 원인 및 특성

제방의 누수는 외수위가 상승하여 제체 또는 지반을 통해 제내측으로 침투수가 유출하는 현상을 말하고 제체를 침투해오는 제체누수와 지반을 침투해 오는 지반 누수가 있다. 제체 누수는 일반적으로 제방 비탈끝 부근에서 침투수가 유출하는 것을 말하며 이것은 하천의 외

수위가 상승하여 제체내로 유수가 침투하여 발생하는 것이다. 즉 침윤선이 제내지 비탈면에 도달하면 누수가 시작되고 그 양이 많으면 파이핑 현상에 의해 붕괴위험을 내포하게 된다. 따라서 다음과 같은 곳에서 누수가 발생되어 제방을 손상시킬 수 있으니 주의하여야 한다.

가) 두더지, 들쥐 등의 천공동물이 서식하거나 발생하기 쉬운 쓰레기 버림터

나) 제내지 지반이 하상 보다 낮고 습한 곳

다) 제방의 원지반이 투수층인 곳

라) 연결 호안의 접속불량으로 세굴된 곳

마) 둑자리가 구하상(旧河床) 또는 파괴장소였던 곳

바) 통문, 통관 등 제방횡단시설이 가까이 있는 곳

사) 제체가 다른 곳보다 단면이 작은 곳

아) 제체 토질이 불균일하고 불량한 곳

자) 저수로가 제방에 접근해 있는 곳

차) 매립된 흙막이 널판, 거푸집 등이 썩어서 공극이 발생한 곳

카) 제체가 건조 또는 지진 등에 의해 균열이 있는 곳

타) 차수벽 또는 누수 널말뚝이 부족한 곳

파) 토질조사가 불충분하여 지반 누수대책이 적절하지 못한 곳

하) 기초 잡석, 기타 시공상의 잘못 등에 의한 곳

갸) 되메우기 토사의 불량 및 다짐이 불충분하여 투수성이 큰 경우

5.1.3 차수공 설계 절차

홍수시 제내측 수두차에 의해 침투수가 제외측으로부터 제방 단면을 통하여 제내지 사면을 통하여 침투가 발생하면 파이핑(Piping)현상에 의해 제체의 파괴가 발생할 가능성이 높다. 특히 제체나 제체하의 지반이 투수성이 큰 모래질 지반일 경우 Piping 가능성이 높아 이에 대한 면밀한 검토 및 대책이 필요하며 차수공 설계 절차는 다음과 같다.

1) 기본조사

차수공 설치시 공법의 채택 여부 판단, 채택 후 설계 계획 검토, 시공 및 시공관리기준, 환경보존대책 검토, 시공효과 확인 등을 위해 다음과 같은 기본조사가 필요하다.

가) 기초 자료조사

■ 자료조사 : 1/50,000～1/5,000 지형도, 하천정비기본계획 관련자료, 제방개수공사 이력

■ 답　　사 : 과거 누수발생여부, 지역주민에게 문의하여 누수 장소 및 누수상황 파악, 누수지역의 지형 및 지질상태 파악

나) 토질조사

■ 시추조사 : 토질주상도, 표준관입시험, 간극수압측정, 현장투수시험(양수시험, 수위저하시험, 투수시험, 주수시험), 지하수위측정, 자갈층 및 호박돌층 입경 파악

■ 실내시험 : 물리시험(비중, 함수비, 밀도, 간극비, 입도, Consisteny), 역학시험(일축압축시험, 삼축압축시험), 화학시험(PH)

다) 환경조사

공공용수역, 지하수, 우물, 농작물, 식생 및 어폐류 서식 상황

라) 주변조사 및 지하매설물

■ 인접구조물현황 : 차수공과의 이격거리, 노후정도, 기초형식, 건물규모, 지하실유무, 누수여부, 건물사용현황 등

■ 매설물상황 : 상수도관, 송유관, 통신케이블, 지하철, 한전케이블, 도시가스, 등에 대해 관련 기관에 비치된 자료 입수하고, 현장 확인 및 각 기관 연락처도 조사,

■ 기타 : 작업공간, 교통량 등

2) 주요 사항검토

가) 지형지질에 맞는 차수공법 선정과 그 공법의 문제점, 시공성, 환경성, 경제성 분석

나) 정확한 토질정수 추정을 위한 시험자료 검토

다) 인접구조물의 특징과 노후도, 지하매설물 위치파악으로 굴착에 따른 영향검토

라) 시공시 소음, 진동, 분진발생, 장비투입에 따른 민원발생 검토

마) 지하수위가 높은 곳에서는 계절적 지하수위 검토

바) 설계모델선정(유한요소법 등)에 의한 Program 결정

사) 시공조건 검토 : 공사현장에 자재 및 장비투입과 주변 이해 당사자들에게 문제점과 대책을 이해시킴.

3) 차수공 설계

가) 계획된 제방단면에 대하여 최대 홍수위에 대한 홍수지체시간을 고려하여 제체내에 형성되는 침윤선을 추정한다.

나) 동수경사를 파악하여 제방의 침투에 대한 안정 여부를 검토한다.

다) 지속강우로 인한 계획홍수위와 평수위를 설정하여 홍수시 제체내 비정상침투에 의한 제내지측 사면의 안정성과 홍수위 변화에 따른 제외지측 사면 안정성을 검토한다.

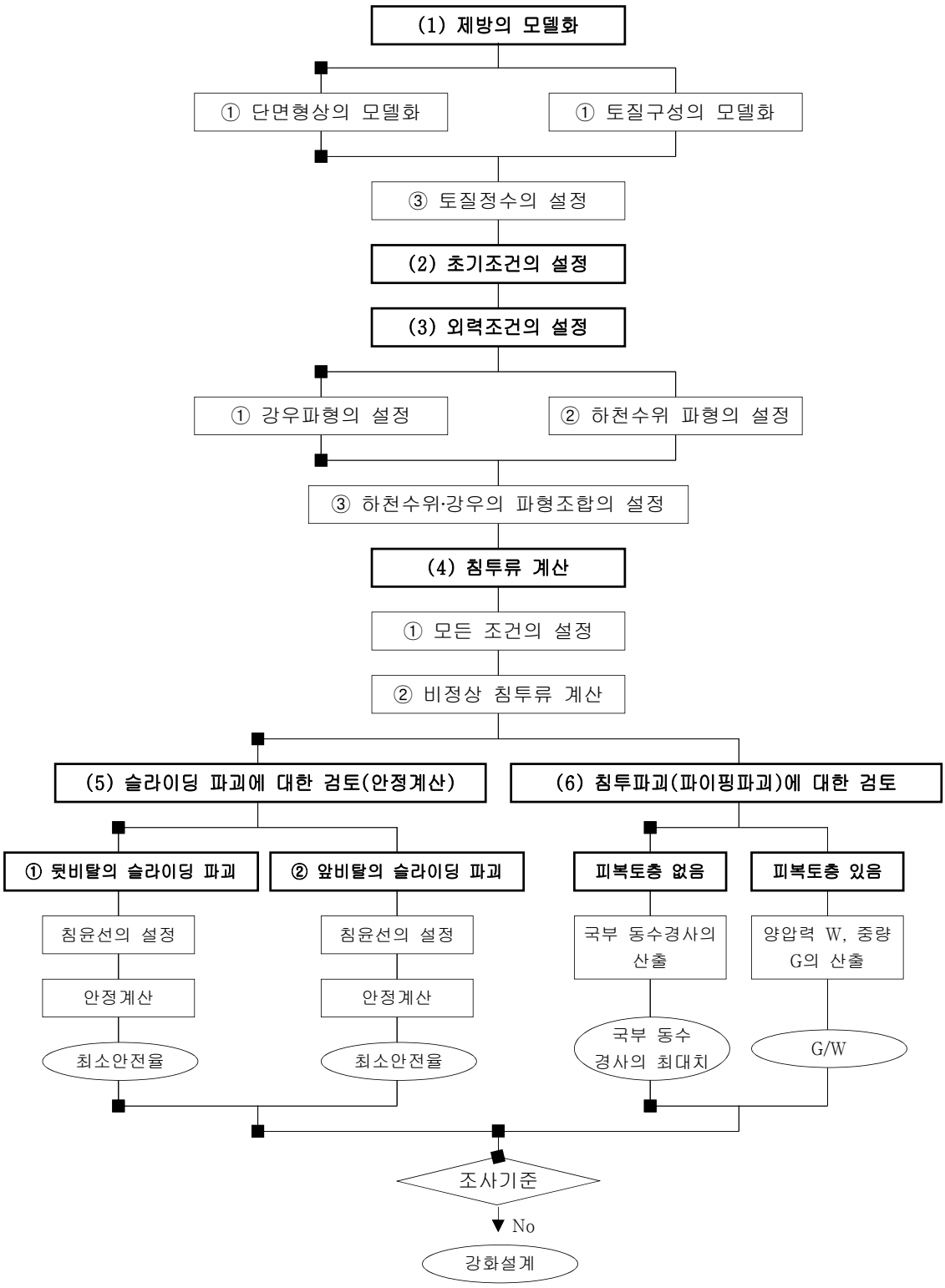
라) 제방단면에 대한 침투해석을 실시하여 제체와 원지반에 형성되는 유선과 등수두선을 분석한 후 각 위치의 수두를 파악하고 이때 최대동수경사 구간에 대한 파이핑 검토를 실시한다.

4) 공법선정

상기 결과를 토대로 안전성, 시공성, 환경성, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 적절한 대책공법을 선정

5) 공법에 따른 세부설계

합리적인 설계 수행



<그림 5.1-1> 침투에 대한 설계 절차

5.1.4 제체 및 기초지반 조사

1) 일반사항

토질조사는 제체 및 기초지반의 토질구성에 대하여 공학적 성질, 종단적인 토질구성과 토질정수를 파악하는 것이다.

2) 제방 종단방향의 토질조사

가) 제방종단 방향의 토질조사는 설계대상구간 전체 제체 및 기초지반의 종단적인 토질특성을 파악하는 것으로 신설제방의 경우는 기초지반과 제방성토 재료파악을 위해 토취장 재료조사가 필요하고, 기존 제방보강의 경우는 기초지반 및 제체와 토취장 조사가 수반되어야 한다.

나) 제방현황조사는 지형 및 지질특성, 과거 제방성토이력, 제방의 파괴이력, 과거의 시추조사 등에 의한 토질조사결과를 확인하여 조사지점을 선정한다.

다) 시추조사 지점은 침투성이 큰 토질 구간, 제방폭이 좁은 구간, 과거 침투에 의한 파괴이력이 있는 구간 등 침투에 대해 상대적으로 취약한 곳을 중심으로 우선 선정한다.

라) 시추조사는 제방의 계획선을 따라 200m 간격으로 1개소씩 실시한다. 시추조사의 깊이는 지표면에서 계획제방고까지의 높이(H)의 3배(3H) 이상을 표준으로 최소 10m 이상의 깊이까지 함을 원칙으로 하며, 동일제방에서는 최소 1개소는 풍화암까지 확인을 하여야 한다. 다만, 풍화암 이상의 지지층이 나타날 경우에는 시추조사를 종료하여도 무방하다. 시추조사에서는 지층구성을 확인하고 표준관입시험에 의한 N값을 구하며 채취한 시료는 토질판별을 위하여 실내시험을 실시한다.

마) 투수층으로 의심되는 지층은 계획노선을 따라 100m 간격으로 횡단방향 2개소에 대하여 실시하며, 깊이는 불투수층까지를 기준으로 한다.

바) 구조물이 설치되는 곳은 구조물 길이방향으로 30m 간격으로 조사하되, 구조물길이가 50m 이하는 최소 2개소, 50m 이상은 최소 3개소 을 실시하여야 하며 조사 깊이는 인접제방의 계획제방고를 기준으로 ‘라)’ 항에 따른다.

사) 조사내용은 기초지반의 토질구성과 토질의 공학적 성질을 파악하기 위하여 시추조사, 표준관입시험, 토질의 물리적 시험, 사운딩조사. 전기탐사 등의 비파괴시험, 시굴조사 등을 실시한다.

3) 제방 횡단방향의 토질조사

가) 제방 횡단방향의 토질조사는 설계대상단면의 제체 및 기초지반의 토질구성과 토질정수를 파악하는 것이다.

나) 종방향 토질조사 지점 중 설계단위 구간내 복수의 토질조사지점이 선정되어 있는 경우는 토질구성이 비슷하면 한 개의 대표단면으로 선정하여 분석할 수 있다.

다) 투수성이 다른 토질이 복잡하게 분포하는 제체 및 기초지반, 제체 및 지반누수나 비탈면 활동 등 침투에 대한 제방파괴이력을 가진 지점, 구하도 지점으로 제내지가 주변지반보다 현저히 낮은 지점은 조사단면으로 선정한다.

라) 조사내용은 토질의 구성, 투수특성, 강도특성을 파악하기 위해 실시하며 종방향 조사와 같다.

마) 시추조사 지점의 수는 제방의 규모와 토질구성의 복잡함에 따라 다르나 일반적으로 ① 둑마루 중앙 부근, ② 앞비탈면 중앙부근, ③ 뒷비탈면 중앙부근 등 3개소 정도가 필요하고, 횡단방향 토질이 불연속적이거나 제내지의 표층에 점토층과 같이 불투수층이 분포하는 경우에는 제방비탈끝에서 약 30m 지점 범위내에서 토질의 연속성 등을 조사하여야 한다.

단, 제방 및 기초지반의 토질구성이 횡단방향으로 균일할 경우 횡단방향 토질조사를 생략하고 종단방향 성과를 활용할 수 있다.

바) 조사목적에 따른 조사방법은 <표 5.1-1>와 같고. 토질시험 항목은 <표 5.1-2>와 같다

<표 5.1-1> 횡단방향의 조사목적에 따른 조사방법

조 사 목 적	조 사 방 법		비 고
	제 체	기 초 지 반	
토질구성의 파악	시추조사, 사운딩, 전기탐사 등		
침투특성의 파악	주로 실내토질시험(입도, 실내투수)을 하나 기존제방조사의 경우는 현장투수시험을 실시함	주로 현장 투수시험. 토질시험(입도)	
강도특성의 파악	표준관입시험, 사운딩, 실내토질시험(밀도, 전단)	주로 표준관입시험, 사운딩	
재료특성의 파악	실내토질시험(다짐, 밀도, 투수, 전단)		

<표 5.1-2> 횡단방향의 토질시험 항목

토질시험의 항목			자갈질흙	사질토	점성토	얻어지는 정수
물리시험	토립자의 밀도시험		○	○	○	토립자의 밀도
	함수비시험		○	○	○	함수비
	입도시험		○	○	○	입경가적곡선, D_{10} 등
	액성한계, 소성한계시험				○	액성한계, 소성한계
	습윤밀도시험		○	○	○	습윤밀도
역학시험	투수시험		○	○		포화투수계수
	삼축압축시험 또는 등체적 직접전단시험	UU조건			○	점착력(내부마찰각)
		CU조건	○	○		내부마찰각(점착력)
재료시험(신설제방)			○	○	○	최대건조밀도 등

주) UU조건은 비압밀 비배수 조건, CU조건은 압밀 비배수 조건임

5.1.5 홍수특성 조사

1) 사전 강우량의 설정

사전 강우량은 총 강우량으로 장마시기의 월강수량의 평균치 정도를 설정한다. 강우강도로는 사전 강우량이 모두 제체로 침투하도록 1㎜/hr 정도로 설정한다.

2) 초기 지하수위의 설정

초기 지하수위는 홍수기의 평균 지하수위로 설정하되 평균 지하수위인지 불명확한 경우나, 홍수기의 평균 지하수위가 제내지 지반면 아래 0.5m 이하 깊이에 있는 경우에는 제내지반 아래 방향 0.5m를 초기 지하수위로 설정한다.

3) 외력조건 설정

가) 강우파형의 설정

해당 하천의 계획강우량(총 강우량)을 설정하고, 강우강도는 10㎜/hr 정도를 표준으로 장방형 파형을 설정한다.

나) 홍수시의 하천수위 파형의 설정

우리 나라의 하천은 홍수지속시간이 짧은 특징을 나타내는데 정상상태의 하천수를 설정할 경우에는 과대한 외력을 주게 되기 쉽기 때문에 비정상 상태의 하천수위를 이용해서 안전성을 조사하고 하천수위 파형을 설정한다.

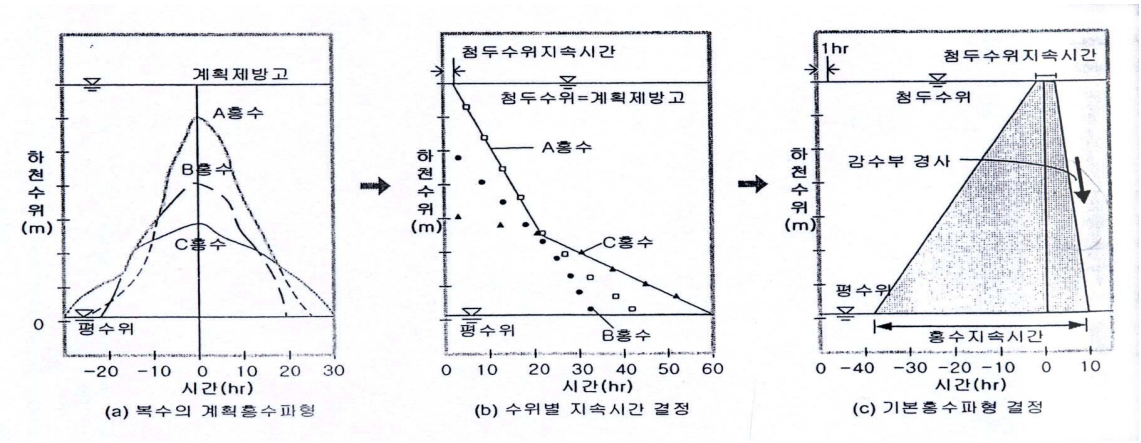
① 기본수위 파형의 작성

홍수파에 의한 기본수위 파형은 관련 자료의 유무 및 여건에 따라 세 가지의 방법에 의해 수행한다.

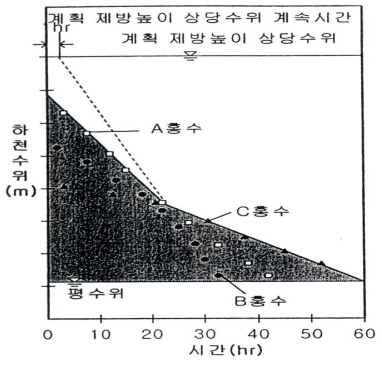
㉮ 설계홍수에 대한 다수의 계획홍수 수문곡선을 이용한 방법

설계대상 지점에 있어서 계획홍수량에 대한 여러 유형의 홍수수문 곡선 자료가 확보되었을 시에 적용하며, 여러 개의 수위 파형을 기초로 다음과 같은 순서로 하천수위 파형(기본수위 파형)을 설정한다.

- 여러 개의 수위 파형 각각에 대해 기준이 되는 수위의 지속시간을 구하여 지속시간을 외삽(포락)하는 직선을 그리고 외삽선(포락선)에 둘러싸인 빗금 친 부분의 면적을 구한다.
- 계획제방 높이 수위까지 외삽선이 도달하지 않으면 계획제방고 상당수위 계속시간이 1시간 될 것 같은 포락선을 설정한다.
- 여러 개의 수위파형 중 홍수말기의 수위 저하 경사가 최대인 것을 선택하여 수위 저하 경사로 결정하고, 계획제방고 상당수위 계속시간과 결정된 수위 저하 경사를 이용하여 파형 면적이 같게 되도록 홍수 발생시간을 구한 파형을 작성한다.



<그림 5.1-2> 하천수위 파형(기본수위형)의 설정방법

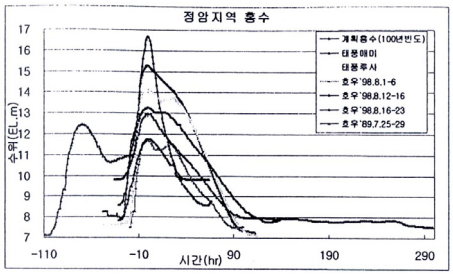


<그림 5.1-3> 기본수위 파형의 설정법

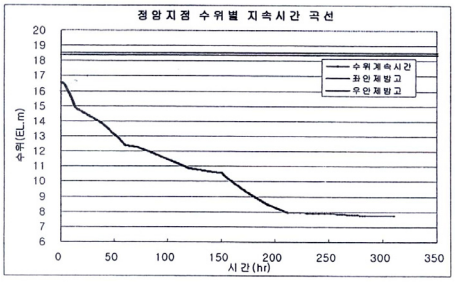
㉯ 계획홍수 및 과거 홍수사상의 수문곡선을 이용한 방법(합성 홍수파 방법)

대상지점 인근에 수위표가 있고, 과거의 홍수사상에 대한 수문곡선자료가 확보되었을 때 적용하며, 계획홍수량을 산정할 때 선택된 수문곡선을 기본으로 하고 과거 홍수자료를 추가하여 설계홍수파형을 설정한다.

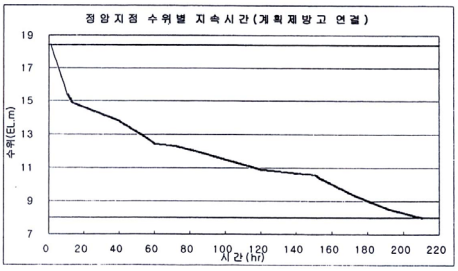
합성 홍수파 방법은 ㉮항의 기본홍수파형을 결정하는 방법과 거의 유사하지만 계획홍수 수문곡선 뿐만 아니라 과거 홍수사상을 추가하여 사용한 점이 다르다. 정암수위표 지점에 대해서 합성홍수파형을 작성하는 과정은 다음과 같다.



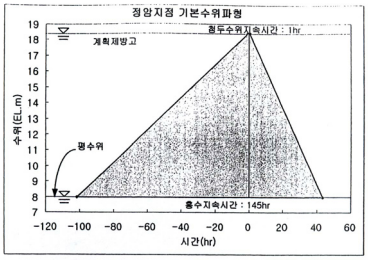
(a) 계획홍수와 과거 홍수사상의 수위파형



(b) 수위별 지속시간 곡선



(c) 수위별 지속시간 연장 곡선



(d) 합성홍수파형

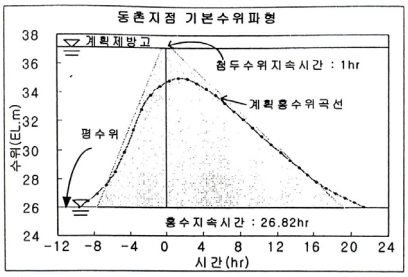
(c) 수위별 지속시간 연장 곡선 (d) 합성홍수파형

<그림 5.1-4> 정암수위표지점의 합성홍수파형 작성과정

㉰ 계획홍수 수문 곡선을 이용한 방법(계획홍수파 방법)

대상지점 인근에 수위표가 없고 과거의 홍수사상에 대한 수문곡선자료의 확보가 곤란할 때 적용하며, 계획홍수량을 산정할 때 이용되는 수문곡선만을 기본으로 하여 홍수파를 설정하고, 대권역별로 합성홍수파와 계획홍수파를 분석하여 도출된 계수를 이용하여 최종적으로 수위파형을 설정한다. 그 순서는 다음과 같다.

- 설계홍수에 대한 수문곡선을 이용하여 수위파형을 설정하여 감수부 경사, 홍수지속시간, 첨두수위 지속시간을 도출한다.



<그림 5.1-5> 계획홍수파 설정방법

- 홍수파형 설정은 <표 5.1-3>의 계획홍수파 계수를 고려한 감수부경사 및 홍수지속시간과 첨두수위 지속시간을 이용하여 수위파형을 설정한다.

<표 5.1-3> 유역별 합성홍수파와 계획홍수파 관계 ('04.국토교통부)

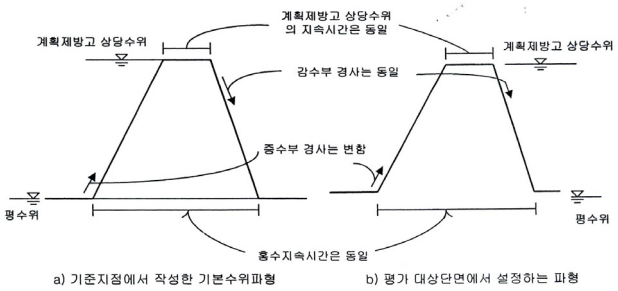
유 역	구 분	합성홍수파 지속시간(Ts)	합성홍수파 감수부경사(S_{RS})	비 고
한 강	계획홍수파 지속시간 50시간 이내	$2.61T_D$ 이하	$1.57S_{RD}$ 이하	
	계획홍수파 지속시간 50시간 초과	$0.775T_D+88.24$		
낙동강		$3.28T_D$ 이하	$1.51S_{RD}$ 이하	
금강.영산강. 섬진강	계획홍수파 지속시간 41시간 이내	$3.58T_D$ 이하	$1.01S_{RD}+0.14$	
	계획홍수파 지속시간 41시간 초과	$1.14T_D+100.31$		
5대강 유역 전체		$1.31T_D+85.09$	$1.07S_{RD}+0.13$	

주) T_D는 설계홍수파 지속시간이며, S_{RS}은 설계홍수파 감수부 경사임.

② 평가 대상 단면의 수위파형의 설정

계획홍수량이 동일 구간에 대해서는 그 구간을 대표하는 기준지점에 대해서 작성한 기본 수위파형을 적용한다.

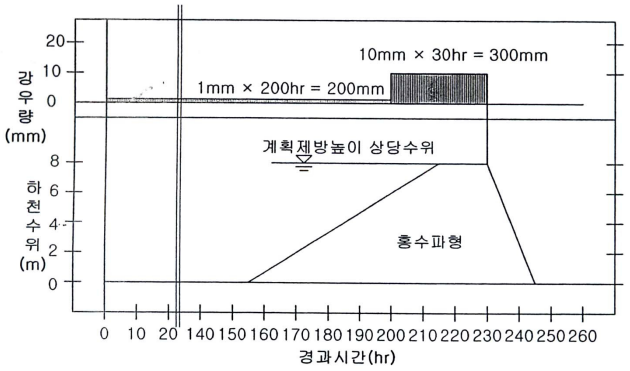
계획제방고 상당 수위와 기준이 되는 수위(평수위)의 차이가 기준지점의 것과는 다른 경우에는 계획제방고 상당 수위의 지속시간, 홍수지속시간(평수위 이상의 수위의 지속시간) 및 감수부 경사는 변하지 않는 것으로 하고, 수위 증수부 경사를 조정하고, 조사대상 단면의 계획 제방고 상당 수위와 평수위에 대응한 수위파형을 설정한다.



<그림 5.1-6> 계획홍수위와 평수위의 차이가 기준치 지점과 다른 단면의 수위파형의 설정법

다) 강우와 하천수위(외수위) 파형의 조합

하천수위와 강우의 조합은 과거의 홍수에 있어서 조합의 실태 등 지역의 특성을 고려해서 적절히 설정할 필요가 있는데 설정에 있어서는 적당한 자료가 없는 경우에는 <그림 5.1-7>에 나타난 것처럼 안전측에 계획 제방 높이 상당 수위의 종료지점과 강우의 종료시점이 일치하도록 조합한다. 이상의 외력 설정에 대한 방법을 정리하면 <표 5.1-4>와 같다.



<그림 5.1-7> 강우와 하천 수위 파형의 조합 예

<표 5.1-4> 외력 조건 설정 방법의 정리

구 분	강우		하 천 수 위	지하수위
	총 강우량	강우강도		
초 기	장마시기의 월평균 강우량의 평년치 정도	1㎜/hr 정도	평수위 정도	제내지 지반고 0.5m 아래
홍수시	설계 강우량	10㎜/hr 정도	여러 개의 설계홍수위 파형을 기초로 소정의 방법으로 구한 대형의 수위파형에서 계획제방고 상당 수위를 정점수위로 하는 파형	

5.1.6 침투에 의한 개략적인 안정성 평가

제방에 대한 안정성 평가는 모든 제방에 대해 상세한 평가를 실시하는 것은 많은 시간과 경비가 지출되므로 개략적인 안정성을 평가하여 침투에 대한 안정성이 낮은 제방에 대해 상세한 안정성 평가를 실시하는 것이 효율적이다.

개략적인 안정성 평가는 토질조건(요주의 지형, 점토질 지반, 사질지반, 사력질 지반 등), 외력조건(홍수위 지속시간, 평균동수경사 등), 과거 제방파괴이력 등을 고려하여 경험적인 평가표에 의해 개략적인 평가를 시행한다.

일본에서는 제방의 침투에 대한 개략적인 안정성 평가는 <그림 5.1-8>의 절차로 시행하고 있으며, 평가방법은 A, B, C, D 등급의 4단계로 구분하여 제방의 안정성을 평가하고 있다.

따라서 <그림 5.1-8>의 절차에 따라 개략적인 평가를 실시한 결과 C, D등급으로 판정되면 침투류 등 상세한 검토를 수행하여 누수 발생 가능성이 있다고 판단될 경우 대책을 수립하여야 한다.

1. 요인에 근거한 평가

(1) 토질조건에 의한 평가

기초지반의 토질	요주위 지형	제체의 토질		
		점토질	모래질	자갈질
점토질	없 음	a	c	b
	있 음	b	d	c
모래질 또는 자갈질	없 음	b	c	d
	있 음	c	d	c

(2) 외력조건에 의한 평가

홍수위 계속시간 t(hr)	평균 동수경사					
	0.10 미만	0.10 ~ 0.15	0.15 ~ 0.20	0.20 ~ 0.25	0.25 ~ 0.30	0.30 이상
t<24	a	a	b	b	c	d
24≤t<48	a	b	b	c	d	d
48≤t	b	c	c	d	d	d

구 분		(1) 토질조건에 의한 평가			
		a	b	c	d
(2) 외력 조건에 의한 평가	a	A	A	B	C
	b	A	B	B	C
	c	B	C	C	D
	d	C	C	D	D

2. 파괴이력에 기초한 평가

파괴이력

요인에 근거한 평가 순위에 따른 ABCD

요인에 근거한 평가 순위에 따르지 않은 D

안전성의 개략평가 순위

A:상대적으로 안전성이 높다.
B:상대적으로 안전성이 약간 높다.
C:상대적으로 안전성이 약간 낮다.
D:상대적으로 안전성이 낮다.

<그림 5.1-8> 제방침투에 대한 안정성 평가(일본)

5.1.7 침투류 검토

제방의 침투해석을 위한 설계홍수파 산정은 정상침투해석과 비정상 침투해석이 있다. 외국의 대하천 경우 홍수지속시간이 길게 나타나기 때문에 하천의 고수위를 댐에서처럼 정상상태로 해석을 하나 우리나라 하천의 경우 홍수지속시간이 짧아 홍수위를 정상상태로 해석할 경우 과대한 외력을 주게 되므로 시간에 따른 수위변화를 고려한 비정상의 포화. 불포화 해석을 원칙으로 한다.

1) Mononobe(物部)의 경험식

국내실무에서 제체 침투해석은 제체 침윤선이 제체 하부에 위치하도록 하는 Mononobe(物部)의 경험식이 많이 사용되고 있으며, 지반누수는 한계동수경사, 한계유속, 크리프비 등에 의한 판정에 의해 안정성을 검토하고 있다.

Mononobe는 홍수시 제방에 형성되는 침윤선의 최대 이동거리(L_{max})는 축제 재료의 투수계수(K), 간극률(n), 수심(H), 홍수지체 시간(to)에 의해 결정된다고 가정하였다. 홍수지체시간이란 제방의 수위가 A점에 도달한 시간으로부터 최고수위 B지점을 지나서 C점에 도달할 때의 시간이다.

침윤선은 먼저 최대침윤거리를 산정하고 제방의 사면에서 홍수심의 3/4지점을 원점으로 하는 포물선으로 작성한다,

◎ Mononobe(物部)의 침윤선 공식

$$L_{max} = C\sqrt{(K/\lambda)/H_0}\ \triangle t \qquad \text{<식 5.1-1 >}$$

$$Y = H_0 - (1-X^2/L_{max}^2)$$

여기서, L_{max} : 침윤선의 최대전진거리(m)

Y : 침윤선의 곡선방정식

H_0 : 홍수위 높이의 3/4되는 수심(m)

H_{max} : 최고홍수시 수심(m)

$\triangle t$: 홍수지체시간(hr)

K : 축제재료의 투수계수(m/sec)

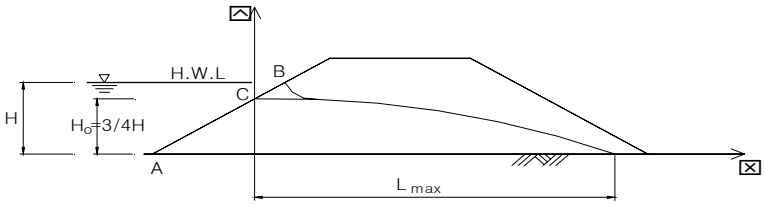
λ : 제체를 형성하는 재료의 간극율(%)

C : 계수

<표 5.1-5> Mononobe 계수(C)

(단위:m/sec)

구 분	토 제	세사제	자 갈	비 고
C	2.00	3.66	6.92	



<그림 5.1-9> 홍수지체시간의 개요도

2) 2차원침투해석 기본이론

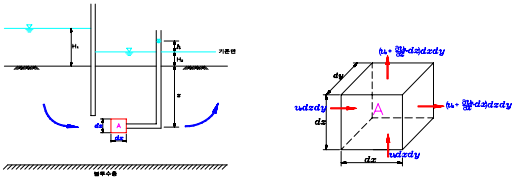
흙 속을 흐르는 물의 흐름(침투)은 속도와 동수경사가 흙을 통하는 동안 변하는 특성을 가지며, 이와 같은 흐름에 관한 문제는 2차원 흐름인 경우 일반적으로 유선망을 사용하는 도해법으로 구하거나 수치해석법(유한 요소법 등)을 도입하여 편미분 방정식의 해를 구할 수 있다.

2차원 흐름에 대한 기본원리는 지중의 한 요소에 유입되는 유량 (q_{in}) 과 유출되는 유량 (q_{out})을 산정하여 연속성의 법칙에 의해서 양이 같다는 개념에서 시작되며 Darcy의 법칙 ($v_x = K_x i_x = -K_x \frac{\partial h}{\partial x}$, $v_z = K_z i_z = -K_z \frac{\partial h}{\partial z}$) 을 적용하여 2차 편미분 방정식을 유도할 수 있게 된다.

아래그림에서 한 요소(A)의 유입량 및 유출량을 고려하면

q_{in}(유입량) $= v_x dydz + v_z dxdy$

q_{out}(유출량) $= (v_x + \frac{\partial v_x}{\partial x} \cdot dx)dydz + (v_z + \frac{\partial v_z}{\partial z} \cdot dz)dxdy$



<그림 5.1-10> 2차원 흐름의 기본원리

연속성의 법칙 (유입량 (q_{in}) = 유출량 (q_{out}))을 적용하면 다음과 같은 2차 편미분 방정식이 유도된다.

$$K_x \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + K_z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \qquad \text{<식 5.1-2>}$$

흙이 등방성 ($K_x = K_z$) 이라면 다음과 같은 Laplace 방정식이 된다.

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \qquad \text{<식 5.1-3>}$$

<식 5.1-1> 또는 <식 5.1-2>의 편미분 방정식을 풀면 투수영역 공간상의 어느 지점의 좌 표(x, z)에서의 전 수두를 구할 수 있으며 침투해석을 할 수 있다.

그러나, 지반조건이 유일한 한 개의 토층으로 되어 있는 경우는 도해법인 유선망을 그려서 쉽게 침투해석을 할 수 있으나, 지반조건이 여러 개의 층으로 구성되어 있다면, 유선망을 작도하여 침투해석을 하는 것은 대단히 어려우며 유한요소해석법을 이용한 컴퓨터 프로그램을 이용하여 해석한다.

3) Piping 검토

가) 한계 동수경사에 의한 방법

파이핑현상을 일으키는 한계동수경사는 Terzaghi의 다음 식으로 계산한다.

$$i_c = \frac{h}{d} = \frac{G_s - 1}{1 + e} = (1 - n)(G_s - 1) \qquad \text{<식 5.1-4>}$$

여기서,

i_c : 한계동수경사

h : 제방의 전 수두(m)

d : 분사지점의 수두(m)

G_s : 토립자의 비중

e : 흙의 간극비

n : 흙의 간극율

분사현상에 대한 저항력은 소성지수가 큰 재료일수록 큰 경향이 있으며 점착력이 없는 세립자의 i_c는 0.5~0.8로 본다. 침투류 해석에 의하여 산출한 동수경사가 한계동수경사의 1/2 이하가 되도록 해야 한다.

나) 한계유속에 의한 방법

제체 및 기초의 흙입자의 입경에 대하여 소류력에 의하여 입자가 밀려나가는 한계의 침투유속을 다음 식으로 구하며, 흙입자는 그 한계치를 넘으면 파이핑이 발생된다고 본다. 실제 현장 토립자는 여러 크기의 것이 혼합되어 있어 입경의 기준을 정하기 어려우므로 침투류 해석에서 얻어지는 침투류의 실유속이 <표 5.1-6>의 입경에 대한 한계유속의 1/100이하가 되도록 해야 한다.

한계유속산정방법은 Justin공식과 Schmieder의 한계유속공식(1975) 및 한계유속실용공식이 있으며, 하천설계기준에서는 Justin공식 적용을 원칙으로 하고 있다.

<표 5.1-6> 한 계 유 속

재료 번호	입경()	한계유속(cm/sec)
1	4.0 ~ 4.8	20.0
2	2.8 ~ 3.4	17.0
3	1.0 ~ 1.2	10.0
4	0.7 ~ 0.85	8.5
5	0.4 ~ 0.7	7.0
6	0.25 ~ 0.5	4.2
7	0.11 ~ 0.25	3.5
8	0.075 ~ 0.11	2.5
9	0.044 ~ 0.075	2.0

◎ Justin공식

$$V = \sqrt{\frac{Wg}{A\gamma_\omega}} \qquad \text{<식 5.1-5>}$$

여기서,

W : 토립자의 수중중량(g)

A : 물의 흐름을 받는 토립자의 면적(㎠)

γ_ω : 물의 단위체적 중량(g/㎤)

g : 중력가속도(㎝/sec²)

다) 가중Creep 비에 의한 방법

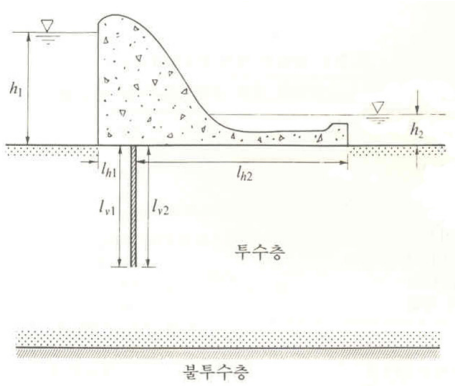
○ LANE이 제안한 경험적 방법으로 가중크리프비를 구하여 가중크리프비 계수(안전치)보다 큰 경우 파이핑에 대해 안정한 것으로 판단한다.

- 가중크리프비 (CR) = $\frac{l_w}{h_1 - h_2}$ <식 5.1-6>

여기서, l_w : 가중크리프 거리(lw), $l_w = \frac{\Sigma l_h}{3} + \Sigma l_v$

Σlh : 최단거리의 유선을 따라 수평거리의 합 = $lh_1 + lh_2$

Σlv : 최단거리의 유선을 따라 수직거리의 합 = $lv_1 + lv_2$



○ 블라이(Bligh) 공식

$L_1 = 0.6 \cdot C \cdot \sqrt{H_a}$로부터

$C = \frac{L_1}{0.6\sqrt{H_a}}$ <식 5.1-7>

여기서, L_1 : 유로길이(m),

H_a : 상하류 수두차 (m)

C : 블라이(Bligh) 계수

<표 5.1-7> Lane 가중크리프비 및 Bligh C값

흙의 종류	Lane 가중크리프비	Bligh C값
매우가는 모래, 실트 (0.05~0.1㎜)	8.5	18
가는 모래 (0.1~0.25㎜)	7.0	15
중간 모래 (0.1~0.25㎜)	6.0	
굵은 모래 (0.5~1.0㎜)	5.0	12
가는 자갈	4.0	
중간 자갈	3.5	
자갈과 모래 혼합	-	9
연약~중간 점토	2.0~3.0	
호박돌 자갈과 모래		4~6
단단한 점토	1.8	
견고한 지반	1.6	

5.1.8 차수공법의 선정

누수원인으로는 여러 종류가 있지만, 침투에 대한 개략적인 안정성 평가와 현장조사 및 지역주민에게 문의하여 누수 장소와 그 원인을 잘 파악하고 원인이 나타나면 보수 등 적절한 공법에 의한 방지대책을 실시한다.

차수공법으로는 제체 누수 방지공법, 차수공법, 기타 공법 등으로 나눌 수 있으나 본 장에서는 차수공법에 대해서만 취급한다.

설계시 공법선정을 위해 필요할 경우 시험시공비를 설계비에 반영하고, 차수공 설치가 필요하다고 선정된 구간은 추가 토질조사를 실시하여 시공시 심도 및 공법변경이 최소화 되도록 조치하여야 하며, 설계시 반영하지 못한 곳은 추가토질조사비와 장비선정 및 시공방법 결정을 위한 시험시공비를 공사비에 반영하여야 한다.

1) 제체누수 방지

가) 제체누수는 제체의 침윤선이 결정적인 요인이 되므로 침윤선을 낮추어 제체하부에 위치하도록 해야 하며, 지반누수가 있을 경우에는 적절한 대책공법을 강구한다. 지반의 투수성이 높은 경우에는 하천수위가 상승함으로써 침투압이 증가하여 제내지측 지반에 침투수가 용출하는 파이핑 현상이 발생하므로, 이에 대한 안정성을 검토한다. 일반적으로 제체누수 방지 방법은 다음과 같다

① 침투성이 작은 제체 재료를 선택한다.

② 제방단면의 크기를 충분히 크게 한다.

③ 다짐을 충분히 한다.

④ 비탈면을 불투수층 재료로 덮는다.

⑤ 뒷비탈 끝에 투수성 재료의 메돌붙임 등으로 배수를 좋게 한다

⑥ 차수벽을 설치하여 침투길이를 연장한다.

나) 제방에서의 누수는 비탈면 붕괴, 제방파괴 등의 원인이 되므로 적절한 대책을 강구한다, 한편, 배수통문의 설치는 제체누수의 주요 원인이 되므로 누수가 우려되는 지점에 대하여는 적절한 대책을 강구한다.

2) 지반누수 방지

① 제외지측 비탈면 끝단 부근에 시트 월, 강널말뚝 등을 설치하거나 점토로 치환한다.

② 제외지의 투수지반의 표면을 투수성이 작은 재료로 피복한다(블랭킷공법)

③ 제내지측에 배수용 우물을 설치해서 침윤선을 저하시킨다.

④ 제방의 침투수를 완전히 배제시키고자 하는 경우는 드래인공(toe drain)을 설치한다.

⑤ 차수벽을 설치하여 침투길이를 연장한다.

3) 제방횡단구조물 누수방지

가) 제방횡단 구조물은 여러 가지가 있으나 누수방지 방법은 거의 동일하다. 일반적으로 배수통문은 콘크리트로 제작되어 제체 토사와 중량 및 강성 등의 차이로 다짐밀착의 어려움과 연약지반상에 설치될 경우 말뚝기초에 의한 통문 상단부와 주변부 사이의 상대적 침하, 단차 등으로 야기된 공동에 의해 제체누수가 발생된다. 따라서, 배수통문의 유지·보수는 지반의 부등 침하, 콘크리트의 열화 및 균열, 이음새 부분의 변형, 암거 및 날개벽 접속부의 변형 등을 조사하여, 보강이 필요한 장소의 경우 적절한 대책을 강구하여야 한다. 제방의 침투에 대한 안정성확보를 위한 대책공법을 분류하면 다음과 같다.

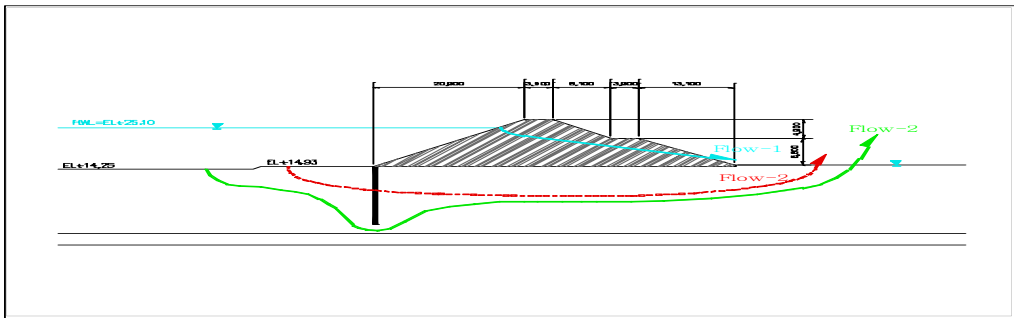


나) 제체 누수 방지 공법 중에 단면확대공법은 제내지측 확장을 원칙으로 하되, 불가피한 경우 제외지측 보강을 실시할 때는 수리학적 안정성을 유지해야 하며, 하천기본계획과 하천법의 범위내에서 한다.

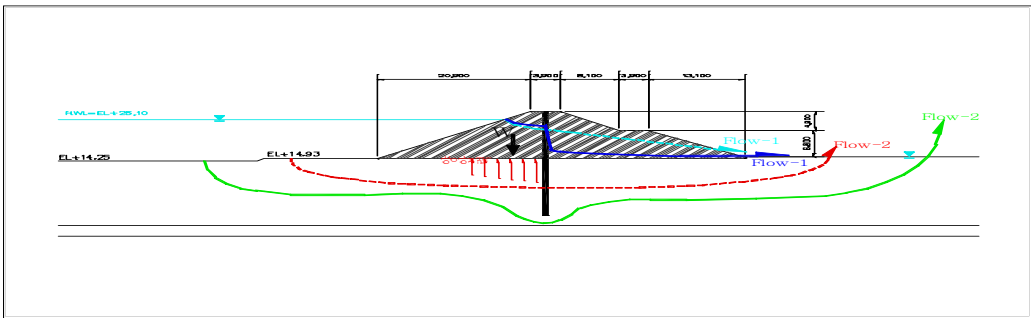
5.1.9 제방에서 차수공 설계

1) 설치위치 선정

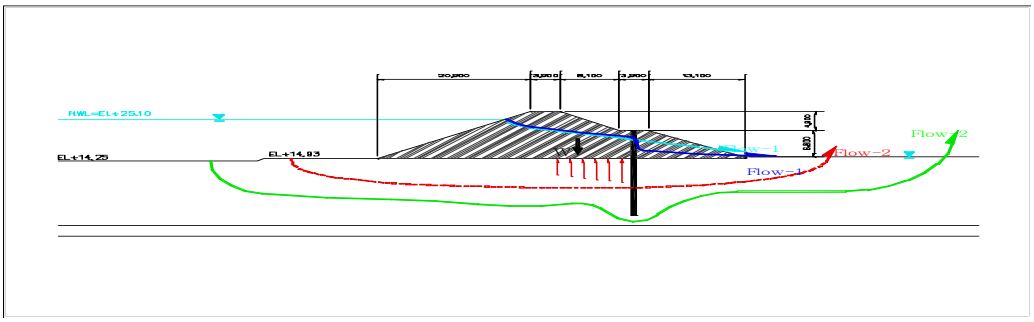
횡단면상에서 차수공법의 위치 선정은 앞비탈 기슭, 둑마루, 소단 부근(뒷비탈 턱), 뒷비탈 기슭의 기초지반에 차수벽을 설치하는 방법이 있다.



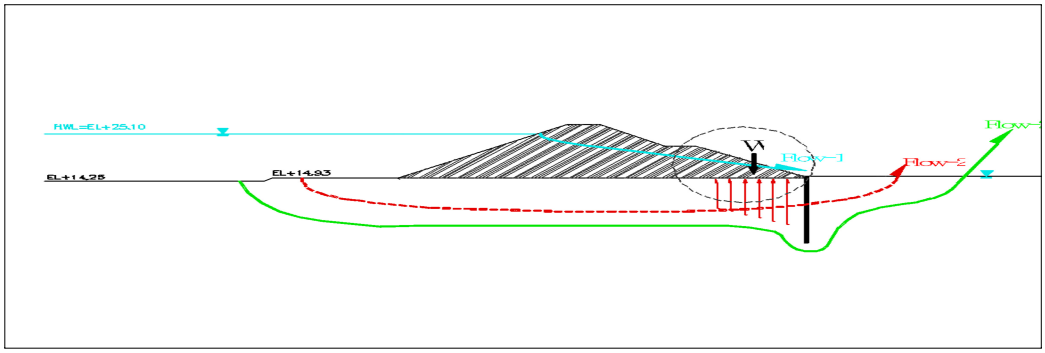
<그림 5.1-11> 앞비탈 기슭에 차수벽 설치도



<그림 5.1-12> 둑마루부에 설치한 경우



<그림 5.1-13> 뒷비탈 턱(소단)에 설치한 경우



<그림 5.1-14> 뒷비탈 기슭에 설치한 경우

가) 차수벽을 앞비탈 기슭에 설치하는 방법은 하부지반을 통과하는 유로를 길어지게 하여 침투압을 감소시킬 수 있으며, 기초지반 침투만을 고려한다면 가장 경제적인 방법이다. 또한 본 방법은 양압력에 의한 제체 교란이 발생하지 않는 장점이 있으나, 대형 시공장비의 현장 진입이 용이하지 않다는 단점이 있다.

나) 차수벽을 둑마루부에 설치하는 방법은 제체를 통과하는 상부 유로와 하부지반을 통과하는 유로를 동시에 길어지게 하여 침투압을 크게 감소시킬 수 있다. 또한 본 방법은 발생 양압력이 제방의 토피하중으로 인하여 그 영향이 최소화되는 경향이 있으며, 상대적으로 차수벽 시공길이가 길어져서 경제성을 충분히 검토하여야 한다.

다) 차수벽을 뒷비탈면 소단부에 설치하는 방법은 둑마루부에 설치하는 방법 보다 경제성 측면에서 장점이 있으나, 양압력 및 차수벽 상단을 통한 소단부 제체 누수에 대한 충분한 검토가 요구된다.

「하천제방관련 선진기술개발(2004.국토교통부)」의 연구 결과에 의하면 제체 재료내에서 제체 재료가 투수성이 큰 경우 앞비탈 기슭에 설치하는 차수공법은 침투에 대한 안전성에 큰 영향을 미치지 못하고, 제체 내 응력-변형 거동에는 영향이 다소 나타났으나 활동 파괴면이나 안전율의 변화에는 그 영향이 미치지 못하는 것으로 나타났다.

둑마루부에 차수공법을 적용할 경우 제체 내 누수를 방지할 수 있고, 사면의 안전성을 크게 향상시킬 수 있는 것으로 나타났다. 기초 지반을 통한 파이핑 방지에는 탁월한 효과를 보이나, 뒷비탈 기슭과 제체 내 누수를 유발하여 제체의 사면안정성을 저감시키는 것으로 나타났다.

제체 재료내에서 앞비탈 기슭에 설치하는 차수공법은 파이핑에 대한 안전성을 약간 증가시키고, 사면 안전성에 약간의 영향을 미치는 것으로 나타났으나 활동 파괴면이나 안전율의 변화에는 그 영향이 미치지 못하는 것으로 나타났다.

둑마루부에 차수공법을 적용할 경우 제체 내 누수 및 기초 지반을 통한 파이핑을 방지할 수 있고 사면의 안전성을 크게 향상시키는 것으로 나타났으며, 턱에 차수공법을 적용할 경우 침투에 대한 안전성은 향상되나 사면의 안전성은 차수공법을 적용하지 않은 경우에 비해 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 뒷비탈 기슭에 적용되는 차수공법은 오히려 뒷비탈 기슭과 제체의 누수를 유발하며, 제체의 사면안전성을 저감시키는 것으로 나타났다.

따라서, 특별한 사유가 없는 한 차수벽 설치 위치는 <그림 5.1-12>과 같이 제방 둑마루부에 설치하는 것을 원칙으로 한다.

2) 설치기준

가) 차수벽의 상단높이는 계획홍수위까지 설치하는 것을 원칙으로 한다.

나) 차수벽 길이는 제내지의 용수취수 목적에 의해서도 검토하여 취수가 가능하도록 하여야 한다.

다) 차수공법은 널말뚝공법, 주입공법, 심층혼합처리공법, 고압분사 교반공법 등으로 선정하되, 세분류에 따른 공법선정은 각각 현장조건이 다르고 공법개발회사에서 제시하는 조건이 일반화되어 있지 않아 잠정 보류하는 것으로 한다.

라) 세분류에 따른 공법 선정은 제반현장여건과 공법개발회사의 능력, 공사 시방서에 제시하는 조건 등을 종합적으로 고려하여 시공회사가 검토하여 선정한 후 감독관의 승인을 득하여 시행하는 것으로 한다.

마) 같은 제방에서 차수공법이 변경될 경우 연결부에서 누수가 발생되지 않도록 3.0m 이상 중복되게 겹쳐 시공하여야 한다.

3) 차수공의 설치 깊이

가) 차수공의 설치 깊이는 Piping에 대하여 안전율을 확보할 수 있는 깊이까지 설치한다.

나) 차수벽 설치시 관정에 의한 취수와 원활한 지하배수 등 지하수위의 변화를 최소화하기 위해서 불투수지점까지 차수벽을 설치하지 않아야 한다.

다) 차수벽 설치만으로 제방의 안전율 확보가 어려운 경우는 침윤선을 연장하는 방법(단면확장, 압성토공법) 등을 강구해야 한다.

5.1.10 구조물 주변에서 차수공 설계

1) 구조물 주변에서 제방 붕괴원인

가) 제방에 설치하는 구조물은 대부분 암거 구조물이며 암거 설치시 암거 내공단면만큼 흙의 중량이 감소함으로써 유효응력이 감소된다. 이때 구조물 기초 부분에서는 연직 응력이 감소한 만큼 흙의 전단강도가 저하되어 지반이 연약한 상태로 된다.

연약지반의 경우 유효응력을 변화시키면 지반의 변형을 일으키게 되며 흙의 압축, 신장, 뒤틀림 현상이 발생되고 이들은 독립적 혹은 상호간에 복잡하게 작용하여 변형정도를 정량적으로 나타내기는 어렵다.

나) 또한 굴착 후 암거를 설치하는 경우 암거상부의 되메움 흙이 침하하고 인접부에서 상부로의 마찰저항이 발생하여 암거 상부에 작용하는 하중은 토사의 중량보다 감소되어 기초지반의 연직 유효응력은 더욱 작아지게 된다.

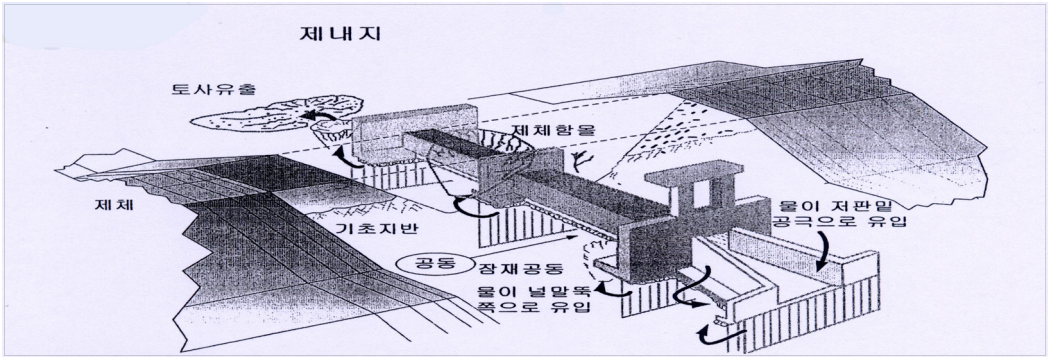
다) 강우시에 구조물 하단부 이상까지 수위가 상승하여 일정기간 제방을 포화시킨 후 수위 하강시에 유효응력이 현저히 감소하면서 흙의 전단강도가 감소된다.

2) 구조물 하부 세굴

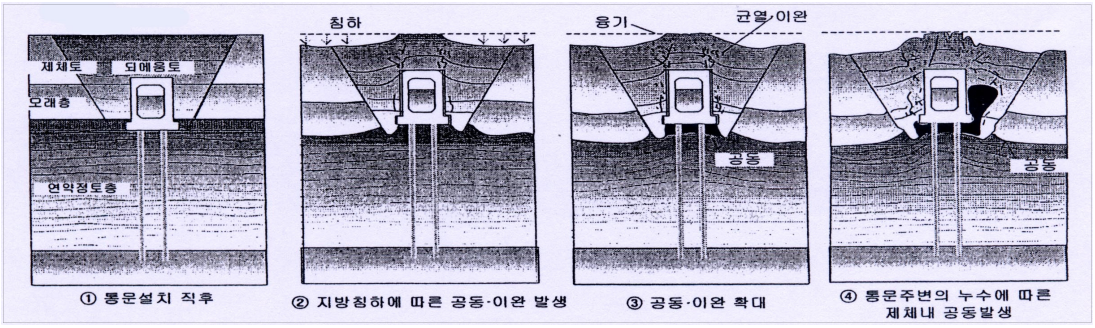
가) 구조물 기초지반의 전단강도가 감소된 상태에서 제방수위 하강시 토사 세립분의 유출로 인하여 구조물 기초지반에 작은 공간이 발생하고 계속된 수위상승, 하강시 진행성으로 침투가 되어 점점 큰 공간이 발생한다.

나) 특히 구조물을 Pile 기초로 하였을 시는 Pile은 강성으로 구조물을 지지하고 있는 반면 주변 흙은 잔류 침하 및 유효응력 감소로 인한 전단강도가 저하되어 유수침투에 의해 쉽게 세굴되어지며 또한, 연약지반상에서 말뚝기초 적용시 말뚝 주변지반이 침하시 말뚝으로 지지하는 암거만 침하가 발생하지 않게 되어 말뚝에 불필요한 하중이 추가되어 구조적으로 불리하다.

다) 암거구조물 측벽도 다짐이 쉽지 않아 전단강도가 저하되어 세굴되기 쉬운 상태가 된다.



<그림 5.1-15> 배수문주변 연약지반 침하에 의한 접합부의 균열 및 공동발생



<그림 5.1-16> 배수문주변 연약지반 침하에 의한 접합부의 균열 및 공동발생 개념도

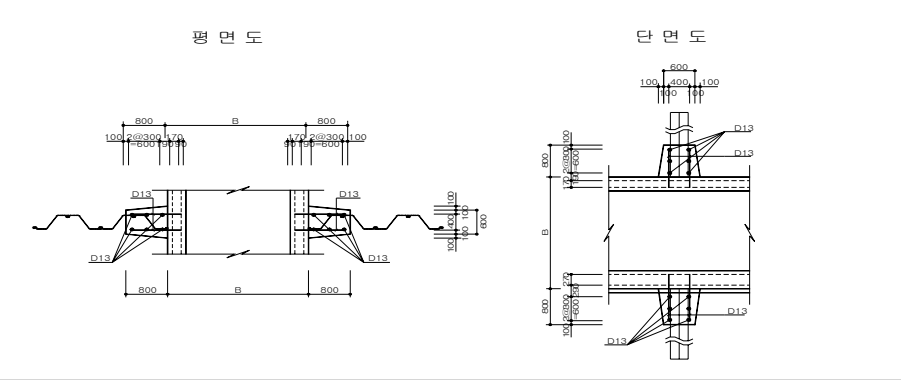
3) 구조물 보강대책

제방을 횡단하는 구조물과 토사의 접촉부는 누수의 원인을 제공하기 때문에 제내지 지반이 제외측 계획홍수위 보다 높은 굴입하도, 불투성 지반 위에 콘크리트로 설치한 제방 등 침투 우려가 없다고 확인된 경우를 제외한 모든 제방 횡단 구조물은 중앙차수벽을 설치하여야 한다.

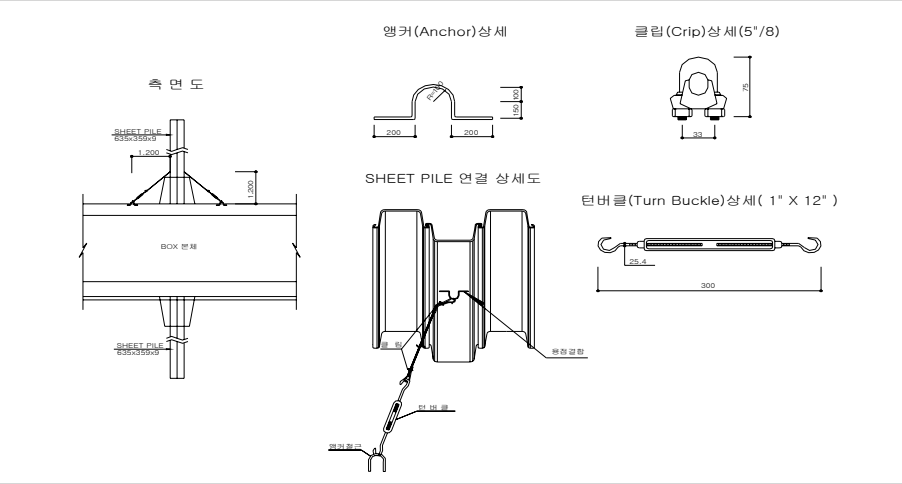
가) 신설구조물

① 중앙 차수공

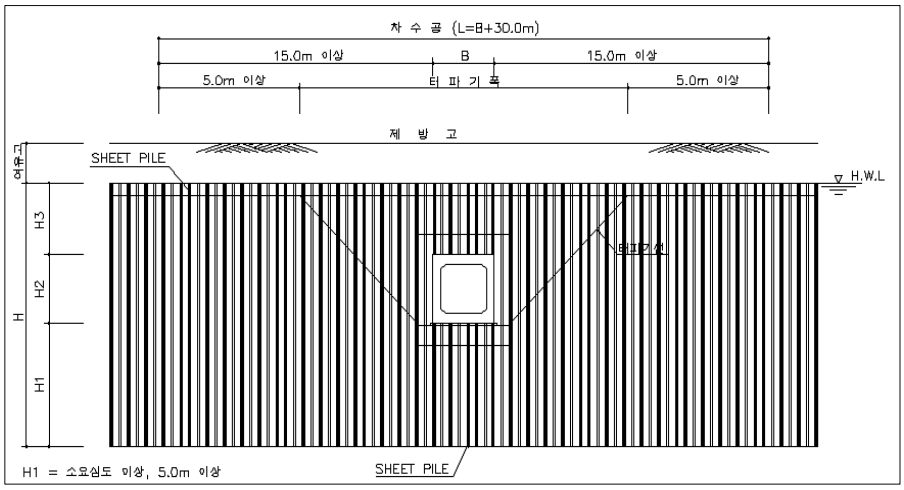
- 중앙차수벽은 Steel Sheet Pile을 원칙으로 하되 현지 여건을 감안하여 공법을 조정할 수 있다.
- 차수벽 설치폭은 구조물 설치폭에 외벽에서 좌·우측으로 각각 15m이상 또는 터파기 폭에 좌·우측 여유폭 각각 5m을 합한 길이 중 큰 값에 대해 Steel Sheet Pile로 차수벽을 설치해야 한다.
- 차수벽 상단은 계획홍수위까지 설치하고, 차수벽 설치깊이는 제방에서 차수공이 설치될 경우 그 깊이보다 짧게 설치하여서는 안 된다. 제방에서 차수공을 설치하지 않을 경우에도 침투류 계산을 실시하여 차수벽 소요깊이를 산정하여 설치하고, 차수벽 최소 설치깊이는 구조물 바닥판 하부에서 5m이상 설치하는 것을 원칙으로 하고, 5m 이내에서 기반암이 나타날 경우는 조정하여 설치할 수 있다.
- Sheet-Pile과 구조물 외벽의 연결부는 <그림 5.1-16a>와 같이 콘크리트를 타설하여 누수를 방지하여야 하며, 연결콘크리트를 설치하지 않을 경우에는 기존구조물 보강방법과 같이 주입공법(Grout)으로 연장 3m이상 2렬 보강하고, 벽체를 따라 Sheet pile 중심에서 양측으로 각 3m이상씩 보강 설치하는 것으로 한다.



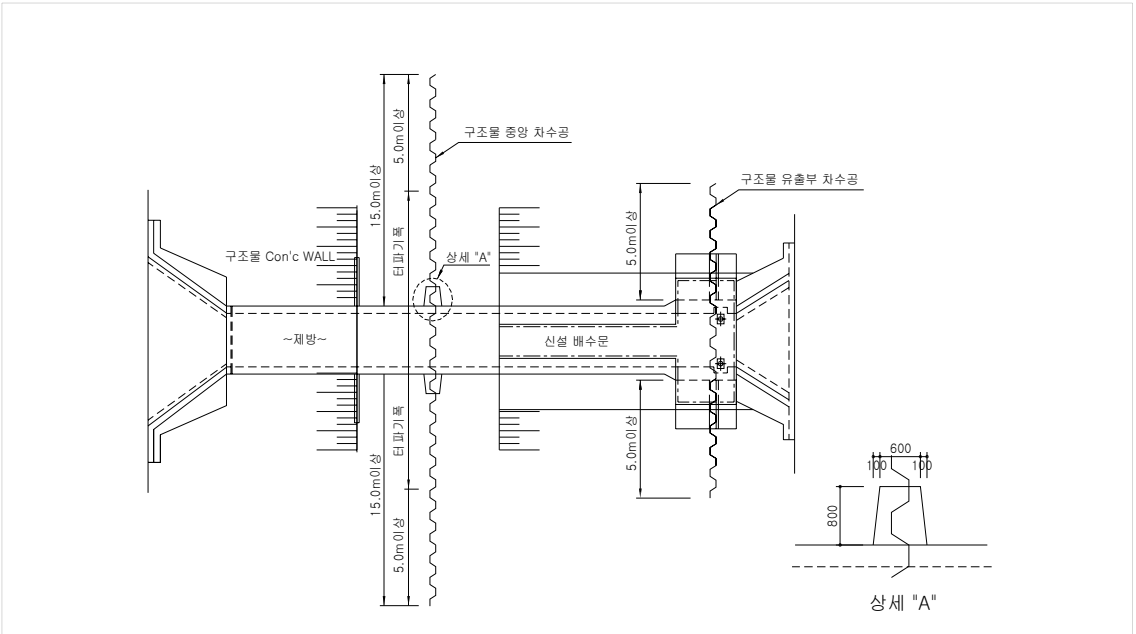
<그림 5.1-17a> Sheet pile 차수벽 설치 접합부 상세도-1



<그림 5.1-17b> Sheet pile 차수벽 설치 접합부 상세도-2



<그림 5.1-18> Sheet pile 차수벽 설치 단면도



<그림 5.1-19> 신설 구조물 차수 보강 평면도

② 유출부 차수공

○ 유출부 차수벽은 Steel Sheet Pile을 원칙으로 하되 현지 여건을 감안하여 공법을 조정할 수 있다.

○ 차수벽 설치폭은 구조물 설치폭에 권양대 외벽에서 좌·우측으로 5.0m이상, 설치심도는 권양대 바닥 콘크리트 하단으로부터 5.0m를 원칙으로 하되 5m 이내에 기반암이 분포할 경우 현장 여건을 감안하여 조정한다.

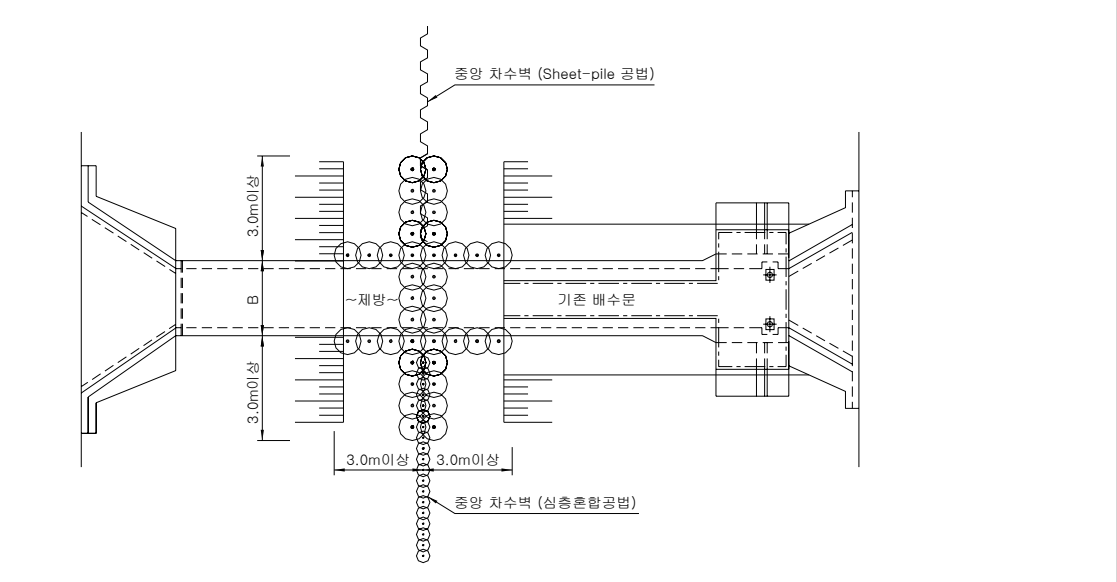
나) 기존구조물 차수공

① 제방과 구조물에 차수시설을 함께 설치하는 경우

○ 제방 차수벽(Sheet Pile, 심층혼합처리공법, 주입공법 등)은 구조물에서 약1.0m 떨어진 지점까지 설치한다.

○ 차수벽 상단은 계획홍수위까지 설치하고, 차수벽 설치깊이는 제방에서 차수공이 설치될 경우 그 깊이보다 짧게 설치하여서는 안 된다. 차수벽 최소 설치깊이는 구조물 바닥판 하부에서 5m이상 설치하는 것을 원칙으로 하고, 5m이내에서 기반암이 나타날 경우는 조정하여 설치할 수 있다.

○ 제방 차수벽을 설치 후 구조물 외벽에서 주입공법(Grout)으로 연장 3m이상 2렬 보강하고, 벽체를 따라 차수벽 중심에서 양측으로 각 3m이상씩 보강 설치하는 것으로 한다.



<그림 5.1-20> 제방과 구조물에 차수시설을 함께 설치하는 경우

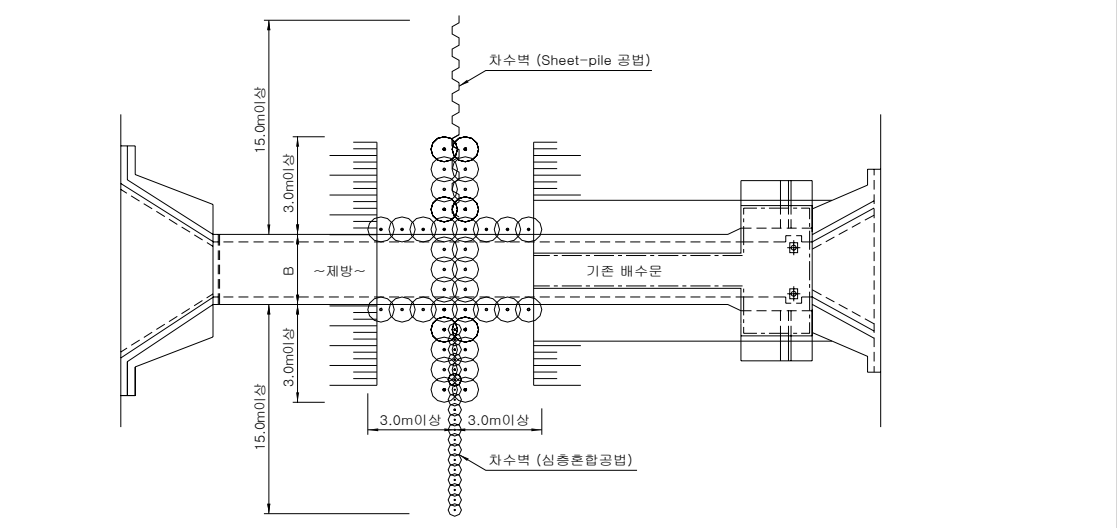
② 제방에는 차수시설이 없으나 구조물에는 차수가 필요한 경우

○ 차수벽 설치폭은 구조물 설치폭에 외벽에서 좌·우측으로 15m이상 차수벽을 설치해야 한다.

○ 2가지 이상 차수공법을 적용할 경우 제방측 차수벽을 구조물에서 약1.0m 떨어진 지점까지 먼저 설치 후 구조물 외벽에서 주입공법(Grout)으로 연장 3m이상 2렬 보강하고, 벽체를 따라 차수벽 중심에서 양측으로 각 3m이상씩 보강 설치할 수도 있다.

○ 차수벽 상단은 계획홍수위까지 설치하고, 차수벽 설치깊이는 침투류 계산을 실시하여 차수벽 소요깊이를 산정하여 설치한다. 차수벽 최소 설치깊이는 구조물 바닥판 하부에서 5m이상 설치하는 것을 원칙으로 하고, 5m이내에서 기반암이 나타날 경우는 조정하여 설치할 수 있다.

○ 배수구조물의 하부는 철근이 손상되지 않도록 주의하여 천공한 후 주입공법 또는 고압분사교반공법으로 설치한다.

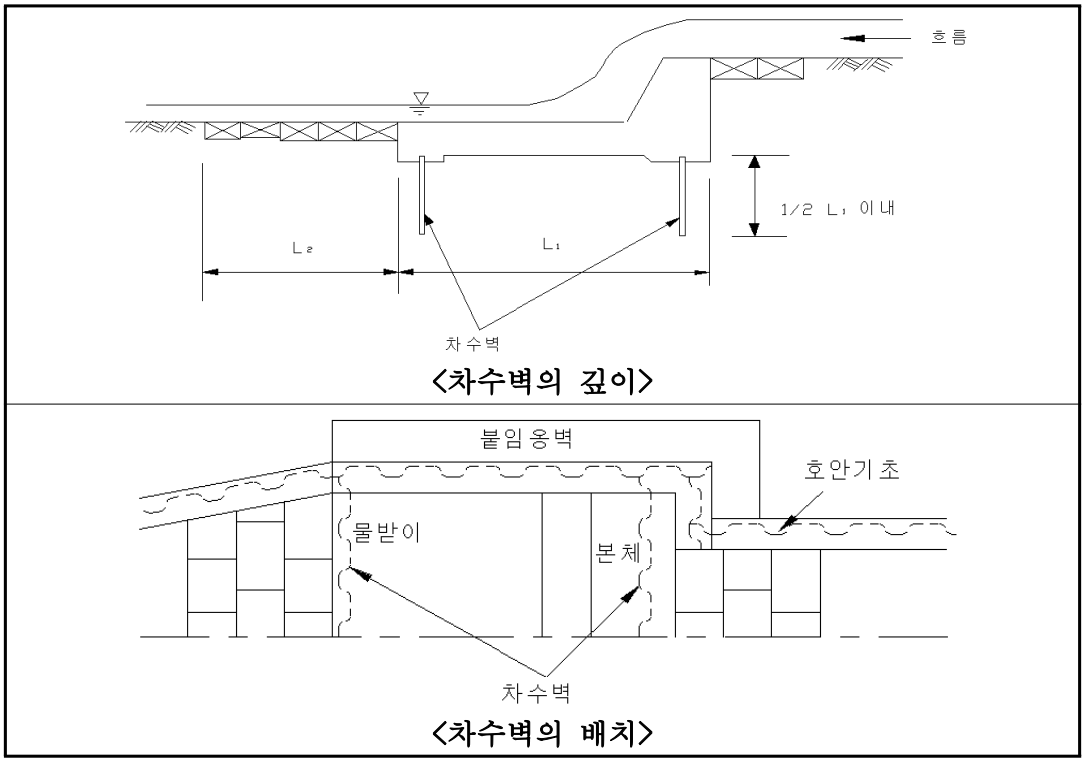


<그림 5.1-21> 제방에는 차수시설이 없으나 구조물에는 차수가 필요한 경우

다) 하상유지시설 차수공

◦ 차수벽은 상하류 수위차에 의해 발생하는 양압력과 파이핑(piping) 작용을 감소시키기 위해 설치하는 것으로, 기초지반이 견고하여 파이핑 작용을 무시할 수 있을 때에는 설치할 필요가 없다.

◦ 고수부지의 지질상황에 따라서 하상유지시설의 하안부에도 물이 침투하는 경우가 있다. 따라서 하상유지시설 주변 고수부지의 지질상태를 조사하여 파이핑의 가능성이 있을 때에는 이것을 방지하기 위하여 하안부에도 차수벽을 설치할 필요가 있다.



<차수벽의 깊이>

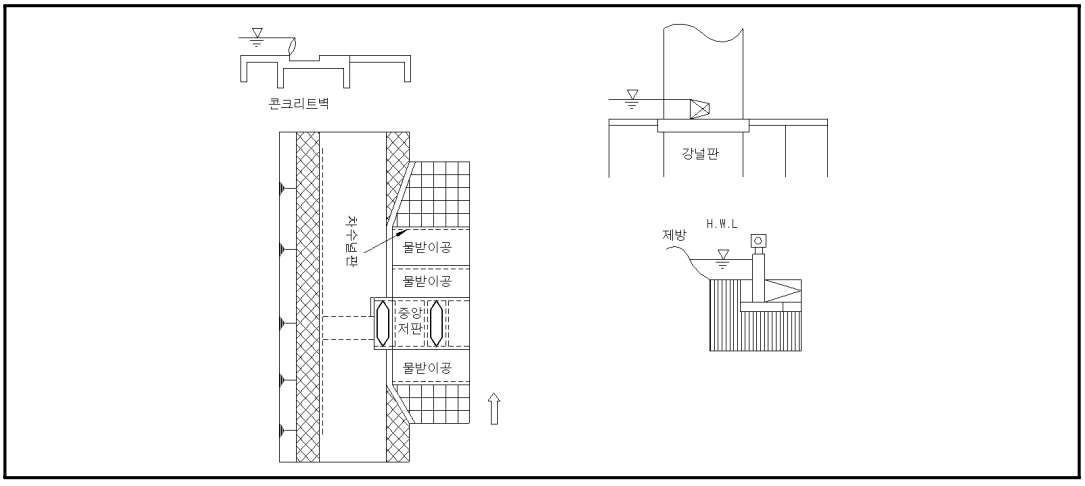
<차수벽의 배치>

<그림 5.1-22> 하상유지시설에서의 차수공

라) 보의 차수공

◦ 보를 투수성 지반에 설치할 때는 파이핑(piping)현상이 일어나지 않도록 충분한 투수로 길이를 확보해야 하고 투수량이 많을 때는 이를 방지할 수 있도록 차수벽을 설치한다.

◦ 차수벽은 원칙적으로 콘크리트, 강철 널말뚝, 케이슨 등을 사용하여 설치하고 상하류의 수위차에 의해 생기는 침투수의 동수경사를 감소시켜 토사의 유동과 흡출을 방지하는 구조로 설계해야 한다.

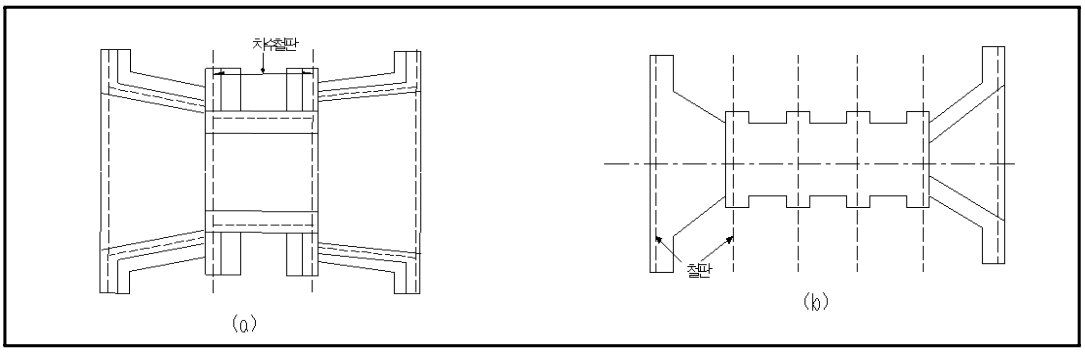


<그림 5.1-23> 보에서의 차수공

마) 수문의 차수공

◦ 수문의 차수벽은 그림과 같이 각각 배치하며 그 재료는 경제성, 시공성, 내구성 등을 고려하여 선택하며 그 깊이, 길이, 설치위치는 파이핑 현상이 일어나지 않도록 검토하여 결정한다.

◦ 특히 통문, 통관에는 침투수류에 의해 암거 주변에 파이핑이 생기는 것을 막기 위해 암거의 본체와 일체의 콘크리트 벽으로 1.0 m 이상의 폭과 35 cm 이상의 두께를 가진 차수벽을 설치해야 하며 제방단면이 크고 암거의 길이가 긴 경우에는 차수벽을 2개 이상 설치한다.

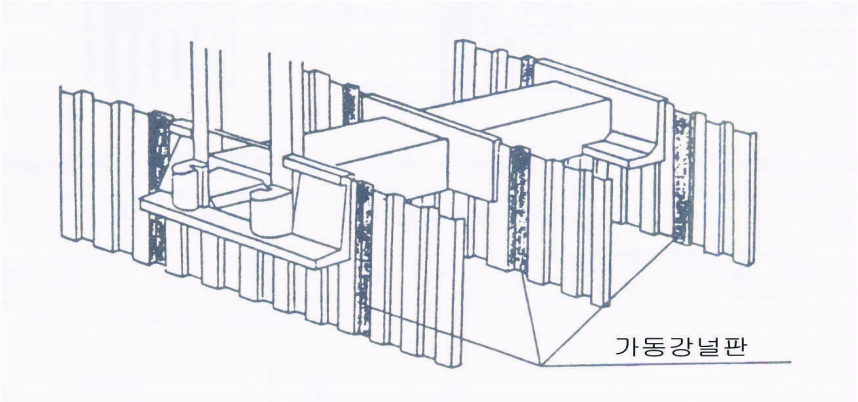


<그림 5.1-24> 수문에서의 차수공

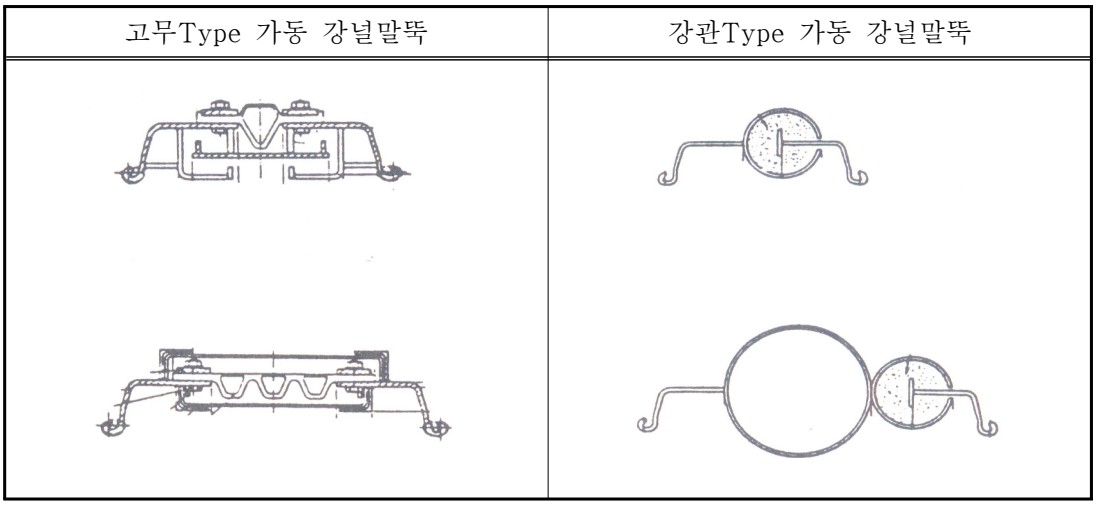
4) 가동강널말뚝 설치

연약지반 등에 설치되는 구조물에 연결하여 차수용 강널말뚝을 설치할 경우 부등침하나 배면토압 등에 의해 변위가 생기는 경우가 있다. 이 변위가 구조물에 손상을 주지 않도록 구조물과 차수강널말뚝의 접촉부근에 변위를 흡수하기 위한 가동강널말뚝을 적용하는 경우도 있다.

가동강널말뚝은 흡수할 수 있는 변위량의 크기에 따라 선정하여야 하며 강관 Type은 고무 Type보다 흡수변위량이 큰 곳에 사용한다.



<그림 5.1-25> 가동 강널말뚝 설치도



<그림 5.1-26> 가동 강널말뚝 상세도

5.1.11 차수공 형식결정

1) 개 요

가) 차수공을 설계할 때는 구조물의 중요도와 기초지반의 토질조건을 충분히 고려하여 공법을 결정해야 한다.

나) 기초지반이 점성토나 사질토층일 경우는 대부분의 차수공법이 시공가능하나 사력층, 호박돌이 섞인 토층, 전석층에서는 시공성이 낮거나 불가능할 경우가 있으므로 신중하게 검토한다.

다) 차수공법 선정은 경제성, 시공성, 환경성, 제방손상 등 제반조건을 고려하여야 한다.

2) 차수공의 종류

국내에서 하천제방공사에 사용되고 있는 차수공법은 널말뚝공법, 주입공법, 심층혼합처리공법, 고압분사교반공법, 지중연속공법 등이 사용되고 있으며 주요 공법을 소개하면 아래와 같다.

가) 널말뚝공법

나) 주입공법

- 일반주입(Cement Mortar Grouting)공법
- 약액주입공법 및 비약액주입공법

다) 심층혼합처리공법

라) 고압분사교반(Jet Grouting)공법

마) 지중연속공법

〈표 5.1-8〉 **일반적인 차수공법 비교표**

구분	널말뚝공법	주입공법	심층혼합처리공법	고압분사교반공법	지중연속공법
공법개요	공장 제작된 널말뚝의 이음부를 물리게 하여 Water jet, 진동해머 등을 이용하여 지중에 타입하여 연속벽을 형성하는 방법	지반을 천공한 후 케이싱이나 Rot을 이용하여 응결재와 첨가물을 주입하여 지반을 고결시키는 공법	Earth Auger로 지반을 천공한 후 개량재를 주입하여 강제적으로 원래 토사와 교반혼합하여 소일시멘트 연속벽체를 형성하는 방법	공기를 동반한 초고압수를 지반 중에 회전 분사시켜 지반을 절삭해 그 슬라임을 지표에 배출시키고 경화재를 동시 충진시켜 원주상의 고결체를 조성하는 방법	벤토나이트 안정액으로 공벽의 안정을 유지하고 굴착 후 콘크리트 연속벽체를 조성하는 공법
신뢰성	벽체강성 및 내구성이 우수함. 이음매부에서 누수의 가능성이 있고, 길이가 긴 널말뚝 타설은 이음매부의 이탈 가능성 있음. 기설구조물과의 접합부 지수가 어렵다(주입공법의 병용)	저압주입으로 주입재의 침투가 용이하고 또 반복 주입에 의해 지반의 균일화가 가능함. 피압상태에서 시공은 외관주위로의 실 주입 등에 의해 방지할 수 있음. 약액주입은 알카리 용탈 작용으로 영구구조물에서 신뢰도 낮음.	벽체강성 및 내구성이 양호함. 시공심도가 20m 이상으로 깊고 1열 시공이 되는 경우는 시공 정밀도 등 조성말뚝 연결부에 다소 불안함. 피압상태하에서 시공은 토사와 시멘트의 혼합재 비중이 크므로 시공은 가능함.	벽체강성 및 내구성이 양호함. 시공심도가 35m 이상으로 깊고 1열 시공이 되는 경우는 시공 정밀도 등 조성말뚝 연결부에 다소 불안함. 피압상태하에서 경화재가 피압수와 같이 배출되어서, 지반이 굳혀지지 않는 일이 있음.	벽체강성 및 내구성 우수함 이음부의 차수가 취약할 수 있으나 차수성에 대한 신뢰도 가장 우수함.
	△	△	△	○	○
환경성	바이브로, 젯트 병용공법이므로 소음·진동은 적음. 수질오염우려가 없음	소음. 진동이 적음. 수중시공시 지하수 유동으로 수질오염 가능성 있음.	슬라임 발생되며 모두 산업 폐기물임. 수중시공시 지하수 유동으로 수질오염 가능성 있음.	슬라임이 대량으로 배출되며 모두 산업 폐기물임. 수중시공의 경우는 지하수 유동으로 수질오염 가능성 있음.	무소음 무진동이나 안정액 등 폐기물 발생량이 많음.
	○	△	△	△	△
장비사용성	작업공간이 작아 제방 위 또는 고수부지에서 시공 가능함. 작업폭:5m이상	작업공간이 작아 대부분 제방 위에서 시공 가능. 작업폭:3m이상	넓은 작업공간이 필요하며 기존제방 절취량이 많음. 작업폭:8～10.5m이상	넓은 작업공간이 필요하며 기존제방 절취량이 많음. 작업폭:7m이상	넓은 작업공간이 필요하며 기존제방 절취량이 많음. 작업폭:8～10.5m이상
	○	○	△	△	△
시공성	길이가 길고 N값은 50 이상의 모래층은 젯트수 병용에서의 타설이 되는데 시험시공에 의한 확인이 필요함. 자갈 및 호박돌층에서 시공이 곤란하며, T-4 등 보조장비 필요	장비가 소형으로 좁은 공간에서 작업 가능함. 플랜트 설비는 다른 공법에 비해서 소규모임. 대부분 토질에서 시공가능하며, 자갈. 호박돌층에서 시공성 높음	시공설비 및 플랜트 설비가 크고 장비의 작업공간이 크다. 자갈. 호박돌층에서 시공성 낮음.	선행삭공과 조성공이 분리된 작업이 되므로 시공성은 좋다. 플랜트 설비는 비교적 크게 된다. 자갈. 호박돌층에서 시공 가능함.	장비가 대형으로 넓은 작업공간이 필요함. 어떤 지반이라도 시공가능하나 굴착 시 공벽 붕괴 가능성 있음 고도의 기술력이 요구됨.
	△	○	△	○	△
시공실적	N값이 높은 모래층에서의 장척 널말뚝의 실적은 적다.	시공실적은 많다.	시공실적은 많지만 30m를 넘는 심도에서는 비교적 작다.	제방 차수벽으로서 국내 실적은 적음.	제방 차수벽으로서 시공실적은 적음.
	○	○	○	△	△

※ 주 1 : 직접공사비 비율을 계상(경비는 포함하지 않음.)

5.1.12 차수공법별 특성

1) 널말뚝공

가) 공법개요

널말뚝공은 공장에서 사전에 제작된 널말뚝의 이음부를 물리게 하여 진동해머, Water Jet 등을 이용하여 지중에 타입하여 연속벽(차수벽)을 형성하는 공법으로 원자재 자체가 불투수성이고 품질관리가 간단한 특성을 가지고 있어 토류벽, 차수벽 등 가시설 공법으로 많이 사용된 방법이다.

시공경험이 풍부하고 설치 후 신뢰도가 높으며 내구성이 우수하여 제체위로 중차량으로 인한 제방보강 작업이 가능하나 시공 항타시 자갈층 및 전석층 관입이 어렵고 지하매설물 주변 시공이 불량하며 소음 진동이 크고 제체 균열 또는 이완이 예상될 수 있다.

특히 본 공법은 설치 후 여건변화로 차수벽 길이를 연장 또는 짧게 조정할 필요성이 대두될 경우 타 공법에 비해 적은 경비로 시공이 가능한 장점이 있으며 완전 차수가 필요할 경우 연결부에 지수제를 도막 처리하는 방법도 국내에 개발 보급되어 있다.

나) 공법종류 및 특성

콘크리트 널말뚝의 형상은 T형으로 PC콘크리트 제조공정으로 제작하며 한강종합개발사업시 호안대용으로 사용한 경험이 있다. 제조 공정 및 운반특성상 15m이상의 긴 제품의 생산이 곤란하고 강재에 비해 품질의 신뢰성이 낮으며 운반이 어렵고 자재비도 강제에 비해 저렴하지 않으므로 과거 국내에서 사용하다 최근에는 사용성이 거의 없다.

강널말뚝은 국내에서 오래 전부터 사용되어 온 것으로 제조방법은 KS F 4604(열간압연식 강널말뚝)과 KS D 3858(냉간성형 강널말뚝)이 있고, 형상은 U형, Z형, H형, 조합형, 직선형 등이 있으나 국내 차수벽으로는 U형과 Z형이 주로 사용되고 있다.

다) 공법선정시 주의사항

일반적으로 토질조건, 지층의 두께, 현장상황, 차수벽 심도 등에 따라 다르나 널말뚝의 사용규격은 <표 5.1-9>현장조건별 사용규격과 같이 적용한다.

경험적으로 볼 때 강널말뚝의 시공 능력은 N와 자갈·호박돌의 크기에 따라 결정되며, 일반항타의 시공가능 범위는 N<50이며, N>50이고 호박돌의 크기가 ∅25㎝이하에서는 Water Jet 항타 또는 Auger 천공 후 항타로 시공이 가능하며, 호박돌의 크기가 ∅25㎝이상인 지반에서는 Barber Drill, PRD+Auger, T-4 등의 장비로 천공한 후 관입이 가능한 것으로 알려져 있다.

강널말뚝의 부식에 대한 설계는 일본의 경우 30년을 표준으로 할 때 일반하천에서 부식두께는 2㎜를 적용하고 있으며, 항만의 경우는 강재의 부식속도는 <표 5.1-10>와 같이 사용하고 있다. 강널말뚝의 부식방지 대책으로는 도장, 라이닝, 폴리에틸렌피복, 전기방식법 등이 있으므로 부식이 예상되는 지반에서는 부식방지 대책을 수립하여야 한다.

따라서 공법 선정시에는 시공성, 환경성, 경제성 등 종합적으로 고려하여야 하지만 시공성 측면에서 볼 때 토층의 변화가 심하거나 사력층, 호박돌층에서는 반드시 추가시추를 하고 시험시공을 실시하여, 시공방법, 장비의 선정, 시공심도 등 변경을 최소화 할 수 있게 하여야 한다.

<표 5.1-9>　　현장 조건별 사용규격

(단위:㎜)

현장 여건	Z형 강널말뚝	U형 강널말뚝	비 고
N치 20미만 차수벽 깊이 10m이하	635×358×8 635×358.5×8.5	600×130×10.3 400×100×10.5	연약층
20≤N≤50 차수벽 깊이 10m~20m	635×359×9 635×359.5×9.5	600×180×13.4 400×150×13	일반층
N치 50이상 차수벽 깊이 20m이상	635×360×10 635×360.5×10.5	400×170×15.5	경질층

<표 5.1-10>　　강재의 부식속도

구 분	조 건	부식속도	비 고
해측	HWL 이상 HWL~LWL-1.0m LWL-1.0m이하 해저 이토층	0.3 ㎜/년 0.1~0.3 ㎜/년 0.1~0.2 ㎜/년 0.03 ㎜/년	항만시설의 기술상의 기준(일본항만협회)
육지측	육상대기 중 흙속(잔류수위보다 높을 곳) 흙속(잔류수위보다 낮은 곳)	0.1 ㎜/년 0.03 ㎜/년 0.02 ㎜/년	항만시설의 기술상의 기준(일본항만협회)
일반하천		2 ㎜/30년	일본



<그림 5.1-27> 널말뚝공법 시공 모습

2) 심층혼합처리 공법

가) 공법개요

심층혼합처리 공법은 Earth Auger로 지반을 천공한 후 개량재(시멘트, 벤토나이트 등)를 주입한 후 강제적으로 원래토사와 교반혼합하여 지반강도와 지수성을 향상시킨 연속벽체를 형성하는 공법이다.

나) 공법종류 및 특성

벽체강성이 양호하며 소음, 진동이 적고 차수성도 우수하며 국내 시공경험도 풍부한 장점을 갖고 있으나 시공 장비가 대형이어서 넓은 작업공간이 필요하고 슬라임이 발생되어 환경적인 측면에서 불리하나 투수계수는 일반적으로 $1\times10^{-6}\sim10^{-7}$cm/sec를 얻을 수 있고 최근에 빠르게 보급된 공법이다.

심층혼합 처리공법의 개량원리는 지반개량제와 물의 수화반응 및 수화에 따른 생성물과 흙과의 화학반응에 의한 경화체의 형성에 있다.

각 세분류된 공법은 SCW공법을 기본으로 하고 있어 크게 볼 때 성능이나 시공성에서 유사한 공법으로 교반장비 및 시공품질관리 장치 등을 개량하였으며 첨가물로 공법개발 업체에서 개발한 고화재 또는 경화재를 사용하기도 한다.

다) 공법선정시 주의사항

심층혼합처리공법 선정시 주의 사항은 토질조건에 따른 시공가능 여부와 작업공간, 고화재의 종류와 배합비 및 환경적인 문제 등을 고려하여야 한다.

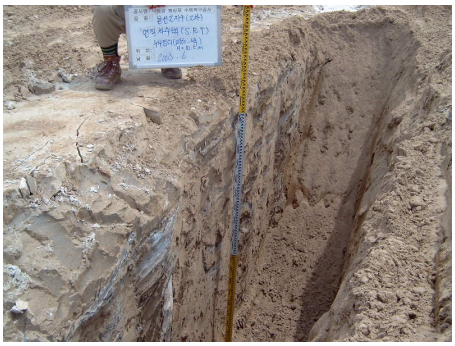
심층혼합처리공법의 시공 능력은 자갈·호박돌의 크기에 따라 결정되며, 일반적인 시공가능 범위는 사력층에서 최대 입경이 ∅10㎝이하에서는 시공이 가능한 것으로 알려져 있으나 최근에는 Auger날개를 개량하여 자갈층, 전석층, 풍화암층에서도 보조장비 없이 시공 가능하게 개발한 공법과 장비운영을 위한 작업공간으로 폭 8.5m～10.5m이상이 필요하나 횡방향 3축 Auger를 종방향으로 개량하여 5m 정도의 좁은 지역에서도 시공이 가능하도록 개선한 공법도 있다.

SCW의 경우 주재료는 시멘트와 벤토나이트로 되어 있으나 최근 개발된 고화재의 경우 경화촉진을 위해 첨가된 혼화재는 환경적인 문제와 토질조건에 따른 적정배합, 고화재 주입량, 주입속도 등을 검토하여야 한다.

지하수 유동이 심한 지반에서 양생기간 중 고화재가 유실되어 지하수를 오염시킬 수 있으므로 우물, 양어장 인근에서 시공 시에는 주의하여야 한다.



<그림 5.1-28> 심층혼합처리공법 시공현황



<그림 5.1-29> 시공사례(양호)



<그림 5.1-30> 시공사례(불량)

3) 주입공법

가) 공법의 개요

주입공법은 개량이 필요한 대상지반에 천공한 후 케이싱이나 Rod을 이용하여 응결재인 시멘트, 점토(Bentonite), 규산소다, 첨가물을 강제로 주입시켜 지반을 고결시키는 공법으로 일반적으로 Grouting이라 부른다.

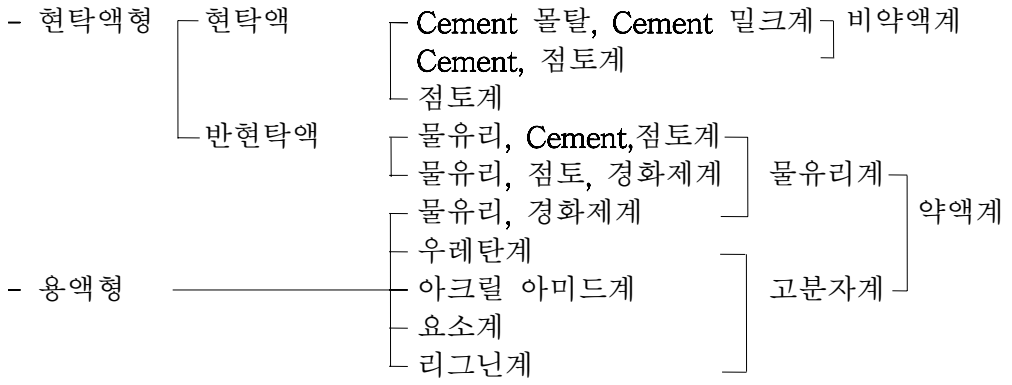
국내에서의 주입공법은 초기에 댐이나 제방의 차수 및 지반보강의 목적으로 Cement Milk Grouting을 적용하였으나 70년대 후반에 LW공법이 도입되었고 80년대 초에 SGR공법이 도입되면서 용액형 그라우팅이 처음으로 도입되었다. 이후 SGR공법은 현탁액뿐만 아니라 종래의 시멘트를 Micro 시멘트화 하여 침투효과를 증대시킬 수 있는 계기를 만들었다.

나) 공법의 종류 및 특징

주입재의 종류에 따라 약액과 비약액으로 구분되며 차수와 지반강화를 위해 주로 사용되고 있으며 투수계수는 일반적으로 1×10^{-6}cm/sec이하를 얻을 수 있다.

주입공법은 주입형태에 따라 충전, 맥상, 경계, 침투주입으로 분류하고, 주입관 설치방법에 따라서는 Rod 주입, Strainer 주입, 이중관 Doubble Packer주입, 이중관 Rod주입, 이중관 복합주입공법으로 구분된다. 혼합방식은 1Shot, 1.5Shot, 2Shot으로 구분되고, 주입원리에 따라 주입제인 현탁액과 약액을 침투만으로 흙의 간극을 채워 고결되면서 지반의 특성을 개선하는 침투주입법, 슬럼프가 대단히 적은 시멘트풀, 몰탈을 주입압에 의하여 변위를 유발하면서 지반의 체적압축 효과와 주입고결 효과를 기대하는 변위주입, 석회슬러리 또는 시멘트에 화학약품을 첨가하여 공극이 큰 지반에서 주입재가 느슨한 지반을 둘러쌓도록 주입하는 캡슐 주입으로 구분되며 주입형식은 상향식, 하향식, 상·하향절충식으로 구분된다.

① 주입재료에 따른 분류



- 현탁액

강도나 경제적인 면에서 가장 일반적인 주입제이긴 하나 조립토 이외에는 침투주입 효과가 떨어지며 Gel까지 시간이 많이 소요된다. 최근에는 Micro Cement화하여 주입효과를 개선하였다.

- Cement + 벤토나이트

시멘트 용액과 벤토나이트 용액사이의 전기 화학적 작용을 이용하는 것으로 일반적으로 점성이 커지고 블라이딩이 저하되며, 강도가 떨어지므로 차수목적을 위한 주입에 사용된다.

- 물유리 + Cement (LW주입재)

시멘트 주입과 물유리 주입을 동시에 실시하는 것으로 적용범위가 넓고 지반조건에 따라서는 Micro 시멘트를 사용할 수도 있다. Gel Time과 강도는 물유리와 시멘트비에 따라 조정된다.

- 용액형 물유리

  알카리계와 비알카리계로 구분되며 점성이 낮고 입자가 없어 침투주입효과가 크나 주입재의 강도가 떨어진다.

- 우레탄계

  지반에 주입되어 물과 반응으로 고결되기 때문에 유속이 빠른 지하수의 차수용으로 효과가 크며 강도증대를 기할 수 있으나, 물유리계에 비해 주입재가 고가이다.

- 기타 고분자계

  아크릴아미드, 요소, 리그닌계 등의 고분자계는 점성이 매우 낮고 침투성이 우수하고 강도증대 효과를 기대할 수 있으나 공해나 유독성 등의 문제로 특수한 목적 외에는 사용이 곤란하다.

② 시공특성에 따른 분류

일반적으로 주입재는 장비가 소규모이고 시공경험이 풍부하나 단관 또는 2중관 Rod를 사용하며 토질조건에 따라 시공성과 강도증진을 위한 Gel Time 조정방법과 선단 약액주입방법 및 약액이 공법별 다소 상이하나 성능이나 시공성 등은 유사하다고 볼 수 있다.
일반주입공법은 시멘트 몰탈이 주응결재이나 약액주입공법은 용액형과 현탁액형으로 나누어지며 용액형 약액으로 가장 많이 사용되는 규산소다를 주입한 고결체인 경우 시간이 지나면 알카리의 용탈작용으로 고결체가 분해된다고 알려져 있어 가시설 등에는 적용되고 있으나 영구시설물에서 사용시 주의하여야 한다.
현탁액형은 대부분 공법에서 규산소다가 첨가되어 있어 내구성에서 용탈에 대한 우려가 있으므로 가능한 규산소다가 적게 첨가되는 것이 내구성 측면에서 좋을 것으로 생각된다.
공법별 특징은 주재료인 시멘트, 규산소다, 벤토나이트 또는 고유첨가물로 이루어져 있으며 혼합비율이 다르게 되어 있다.

- 일반시멘트공법은 일반시멘트 단독 또는 벤토나이트를 첨가하여 물에 혼합한 현탁액을 주입장치로 지반에 주입하는 가장 고전적인 방법으로 댐의 기초암반 등에 영구적인 차수 목적으로 많이 사용되고 있다.
- LW공법은 규산소다 수용액(A액)과 일반시멘트를 물과 혼합한 현탁액(B액)을 혼합시켜 지반에 주입하는 일반화된 공법으로 주입공법 중 국내 시공경험이 가장 풍부하며 임시 차수나 지반강화 목적으로 사용되고 있다.

- SGR공법은 LW공법을 개량한 것으로 A액과 B액을 혼합시켜 지반에 주입하는 것으로 LW와 같은 목적으로 사용되며 B액이 급결형과 완결형이 있어 적절히 조절하면 누수량이 많은 곳에 차수효과를 높일 수 있으며 일반화된 공법이다.
- 그 외 세분류된 공법은 SGR공법을 기본으로 하고 있으며 A액과 자체개발한 B액을 지반특성에 따라 적절한 비율로 혼합하여 겔타임을 조절하고 Homo-gel강도를 증진시키고, 지반의 침투성을 개선한 것으로 현장 특성에 따라 잘 적용할 경우 일반화된 공법보다는 현장 적용성이 우수하다.

약액주입공법 선정은 시공경험측면에서는 LW, SGR공법이 유리하고 내구성 측면에서는 가능한 현탁액형 첨가물 중 시멘트 함량이 많은 공법이 유리하며 현장 적용성으로 볼 때는 지반특성에 따라 특성화 시켜 개발된 공법이 다소 우수하므로 선정시 현장여건을 감안한 깊이 있는 검토가 필요하다.

다) 약액주입 방법

약액주입공법이란 지반 중에 약액을 주입하여 지반의 투수성을 감소시키거나 지반의 강화를 목적으로 하는 지반개량공법이다.

약액이란 임의로 고화시간이 조정되는 재료이다. 현재는 물유리계 약액을 주체로 하여 2~3의 경화제 조제를 첨가하는 것으로 사용하고 있다.

① 약액 및 주입방식의 분류

약액이란 임의로 고화시간이 조정되는 재료이다. 현재는 물유리계 약액을 주체로 하여 2~3 가지의 경화제 조제를 첨가하는 것으로 사용하고 있다. 약액 및 시공법은 다음과 같이 대략 분류된다.

물유리계 약액(극물, 불소화합물을 포함하지 않는)에 한정되어 사용되다가 최근에 와서는 시멘트계 비약액계의 무기질 주입재를 일부 사용하고 있다.

<표 5.1-11>　　현재 사용되고 있는 약액의 분류

액 형 태	반 응 제	GEL TIME	
(1) 용 액 형	(1) 무기질 반응제	(1) 급 결	초의 단위
		(2) 중 결	분의 단위
(2) 현 탁 액 형	(2) 유기질 반응제	(3) 완 결	수십분 이상

주입방식은 이중관과 단관으로 두 가지가 있으나, 단관롯드 주입방식은 이중관 주입방식에 비하여 효과의 정도가 현저히 떨어지기 때문에 본 표에서는 제외하였다.

<표 5.1-12> 현재 사용되고 있는 주입방식의 분류

주 입 방 식		겔 타 임	혼 합 방 법
① 이중관 스트레나	단 상 식	급결	2shot
	복 상 식	급결, 중~완결	2 + 1.5shot 2 + 1.0shot
② 이중관 더블파카		완결	1, 1.5shot

② 투수성

투수성이 높은 지반(일반적으로 사질 및 사력토층)에 약액을 주입할 경우, 약액은 토립자의 간극에 침투하여 그것을 메워서 고결시킴으로서 투수성을 저하시킨다. 이에 대하여 대략 다음과 같이 말할 수 있다. 일반적으로는 주입 후 지반의 투수계수가 10^{-6}㎝/sec 이상이어야 한다. 주입후의 투수성은 작은 치수를 얻는 것보다는 오히려 균등하게 저하시키는 것이 더 중요하다. 따라서 주입재료, 주입조건, 주입공법 등의 충분한 검토가 필수조건이다.

③ 강도

주입에 의한 강도증가의 메카니즘은 점착력의 증가에 의한 것이지만, 그 수치는 일반적으로 정해진 것이 아니므로 각각 원위치 테스트로서 확인할 필요가 있다. 주입에 의한 고결물의 점착력에 대해서는 다음과 같이 말할 수 있다.

- 호모겔강도가 큰 만큼은 복주입토의 강도도 크다.
- 주입재료, 주입방식, 주입량, 주입압력 등에 의해 강도가 크게 좌우된다.
- 허용압축강도는 약액주입에 의한 차수공 설치시 7일 후 일축압축강도(호모겔 강도)가 20㎏/㎠이상이어야 한다.

④ 내구성

Grout 재료의 내구성은 원재료의 특성에 따라 다르다. 즉, 시멘트 및 초미립 시멘트 또는 고체 Grout재의 내구연한은 영구적이며, 기타의 Grout제는 화학적 성질에 따라 각각 다르다. 지하수면하의 흙 속에 주입 고화한 약액의 내구성은 수년단위로서는 보증되지만 강도의 저하율 등을 증명하는 보고가 아직 적기 때문에 가급적 용액형 및 현탄액형 주입방법은 깊이 있는 검토를 시행하는 것이 바람직하며 무기질토양에 있어서는 반영구적이다.

⑤ 주입량

각 공당 주입량은 침투주입에 관한 <식 5.1-8>로 산정하고, 주입율은 <표 5.1-13>를 참고하여 설계한다. 시공시에는 반드시 시험시공을 실시하여 주입율을 수정하여 설계변경 하여야 한다.

$$Q = V \cdot n \cdot \alpha(1+\beta) \qquad \text{<식 5.1-8>}$$

여기서, Q : 주입량(㎥)　　V : 주입대상토의 체적 (V = 3.14×2R×L)

R : 유효주입반경(m)　　L : 주입심도(m)

n : 주입토의 간극율(%)　α : 침투주입충전율

β : 주입손실계수　　λ : 주입율(n ·α)

<표 5.1-13>　　토질에 의한 주입재의 충전율. 주입율

토　질	조　건	N치	간극율(n)	충전율(a)	주입율(λ)	비　고
점 성 토	느 슨 함	0-4	60-75	30-40	19-30	
	중　간	4-8	50-60	25-30	13-20	
사 질 토	느 슨 함	4-10	45-50	75-90	35-50	
	중　간	10-30	40-45	65-75	27-35	
	조　밀	30이상	35-40	60-70	22-30	
사 력 토	느 슨 함	4-10	45-50	90-100	42-53	
	중　간	10-30	35-40	90-100	33-42	
	조　밀	30이상	30-35	90-95	28-35	
풍 화 토	중　간	10-30	40-50	60-70	25-37	
	조　밀	30이상	30-40	60-70	20-30	
풍 화 암		50이상	20	60-90	13-19	
연. 경암		50이상	15	80-100	13-16	

주】 1. 토질 조사 결과 N치, 투수계수, 간극율이 표와 다를 때는 간극율을 우선한다.
2. 간극율이 분명하지 않을 때는 N치로 추정.
3. 손실계수 β는 0.1로 한 값임.
4. 주입 목적의 중요도로 충전율을 고려한다.

⑥ 주입압력

주입압은 지반조건(지반종별, 성층상황, 투수성, 강도 등), 주입계획 위치(심도 및 입지/환경조건), 주입재 종별, 겔타임, 주입방식, 주입시간, 주입속도 등에 따라 좌우되며 주입압력은 토피압력, 간극수압 등에 의해 허용되는 최대압력 이하가 되어야 한다.

주입압력의 설정에 있어서는 상기와 같이 여러 가지 요인이 있고 복잡하지만

- p'< p< 3r' ~ 5r'

p : 주입압력(kgf/cm2)　　r' : 간극수압(kgf/cm2)

- p < 0.2H ~ 0.3H

H : 주입심도(m)

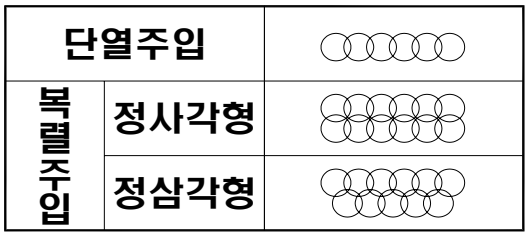
와 같은 방법이 존재하지만 절대적인 값은 아니며, 과거의 주입실적 및 시험주입을 통해 최종 주입압력을 설정하여야 한다.



<그림 5.1-31> 주입공법 시공모습

⑦ 주입공 배치

주입공은 그라우트 주입유효범위가 서로 겹치도록 배치해야 한다. 차수벽으로의 주입의 경우 복렬주입에 의하는 것을 기본으로 한다.



<그림 5.1-32> 주입순서 및 주입공 배치

⑧ 주입효과 확인

주입효과의 확인은 주입공법 시공에 있어서 가장 중요한 관리항목중 하나이다. 시험주입을 실시한 후에는 그 효과확인의 결과에 따라서 설계대로 주입을 실시해도 좋은지, 설계 또는 시공계획의 재평가를 하는지 판단할 필요가 있다. 또 본 주입효과의 확인을 하면서 시공을 진행시키는 것은 시공관리의 중요한 사항이다.

주입효과의 확인 목적은 주입재의 침투범위를 파악하는 것이며, 또한 고결체의 강도특성과 투수성의 물성치를 구하는 것이다.

라) 비약액주입공법

비약액주입공법은 약액주입공법에서 문제시되는 장기적인 내구성저하와 침투주입에 대한 한계성 등에 대처하기 위해 개발된 공법으로 시멘트계 초미립자와 포졸란계 초미립자로 구성된 마이크로 복합실리카를 주재료로 한 분체 그라우팅제와 현탁액의 점성을 낮추기 위한 분산제 및 응결속도를 조정할 수 있는 혼화제 등에 의해서 겔타임을 조절할 수 있는 용액형 및 현탁액형 그라우트재(초급결형, 급결형, 완결형, 지결형)를 이용하여 지반보강구조를 구축하는 그라우팅공법이다.

본 공법에서 주로 사용되는 실리카의 평균입경은 3~5㎛이며, 여기에 점성을 낮추기 위한 분산제와 강도증대를 위하여 고강도 혼화제를 첨가하여 복합실리카 시멘트를 제공하며, 응결조절제로서 소듐(Sodium, Na)실리케이트, 실리카졸, 중화제 등은 고결체의 강도와 내구성을 향상시킬 수 있도록 특별히 조성된 활성규산을 이용함으로서 알카리 용출을 억제하고 있다. 혼합방식도 1Shot, 1.5Shot, 2Shot 공종으로 가능하도록 개발되어 있다.

그 외 세분류된 공법은 SGR공법 장비를 기본으로 하고 있으며 주입재료를 자체개발 또는 국외에서 도입한 초미립자 시멘트를 사용함으로서 물유리계에서 발생하는 용탈의 우려를 개선한 것이나 재료의 가격이 고가인 것이 단점이다.

마) 설계시 고려사항

① 개량지반의 특성

② 개량 범위

③ 주입개량재의 선정

- 지반의 침투성
- GEL화의 안전성
- 고결토의 물리적 성질
- 작업성
- 환경성(Gas발생, 수질)
- 경제성

④ 주입방법의 선정

⑤ 주입개량재의 주입량

⑥ 주입공의 배치

⑦ 효과 확인

바) 시공시 고려사항

① 주입유량과 주입압력

② 지반의 융기, 인접구조물에 미치는 영향

③ 지반과 개량재의 적응성 및 영향

④ 시공의 정확성

사) 시공 순서

㉮ 천공 - 공벽보호를 위해 Casing을 사용한다.

㉯ Seal제 충진

㉰ Sleeve Pipe설치

㉱ Casing 인발

㉲ Sleeve Pipe내 Double Packer Injection Pipe를 삽입한다.

㉳ Cracking & 수압시험

㉴ Grouting 주입

4) 고압분사 교반공법

가) 공법개요

고압분사 교반공법은 심층 지반을 개량하는 것으로서 지반 중에 주입관을 관입하여 수평방향으로 200㎏f/㎠ 이상 고압으로 경화재(Cement Paste)와 Air Jet를 분사하여 주입관을 회전 인발시킴에 따라 파괴된 토립자와 경화재를 혼합 교반하여 원주상 고결체를 형성하는 공법으로 국제적으로 Jet - Grouting 공법으로 칭하고 있다.

1965년경 일본에서 CCP(Chemical Churing Pile) 공법으로 실용화하여 여기서 Air Jet를 병행시켜 개발한 것이 JSP(Jumbo Special Pattern)공법이고 기계공학의 발전으로 400～700㎏f/㎠ 정도의 초고압펌프를 개발하여 초대형 직경(D=2～3m)의 고결체를 조성할 수 있게 개발된 것이 RJP(Rodin Jet Pile)공법이다. 신뢰할 수 있는 고결체를 형성할 수 있고 내구성이 우수하여 차수, 기초Pile, 지반개량 등 목적으로 다양하게 적용할 수 있는 공법이나 지하수 유동이 큰 자갈 전석층에서 적용성이 낮으며 장비가 크고 공사비가 다소 고가이다.

나) 공법의 종류 및 특징

① 시공방법에 따른 분류

㉮ Single-Phased Method

단관주입관을 사용하여 경화제만의 분사에 의한 지반개량으로 개량강도는 가장 높으나 개량지름이 ∅60cm 정도로 작게 되며 터널내부에서의 보조공법에 많이 사용되고 있다.

㉯ Double-Phased Method

이중관 주입관을 사용하며 공기를 병용하여 지반을 개량하며 개량직경은 대략 ∅80cm ~∅100cm 정도이다.

㉰ Typle-Phased Method

3중관 주입관을 사용하며 경화제, 공기, 물을 병용하여 지반을 개량하는 방법으로 개량직경을 ∅100cm~∅250cm정도로 크게 할 수 있기 때문에 차수벽용 목적보다는 기초지반개량에 효과적이다.

② JSP 공법

CCP공법은 수평방향으로 고압(200kgf/㎠)의 경화재를 분사하여 원주상(D=30~50cm)의 고결체를 형성하는 반면에 JSP공법은 에어제트(air-jet)를 병용시킴으로서 경화재 분출류의 지반 절삭능력을 증진시켜서 고결체의 직경을 크게 (D=80~120cm)하는 고압(200kgf/㎠)분사 주입공법이다.

1개의 노즐에 2중관을 사용하고 있으나 국내에서 시공경험이 풍부하고 개량부위 강도가 크고 지반보강 효과가 우수하나 유속이 빠른 자갈 전석층에서 주입재가 양생되기 전 유실될 우려가 있고 공사비가 고가이며 Slime 발생량이 많다.

주입재로 주로 시멘트 밀크재를 쓰므로 약액에 의한 환경오염이 적고 계획된 심도와 범위까지 정확하게 지반개량이 가능하고 목적범위까지 확실하게 개발함으로서 시공손실이 없어서 경제적임 고압분사 교반공법에서 볼 때 소형장비로 좁은 장소에서 시공이 가능하고, 소음 진동이 적어 없어 도심지 시공에 유리하며 지반보강과 차수효과가 뛰어나다.

적용지반은 사질토에서 점성토 지반까지 시공이 가능하고 표준관입시험의 N치를 기준하여 사질토는 N치 30이하, 점성토는 N치 5이하인 지반에서 효과적이다.

③ RJP 공법

기계공학의 발전으로 400㎏f/㎠～700㎏f/㎠정도의 초고압 펌프인 RJP Machine이 개발되어 초대형 직경(φ800㎜～2000㎜)을 갖는 고결체를 조성할 수 있게 개량된 공법으로 비교적 국내의 시공경험도 풍부하다. 2개의 노즐에 3중관을 사용함으로서 유속이 빠른 자갈 전석층에서도 급결제를 분사시켜 Gel Time을 조절하여 시공성과 내구성을 높일 수 있으나 공사비가 고가이고 Slime 발생량이 많다. 최근에는 Jet 분사각도를 조절함으로서 반원형, 90° 등 다양한 형태의 기둥과 벽체를 만들 수 있다. 지하수 유동이 큰 지반에서 급결재를 분사하여 고결체를 형성할 수 있게 개발된 것이 C-RJP, 직경을 0.8m～1.5m정도로 조성할 수 있도록 개발된 것이 M-RJP, 분사각도를 조절하여 원형 외에도 45° ～ 360° 까지 다양한 모양의 고결체를 형성할 수 있게 개발된 것이 F-RJP (Free-Rodin Jet Pile)이다.

④ 기타공법

최근 국내에 소개된 공법 중 기계의 노즐부를 개량하여 원주상 및 사각형 고결체를 두께 0.5m 정도, 1회 시공폭 3.0m 정도의 직사각형 지중연속벽을 형성하고 원주형 공법에서 연결부의 취약성과 재료의 손실이 적어 공사비가 저렴하며 특히 Slime 발생이 적도록 개량된 공법 등도 있다.

5) 지중연속공법

가) 공법개요

지중연속공법은 벤토나이트의 안정액으로 공벽의 안정을 유지하고 굴착 후 콘크리트로 벽체를 조성하는 공법으로 1950년경 유럽에서 개발 실용화되었으며 유럽에서는 Concrete Diaphram Wall, Slurry-Wall이라 하며 우리나라에서는 지중연속공법 또는 지하연속공법이라 한다.

건축구조물의 지하실, 차수벽, 방호벽, 호안, 흙막이벽 등 다양하게 이용되고 있으며, 굴착방식으로는 버킷식, 회전식, 충격식이 있고, 형태로는 벽식, 주열식, 조합식이 있다.

무소음 무진동으로 벽체강성이 커서 본체의 벽체나 기초구조로 사용가능하며, 차수성이 우수하고 어떠한 지반이라도 시공이 가능하며 주변구조물에 영향이 적은 장점을 갖고 있으나, 공사비가 고가이고 굴착시 공벽의 붕괴 가능성과 굴착토사 및 안정액 등 폐기물 발생이 많고 고도의 기술과 경험이 필요하며 이음부가 차수의 취약점이 될 수도 있는 단점을 갖고 있다.

나) 공법의 종류 및 특징

① Slurry-Wall공법

Slurry-Wall공법은 벽식 공법으로 Grab 또는 Hydromill 등을 사용하여 지반을 굴삭하고 콘크리트를 타설하여 연속지중벽을 형성하는 공법으로 모든 지반에서 시공이 가능하며 내구성 등 신뢰도가 우수하나 장비가 대형이고 공사비가 고가이며, 굴착도랑의 붕괴우려와 슬라임 퇴적시 강도저하와 차수성에 지장을 초래 할 수 있다. 보강재 등을 삽입하여 벽체 강성이 필요한 곳에 적용가능 하다.

○ 장점

㉮ 차수성이 좋고 근입부의 연속성이 보장된다.

㉯ 단면의 강성이 크므로 대규모, 대심도 굴착공사시 영구벽체로 사용될 수 있다.

㉰ 소음, 진동이 적어 도심지공사에 적합하다.

㉱ 대지경계선까지 시공 가능하므로 지하공간 최대이용

㉲ 강성이 커서 주변구조물 보호에 적합하며, 주변지반의 침하가 가장 적은 공법이다.

㉳ 근입 및 수밀성이 좋아 최악의 지반조건에서도 비교적 안전한 공법이다.

○ 단점

㉮ 공기와 공사비가 비교적 불리

㉯ 안정액의 처리문제와 품질관리 철저

㉰ 상당한 기술축척이 요구된다.

㉱ 설계상 보완점이 필요한 경우가 있을 수 있다.이 필요한 곳에 적용 가능하다.

② CIP(Cast In Place Pile)공법

CIP(Cast In Place Pile)공법은 주열식 공법으로 Earth Auger 또는 보링기를 이용하여 ø400㎜~500㎜ 정도 천공한 후 철근을 조립하고 Cement Milk를 타설하여 현장에서 콘크리트 파일(연속벽)을 형성하는 공법으로 벽체 강성은 우수하나 연결부에 별도의 보조 Grouting이 필요함으로서 공사비가 고가이다. 장비가 소규모이고 소음 진동이 적어 도심지 주택지 등에도 시공 가능한 공법으로 지하굴착시 토류벽공사에 많이 사용되고 있으나 연약한 지층에서는 천공 Hole의 붕괴 및 지층의 팽창현상에 의해 일정한 구근이 형성되지 않고 Slime이 발생되는 단점이 있다.

○ 장점

㉮ 비교적 차수성과 벽체 강성이 좋다

㉯ 시공중 단단한 지반에서도 소음, 진동이 거의 없다.

㉰ 시공단면이 작아 인접구조물의 영향이 작고 천공벽의 붕괴우려가 적다.

㉱ 지지력을 향상시킬 수 있다.

㉲ 불균일한 평면현상에서도 쉽게 시공가능

○ 단점

㉮ 깊은 심도에서는 시공수직도 문제로 차수그라우팅 보완이 필요

㉯ 공기가 길고 공사비가 증가된다.

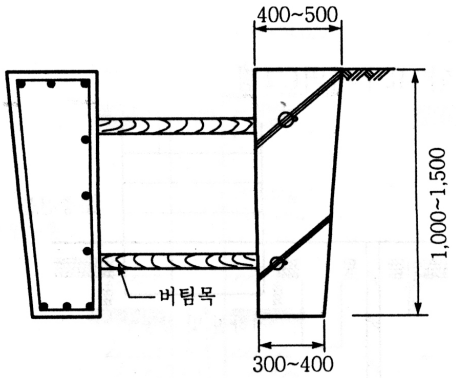
㉰ 일단 시공되면 철거하기가 어렵다.

다) Slurry-Wall공법 시공순서

① Guide Wall 설치

Guide Wall은 Trench를 굴착할 때 표토부분을 보호하고 정확한 굴착을 하기 위해 설치하며 깊이는 1.0m～1.5m정도이며 주위 토압으로 인하여 안쪽으로 변위가 생기지 않게 지보공을 설치하여야 한다.

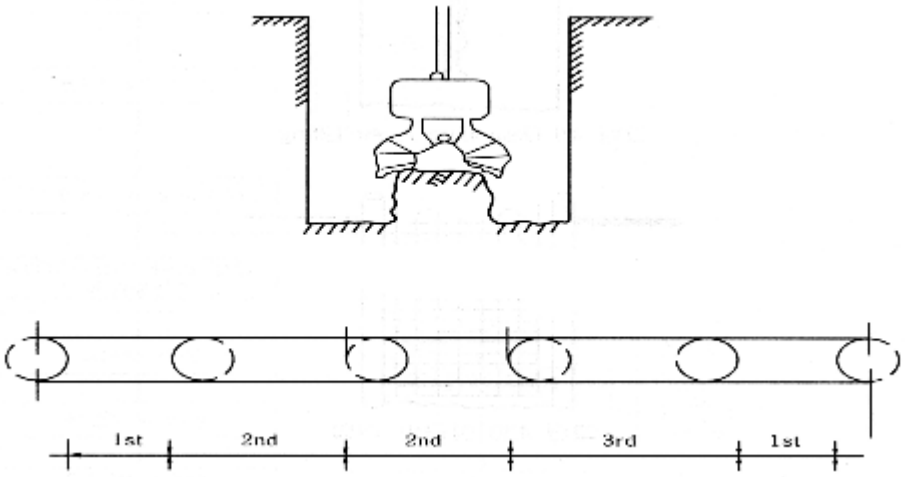
지보공은 굵은 각재나 Panel 등을 사용할 수 있으며 굴착기의 폭보다 약 5cm정도 크게 여유를 두고 시공하여야 한다.



<그림 5.1-33> 안내벽 단면도

② Trench 굴착

60ton이상의 크레인에 크람쉘을 달고 가이드월안에 벤토나이트용액을 주입하면서 굴착한다. 한 판넬의 길이는 통상 5～6m가 보통이며, 통상심도는 40m정도가 일반적이며, 시공방법에 따라 <그림 5.1-34>와 같은 순서로 설치한다.



<그림 5.1-34> Panel 시공순서

굴착시 암출현으로 크람쉘 작업이 어려울 경우에는 Chiselling 작업을 하여야 하며 이때 낙하고는 약 2m 정도이다.

③ Desanding과 Air Lifting

굴착이 완료되면 trench내에 있는 벤토나이트 용액을 Cleaning하는 작업으로 Mudpump나 콤프레샤를 이용한 Air-Lifting방법으로 벤토나이트 용액 속에 혼합된 부유물과 슬러지를 Desanding Unit로 보내 깨끗이 Cleaing한다.

stop end Tube 설치 - Desanding 작업 중 판넬 조인트부의 Form 및 차수역할을 목적으로 설치한다.

④ Steel Cage Installation

현장에서 조립한 철근망을 각종 슬리브 및 Dowel bar등을 설치하고 Desanding 완료 후 Trench내에 집어넣는 작업으로 차수벽을 설치할 경우 생략할 수 있다.

⑤ Tremie Concreting

철근망을 중앙부에 Tremie Pipe를 연결하면서 굴착바닥에서 15cm전까지 설치하고 Tremie Pipe를 통하여 바닥에서부터 상향으로 콘크리트를 타설한다. 콘크리트 타설이 끝난 후부터 초기 경화가 이루어질 때까지 (약 4~5시간) 약간씩 Stop end Tube를 인발하기 시작하여 4~5시간 동안 완전 제거한다.

전술한 차수공법 중 대표적인 공법의 종류 및 공법특성을 다음 표에 나타내었다.

5.1.13 공법 선정

Steel Sheet-pile공법은 벽체 강성과 시공경험 경제적인 면에서는 우수하고, 설치 후 차수벽 길이 조정이 필요할 경우 적용성이 가장 우수한 장점이 있으나, 조밀한 자갈층 및 호박돌층에서는 관입이 어렵고 소음 및 진동이 크고 기존 제체의 균열 또는 이완이 예상되고 지하구조물이 있는 곳에서 시공곤란 등 단점을 갖고 있다.

심층혼합처리 공법은 Auger 천공 후 교반하는 방법으로 진동이 적고 비교적 단단한 고결체를 만들 수 있으며 차수효과도 양호하나 장비가 대형으로 시공시 제체손상이 크고 단단한 자갈층 및 호박돌층에서는 시공능력이 급격히 떨어지는 단점을 갖고 있다.

심층혼합 처리공법 중 가장 잘 알려진 SCW는 Auger 천공 후 상하 교반방법으로 사력층과 역질 및 호박돌층이 혼재되어 있을 경우 교반되는 과정에서 중량이 가벼운 모래와 입자가 작은 자갈은 상부로 올라오고 무겁고 입자가 큰 자갈과 호박돌은 아래층으로 내려가면서 재료 분리현상이 발생할 수 있으며, 조밀한 호박돌층에서는 3축 시공이 곤란하며, 단축으로 시공을 할 경우 연결부에서 시공부실이 발생할 가능성이 높고 공사비 증가 및 공기연장 등 문제점이 있다.

주입공법은 장비가 소규모로 취급이 간편할 뿐만 아니라 제체 손상 없이 시공이 가능하고, 조밀한 사력층에서도 시공이 가능하며, 특히 구조물(배수문) 주변 보강에 우수한 특성을 갖고 있으나, 국내에서 Gel Time 조절용 혼화재로 용탈에 대한 내구성에 의문이 완전 해소되지 않고 있으며, 구근이 형성되지 않음으로서 시공 후 결과물 확인이 어려워 신뢰도가 낮다.

고압분사 교반공법은 시공경험이 풍부하고 내구성이 강한 고결체를 형성함으로써 신뢰성이 높은 차수벽을 만들 수 있으나 장비가 대형이고 공사비가 고가이며 Slime 발생이 많아 환경적인 측면에서 불리한 공법이다

지중 연속공법은 시공 후 차수성에 대한 신뢰도 측면에서 가장 우수하나 Slurry Wall 및 CIP공법은 장비가 대형이고 공사비가 고가이다.

일반적으로 주 차수공법이 갖추어야 특성인 차수성 내구성 시공성 경제성 환경성 등에서 볼 때 차수성은 비교적 투수계수가 1×10^{-6} ㎝/sec 이하 정도로 모든 공법이 만족하고 있으며, 내구성은 Sheet-Pile, 지중연속벽, 고압분사교반, 심층혼합처리, 주입공법 순으로 우수하다.

시공성은 사력 및 호박돌층에서 볼 때 주입공법, 고압분사 교반공법, 지중연속공법, 심층

혼합처리공법, Sheet-Pile 순으로 볼 수 있으며, 경제성은 심층혼합처리공법과 주입공법 및 Sheet-Pile공법이 비슷하고 고압분사 교반공법, 지중연속공법 순이다.

환경성은 Sheet-Pile, 주입공법, 지중연속공법, 심층혼합처리공법, 고압분사 교반공법 순으로 볼 수 있다.

차수공법 선정은 제반여건을 종합적으로 고려하여 최적 공법을 선정하여야 하며, 설계시 종합적인 검토를 실시하여 소정의 목적을 만족하는 공법을 선정하되, 세분류의 공법선정은 각각의 현장특성과 조건이 다르고 공법별 고유특성 차이로 일반화되어 있지 않아 설계에서는 잠정 보류하는 것으로 한다.

따라서 세 분류에 따른 공법선정은 시공회사가 제반현장 여건과 공법개발 회사의 능력 등을 종합적으로 고려하고 공사 시방서에서 제시하는 조건을 수용하는 범위 내에서 최적공법을 선정하여, 감독관의 승인을 득한 후 시행하는 것으로 한다.

5.2 수량산출 기준

5.2 수량산출 기준

5.2.1 수량산출 내역

번 호	공 정	규 격	단 위	수 량	비 고
1)	**SHEET-PILE 공법**				
①	Sheet-pile 자재		t		
②	Sheet-pile 항타(일반)		본		
③	Sheet-pile 항타(WJ병용)		본		
④	Guide Beam 제작		회		
⑤	Guide Beam 이동 설치		회		
⑥	전도방지공		개소		
⑦	H-pile 항타 및 인발		본		
⑧	시험시공		m		
⑨	시험시공 확인		회		
2)	**심층혼합처리공법**				
①	사용재료 - 시멘트		t		
	사용재료 - 벤토나이트		kg		
②	심층혼합 천공 및 주입		㎡		
③	플랜트 조립 및 해체		회		
④	파일드라이버 조립 및 해체		회		
⑤	시험시공		m		
⑥	시험시공 시험		회		
⑦	검사보링		m		
⑧	검사시험		회		
⑨	이토(Slime) 처리		㎥		

번 호	공 정	규 격	단 위	수 량	비 고
3)	**주입공법**				
①	**현탄액형 주입**		㎥		
②	시멘트		kg		
	규산		ℓ		
	급결제		kg		
	중결제/완결제		kg		
	벤토나이트		kg		
③	**천공**		m		
④	**기계기구 설치 및 해체**		**회**		
⑤	**플랜트 설치 및 해체**		**회**		
⑥	**시험시공**		m		
⑦	**시험시공 확인**		**회**		
⑧	**검사보링**		m		
⑨	**검사시험**		회		
4)	**고압분사 공법**				
①	천공		m		
②	천공 및 분사		m		
③	시멘트		kg		
④	기계기구 설치 및 해체		회		
⑤	플랜트 설치 및 해체		회		
⑥	시험시공		m		
⑦	시험시공 확인		회		
⑧	검사보링		m		
⑨	검사시험		회		
⑩	이토(Slime)처리		㎥		

5.2.2 STEEL SHEET-PILE 공법

1) Sheet-pile 사용 재료

○ 설계시 검토한 규격의 자재를 사용하는 것으로 한다.

○ 통상적으로 토질 조건, 지층의 두께, 현장 상황, 차수벽 심도 등에 따라 다르나 널말뚝의 사용 규격을 <표 5.2-1>기준과 같이 적용함을 원칙으로 한다.

○ Sheet pile의 설치에 필요한 자재의 7% 할증을 고려하여 자재비 및 운반비를 중량(t)으로 산출한다.

- Sheet pile의 사용 중량 = m당 단위중량 × 설치 깊이 × 본당 폭 × 설치 본수 × 1.07 = ( ) t

<표 5.2-1>　　현장 조건별 Sheet pile 표준 규격

(단위:㎜)

현장 여건	Z형 강널말뚝 (KS D 3858)	U형 강널말뚝 (KS F4604)	비 고
N치 20미만 차수벽 깊이 10m이하	635×358×8 635×358.5×8.5	600×130×10.3 400×100×10.5	연약층
20≤N≤50 차수벽 깊이 10m ~ 20m	635×359×9 635×359.5×9.5	600×180×13.4 400×150×13	일반층
N치 50이상 차수벽 깊이 20m이상	635×360×10 635×360.5×10.5	400×170×15.5	경질층

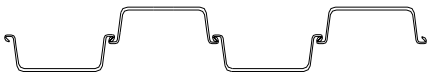
차수표(Z-TYPE)

형식	폭(mm)	높이(mm)	두께(mm)	단위중량(kg/m)
NI-XZ 80	635	358.0	8.0	64.1
NI-XZ 85	635	358.5	8.5	68.1
NI-XZ 90	635	359.0	9.0	72.1
NI-XZ 95	635	359.5	9.5	76.1
NI-XZ 100	635	360.0	10.0	80.1
NI-XZ 105	635	360.5	10.5	84.1



차수표(U-TYPE)

형식	폭(mm)	높이(mm)	두께(mm)	단위중량(kg/m)
ISP-II	400	100	10.5	48.0
ISP-III_A	400	150	13.0	60.0
ISP-IV	400	170	15.5	76.1
ISP-V_L	500	200	24.3	105.0
ISP-II_W	600	130	10.3	61.8
ISP-III_W	600	180	13.4	81.6



2) Sheet pile 항타 방법

○ Sheet pile 항타 방법은 진동해머에 의한 일반항타, Water-jet 병용 항타 및 천공+항타가 있으며, N>50이고 자갈·호박돌 최대 입경이 10㎝이상인 지반에서는 시공방법 결정시 시험 시공을 실시하거나 시공사례를 통해 주의하여 선정하여야 한다.

○ 토질조건별 표준 시공방법은 <표 5.2-2>와 같고 시험 시공 결과가 차이가 있는 경우는 변경 적용할 수 있다.

<표 5.2-2> 토질조건별 표준 시공방법

토 질 조 건		시 공 방 법	비 고
점토층, 사질층, 사력층	N<50	·디젤 및 진동햄머에 의한 일반항타	
사력층, 호박돌층, 전석층	N>50 최대입경(φ)<10㎝	·Water jet 병용 항타 ·Auger 천공+일반항타	
	N>50 최대입경(φ)<25㎝	·Water jet 병용 항타 ·천공+일반항타	
	N>50 최대입경(φ)>25㎝	·천공+일반항타	

※ 천공기는 T4, Barber Drill, P.R.D+Auger 등이 있다.

○ Water Jet 병용 항타시 지반조건에 따라 Water jet 펌프는 131PS(토출유량 325ℓ/분, 토출압력 150kgf/㎠)의 펌프를 1대 이상 조합하여 사용하며, 장비조합은 다음 <표 5.2-3>을 기본으로 한다.

<표 5.2-3> 워터제트 펌프 선정 기준

토질별	규 격	대 상 토 질	비 고
점성토	131PS ×1대	30<평균N≤40, 40<Nmax≤70	
	131PS ×2대	40<평균N≤50, 50<Nmax≤100	
사질토	131PS ×1대	30<평균N≤40, 50<Nmax≤100	
역질토	131PS ×2대	40<평균N≤50, 100<Nmax≤300	
전석 및 혼합	131PS ×2대	∅max≤100, Nmax≤100	
자갈층	131PS ×3대	100<∅max≤150, 100<Nmax≤300	
	131PS ×4대	150<∅max≤200, 300<Nmax≤500	
풍화암층	131PS ×1대	Nmax≤150	qu=50kgf/㎠이하 지층대상
	131PS ×2대	150<Nmax≤300	
	131PS ×3대	300<Nmax≤750	

주) 위 표에서 대형워터제트를 사용할 경우 장비조합은 131PS×2대 = 250PS, 131PS×3대 = 300PS, 131PS×4대 = 444PS를 적용할 수 있다.

3) Sheet pile 항타 : 본

○ Sheet-Pile 시공 방법별로 구분하여 산정한다.

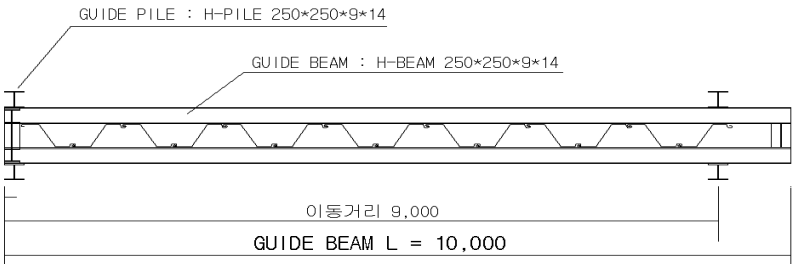
- 설치 본 수 = 설치연장 ÷ 본당 폭 = ( ) 본

4) Guide Beam 제작 : 회

① 가이드 Beam의 제작은 길이를 10m로 하고, 1회 설치로 9m 항타하는 것을 기본으로 하며, 1회 제작 후 100회 사용을 표준으로 한다.

② 필요시 Spacer를 사용하여 설계하여야 한다.

- Guide Beam 제작 = 설치 연장 ÷ 900m = ( )회



가이드빔 표준도

<표 5.2-4> 가이드 빔 1조(10m)당 수량

구 분	규 격	수 량	단위중량 (kg/m)	총중량 (ton)
가이드 빔	H 250×250×9×14	10m×2개=20m		
가이드 파일	H 250×250×9×14	5m×4개=20m		
간 격 재	H 250×250×9×14	0.4m×2개=0.8m 1.0m×2개=2.0m		
계		42.8m	72.4	3.099

5) Guide Beam 이동 설치 : 회

○ 가이드빔의 1회 제작 연장은 10m이고, 설치 후 1회 9m씩 이동하여 사용한다.

○ 가이드빔의 설치를 위한 터파기는 깊이는 현지반고 - (차수공 상단고 - 1.0m), 저폭 1.0m, 사면경사 1:1을 표준으로 한다.

○ 1회 이동거리는 9m로 하여 전체 설치 연장에서 9m를 나누어 회수를 산정.

- 가이드 빔 이동 설치 회수 = Sheet pile 설치 연장 ÷ 9m = ( ) 회

- H-pile 항타 및 인발 : 본

· 가이드빔 이동 설치 회수 × 2회 + 2회(시점부 설치) = ( ) 본

6) 시험시공

구 분	단위	기 준	시 기	비 고
시 험 시 공	m	·설치연장 500m마다 1회, 제방당 1회 이상	시공 전	
시 험 시 공 확 인	회	·보링(설치깊이) ·일축압축시험(토층별) ·투수시험(토층별)	〃	
검 사 시 험	회	·설치연장 100m마다 1회, 제방당 1회 이상 시공품질 검사	시공 중	

5.2.3 심층혼합 처리공법

1) 사용재료

○ 심층혼합 처리공법 설계시 토질별 배합비 및 압축강도는 <표 5.2-5>를 표준으로 산출하며, 세분류된 공법에 따라 공장 배합된 고화재를 사용할 경우 그 고화재량은 <표 5.2-5>에서 시멘트에 벤토나이트를 합한 것으로 한다.

○ 시험 시공 결과 배합비가 다를 경우는 변경하여 산출한다.

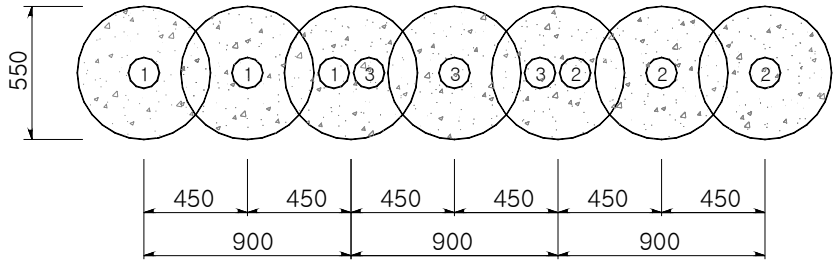
<표 5.2-5> 토질별 표준배합비 및 압축강도

(㎥당)

토 질	배 합			압축강도 (MPa)	비 고
	시멘트(kg)	벤토나이트(kg)	물(ℓ)		
점 성 토	400	10	550	0.1 ~ 2	
사 질 토	350	20	550	2 ~ 8	
사 력 토	350	20	550	6 ~ 12	

*자료출처 : 건설공사 표준품셈0

2) 심층혼합 천공 및 주입 : ㎡



※ ①~③은 3축 시공순서임.

○ 차수벽 두께(구경)는 Φ550㎜이며 3축 시공을 기본으로 한다.

○ 구간별로 설치 연장과 심도를 곱하여 산출한 후 전체 물량을 산출한다.

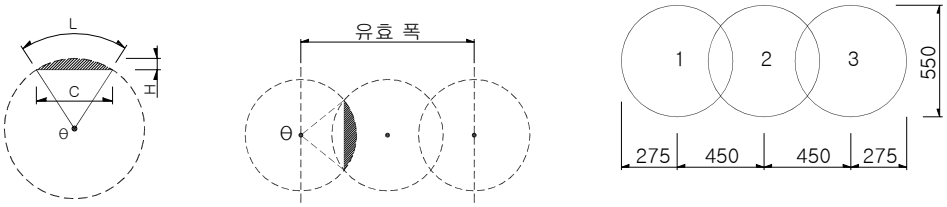
○ 시공구간의 전체 평균 심도와 토질별 평균 분포를 고려하여 수량을 산출한다.

○ 3축의 경우 시공순서에서 ①, ②번째 시공 후 ③번째 시공의 경우 ①, ②번째의 각 1개 공이 중복 시공되므로 자재는 3공(1,350㎜)에 대해 수량을 산출하고, 1회 시공 유효연장은 2공(900㎜)으로 계상하여야 한다.

○ 3축 시공시 1공씩 중복시키지 않고 연속벽을 형성하기도 하나, 이 경우 공간 접속불량의 우려가 있으므로 사용하지 않는 것으로 한다.

○ 본당 단면적

$$d = 2r = 2 \times 0.275 = 0.55\ m$$



$$h = r - \sqrt{(r^2 - (c/2)^2} = 0.05\ m$$

$$c = 2\sqrt{(2rh - h^2)} \qquad c = 2 \times r \times \sin(\frac{\Theta}{2}) = 0.316\ m$$

$$\Theta = 2\sin^{-1}(\frac{c}{2r}) = 70° \qquad L = \frac{\pi \times r \times \Theta}{180°} = 0.337\ m$$

$$A = \frac{1}{2} \times [r \times L - c \times (r - h)] = 0.011\ ㎡$$

- 1공 단면적 : $\frac{\pi \times d^2}{4} = 0.238㎡$
- 1공 중복 단면적(빗금친 부분) : $0.011㎡ \times 2$개소 $= 0.022㎡$
- 1공당 단면적 : $0.238\ ㎡ - 0.022㎡ = 0.216\ ㎡$
- 3축 1본당(유효 폭 = 0.9m) 단면적 : $0.216㎡ \times 3$공 $= 0.648㎡$

○ 자재 산출 예)

- 조건 : 점토층 10%, 사질토 70%, 사력토 20%인 제방에 차수를 할 경우

•3축 단위면적(0.648㎡) ÷ 3축 주입 유효폭(0.90m) = 0.720㎥/㎡

•점성토

시 멘 트 SA = 400kg × 0.720 ㎥/㎡ = 288 kg/㎡

벤토나이트 SB = 10kg × 0.720 ㎥/㎡ = 7.20 kg/㎡

•사질토, 사력토

시 멘 트 SA = 350kg × 0.720 ㎥/㎥ = 252 kg/㎥

벤토나이트 SB = 20kg × 0.720 ㎥/㎥ = 14.40 kg/㎥

•시멘트 총량 = 288kg × 0.1 + 252kg × 0.9 = 2,556kg/㎥ = 2.556 t/㎥

•벤토나이트 총량 = 7.2kg × 0.1 + 14.4kg × 0.9 = 13.68 kg/㎥

•(벌크)시멘트 구입 및 운반 : 2% 할증

•벤토나이트 구입 및 운반 : 2% 할증

3) 장비 설치 및 운반, 시험시공 및 검사

구 분	단위	기 준	시 기	비고
플 랜 트 조립및해체	회	·설치연장 100m마다 1회	공사 중	
파일드라이버 조립 및 해체	회	·제방마다 1회	〃	
장 비 운 반	회	·사업지구별 1회	〃	
시 험 시 공	회	·설치연장 500m마다 1회 이상, 제방당 1회 이상	시공 전	
시 험 시 공 확 인	회	·보링(설치깊이) ·일축압축시험(토층별) ·투수시험(토층별)	〃	
검 사 보 링	m	·설치연장 100m마다 1회 ·시추기(NX) ·토질상태 : 연암	시공 30일후 준공전	품질 확인
검 사 시 험	회	·검사 보링 공수에 대한 토층별 산출 ·일축압축시험 ·투수시험	〃	〃

4) 이토(Slime) 처리

○ 이토(Slime)를 폐기물 관리법 등의 규정에 따라 처리하기 위하여 추가로 소요되는 비용과 운반비는 별도 계상한다.

○ 이토는 액성상태로 발생하므로 현장내에서 건조처리하여 성토재와 함께 사용할 수도 있다.

<표 5.2-6> 개량 체적(㎥)당 Cement paste 소요 체적

토 질	시멘트(kg)	물(㎥)	시멘트체적(㎥)	시멘트 paste 체적(㎥)
점 성 토	400	0.55	400/3,150=0.127	0.55+0.127=0.677
사질·사력토	350	0.55	350/3,150=0.111	0.55+0.111=0.661

* 시멘트 단위중량 = 3,150kg/㎥

○ 이토 수량 산출

- 발생이토는 액성상태로 발생되므로 물을 배수시켜 고체상태로 만든 후 사토 처리한다.
- 토질별 이토발생량은 치환대상 토량에 대해 실트 및 점성토에서는 주입된 시멘트 paste의 50%, 사질·호박돌·풍화암층은 35%가 발생하는 것으로 본다.

<표 5.2-7> 개량 체적(㎥)당 이토 발생량

구 분	이 토 량(㎥)	사 토 량(㎥)
점 성 토	0.677×0.72 = 0.487	0.50×0.72 = 0.360
사질, 사력토, 호박돌, 풍화암	0.661×0.72 = 0.476	0.35×0.72 = 0.252

* 3축 단위면적(0.648㎡) ÷ 0.9 = 0.720㎥/㎡

○ 이토는 사용장비의 구성상 잔토처리(이토처리 및 사토처리)가 포함되어 있기 때문에 이토처리비는 계산하지 않고 사토처리비만 계산한다.

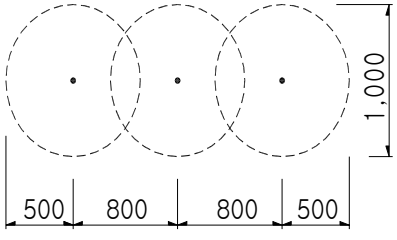
5.2.4 주입 공법

1) 주입률

주입공법에서 개량 범위를 결정하기 위해서는 굴착 깊이와 규모, 시공 방법, 지반조건, 인접 구조물과의 관계, 주입재의 침투범위 및 강도 등을 참고로 하지만 각 경우마다 조건이 상이하여 획일화된 방법은 없다. 또한 주입대상 지반의 불균일성, 주입 후 지반의 공학적 특성과 시공정도, 개량효과의 불확실성 등의 이유로 인해 정량적인 계산에 의한 방법보다는 과거의 실적과 경험에 의존하고 있다.

○ 주입공의 배치

일반적으로 차수목적에서 주입공의 배치는 주입유효경의 일부가 중첩되도록 계획하여야 하며 주입공의 유효경이 1.0m인 경우 0.8m간격으로 배치하여 0.2m씩 중복되게 한다.



○ 주입량 산정

약액주입공법에서 주입량는 다음과 같이 산정 한다

$$Q = V \times \lambda \times (1+\beta)$$

여기서, Q : 개량체의 총주입량(㎥)　　V : 대상체적(㎥)

β : 손실계수(5～10%)

$$\lambda = n \times \alpha \ (\%)$$

λ : 주입률(%)　　n : 지반의 간극률(%)

α : 충진률(%)

<표 5.2-8>　　토질별 주입률

토질		N치	투수계수 (㎝/S)	간극률 (%)	충진율 $\alpha(1+\beta)$(%)			주입률 $n\alpha(1+\beta)$		
					주입재 종별	주입목적별		주입재 종별	주입목적별	
						강화	지수		강화	지수
사력층	느슨	4～10	10^{1}	45～35	현탁액계	95	100	현탁액계	43～48	40～50
					용 액 계	-	100	용 액 계	-	
	중간	10～30	10^{0}	35～40	현탁액계	95	-	현탁액계	33.3～38.0	-
					용 액 계	90	100	용 액 계	31.5～36.0	35～40
	조밀	30～50	10^{-1}	30～35	현탁액계	90	-	현탁액계	27.0～31.5	-
					용 액 계	90	95	용 액 계	27.0～31.5	28.5～33.3
사질토	느슨	4～10	10^{-2}	45～50	용 액 계	90～95		용 액 계	40.5～47.5	
	중간	10～30	10^{-2}～10^{-3}	35～45	용 액 계	90～92		용 액 계	35.0～45.4	
	조밀	30～50	10^{-3}～10^{-4}	35～40	용 액 계	80～85		용 액 계	28.0～34.0	
점성토	느슨	0～4	10^{-4}～10^{-5}	60～75	현탁액계	40	-	현탁액계	24～30	-
					용 액 계	45	-	용 액 계	27～34	-
	중간	4～8	10^{-4}～10^{-5}	50～60	현탁액계	30	-	현탁액계	15～18	-
					용 액 계	30	-	용 액 계	15～18	-
부식토		0～5	10^{-5}～10^{-6}	70～90	현탁액계	60		현탁액계	42～54	
					용 액 계	-	100	용 액 계	-	70～90

<표 5.2-9>　　토질에 의한 주입재의 충진율·주입율의 참고치

토 질	조 건	N치	간극율(n)	충전율(a)	주입율(λ)	비 고
점 성 토	느 슨 함	0-4	60-75	30-40	19-30	
	중 간	4-8	50-60	25-30	13-20	
사 질 토	느 슨 함	4-10	45-50	75-90	35-50	
	중 간	10-30	40-45	65-75	27-35	
사 력 토	조 밀	30이상	35-40	60-70	22-30	
	느 슨 함	4-10	45-50	90-100	42-53	
풍 화 토	중 간	10-30	35-40	90-100	33-42	
	조 밀	30이상	30-35	90-95	28-35	
풍 화 암	중 간	10-30	40-50	60-70	25-37	
	조 밀	30이상	30-40	60-70	20-30	
연·경암		50이상	20	60-90	13-19	
		50이상	15	80-100	13-16	

2) 표준배합비 및 단위수량 산출 : ㎥

○ 주입자재는 <표 5.2-10>, <표 5.2-11>의 배합범위와 같이 여러 가지 세분류에 따른 공법별로 차이는 있다. 설계시 자재는 각각 표준배합비에 따라 산출하고, 시험시공 결과가 있을 경우는 수정하여 산출할 수 있다.

○ 시멘트구입 및 운반 : kg (자재 할증 3%)

○ 규산나트륨 주입 : ℓ (자재 할증 2%)

○ 급결제 주입 : kg (자재 할증 2%)

○ 중(완)결제 주입 : kg (자재 할증 2%)

○ 벤토나이트 주입 : kg (자재 할증 2%)

<표 5.2-10> 약액주입 자재의 일반적 표준배합비 (㎥당)

주 입 재 료	단 위	표준배합비	배합범위	비 고
시멘트	kg	300	200～335	
규산나트륨	ℓ	250	167～250	
급결제	kg	62.5	25～62.5	
중(완)결제	kg	60.0	8.33～60.0	
벤토나이트	kg	-	0～20	
물	kg	1,090	500～800	

<표 5.2-11> 비약액 주입 자재의 일반적 표준배합비

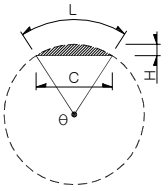
(㎥당)

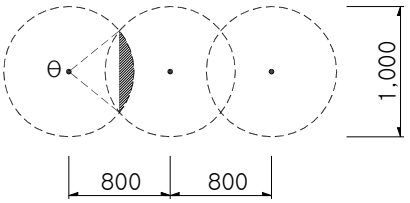
주 입 재 료	단 위	표준배합비	비 고
급결 주재료	kg	50	
초미립자 시멘트	kg	275	
유동화재	kg	2.6	
물	l	890	

○ 수량산출시 위의 개량 면적은 공과 공사이 중복된 부분은 공제하고 산출한다.

○ 천공 수량이 산출되면 각 토층에 맞는 평균 N치, 추정 간극률, 추정 충진율 등에 따라 주입률의 범위를 정한다. 여기에 맞게 설치면적에 주입률을 산정하는데 손실율(β)은 10%를 고려하여 산출한다.

$$d = 2r = 2 \times 0.50m = 1.00m$$





$$h = r - \sqrt{(r^2 - (c \div 2)^2} = 0.10m$$

$$c = 2\sqrt{(2rh - h^2)} \qquad c = 2 \times r \times \sin(\frac{\Theta}{2}) = 0.60m$$

$$\Theta = 2\sin^{-1}(\frac{c}{2r}) = 74° \qquad L = \frac{\pi \times r \times \Theta}{180°} = 0.664\ m$$

$$A = \frac{1}{2} \times [r \times L - c \times (r - h)] = 0.041\ ㎡$$

•1공 단면적 : $\frac{\pi \times d^2}{4} = 0.785\ ㎡$

•1공 중복 단면적(빗금친 부분) : $0.041\ ㎡ \times 2$개소 = $0.082\ ㎡$

•1공당 단면적 : $0.785\ ㎡ - 0.082\ ㎡ = 0.703\ ㎡$

- 1.0m/공의 중복되는 부분 제외한 단면적(0.703㎡)에 소요되는 주입량 산정

•0.703 ㎡ × 점토층 심도(m) × 점토층 주입률 × 1.1(손실율) = ( ) ㎥

•0.703 ㎡ × 사질층 심도(m) × 사질토 주입률 × 1.1(손실율) = ( ) ㎥

•0.703 ㎡ × 사력층 심도(m) × 사력층 주입률 × 1.1(손실율) = ( ) ㎥

소 계 = ( ) ㎥

3) 천공 : m

○ 주입공법은 제방을 절개하지 않고 제방 둑마루에서 바로 시공할 수 있는 장점이 있다. 천공길이는 제방 둑마루(지반고)에서 개량체 상단까지는 공삭공으로서 천공은 이루어지나 약액주입은 필요 없는 부분이므로 주입공과 구분해서 산출한다. 수량산출은 전체면적에서 유효간격을 0.8m로 나누어 공수를 산출하고 심도를 토층별로 나누어 산출한다.

- 개량폭 : 1.0m, C.T.C : 0.8m

•공삭공 : 지반고～개량체 상단까지 해당

천공길이 = (지반고-개량체 상단) × 차수 설치 연장 ÷ 0.8m = ( ) m

•주입공 : 실제 차수를 하는 구간

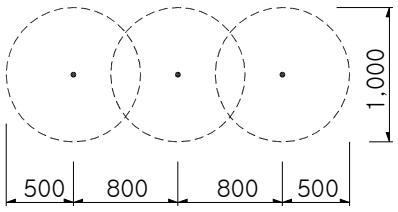
주입길이 = 차수 설치 심도 × 차수 설치 연장 ÷ 0.8m = ( ) m

4) 장비 설치 및 운반, 시험시공 및 검사

구 분	단위	기 준	시 기	비고
기계 기구 설치및해체	회	·설치연장 20m마다 1회	공사 중	
플 랜 트 조립및해체	회	·설치연장 100m마다 1회	〃	
장 비 운 반	회	·사업지구별 1회	〃	
시 험 시 공	회	·설치연장 500m마다 1회 이상, 제방당 1회 이상	시공 전	
시 험 시 공 확 인	회	·보링(설치깊이) ·일축압축시험(토층별) ·투수시험(토층별)	〃	
검 사 보 링	m	·설치연장 100m마다 1회 ·시추기(NX) ·토질상태 : 연암	시공 30일후 준공전	품질 확인
검 사 시 험	회	·검사 보링 공수에 대한 토층별 산출 ·일축압축시험 ·투수시험	〃	〃

5.2.5 고압분사 교반공법(JSP)

1) 천공 및 분사 : m



○ 고압분사 교반공법은 지반중에 주입관을 주입하여 200kgf/㎠～700kgf/㎠ 초고압으로 경화재와 Air jet을 분사하여 토립자와 경화재를 혼합 교반하여 고결체를 형성하는 공법으로 수량산출시 설치 연장을 설치 유효 폭으로 나누어 공수를 산출하고 심도를 토층별로 나누어 산출한다.

- 개량폭 : 1.0m, C.T.C : 0.8m

•공삭공 : 지반고～개량체 상단까지 해당

천공길이 = (지반고-개량체 상단) × 차수 설치 연장 ÷ 0.8m = (　) m

•주입공 : 실제 차수를 하는 구간

주입길이 = 차수 설치 심도 × 차수 설치 연장 ÷ 0.8m = (　) m

•시멘트 : t (자재 할증 3%)

주입공(m) × 토층별 시멘트 소요량(kg) × 1.03 ÷ 1000 = (　) t

<표 5.2-12> 지층별 제원 (공당)

구　　분	단 위	점 토 층		모 래 층			자갈층	호박돌층	비고
		N 0～2	N 3～5	N 0～4	N 5～15	N 16～30			
유효직경	m	1.0	0.8	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8	
로트인발속도	분/m	7	8	7	8	9	9	9	
단위분사량	ℓ/분	60	60	60	60	60	60	60	
분사량	ℓ/m	462	528	462	528	594	594	594	
시멘트량	kg/m	351	401	351	401	451	451	451	
물	ℓ	351	401	351	401	451	451	451	
굴착공간격	m	0.8～0.9	0.6～0.7	1.0～1.1	0.8～0.9	0.6～0.7	0.6～0.7	0.6～0.7	

2) 장비 설치 및 운반, 시험시공 및 검사

구 분	단위	기 준	시 기	비고
기계 기구 설치및해체	회	·제방마다 1회	공사 중	
플 랜 트 조립및해체	회	·설치연장 100m마다 1회	〃	
장 비 운 반	회	·사업지구별 1회	〃	
시 험 시 공	회	·설치연장 500m마다 1회 이상	시공 전	
시 험 시 공 확 인	회	·보링(설치깊이) ·일축압축시험(토층별) ·투수시험(토층별)	〃	
검 사 보 링	m	·설치연장 100m마다 1회 ·시추기(NX) ·토질상태 : 연암	시공 30일후 준공전	품질 확인
검 사 시 험	회	·검사 보링 공수에 대한 토층별 산출 ·일축압축시험 ·투수시험	〃	〃

3) 이토(Slime) 처리

○ 이토(Slime)를 폐기물 관리법 등의 규정에 따라 처리하기 위하여 추가로 소요되는 비용과 운반비는 별도 계상한다.

○ 이토는 액성상태로 발생하므로 현장내에서 건조처리하여 성토재와 함께 사용할 수도 있다.

○ 이토(Slime) : 고압분사시 천공수 + 고화재 + Plant 세척수

- 슬라임 처리량의 산출기준

$$\sum V = V_1 + V_2 + V_3$$

V_1 : 고압분사 조성에 따른 이토량

V_2 : 천공에 따른 이토량

V_3 : 플랜트 세정 배출액에 따른 이토량

$$V_1 = H \times \gamma \times q_c \times (1 + \alpha)$$

H : 고압분사 조성연장(m)

γ : 로드 인발속도(min/m)

q_c : 경화제 토출량(㎥/분)

α : 증가율(사질토 0.1, 점성토 0.3)

$$V_2 = \sum (T_2 - l_1 \times 2) \times q \times r$$

T_2 : 천공시간(분)

l_1 : 천공심도(m)

q : 천공 펌프 토출량(0.04㎥/분)

r : 이토 발생율(0.5)

$$V_3 = D_1 \times u$$

D_1 : 고압분사 조성일수(일)

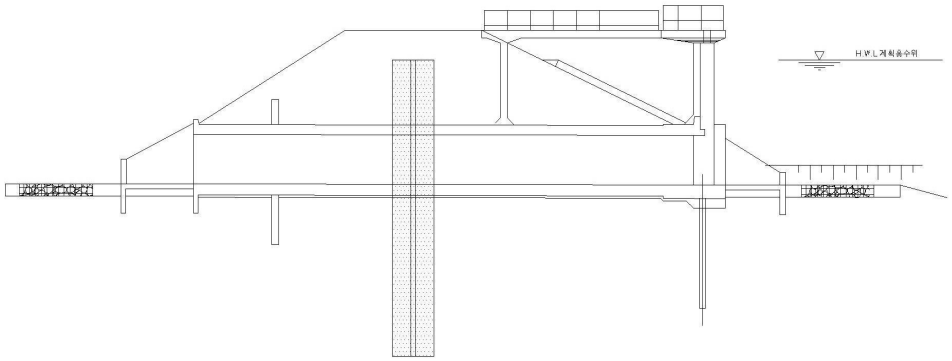
u : 1일당 세정배출액량(2.0㎥/일)

5.3 차수공 표준도

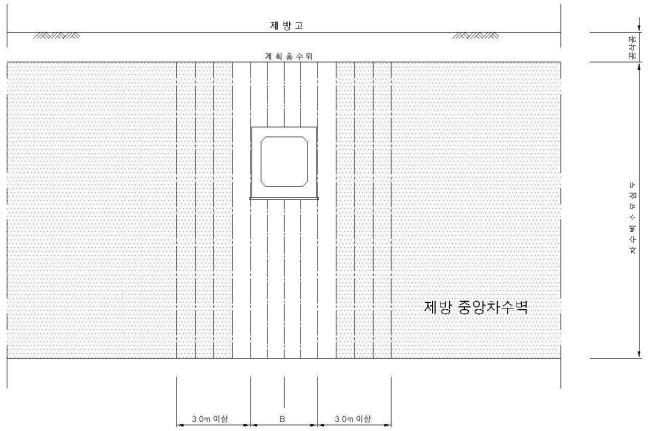
기 존 배 수 문 차 수 벽 보 강 도

제방에 중앙차수벽이 있는 경우

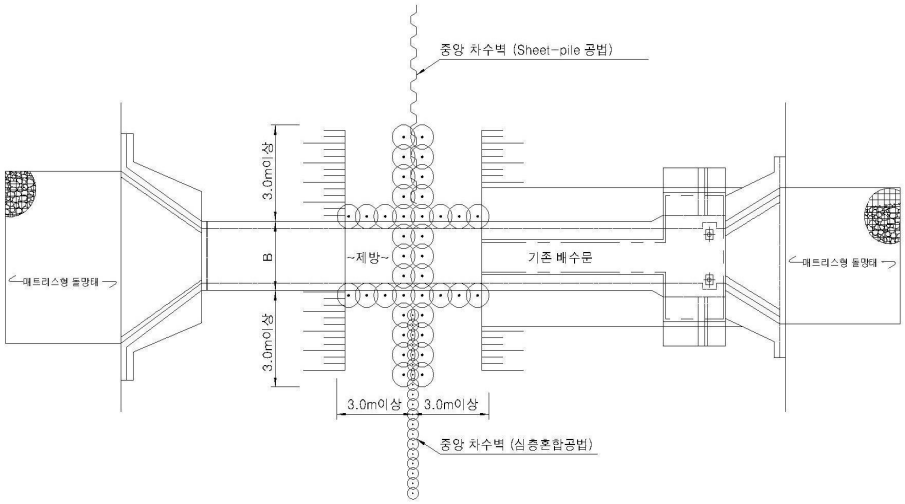
측 면 도



정 면 도



단 면 도



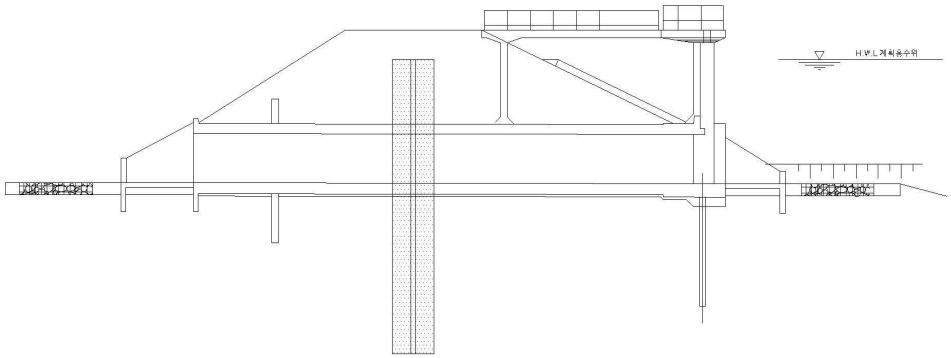
◈ 시 공 순 서

1. 중앙차수벽 기존구조물 1.0m 옆까지 근접 시공
2. 구조물과 중앙차수벽의 접합부분을 보강

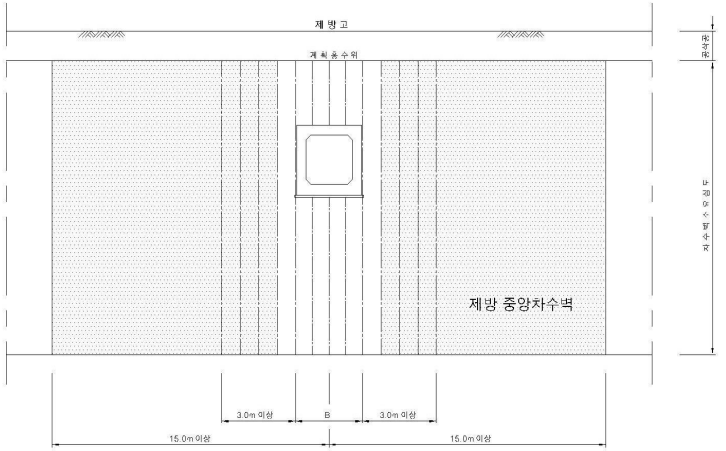
기 존 배 수 문 차 수 벽 보 강 도

제방에 중앙차수벽이 없는 경우

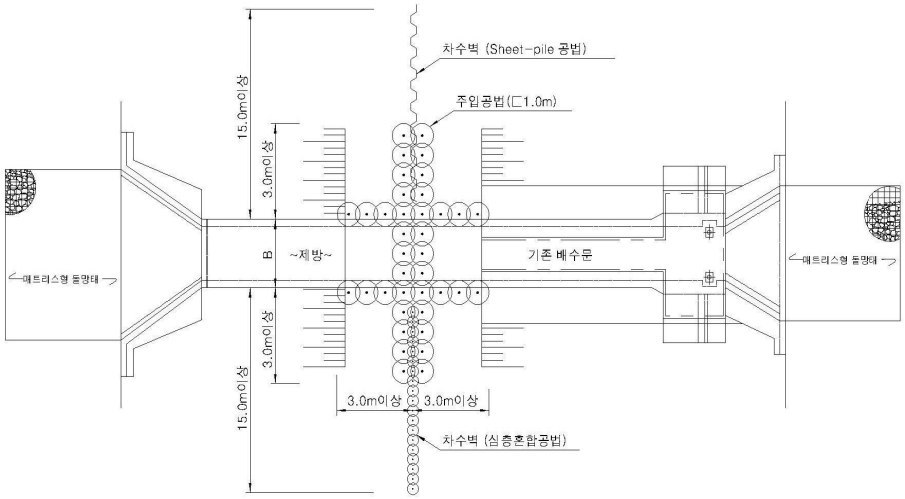
측 면 도



정 면 도



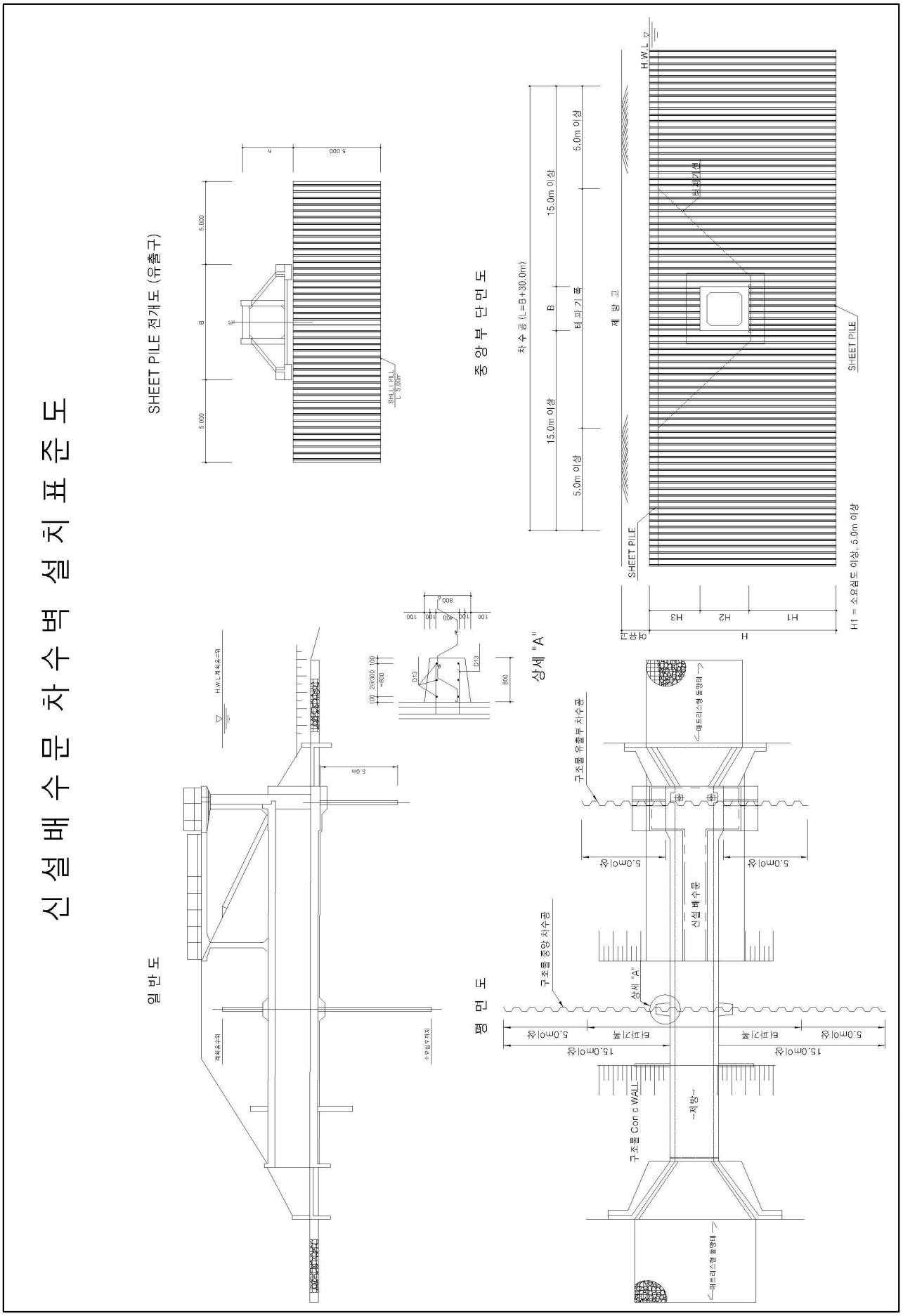
단 면 도



◈ 시 공 순 서

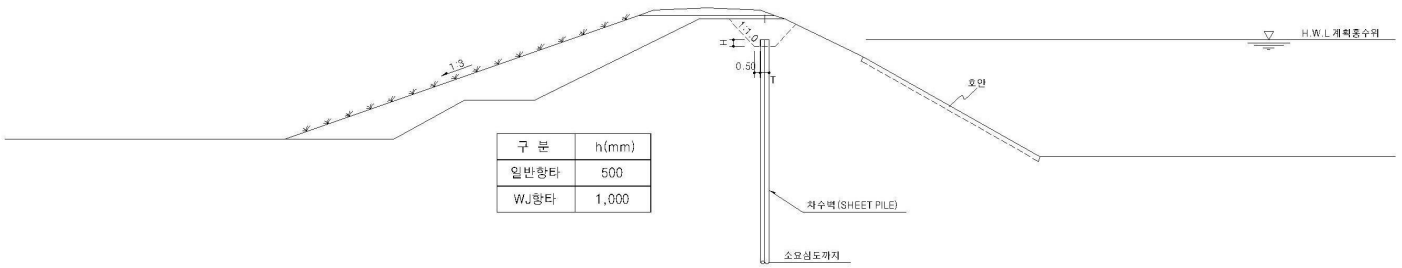
1. 중앙차수벽 기존구조물 1.0m 옆까지 근접 시공
2. 구조물과 중앙차수벽의 접합부분을 보강

신 설 배 수 문 차 수 벽 설 치 표 준 도



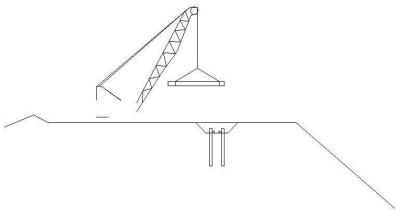
SHEET PILE 표 준 단 면 도 및 시 공 순 서 도

표 준 단 면 도



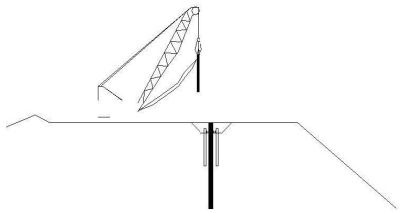
구 분	h(mm)
일반항타	500
WJ항타	1,000

시 공 순 서 도



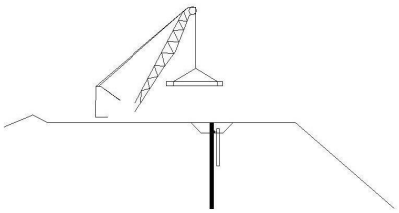
1.GUIDE BEAM 설치

항타작업시 연직도 및 종방향 선형 유지를 위해서 GUIDE BEAM을 설치한다.
필요에 따라 토사굴착 선행한다.
(S/P현장운반 – 야적 – 필요에 따라서 지수재 도프 – 터파기 작업)



2.SHEET PILE 항타

CRANE + VIBRO HAMMER + 발전기 조합의 시공장비로 항타
(항타 :일반항타,WATER JET 병용 항타,천공후 항타)

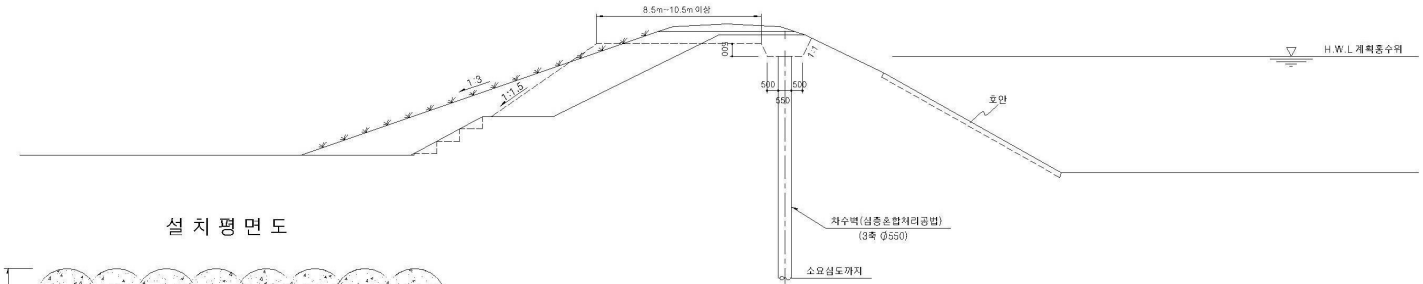


3.GUIDE BEAM 철거

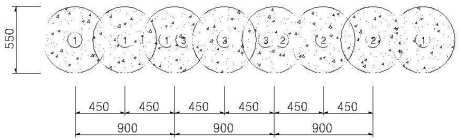
항타 작업이 종료되면 GUIDE BEAM은 철거한다.
되메움작업 및 현장정리

심 층 혼 합 처 리 공 법 표 준 단 면 도 및 시 공 순 서 도

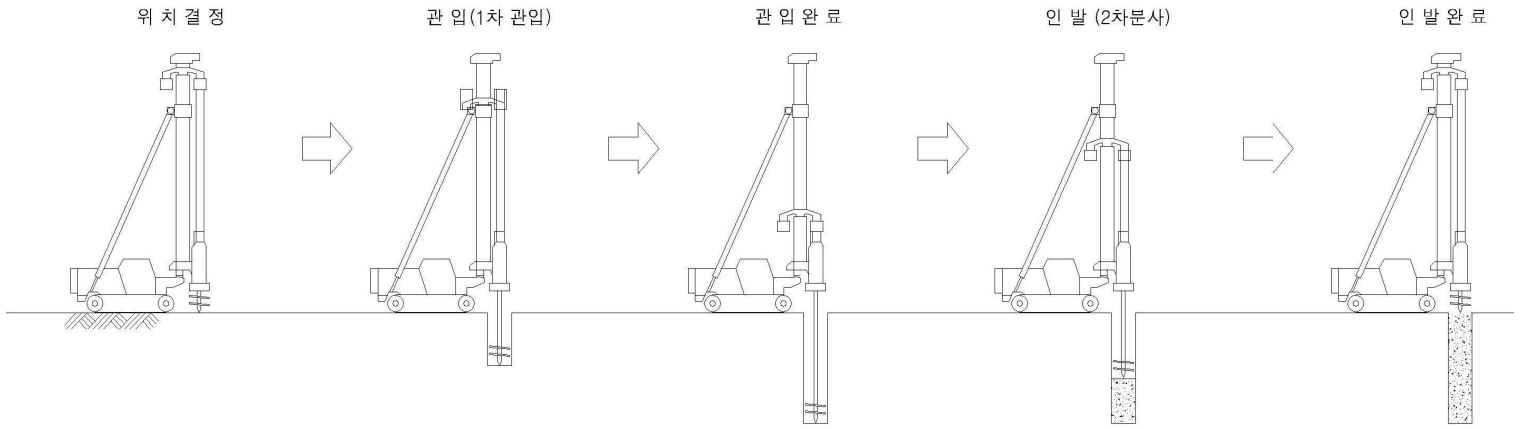
표 준 단 면 도



설 치 평 면 도

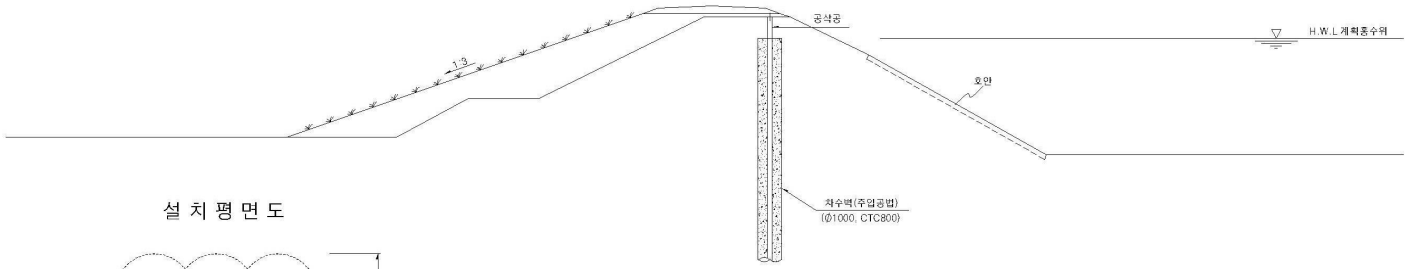


시 공 순 서 도

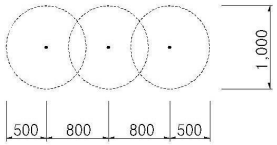


주 입 공 법 표 준 단 면 도 및 시 공 순 서 도

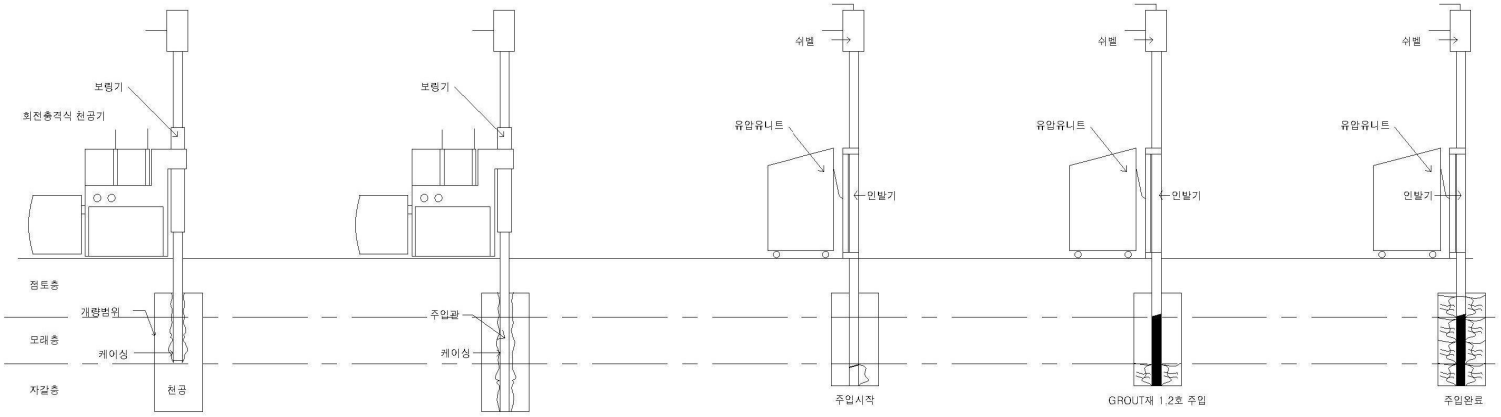
표 준 단 면 도



설 치 평 면 도



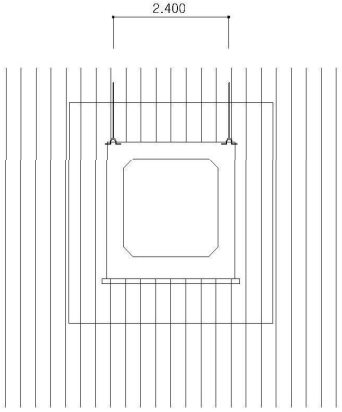
시 공 순 서 도



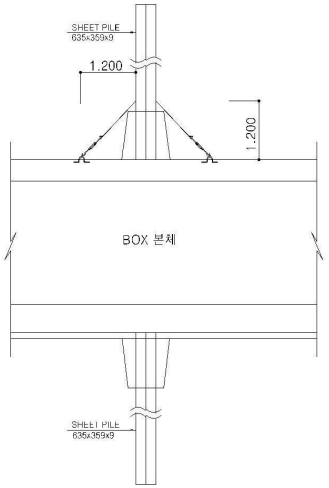
배 수 문 차 수 벽 전 도 방 지 책 상 세 도

설 치 도

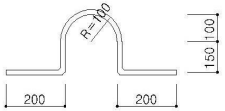
정 면 도



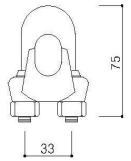
측 면 도



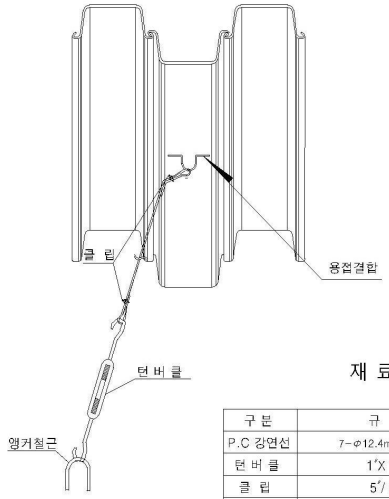
앵커(Anchor)상세



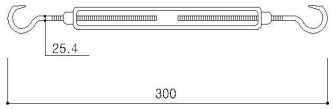
클립(Crip)상세(5"/8)



SHEET PILE 연결 상세도



턴버클(Turn Buckle)상세(1" X 12")



재 료 표

(전체분)

구 분	규 격	수 량
P.C 강연선	7-φ12.4mm, L=3.5M	4개
턴 버 클	1"X 12 "	4개
클 립	5"/ 8	8개
앵커철근	D19, L=100cm	0.004ton
용 접		1.600M

제 6 장
자연형 하천공

6.1 설계기준

6.2 수량산출 기준

6.3 자연형 하천공 표준도

6.1 설 계 기 준

6.1 설계기준

6.1.1 일반사항

1) 설계기준 적용의 전제사항

자연친화적 하천정비의 하도계획과 설계기법은 대상 하천의 지형학적 형상에 기초를 두고 자연을 최대한 교란시키지 않으면서도 설계홍수량을 소통시키는 기법이다. 즉 인위적 조성에 의한 일률적 홍수제어가 아닌, 하천 자체가 갖는 상호작용과 지형학적 특성(지체, 저류 등)이 고려되어 자연스럽게 홍수가 조절되고 **고유하고** 다양한 하천생태계가 유지되도록 하는 것이다.

2) 구간구분방법

자연친화적 하천정비 설계의 구간 구분은 ①**하천 생태권 특성**, ②**도시하천구간, 농경지 하천구간, 산지 하천구간** 등 토지이용 특성이 고려된 다음의 **지구 또는 구간 구분 기준 (단, 하천법 제49조에 의해 지정한 지구는 그 지정지구를 적용)**을 참조하여 정한다.

가) 하천기본계획상의 지구구분형태

<표 6.1-1>　　하천기본계획상의 지구구분형태

구 역 명	내　　용	비　고
보전지구	생태계, 역사•문화, 경관이 우수하여 인위적인 정비 없이 보전이 필요하고 일상적인 유지관리가 중점적으로 필요한 지구	
복원지구	직강화, 콘크리트호안, 복개 등으로 인해 파괴된 생태계, 역사•문화, 경관의 복원 또는 개선이 중점적으로 필요한 지구	
친수지구	인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 지구로 산책로, 생태공원, 체험학습장 등 주민의 이용시설을 위한 자연친화적인 조성이 중점적으로 필요한 지구	

나) 자연친화적 하천정비의 구간 구분법

<표 6.1-2> 자연친화적 하천정비의 구간 구분법

구 간	내 용	비 고
신규정비구간	치수목적이 주가 되는 제방축조, 호안설치, 배수시설, 하상유지 시설 등이 필요한 구간	
개량 또는 개선구간	치수안전도가 확보되었거나 전반적으로 보전가치가 있는 구간이 부분적으로 치수 또는 환경개량이 필요한 구간이나 부분적인 친수경관개선이 필요하여 개량하는 구간	
복원구간	과거 유로 및 지형복원이 필요한 구간 중요한 서식거점의 복원이 필요한 구간	
보전구간	자연생태계 및 자연경관 역사, 문화를 보전할 목적으로 설정한 구간이며, 인위적인 훼손이 없는 구간	
일반구간	정비나 개량 또는 특별한 보전이 필요치 않은 구간으로 하천의 일상적인 관리만이 필요한 구간	

3) 자연친화적 하천정비의 주요 관점

가) 당위성이 있는 환경정비 (신규정비, 복원, 개설)

나) 생물 지위를 고려한 정비 (먹이사슬)

다) 하천내 이용 공간(위락 등) 최소화 : 하천의 성역화

라) 표준단면 형식 지양 (다양한 생태적 공간기능 부여)

마) 큰 규모의 석재 사용 지양 및 유수력이 큰 구간과 특별히 경관이 요구되는 지역에 석재사용

바) 가급적 현지에 자생하는 식물종중 다년생 식물재를 활용한 기법과 식물자생을 유도하는 기법적용

사) 필요한 구간은 비호안의 개활지 확보(완경사 유지)

아) 모든 제방, 호안의 사면은 가급적 완경사(1:3 또는 이보다 완만한 경사)유지

자) 수리특성별 정비

차) 최대한 생물상 조사와 서식처 특성조사 및 생태지도(Biotope map)를 작성하고 사전 모니터링이 설계시에 시행되도록 이에 대한 비용과 기간을 반영

<표 6.1-3> 수리특성별 정비

구 간	수 충 부	완만한 수충부	비 수 충 부
정비방법	석재, 통나무, 식물재엮기	식물재호안	식물재호안 또는 자생유도 (존치)
비 고	치수적 안전도가 우선된 생태기능 호안	치수안전도 + 생태기능 극대화	생태기능 극대화

카) 하도평면계획 : 하도계획은 가급적 본래 하도선형의 유지 또는 복원을 원칙으로 계획 (단, 지층이 단층구조인 경우 인위적인 사행계획은 피하는 것이 좋음)

타) 하천의 종단계획 : 하천의 과업구간과 상하류 구간에 이르기까지 지역적 특성이 최대한 유지되도록 계획

파) 하천의 횡단계획 : 단면형태는 풍수량과 갈수량의 비율이 작은 경우 보를 계획하며 가급적 자연형태에 가깝게 웅덩이 꼴로 계획

하) 야생동물 서식처 조성: 해당구간 및 상·하류의 서식구조를 반영하여 적정한 서식처를 조성

4) 추이대 조건에 따른 생물 서식조건

〈표 6.1-4〉 추이대 조건에 따른 생물 서식조건

구 분	서식 악조건 ←					→ 서식 호조건
경 사 도	수 직 — 급경사 — 수 평 — 완경사 — 복합경사 — 굴곡이 심한 복합경사					
수심/지형	깊고 일정 — 깊고 다양 — 얕고 일정 — 얕고 다양 — 깊고, 얕고 다양					
수리조건/지형	정수역/수직,수평	— 정수역/급경사	— 흐름역/수직,수평	— 흐름역/완경사	— 흐름역/복합경사	— 흐름역/굴곡이심한 복합경사
동•식물 분 포	종(種)빈약					종(種)다양

6.1.2 완경사 제방 및 고수부지 복원

1) 완경사 제방

가) 제방은 하천유수의 침투에 대해 안정한 비탈면을 가져야 하는데 이를 위해서는 1:3 또는 이보다 완만하게 설치함을 원칙으로 한다. 단, 지형적인 어려움 등 아주 불가피한 경우 제방특성 등을 면밀하게 조사하고 검토하여 비탈덮기 부분을 포함한 경사를 1:3보다 급하게 설치 할 수 있다.

나) 지형조건, 기존제방과 연결 등 부득이 하게 비탈경사를 1:3보다 급하게 결정해야 하는 경우 제방 또는 지반의 토질조건, 홍수지속시간 등을 반드시 고려하여 비탈경사를 결정해야 한다. 단, 지형조건 등에 따라 불가피하게 흉벽이 설치되는 구간에서는 예외로 한다.

다) 제외지 고수호안의 호안재료가 소류력에 비교적 약한 식물재인 경우에는 1:5.0 ~ 1:10으로 하고, 소류력에 강한 재료를 사용할 때는 1:3 ~ 1:5로 할 수 있다.

2) 고수부지 복원

고수부지는 저수로 강턱을 넘어 홍수시에는 침수되는 비교적 평탄한 지형으로 이루어진 곳으로, 대부분 인위적인 제방의 축조로 인해 토지와 경관 생태적으로 구분되는 하도내 토지를 가리킨다.

가) 고수부지 서식처 복원설계의 기본 방향

1) 호안부에 인접한 고수부지고를 낮추어 통수단면에 여유를 주면서 수제부도 넓게 할 수 있으며 다양한 하천생태계를 재생시킬 수 있는 기반환경을 확보할 수 있게 한다.

2) 고수부지 복원의 목적은 고수부지의 주기적인 침수특성을 고려한 공간별 토지이용의 최적 대안을 도출하는 데 있으며, 평탄한 인위적 횡단면으로 인한 하천생태계의 단순화를 방지하고 하천생태계의 통로기능을 복원하는데 의의가 있다.

3) 자연에 가까운 하천경관 형성을 원칙으로 하면서 가급적 이용이 큰 도시구간에서 친수공간을 조성하여 시민들의 적극적인 관심과 이용을 유도한다.

4) 전원 지역의 본래 목적에 맞지 않는 불필요한 고수부지는 완만한 경사의 추이이대(Eco-tone)로 형성되도록 유도하는 지형 복원을 우선하며, 불필요한 저수호안을 생략하고 자연 식생 사면으로 조정한다.

5) 고수부지에 이용시설이 적용되면 반드시 저수로 측으로 일정폭의 자연스러운 완충녹지를 반영하여 생태적 건강성을 증진시켜야 한다. 이는 특히 전원 하천에서 더욱 그러하다.

나) 고수부지 평면계획에서의 주의사항

1) 자연형 저수로 호안 공법의 적용과 연계하여 고수부지의 평면 형상을 계획한다.

2) 하폭이 확보된 구간에서는 본류의 물을 유입시켜 습지를 조성하여 하천생태계 및 식생의 다양한 환경조건을 형성한다.

3) 고수부지의 폭이 넓은 구간에서는 자정력 증대를 위한 자정습지 등을 조성하여 다양한 수환경 기반을 마련한다.

다) 고수부지 종단계획에서의 주의사항

1) 유수의 소통에 지장을 주지 않는 범위에서 고수부지 지반면에 변화를 주어 구간별로 침수빈도를 달리 하도록 한다.

2) 홍수 소통능력을 충분히 검토한 후 고수부지내 치수안전도에 문제가 없도록 필요시 수목의 비대칭 군락식재를 할 수 있으며, 가급적 자생을 유도하고 관목의 식재를 지양한다.

라) 고수부지 횡단계획에서의 주의사항

1) 자연형 저수로 호안계획과 연계하여 고수부지의 횡단면을 계획한다.

2) 저수호안의 완경사화와 연계하여 저수로쪽으로 완만한 기울기가 형성 되도록 하며, 횡단적으로 급격한 단락이 발생치 않도록 한다.

3) 비대칭 하천횡단면이 형성되도록 하고, 물가에 형성된 사주부와 연결되는 고수부지는 완경사를 유지토록 한다.

마) 공법 적용의 기반 조성

1) 적용공법의 유형에 따라 기존 고수부지면의 절토가 발생할 경우 습지주변의 둔덕에 성토한다.

2) 기존 콘크리트 바닥면은 가능한 제거한다.

6.1.3 어도

어도는 하천을 가로막는 수리구조물에 의하여 이동이 차단 또는 억제된 경우에 물고기를 포함한 동물의 이동을 목적으로 만들어진 수로 또는 장치를 총칭한다. 따라서 기존시설물 및 소상하려는 생물의 이동을 저해하는 시설물을 설치하는 경우 어도를 설치하는 것을 원칙으로 하여, 물고기를 비롯한 수생동물의 이동 및 서식생태에 미치는 영향을 최소화하여야 한다.



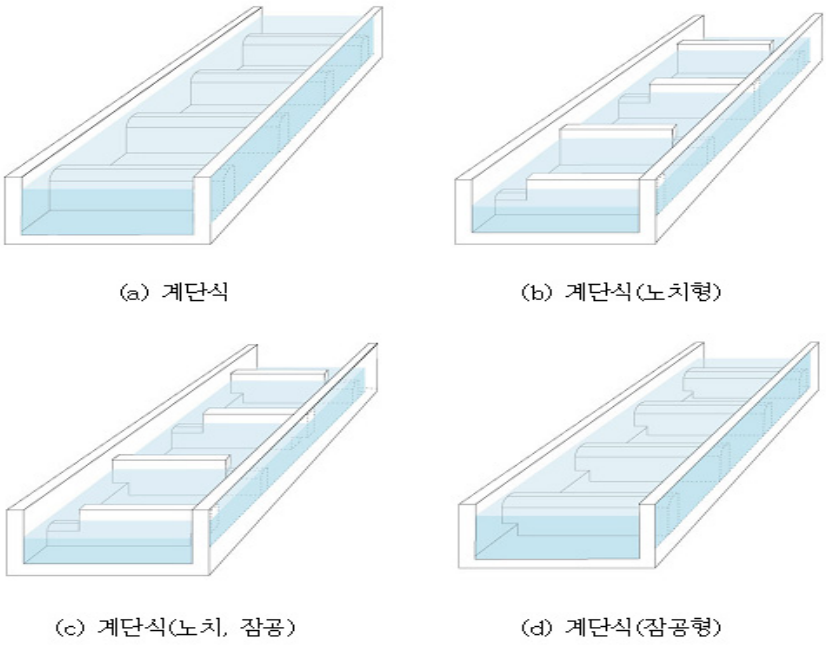
<그림 6.1-1> 자연형어도

자연형 수로식 어도는 1/20 이상의 완경사 수로를 조성하고 수로 내부를 일정 간격으로 적당한 크기의 돌을 설치하여 적절한 수심 유지와 함께 어류의 휴식 및 조류로부터의 보호(피난처) 역할을 함으로써 원활한 어류의 도약 이동을 도모하여야 한다.

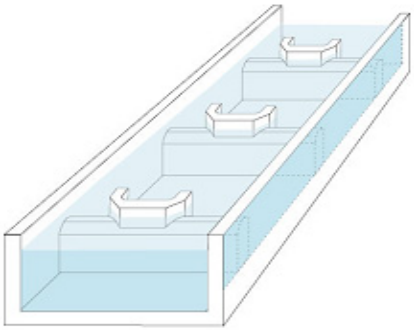
1) 어도의 종류

<표 6.1-5> **어도의 종류**

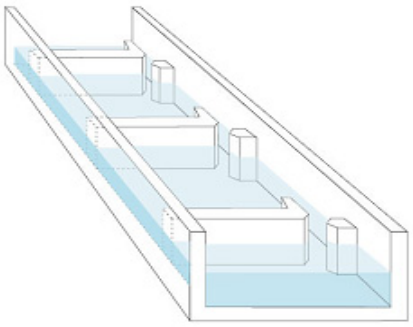
어도 형식의 구분	주요 특징
• 풀형식(Pool Type) - 계단식 (계단형, 노치형, 노치+잠공형, 잠공형) - 버티컬슬롯식(Vertical Slot) - 아이스하버식(Ice Harbor)	풀이 계단식으로 연속되어 있음
• 수로형식(Channel Type) - 도벽식 - 인공하도식 - 데닐식(Denil)	낙차가 없이 연속된 유로형상
• 조작형식(Operation Type) - 갑문식(Lock Gate)식(갑문형, 볼랜드형) - 리프트(Lift)/엘리베이터식 - 트럭식(Truck)	시설이 인위적인 조작으로 작동
• 기타형식 - 암거식(Culvert) - 혼합식(병용식) - 복합식(Hybrid)	



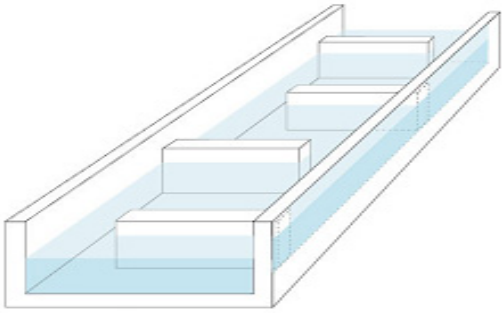
<그림 6.1-2> 계단식 어도의 종류



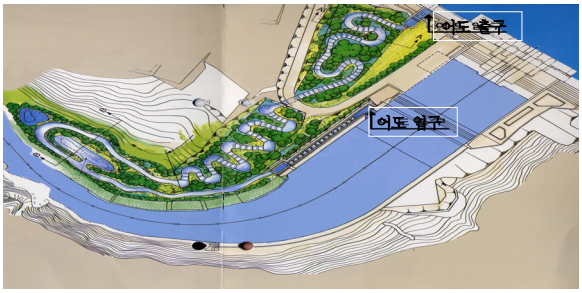
<그림 6.1-3> 아이스하버식 어도



<그림 6.1-4> 버티컬슬롯식 어도

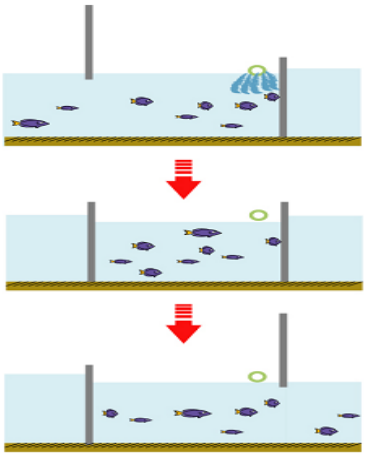


<그림 6.1-5> 도벽식 어도

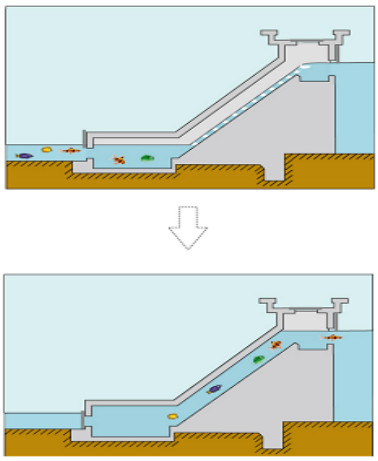




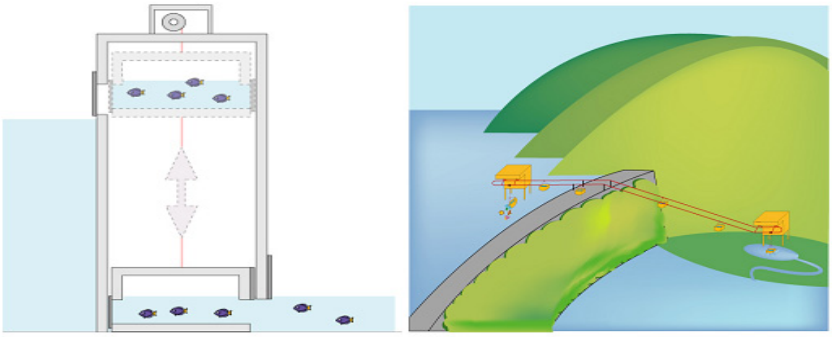
<그림 6.1-6> 인공하도식 어도



(a) 갑문식어도



(b) 볼랜드식어도



(c) 엘리베이터식 (d) 리프트식



(e) 리프트식(자주식)

<그림 6.1-7> 조작형식 어도의 종류

2) 어도의 기초 설계조건

가) 어도의 위치는 통수장애 및 퇴적을 고려하여 하천의 유심과 연결되는 위치에 설치하며 하천상류의 계곡부에서 홍수시 큰돌이 유하할 우려가 있는 경우에는 유심을 피하여 설치하도록 한다. 어도의 입구와 출구의 결정은 아래사항을 검토하여 결정하도록 한다.

■ 어도의 입구

- 물고기의 주 이동로를 고려하여 어도 입구를 유심에 연결한다.
- 수리시설물이 하천의 직각 방향이 아니라면 수리시설물의 상류부 가장자리 쪽에 설치한다.
- 수리시설물의 방류구(배수구)를 유인수로로 활용 검토한다.
- 수리시설물 하부와 어도 입구의 연결을 우선 고려하고 방류유속이 빠른 경우에는 떨어뜨린다.
- 어류 이동경로를 사전 조사하여 입구위치를 결정한다.

■ 어도의 출구

- 상류 퇴적지역은 피하도록 한다.
- 취수구 및 배사문 인근은 피하도록 한다.
- 어도 출구의 유입유속을 감쇄하기 위한 구조로 설치한다.

나) 어도 내의 유속은 0.5~1.0 m/sec 정도의 유속분포를 갖도록 조성하며, 유속측정 위치는 풀형식 어도는 물이 월류되는 격벽 상단 중앙의 중간수심에서 측정하고, 수로형식 어도는 유로가 좁아지는 격벽 사이에서 측정한다.

다) 어도 유량의 결정은 하천의 유량, 취수조건, 대상 물고기의 종류 등을 고려하여 결정하고, 갈수기 취수잔량이 어도로 유출되는 유량으로 산정한다.

라) 수위변동 검토

- 어도 입구 : 물이 흘러나가는 지점

현재 하천수위와 장래 하상변화를 고려하여 하상의 지면 아래 세굴심 이하로 충분한 근입 격벽을 추가 설치함.

- 어도 출구 : 수리시설물에서 어도로 물이 유입되는 지점

어도내 수심과 유속이 수위변동에 의하여 결정되므로 출구부는 어도의 형식에 따라 구조를 설정함.

3) 어도형식의 선정

어도의 형식 선정은 어종의 다양성, 대상어종의 유영력, 수리시설물의 길이, 어도의 유량, 수리시설물의 상하류 낙차, 상류 수위 변동폭, 공사비, 유지관리비, 휴식 풀의 필요성 등을 고려하여 선정한다.

4) 어도의 세부 설계요소

- 어도는 붕어, 잉어 등과 같이 정수성 어류를 위해 필요한 것이 아니므로 수중생태계 조사를 면밀히 하여야 한다.
- 어도 설치 전에 우선적으로 낙차부를 없애는 방법을 선 검토 후 부득이한 경우에 어도를 설치하여야 한다.
- 어도는 국내에 최근 적용하여 어류 이동의 모니터링으로 능력이 우수한 경제적 어도를 우선 검토하여야 한다.
- 어도는 자연하천 기능의 어도 형식을 우선 검토하여야 한다.
- 어도 설치시에는 반드시 갈수시 기존 수리권과 관련하여 유량 조절이 가능하도록 설계하고, 이의 관리가 가능하도록 행정적 협의를 실시(보 관리자 또는 하천관리자)하여, 어류 이동이 필요한 시기에 실제 그 기능이 유지되도록 하여야 한다.

■ 어도는 공사 직후에 소상능력을 모니터링하여 그 기록을 보전하여야 한다.

■ 어도의 폭은 하천에서 용수를 제외한 갈수량을 어도로만 유하시킬 때 월류수심을 10 cm (버티컬슬롯식 및 도벽식 어도는 20 cm)에 해당하도록 설정한다. 어도의 폭은 하천과 유로의 규모 및 유량을 고려하여 선정하고 어도의 형식별로 어도 내부의 수심과 유하수량에 따라 조성하는 것을 기본으로 하며, 제시된 기본형의 어도 폭을 크게 하는 것보다는 기본형의 어도를 2~3개 설치하는 것이 바람직하며 물고기가 유영할 때 꼬리치는 폭이 체장의 1/2정도이므로 어도의 최소 폭은 최대 소상어 체장의 1/2이상이면 가능하다.

■ 어도의 길이는 수리시설물의 높이와 어도 경사도에 의해서 결정하며, 신축 및 시공이음을 설치하여 구조물의 균열을 방지한다.

■ 어도의 높이는 어도의 출구 수위와 입구의 수위차로, 설치하는 수리구조물 상류의 수위와 하류 하상에서의 수위에 따라 결정한다.

■ 어도의 경사도는 아래 항목에 따라 결정한다.

- **경사도는 1/20** 보다 완만한 경사를 기본으로 하고, **버티컬슬롯식은 1/25** 보다 완만하게 한다.
- 기울기는 어도의 입구와 출구의 높이 차이(h)와 어도의 길이(ℓ)의 비(h/ℓ)로 계산한다.
- 어도의 경사도는 평균경사도가 아니며 가장 급한 곳의 경사가 1/20보다 완만하도록 설계한다.
- 계단식과 아이스하버식 어도에서 격벽간의 낙차는 10 cm를 넘지 않도록 한다. 이것은 어도 입구부에서의 최종 격벽과 수리구조물 하류의 하상수위와의 낙차에도 적용된다.

■ 어도 내부수심은 수로형식 어도에서는 격벽사이의 최소 수심이 0.2 m 이상으로 설계하고, 풀형식 어도에서는 격벽 간격과 깊이가 물고기의 도약에 충분하도록 간격 2.0 m, 깊이 0.7 m 이상으로 설계한다.

■ 어도 출구부의 첫 번째 격벽은 어도 내부의 격벽과 동일한 구조로 하며, 언체 상류면에 접하도록 설계한다. 어도 출구부에는 각낙을 설치하지 못하도록 설계한다.

■ 기타사항

- 어도입구로 물고기를 유인하기 위하여 어도 입구에 빠른 유속의 물을 보내는 유인수로의 설계는 어도 이외로 흐르는 여유수량의 활용을 고려한다.
- 어도입구 보호설비는 퇴사나 침식에 의한 입구차단 또는 낙차 발생을 방지하기 위한 구조로 설계한다.

- 계수·관측설비는 어도의 물고기 이용효율 평가 및 관리에 활용하며, 어도 설치 후에는 반드시 효율평가를 통한 검증이 필요하다.
- 단독적인 어도 시설의 규격은 콘크리트 강도는 30Mpa로 하고, 격벽의 낙차는 오차범위 5㎜ 이내로 한다. 또한 보와 어도를 동시에 시공할시 보의 콘크리트 강도 설계기준(20~30Mpa)에 준하도록 할 수 있다.
- 어도는 매우 세밀한 시공을 요구하는 시설물이라는 점을 상기하고 물고기의 몸이 닿을 수 있는 지점의 마무리를 적절하게 해야 한다.
- 도벽식과 버티칼슬롯식을 제외한 표준모형 어도의 격벽에는 잠공을 설치하는 것으로 한다.
- 어도 입구부는 구조물에 미치는 부력 등에 의한 들뜸을 방지하고, 물고기의 이동을 원활히 하기 위해 기초바닥 밑으로 1m정도 근입시키거나 1m정도 수심의 풀(pool)을 둔다.

6.1.4 추이대 복원기법 (사면더돋기:은제,隱堤): 복토

1) 용어의 정의

추이대란 두 생태계가 전이하는 지역으로서 다양한 생물군상이나 특이종의 출현이 높은 전이지대를 말한다.

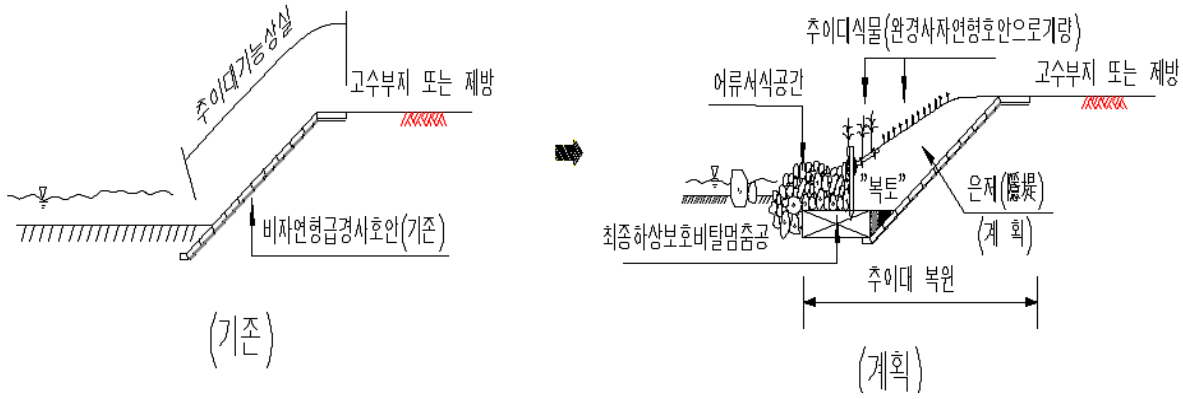
2) 추이대의 중요성

하천변은 육지와 수역이 만나는 장소로서 정도의 차이는 있지만 환경의 변화를 느낄 수 있고, 야생생물의 생육·생식의 조건이 서서히 변화하는 추이대를 만들고 있다. 그곳에는 수생식물이나 어류, 양서류는 물론 환형동물, 연체동물, 갑각류, 수생육상 곤충류, 조류, 포유류 등 매우 다양한 야생생물의 서식지가 존재하고 생물다양성의 발달과 유지에 있어서도 매우 중요한 역할을 수행하고 있다.

또한 상당수의 동식물(천연기념물 등 주요종 포함)의 생활사 중 한 시기를 하천변의 서식환경에 필수적으로 의존하는 종이 매우 많다.

3) 일반사항

가) 종래의 호안공법은 주로 콘크리트 재료를 사용하여 추이대의 파괴를 가져왔으므로 <그림 6.1-8>과 같이 기존 호안을 은제로 계획하여 홍수방어 및 추이대를 복원하여 자연성을 높이고 동시에 발생 폐기물을 줄일 수 있다.



<그림 6.1-8> 추이대 복원기법

나) 하천 주변의 환경이 변화하면 기존에 자생하던 생태계에 상당한 변화를 주게된다, 주변 생태계 변화를 최소화 하기 위해 생물학적으로 지역특유의 토양생물과 미생물, 각종 식물의 종자 등을 포함하고 있는 현지의 표토를 이용하여 추이대를 복원 하는 것이 적절하다.

6.1.5 여울 및 웅덩이

1) 용어의 정의

가) 여울 : 폭기작용을 통하여 용존산소량을 증가시키고 유속이 빠른 구간에 정착되는 부착조류 등으로 특정 수생식물의 먹이를 제공하며, 하상안정에도 기여하는 시설

나) 웅덩이 : 유속이 느려 부유물 및 오염물의 침전작용, 흡착작용 및 산화분해작용을 기대할 수 있으며, 각종 영양물질과 부착조류 등이 풍부하고, 수서곤충류, 어류등 수생생물의 서식처를 제공하며, 홍수시에는 피난처를 제공하는 공간

2) 일반사항

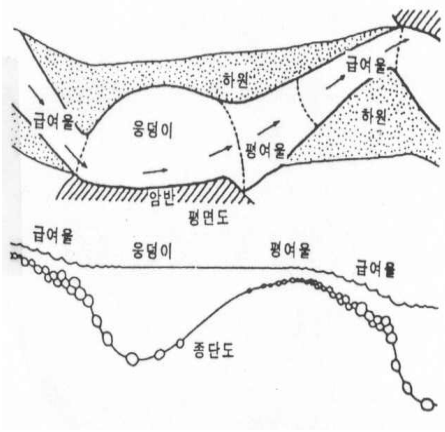
가) 여울에는 <그림 6.1-9>와같이 평여울과 급여울(빠른여울)로 구분할 수 있다

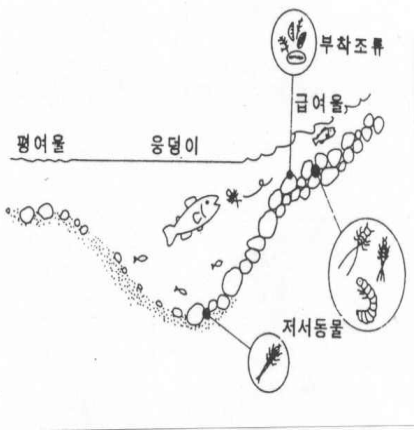
나) 여울에는 <그림 6.1-10>와같이 어류의 먹이가 되는 곤충, 부착조류 등이 못이나 웅덩이보다 많이 존재하고, 폭기에 의한 수질정화역할과 수중생물의 산소공급 등 유효한 기능을 갖으며 어류의 산란처 역할을 한다.

다) 취수보 또는 낙차공, 여울 등에 의해 하류에 발생하는 웅덩이는 구조물의 설치방향 및 방법에 따라 수류의 집중현상이 달라지며 이에 따라 웅덩이의 형상이 결정된다.

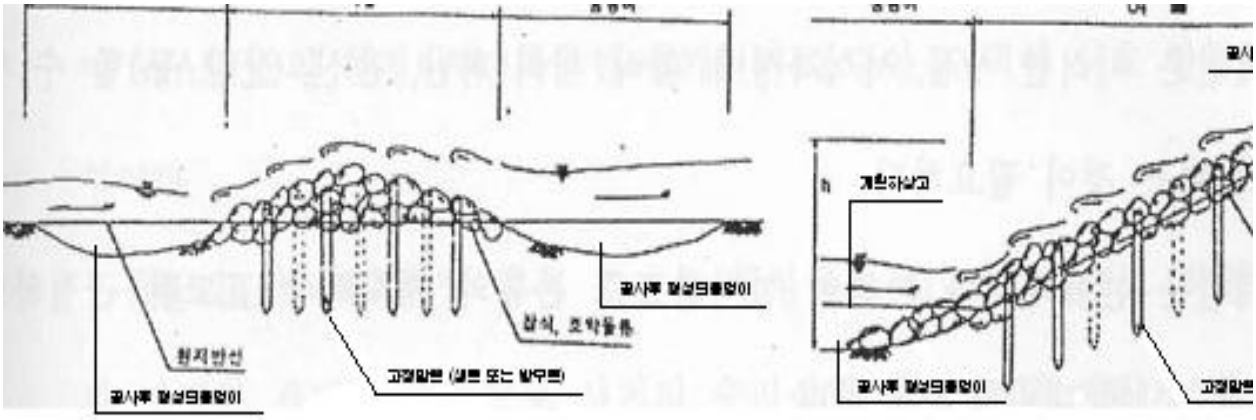
라) 여울에는 반드시 다수종의 어류가 이동할 수 있는 일정폭의 낮은 곳(수로)를 계획하여야한다.

마) 여울에 적용하는 돌의 규모는 소류력에 견딜 수 있는 규모이어야 한다.



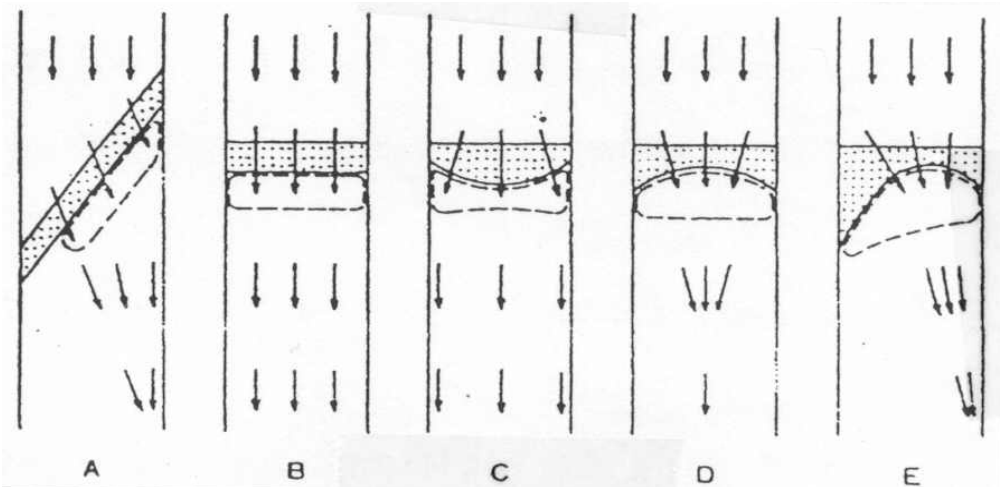


〈그림 6.1-9〉 하천의 흐름에 따른 여울과 웅덩이 〈그림 6.1-10〉 여울 및 웅덩이의 먹이기능



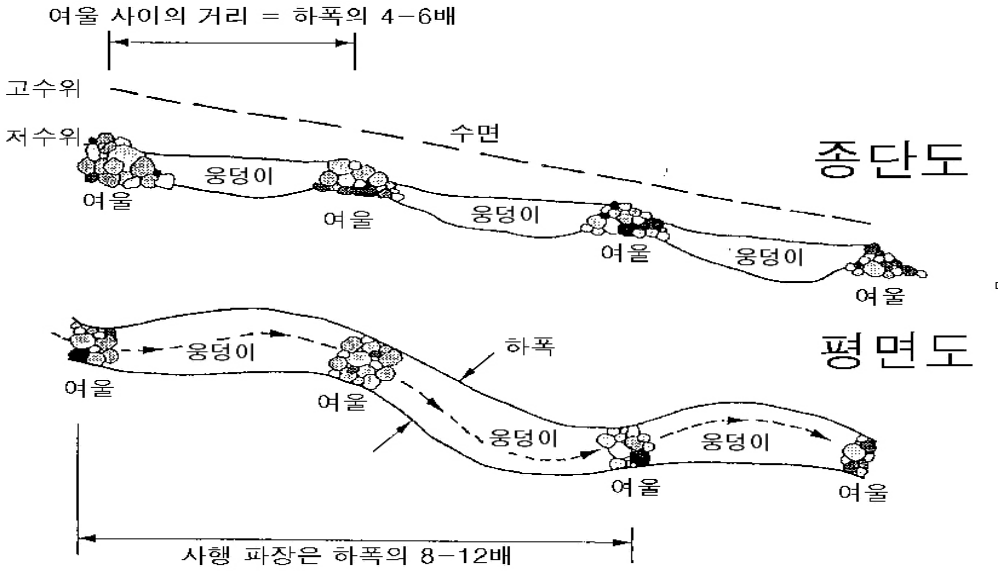
주)자립식 대형 거석을 징검다리와 같이 거치하면 더욱 효과적임.

〈그림 6.1-11〉 여울의 종류 및 웅덩이



〈그림 6.1-12〉 보·낙차공, 여울의 평면형에 따른 웅덩이 발생특성
(치수기능을 고려하면 D의 기법이 가장 바람직함)

바) 자연형 여울과 웅덩이의 평면 설계에서 필요한 설계인자는 하폭, 여울 사이의 간격, 사행파장, 하도의 곡률 등이다. 기본이 되는 설계 인자는 하폭을 기준으로 하며, 하폭은 여울 사이의 간격, 사행파장 등을 결정하는 기본 변수이다. 하천의 하상재료와 지형학적 특성에 따라 다르지만 대체적으로 여울 사이의 간격은 하폭의 4~6배 정도이며, 사행파장은 8~12배 정도이다.



<그림 6.1-13> 여울과 소(웅덩이)의 종단 및 평면 구조

사) 설계시 하폭과 여울사이의 간격, 사행 파장을 결정할 때는 반드시 현장조사를 실시하여야 한다. 설계 대상이 되는 하상경사, 하상재료, 유역면적, 주변 구조물 등을 고려하여 적절히 조정되어야 한다. 현장 조사시에 침식과 퇴적 흔적을 조사하여 대략적인 그 하천의 사행특성을 파악하고, 이를 통해 제시된 기준 내에서 조정과정을 거쳐야한다.

아) 인위적으로 하도의 곡률을 조정할 경우에는 일반적으로 자연하천의 경우 곡률반경/하폭 = 2~3이 가장 적당한 것으로 알려져 있다. 인위적으로 하도의 곡률반경을 적게 할 경우 저수로의 안정성에 문제가 발생할 수 있다. 곡률반경 산정시에는 최심선이 아닌 하도의 기하학적인 중앙선을 취한다.

자) 전체적인 여울의 형상은 V자로 설계되는데 이는 V자 형태의 여울(V자 여울과는 구별됨)이 여울 주변부 호안의 세굴을 감소시키며, 여울 위와 아래 하도의 양안에 와류를 형성하여 물고기의 피난처를 제공한다.

차) 그 외 사항은 「하천설계기준·해설(한국수자원학회, 2009)」의 제27장 여울과 웅덩이 부분을 참고한다.

6.1.6 하중주(섬)

1) 용어의 정의

하중주(섬)는 하천의 중심부 퇴적에 의해 발생하는 육역(陸域)으로 하도 생물통로의 수심확보 및 조류, 포유류, 곤충 등의 서식에 있어 간섭이 적은 안전한 서식장소 역할을 한다.

2) 일반사항

가) 하중주는 하천의 고유 기능에 지장을 초래할 우려가 없는 곳에 설치하되 하도나 하폭의 변화에 따라 위치 및 모양, 크기 등이 달라지는 특성을 고려하여 설계하고, 생물서식 공간, 환경교육 공간 기능도 고려하여 설계한다.

나) 하중주는 자연하천에서는 다년간 퇴적되어 변하지 않는 곳에 위치하는 것이 가장 바람직하며 인공적으로 조성되는 하중주는 과거의 하천지형의 복원을 우선적으로 고려하고 하도특성 분석 또는 수리실험 등의 절차를 통하거나 토공사 완료 후 홍수기를 모니터링하여 변한 지형을 고려하여 조정하는 등 신중한 위치와 형상결정이 요구된다.

다) 하중주는 일반적으로 범람원의 표고까지 발달하므로 하중주의 높이는 주변 둔치의 평균높이를 기준으로 설계한다.

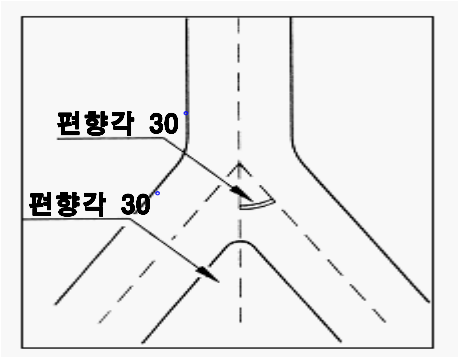
라) 하중주의 호안 설계는 위치적인 특성상 조류를 비롯한 각종 동·식물의 서식 공간이 될 수 있으므로 호안 설계시 수역과 육역을 연결하는 추이대 부분이 단절되지 않도록 생명재료를 사용하여 완만한 경사를 형성하고, 수충부가 형성되는 상류 쪽은 소류력을 고려하여 호안의 유실 및 기초부의 세굴을 방지할 수 있는 호안재료 및 공법을 선택한다.

마) 하중주는 호안에 식재된 수생식물이나 추수식물의 확장에 의해 협수로 부분이 퇴적되어 육지와 연결되지 않도록 식물의 생육범위를 고려하여 협수로의 폭과 깊이를 결정해야 한다. 갈대를 식재할 경우 생존가능한 수심한계가 약 70cm이므로 협수로의 깊이를 이보다 깊게 설계한다.

바) 하중주 조성 후 협수로 부분이 퇴적되지 않도록 하폭을 결정하고, 분류점에서의 편향각은 협수로 매몰을 예방할 수 있도록 30° 이하로 설계한다.



〈그림 6.1-14〉 하중주(섬)



〈그림 6.1-15〉 하중주
분류점 편향각 기준

6.1.7 실개천

- 하천에서는 유수력이 약한 곳을 선호하는 생물종이 존재한다.
- 실개천은 이러한 생물 서식특성에 따라 서식(피난, 은신, 산란 등)할 수 있도록 조성하는 것이 가능하며, 오염수 정화를 위해 실개천을 조성할 수도 있다.
- 실개천은 본류 하도와 연하여 설치하므로 본류의 계획하상 표고와 근접하도록 하여 갈수시에 대비하여야 한다.
- 실개천의 경사는 가급적 완경사를 유지하여야 한다.



〈그림 6.1-16〉 실개천 조성 전·후 비교



<그림 6.1-17> 실개천의 예

6.1.8 사수역

- 하천 내에 유세가 완만한 공간 및 정수역은 생물서식에 필요한 공간이므로 수역의 계획이 가능하다.
- 계획시에는 유세가 약한 비수충부 또는 폐천을 활용하여 계획하는 것이 홍수시 생태조건의 유지에 유리하다.

6.1.9 육상습지

- 육상습지는 제내측에서 홍수시 범람원으로 활용되는 습지와 독립된 못 등으로 구분할 수 있으며, 늪, 폐천화되는 공간 등이 습지의 조건이 된다.
- 기존의 습지는 대부분 정화식물을 비롯하여 추이대(Ecotone)에서 형성되는 다양한 식물군락이 존재하며 홍수조절 효과가 있으므로 보전가치가 크며 정화기능이 크다.
- 인공습지를 계획할 경우에는 상기한 습지의 특성이 잘 반영되도록 하여 생물의 종 다양성에 기여하도록 하여야 한다.



<그림 6.1-18> 육상습지의 예

6.1.10 하도습지

1) 일반사항

가) 하도습지는 수충부, 추이대의 기능을 복합적으로 갖추고 있는 다공질(多空質) 공간이며, 다양한 실개천과 웅덩이, 둔덕이 상호 반복하여 형성된 지형이다.

나) 하도습지는 대부분 정화식물을 비롯하여 대형수생식물, 일년초까지 다양한 식물 군락이 존재하며 홍수조절 효과가 있으므로 보전가치가 크며 수질개선 기능이 있고, 홍수시 범람원으로 활용되는 습지와 하천수가 항상 통과되는 습지, 독립연못 등으로 구분할 수 있다.

생물의 서식에 가장 좋은 조건을 형성하고 있는 기법으로 하천의 수세(水勢)와 밀접한 관계가 있으므로 사전의 수리실험 등에 의해 배치하거나, 계획 후 시공시 토공사를 완료하여 홍수기를 경과시킨 후 수리, 생태적 모니터링에 의해 변한 지형과 자생된 식물의 특성을 반영하여 조정하는 등 신중한 위치와 형상결정이 요망된다.

다) 하도습지의 일종으로 Biotop(비오톱)이 있으며 비오톱은 특정 생물종의 복원을 유리하게 하며 조성방법은 생물종의 특성과 수리특성, 생태계특성에 따라 다르고, 만과 다른 점은 비오톱은 정수역으로 조성할 수도 있으나 만은 흐름이 존재 하여야한다.

2) 수질정화 인공습지(생태적수질정화습지)

가) 일반사항

(1) 적용범위 : 인공습지의 개념은 자연발생적이 아닌 특정한 목적으로 조성된 습지를 말하며, 생태적 기능과 수질정화기능을 겸한 인공적 시설물을 의미한다.

(2) 재료

(가) 재료 일반

- 인공습지에 사용되는 재료의 치수 및 품질은 설계서의 지정에 따르되, 별도의 규정이 없을 때는 품질 및 성능이 우수한 최상품으로 하며, 이 경우 시공 전에 견본을 제출하여 승인을 받아야 한다.
- 생태공학적 처리를 위한 자재는 시간적 자연 형성과정을 고려하여야 한다.
- 기성제품은 원칙적으로 공장에서 제작하여 현장에 반입 후 설치하여야 한다.
- 목재, 콘크리트, 철재 및 스테인리스강, 석재, 페인트, 목재공사 등 관련공사의 해당 규정에 따른다.

- 자연적인 지하수함양으로 인한 인공습지 조성을 우선으로 하고 지반 투수성이 높은 재질로 구성되어 있는 경우, 습지바닥에 최대한 자연재료를 이용한 방수처리가 필요하다.
- 지층면 중에서 어떠한 화학변화도 일으켜서는 안되며 물리적 특성 변화가 없어야 한다.

(3) 시공

(가) 인공습지의 배치 및 형태

- 인공습지의 전체적인 구조는 평상시 점오염원, 강우시에 비점오염원 처리를 고려하여 자유수면형 습지(surface wetland) 구조를 원칙으로 하고, 점・비점오염원 처리를 고려하여 정량적인 처리효율이 도출되어야 한다.
- 습지의 배치 및 형태를 결정함에 있어서는 먼저 대상지의 지형, 수리・수문, 토지이용 및 주변 생태계 등을 종합적으로 분석한다. 특히, 대상지의 지형적 잠재력을 최대한 고려하여 기존의 단순한 사각형 구조에서 탈피하여 지형에 순응하면서도 자연유하가 가능한 구조가 되도록 한다.
- 인공습지는 수질정화기능뿐만 아니라, 생물서식처의 기능을 동시에 가져야 한다. 또한 생태학습장 등 친수기능을 가질 수 도 있다.

(나) 인공습지의 조성방안

- 습지의 중간에는 양서류가 낮에 휴식을 취할수 있는 구릉과 초지를 함께 만든다.
- 수심은 최고 1m에서 수변부위는 35cm 내외로 설계한다.
- 습지 주변의 초지일대는 경사각을 1:3 정도로 유지하며, 가장자리 둘레의 면적은 최소한 1m를 유지한다.

(다) 인공습지의 식재기반 기준

- 인공습지의 차수방안은 차수기능이 일정 차수계수를 보장할 수 있는 자연재료를 최대한 이용하는 것을 원칙으로 하며 재질, 내구성, 경제성, 땅깎기된 지반의 토양특성 등을 고려하여 선정하고 사용한다.
- 동절기에 습지토양의 결빙방지와 겨울철 수리부하율을 증가시키기 위해 습지토양의 토심은 0.5m가 되도록 하는 것을 기본으로 하되, 지하수위나 특정 요인 발생시 유동성 있도록 한다.
- 습지의 지형에 따라 식재토양의 일정토심을 유지하도록 한다.
- 습지의 토양은 실트, 자갈섞인 모래, 점토 및 모래섞인 실트로 구성되며 표토를 집토하여 보관하였다가 활용하도록 한다. 수생식물의 생육과 수질정화 등을 고려하여 친환경적인 토양 보조재료를 필요에 따라 사용할 수 있다.

- 습지의 내부에 부분적으로 자갈을 적용한 웅덩이와 골, 호안부분에는 배석층 등을 이용하여 정화효과와 경관향상, 생물서식처 기능을 가질 수 있도록 설치한다.

(라) 인공습지의 식재기준 및 적용식물

- 식재식물은 수질정화 효능이 있는 수생식물을 선정하며, 식물의 공급, 관리의 용이성, 지역 자생여부 등을 고려하여 식재종으로 갈대 등 현지 자생수종을 시스템적으로 식재한다.
- 수질정화 외에 경관과 생태적 기능, 어류서식처 제공 등의 기능을 고려하여 어리연꽃류, 수련류, 창포류 등 보다 다양한 식생을 도입한다.
- 식재시 식물의 간격은 이입종의 침입과 초기의 안정적인 정착을 고려하여 일정 비율로 한다.
- 수생식물의 생태적 특성을 고려하여 토양을 선별하여 식재한다.
- 설계상에 계획된 식재 이전에 습지의 일정구간을 구획하여 시험식재하여 수생식물의 초기정착도, 수질정화능력 등을 검토하여 식재밀도를 조정할 수 있다.
- 습지전체를 한꺼번에 식재하지 않고, 계절과 기후 조건을 고려하여 침강저류지, 습지, 연못, 침전지 등 각 부위별로 나누어 기간을 두고 식재할 수 있다.
- 습지 주변의 자연생태적 경관 및 특성을 고려하여 수생식물을 선정, 식재한다.
- 현지 유량의 계절적 특성이나 생태적 특성을 고려하고 환경공학적 측면에서 호안 등과의 관계를 고려하여 식재한다.
- 습지의 통수이후에도 수질오염농도 및 수리·수문학적 요소 등을 감안하여 식재밀도를 조정한다.
- 면적은 수리·수문적 특성, 토양, 지질, 식물 등 생태적 특성에 따라 달리 결정한다.

(마) 시공시 유의사항

- 인공습지를 조성함에 있어 설계도서에 의거하고, 시방서만으로 판단이 명료하지 않은 사항에 대해서는 해당 기준의 관련 규정을 적용한다.
- 현장여건의 부득이한 사정으로 변경이 불가능한 경우, 습지의 면적 및 깊이 등 설계내용을 조정하거나, 식재 밀도 등 시스템의 세부 내용을 조정할 때에는 시스템의 환경·생태공학적 관점에서 조정한다.
- 일반공사로 진행될 수 없는 특이성으로 인해 현장여건 등을 충분히 고려하여 시공중에도 수리·수문, 토양, 식생 등 생태공학적 측면을 모니터링 하면서 시공하여야 한다.
- 모니터링 및 시운전에 필요한 비용, 기간 등을 계상하여야 한다.



<그림 6.1-19> 고정상 하도습지 사례 (일본)



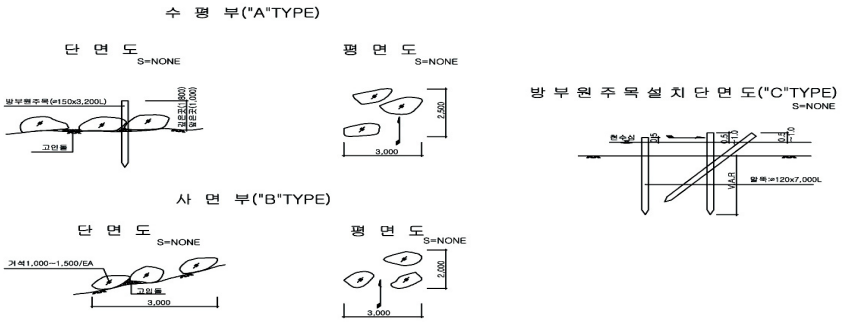
<그림 6.1-20> 이동상 하도습지 사례 (외국)

6.1.11 횃대

1) 횃대란 조류의 유인시설로서 조류의 종류 및 생태환경에 따라 재료와 형태를 설계자 의도에 의해서 조화롭게 설치 계획하는 것이 바람직하나 방부목, 생목, 고사목과 석재를 사용할 수 있고 이들의 조합적용도 가능하다.

2) 횃대는 경관용으로도 적용되나 가급적 일정거리인 조류경계거리(개방시야) 확보가 필요하다.

3) 횃대 중 말뚝의 배치는 반드시 직항일 필요는 없으나 유수력에 견디도록 견고히 항타하고 높이는 ±20%이내의 돌출고를 가지도록 하여야 한다.



<그림 6.1-21> 횃대 표준도





<그림 6.1-22> 횃대 (조류 유인시설)

6.1.12 식생여과대 및 물 가장자리의 확보

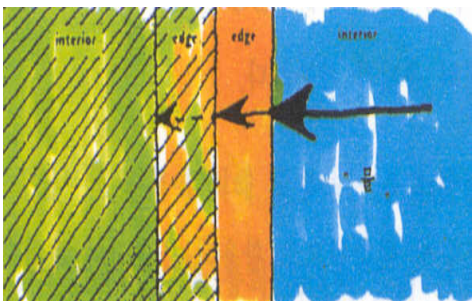
식생여과대(V.F.S)는 추이대 기능을 갖고 있으며 물 가장자리로 내부역의 주변을 완충하는 효과가 있어 여과대의 기능이 있고 다양한 생물종의 분포가 가능한 장소이다.

1) 식생여과대의 개요

강우시 넓은 지역에 걸쳐 유입되는 비점오염원을 수변지역의 지표면에 피복된 식생으로 오염물질을 저감시키는 방법으로 오염물질은 식생의 여과로 인해 제거되며, 수역의 크기, 유속, 여과대의 길이와 크기, 경사, 그리고 토양의 침투성 및 여과성에 따라 제거효율이 달라진다.

2) 일반사항

가) 식생이 잘 자랄 수 있는 적당한 토양배수와 지하수면까지의 깊이가 요구된다.



<그림 6.1-23> 식생 여과대



<그림 6.1-24> 여과대 사례 (외국)

6.1.13 개활지 확보 등 다양한 재료의 분포

하천환경 계획시에는 획일적인 공법의 나열을 지양하고, 개활지는 저서 무척추동물 서식공간으로 조성하며, 돌, 모래, 토사, 식물 등의 크고 작은 규모의 자연재를 수중 및 육상에 골고루 분포시켜 개방된 완경사를 유지하도록 계획하여야 한다.

6.1.14 자연형 수제

1) 용어의 정의

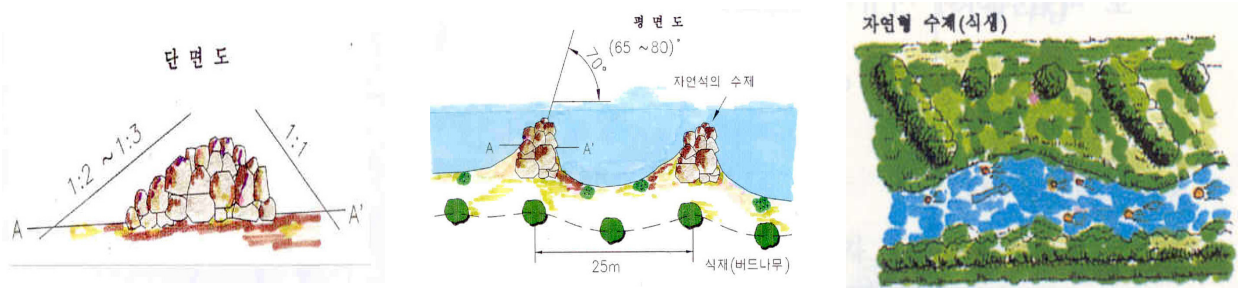
흐름방향과 유속을 제어하여 하안 또는 제방을 유수에 의한 침식작용으로부터 보호하기 위해 호안 또는 하안 전면부에 설치하는 구조물

2) 일반사항

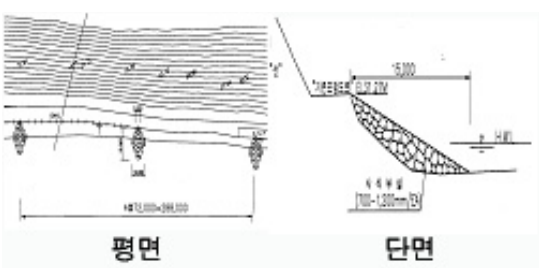
가) 수제는 수충부의 유세를 감세시키는 기능과 새로이 형성되는 웅덩이 등 다양한 지형으로 인하여 생물서식에 유리한 공간을 형성한다.

나) 수제는 일반적으로 불투과 수제보다 투과 수제가 안전하며 사전에 수리실험 등의 과정을 통하여 흐름의 특성을 파악한 후에 도입하는 것이 바람직하다.

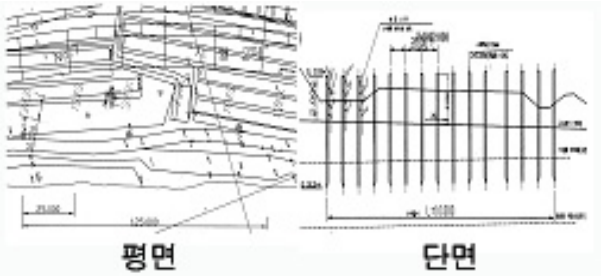
다) 식생수제는 자연성이 우수하고 유연하므로 홍수시 주변의 과도한 수세(水勢)로부터 보호할 수 있는 장점이 있다.



<그림 6.1-25> 자연형 수제



<그림 6.1-26> 돌수제



<그림 6.1-27> 통나무수제

3) 설치위치

가) 수제의 위치는 하도 조건, 하천의 유황 및 기타 하천시설물과의 관계를 고려하여 치수, 이수, 하천환경 등의 목적에 맞도록 결정한다.

나) 수제는 일반적으로 다음과 같은 위치에 설치한다.

- 유속이 강해서 하상유지공만으로 하상의 유지가 곤란하거나 세굴이 심한 장소 또는 수제를 설치함으로써 하상유지공을 간소화할 수 있거나 설치하지 않아도 되는 장소
- 급류하천이나 대하천에서 수심이 깊은 수충부
- 국부적인 수충부에서 흐름의 방향을 유심방향으로 변환시키려는 장소
- 흐름을 반류시키려는 장소
- 흐름의 방향을 일정하게 고정시키려는 장소
- 저수로를 고정시키려는 장소
- 수제를 설치해도 치수와 이수에 지장이 없는 장소 중에서 하천의 환경을 개선하려는 장소

다) 저수로가 좁은 하천 또는 하폭이 좁은 하천에서는 수제를 설치하지 않아도 좋다.

4) 수제설계

가) 높이 및 폭

- 높이

- 평행수제는 일반적으로 저수로 법선형을 고정하거나 수정하는 저수로 공사에 많이 사용되므로 높이는 평균저수위보다 0.5 m정도 높게 설치하는 것이 가장 효과적이고 평균저수위로 설치하면 유지관리의 측면에서 유리하다.
- 횡수제의 높이는 홍수시에도 월류시키지 않는 불투과 수제의 경우에는 높게 하지만 보통의 경우 하안 접속부에서 평균저수위보다 0.6~1.0 m정도 높게 하고 흐름의 중심으로 1/10~1/100 정도의 경사를 가지도록 하는 것이 적당하다.
- 투과 수제의 경우에는 토사의 퇴적을 촉진할 수 있는 구조로 설치한다.
- 급류하천에서는 큰 돌이 유하하면서 수제를 손상시킬 위험이 있으므로 수제를 아주 낮은 구조로 하든지 그렇지 않으면 큰 돌이 넘어 갈 수 없는 높이로 하는 것이 좋다.
- 완류하천에서는 평균저수위보다 0.5 m 정도 높여서 설치하며 보통 저수위와 같게 한다.

- 폭

- 수제의 폭은 일반적으로 대하천에서는 7~9 m 정도가 좋다.
- 수심과 수제높이의 비가 0.1~0.4의 범위가 적당하고, 대부분 0.2~0.3의 범위에 있다.

나) 길이 및 간격

■ 길이

- 불투과성 수제

비월류 수제길이를 구하는 계산식은 다음과 같다.

$$\ell = h_{max}\sqrt{(1+m^2)} \quad 또는 \quad \ell \geq 8h_p \qquad (단위 : m)$$

여기서 ℓ은 수제길이(m), h_{max}은 최대수심(m), h_p는 수제둘레의 평균수심(m), 그리고 m은 수리실험에 의한 정수이다.

- 투과성 수제

하폭에 대한 첫 번째 수제길이 계산식은 다음과 같다.

$$\ell_1 = \frac{1}{15}B - \frac{1}{30}B \qquad (단위 : m)$$

여기서 B는 하폭(m)을 나타낸다.

i 번째 수제길이 계산식은 아래와 같다.

$$\ell_i = \ell_{i-1}(1 + C \cdot P) \qquad (단위 : m)$$

여기서 ℓ_i는 i 번째 수제길이(m), l_{i-1}(m)은 상류측 바로 위에 위치한 수제길이, C는 계수, P는 수제가 하천횡단면에 차지하는 면적비이다.

① 수제가 하천횡단면을 차지하는 면적비(P)의 계산

$$P = 1 - (\frac{V_1}{V})$$

여기서 P는 수제가 하천횡단면을 차지하는 면적비, V_1은 수제의 개수와는 상관없이 수제를 통과한 다음의 평균유속 (m/sec), V는 수제 설치 전의 평균유속 (m/sec)이다.

② 계수(C)의 계산

계수 C는 다음과 같이 수제 최하류부의 유속에 따라 달라진다.

$$C = \frac{V_b}{V(1-P)}$$

여기서 V_b는 수제 최하류부 설치구간의 평균유속(m/s), V는 수제 설치 전의 평균유속(m/s), C는 계수, P는 수제가 하천횡단면에 차지하는 면적비이다.

수제의 길이에서 고려해야 할 점은 수제길이가 지나치게 길면 하안 및 상하류에 나쁜 영향을 가져오는 경우가 많고 수제 자체의 유지관리에도 문제가 된다. 반면, 수제길이가 너무 짧으면 수제의 기능을 충분히 발휘할 수 없으므로 길이에 대해서는 현장시험 또는 모형실험을 통하여 충분한 검토가 필요하다.

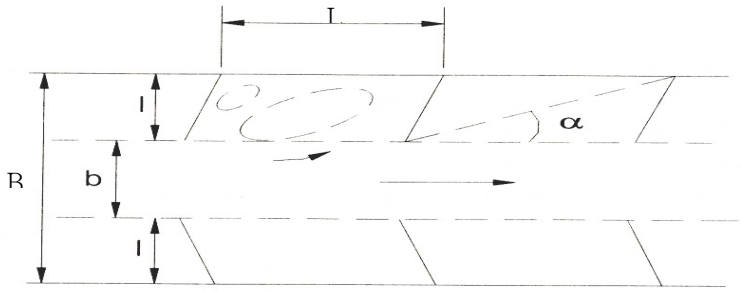
■ 간격

- 불투과성 수제

수제의 간격은 일반적으로 Winkel식을 사용하여 다음과 같이 결정한다.

$$L_{max} = Cot\alpha \frac{B-b}{2} = 9.36 \frac{B-b}{2} \fallingdotseq 10\ell$$

여기서 L_{max}는 최대 수제간격(m), α는 수류가 수제의 앞부분에서 다음 수제의 하단부 쪽으로 편위하는 각도(보통 평균값 6° 6′), B는 하폭(m), b는 저수로 폭(m), 그리고 ℓ은 수제길이(m)를 각각 나타낸다. (<그림 6.1-28 > 참조)



<그림 6.1-28> Winkel 식에 의한 수제간격

실제로 하류측의 수제와 하안 만곡의 영향 등을 고려하여 다음의 값을 취한다.

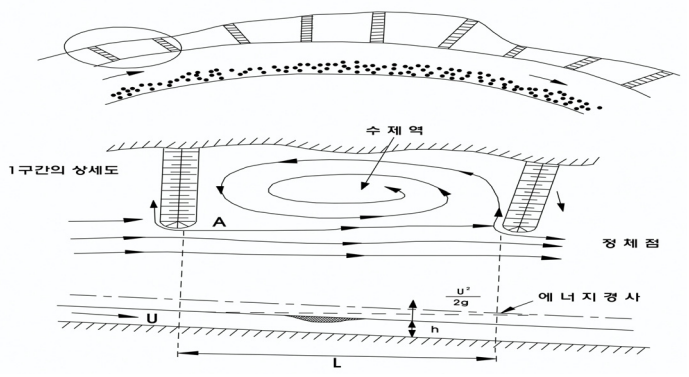
$$L = (1.25 \sim 4.5)\frac{B-b}{2} = (1.25 \sim 4.5)\ell$$

여기서 L은 수제간격(m)이고, B, b, ℓ은 위식에 나타낸 것과 같다. 또한 Tominaga에 의해 제안된 완류하천에서의 직선부, 요안부(凹岸部), 철안부(凸岸部)에 따른 경험식을 이용하기도 한다.

① 직선부 L = (1.7 ~ 2.3) ℓ (단위:m)

② 요안부 L = (1.4 ~ 1.8) ℓ (단위:m)

③ 철안부 L = (2.8 ~ 3.6) ℓ (단위:m)



<그림 6.1-29> 수제의 간격

6.1.15 동물 이동통로 (생태통로, ECO-Corridor)

1) 용어의 정의

생태통로는 도로, 댐, 수중보 등의 건설사업으로 인해 야생동·식물의 서식지가 단절되거나 훼손 또는 파괴되는 것을 방지하기 위해 야생동·식물의 이동을 돕거나 또는 생태계의 단절 완화를 목적으로 설치된 인공구조물과 자연식생 등의 생태적 공간을 의미한다.

2) 생태통로의 목적

가) 야생동물이 번식 장소, 월동 장소, 휴식 장소, 먹이 장소 등 각각 다른 목적으로 이용하는 서식지들에 대해 정기적이고 규칙적인 이동을 가능하게 한다.

나) 서로 단절되고 고립된 지역에 서식하는 야생동물들의 자유롭고 지속적인 이동을 보장하여 그들의 유전적 다양성을 유지하고 생존력을 높인다.

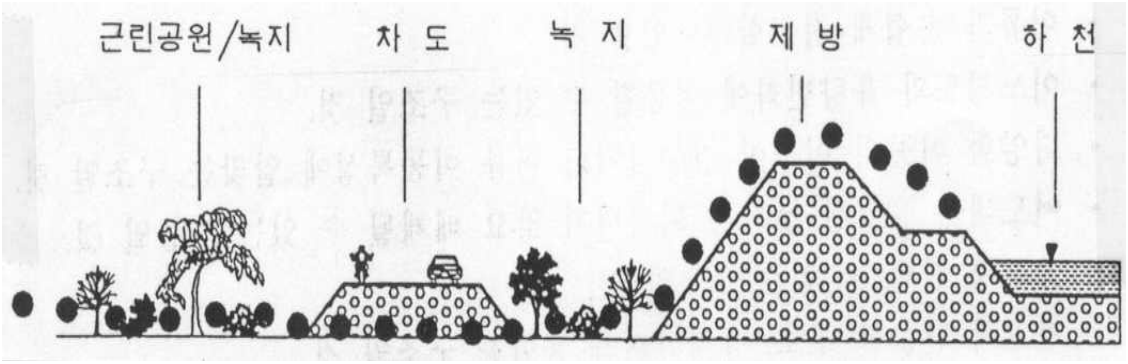
3) 설계 기본 원칙

가) 생태통로에 사람이 이용하는 공간의 조성 여부는 대상지역의 성격에 따라서 결정하되, 기본적으로 도시지역과 도시근교 및 농촌지역에서는 필요할 경우 사람이 이용하는 공간을 도입한다. 자연지역에서는 사람이 이용하는 공간을 배제시킨다.

나) 생태통로의 설계에서는 주변 지역의 환경 조건을 충분히 고려하여 서식환경이 연결될 수 있도록 한다.

다) 생태통로의 설계에는 조성 지역과 관련된 다른 계획 혹은 상위 계획과의 연계성을 검토해야 하며, 특히 생태통로 주변의 토지이용을 충분히 고려해야 한다.

라) 시멘트호안, 포장제방, 급경사부, 단절된 구조물(수로) 등은 동물이동에 악영향을 초래하므로 이를 극복할 수 있도록 배려할 필요가 있다. (<그림 6.1-30>참조)



<그림 6.1-30> 야생동물 이동동선 사례(생태통로 연결 개념)

4) 수로의 생태통로

가) 설치 위치

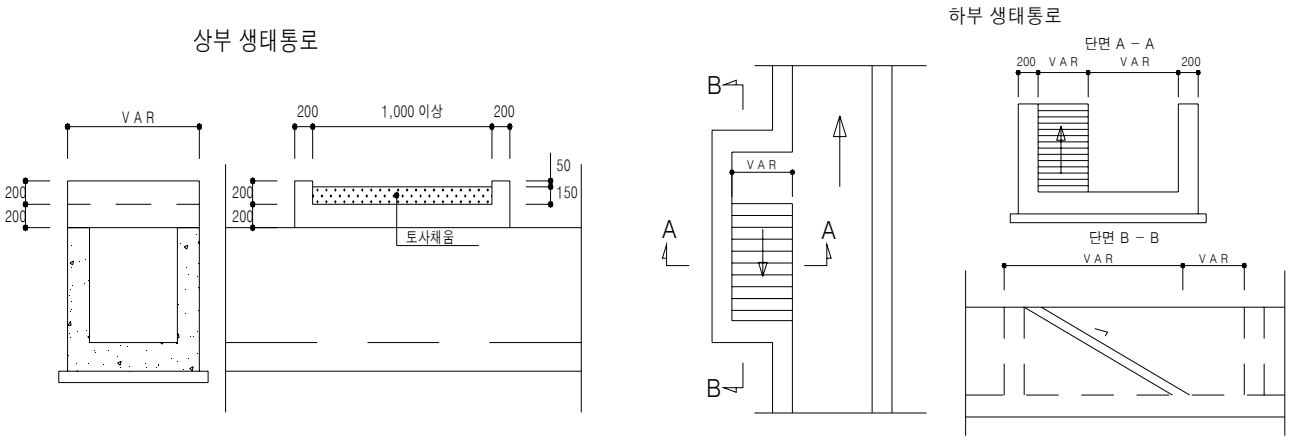
- 경지정리, 용・배수로, 농업용수로, 측구, 각종 콘크리트 수로관이 주요 대상이 된다.

나) 대상 동물

- 양서류와 파충류 및 소형 동물들이 주요 대상이 된다.

다) 규모, 재질 및 기법

- 생태통로를 설치하여야 할 지점에는 상부생태통로는 20m 간격으로 하부생태통로는 100m 간격으로 양서류 등의 생태이동로를 설치한다.
- 설치방향은 배수로 종・횡으로 검토하여 적정 방향으로 설치한다.
- 소형 동물이 떨어지지 않도록 방지하거나 떨어지더라도 스스로 탈출할 수 있는 구조를 한다. 이를 위해서 경사가 완만한 탈출구를 설치하고, 태양열에 의한 복사열이 적거나 미끄럽지 않은 자연 소재의 재질을 사용하며 기울기는 최대 45° 이하로 한다.
- 하부생태통로의 폭은 수로폭의 1/3이상 1m 이하로 한다.
- 고수부지에 자전거도로나 산책로로 인해 제방이나 인근야산에 서식하는 양서류의 생태계단절의 우려가 있으므로 도로 구조물 아래에 통관(90cm이상)을 설치한다.



<그림 6.1-31> 수로 상・하부 생태통로 표준단면도

6.1.16 수림대 수변식물군락 조성

수림대 조성의 목적은 조류 집단서식, 곤충서식, 하천내 무단 경작 공간의 자연적, 생태적 활용, 지국 온난화 방지에의 기여, 대기 오염물질의 소화, 친수경관등이 있다.

구하도 복원 차원에서 폐천부지 또는 유휴지를 적극 활용하고 본류 및 지류가 상호 단절되지 않도록 하며, 생물의 은폐 장소가 필요한 부분에 조성한다.

수림대의 조성은 하천의 경관, 친수성 제고 외에 조류의 서식기능을 고려한 기법으로서 다음사항을 고려하여야 한다.

1) 조성기법

- 가급적 기존의 수림 및 수풀군락을 보전한다.
- 기존의 수림대와 생태적으로 연계되는 수종을 선택한다.
- 폐천부지 또는 유휴지를 적극 활용한다.
- 천변의 습한부분은 수풀군락, 제방부지 및 인근토지를 확보한다.
- 기존습지의 건지부분은 수림대로 활용한다.
- 본류 및 지류가 상호 단절되지 않도록 구성되어야 한다.
- 생물의 은폐장소가 필요한 부분에 조성한다.
- 주변택지 및 도로의 경계부에 조성한다.
- 가급적 둥근형에 가깝도록 조성한다.
- 하천의 친수기능과 연계시킨다.

2) 도시지역에 조류서식환경 조성기법 (조류서식에 영향을 미치는 인자)

- 산림 또는 수림(녹음)의 규모 및 밀도 정도
- 수종의 규모 (거목이 유리함)
- 수령의 다양성 (교목, 관목)
- 나무높이의 다양성
- 자연서식의 통로연결
- 서식지의 형태 (산림 또는 숲이 좁고 긴 형태 보다 원형에 가까워야 좋음)
- 조류가 좋아하는 식물,나무 존재정도 (곤충 서식 가능수목의 정도)
- 인간의 간섭도
- 소음, 먼지, 분진의 정도
- 은신처 확보정도 (수풀 및 기타)
- 활엽수의 분포정도 (침엽수보다 활엽수가 유리)
- 수풀, 나무 등 새의 둥지 (텃새의 겨울날 둥지, 철새의 둥지) 유무

3) 야생조류에 좋은 식물

〈표 6.1-6〉 야생조류에 좋은 식물

구 분	식 물 종
풀	여귀, 왕싱아, 쇠비름, 명아주, 계요등, 뱀딸기, 기장, 수크령, 강아지풀
나 무	꽝꽝나무, 주목, 산초나무, 사철나무, 댕댕이 덩굴, 까마귀밥, 여름나무, 먹구슬나무, 노간주나무, 벚나무, 쥐똥나무, 화살나무, 작살나무, 개머루, 청가시덩굴, 팥배나무

주) 하천내 홍수위 이하에는 1년초 식물은 자생을 유도하고 식재하지 말 것

4) 야생조류가 좋아하는 국내식물

〈표 6.1-7〉 야생조류가 좋아하는 국내식물

수 목	매개체 (곤충)	조 류	수 목	조 류
참나무와 자작, 산마가목, 은백양의 혼식	곤충, 열매	전 조 류	녹나무 감나무 벚나무	찌르레기, 멧비둘기, 꿩
① 참나무, 자작나무, 버드나무	나비, 나방유인		팽나무, 먹구슬나무	찌르레기
② 서양산사나무, 산사나무, 버드나무			붉나무, 때죽나무	멧비둘기
③ 개암, 너도밤나무, 장미, 찔레, 서양물푸레, 서어나무, 단풍, 참피, 산마가목, 가시금잔화, 병꽃나무, 인동덩굴			꽝꽝나무	꿩
쇄기풀 담쟁이덩굴	나방, 나비의 식초식물 둥지자리, 열매먹이			

주) 하천내 홍수위 이하에는 1년초 식물은 자생을 유도하고 식재하지 말 것.

5) 수변식물 군락의 특성

〈표 6.1-8〉 수변식물 군락의 특성

기능 \ 식물군락	수변림	습지식생 군락	추수식물 군락	부엽식물 군락	침수식물 군락
Ⅰ. 수질정화와의 관계					
1. 유입되는 실트와 부유물의 거름	◎	◎	◎	◎	+
2. 유입유기물의 분해 (수중의 체표착생 미생물에 의함)		◎	◎	+	+
3. 호수로부터의 N.P흡수에 의한 식물 플랑크톤 억제			+	◎	◎
4. 차광, 저해물질 생산에 의한 식물 플랑크톤 억제			◎	◎	+
6. 저질의 산소공급에 의한 유기물의 분해 촉진		◎	◎	+	
6. 유해물질의 흡수		◎	◎		
Ⅱ. 소수의 동물군락과의 관계					
7. 어류, 새우류의 산란, 치어의 생육장소 (조장)	+		◎	◎	◎
8. 조류의 보금자리, 피난의 장소	◎	◎	◎	◎	
9. 조류의 먹이 공급	◎	◎	◎	◎	◎
10. 곤충류, 양생류의 생육장소	◎	◎	◎	◎	+
11. 패류, 저생동물의 먹이공급 (분해과정에서)	◎	+	◎	◎	◎
12. 부착생물의 착생기체화			◎	◎	◎
Ⅲ. 호안보호와의 관계					
13. 밀생군락에 의한 제파작용	◎	◎	◎	+	+
14. 밀생하는 근경의 결속작용에 의한 침식방지	◎	◎	◎		
Ⅳ. 자원의 공급					
16. 인간의 식료가 된다.			◎	◎	+
16. 생활용품의 재료공급	◎	◎	◎		
17. 가축의 먹이, 농지로의 비료공급	◎	◎	◎	◎	◎
Ⅴ. 수변 경관형성과의 과계					
18. 넓은 지역의 경관형성	◎	◎	◎	+	
19. 국부적인 경관형성	◎	◎	◎	◎	
Ⅵ. 마이너스의 역할					
20. 밀생 대군락에 의한 항행장해			+	◎	◎
21. 밀생 대군락에 의한 어업의 장해			+	◎	◎
22. 대향의 식물 고사에 의한 일시적, 국소적인 수질악화			+	◎	◎

주) ◎는 명백하게 그 기능이 있는 것을, +는 다소 있는 것을 의미한다.

6.1.17 하천복원 식재

1) 기본방향

하천복원은 자연에 가까운 하천형태의 조성으로 생태계를 복원하면서 발생한 호안부에 기반 환경 조성을 통한 자연 발생을 기본 원칙으로 하여, 수로와의 거리, 침수기간, 수위변동 등과 같은 수환경 변화에 따라 식물종, 식재 시기, 식재 위치 등을 결정하여야 한다.

하천의 식재는 가급적 자생을 유도하는 기법을 위주로 유해식물 관리에 의한 효율적이고 경제적인 방법을 적용하고, 불가피한 경우에 그 하천 생태 특성에 맞는 식재를 적용하여야 한다.

2) 식재 기반

가) 수생식물 식재기반용 토양의 공통적인 화학적 기준은 아래와 같다.

<표 6.1-9> 수생식물 식재 기반용 토성

항 목	대표토성	구성비			비 고
		Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)	
기 준	사양토(SL)	30~60	25~60	5~17	

<표 6.1-10> 수생식물 식재 화학성분

항목	pH	E.C. (㎳/㎝)	전질소 T.N(%)	P2O5 (ppm)	Ca^{2+} (me/100g)	Mg^{2+} (me/100g)	K^{+} (me/100g)	Na^{+} (me/100g)	C.E.C. (me/100g)	유기물 O.M.(%)	비 고
기준	5.6~ 6.8	0.4~ 0.9 미만	0.10 ~0.16 이상	11~60	1.7 ~1.18	1.0~5.0	0.1 ~5.0	0.14 ~0.2	4.4 ~10.3이상	1.4~2.9 이상	

3) 제한 사항

하천의 식재는 하천경관 향상, 고수부지 이용 증진 및 생태계 보전 등 지역사회의 공익을 목적으로 하는 경우에 한하여 가능하다. 대상 구역 중 치수 안전성에 영향을 미친다고 생각되는 다음과 같은 구역에서는 식재를 하여서는 안 된다.

① 식재로 인한 수위상승 또는 유속증가로 제방의 안전성을 해칠 우려가 있는 구역(수리검토 수행)

② 나무뿌리의 제체 침입으로 누수 및 호안시설을 손상시킬 우려가 있는 구역

③ 홍수에 의해 쓰러지거나 세굴될 우려가 있는 구역(협착부 수충구간 등)

④ 나무가 부러지거나 쓰러져 떠내려 가 하류의 하도가 폐색(閉塞)될 우려가 있는 구역

⑤ 제체 또는 기초지반의 토질이 연약하고, 비탈면 붕괴, 슬라이딩 또는 급격한 침하 등이 발생한 적이 있거나 위험이 예상되는 곳 또는 수충부의 신설 제방으로서 완성 후 3년 이하인구역

4) 식재 방법

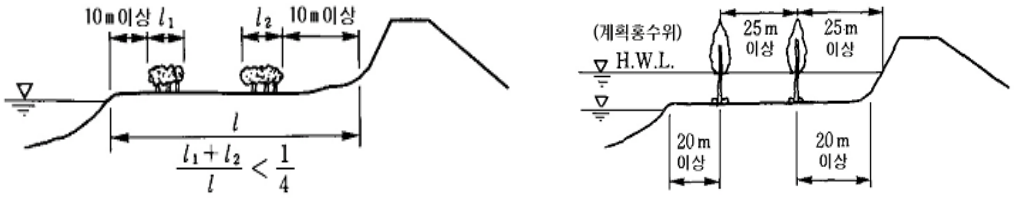
가) 고수부지

■ 관목류의 식재

제방 앞비탈기슭 및 저수로 법선에서 10m 이상 이격시킨다. 나무를 군락으로 심는 경우에는 하천 횡방향 군락의 폭(2개 이상의 군락인 경우에는 그 폭의 합)이 고수부지 폭의 4분의 1 이하로 한다. 이 경우 열을 지어 식재(이하 "열식"이라 한다)할 때에 길이(하천 종방향)는 100 m 이하로 하고, 열식 사이의 거리는 50m 이상으로 한다.

■ 교목류의 식재

제방의 앞비탈기슭 및 저수로 법선에서 20m 이상과 제방 앞비탈면과 계획홍수위의 접선에서 25m 이상 이격시키고 하천 횡방향의 나무 간격은 25m 이상 유지한다. 계획홍수량이 Q m^3/s일 때 하천의 종방향 나무 간격은 (20 + 0.005 Q) m 이상 유지한다. 단 나무 간격이 50m를 넘게 되는 경우는 50m로 한다. 심고자 하는 나무는 내풍성·내습성 수목으로 한다. 교목류를 식재 할 경우는 절차에 따라 수목의 전도계산서 및 수리계산서를 작성하여 하천의 계획홍수량 소통에 지장이 없도록 하여야 한다.



<그림 6.1-32> 고수부지 내 식재

나) 제방 및 제방비탈면

제방 및 제방비탈면에는 관목류만 식재하는 것을 원칙으로 한다. 완경사 제방(비탈경사 1:3~1:5) 앞비탈(하안 포함)의 나무심기는 자연형 호안의 일환 또는 은제 호안인 경우에 한다. 완경사 제방 이외의 나무심기는 앞비탈의 경우 계획홍수위 이상인 비탈면에 한하며, 뒷비탈의 경우 접근도로, 부체도로 등의 안전시설과 간섭받지 않는 구간에 한하여 비탈면에 심은 나무의 뿌리가 제체내로 침입하지 않도록 하여야 한다.

다) 굴입하도 및 대규격 제방

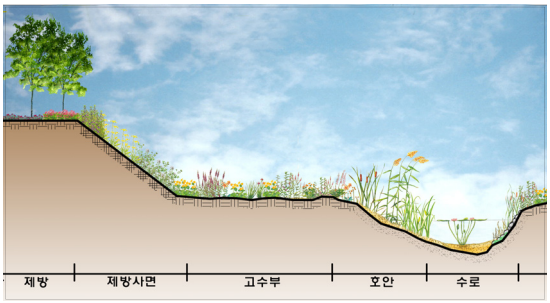
호안의 높이가 계획홍수위 이상인 경우에 한하며 수목의 뿌리가 성목시에도 호안구조에 지장을 주지 않도록 호안 법선에서 필요한 거리를 이격시킨다. 제방 상단이 도로인 경우에는 2.5m 이상의 차량통행대를 확보하여 차량의 통행에 지장이 되지 않도록 해야 한다. 호안구조에 지장을 주지 않도록 호안법선에서 필요한 거리를 이격 제방 및 제방비탈면에는 관목류만 식재하는 것을 원칙으로 한다.

라) 가) ~ 다)항을 상회하는 수준의 식재는 치수 안정성 확보, 생태계 보전 및 양호한 경관 형성 등 환경요인, 안전대책 실시의 목적에만 국한한다. 이 경우에는 식재 전·후의 수리검토와 전도검토를 수행하여야 한다.

5) 적용 내용

가) 해당 하천 지역 특성에 맞는 자생 식물 적용을 원칙으로 한다.

나) 식물 선정시에는 하천 제방부와 사면부, 고수부, 호안부, 수로부와 같이 식재 위치에 따라 각 식물의 생육특성에 맞게 적용하여야 하며, 일반적으로 위치별 도입 가능한 식물종은 다음과 같다.



<그림 6.1-33> 하천의 식재 위치 구분

■ 제방부 및 제방사면

제방부는 대부분 이동통로로 이용하고 있어서 귀화식물이나 답압에 강한 식물들이 우점하고 있으므로, 제방부의 복원을 위한 식물로는 심근성 목본류나 자생초화류 등의 식재가 적당하다. 또한, 제방사면부의 제방부와 연결된 상부는 제방부와 연결하여 심근성 목본류를 식재하고, 제방 중단과 하단은 제방의 안전성을 위해 초본류 위주로 녹화하는 것이 바람직하다.

- 교목류 : 느티나무, 물푸레나무, 버드나무류, 신나무, 자귀나무, 귀룽나무, 보리수나무, 산사나무 등

- 관목류 : 눈갯버들, 갯버들, 조팝나무, 꼬리조팝, 참조팝나무, 국수나무, 찔레꽃, 싸리류 등
- 초본류 : 억새, 띠, 수크령, 사초류 등
- 수생식물 : 갈대, 물억새, 고랭이류 등

■ 고수부

평상시나 갈수시는 유수의 영향을 받지 않으나, 홍수시 수위 상승으로 인해 침수되는 제방과 호안부 사이의 평탄지로 연간 침수기간이 짧아 건조지 및 귀화 식물이 우점하고 있는 구간으로 복원 초기단계에 조기녹화용 식물 등을 고려하여 식재하고 최후에 남게될 우점종 등을 예측하여 식재해야 한다. 따라서 토양유실이 예상되는 구간에는 침식을 완화할 수 있는 식물을 식재하여야 하며, 우리나라 하천 고수부지의 경우 기존 경작이용률이 높으므로 하천복원시 토양에 따라 적합한 식생을 도입하여야 하며, 습생식물과 수생식물의 일부종의 식재가 가능하다.

- 교목류 : 버드나무, 왕버들, 용버들, 선버들,
- 관목류 : 눈갯버들, 갯버들, 키버들, 꼬리조팝나무 등
- 초본류 : 억새, 쑥부쟁이, 원추리, 금불초, 수크령, 띠, 패랭이꽃, 속새, 사초류 등
- 수생식물 : 갈대, 물억새, 달뿌리풀, 털부처꽃 등

■ 호안부

물과 직접 맞닿는 부분으로 유속에 지속적인 영향을 받고, 수위와 유속, 호안에 작용하는 외력으로 인해 크게 영향을 받으므로 물밑의 흙속에 뿌리를 내리고 줄기와 잎이 수면위로 올라오는 식물을 이용하는 것이 적합하다. 수생식물의 뿌리는 토심 5~20㎝에 분포하며 대형 추수식물만 그 이하에 분포하고, 대부분의 수생식물은 수심 30~50㎝내에서 서식하며 침수식물과 대형수생식물(줄 등)이 깊은 곳에 분포한다.

- 추수식물 : 갈대, 달뿌리풀, 줄, 부들, 애기부들, 창포, 꽃창포, 사초류, 고랭이류 등
- 부엽식물 : 마름, 어리연, 물옥잠 등
- 수변식물 : 미나리, 미나리아재비, 고마리 등

■ 수로

최소 수심이 항상 유지되는 구간으로 물과 직접적인 영향을 받는 부분이다. 따라서 추수식물, 부유식물, 부엽식물, 침수식물 등 다양한 수생식물의 생육장소이고, 다양한

어류, 양서・파충류, 저서성대형무척추동물의 주요 서식처이다. 수생식물은 호수 바닥에 뿌리를 내리고 줄기와 잎이 수면위 또는 수면상으로 상으로 나타나는 추수식물, 부엽식물과, 뿌리를 호수 바닥에 내리지 않고 수면에 떠있는 채 생활하는 부유식물과 유속이 비교적 느리거나 없는 곳에는 수중식물의 식재가 적합하다.

- 부엽식물 : 마름, 수련, 연꽃, 자라풀, 어리연 등
- 부유식물 : 개구리밥, 생이가래, 부레옥잠 등
- 수중식물 : 검정말, 나사말, 통발, 매화마름 등

6) 식재기법 및 주요 도입식물

가) 식재기법 및 적용공법

식재하는 식물의 형태와 식재방법(포트묘심기, 파종 등)에 따라 다르게 적용할 수 있으며, 조기에 효과를 보고자 할 때에는 식재밀도를 높이는 것이 좋다.

- 뿌리심기(갈대, 줄, 부들 등, 길이 20~30cm)의 경우는 9~20본/㎡가 적당하다.
- 포트묘심기(1년생)의 경우는 20~60본/㎡가 적당하다.
- 뗏장심기(갈대, 미나리 등)의 경우는 식재조건 및 여건에 따라 식재피복율 100%, 50%, 30%로 구분하여 식재하는 것이 바람직하다.
- 갯버들의 경우 지름이 1cm이상 되는 줄기를 30～100cm 길이로 잘라서 위아래를 구분하여 삽목 하듯이 심는다.
- 식재 밀도별 분류

-고밀도 식재가 가능한 종(수크령, 솔새)의 경우는 5본/㎡이 적당하다.

-중밀도 식재가 바람직한 종(띠, 용담, 술패랭이, 이질풀)의 경우는 1~3본/㎡이 적당하다.

-저밀도 식재가 바람직한 종(쑥부쟁이, 참억새, 참나리, 마타리, 잔대)의 경우는 0.3본/㎡이 적당하다.

나) 주요 도입 식물(습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(1~5) 표 참조)

하상 및 호안이 콘크리트나 기타 인공구조물이 아닌 자연토양, 자갈 등으로 이루어진 자연실개천 및 하천일 경우에는 다음의 식물을 일반적으로 활용한다.

<표 6.1-11> 하천변 식재시 주요 권장수종

자생	성상	내습성	호습성	식재 권장 수종		하천내 적정 위치
				우선수종	보조수종	
자생 수종	교목	강함	매우 강함			
			강함	버드나무, 왕버들, 능수버들, 개수양버들		고수부지 및 측단
		보통		느릅나무, 팽나무	신나무, 귀룽나무, 곰솔, 모감주나무, 피나무	고수부지 및 측단
		약함		느티나무, 벚나무	자귀나무, 밤나무, 소나무, 상수리나무, 참오동나무	측단
	관목 (만경)	강함	매우 강함	갯버들, 눈갯버들		저수로 비탈 및 고수부지
			강함			
		보통			조팝나무, 붉나무, 송악, 개나리, 찔레	뒷턱 및 측단
		약함			싸리, 칡	뒷턱 및 측단
도입 수종	교목	강함	매우 강함			
			강함		메타세콰이어, 낙우송	고수부지 및 측단
		보통		이태리포플러, 용버들, 은사시나무, 양버들, 편백		고수부지 및 측단
		약함		은행나무, 양버즘나무, 아까시나무, 가죽나무	개잎갈나무	측단
	관목	강함	매우 강함			
			강함			
		보통			족제비싸리, 앵도, 무궁화, 뽕나무, 복사	뒷턱 및 측단
		약함				

6.1.18 기존보 개량

기존 보는 그 역사와 설치 목적을 조사하여 이를 대체할 수 있는 시설(예 : 양수장, 집수암거, 도수로, 제내지「못」또는 생태pond)을 우선 검토하여야 한다.

어류의 생태통로 단절을 야기하고, 하천수질 및 저질 오염 원인인 기존보를 이수측면에서 문제가 발생하지 않도록 개량(폭기유도, 어도)한다.

콘크리트로 단순화된 틀을 벗어나 시설을 개량하여 폭기작용에 의해 수중에 산소를 공급함으로써 수질개선 효과와 함께 경관개선을 한다.

6.1.19 친수공간 조성

1) 일반사항

기본적으로 하천내에 인위적인 시설은 가급적 도입하지 않고 복원 이후에 상황을 고려하여 최소의 이용시설을 고려하여야 한다. 부득이 도시하천과 같이 사람의 이용이 빈번할 수밖에 없어 방치할 경우 하천을 훼손하거나 오염이 발생되는 경우에는 적정한 이용시설을 도입하고 유지관리를 통해 방지하도록 한다. 이용시설 도입 시에는 과도한 시설을 지양하고 하천변 주민들이 편안하게 쉴 수 있고, 수변공간 이용자가 정서적 안정감을 느끼며 관람할 수 있도록 개선계획을 수립하여야 한다.

자연스런 수변경관과 친수환경 조성으로 인간과 자연이 공존하는 하천환경을 창출한다.





<그림 6.1-34> 친수공간조성

해당 하천이 도시구간을 관통하거나 도시외곽으로 경유하게 될 경우 도시민들의 이용빈도가 높다. 따라서 다른 구간에 비해 상대적으로 친수기능 및 공간기능에 대한 도시민의 욕구를 반영할 수 있는 시설을 도입하여야한다.

그러나, 하천내 설치하는 각종 친수시설(수직적 시설물과 하천을 횡단하며 조성하는 시설)물은 홍수시 수위상승 및 원활한 유수소통에 영향을 미칠 수 있으므로 가급적 설치를 지양하고, 그 규모와 양을 최소화 하도록 한다.

모든 시설물은 홍수 저항력 감소를 위하여 물의 유하방향으로 설치하는 것이 좋고, 사용재료도 가급적 자연친화적 재료를 활용하여 주변 경관과의 조화를 도모하는 것이 바람직하다.

2) 하천공간계획

가) 자연생태 공간은 원칙적으로 사람의 간섭을 배제하고, 이용보다는 자연의 보전을 목적으로한 공간으로 인간에 의한 훼손이 없는 구간, 생태적으로 중요한 습지, 여울과 웅덩이가 발달한 자연하천을 포함한다.

나) 학습공간은 하천공간 이용자들에게 다양한 교육체험을 할 수 있도록 조성된 공간으로 학습 내용은, 주로 생태계를 통한 자연학습과, 문화재를 통한 역사·문화학습을 포함하며, 다양한 야생식물보다는 야생초를, 외래식물 대신에 향토식물을, 인공연못 대신에 자연연못을, 인공포장보다는 식물로 피복된 작은 길 등을 이용하여 자연미를 극대화시키도록 한다.

다) 운동공간은 이용자들의 체력증진과 건강·보건과 운동을 통해 지역공동체의식을 고취시키기 위한 것으로, 유치거리에 따라 광역적으로 이용되는 경우와 인근마을의 근린공원처럼 이용되는 경우로 구분하며, 일정규모 식생이 제거된 평탄지를 필요로 하는 경우에는 가급적 인근배후지에 운동공간을 조성하고 이와 연계하는 방법을 모색하도록 한다.

라) 위락공간은 하천의 본격적인 수상위락 및 수변위락 활동을 통하여 친수성을 증대시키는 공간으로, 각각의 공간은 다음과 같이 한다.

(1) 수상 위락공간

(가) 다목적 이용 공간

- 유람선 및 동력 수상스포츠 이용을 위한 공간
- 선박의 현황이용 등을 고려하여, 다른 선박의 안전성을 확보, 수변이용자의 배려, 자연환경에의 배려 등이 전제
- 수심 3m 이상의 구간

(나) 무동력 뱃놀이 이용 공간

- 무동력 뱃놀이(노 젓는 배)가 안전하게 운행할 수 있는 공간
- ‘다목적 이용 공간’과 ‘완충 공간’ 사이에 설정하는 공간
- 수심 1m 이상 3m 미만의 구간

(다) 완충 공간

- 식생호안등과 같이 양호한 자연환경을 보전하기 위하여 선착장과 같이 선박의 발착이 많은 구간
- 안정성 확보를 위해 공간배치를 설정함에 있어서 생태계보전지역의 전면과, 선박 등의 진입을 억제하는 공간
- ‘무동력 뱃놀이 이용 공간’과 ‘수변 공간’ 사이의 수면 공간
- 수심 1m 미만의 구간(유람선 선착장 별도)

(2) 수변 위락공간

(가) 자연 보전 공간

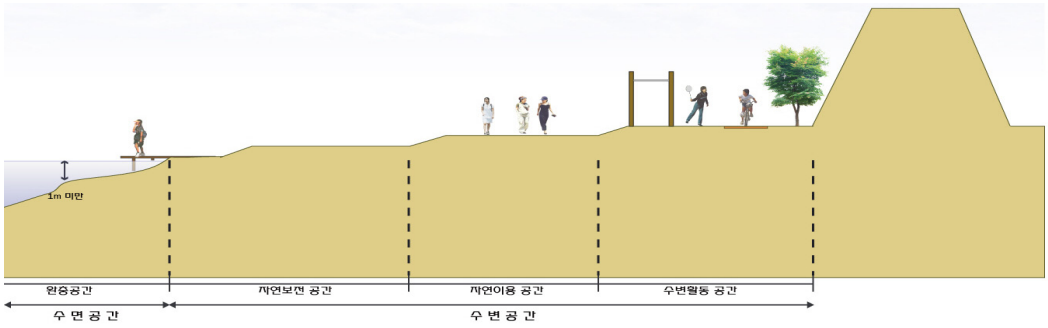
- 수면에 근접한 하천부지
- 갈대숲 등 자연식생의 활착에 의해 형성된 양호한 자연환경이나 대규모 조류가 생존할 수 있는 중요한 공간
- 양호하고 자연적인 환경을 유효하게 보전하고, 동식물의 서식환경에 적합한 공간
- 산책을 하면서 자연을 조망하는 등의 수변활동이 가능한 공간

(나) 자연이용 공간

- 자연보존 공간과 수변 활동 공간 사이의 공간
- 하천부지의 이용이 생태학습 공간으로 이용
- 갈대숲 등의 자연식생지나 조류 서식처의 경우에는 자연과 조화된 이용을 행할 수 있는 공간
- 환경을 배려하고, 자연적인 환경을 이용하여, 자연관찰, 감상, 산책 등의 수변활동이 안전하게 이루어지는 공간.

(다) 수변 활동 공간

- 제방 측에 근접한 하천부지
- 지역·광역 레크레이션 공간, 축구나 야구 등의 운동 공간
- 조깅이나 자전거 타기와 같은 부수적 활동이 가능한 공간



<그림 6.1-35> 수변 위락공간

마) 휴게공간은 이용자들의 하천에 대한 정적인 이용을 도모하기 위한 공간으로 하천에 대한 위락적·정서적 만족감을 고취시키도록 계획한다.

바) 놀이공간은 여러명 단위의 모임이나 행사를 위한 공간으로 사회성이 높은 공간으로 계획 한다.

사) 각 지구별 도입가능 공간은 다음과 같이 계획한다.

<표 6.1-12> 지구별 도입 공간

구역 \ 시설	자연생태공간	학습공간	위락공간	운동공간		휴게공간	놀이공간	
				광 역	근 린		광 역	근 린
보전지구	●	◑	○	○	○	○	○	○
복원지구	●	◑	○	○	○	○	○	○
친수지구 (중소도시 구역)	●	●	●	◑	◑	◑	◑	◑
친수지구 (대도시 구역)	●	●	●	●	●	●	●	●

주) ● 허용 ◑ 선택적 허용 ○ 불허

3) 시설물 배치계획

1) 자연생태공간은 녹지로서의 큰 의미를 지니고 있으므로, 주변 배후지의 녹지체계와 연계성을 고려하여 지정·배치하며, 다음 지역중 주거지가 밀집한 지역에서는 거리를 두어 배치하고, 정보전달시설이나 보호펜스정도로만 제한하여 설치하도록 한다.

- 갈대밭이 발달하여 야생동물의 은신처가 제공되는 곳
- 관목층이 밀집한 곳이나 주연부가 발달한 곳
- 습지가 발달한 지역의 가장자리
- 열목어, 산천어, 금강모치 등이 서식하여 수질이 깨끗한 지역

2) 학습공간은 비교적 양호한 생태계가 보전되어 식생의 천이와 같은 생태계의 변화과정을 볼 수 있는 곳이므로 다음과 같은 곳을 포함하도록 하며, 도입가능 시설은 생태공원, 식물원, 사적공원 등으로만 한다.

- 침수빈도가 낮고 수질이나 유량이 양호한 곳
- 인공적으로 정비되지 않은 곳
- 조류, 어류 등 야생동물이 서식하여 관찰이 가능한 곳
- 야생초화류가 자생하는 곳
- 주변경관이 자연경관이 우세한 곳
- 사적지나 문화재와 인접한 곳

3) 운동공간은 주변에 주거지나 학교 등 시설이용 요구도가 많은 곳에 인접하여 배치하도록 하며 다음 사항을 고려하도록 한다.

(1) 배치시 고려할 사항

- 접근성 고려
- 휴게공간이나 다른 소극적·정적 활동이 이루어지는 공간과는 인접하여 배치하지 않음
- 휴게공간이나 다른 소극적·정적 활동이 이루어지는 공간과 인접하여 배치하게 될 때에는 완충 지대를 조성
- 팀 단위로 행해지는 대규모 운동공간은 가능한 수변에서 먼 곳에 배치
- 대규모 운동공간은 자연상태로 면적이 확보되는 곳을 우선 고려
- 체력단련시설은 시설물이 많이 설치되므로 침수빈도가 낮은 곳에 배치
- 체력단련시설 등의 배치에 있어서는 경관적인 측면을 고려
- 장애자, 유년층·노년층의 접근이 용이한 곳

(2) 도입가능 시설

- 광역시설 : 축구장, 야구장, 모험운동시설 등
- 근린시설 : 게이트볼장, 농구장, 배드민턴장, 체력단련시설 등
- 부대휴식시설

4) 위락공간 지역은 다음과 같은 공간에 배치하도록 계획한다.

- 시설이 광역적인 특성을 가지므로 접근성이 좋은 곳
- 양호한 수질·유량이 확보되는 곳
- 풍향·수심·수량의 변동이 적은 곳
- 경제성을 확보할 수 있는 지역에 배치
- 다른 기능공간과의 상충성을 고려하여 배치할 것

5) 휴게공간은 하천의 기능공간 중에서 경관적 기준이 가장 많이 고려되어야 하는 기능공간으로 주위에 수려한 경관이 있을 경우에 경관을 조망할 수 있는 위치에 배치하도록 하며 아래의 사항을 고려하여 계획하도록 한다.

(1) 배치시 고려할 사항

- 수려한 경관은 자연경관뿐만 아니라 주변의 도시의 스카이라인, 야경 등도 경관요소로 고려
- 휴게나 소극적 여가활동을 통해 주변의 경관을 보다 극적으로 체험하도록 유도
- 앉아서 주변경관을 감상하거나 강변을 산책하는 활동을 위해 주변에 경관이 수려하고 수변에 가까운 곳에 배치

- 여름철 오후의 그늘을 제공해줄 수 있으면 좋음. 이동식 플랜터에 교목을 식재하거나 유수에 지장이 없는 한도 내에서 제한적으로 교목을 식재하여 부분적으로는 그늘을 제공
- 하천 위에 설치된 교량도 시민의 휴게시설로 이용하고, 교량에 공원적인 시설을 하여 하천의 친수성을 높임
- 점토질 토양이 주로 형성된 곳은 배수가 불량하므로 피하는 것이 좋음
- 수질이 양호한 곳
- 산책로나 자전거도로는 수변으로만 이어질 경우 지루할 수 있으며 다양한 경관체험을 할 수 있도록 유도

(2) 도입가능 시설 : 야영장, 산책로·자전거도로, 수변전망대, 파고라, 벤치

6) 놀이공간은 접근이 용이하며, 장소성·계절감이 잘 나타나며, 수질이 양호하고 유량이 풍부한 곳에 배치하도록하며, 다목적 이용을 고려하여 계획한다.

(1) 도입가능 시설

- 광역시설 : 수변야외공연장, 다목적 대광장
- 근린시설 : 도섭지등 소규모 친수시설, 어린이 놀이터, 다목적 소광장

7) 관찰시설은 생태·경관의 교육, 체험 목적으로 설치하며, 서식처 보호, 훼손확산 방지를 위한 이용객 동선유도 지역, 자연지형의 개선을 위한 지역, 식생의 보호가 필요한 지역, 습지의 관찰을 위한 지역, 식생변화 및 생장·관찰 학습을 위한 시설의 도입이 가능한 지역, 지반이 연약하여 노면보호가 필요한 지역 등에 계획 한다.

8) 각 지구별 생물서식처 복원을 위해 친수지구의 시설도입 가능면적 범위는 다음과 같은 기준 이내로 한다.

<표 6.1-13>　　하천공간관리의 구역 구분

지구 구분	구역 구분	도입가능시설	시설도입 가능면적비
보전	-	자연생태계 및 자연경관의 보전을 목적으로 한 구역이며, 사람의 적극적인 이용을 도모하기 위한 시설은 원칙적으로 배제	-
복원	-	훼손된 하천의 기능을 복원하기 위한 제한된 시설만 도입이 가능하며, 친수시설과 같이 사람의 적극적 이용을 위한 시설은 원칙적으로 배제	-
친수	중소 도시	인공정비구역과 같이 인공적 시설이 중심이 되지만, 특히 하천의 자연환경이 뛰어난 부분에 대해서는 자연적 위락시설, 문화시설도 고려	20% 미만
	대도시	운동시설, 위락시설, 수상시설, 편익시설 등 인공적 시설을 중심으로 적극적으로 정비하는 구역	30% 미만

※ 생태하천 조성계획・설계요령(2009, 국토교통부)

3) 주요 도입시설

가) 체육시설

인구 밀집지역 및 도심지에 인접한 친수지구내에 체육시설 설치는 이용자 수요조사 등을 거쳐 다음의 기준으로 한다.

1) 자연 친화적인 하천유지를 위한 각종 체육시설 설치 총면적은 다음과 같은 기준 이내로 한다.

- 친수구역이 50만㎡ 이내인 경우, 친수구역 부지면적의 10%이하 면적
- 친수구역이 50만㎡ 이상 100만㎡ 미만인 경우, 친수구역 부지면적의 8% 이하 또는 위 사항과 비교하여 큰 면적
- 친수구역이 100만㎡ 이상인 경우, 친수구역 부지면적의 8% 이하 면적으로 하되, 10만㎡ 초과하지 않도록 한다.

2) 체육시설 중 축구장 골대, 농구대, 테니스 지주 및 보호막(휀스) 등은 홍수상황에 따라 일시 철거할 수 있는 이동식의 구조물로 계획 한다.

나) 물놀이 시설

하천 내에서 물가에 접근하여 물을 직접 만져보거나 체험할 수 있도록 친수계단을 조성하거나, 하천 좌안과 우안은 연결하는 징검다리나 여울을 설치하여 물놀이 이용시설로 활용되도록 한다.

물놀이 시설은 물에 대한 접근을 인공개울을 통해 해소함으로써 하천변의 이용을 제한할 수 있으며, 20~30㎝의 얕은 수심이 유지되도록 하고, 모서리처리는 라운드(round)형으로 하여 이용자의 부상을 방지하도록 한다.

다) 안내시설

안내시설은 다음 각 호의 기준으로 계획 한다.

- 표지판의 재료는 내구성・유지관리성・경제성・시공성・미관성・환경친화성등 다양한 평가항목을 고려하여 종합적으로 판단하여 선정한다.
- 용도와 효용에 따라 유도표지시설, 종합안내표지시설, 해설표지시설, 도로표지시설 등으로 구분하여 각각의 기능을 최대로 발휘할 수 있도록 설계한다.
- 기능적 효율성과 주변경관과의 조화를 고려하여 설치하고 안내시설의 식별, 판독, 주목성 등을 확보하도록 이용자의 신체적 조건을 고려한다.
- 야간 식별이 필요한 장소에는 야광도료를 사용하고 조명시설을 부대설치하거나 조명내장형이나 조명기구 부착형 재료를 사용한다.
- 인간척도를 고려하여 위압감을 주지 않고 친밀감을 줄 수 있는 크기로 하며, 어린이와

장애인을 고려하여 보행 동선에서 1m이내, 어린이를 대상으로 할 때에는 0.5m 이내가 되도록 계획 한다.

- 야생 동·식물의 이동이 빈번한 지역과 생태계 관찰에 장애를 주는 지역에는 안내판 설치를 지양한다.

라) 관찰시설

관찰시설 설치는 생태·미관의 교육, 체험 목적으로 설치되나, 서식처 보호, 훼손확산 방지를 위한 이용객 동선유도 등 꼭 필요한 장소에 다음 각 호의 기준으로 한다.

- 하천공간의 자연환경지에 서식하는 동식물을 관찰할 수 있는 시설을 설계할 때에는 자연환경을 활용하면서 산책로, 조류 관찰시설, 안내판, 휴게시설 등의 배치를 검토하며, 고령자나 장애자의 이용도 고려하여 누구나 쉽게 이용하고 안전하게 이용할 수 있도록 배려한다.
- 야생동물 관찰시에 관찰자가 보이면 야생 동물은 방해를 받으므로 관찰대상으로부터 관찰시설이 차폐되도록 한다.
- 야생동물을 관찰하기 위하여 자연관찰대로 진입하는 진입부도 식재를 이용하여 상호 차폐를 하도록 한다.
- 야생동물이 자주 출현하는 곳에 작은 규모의 야생동물 관찰소를 설치하여 근접하여 생물을 관찰할 수 있도록 설치한다.
- 관찰시설은 자연을 이용하여 산책이나 학습을 위한 것으로, 사회적 약자의 배려를 도모하여 진행도중 추락의 위험이 없도록 안전난간을 설치하는 등 관찰 및 탐방이 가능하도록 설치한다.
- 식물을 주체로 한 관찰 공간의 경우, 식물의 길이를 고려함과 동시에 출입을 방지하기 위한 기본구간의 데크는 그 높이를 100cm 미만으로 한다.
- 물과 접촉하거나 수생식물을 가까이 관찰할 수 있도록 지형 등을 고려한 폭을 유지하되 노약자, 장애인의 진입이 필요한 지역을 제외하고는 경사 데크는 지양한다.
- 안전을 위한 난간의 높이는 120cm 이상으로 하며, 장애자용 데크는 최소 100cm의 폭을 확보되도록 계획 한다.

마) 기타 시설물

주민편의 시설인 벤치, 파고라, 펜스, 접근계단 또는 물놀이시설 등 시설물 설치는 유수소통 지장여부를 먼저 검토하여 계획 한다.

- 벤치는 그늘지고 습한 곳, 급경사지, 바람이 심한 곳, 지반이 불량한 곳은 피하는 등 자연의 훼손과 이용자 동선에 방해가 되지 않는 곳으로 계획하되, 수로변으로부터 3분의 1이상 이격되고, 주변경관과 어울리는 형태로 계획 한다.
- 벤치는 휴게공간과 유보도 운동공간 등에 배치하고, 소음이 심한곳・습지・급한 비탈면・바람받이 및 지반이 불량한 곳에는 배치하지 않도록 한다. 이동식 플랜터나 교목을 식재하거나 유수에 지장이 없는 한도내에서 제한적으로 교목을 식재하여 부분적인 그늘을 제공하면 효과적이며, 통행에 지장이 없도록 배치하며, 폭 2.5m이하의 산책로변에는 포켓공간을 만들어 배치하거나 경계석으로부터 최소 60cm이상 떨어뜨려 배치하여야한다.
- 파고라는 경관이 좋은 지점에 설치하되, 이용객의 편의 및 휴게를 위한시설로 진행에 방해가 되지 않는 진입 광장주변 등 자연환경의 훼손이 없는 지점에 설치하도록 계획 한다.
- 정자는 홍수빈도가 비교적 낮은 곳에 설치하고 경관이 좋은 지점을 선택하여 그 자체로서도 경관요소가 되어 주변경관과 어울리도록 설계하여야 한다.
- 휴식시설은 고정식 시설은 배제하고, 가능한 이동식 시설이나 눕혀놓을 수 있는 시설로 계획하며, 유수 흐름에 영향이 없는 범위 내에서 시설주변 수목식재 시, 하천구역 내 나무심기 및 관리에 관한 기준에 따라 계획한다.

바) 유지관리

친수공간의 시설물・수목 유지관리 대책수립 및 관리주체와 특히 홍수기의 관리방안을 고려하여야 하며, 시설물의 경우 유지관리비용 절감을 위해 가급적 높은 지역에 위치하도록 하고 노후화에 따른 교체대책 방안도 함께 고려한다.

6.1.20 자전거도로

1) 자전거도로의 기본방향

가)『자전거도로』라 함은 안전표지, 위험 방지용 울타리나 그와 비슷한 공작물로서 경계를 표시하여 자전거의 교통에 사용하도록 된 도로의 부분을 말한다.

나) **기존도로의 이용을 우선 검토하고 주변 지역의 고유문화에 맞는 컨텐츠를 도입하여 명소화 하여야 하며 쉼터는 바람소리, 새소리, 물소리가 자연스럽게 만나는 장소를 선택하거나, 소리 경관, 생태관찰, 학습 등을 할 수 있도록 조성하여야 한다.**

다) 자전거도로나 산책로는 서로 상충하지 않도록 배치하는 것을 원칙으로 한다.

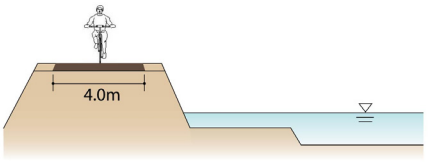
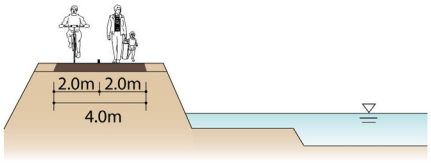
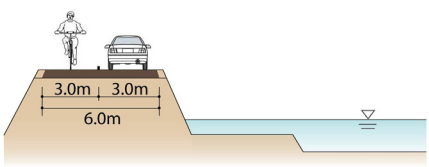
라) 자전거도로는 제방도로 준용을 원칙으로 하되, 다양한 경관체험을 할 수 있도록 유도하고 하천에 미치는 영향을 최소화하기 위해, 제방 가장자리쪽으로 설치를 한다. 하천여건상 부득이한 경우, 제방법면 하단으로부터 고수부지 폭의 1/3 이내에 계획하며, 연결(교량 설치)이 필요할 경우 콘크리트 구조물의 사용은 피하고 친환경적인 재료로 계획 하되, 보전 및 복원지구에서는 하천의 생태적 기능성향상을 위하여 자연하천 보전대상에 영향을 최소화되도록 한다.

마) 기타 자전거 이용시설에 대한 내용은「자전거 이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙」 및 관련규정 준용할 수 있다.

2) 자전거도로의 종류

자전거도로의 구분은 자전거이용 활성화에 관한 법률「2008.02.29, 법률 제8852호」제3조(자전거도로의 구분)에 의하여 다음과 같이 구분한다.

〈표 6.1-14〉 자전거도로의 구분

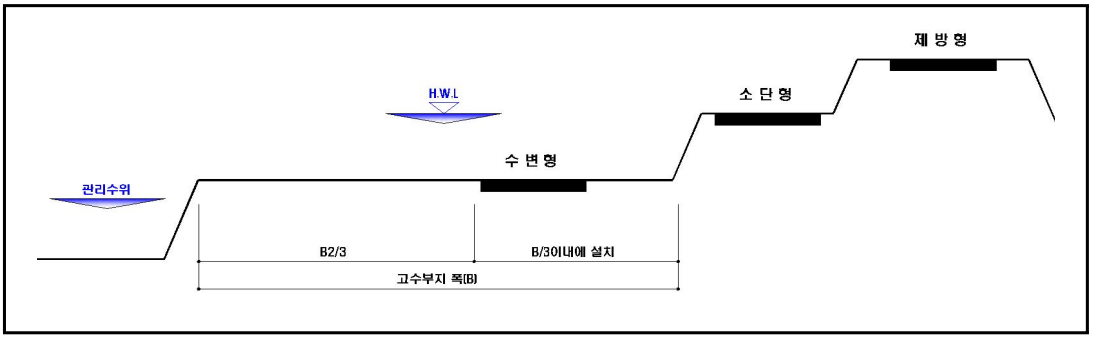
구 분	자전거도로의 구분 내용	설 치 예
1. 자전거 전용도로	• 자전거만이 통행할수 있도록 분리대·연석 기타 이와 유사한 시설물에 의하여 차도 및 보도와 구분하여 설치된 자전거도로	
2. 자전거 보행자 겸용도로	• 자전거외에 보행자도 통행할수 있도록 분리대·연석 이와 유사한 시설물에 의하여 차도와 구분하거나 별도로 설치된 자전거도로	
3. 자전거 자동차 겸용도로	• 자전거외의 자동차도 일시 통행 할 수 있도록 차도에 노면표시로 구분하여 설치된 자전거도로	

주) 설치예에 표기된 제원은 예시된 것으로 변경가능한 치수임

3) 자전거도로 정비모형의 구분

가) 자전거 전용도로의 정비모형

① 하천변에 조성하는 하천형과 공원에 조성하는 공원형이 있으며, 하천형을 조성되는 위치에 따라 수변형과 제방형으로 나눌수 있다. 수변형은 하천에 인접하여 조성하는 형태이고 제방형은 하천변 제방에 조성하는 형태로서 이를 그림으로 제시하면 다음과 같다.



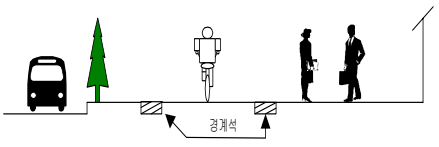
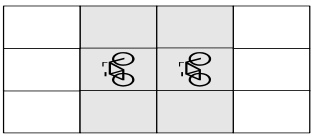
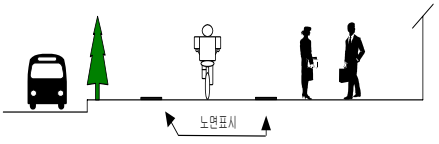
<그림 6.1-36> 하천형 자전거 전용도로

② 고수부지내에 조성하는 형태로는 자전거만을 통행하는 단독형과 자전거와 보행자를 함께 수용하는 혼합형이 있다.

나) 자전거 · 보행자 겸용도로

보행자가 점유하는 공간과 자전거가 점유하는 공간을 분리하는 형태가 있고 분리하지 않는 형태가 있으며, 분리를 원칙으로 한다. 분리형에는 분리하는 형식에 따라 경계석형, 고압블럭형, 노면표시형이 있으며 이를 그림으로 나타내면 다음과 같다.

<표 6.1-15> 분리형 자전거·보행자 겸용도로

형 식	설 치 방 법	특 성
경계석형		• 자전거공간과 보행자 공간을 경계석으로 분리
고압 블록형		• 자전거공간과 보행자공간을 고압블럭의 색상으로 자연스럽게 구분/분리
노면 표시형		• 자전거공간과 보행자공간을 흰색노면표시로 분리

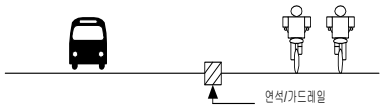
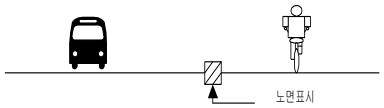
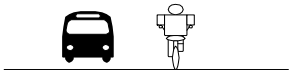
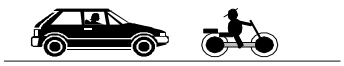
다) 자전거 · 자동차 겸용도로

① 자전거·자동차 겸용도로는 자전거의 통행이 차도에서 일어나는 형태이다. 자전거와 자동차를 분리/비분리에 따라 분리형과 비분리형으로 구분되며 분리를 원칙으로 한다.

② 분리형은 연석/가드레일등 공작물로 자전거와 자동차를 물리적으로 분리하는 공작물형이 있고 단순히 노면표시로 분리하는 노면표시형이 있다.

③ 비분리형은 차도상에 공작물/노면표시로 자전거와 자동차의 통행로를 구분하지 않고 자전거와 자동차가 동일한 공간을 공용하는 형태로서 자동차가 자전거와 안전한 이격거리로 주행이 가능할 때는 병행주행이 가능하나 그렇지 못한 경우에는 자동차는 자전거의 뒤를 쫓아 주행해야 된다.

<표 6.1-16> 분리형 자전거·자동차 겸용도로

형 식	설 치 방 법		특 성
공작물형			• 자전거와 자동차를 차도상에서 연석/가드레일로 분리
노면표시형			• 자전거와 자동차를 차도상에서 청색 노면표시로 분리
양보형	병행		• 자전거와 자동차가 분리없이 병행주행
	추종		• 자전거와 자동차가 분리없이 자동차가 자전거를 추종주행

㉮ 한편, 국지자전거 도로망 계획시 대상도로인 이면도로에 대한 자전거·자동차 겸용도로의 유효폭이 부족한 경우에는 주차시설을 제거하거나 일방통행으로 전환하여 자전거·자동차 겸용도로를 설치할 수 있다.

㉯ 또한, 자전거와 자동차를 분리하기 위하여 연석을 설치하는 경우에는 배수를 고려하여 연석구간과 비연석 구간을 1:1로 하며 교차로가 있는 경우에는 교통의 유출입을 위하여 20~30m 전·후방은 연석·가드레일을 설치하지 않고 표지병으로 설치한다.

4) 설계속도 및 폭

가) 설계속도 (자전거도로 설계의 기초가 되는 자전거의 속도를 말한다. 이하 같다)는 자전거도로의 구분에 따라 다음 표의 속도이상으로 한다. 다만, 지역상황 등에 따라 부득이 하다고 인정되는 경우에는 다음 표의 속도에서 10km를 뺀 속도이상을 설계속도로 할 수 있다.

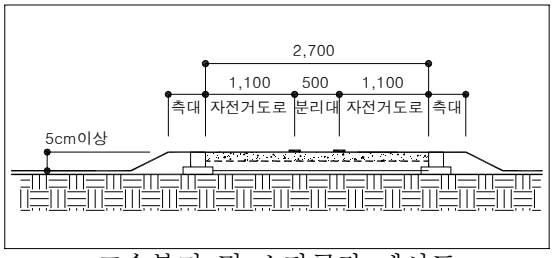
〈표 6.1-17〉 자전거도로의 설계속도

구 분	설계속도 (km/hr)
자전거전용도로	30
자전거 보행자 겸용도로	20
자전거 자동차 겸용도로	20

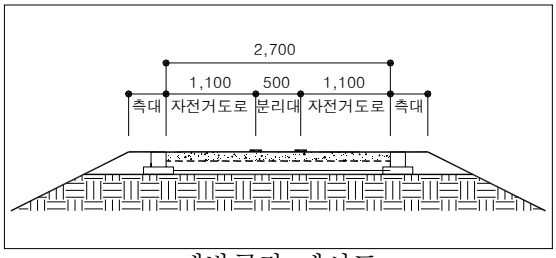
주) 자전거이용시설의구조・시설기준에관한규칙[일부개정 2006.5.30 국토교통부령 제329호]

나) 자전거도로의 폭은 1.1m이상으로 한다. 다만, 연장 100m미만의 터널·교량 등의 경우에는 0.9m이상으로 할 수 있다.

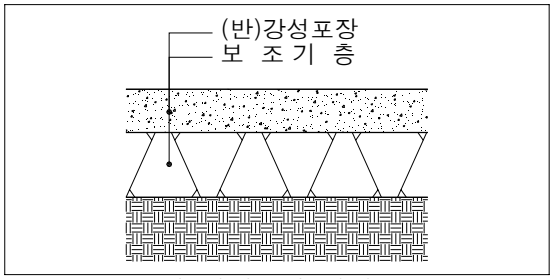
- 자전거전용도로로서 최소폭 2.2m이상(양방통행)으로, 향후 자전거 이용량 증가등을 감안하고 자전거 이용활성화사업의 원활한 추진을 위하여 폭 2.7m이상(측대제외)을 원칙으로 하고 조정 할 수도 있다.
- 자전거통행자들의 자유로운 통행을 위해 좌우에 각각 0.2m의 측대가 필요하며, 자전거전용도로와 같이 속도가 높은 경우에 안전성을 보장하기 위하여 0.25m까지 조정할 수 있다. 또한 현장여건에 따라 필요시 측대내에 경계석을 설치할 수 있다.



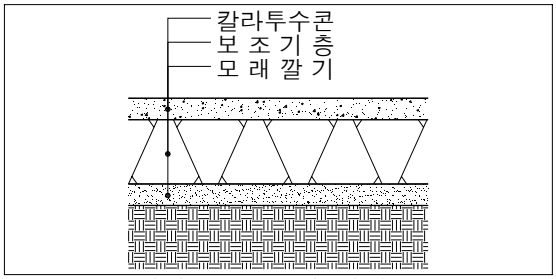
고수부지 및 소단구간 예시도



제방구간 예시도



(반)강성포장 단면도



칼라투수콘포장 단면도

〈그림 6.1-37〉 단면 예시도

5) 갓길, 정지시거, 곡선반경, 곡선부의편경사, 종단경사

가) 이는 자전거도로를 일반도로와 별도로 설치하는 경우에 한한다.

나) 갓길

- 자전거도로의 양측에 0.2m이상의 갓길을 설치하여야 한다. 다만, 다른 시설물과 접속되어 갓길의 설치가 필요하지 아니한 경우에는 그러하지 아니하다.

다) 정지시거

- 자전거도로에는 당해 자전거도로의 설계속도에 따라 다음 〈표 6.1-20〉의 정지시거가 확보되도록 하여야 한다.
- "정지시거"라 함은 자전거도로의 중심선상 1m 높이에서 당해 자전거도로의 중심선상에 있는 높이 0.15m의 물체정점을 볼 수 있는 거리를 말한다.

〈표 6.1-18〉 자전거도로의 정지시거

설계속도 (km/h)	정지시거 (m)
30 이상	30 이상
20 이상	15 이상
10 이상	10 이상

주) 자전거이용시설의구조·시설기준에관한규칙[일부개정 2006.5.30 국토교통부령 제329호]

라) 곡선반경

- 자전거도로의 곡선반경은 설계속도에 따라 다음 표의 거리이상으로 하여야 한다.

〈표 6.1-19〉 자전거도로의 곡선반경

설계속도 (km/h)	곡선반경 (m)
30 이상	24
20 이상	17
10 이상	10

주) 자전거이용시설의구조·시설기준에관한규칙[일부개정 2006.5.30 국토교통부령 제329호]

마) 곡선부의 편경사

- 자전거도로의 곡선부에는 설계속도·적설 등을 참작하여 편경사를 두어야한다. 다만, 곡선반경의 길이 또는 지형상황 등으로 인하여 부득이 하다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니하다.

바) 종단경사

- 자전거도로의 종단경사에 따른 제한길이는 다음〈표 6.1-22〉과 같다. 다만, 지형상황 등으로 인하여 부득이 하다고 인정하는 경우에는 제외한다.
- 종단경사가 계속될 경우에는 제1항의 규정에 의한 제한길이에 이를 때마다 3%미만의 종단경사를 가진 구간을 100m이상 설치하여야 한다.

〈표 6.1-20〉 자전거도로의 종단경사

종단경사 (%)	제한길이 (m)
7 이상	90 이하
6 이상	120 이하
5 이상	160 이하
4 이상	220 이하
3 이상	제한없음

주) 자전거이용시설의 구조·시설기준에관한규칙[일부개정 2006.5.30 국토교통부령 제329호]

6) 포장 및 배수

가) 자전거도로(자전거 자동차겸용도로를 제외한다. 이하 이 항에서 같다)의 포장면은 평탄성이 유지되고 다른 도로부분과 구별이 쉽도록 색깔을 달리하여 포장을 하여야 한다. 다만, 지형상황 등으로 인하여 부득이한 경우에는 제외한다.

나) 자전거도로의 포장면에는 물이 고이지 아니하도록 1.5~2.0%의 횡단경사를 설치하여야 한다. 다만, 투수성 자재를 사용하는 경우에는 제외한다.

다) 자동차의 횡단을 허용하는 자전거도로의 포장구조는 자동차의 중량 등을 고려하여 결정하여야 한다.

7) 자전거도로 포장의 구성

가) 자전거도로의 포장은 자전거이용시설의 구조·시설에 관한 규칙「2006.05.30, 국토교통부」 제15조(포장 및 배수)에 의하면 포장면은 평탄성이 유지되고 다른 도로부분과 구별이 쉽도록 색깔을 달리하여 포장하여야 하므로 칼라포장을 하는 것이 바람직하다.

나) 자전거도로 포장단면구성은 보도설치 및 관리지침「2007.05, 국토교통부」에 따른다.

<표 6.1-21> 자전거도로 포장의 표준단면

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>일반 자전거 도로</th><th>차량통행이 예상되는
자전거도로</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">포
장
구
성</td><td>일반포장
또는
배수성
포장</td><td><table><tr><td>구 분</td><td>콘크리트</td><td>아스콘</td></tr><tr><td>표 층</td><td>7</td><td>4</td></tr><tr><td>쇄석기층</td><td>10</td><td>15</td></tr></table></td><td><table><tr><td>구 분</td><td>콘크리트</td><td>아스콘</td></tr><tr><td>표 층</td><td>10</td><td>4</td></tr><tr><td>쇄석기층</td><td>15</td><td>25</td></tr></table></td><td>표층
노반
노상</td></tr>
<tr><td>칼라
투수성 포장</td><td><table><tr><td>구 분</td><td>콘크리트</td><td>아스콘</td></tr><tr><td>표 층</td><td>7</td><td>4</td></tr><tr><td>쇄석기층</td><td>10</td><td>15</td></tr><tr><td>모래층</td><td>5</td><td>5</td></tr></table></td><td><table><tr><td>구 분</td><td>콘크리트</td><td>아스콘</td></tr><tr><td>표 층</td><td>10</td><td>4</td></tr><tr><td>쇄석기층</td><td>15</td><td>25</td></tr><tr><td>모래층</td><td>5</td><td>5</td></tr></table></td><td>표층
노반
필터층
노상</td></tr>
<tr><td>블록계 포장</td><td><table><tr><td>블록</td><td>6</td></tr><tr><td>모래</td><td>3</td></tr><tr><td>쇄석기층</td><td>10</td></tr></table></td><td><table><tr><td>블록</td><td>8</td></tr><tr><td>모래</td><td>3</td></tr><tr><td>쇄석기층</td><td>15</td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">설계차량</td><td>•자전거, 보행자 교통전용
•보도하중 0.5ton</td><td>•최대적재량 4ton 이하의 관리용차량 및 한정된 일반차량</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">적용범위</td><td>•자전거 또는 보행자용 도로로서 차량통행이 없는 경우</td><td>•보행자나 자전거 이외의 공원이나 상점가에서 적재량 4ton이하의 관리용 차량이나 한정된 일반차량이 통행하는 구간</td><td></td></tr>
</table>

주) 1. 중차량의 통행이 빈번하게 예상되는 경우에는 국토교통부 제정 “도로포장 설계·시공 지침”의
설계방법에 따른다.
2. 동상의 가능성이 있는 지역에는 노상의 일부를 동상방지층으로 치환한다. 동상방지층의 두께는 동결심도에서 포장두께(표층+노반+필터층)를 뺀 두께가 된다. 동상의 가능성이 큰 구간에는 가급적 투수성 포장을 쓰지 않는 것이 좋다.
3. 타일등 기타포장은「보도설치 및 관리지침, 2007.05, 국토교통부」의 단면에 따른다.

8) 자전거도로 포장 구조설계

■ 포장의 각층 구성 및 두께는 교통하중의 조건, 노상 및 노반의 조건, 환경조건, 재료조건 등에 따라 설계되고 경제성을 고려하여 결정된다.

■ 포장 두께의 설계는 일본 도로건설협회 투수성 포장 핸드북, 도로교 설계기준

해설에 의거하여 산출한다.

가) 전체 포장두께 결정

■ 전체 포장두께 $H = \frac{58.5P^{0.4}}{CBR^{0.6}} \times 0.75$

H=전포장두께(cm)

P=설계윤하중(ton)

CBR=설계CBR

<표 6.1-22> 전체 포장두께

설계윤하중 / 설계CBR	500kg	750kg	1,500kg	3,000kg	4,000kg	6,000kg
3	18	20	27	35	40	46
4	15	17	23	30	33	39

나) 표층 포장두께

■ 표층 슬래브 두께는 Sheet식에 의해 결정되며, 기층의 두께는 H=h1(표층)+h2(기층)에 의해 설계된다.

■ 전체 포장두께 $H_1 = \sqrt{\frac{2.4P}{\sigma}}C$ H1 : 표층슬래브 두께(cm)

P : 설계윤하중(kg)

σ : 콘크리트 휨강도(0.1Mpa)

C : 노반지지력계수 0.85

■ 표층 슬래브 두께는 휨강도 3Mpa (휨강도는 압축강도의 1/6을 적용함)을 기준으로 한다.

<표 6.1-23> 표층 슬래브(h)의 두께

구분 / 설계윤하중	3Mpa, 표층두께(단위 cm)	용 도	비 고
500kg	6	산책로	보도하중 500kg
750kg	7	자전거도로, 일반도로	
1,500kg	10	승용차 주차장, 광장공원	
3,000kg	15	일반주차장, 광장, 골목길	
4,000kg	17	4ton이하 관리용차량 보도	4ton이하 관리용차량
6,000kg	20	대형주차장, 경교통로	

9) 자전거전용도로의 설치기준(양방통행)

가) 일반가로

① 자전거전용도로는 차로수 감소, 차로·보도 폭 조정 등을 통해 차도상에 별도로 설치한다.

② 교통여건상 불가피한 경우 교통안전을 확보할 수 있는 시설물을 충분히 설치한 후 도로의 편측에 설치할 수 있으며, 이때 자전거의 진행방향은 도로에서 자동차의 진행방향과 동일하게 한다.

③ 자전거전용도로의 일반적인 구조는 다음과 같이 설치할 수 있다.

㉮ **전용도로의 폭원은 최소 2.2m 이상으로 하며, 자전거전용도로를 설치한 도로의 최하위 차로의 폭은 3.5m 이상 확보할 수 있다. (이때, 기존의 측대가 설치되어있고 이를 그대로 존치하는 때에는 측대폭을 자전거전용도로의 폭에 포함하지 않는다.)**

㉯ **차도와 자전거도로의 경계에는 자전거 이용자의 안전을 확보할 수 있도록 분리대·연석 기타 이와 유사한 시설물을 설치할 수 있다.**

㉰ **자전거전용도로에 경계석을 설치하는 경우 차도에서는 경계석으로부터 0.25m 이상을 자전거전용도로에서는 경계석으로부터 0.2m 이상을 각각 확보할 수 있다.**

㉱ **자전거전용도로의 보도측에 측대를 기존도로와 같이 0.5m를 확보하고, 차선을 설치하는데 지장이 없도록 여유폭 0.25m를 추가로 확보할 수 있다.**

나) 이면도로 접속부

① 이면도로 접속부는 주도로와 부도로가 접속하여 우회전 진·출입만 가능하고, 자전거 및 자동차가 주도로의 전폭을 가로질러 횡단하지 아니하는 경우를 말한다.

② 이면도로 접속부에서 자전거전용도로의 구조, 자전거의 통행방향, 자동차의 주정차금지 등은 일반가로와 동일하게 설치한다.

③ 이면도로 진·출입 차량의 회전반경, 접속부 형태, 교통상황 등을 충분히 고려하여 자전거전용도로를 설치한다.

④ 도로구조 및 교통여건상 시거가 확보되지 않을 경우 이를 보완할 수 있는 시설물을 설치한다.

⑤ 교차로에서 자전거 이용자의 편리를 고려하여 자전거전용도로의 연속성이 유지되도록 설치한다. 다만, 자동차 및 보행자와 상충을 줄이는 등 교통안전을 최대한 확보하여야 한다.

⑥ 교통량 및 교통여건 등을 충분히 검토하여 필요하다고 인정되는 경우, 역방향 진행 자전거가 다른 자전거 및 자동차의 교통을 방해하거나 충돌을 방지하기 위한 신호기 등 안전시설물을 설치하여야 한다.

⑦ 자전거전용도로에 이륜자동차 및 원동기장치자전거 등 자전거외 교통이 진입할 수 없도록 시설물을 충분히 설치한다.

다) 시 · 종점부

① 자전거전용도로 시·종점부는 자전거전용도로가 처음 시작되거나 최종적으로 끝나는 지점 또는 교량·지하차도·램프구간 등 자전거전용도로의 연속성이 일정구간 단절되거나 다시 시작되는 지점을 말한다.

② 시·종점부에서 자전거전용도로의 구조, 자전거의 통행방향, 자동차의 주정차금지 등은 일반가로와 동일하게 설치한다.

③ 시·종점부의 도로구조, 교통량, 교통상황 등을 충분히 고려하여 자전거전용도로를 설치한다.

④ 자전거전용도로의 시·종점부를 자동차 및 자전거 이용자가 명확하게 인식할 수 있도록 시설물을 충분히 설치한다.

⑤ 도로구조 및 교통여건상 시거가 확보되지 않을 경우 이를 보완할 수 있는 시설물을 설치한다.

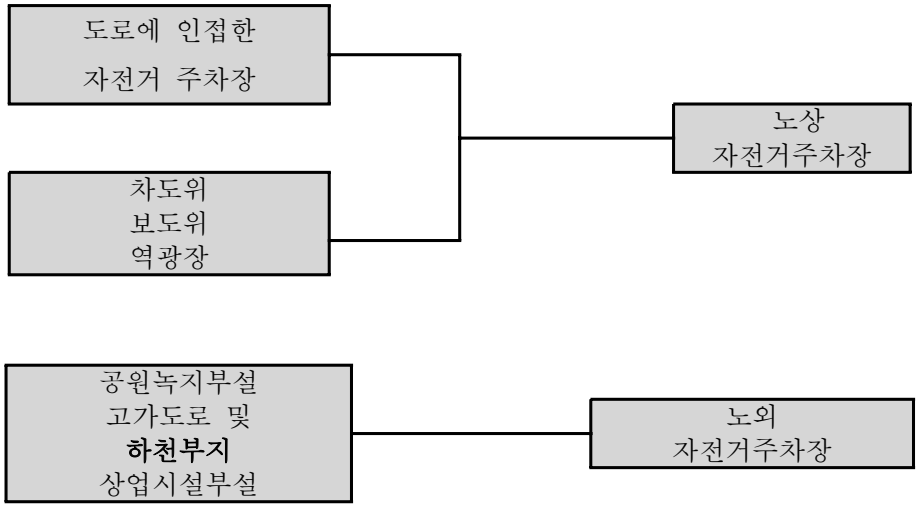
⑥ 시점부에 설치하는 분리대·연석·방호울타리 기타 이와 유사한 시설물은 자동차의 운전자가 이를 사전에 충분히 인지하여 충돌을 예방할 수 있도록 설치한다.

⑦ 자전거전용도로의 설치형태(양측 일방통행 또는 편측 양방통행)에 따라 자동차 등 일반 교통류와 자전거를 적절히 분리할 수 있도록 설치한다.

⑧ 자전거전용도로에 이륜자동차 및 원동기장치자전거 등 자전거 이외의 교통이 진입할 수 없도록 사전 안내표지 등 시설물을 충분히 설치한다.

10) 자전거 주차장의 종류 및 제원

- 자전거 주차장은 크게 노상주차장과 노외주차장으로 나눌수 있다. 통상 자전거보관대라 함은 노상주차장을 칭한다.



11) 자전거 주차장 정비의 기본방향

가) 대량의 주차수요가 있을 경우에는 노외에 자전거 주차장을 정비함을 원칙으로 한다.

나) 자전거주차장의 설치시에는 도난방지시설을 병행하여 설치되는 것이 바람직하며 대규모 자전거주차장에 대해서는 관리인을 두어 체계적인 자전거 관리가 가능토록 하여 이용증진을 도모해야 한다.

다) 자전거주차장 중 가용 부지면적이 큰 지역에서는 주차장내에 자전거 대여업 및 정비업을 병행할 수 있도록 한다.

라) 외관이 주변의 미관을 해치지 않고 조화를 이루도록하여 환경 친화적인 시설물이 될 수 있도록 한다.

마) 대규모 자전거주차장에는 세면대, 화장실, 공중전화 등 각종 자전거 이용자를 위한 편의시설을 갖추어야 한다.

바) 자전거 주차장 정비계획시 필요한 일반적 항목으로는 자전거 주차장 정비구역과 범위의 설정, 관련 도시/도시교통계획 검토 및 현황조사, 자전거 주차수요의 추정, 사용가능한 주변지역의 용지상황, 용지확보 방법과 관련제도의 검토, 용지의 규모와 위치, 정비 및 관리운영비의 검토, 자전거주차장의 형식등을 포함한다.

12) 자전거 주차장의 운영과 관리

가) 관리주체

- 자전거 주차장의 관리주체는 지방자치단체, 자전거 주차장 운영을 목적으로 설립될 수 있는 법인체, 민간의 3가지로 분류할 수 있다. 일반적으로 시나 구가 관리주체가 되는 경우가 많은데, 그 외의 경우는 모두 위탁운영형태라 할 수 있다.
- 자전거 주차장의 정비를 촉진하기 위해서는 지방자치단체의 역할에만 의존하지 말고 민간부분이 활성화 될 수 있도록 자전거 주차장 운영조례 등을 제정할 필요가 있다.

가) 관리체계

- 무료 주차장인 경우에는 관리인이 없는 경우가 대부분이나 유료의 경우는 유인관리를 원칙으로 해야 한다. 유료운영이 도입될 수 있는 자전거 주차장 운영방법으로는 정기권 발행 및 1일보관 등의 제도가 있다.

13) 교통안전 시설기준

가) 도로교통의 안전시설은 도로법, 도로교통법, 자전거이용 활성화에 관한 법등의 관련 근거에 따른다.

나) 설치규격은 도로교통법 시행규칙 및 표준도에 따른다.

14) 기타 안전시설

가) **자전거도로 방호벽, 울타리(난간) 시설기준**

- 방호울타리는 주행중 진행 방향을 잘못 잡은 자전거가 길 밖, 차도 등으로 이탈하는 것을 방지하며 운전자의 시선을 유도하고 보행자의 무단 횡단을 억제하는 등의 목적을 갖추고 있는 시설이다.
- 제방형 및 소단에 설치하는 경우에는 노측이 위험한 지점(비탈면, 바다, 수로, 하천등에 인접한 구간), 도로에 철도가 인접한 지점, 차도폭이 급격히 좁아진 지점, 곡선반경이 아주 작은 지점 등이 있다.

① 보도용 방호울타리

- 보도용에 대하여는 노측용과 하중 조건을 동일한 것으로 하고, 보행자 및 자전거 운전자의 안전을 확보하기 위한 최대 충돌 변형 거리를 보도 폭 1.5m의 1/2인 0.75m로 하였다.

② 방호울타리 형식선정

- 방호울타리 형식 선정에 있어서는 성능, 경제성, 주행시의 안전감, 시선 유도, 전망, 쾌적성, 주위 도로 환경과의 조화, 시공 조건, 분리대의 폭, 유지보수 등을 충분히 고려하여 형식을 선정하여야 한다.
- 교량 또는 고가 등에 접속되는 도로와 연속하여 방호울타리를 설치할 경우에는 접속되는 도로의 방호울타리와 같은 형식의 것을 사용하는 것이 좋다.
- 일반적으로, 짧은 구간에 대하여 각기 다른 형식의 방호울타리를 사용하는 것은 좋지 않으므로, 가급적 같은 형식의 방호울타리를 연속하여 사용해야 한다.

③ 기타 방호울타리

- 자전거·보행자 겸용도로 또는 차량의 속도가 낮은 구간(30km/h 미만)에서 차량충돌로부터 안전성 확보 및 통행권 분리가 목적인 경우의 방호울타리는 주변 미관과 시인성을 고려한 분리소재 및 방식을 채택하여 설치할 수 있다.

나) **자동차 진입방지 시설기준**

① 자전거도로(자전거자동차 겸용도로를 제외한다)상에 자동차, 손수레 등의 진입이 우려되는 장소에는 이를 방지할 수 있는 진입방지 시설을 설치하여야 한다.

② 자전거 운전자는 주행중 자동차, 이륜원동기자동차, 보행인, 손수레, 기타 노상장애물 등과의 통로 및 사고에 심리적 불안감이 매우 크므로 안전하고 쾌적한 주행을 제공하기 위하여 물리적 통제장치 및 시설이 필요하다.

③ 물리적 통제장치로는 자동차, 손수레 등의 출입을 봉쇄할 수 있는 단주, 봉 화단, 휀스, 기타 등으로서 이들 장치는 주위 환경과 조화가 잘 되도록 선택하여 설치한다. 특히 자전거도로의 포장은 재질 및 두께가 일반 자동차도로의 포장과는 다르므로 유출입구에 자동차의 진출입을 봉쇄할 수 있는 통제장치가 필요하다.

④ 단, 유사시 긴급차량의 출입 및 통행이 필요한 지점에는 자동차 진입방지 시설을 제거할 수 있도록 잠금장치를 설치하는 것이 바람직하다. 진입방지 시설물의 크기는 주변 미관과 조화를 이루도록 하며 높이는 노면으로부터 0.5~1.2m 정도, 시설물간 좌우간격은 최소 0.5m, 앞 뒤 간격은 최소 1.1m로 한다. 또한 자전거도로상의 불법주차를 방지하기 위해서는 분리대로 완전히 분리하거나 그렇지 못한 곳에는 단주와 봉 등으로 차량의 접근을 봉쇄할 수 있게 한다.

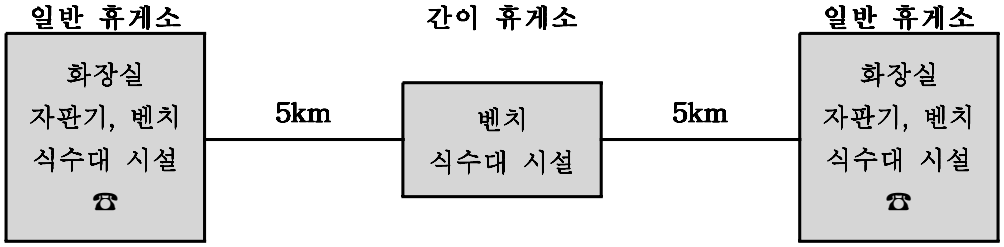
15) 편의 · 부속시설 기준

자전거 이용시설의 구조·시설기준에 관한 규칙에서 “자전거 이용자의 휴식과 편의를 위하여 필요한 곳에는 간이화장실, 식수대, 벤치, 공중전화 및 자전거 주차장 등 편의시설을 설치해야 한다.”라고 제시하고 있다.

가) 휴게시설

출입이 제한된 도로에서는 필요에 따라 간이휴게소 또는 휴게소를 설치한다. 출입이 제한되어 있는 도로상에서 안전하고 여행을 하기 위하여는 휴게시설의 설치가 필요하다. 이 휴게시설은 자전거이용자의 생리적 욕구 및 피로를 해소시켜주는 기회를 제공한다. 도시지역내의 경우에는 비교적 여행길이가 짧고 휴식공간 및 주변 공중시설물의 사용이 용이하므로 이러한 휴게시설은 장거리 여행자에게 더 요구되며 적당한 간격으로 배치하되 가급적 도로에서 직접 출입할 수 있어야 한다. 일반적으로 사이클선수가 보통 10km/h 정도 주행할 경우 30분정도로 간이휴식을 필요로 하고 한시간 정도의 휴식을 필요로 하기 때문에 약 5km간격으로 간이휴게소를 설치하고 약 10km간격으로 휴게소를 설치하는 것이 바람직하다.

간이휴게소내의 시설물에는 벤치, 식수대 등을 중심으로한 간이휴식시설이 제공되어야하며, 휴게소에는 간이화장실, 자전거주차시설, 공중전화설비, 자전거도로망, 안내표지판 등의 시설이 제공되어야 한다. 간이휴게소 및 휴게소, 자전거주차장 등에 설치하는 시설은 침수를 고려하여 계획 및 설치되도록 한다.



<그림 6.1-4> 휴게소 설치 예

나) 샤워시설의 설치

자전거 이용자가 많은 주요시설에는 샤워시설과 라커시설을 설치하여 이용자들의 편의를 도모한다. 자전거 하이킹이 빈번한 노선에 샤워시설 및 라커시설을 설치한다.

다) 자전거정비소의 설치

자전거 이용자의 편의를 증진시키고 또 이용중의 고장에 대비하기 위하여 간이정비소를 필요 지점이나 획일적인 단위거리마다 설치하는 것이 바람직하다. 특히 레저용으로 정비한 자전거도로의 경우에는 최소한의 정비소를 설치해야 한다.

또 일반시가지의 경우에는 고장이나 이용자의 편의를 위하여 자전거이용에 따른 각 시설의 위치를 기존시가지 지도와 결합시킨 이용자 편의지도를 작성 배부하는 것이 바람직하다.

라) 식수대 및 화장실 기타 부속시설의 설치

계절에 따라 이용자의 안전한 이용을 위하여 노선별로 필요에 따라 수분공급 등을 위한 식수대 및 화장실, 긴급전화 등을 설치함이 바람직하다. 특히 레저용으로 개발된 자전거도로의 경우에는 그 진입부에 이러한 편의시설이 설치되어 있는 위치나 거리 등을 자전거 이용자가 쉽게 확인할 수 있는 표지를 설치한다.

6.1.21 산책로

1) 산책로 조성기준

가) 산책로는 하천을 따라 과업구간 전 구간뿐만 아니라 인접구간과의 연계성을 고려하여 단절되지 않고 연결될 수 있도록 계획하여야 한다. 단, 하천변에 철새 등 생물 서식지가 발달되어 있는 경우에는 수변으로부터 일정공간을 띄워 산책로를 계획 하도록 한다.

나) 산책로 조성시 성토부의 성토재는 가능한 하상준설토(하도정비시 발생한 절토 및 사토)를 사용하는 것을 원칙으로 한다

다) 만약, 성토재로의 사용이 불가할 경우 타공종에 사용가능여부를 판단하여 가능한 사토가 발생하지 않도록 계획하고 사토가 발생할 경우에는 그 처리대책(사토, 폐기물처리 등)을 수립하여 계획에 반영하여야 한다.

라) 산책로는 이용자의 편의를 고려하여야 하며 그 동선을 별도로 분리, 조성하여 이용 효율성 확보를 원칙으로 한다.

마) 만약, 산책로를 겸용하는 경우 이용시민이 많을 경우를 대비하여 통행방향, 안전에 관한 사항 등에 관한 대책을 제시하여야 한다.

사) 산책로는 좌·우 양안에 만들되, 그 폭은 관리용 차량의 통행을 겸한 일정 규모이상의 폭을 확보하고 이동 동선이 단절되지 않도록 설계하여야 한다.

2) 산책로의 포장

가) 포장재료는 자연형 하천조성이란 취지에 맞는 친자연적 재료를 우선 선정하되 경관적으로 우수할 뿐만 아니라 이용자의 안전에도 지장을 초래하지 않으며, 가급적 자연소재와 투수성이 높은 소재를 사용하도록 한다.

나) 각 공간별 기능에 맞는 포장재를 선정하여 전체적인 공간과 조화를 이루어야 한다.

다) 재료 선정시 홍수시 침수후 훼손되지 않고 관리가 용이하도록 경제성, 유지보수성, 시공성 등을 고려하여야 한다.

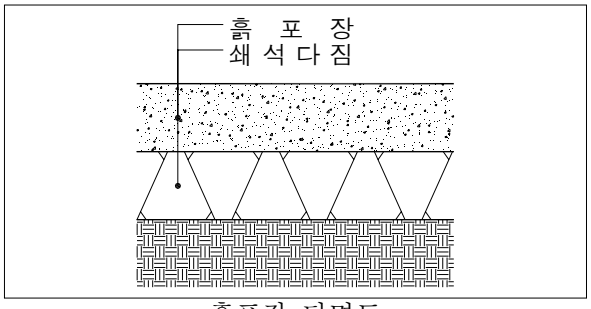
라) 보행과 관리용 차량의 통행을 고려한 포장재료 및 공법으로 설계한다.

마) 산책로에는 노약자 및 장애인이 이용하기 쉽도록 조성하여야 하며, 포장 및 보안등 시설을 반영하여야 한다.

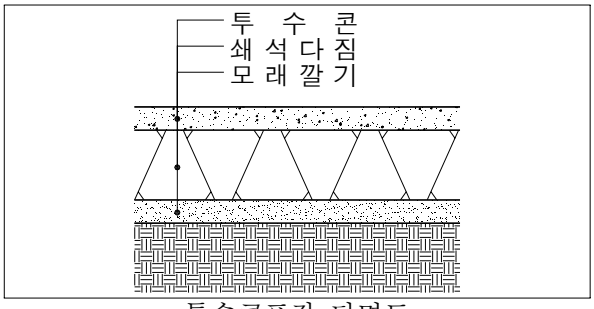
바) 산책로는 하천생태계에 미치는 영향과 비점오염물질 유입을 고려하여야 한다.

사) 산책로의 폭은 양방향 교행이 가능하도록 설계기준상의 최소폭 이상이어야 하며 여건이 가능한 하천구역에서는 서로 분리되어 설치한다. 산책로의 재료는 영구적이며 유지관리 용이, 유수에 대하여 구조적으로 안전한 것으로 한다.

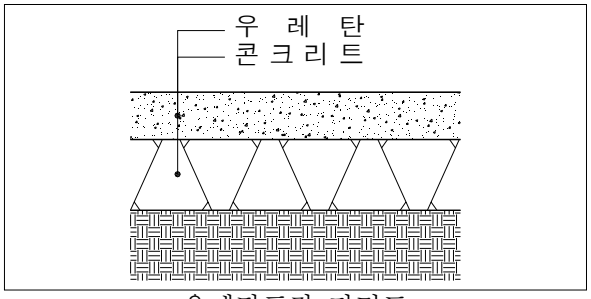
아) 산책로는 수변의 경관 및 친수성을 극대화 할 수 있도록 계획하되 부득히 한 경우 수변공간의 이용특성에 맞게 재배치 할 수 있다.



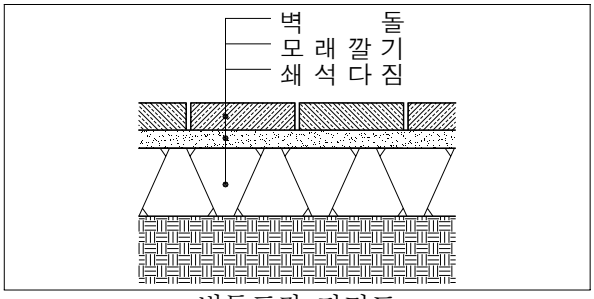
흙포장 단면도



투수콘포장 단면도



우레탄포장 단면도



벽돌포장 단면도

<그림 6.1-39단면 예시도>

3) 산책로 구조기준

① 산책로나 자전거도로는 서로 상충하지 않도록 배치한다.

② 수변으로만 이어질 경우 지루할 수 있으므로 다양한 경관체험을 할 수 있도록 유도한다.

③ 하천의 생물서식처 보전과 인위적 교란 예방을 위해 하안 가까이에 두는 것을 지양(수로변으로부터 고수부지 폭의 1/3 이상 떨어진 지점)하도록 계획한다. 다만, 고수부지 폭이 협소할 경우 하천생태계에 미치는 영향이 최소화 되도록 계획한다.

④ 장애인등의 통행이 가능한 산책로를 계획하여야 한다.

가) 유효폭 및 활동공간

- 휠체어 사용자가 통행할 수 있도록 접근로의 유효폭은 1.2m 이상으로 하여야 한다.
- 휠체어 사용자가 다른 휠체어 또는 유모차 등과 교행할 수 있도록 50m마다 1.5m×1.5 m 이상의 교행구역을 설치할 수 있다.
- 경사진 접근로가 연속될 경우에는 휠체어사용자가 휴식할 수 있도록 30m마다 1.5m×1.5m 이상의 수평면으로 된 참을 설치할 수 있다.

나) 기울기 등

- 접근로의 기울기는 1/18이하로 하여야 한다. 다만, 지형상 곤란한 경우에는 1/12까지 완화할 수 있다.
- 대지 내를 연결하는 주접근로에 단차가 있을 경우 그 높이 차이는 2cm 이하로 하여야 한다.

다) 경 계

- 접근로와 차도의 경계부분에는 연석·울타리 기타 차도와 분리할 수 있는 공작물을 설치하여야 한다. 다만, 차도와 구별하기 위한 공작물을 설치하기 곤란한 경우에는 시각장애인이 감지할 수 있도록 바닥재의 질감을 달리하여야 한다.
- 연석의 높이는 6cm ~ 15cm이하로 할 수 있으며, 색상은 접근로의 바닥재색상과 달리 설치할 수 있다.

라) 재질과 마감

- 접근로의 바닥표면은 장애인 등이 넘어지지 아니하도록 잘 미끄러지지 않는 재질로 평탄하게 마감하여야 한다.
- 블록 등으로 접근로를 포장하는 경우에는 이음새의 틈이 벌어지지 않도록 하고, 면이 평탄하게 시공하여야 한다.

■ 장애인 등이 빠질 위험이 있는 곳에는 덮개를 설치하되, 그 표면은 접근로와 동일한 높이가 되도록 하고 덮개에 격자구멍 또는 틈새가 있는 경우에는 그 간격이 2cm 이하가 되도록 하여야 한다.

마) 보행장애물

■ 접근로에 가로등・전주・간판 등을 설치하는 경우에는 장애인 등의 통행에 지장을 주지 않도록 설치하여야 한다.

■ 가로수는 지면에서 2.1m까지 가지치기를 하여야 한다.

바) 이상에서 언급한 이외의 산책로 구조기준은 필요시 자전거도로의 구조기준을 검토하여 적용한다.

※ 본문 이외의 규정은 「자전거도로 시설기준 및 관리지침, 2009.8 국토교통부」의 기준을 적용시킨다.

*** 습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(1)**

과명	식물명	학명	높이 (m)	꽃피는 시기 (월)	수생식물분류					생태적 특성	활용				식재방법						식재위치				비고
					수변	추수	부엽	침수	부유		호안	생태	경관	중요종	포기심기	지하경	줄기	종자살포	모종	꺾꽂이	수중	수제	고수부지	제방	
벼과	갈대	*Phragmites communis* Trin.	1.0-3.0	8-10		대형				지하경이 발달하여, 대군락을 만든다.	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	
	줄	*Zizania latifolia* Turcz	1.0-2.0	8-10		대형				**根莖**은 크고 횡으로는 뻗어서 군생한다.	○	○	○	○	○	○		○			○	○			
	수크령	*Pennisetum alopecuroides* (L.) Spreng	0.3-0.8	8-11	제방					마른 장소의 길가에 자란다. 총생하고 뿌리를 잘 내리고 줄기, 잎은 딱딱하고 강하다.	○	○	○		○			○					○	○	
	달뿌리풀	*Phragmites japonica* STEUD.	1.5-2.5	8-10		대형				갈대보다 조금 작은형, 지상으로 뻗어나는 줄기(포복경)가 발달하여 군생한다. 갈대보다도 급류하천에 생육한다.	○	○		○	○	○					○	○	○		
	띠	*Imperata cylindrica*	0.3-0.6	5-6	제방					하안의 마른 장소나 제방의 비탈면 등에 군락을 만든다. **根莖**은 희고, 땅속을 길게 뻗는다.	○	○			○	○		○					○	○	

*** 습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(2)**

과명	식물명	학명	높이 (m)	꽃피는 시기 (월)	수생식물분류					생태적 특성	활용				식재방법						식재위치				비고
					수변	추수	부엽	침수	부유		호안	생태	경관	중요종	포기심기	지하경	줄기	종자살포	모종	꺾꽂이	수중	수제	고수부지	제방	
벼과	물억새	*Miscanthus sachariflorus* BENTHAM	1.0-2.5	9-10	제방고수부지					조금 습한 토지에 자란다. 참억새와 유사하지만 한 줄기에서 갈라나오지 않고 1개씩 줄기를 세워 큰 군락을 만든다.	○	○	○	○	○			○					○	○	
	참억새	*Miscanthus sinensis* Andersi	1.0-1.5	7-10	제방					마른 장소에 자란다. 큰 줄기로 되어있고 나수의 줄기를 낸다.	○	○	○		○			○					○	○	
	새	*arundinella hirta* Tomaka	1.0-1.2	8-10	제방					들판에 자란다. 줄기는 직립이고, 가늘고 딱딱하며 잎과 같은 털이 있다.	○	○			○			○					○	○	
	그령	*Eragrostis ferruginea* (Thunberg) p,Bearw.	0.3-0.8	8-10	제방					뿌리에서 많은 잎과 花莖이 총생한다. 길가나 제방 등에 자란다. 총생하고 줄기로 되어 뿌리힘이 강하다. 잎과 줄기도 딱닥하고 강하다.	○	○			○			○					○	○	
	솔새	*Themeda triandra*	1.0-1.5	9-10	제방					들판, 산지에 자란다. 줄기는 총생하고 포기로 된다. 줄기는 폭이 좁고, 갈색을 띈다.	○				○			○					○	○	

*** 습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(3)**

과명	식물명	학명	높이 (m)	꽃피는 시기 (월)	수생식물분류					생태적 특성	활용				식재방법						식재위치				비고
					수변	추수	부엽	침수	부유		호안	생태	경관	중요종	포기심기	지하경	줄기	종자살포	모종	꺾꽂이	수중	수제	고수부지	제방	
부들과	큰부들	*Typha latifolia* Lime	1.0-2.0	6-8		대				**根莖**이 발달하고, 큰 군락을 만든다. 오탁에도 강하다.			○		○	○					○	○			
	애기부들	*Typha angustata* Bory et Chaub	1.5-2.5	7-8		대				**根莖**이 발달하고 큰 군락을 만든다.	○	○	○	○	○	○					○	○			
	부들	*Typha orientalis* Presl	1.0-1.5	7-8		중				부들, 애기부들에 비해 작은 형의 추수식물, **根莖**이 발달하여 군락을 만든다.					○	○					○	○			
흑삼릉과	흑삼릉	*Sparganium stoloniferu* m Hamilton	0.5-1.0	6-9		중				땅속줄기를 가지고 소형군락을 만든다. 달걀을 거꾸로 세운모양의 열매가 된다.	○	○	○	○	○						○	○			
사초과	송이고랭이	*Scirpus trongulatus* Royo	1.0정도	8-10		중				모여 자라고, 큰 포기를 만든다.	○		○		○				○		○	○			
	세모고랭이	*Scirpus triqueter* Linne	0.5-1.0	7-10		중				줄기는 **單生**한다. **根莖**은 크고 길며, 땅속을 뻗어간다.	○		○		○				○		○	○			
	삿갓사초	*Carex amplifolia*	0.8정도	4-7		중				지하경은 횡으로 뻗고 줄기는 다수 나오고 포기로 된다.					○				○		○	○			
	매자기	*Scirpus fluviatilis* (Torr.) A. Gray	1.0-1.5	7-10		소				**根莖**은 길고 말단에 괴경을 만든다.		○	○		○				○		○	○			
마디풀과	흰꽃여뀌	*Polygonum japonicum* Meisn	0.3-0.8	8-11	습지					지하경은 길고, 군락을 만든다.		○						○	○		○	○	○	○	
	꽃여뀌	*Polygonum conspicum*	0.5-0.7	9-10	습지					근경은 땅속에 길게 뻗고, 가지를 나누어 증식한다.		○						○	○		○	○	○	○	

*** 습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(4)**

과명	식물명	학명	높이(m)	꽃피는 시기(월)	수생식물분류					생태적 특성	활용				식재방법						식재위치				비고
					수변	추수	부엽	침수	부유		호안	생태	경관	중요종	포기심기	지하경	줄기	종자살포	모종	꺾꽂이	수중	수제	고수부지	제방	
물옥잠과	물옥잠	*Monochria korsakowii* Regal. et Maarrk	0.2-0.3	8-10	소					일년생 수생식물.		○							○		○				
	부레옥잠	*Eichhornia crassipea* Sorm-Lanb	0.3	7-9					○	일년생 수생식물.		○							○		○				
자라풀과	자라풀	*Hydrocharis dabia*(BL) Backer	0.1-0.2	8-10			○			다년생초본, 우표늪지 특산종.			○						○		○				
부처꽃과	부처꽃	*Lythrum amoeps* (Koehne) Nakino	0.5-1.0	7-8	○					다년생초본, 냇가, 습지, 호수가에서 자생. 홍자색꽃이 아름다움.															
천남성과	창포	*Acorus calarmus*	0.5-0.9	5-7		중				큰 지하경을 가지고, 밀생하여 소군락을 만든다.	○		○		○						○	○			
	석창포	*Acorus gramineus*	0.2-0.5	3-5		소				잎은 뿌리줄기에서 모여나고 뿌리줄기는 옆으로 뻗는다.	○		○		○						○	○			
붓꽃과	노랑꽃창포	*Iris pseudacorus*	0.6-1.0	5-6		중				땅속줄기를 가지고, 군락을 만든다.			○		○				○		○	○			
콩과	비수리	*Lespedeza cuneata*	0.3-1.0	8-10	제방					볕이 좋은 하원이나 제방에 자란다. 근계의 발달이 좋고 강하다.		○							○				○	○	
국화과	사철쑥	*Artemisia capillaris*	0.5-3.0	9-10	제방					마른 하안이나 제방에 자란다. 지하경이 번성하고, 근계의 발달이 좋다.	○							○					○	○	
	금불초	*Incila britanica* var *chinensis* Regal	0.5	7-9	○					내한성, 내건성이 강하며, 볕이 잘드는 양지에서 자란다.		○	○		○				○				○	○	
	쑥부쟁이	*Aster xomona* Makino	0.5-1.0	9-10	수변					제방 등에 잘자라며 지하경이 번성하고 근계발달도 좋고 꽃도 아름답다.		○	○					○	○				○	○	

* 습지조성에 사용되는 수생식물의 생태적 특성(5)

과명	식물명	학명	높이 (m)	꽃피는 시기 (월)	수생식물분류					생태적 특성	활용				식재방법						식재위치				비고
					수변	추수	부엽	침수	부유		호안	생태	경관	중요종	포기심기	지하경	줄기	종자살포	모종	꺾꽂이	수중	수제	고수부지	제방	
버드나무과	갯버들 개키버들	*Salix gracillistyla*	0.5-3.0	3-4	관목 관목					하안이나 산기슭에 자란다. 총생하는 유연한 가지와 긴밀한 근계가 발달하여 군락을 만든다.	○									○			○	○	
	왕버들	*Salix glandlosa* Seesm	0.5-3.0	8-9	교목					수중에서도 성장하는 교목이다.			○							○	○	○			
가지과	구기자나무	*Lycium chinense*	1.0-2.0	8-9	관목					들판이나 하안에 자란다. 생장이 빠르고 총생한다.		○							○	○	○		○	○	
수련과	연	*Nelumbo nucifera* Gaertner	1-1.5	7-8			○			다년생초본.			○								○				
	수련	*Nymphaea tetragana* Georgi	1-1.5	6-8			○			다년생초본. 연못이나 공원의 못 등에 관상용.			○								○				
	가시연	*Euryale ferox* Salisb.	1-2.0	7-8			○			1년생초본. 소택지, 평야지의 늪지에 자생하는 수생식물.			○								○				
용담과	어리연꽃	*Nymphoides indica* (Linne) O. Kuntze	1	7-8			○			다년생초본. 늪지, 호숫가, 강가에 자생하는 수생식물.		○	○								○				
택사과	보플	*Sagittaria aginashi* Makino	0.8	7-9		소				다년생초본. 유독성식물. 소택지, 논의 도랑가 습지에 자생.		○							○		○				
	벗플	*Sagittaria trifolia* Linne	0.7	8-10		중				다년생초본. 유독성식물. 늪지, 소택지, 도랑가의 물에서 자생.		○							○		○				
	택사	*Alisma canaliculatum* All. Br. et Bouche	1.3	7		소				다년생초본. 유독성식물. 소택지, 논 등의 습지에서 자생.		○							○		○				

6.2 수량산출 기준

6.2 수량산출 기준

6.2.1 수량산출 내역

<표 6.2-1> 수량산출 내역

번 호	공 정		규 격	단 위	수 량	비 고
1)	돌 놓 기			㎥		
2)	받침석 놓기			㎡		
3)	강자갈 부설			㎥		
4)	징검다리			m		
5)	성토(하도습지부 또는 하중주)			㎥		
6)	원주말뚝 설치			EA		
7)	호박돌 붙임			㎥		
8)	횃대			개소		
9)	여울			㎡		
10)	포장			㎡		
11)	식재	교・관목		주		
		초화류		㎡		
12)	귀화식물제거 및 제초			식		
13)	하천내 쓰레기 수집분리 및 상차			식		

6.2.2 돌놓기

1) 하천에서 인위적으로 자연석을 채취 사용할 수 없으며 대용품으로 가공석, 석산돌을 적용할 수 있고, 돌놓기의 규격은 평균 Ø300~700mm의 돌을 사용한다.
2) 수량은 설계도면에 준하여 산출하고 체적(㎥)으로 계산한다.
3) 체적산출시 반올림하여 소수 2째자리까지 산출하고, ton으로 환산하여 자재수량을 별도로 산출한다.
4) 돌의 구입은 현장 도착을 원칙으로 한다.

6.2.3 받침석 놓기

1) 받침석 놓기의 제품 규격은 600 × 60 × 250mm ± 10%을 사용한다.
2) 수량은 설계도면에 준하여 산출하고 면적(㎡)으로 계산한다.
3) 면적산출시 반올림하여 소수 2째자리까지 산출하고, ton으로 환산하여 자재수량을 별도로 산출한다.
4) 돌의 구입은 현장 도착을 원칙으로 한다.

6.2.4 강자갈 부설

1) 강자갈 부설의 강자갈의 규격은 Ø150mm 이하를 사용한다.
2) 수량은 설계도면에 준하여 산출하고 면적(㎡)으로 계산한다.
3) 수량산출시 반올림하여 소수 2째자리까지 산출하고, ton으로 환산하여 자재수량을 별도로 산출한다.
4) 강자갈의 구입은 현장 도착을 원칙으로 한다.

6.2.5 성토(㎥) : 하도습지 또는 하중주 내부

1) 굴곡이 다양한 지형을 형성시켜야 하므로 대형장비 적용이 곤란함에 따라 백호(0.4㎥)+플레이어트 콤펙터(1.5TON)을 기준으로 한다.
2) 성토후 인력과 장비의 조합으로 면고르기를 계상하여야 한다.
3) 성토 수량은 다짐상태로 산정하며 체적(㎥)으로 계산한다.

6.2.6 원주말뚝 설치

1) 원주말뚝 설치는 (방부)원주목 사용을 원칙으로 하며, 규격은 Ø150×L3,000~3,500으로 사용한다.

2) 수량은 설계도면에 준하여 산출하고 EA로 계산한다.

6.2.7 호박돌 붙임

1) 호박돌은 석산돌을 가공한 가공석 제품으로 규격은 개당 직경이 Ø200mm~400mm의 돌이 골고루 분포된 것이어야 하며, 균열이 없고 압축강도 50MPa이상이어야 한다.

2) 수량은 설계도면에 준하여 산출하고 체적(㎥)으로 계산한다.

3) 수량산출시 반올림하여 소수 2째자리까지 산출하고, ton으로 환산하여 자재수량을 별도로 산출한다.

4) 호박돌의 구입은 현장 도착을 원칙으로 한다.

6.2.8 횃대

1) 횃대설치는 (방부)원주목 사용을 원칙으로 하며, 규격은 Ø150×L3,000~3,500으로 사용한다.

2) 횃대는 경관용으로도 적용되나 가급적 일정거리인 조류경계거리(개방시야) 확보가 필요하다.

3) 수량은 설계도면에 준하여 산출하고 개소로 계산한다.

6.2.9 포장

1) 일반기준

가) 본 사항은 산책로 및 자전거도로의 포장에 적용한다.

나) 산책로 및 자전거도로 설치는 주변여건 및 주민이용을 고려하여 설정하되, 하천 생태환경을 적극적으로 감안하여야 한다.

다) 산책로 및 자전거도로의 폭은 통행량을 계산하여 적합한 폭을 설계한다.

■ 통행폭의 산정기준

$$P = 3600 \times Dp \times V \times W$$

P : 보행자수(인/hr)　　Dp : 보행자밀도(인/㎡)

V : 보행자의 속도(m/s)　　W : 보도폭(m)

2) 콘크리트포장

가) 산출면적에 2% 할증수량을 적용한다.

나) 콘크리트 포장두께 7cm이상이면 가능하나, 비상시 유지관리용 도로겸용을 고려하여 20cm로 적용하고 보조기층재 포설두께는 10cm이상(차량통행 예상 시 15cm이상)을 원칙으로 한다.

다) 보조기층재 포설량은 다짐수량으로 산출한다.

라) 골재 구입량 및 운반량은 포설량에 F치(L/C)를 적용하여 4% 할증 가산하여 수량 산출한다.

마) 거푸집은 거친마감(합판6회)을 적용한다.

바) 줄눈간격은 5m 간격으로 설치한다.

사) 산출기준 : 콘크리트 20cm, 보조기층 10cm를 적용한다.

3) 아스콘포장

가) 산출면적에 2% 할증수량을 적용한다.

나) 아스콘 포장두께 4cm이상, 보조기층재 포설두께는 15cm이상을 원칙으로 한다.

다) 보조기층재

※「2)콘크리트포장 다)」와 동일하게 적용한다.

라) 골재구입 및 운반

※「2)콘크리트포장 라)」와 동일하게 적용한다.

사) 산출기준 : 아스콘 5cm, 보조기층 15cm를 적용한다.

4) 투수콘크리트포장

가) 산출면적에 2% 할증수량을 적용한다.

나) 콘크리트 포장두께 7cm이상, 보조기층재 포설두께 10cm이상, 모래부설두께는 5cm이상을 원칙으로 한다.

다) 보조기층재

※「2)콘크리트포장 다)」와 동일하게 적용한다.

라) 골재구입 및 운반

※「2)콘크리트포장 라)」와 동일하게 적용한다.

마) 줄눈간격

※「2)콘크리트포장 바)」와 동일하게 적용한다.

사) 산출기준 : 투수콘 7cm, 보조기층 10cm, 모래 5cm를 적용한다.

5) 보강투수콘크리트포장(세립도, 섬유보강 등)

※「4)투수콘크리트포장」과 동일하게 적용한다.

6) 보도블록포장(소형고압블록)

가) 산출면적에 8% 할증수량을 적용한다.

나) 블록두께 6cm이상, 모래부설두께 3cm이상, 보조기층재 포설두께 10cm이상을 원칙으로 한다.

다) 보조기층재

※「2)콘크리트포장 다)」와 동일하게 적용한다.

라) 골재구입 및 운반

※「2)콘크리트포장 라)」와 동일하게 적용한다.

마) 산출기준 : 모래 5cm, 보조기층 10cm를 적용한다.

7) 흙포장

가) 흙포장두께 7cm이상을 원칙으로 한다.

- 산출면적에 2% 할증수량을 적용한다.
- 보조기층재

※「2)콘크리트포장 다)」와 동일하게 적용한다.

- 골재구입 및 운반

※「2)콘크리트포장 라)」와 동일하게 적용한다.

- 줄눈간격

※「2)콘크리트포장 바)」와 동일하게 적용한다.

나) 산출기준 : 흙포장 7cm, 보조기층 10cm를 적용한다.

8) 점토(황토)블록포장

※「6)보도블록포장(소형고압블록)」과 동일하게 적용한다.

9) 화강판석포장

가) 산출면적에 10%(정형), 30%(부정형) 할증수량을 적용한다.

나) 보조기층재

※「2)콘크리트포장 다)」와 동일하게 적용한다.

다) 골재구입 및 운반

※「2)콘크리트포장 라)」와 동일하게 적용한다.

라) 줄눈간격

※「2)콘크리트포장 바)」와 동일하게 적용한다.

마) 몰탈규격 1:3을 적용한다.

사) 산출기준 : 보조기층 10cm를 적용한다.

10) 경계블록(콘크리트)

가) m 단위로 수량을 산출한다.

나) 산출연장에 3% 자재 할증수량을 적용한다.

다) 산책로 및 자전거도로를 구분하는 연석의 높이는 자전거의 페달이 닿을 위험이 있으므로 지면 돌출높이가 0.05m를 넘지 않아야 한다. 단, 차도와 구분시 보차도경계석을 적용한다.

11) 경계블록(화강암)

가) m 단위로 수량을 산출한다.

나) 산출연장에 3% 자재 할증수량을 적용한다.

다) 거푸집 거친마감(합판6회)을 적용한다.

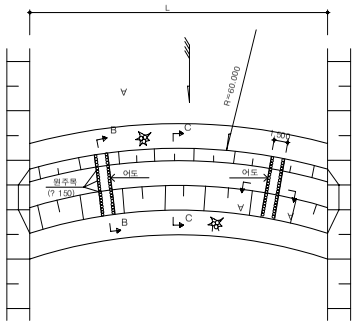
라) 콘크리트 기초타설 규격은 25-18-8을 적용한다.

6.3 자연형 하천공 표준도

여 울 (예시도)

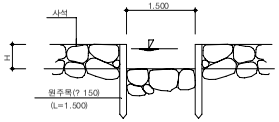
TYPE "A" 평 여 울 평 면 도

S = 1:500



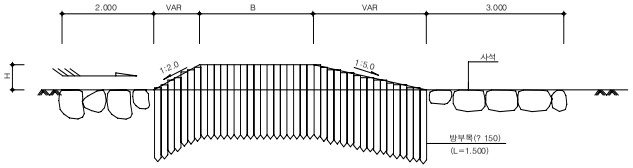
단 면 A – A

S = 1:200



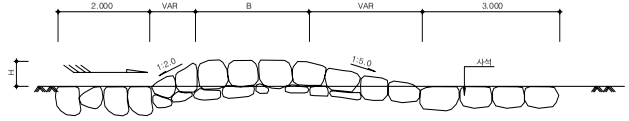
단 면 B – B

S = 1:200



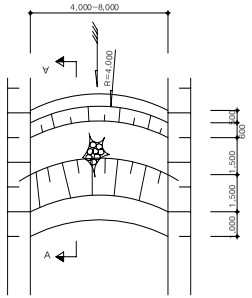
단 면 C – C

S = 1:200



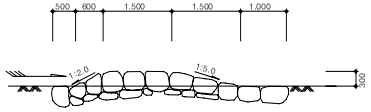
TYPE "B" 평 여 울 평 면 도

S = 1:100



단 면 A – A

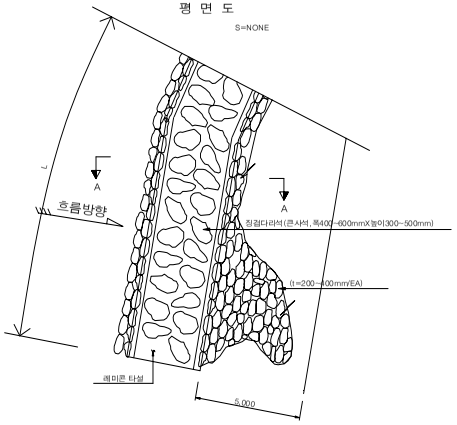
S = 1:200



여 울 형 징 검 다 리

평 면 도

S=NONE



NOTE : 1. 1차 타설 양생후 2차타설

2. 돌시공과 콘크리트 시공(2차) 동시시행

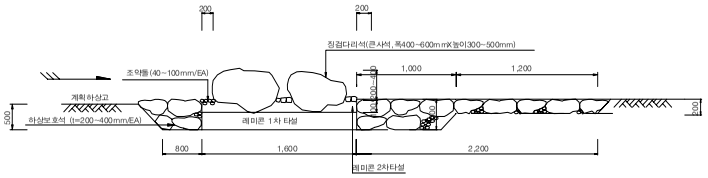
3. 돌 상단표고는 하상부에서 가급적 수평이 되도록 설치

4. 조약돌은 넓혀서 시공.

5. 징검다리는 현지반을 기준으로 하되 지반이 불규칙 할 경우에는 적절히 고르기한후 징검다리 상단표고는 징검다리 돌로 조정한다.

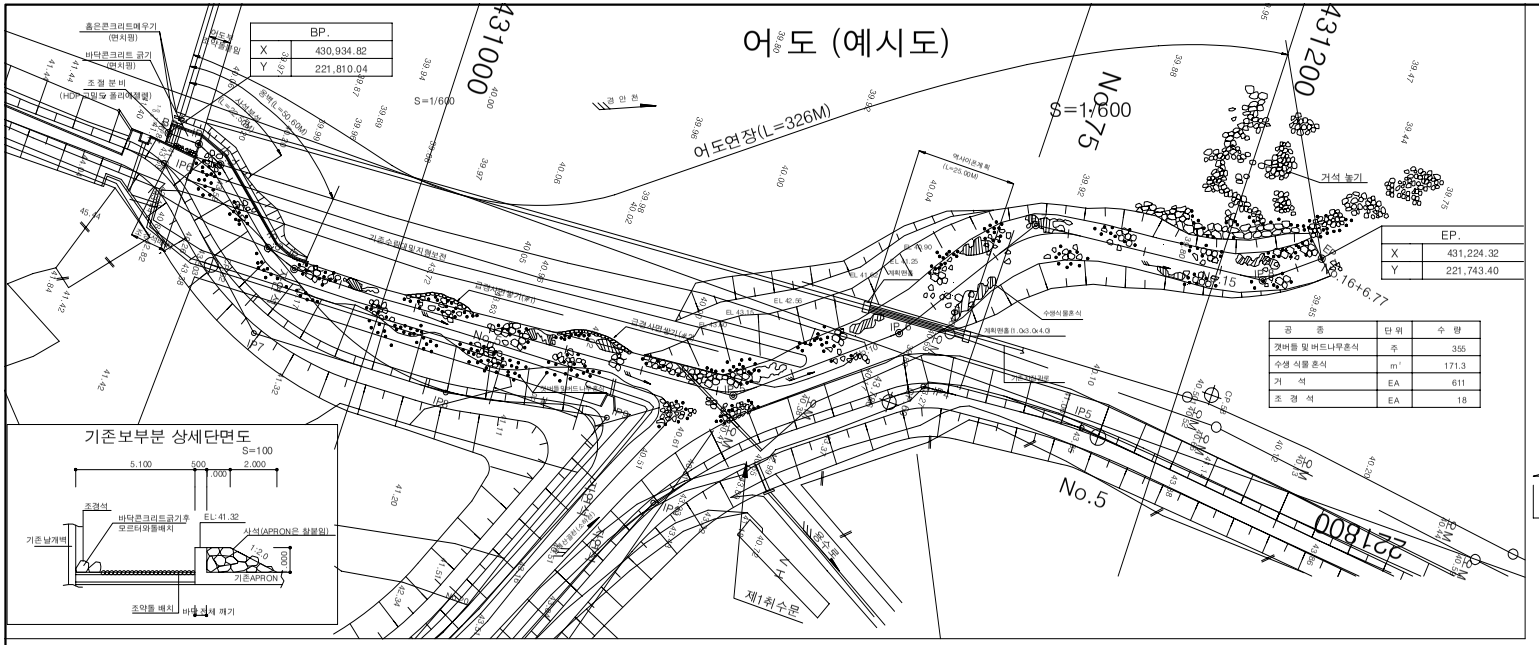
단 면 A – A

S=NONE



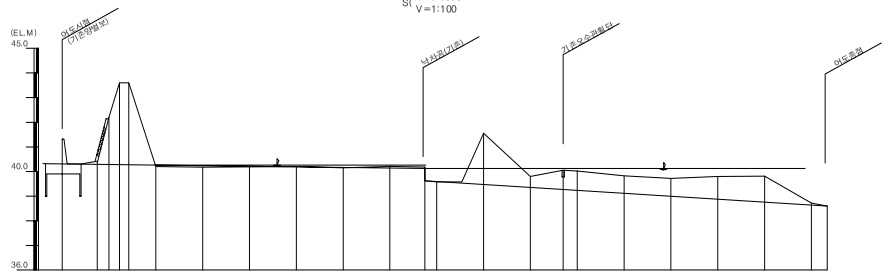
NOTE : 징검다리석은 반입 사석중 규정치수의 큰규모 적용

어도 (예시도)



종 단 면 도

S(H=1:1000
V=1:100

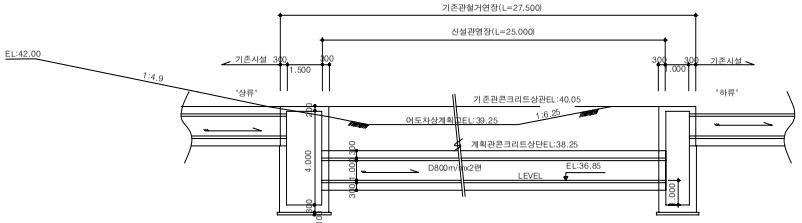


측점		LEVEL		ΔH=0.20M										ΔH=1.00M										LEVEL
		40.32	40.32	1/675									40.12	39.60	1/165									38.60
어도바닥계획고 (EL.m)		+40.32	+40.32	+40.29	+40.26	+40.23	+40.20	+40.17	+40.14	+40.12 (+39.60)	+39.57	+39.45	+39.33	+39.25	+39.78	+39.05	+38.96	+38.84	+38.72	+38.60	+38.60			
지반고 EL.m)		+41.32	+40.35	+42.20	+43.60	+40.20	+40.17	+40.19	+40.20	+40.15	+40.21	+40.18	+39.60	+41.55	+39.80	+40.05	+40.02	+39.82	+39.72	+39.80	+39.81	+38.72	+38.60	
누가거리 (m)		0.00	+15.00	+20.00	+28.50	+40.00	+60.00	+80.00	+100.00	+120.00	+140.00	+155.00	+160.00	+180.00	+200.00	+214.00	+220.00	+240.00	+260.00	+280.00	+300.00	+320.00	+326.77	
거리 (m)		0.00	15.00	5.00	8.50	11.50	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	15.00	5.00	20.00	20.00	14.00	6.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	6.77	
측점 (NO.)		NO.0 (BP)	+15.0	+20.0	+28.50	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6	NO.7	+15.0	NO.8	NO.9	NO.10	+14.0	NO.11	NO.12	NO.13	NO.14	NO.15	NO.16	+6.77 (EP)	
구 전																								

차집관로(기존관? 800mm PE관) 역사이폰 계획단면도

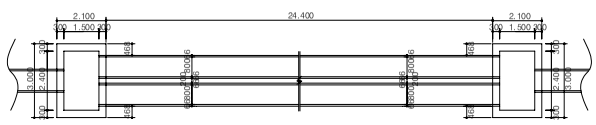
(STA.NO 10+4.00)

S=1:100

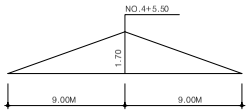


계 획 평 면 도

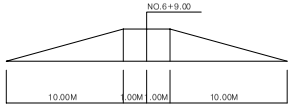
S=1:100

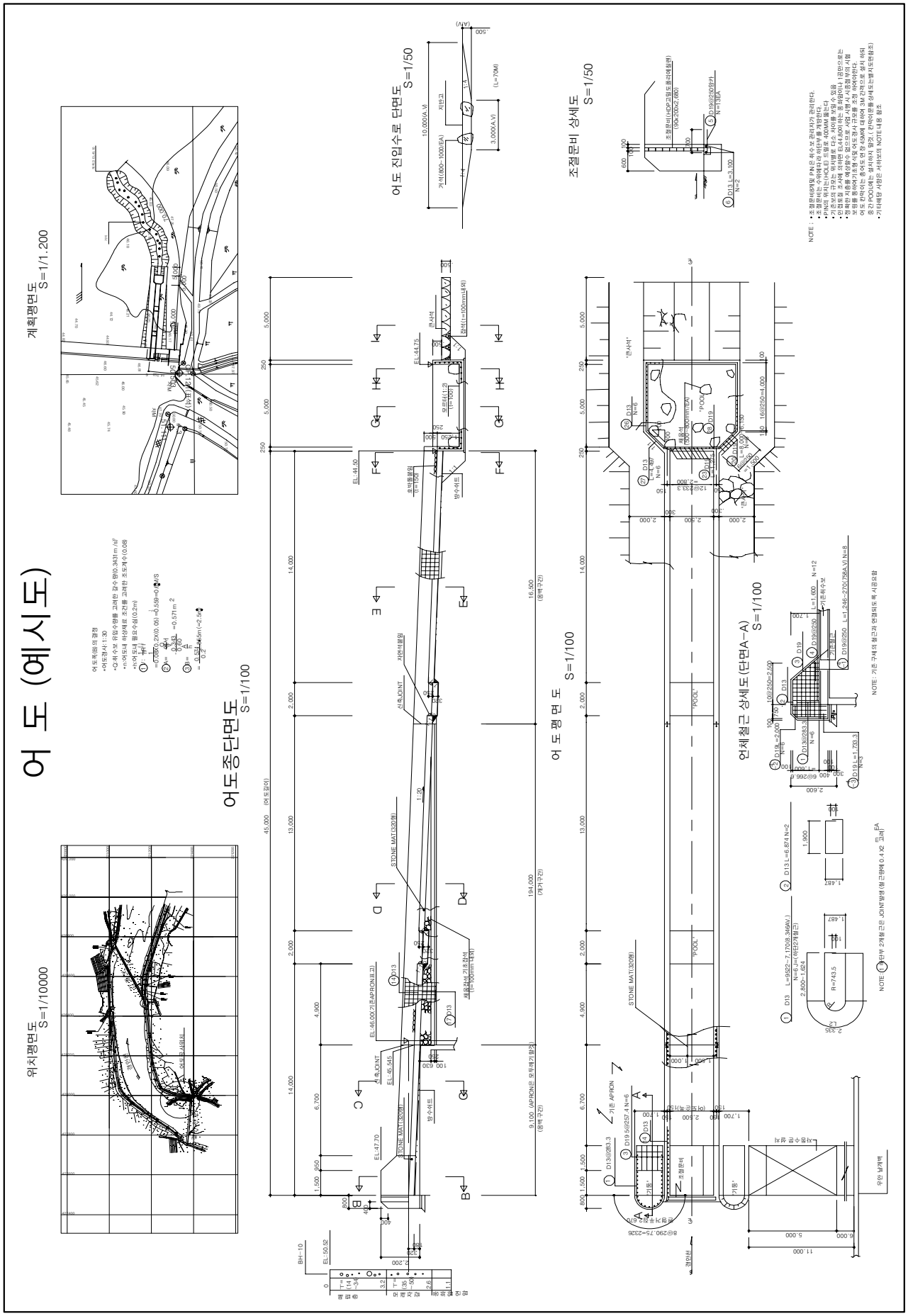


급경사부돌쌓기(#1)전개도



급경사부돌쌓기(#2)전개도

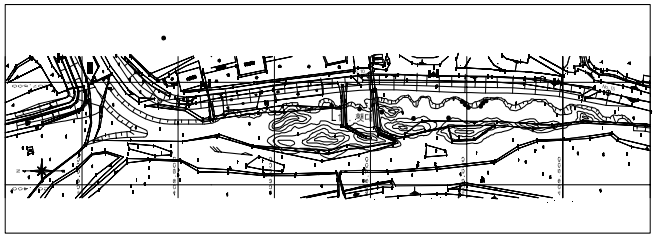



어 도 (예시도)
위치평면도 S=1/10000
계획평면도 S=1/1.200
어도종단면도 S=1/100
어 도 평 면 도 S=1/100
어도 진입수로 단면도 S=1/50
조절문비 상세도 S=1/50
연체철근 상세도(단면A~A) S=1/100
어도특원리 경정
어도경사 1:30
Q:최수로 유입수량을 고려한 갈수량(0.343m³/s)
H:어도내 하상에서 고려한 소요수심(0.6m)
어도 단면
① 어도 단면 B=0.6m, H=0.6m, Q=0.259m³/s
② 휴식 단면 A=0.95m², H=0.571m
③ 입구 단면 B=0.6m, H=0.2m
어도 진입수로 단면
어도 진입수로 단면 B=0.6m, H=0.2m
어도 진입수로 단면 A=0.95m², H=0.571m

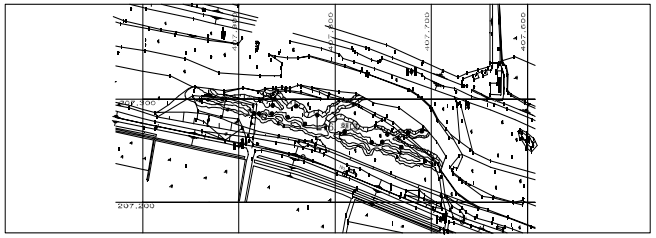
횃 대 설 치 도

설 치 위 치 평 면 도

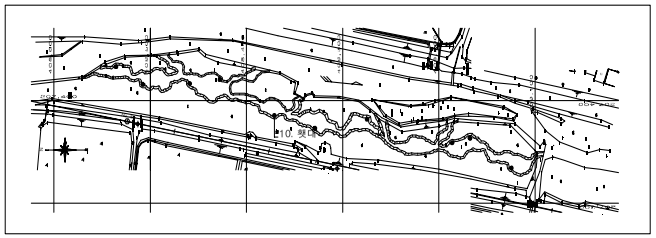
수 평 부("A"TYPE)



사 면 부("B"TYPE)

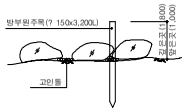


방 부 원 주 목 설 치 단 면 도("C"TYPE)

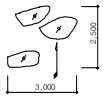


수 평 부("A"TYPE)

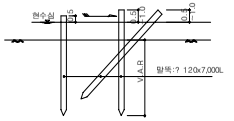
단 면 도 S=NONE



평 면 도 S=NONE



방 부 원 주 목 설 치 단 면 도("C"TYPE) S=NONE

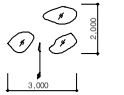


사 면 부("B"TYPE)

단 면 도 S=NONE

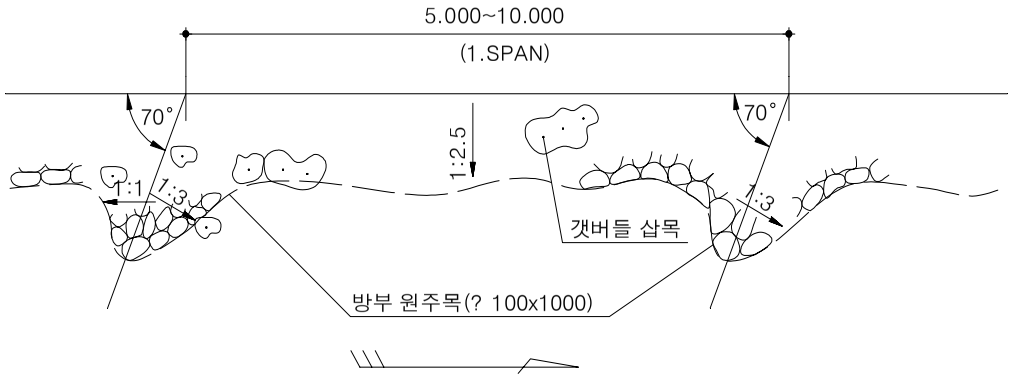


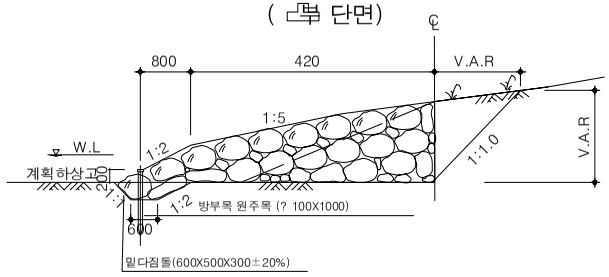
평 면 도 S=NONE

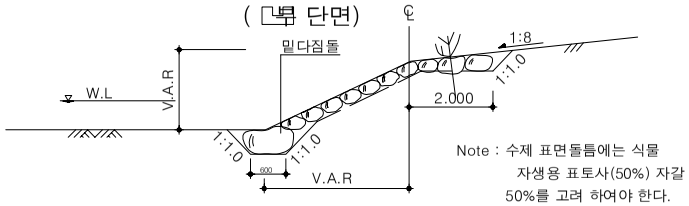


수 제 (예 시 도)

돌 수 제

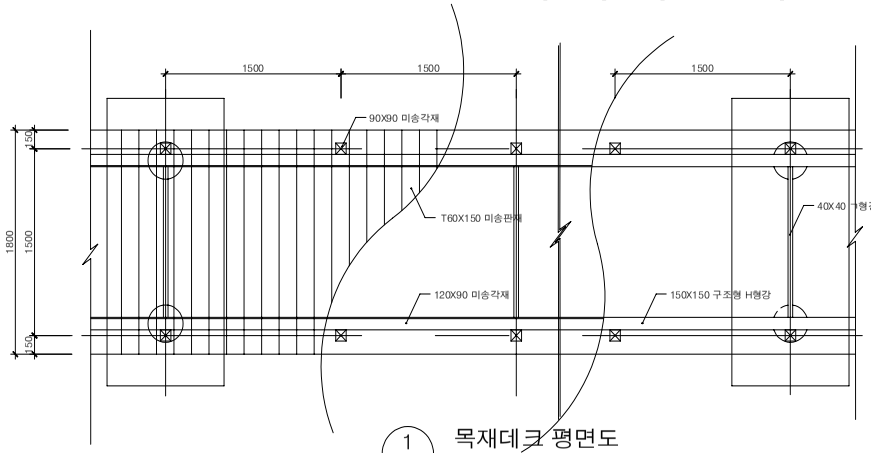




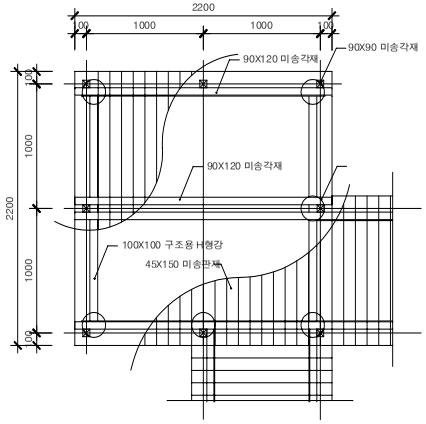


Note : 수제 표면돌틈에는 식물
자생용 표토사(50%) 자갈
50%를 고려 하여야 한다.

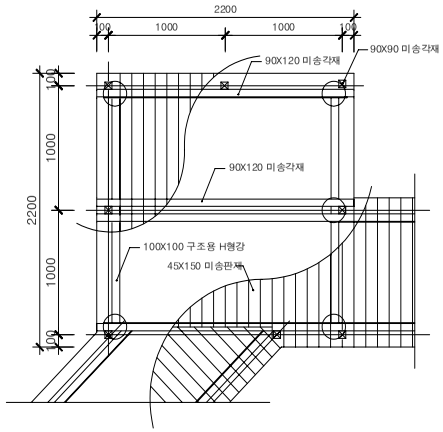
목재데크 부분상세도(2-1)



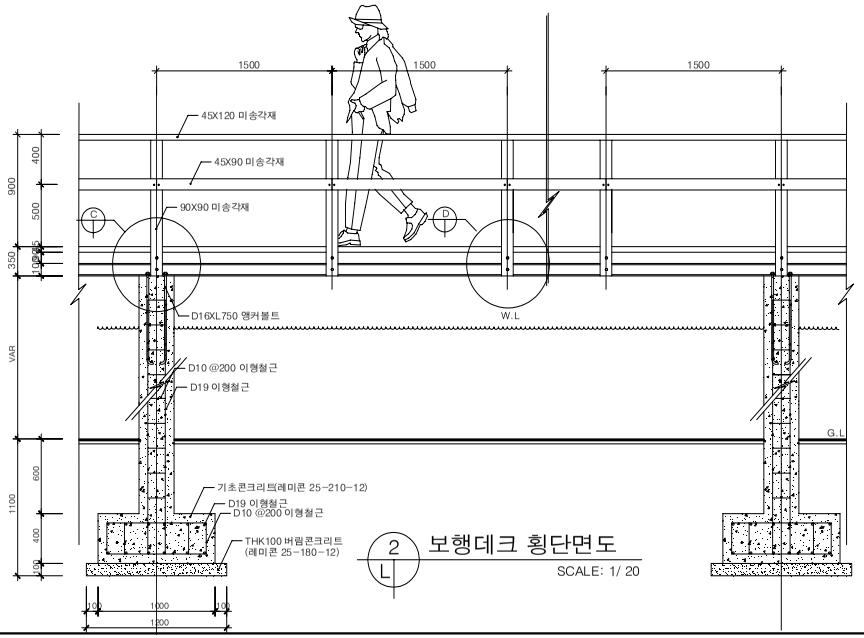
1 목재데크 평면도
SCALE: 1/ 20



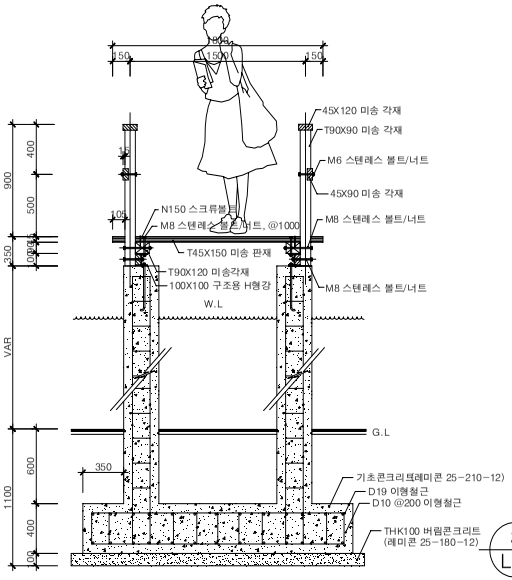
4 보행데크 부분평면도1
SCALE: 1/ 30



5 보행데크 부분평면도2
SCALE: 1/ 30

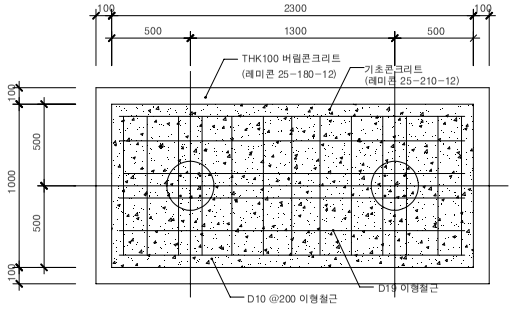


2 보행데크 횡단면도
SCALE: 1/ 20

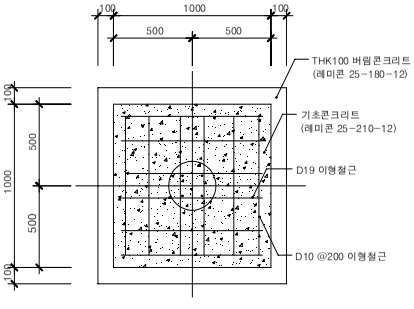


3 보행데크 종단면도
SCALE: 1/ 20

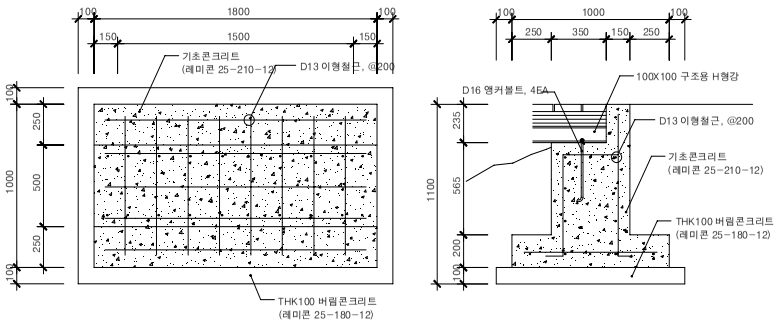
목재데크 부분상세도(2-2)



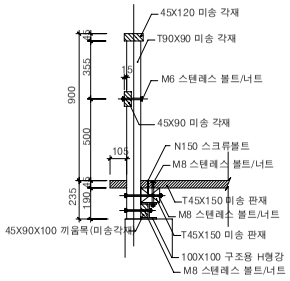
1 L 기초상세도(type-A)
SCALE: 1/ 15



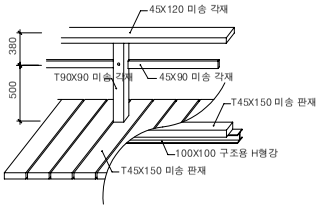
2 L 기초상세도(type-B)
SCALE: 1/ 15



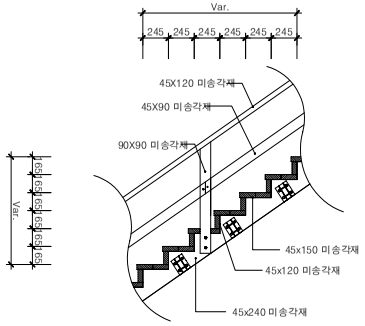
3 L 기초상세도(type-C)
SCALE: 1/ 15



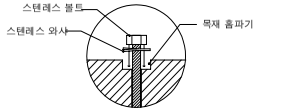
4 L 보행데크난간 상세도1
SCALE: 1/ 10



5 L 보행데크난간 상세도2
SCALE: 1/ 10



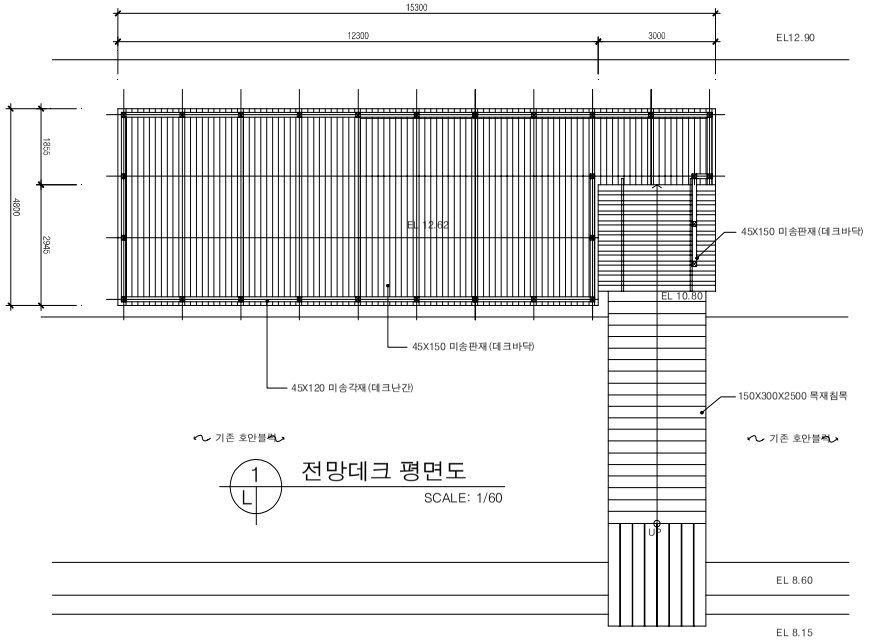
6 L 보행데크계단부 상세도
SCALE: 1/ 15



7 L 볼트류연결 상세도
SCALE: None

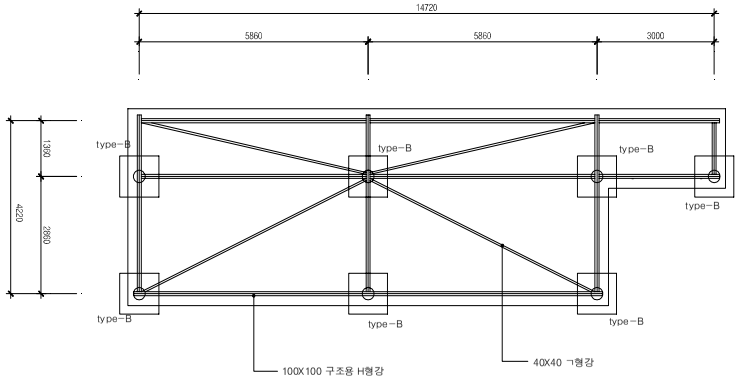
* Note
1. 계단부 상세도는 전망데크 상세도 참조.
2. 목재 연결에 사용되는 모든 볼트류의 머리부분은 목재홈파기후 인입시키고 체결시 와샤를 사용하여 목재의 이탈을 방지하도록 시공 하여야 하며, 목재의 부력에 대한 안정성 검토에 따라 볼트의 조임력은 71.36 N(Newton) 이상의 것을 사용하여야 한다.

전망데크 상세도



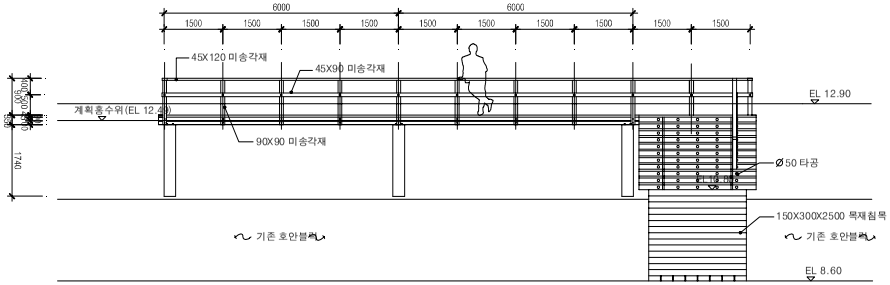
1 L 전망데크 평면도

SCALE: 1/60



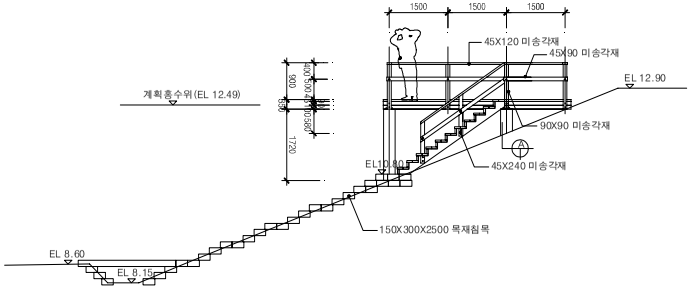
2 L 전망데크 기초복도

SCALE: 1/60



3 L 전망데크 정면도

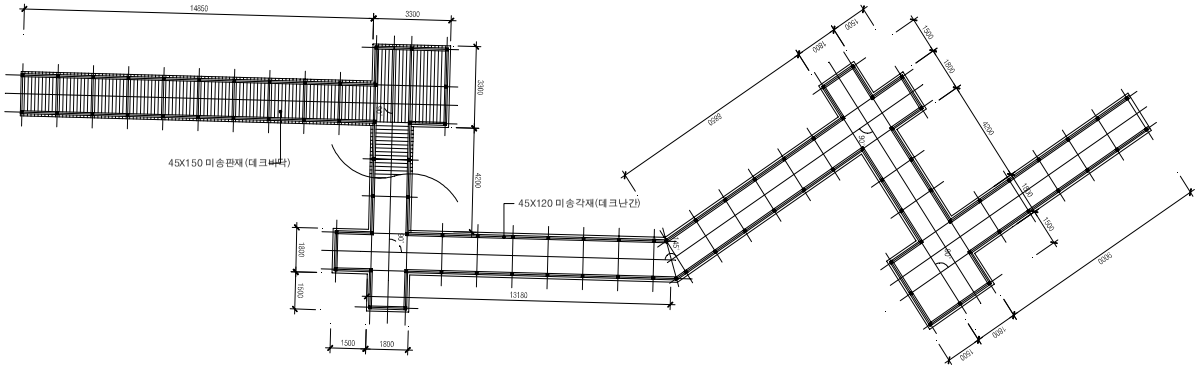
SCALE: 1/60



4 L 전망데크 측면도

SCALE: 1/60

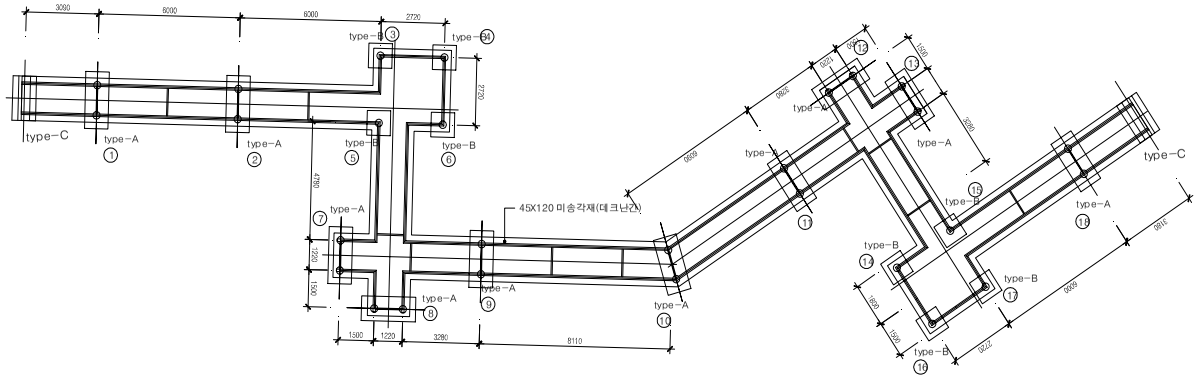
목재데크 "A" 상세도



* 데크 연장(L) = 78.9m

1 L 목재데크A 평면도

SCALE: 1/100



2 L 목재데크A 기초복도

SCALE: 1/100

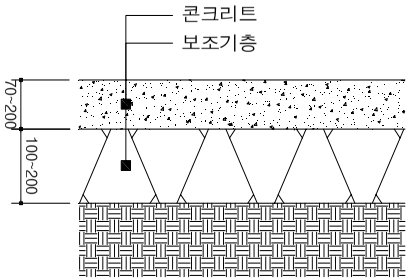
콘크리트 기초부 제원표

번호	높 이 (m)		비고
	Type A	Type B	
①	0.5		
②	1.0		
③		1.7	
④		1.7	
⑤		1.7	
⑥		2.3	
⑦	2.3		
⑧	2.3		
⑨	2.3		
⑩	2.3		
⑪	2.3		
⑫	1.5		
⑬	1.5		
⑭		1.5	
⑮		1.5	
⑯		1.5	
⑰		1.5	
⑱	0.2		
계	16.2	13.4	

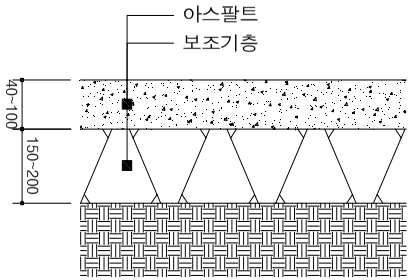
※ 계획고부터 데크상판면결부까지의 높이임.

포장표준단면도

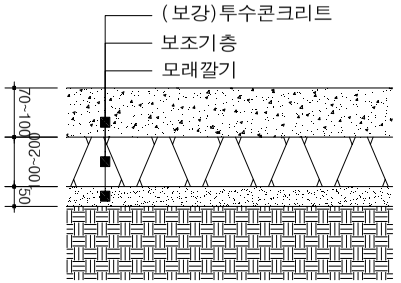
콘크리트포장



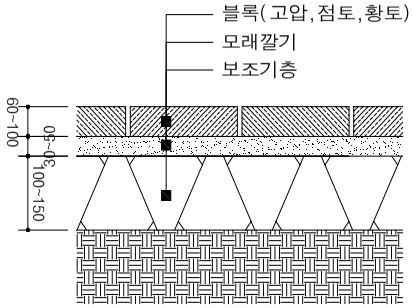
아스팔트포장



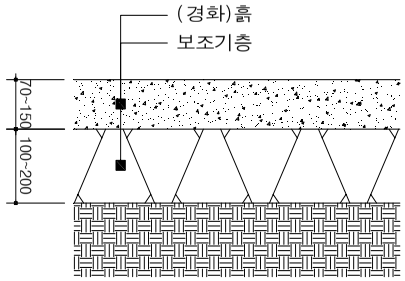
(보강)투수콘크리트포장



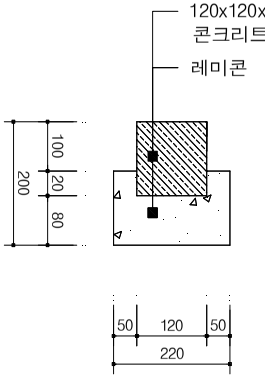
블록포장



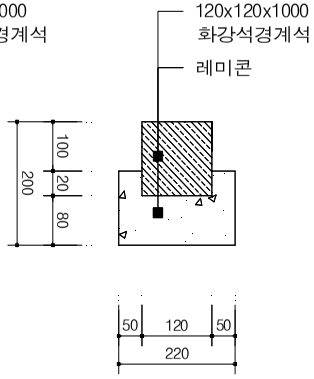
(경화)흙포장



콘크리트경계석



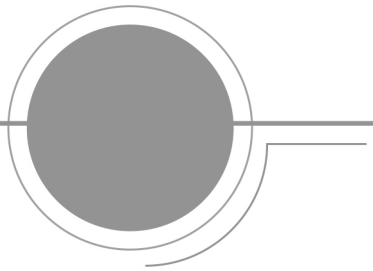
화강석경계석



제 7 장
하상정리공

7.1 설계기준

7.2 수량산출 기준



7.1 설 계 기 준

7.1 설계기준

7.1.1 일반사항

1) 목 적

하상정리공사를 효율적으로 시행하기 위하여 설계에 관한 일반적인 사항을 정하고 하천기본계획의 사업시행 목적에 부합되도록 설계함을 그 목적으로 한다.

2) 적용기준

본 장에 규정하지 않은 사항은 아래의 시방서 혹은 지침에 따른다.

가) 하천설계기준·해설(2009, 한국수자원학회)

나) 하천공사 표준시방서(2007, 한국수자원학회)

다) 4대강 살리기 마스터플랜(2009, 국토교통부)

라) 4대강 하상정리공사 시행지침(2009, 국토교통부)

마) 4대강 하천 준설토 처리 지침(2009, 국토교통부)

바) 기타 4대강 살리기 관련 설계지침

사) 각종 상위계획기준 및 각종시방서

3) 용어 정의

가) 준설토: 골재와 사토(捨土)를 포함하고, 오니토(폐기물 처리대상)는 제외한다.

나) 골재: 준설토중에서 준설물량의 통일분류법에 의거 60%이상이 모래로서 자원으로 이용이 가능한 준설토를 말한다.

다) 사토(골재외): 자원으로 이용가치가 낮은 준설토로서 나)항의 골재중에서 자원으로 이용하고 남은 골재를 말한다.

라) 오니토: 하천이나 호소 등에서 오염물질이 침전된 토사를 말한다.

마) 농경지 리모델링: 하천의 주변에서 하천제방 또는 주변토지보다 낮아 침수피해를 겪고 있는 저지대 농지에 준설토를 활용하여 침수피해를 방지함과 아울러 농지로서의 효용가치를 높이는 사업을 말한다.

바) 한계농지: 농업진흥지역 이외의 농지로 경사율이 15%이상이고 규모가 2ha 이하인 곳이다.

사) 2차오염: 1차오염물질(오염원으로부터 직접 나온 물질)이 다른 화학반응을 통해 새로운 오염물질이 되어 오염시키는 것을 말한다.

아) 흘수: 수면에서 배의 최하부까지 수직거리

자) 함니율: 준설토의 물과 토사의 비

차) 체적변화비: 원지반 체적에 대한 준설 후의 체적비

카) 유실율: 펌프준설선을 이용한 수중준설에서 배사관을 통해 투기장으로 이동된 준설토가 부유되어 계획된 투기장 외부로 일부가 유출되는 것을 유실이라 하며, 준설토량에 대한 백분율을 유실율이라 한다.

타) 유보율: 유실된 부유토사를 제외한 투기장에 쌓인 것을 유보량이라 하고, 준설토량에 대한 백분율을 유보율이라 한다.

파) 적치장: 60%이상이 모래이상으로서 자원으로 활용 가능한 준설토를 적재하는 장소

하) 사토장: 자원으로 활용할 수 없는 준설토를 적재하는 장소(공공사업의 성토재나 농경지 리모델링)

거) 투기장: 펌프준설선을 이용한 수중준설 후 함수비가 높은 토사를 함수비를 낮추어 적치장, 사토장으로 운반하기 전 임시적인 장소

너) 야적장: 육상준설, 반체절 준설과 수중준설에서 토운선 운반 등으로 계획 시 적치 및 사토를 위해 임시적으로 야적하는 장소

7.1.2 하상정리계획

1) 일반사항

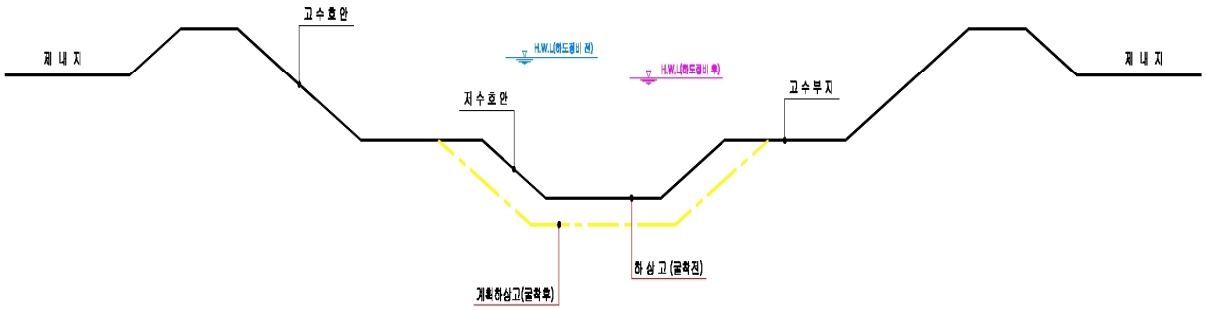
가) 하상정리계획은 하천고유의 선형과 공간을 고려하여 사수역, 사행, 안정하도, 자연하도 등 하천환경을 보전하고, 계획홍수량 소통에 근거하여 제시되는 최소화된 저비용 표준단면을 지양하며, 계획홍수량 이상을 소통, 저류시킬 수 있도록 습지, 홍수터 조성 등 하천고유의 저류공간을 충분히 확보되도록 설계하여야 한다.

나) 하천기본계획에 제시된 계획 사항을 면밀히 검토하여 반영해야하며 현지여건을 감안하여 변경이 필요한 경우 발주처와 협의 후 이를 변경할 수 있다.

다) 오니토 준설시에는 하류의 생태 및 유수이용 등을 감안하여 오탁수 유출에 의한 피해를 최소화 할 수 있는 공법을 채택하고 오탁방지막 설치 등 수질보호 대책 등을 강구하여야 한다.

라) 준설 및 준설토 처리 계획은 하천기본계획 및 관련 상위계획에 제시된 방안을 기준으로 한다.

마) 하폭이 급확대, 급축소 되거나 하상이 종단적으로 급변하여 유속과 수위의 변화가 현저한 지점에 대해서는 특이구간으로 설정하여 중점적으로 하상정리계획을 마련하여야 한다.



<그림 7.1-1> 하상정리 표준단면 예시

2) 평면계획

가) 기존 하천 선형의 최대한 유지 및 불합리한 구간을 일부 조정할 수 있다.

나) 대상구간내 평면선형은 보트, 유람선 등 하도내 이용시설을 감안하여 운행에 지장을 초래하지 않도록 계획해야 한다.

다) 기존 직선구간의 사행화를 유도하여 하천의 자정작용을 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라,

자연성을 향상시키고 율동감 있는 외부환경을 조성할 수 있도록 결정하며, 주변의 토지를 효율적으로 활용할 수 있어야 한다.

라) 평면계획 수립시 고수부지 형성에 따른 저수로부의 자연스러운 사행 형성 및 전체 공간계획과 연계하여 조화로운 계획이 될 수 있어야 한다.

마) 환경, 친수기능을 강화하기 위한 하천시설물을 추가 도입할 수 있으며, 하도내 선형을 변경할 수 있다.

바) 하도 평면형은 현재 하도 형상과 물길을 고려하여 계획하여야 하며, 하도평면을 복원할 경우 하천 수질, 생태계 및 주변 토지 이용 등을 고려하여 다양한 수변문화 및 공간이 창출될 수 있도록 하여야 한다.

사) 수로평면계획을 수립하는데 있어 인위적인 저수로 법선 설정은 지양하고, 자연상태에서의 저수로 평면형과 제방보호를 위해 필요한 경우 고수부지 폭, 저수로 안정도 등을 종합적으로 고려하여야 한다.

아) 대상구간 내 유람선, 보트 등 선박운행이 필요한 경우 저수로부 보강계획을 수립하여야 한다.

자) 저수로의 형상은 하천생태계 종 다양성 확보 및 다양한 서식공간이 제공될 수 있도록 설계하여야 한다.

3) 종단계획

가) 하천의 안정하상 및 수리학적으로 유리한 계획이 될 수 있도록 가급적 완만하게 조성하되 하천기본계획내 종단계획 사항을 기준으로 계획을 수립한다.

나) 계획하상고는 계획하상경사, 계획횡단형과 관련시켜 제내지 지반고를 고려하여 결정하되, 하도주변의 지하수위, 취수위, 지류하상고, 암반노출지점 하상고, 기존에 설치된 구조물의 바닥높이, 하상유속 등을 충분히 고려하여야 한다.

4) 횡단계획

가) 계획횡단면은 하천기본계획 및 관련 상위계획에 제시된 횡단계획을 기준으로 하되 현지여건에 따라 변경할 수 있다. 다만 고수부지 끝 비탈경사를 1:5 이상으로 하되 저수로폭, 필요수심 등을 충분히 감안하여 1:5 이하로 수립할 수도 있다.

나) 계획횡단면은 계획홍수위의 각 구간에 대하여 작성하되, 치수·이수·환경측면을 고려해 홍수

및 비홍수시 유량의 계획횡단면을 검토하며, 하천환경관리 계획에 따른 구역특성을 감안하여 계획하여야 한다.

다) 식생호안공법을 포함한 자연형 하천공법적용시 제방 앞 비탈경사는 홍수소통시 제방 안정을 위하여 적정경사를 제시하여야 하며, 유수단면적, 홍수위 등에 관한 사항을 검토하여야 한다.

라) 계획하폭 결정시 과거 홍수에 의하여 변경된 하폭을 최대한 반영하되 상류보다 하류측의 계획하폭이 좁아지는 경우는 하류측의 유속 및 하도특성을 고려하여 하천기본계획의 범위안에서 적정 하폭이 유지될 수 있도록 하여야 한다.

마) 저수로 수로폭은 현재의 하도상태를 중심으로 설정하여야 하고, 고수부지높이(침수빈도)는 되도록 2~10년 빈도의 홍수량에 침수되지 않도록 하여야 하며, 하천 홍수터 이용에 대한 요구 및 하천환경에 대한 관심증대를 충분히 반영하여야 한다.

바) 홍수위에 지장이 없는 범위 내에서 하천의 경관, 친수활동, 생태계회복 등을 고려하여 저수로 폭에 걸쳐 친수활동과 생태계 유지에 필요한 수심으로 수위유지시설의 관리수위를 반영하여 물이 흐르도록 설계하여야 한다.

사) 하상변동 억제공법 : 하상변동억제 방법은 하상유지공, 준설, 수제, 하상재료의 포설(grain feeding) 등이 있으며, 이들의 선택시 하도상황에 부합하는 방법을 선택적으로 채택해야 한다.

5) 고수부지 및 저수로

가) 고수부지 및 저수로는 가급적 비대칭이 되도록 하여 자연스런 하천이 되도록 설계하여야 한다.

나) 기존 고수부지에 샛강, 웅덩이, 하도습지 등이 조성되어 있을 경우 이를 최대한 보존하여야 한다.

다) 고수부지 조성 시에 단면의 구성은 보행자 동선 및 부지활용성을 고려 획일화되지 않도록 하여야 한다.

라) 사행을 조성할 경우 사행형태를 고착화시키지 않고 하천의 역동성을 유지할 수 있도록 하여야 한다.

마) 저수로 법선은 현 하도를 중심으로 결정하며 현 하천의 유심선 경년변화 양상을 참고하여 유심선을 따라 사행현상을 결정한다.

7.1.3 하도준설

1) 일반사항

가) 준설의 목적에 따른 분류는 저수용량 확보(이수적 목적)를 위한 준설, 하도내 저류능력 증대를 통한 홍수위험도 저감(치수적 목적)을 위한 준설, 골재확보를 위한 준설, 수질개선을 위한 준설(오니토 준설 등), 생태복원 및 친수공간조성을 위한 준설 등이 있다.

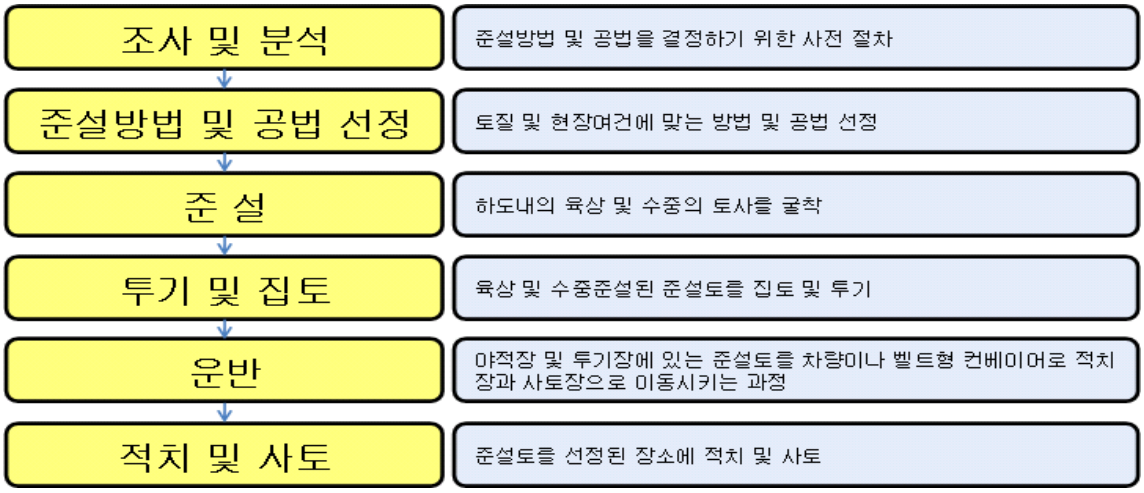
나) 준설의 방법에는 준설시기, 퇴적토사의 성질과 종류 등 작업조건에 따라서 육상준설, 수중준설 및 양자를 병행하여 작업하는 육상/수중준설로 구분된다.

다) 육상준설은 굴착, 적재, 운반의 공종으로 이루어지며 준설토의 종류와 경도, 지내력에 따라서 준설장비는 불도우저(일반, 습지), 로우더, 덤프의 조합으로 시행되어지는 것이 일반적이다.

라) 수중준설은 흡입식(펌프식), 기계식(그래브등) 등의 준설선을 이용하여 배사관 또는 토운선을 이용하여 수중 준설하는 것으로 준설선의 종류에 따라 선단구성 및 부속품구성이 이루어진다.

마) 육상준설은 함수비가 낮은 준설토를 육상에서 직접 굴착함으로 공기가 단축되어 경제적이나 일반적으로 비우기시(10월~익년 5월)에만 작업이 가능하다. 수중준설은 연중 수행이 가능하나 장비의 이동, 조립, 해체 등에 전문 인력과 많은 시간이 소요된다.

바) 경제적인 설계를 위해 육상준설과 수중준설을 병행하는 것이 바람직하다.



<그림 7.1-2> 준설의 흐름도

사) 준설의 계획 및 설계 시에는 자연조건, 지반조건을 사전에 충분히 조사, 파악하고, 준설목적, 준설토량, 공사기간, 투기조건 및 장소와 공사지역의 여건 등을 감안하여 경제적이고 효과적인 준설방법, 준설장비의 선정을 수립하여야 한다.

2) 조사 및 분석

가) 자연조건 조사

준설은 육상과 수중작업 등에 의한 공사이므로 선체 및 기타 공사 장비의 안정성이 확보되고, 작업능률을 향상시켜야 하며, 시공에도 정밀도를 요구하고 있기 때문에 안전 관리상 지형, 지반 및 기타 자연조건에 대한 영향을 충분히 조사하여야 한다.

① 기상

- 기상조건은 연간 기상특성과 공사 기간 중의 기상이 작업능률 및 작업선 안정성에 미치는 영향을 파악하고, 기상통계를 분석하여 공사에 차질이 생기지 않도록 계획을 수립하여야 한다.
- 풍향·풍속: 풍속은 파랑발생의 원인이 되므로 풍향별 풍속 및 지속시간 등을 가급적 상세히 조사·분석한다. 풍속이 15㎧ 이상이면 수중준설작업이 어렵다.
- 강우량·기온: 준설장비에 의한 작업이므로 강우로 인한 홍수 시에는 영향을 받을 수 있으므로 강우량, 강우형태, 우기 등을 조사하여야 한다. 또한 결빙개시일 및 결빙일수 등을 조사하여야 한다.
- 안개: 안개가 발생하는 지역에서는 작업의 어려움보다 안전성, 안전사고에 대비하여야 하므로 연간 안개발생일수의 예측과 발생시기, 지속시간 등의 상황 조사도 중요하다. 시계가 1㎞ 이하인 경우에는 토운선에 의한 준설토 운반은 중단하는 것이 좋다.

② 지리·지형

- 지리, 지형적인 조건으로는 준설구역, 투기구역 및 운반경로의 하도상황과 수상작업시 작업상 제약조건 등을 사전에 조사할 필요가 있다. 준설위치를 확인하기 위한 측량 기준점의 설치장소 등도 조사하여야 할 항목이다.

나) 토질 조사 및 분석

준설토의 퇴적현황을 준설토의 관리 기준에 의하여 자세히 조사·분석 하여야 한다.

① 토질조사 및 분석

- 하상에 구성하는 지층의 토질 특성을 판명하고, 오니토를 포함한 퇴적층의 범위를 파악하여 준설계획을 수립한다.

- 표준관입시험(KS F 2318)
- 토성분류시험(함수량, 비중 , 입도, 체분석)
- 재료시험(비중 및 흡수율시험, 단위용적시험, NO.200번체 통과량 시험)

② 오니토 오염조사 및 분석

■ 하저퇴적층의 저니질 시료를 채취하여 저니질의 성분을 파악하고 오니토 준설기준 항목인 T-N, T-P, COD, 강열함량, 황화물의 5개 항목의 기준항목을 2~3개 이상 초과 시에는 오니토 준설(폐기물)계획을 수립한다. <표7.1.2 오니토 준설 항목별 기준>참조.

3) 준설 방법 선정

가) 저수로 준설

저수로 준설에서 굴착방법은 육상구간과 수중구간으로 구분하여 계획한다.

<표 7.1-1> 준설방법의 구분

구분		육상준설	수중준설	
			가물막이 공법	준설선
적용구간		육상 구간	수심 2m 이내 구간	수심 2m 이상 구간
				
장비	준설	도저준설 (D/Z 33t 타이어)	도저준설 (D/Z 32t 무한궤도)	펌프준설 (2000HP)
	적재	로더(2.87m³)	백호우(1.0m³)	-
	운반	덤프트럭(15t)	덤프트럭(15t)	배사관으로 직접 압송
※ 수심의 기준: 기본계획과 실시설계 일제관측수위 중 낮은 것을 채택 ※ 가물막이 공법: 부대공 가물막이 참조				
<주요 준설장비>				
준설 : 도저(무한궤도)		적재 : 로더		펌프준설
				

① 육상준설은 육상준설 장비(불도우저, 백호)로 굴착한 후 집토하여 차량 및 벨트식 컨베이어로 지정된 적치장 및 사토장으로 운반하도록 계획한다.

■ 장비의 효율과 최적의 운반경로를 계획하여 경제적인 준설이 되게 하여야 한다.

■ 야적장의 배수로와 침사지를 설치하여 강우, 용출수로 인한 오탁수의 저수로 유입을 배제하여야 한다.

■ 준설장비의 기름유출과 오탁수 유입 예방을 위해 오탁방지막을 설치하여야 한다.

■ 필요시 표토제거 및 벌개제근을 할 수 있다.



<그림 7.1-3> 육상준설

② 반체절 준설은 상시수심이 2m이하가 되는 부분 끝에 가물막이를 설치하여, 육상준설과 같은 방법으로 계획한다.

- 가물막이는 제 8 장 부대공「8.1.2 가물막이」를 기준으로 한다.

③ 수중준설은 흡입식(펌프식), 기계식 등의 준설선을 이용하여 배사관과 토운선으로 투기장(임시 야적장)으로 투기(집토)한 다음 적치장 및 사토장으로 운반하도록 계획한다.

- 흡입식 공법은 준설토를 흡입한 후 배사관을 이용하여 투기장으로 직접 투기한다.
- 기계식 공법(그래브, 버킷, 디퍼, 백호우 등)은 주로 토운선을 이용하여 야적장으로 운반한다.
- 준설깊이의 확인은 음향 측심기와 DGPS로 하되 간격은 발주처와 협의하여 결정하고, 준설깊이 단위는 10㎝로 한다.





<그림 7.1-4> 수중준설 및 투기장내 투기전경

나) 오니토(폐기물) 준설

오니토 준설기준은 T-N, T-P, COD, 강열감량, 황화물의 5개 항목 중 준설지역의 여건을 감안하여 설정하며, 표의 기준항목을 2~3개 이상 초과할 경우 오니토로 판정하여 준설계획을 수립한다.

[4대강 하상처리공사 시행지침 제6조]

<표 7.1-2> 오니토의 항목별 기준

항 목	기 준
T-N (mg/kg)	1,600~3,000
T-P (mg/kg)	700~1,000
COD (mg/g)	20~40
강열감량 (%)	10~20
황화물 (mg/g)	1.0 이상

참고자료 : 하천공사 표준시방서(2007,한국수자원학회)

4) 준설공법의 종류

준설의 방법에는 육상준설과 반체절 준설, 수중준설로 구분된다. 공법은 일반적으로 기계식, 흡입식 준설로 나누어 진다.

가) 기계식 준설

모든 토사에 사용 가능하고 육상준설과 반체절 준설, 수중준설에서 사용된다.

나) 흡입식 준설

점토질, 모래질 토사에 사용가능 하며 수중준설에서 사용된다.

5) 준설장비 및 준설선의 선정

가) 준설장비의 선정 및 공법의 선택은 퇴적물의 양, 하도의 조건 및 오염퇴적물 준설시 수계에 미치는 영향 등을 고려하여 신중히 선정해야 한다.

나) 준설선은 다음 사항을 고려하여 경제적이고 능률적이며 환경에 미치는 영향을 최소화 할 수 있는 준설이 되기에 가장 적합한 형식 및 능력의 것을 선정해야 한다.

① 토질

② 토량, 공사기간

③ 기상, 지리적 조건

④ 준설 깊이, 수심

⑤ 준설토 처리방법, 준설선단의 조합

⑥ 준설선 확보의 난이

⑦ 준설선 대피 및 계류방법, 투기장 설치 위치

〈표 7.1-3〉 토질별 준설 선종적용

토질			적용선종			
분류	상태	N치	펌프	그래브	디퍼(백호)	쇄암
점토질토사	연니	4 미만	P	G		
	연질	4~10 미만				
	보통질	10~20 미만				
	경질	20~30 미만				
	최경질	30~40 미만		(G)	D	쇄
	극경질	40~50 미만				
모래질토사	연질	10 미만	P	G		
	보통질	10~20 미만				
	경질	20~30 미만				
	최경질	30~40 미만		(G)	D	쇄
	극경질	40~50 미만				
자갈섞인 점토질토사	연질	30 미만		(G)		
	경질	30 이상		(G)	D	쇄
자갈섞인 모래질토사	연질	30 미만		(G)		
	경질	30 이상		D	D	쇄
암반	연질	40~50 미만		(G)	D	쇄
	약간연질	50~60 미만				
	보통질					
	경질					
	최경질					
자갈	느슨한것			G		
	다져진것				D	

(주) ① P : 펌프 준설선, G : 그래브 준설선. D : 디퍼 준설선, 쇄 : 쇄암선
② (G) : 쇄암 또는 발파후의 준설적용선종

6) 준설장비의 종류

육상준설의 경우 불도우저, 로우더, 백호 등이 있으며, 수중준설의 준설선 종류로는 그래브 준설선(Grab dredger), 버킷 준설선(Bucket dredger), 디퍼 준설선(Dipper dredger), 백호 준설선(Backhoe dredger), 펌프준설선(Cutter suction dredger 및 Trailing suction hopper derdger) 등이 있다.

가) 그래브 준설선

그래브 준설선은 그래브 버킷(Grab bucket)의 용량으로 규격을 표시하며 그래브버킷 종류는 경량 버킷(Light bucket), 중량 버킷(Heavy duty bucket), 초중량 버킷(Ultra heavy bucket)로 구분하고 있다. 경량 버킷은 이토, 점토, 모래층의 준설에 적합하고 중량 버킷은 다져진 모래 단단한 점토층의 준설에 적합하며 초중량 버킷은 다져진 모래 단단한 점토 부식암층의 준설에 적합하고 때로는 사력층 전석층 결절이 많은 연암층의 준설용으로 사용하고 있다.

나) 버킷 준설선

버킷 라인에 여러 개의 버킷을 연결 부착하여 버킷 라인을 준설계획 위치 하천 지반상에 내려놓고 회전시키면서 준설토사를 연속적으로 준설하는 준설장비이다.

버킷 준설선은 준설능력이 비교적 크기 때문에 대규모이고 광범위한 준설에 적합하며 그래브준설선에 비하여 준설면의 평탄성이 좋게 시공된다.

다) 펌프 준설선

펌프준설선에는 자항(自航)인 트레일링-석션 호퍼 준설선(Trailing suction hopper dredger)과 비항(非航)인 커터 석션 준설선(Cutter suction dredger)이 있다.

① 자항 펌프 준설선(Trailling suction hopper dredger)

- 자항 펌프 준설선은 드래그해드(Draghead, Trailing head, suction head)를 준설위치에 내려 서서히 항행하면서 준설하는 트레일링형(Trailing type)과 앵커를 고정시키고 앵커로프(Anchor rope)를 조정하면서 준설하는 무어드형(Moored type)이 있으나 특수한 조건 이외의 경우는 준설선의 특성상 거의가 트레일링형이 투입되고 있다.

② 비항 펌프 준설선(Cutter suction dredger)

- 비항 펌프 준설선은 일반적으로 선단부에 커터(Cutter)가 장착된 래더(Ladder)를 계획, 준설위치에 내린 후 모터로 커터를 회전시켜 준설토사를 물과 함께 펌프로 흡입하여 송토관(送土管 : Discharge pipeline)을 통하여 투기장에 투기하는 방식의 준설선이다.

라) 디퍼준설선(Dipper dredger)

단단한 토질이나 암반을 파쇄한 후 준설을 하기 위하여 선단부에 디퍼버킷(Dipper bucket)를 장착한 붐을 준설위치에 내려 바깥으로 밀어 퍼올리는 방식으로 전진하면서 준설하는 장비이다.

마) 백호준설선(Backhoe dredger)

디퍼준설선과 유사하여 동 종류로 분류되며 백호버킷의 장착 방향이 디퍼준설선과 반대로 작동하여 안쪽으로 끌어당기며 퍼 올리는 방식으로 준설한다. 따라서 준설구역을 후진하면서 이동하게 된다

바) 그 외의 준설선

버킷휠 준설선(Bucket wheel dredger)

- 선단부에 버킷휠을 장착한 래더로 휠을 준설위치에 내린후 회전시키면서 준설토사를 준설하고 이를 연결된 흡입관과 래더펌프(Ladder pump)에 의하여 메인펌프(Dredger pump)에서 흡입하여 송토관으로 사토장에 배송하는 준설선으로 펌프준설선의 커터 대신 버킷휠을 장착한 형태이며 준설시를 위한 선체 고정용 스퍼드(Spud) 2개가 있다.

사) 배사관

① 수상관

- 파이프 라인은 준설선이 전진작업이 쉽게 설치되어야 한다.
- 수상관은 통상 “S“형 또는 “U“형으로 설치하며 고정앵커는 수상관, 육상관 연결부에 하여 본선이 전진하여도 육상 파이프가 끌리지 않도록 한다.
- 파이프 1개에 고무슬리브 1개, 부함 1조씩 조립한다.
- 수상관 앵커의 설치간격은 510㎜ 파이프용에는 50m 내외 , 710㎜ 이상에는 50~100m 간격으로 설치하나 급류가 흐르는 곳은 더 촘촘히 투묘한다.
- 부동관과 고정관의 경사가 심한 곳은 구조물에 의한 배사관 시설을 하여야 한다.(잔교 등)

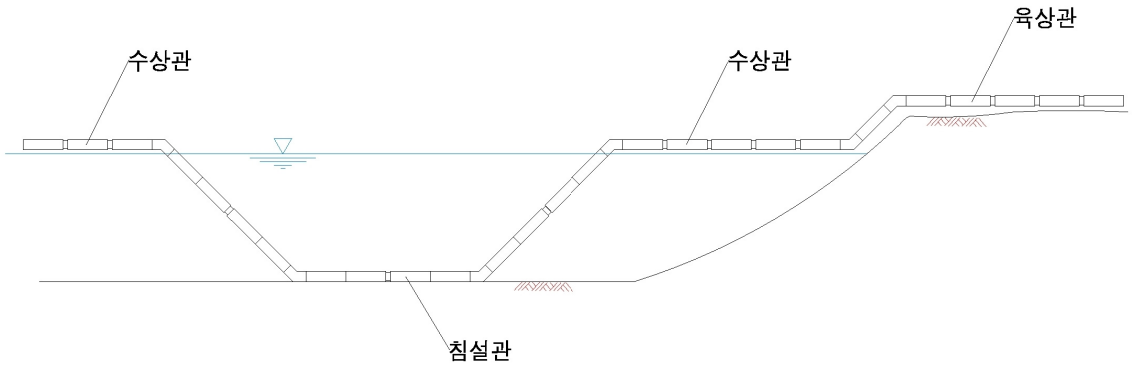
② 육상관

- 직선이고 수평이 좋으며 낙차와 커브로 인한 엘보 수를 적게 하여 최단 거리로 하여야 한다.
- 커브나 엘보관은 준설토사의 배송속도를 줄이는 원인이 되므로 되도록 적게 한다.

- “Y“형 관은 토출하려는 투기장(pond)의 위치나 지역의 변경이 쉬운 곳에 설치하며, 두 갈래로 분리되는 관 끝에는 밸브를 설치하여 토출장소를 변경한다.
- 육상관이 새로 추가 증설될 때 준설작업을 중지하지 않고 “Y“형 관을 사용하여 한쪽은 준설작업관으로 사용하고 또 다른 쪽은 관을 연결하여 한 쪽이 완료되면 교대로 사용한다.
- 510㎜ 파이프에 있어 관내압력 5㎏f/㎠ 일시 수압에 지탱하는 필요한 관두께는 약 1㎜ 이다.
- 관을 연결하였을 때 관의 아래 부분이 토사가 제일 많이 접촉하는 관계로 하단부가 먼저 마모된다. 그러므로 일정기간 사용한 후 상하를 회전시켜 관의 국부적 마모를 피하게 한다.

③ 침설관

- 수상 교통량이 많은 곳, 투기장까지 거리가 멀어 수상관 부함이 부족할 시 설치한다.
- 파이프 2개에 고무슬리브 1개씩 연결한다.
- 침설관을 고르게 놓기 위해서 침설관이 하상에 닿게 정지작업을 한다.
- 침설관을 설치할 때에 처음 시작점과 목표물까지 정확한 거리를 도면에서 측정한다.



<그림 7.1-5> 배사관의 구분

아) 토운선

강재 선박으로서 자항식과 비자항식으로 구분되나, 보통은 예선(끌배)이 끌게 되어 있다. 소형은 200~800㎥, 대형은 1000~5000㎥ 까지 있다.

자) 양묘선(앵커바지선)

중량물 운반, 앵커 투묘, 배사관이동 등을 수행하는 선박.

차) 예선(끌배)

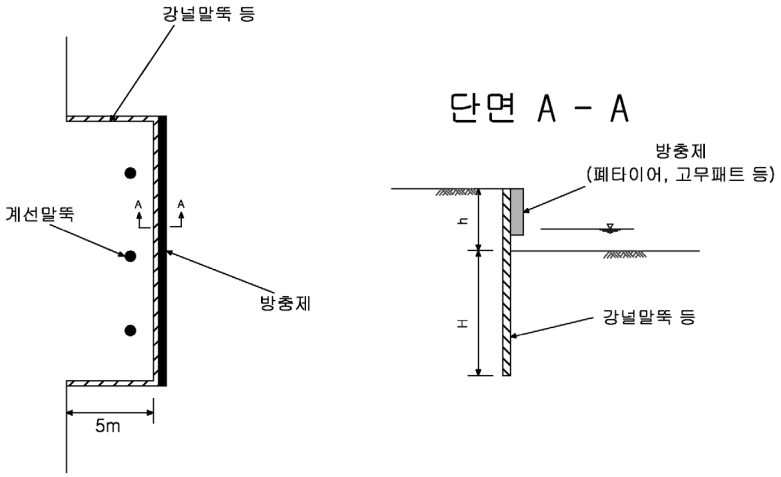
준설선과 준설선 외의 부속선을 끌고가는 선박.

카) 임시 접안시설

① 닻 놓기에 양호한 토질과 홀수를 고려한 수심을 가지고 접근성이 양호한 곳으로 대상지로 선정한다.

② 임시 시설물이므로 해체 시 재사용이 가능한 재료로 접안시설을 제작한다.

③ 준설선단을 계획한 후 접안 시설의 크기를 계산한다.



<그림 7.1-6> 임시접안시설 예시도



<그림 7.1-7> 접안시설 전경(을숙도)

7) 준설량 산정

준설토량은 자연 상태인 토사를 용적으로 표시한다. 준설 토량의 산정은 수심측량(격자형) 평면도를 이용, 점고법 및 양단면 평균법(20m 간격)으로 산출한다.준설토는 육상(반체절) 준설과 수중준설로 구분하고, 각각 골재·골재외·오니토로 표기하여 산출한다.

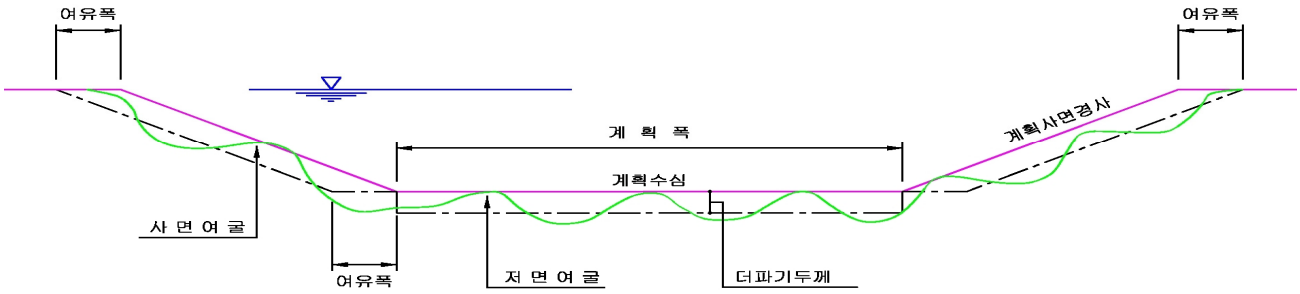
가) 더파기(여굴)

수중준설에서는 준설선을 투입하여 준설토를 굴착하기 때문에 파랑, 바람 등과 준설선의 기계 성능상 계획수심을 굴착하더라도 굴착면에 기복(굴적)이 생겨서 계획수심을 유지하려면 그림과 같이 기복의 크기만큼 더 굴착하여야 계획준설고가 확보되므로 더 굴착하는 깊이를 더파기이라 한다. 더파기는 토질별, 투입 준설선 종류별로 차이가 있으며, 더파기량은 준설토량에 가산한다. 더파기 두께는 다음의 조건에 따라서도 달라지며, <표 7.1-5>를 참조한다.

<표 7.1-4> 더파기 두께 기준

토 질	선 종	더파기 두께(m)
점토질 토사 및 사질 토사	펌프 준설선	0.3~0.8
	그래브 준설선	0.3~0.6
암 반	그래브 준설선	0.2~0.5

참고자료 : 하천공사 표준시방서(2007,한국수자원학회)



<그림 7.1-8> 더파기 단면

나) 더깨기(여쇄)

수중준설에서 암반준설은 단단한 암석을 파쇄한 후 계획준설고까지 준설하여야 하므로 더파기 외에 여분으로 쇄암할 필요가 있다. 더깨기는 준설선종, 토질과 시공방법에 따라 차이가 있으나, 일반적으로 다음 표를 참고로 한다. 더깨기량은 쇄암량에는 포함시키되 준설량에는 포함시키지 않는다.

<표 7.1-5> 쇄암 후 더깨기 기준

구 분	더깨기 두께(m)
토사 및 자갈섞인 토사	더파기 + 0.2
암 반	더파기 + 0.2

참고자료 : 하천공사 표준시방서(2007,한국수자원학회)

다) 여유 폭

수중준설은 하천에서의 수중작업이기 때문에 작업원이 직접 육안으로 확인하면서 시공할 수가 없는 관계로 계획선 대로 시공하기가 어렵고, 준설위치의 측량오차 등에 따라 준설 시공법선은 어느 정도 굴곡이 생길 수밖에 없으며, 기상조건과 준설토의 특성상 예측되지 않는 사면붕괴 등, 계획준설 폭을 확보하려면 어느 정도의 여유 폭을 준설토량에 가산하여 시공하여야 한다.

<표 7.1-5> 여유폭 기준

준설 방법	여유 폭(m)
그래브 및 디퍼선으로 보통토사를 준설할 때	4.0
그래브 및 디퍼선으로 경질토사를 준설할 때	4.0
펌프선 및 버킷선으로 준설할 때	6.0

주) 상기 표 값에서 한쪽 준설 폭 및 유지준설일 경우는 본 표 값의 1/2을 적용한다.

참고자료 : 하천공사 표준시방서(2007,한국수자원학회)

라) 준설경사면

준설경사면은 토질조건, 준설방법 등에 따라 준설공사 후 사면이 안정적으로 유지되게 하기 위하여 준설시 경사면을 규정할 필요가 있다. 준설 후 준설지반은 시간이 경과하면서 준설두께, 파랑, 지형 및 토질조건 등에 따라 자연안정경사 상태가 되어간다. 일반적으로 고려하고 있는 준설사면의 안정경사도는 표와 같이 적용하고, 준설구역이 기존 구조물에 인접한 경우에는 준설로 인한 인접구조물의 원호활동 등에 대한 안정성을 검토하여야 한다.

<표 7.1-7> 준설경사면 기준

구 분	토 질	N치	상 태	비탈경사
일반준설	점토질 토사	4미만	연니	1:3~1:5
		4~8	연질	1:2~1:3
		8~20	중질	1:1.5~1:2
		20~40	경질	1:1~1:1.5
	사질토사	10미만	연질	1:2~1:3
		10~30	중질	1:1.5~1:2
		30~50	경질	1:1~1:1.5
특수준설	자 갈			1:1~1:1.5
	암 반			1:1

※ 다만, 상위계획(하천기본계획)에서 제시된 경우는 해당 상위계획에 준한다.

8) 도면의 작성

준설의 시공범위(위치), 토질조건, 준설방법(육상, 수중), 골재구성 비율, 준설계획고, 비탈경사, 준설심도 및 준설량 등을 계획 평면 및 종·횡단도에 구체적으로 도면화·수치화로 제시하여야 한다.

가) 준설 시공범위는 준설토의 퇴적현황조사 및 분석에 의하여 육상 및 수중준설, 오니준설 등으로 준설구역을 구분하여 준설계획을 수립 하여야한다.

나) 준설 시공범위는 제방, 호안, 보, 교량, 배수문 등 하천시설물에 대한 안전도를 검토하여 이격 및 비탈경사를 고려하여야 한다.

다) 투기장 및 침사지 설치계획도, 오탁방지막 설치도, 임시 접안시설 설치도 등의 부대시설 도면을 구체적이고 상세하게 제시 하여야 한다.

라) 준설구역은 해당 공구의 경계선을 기준으로 직각 단면으로 한다.

마) 원활한 준설토 처리를 위하여 도면(평면도, 횡단면도)상에 적치·사토장의 행정구역(시·군)을 표기하여야 한다.

7.1.4 준설토 처리

1) 일반사항 및 계획

가) 골재는 공공용지, 생산성이 낮은 한계농지 등에 적치하여 건설자재로 공급하고 향후 수급조절에도 대비한다.

나) 사토는 공공사업 성토 및 농경지 리모델링사업에 우선적으로 사용한다.

(4대강 하천 준설토 처리지침 제6조)

다) 하상정리공사에서 발생되는 준설토는 아래와 같이 단계별로 처리하는 것으로 계획한다.

<표 7.1-8> 준설토 처리 단계(4대강 하천 준설토 처리지침 제7조)

<table>
<tr><th>준설공사</th><th>1단계</th><th colspan="2">2단계</th><th colspan="2">3단계</th><th>4단계</th></tr>
<tr><td rowspan="3">준설토
발 생</td><td rowspan="3">당해
공사
유용
(有用)</td><td rowspan="2">골재
부문</td><td rowspan="2">골재장
적 치
(당해공사)</td><td>지자체가 골재 선별 및 판매가 가능한 경우</td><td>골재선별 · 판매및 잔토처리 (지자체)</td><td rowspan="2">-</td></tr>
<tr><td>지자체가 판매를 기피한 경우</td><td colspan="2">경쟁입찰에 의한 골재 판매
(발주기관)</td></tr>
<tr><td>골재外
부 문</td><td>공공사업
성토재 제공
(당해공사)</td><td colspan="2">농경지 활용 결합사업부지
제공(당해공사)</td><td>사토장 매립
(당해공사)</td></tr>
</table>

2) 준설토 처리 공정

가) 일반적으로 아래 그림과 같이 준설토 처리 공정이 이루어 진다.



<그림 7.1-9> 준설 처리 공정

나) 투기장

① 투기장은 준설 후 함수비가 높은 토사를 함수비를 낮추어 적치장, 사토장으로 운반하기 전 임시적인 장소이다.

② 일반적으로 제내지 및 둔치에 설치한다.

③ 투기장의 위치 및 설치 규모, 간격은 펌프준설선의 작업범위를 고려하여 선정하여야 한다.

④ 투기장은 준설토 함수율을 낮추기 위한 배수시간을 고려하여 2개소 이상을 설치하여 투기와 적치(사토)장으로 운반이 원활이 이루어지도록 한다.

⑤ 반체절공법 시에는 가물막이 내측 부분을 대상지로 선정하여 경제성이 있도록 계획하여야 한다.

⑥ 필요시 표토제거 및 벌개제근을 할 수 있다.

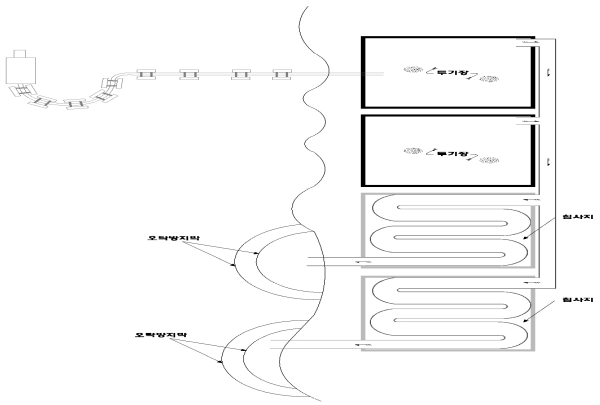
⑦ 유출구는 현장여건에 따라 1곳 이상을 설치할 수 있다.

⑧ 투기장의 크기는 준설량 투기시 체적변화비가 1이상이고, 투기장의 위치가 하천주변이므로 침하를 예상하여 충분한 크기로 계획하여야 한다.

⑨ 유출구 유입부의 유속변화로 인하여 유출수의 탁도가 높아지지 않도록 하고, 유출수의 낙차로 인해 유출구 바닥이 세굴되지 않도록 한다.

⑩ 유출수로 설치는 축제공의 「측구」를 참조한다.

⑪ 여수로의 토사가 깍여 나가지 않게 비닐 및 차수시트 등을 덮을 수 있다.

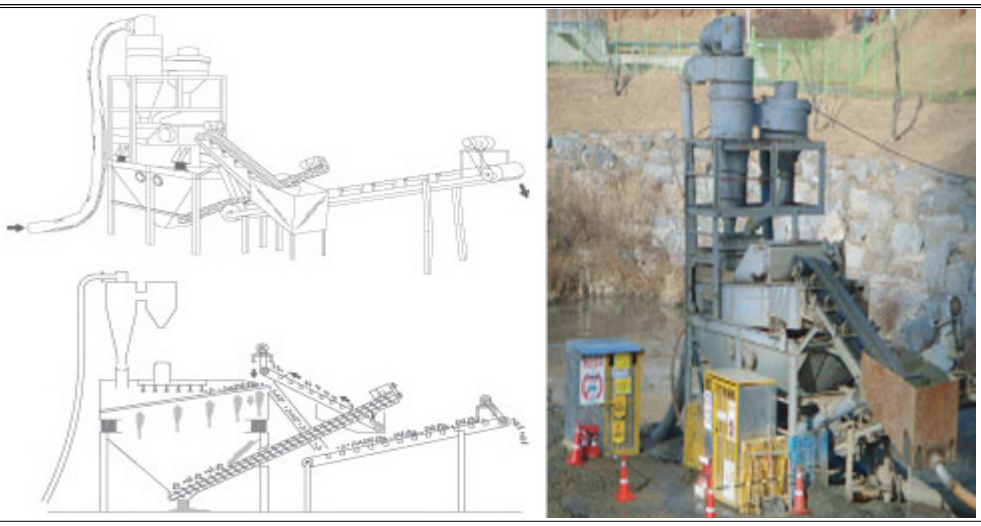


<그림 7.1-10> 펌프준설의 준설토 처리 모식도

다) 이동식 투기장

투기장의 장소가 적절치 않을 시 이동식 투기장을 설치하여 준설토의 함수비를 낮출 수 있다.

<표 7.1-10> 이동식 투기장

구 분	준설토 분리장치
사 진	
공 법	물과 준설토를 분리하는 장치로 투기장 조성이 어려운 현장에 적용.
장 점	•준설토 분리 및 탈수를 통해 적재 후 바로 운반이 가능하여 공기가 단축 된다. •협소한 공간에서도 시공이 가능하다. •골재의 재활용이 가능하다.
단 점	•미세한 준설토의 분리에는 효율이 떨어진다.

라) 침사지

① 투기장에서 침전되지 않은 작은 입자가 이동하여 하천에 재유입 되지 않도록 침전작용을 유도하는 축조물이다.

② 일반적으로 제내지 및 둔치에 굴착하여 설치한다.

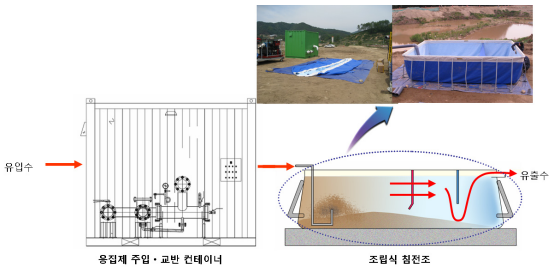
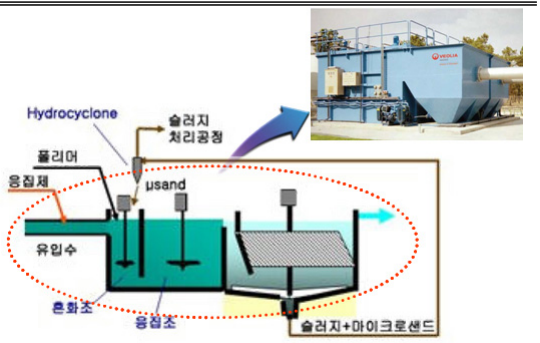
③ 부유물질이 침강할 수 있는 충분한 시간을 주기 위하여 침사지내 유로를 최대한 길게 계획하고, 현장 여건이 가능하면 2개소 이상 설치하여 작업 효율을 극대화 한다.

④ 반체절 구간에 오탁수 처리시 반체절 준설 구간을 분할 시공하여 인접 반체절구간을 침전지로 활용할 수 있다.

마) 이동식 침전조

침사지의 장소가 적절치 않을 시 이동식 침전조를 설치하여 인위적으로 부유물을 침강시켜 하천에 재유입 되지 않도록 한다.

<표 7.1-10> 이동식 침전조

구 분	Go-Filter 공법	Actiflo 공법
사 진		
처리 효율,%	•(SS 기준) : 90%이상	•(SS 기준) : 85%이상
장 점	• 대용량의 오탁수 처리 가능 : 처리 용량 150ton/hr ~ 450ton/hr • 조립식 침전조 및 응집제 주입-교반 컨테이너 사용을 통해 현장 이동 및 적용성이 높음 (현장 포크레인 장비로 이동가능) • 친환경 무독성 응집제 사용을 통해 처리수 내 응집제 잔류 독성 없음 • 발생 슬러지의 별도 폐기물 처리 필요 없음 • sludge contact 응집을 통한 높은 처리 효율 확보	• 슬러지 재반송 및 경사판 침전지 적용을 통해 안정된 처리 효율 확보 • 대용량의 오탁수 처리 가능
단 점	• 높은 처리 효율 확보를 위해 적정 응집제 주입량 조절이 필요함 • 처리 시설 부지 필요	• 대규모 시설로써, 시설의 이동 및 시공이 어려움 • 별도의 Micro sand 회수 시설의 설치가 필요함 • 화학적 응집제 사용하여 처리수 내 응집제 잔류 독성 우려 • 발생 슬러지 폐기물 처리 필요 • 높은 처리 효율 확보를 위해 적정 응집제 주입량 조절이 필요함

※ 유실율 및 유보율(항만 및 어항 설계기준서 인용)

펌프준설선으로 송토하여 매립하는 경우의 유보율과 유실율은 아래 표참(1), 표참(2)를 참고할 수 있다. 다만, 유보율은 매립토사의 입경, 집수정과 여수토의 위치와 높이, 배수구로 부터의 거리, 매립면적 등에 따라 차이가 있고, 해양환경 보전상 매립지로부터의 토사유실은 인근수역을 오탁시키게 되므로 극히 피하여야 하며, 유보율은 크게 높은 값을 갖게 되고, 유실율은 크게 낮은 값을 갖게 된다는 점을 고려하여야 한다.

표참(1) 토질별 유보율

토질별	유보율(%)
점토 및 점토질 실트	70이하
모래질 실트	70~95

표참(2) 입경별 유실율

입 경(mm)	유실율(%)	입 경(mm)	유실율(%)
1.2이상	없 음	0.3~0.15	20~27
1.2~0.6	5~8	0.15~0.075	30~35
0.6~0.3	10~15	0.075이하	30~100

지금까지는 준설토 매립지 계획시 항만시설물 설계기준에서 규정하고 있는 유실율 및 유보율 개념을 도입하여 매립지 능력을 검토하는 단계에서 벗어나지 못했으나 최근 유보율을 100%로 하여 환경에 대한 영향이 없도록 반영하고 있어 접근방법이 새롭게 정립되고 있다. 국내에서는 최근에 시행된 대규모 매립현장(광양항, 율촌산업단지등)에서 해상점토준설 매립에 대한 새로운 개념을 정립하였다(유보율 100%, 수축량 미반영)

따라서, 하천의 준설의 경우도 위에 사례를 참고하여 유보율을 100%로 환경에 대한 영향이 없도록 하여야 할 것이며, 이를 위해 투기장외에 침사지(침전조)를 설계에 반영하였다.

표참(3) 응집제의 종류 및 특성

응집제 종류		화학 성분	잔류 독성도 (방류수 안전도)	슬러지 처분
금속 계열 응집제	Alum	Aluminum Sulfate	높음	폐기물 처리
	PAC	Polyaluminum Chloride	낮음	폐기물 처리
	철염	Ferric chloride	높음	폐기물 처리
폴리머 계열 응집제	음이온 PAM	Anionic Polyacrylamide	높음	폐기물 처리
	양이온 PAM	Cationic Polyacrylamide	매우 높음	폐기물 처리
	키토산	Chitosan Acetate	낮음	일반 매립 처분퇴비화

사전에 Jar test (응집제 적정 투여량 산정을 위한 테스트)를 통해 해당 현장에 적정한 응집제와 그 주입량을 결정하여, 잔류 응집제가 하천으로 유입되지 않도록 해야 함.

바) 적치장(사토장)

함수비를 낮춘 준설토를 적치 및 사토를 하는 장소로서 위치 선정 시는 붕괴로 인한 예기치 못한 사고를 일으킬 수 있으므로 사고 예방에 주의해야 하며, 특히 토사 유출로 농경지의 피해가 발생하지 않도록 선정한다. 선정조건은 아래와 같다.

① 가능한 가까운 곳에 지정

② 적치(사토)량을 충분히 수용 할 수 있는 면적을 갖춘 장소

③ 운반로가 양호하고 유지관리가 쉬운 곳

④ 용출수로 인한 사토의 붕괴 위험이 없고 배수가 양호한 지형일 것

⑤ 경사가 완만한 곳

⑥ 용지매수 및 보상이 용이하고 비용이 저렴한 곳

또한 적치장(사토장) 선정 시 조사해야 할 내용은 다음과 같다.

① 운반로 유무 등 도로상황을 조사

② 운반로 상태에 따른 운반기계의 종류(덤프트럭, 모타스크레이퍼 등) 및 규격을 선정

③ 적치장(사토장)에 대한 지가(공시지가 및 거래지가)를 시·군 또는 읍·면에서 조사

사) 야적장

육상준설, 반체절 준설과 수중준설에서 토운선 운반 등으로 계획 시 적치 및 사토를 위해 준설토 야적이 필요한 경우는 아래의 조건들을 충분히 검토하여 (임시)야적장 대상지를 선정하여야 한다.

① 용출수 및 유입수로 인한 준설토의 붕괴 위험이 없는 지형

② 경사가 완만한 곳

③ 제내지로 운반이 용이한 곳

또한 강우시 제내지(적치장, 사토장)로 바로 운반하여야 하며, 운반이 용이하지 않을 시 비닐 및 비닐 시트지 등으로 준설토를 차단하여 토립사 유출로 인하여 혼탁수가 발생하지 않게 하여야 한다. 그리고 침출수 발생이 예상될 때에는 반듯이 처리공법을 계획하여 저수로로 유입되지 않게 한다.

아) 적치방법

투기장 및 야적장에서 적치장, 사토장까지 거리에 따라 벨트형 컨베이어와 차량을 이용하여 적치할 수 있다.

3) 준설토 규격별 분류

가) 준설토 구분

<표 7.1-11> 준설토 구분

구 분	NO. 200(0.075㎜) 통과율(%)	유기물 함유
원 석	10미만	
불량원석	10이상 50미만	○
불 용 토	50이상	○
오 니 토	오니 함유	○

나) 골재의 구분

<표 7.1-12> 골재 구분

구 분	입 경
O/S(OVER SIZE)	∅50㎜ 이상
자갈(G)	∅50㎜미만 NO.4(4.76㎜)이상
모래(S)	NO.4(4.76㎜)미만 NO.200(0.074㎜)이상
불용토	NO.200(0.074mm)체 통과량이 20%이상

4) 준설토 처리(적치장, 사토장)

가) 사토처리

① 공공사업 활용에 우선적으로 사용한다.

② 농경지 리모델링사업

나) 오니토 처리

오니토는 우선적으로 재활용(건축·토목공사의 성토재, 농지·저지대·연약지반 복토재 등)가능여부를 검토하여 재활용 하도록 하고, 재활용이 곤란한 경우 폐기물관리법에 따라 처리하는 것으로 계획한다.

5) 운반

가) 골재

자원으로 이용이 가능한 골재는 발주기관이 지정한 골재적치장까지 운반하여야 한다.(4대강 하상정리공사 시행지침 제9조)

나) 사토(불용토)

불용토는 사토장에 사토하는 것을 원칙으로 한다. 불용토는 토질의 입경 및 성분에 따라 사토처리 방법을 계획하고, 사토장은 우선적으로 공공사업장 성토재 제공 및 농경지 리모델링 사업대상지에 사용하여야 한다.

7.1.5 수질환경 관리

1) 수질오염 방지

하상정리공사로 인한 환경피해 등의 예방은 환경영향평가결과에 따르며, 공사중에는 수질오염이 없도록 계획하고, 준설공사로 인한 오염물이 2차로 확산되지 않도록 하여야 한다.

가) 하상정리공사 중 수질오염방지를 위한 수질모니터링을 실시하여야 한다.

나) 수질모니터링은 준설선 주변, 투기장 방류수, 토운선 주변, 취수장 주변 등의 위치에서 준설전·후 수질 및 저니질을 비교분석하여 결과를 제시하여야 한다.

다) 수질 및 저니질 조사 항목은 “환경관리기준 설정 항목”에 준하여 결정하여야 한다.

2) 취수원등 보호

준설 시공범위에 취수원, 상수원보호구역 등이 포함되어 있어 준설 공사 중에 수량 확보 및 수질을 특별히 관리하여야 하는 경우는 이에 대한 대책을 수립하여 물 관리 및 사용에 지장이 없도록 함은 물론 민원이 발생되지 않도록 하여야 한다.

또한 발주기관이 설계단계에서 추진본부에서 시행중인 “취수문제해결 연구용역”을 참고하여 필요한 대책을 강구하여야 한다.

3) 환경관리기준

준설공사로 인하여 하천의 환경기능에 지장이 없도록 계획하고, 세부기준은 하천설계기준·해설(2009,한국수자원학회)의 하천환경조사편에 따른다.

가) 수질관리기준

준설작업 시 발생되는 2차오염 확산방지를 위하여 수질관리는 철저하게 시행 되어야 한다. 수질관리 대상은 준설구역의 입지조건에 따라 분리하여 계획하고 준설 전·후의 수질을 비교·분석 하도록 계획한다.

나) 준설작업시 수질 모니터링 계획을 수립하여야 한다.

다) 저니질 관리기준

기 준설지역과 미 준설지역을 선정하여 준설 기간중 연속적으로 저니질의 함량을 비교분석하며, “오니토의 항목별 기준”에 준한다.

라) 2차오염 방지대책

준설공사 중 오탁확산 방지를 위하여 아래사항에 대한 대책을 수립하여야 한다.

① 오탁방지막 형식 및 설치방법

② 투기장 및 침전조의 설치규모 및 여수토 처리공법

③ 응집, 응결제의 종류와 사용법

④ 준설공법 및 시공속도의 결정

4) 수질관리

준설작업 중 급격한 탁도의 변화가 발생 시에는 즉시 준설을 중지하고 그 원인을 조사하고 적절한 조치와 재발방지 대책을 강구한 후 공사감독자의 승인을 득하고, 다음 작업을 재개한다.

5) 안전대책

홍수시 준설선에 대한 안전대책은 홍수에 따른 준설선 자체 파손 방지 및 준설선 충돌에 따른 교량이나 제방의 손상 방지를 목적으로 사전에 철저한 조사를 통하여 대피 및 계류방법, 작업중지, 대치에 대한 판단기준 등을 수립한다.

준설로 인해 하천시설물의 피해를 최소화하기 위한 시설물로부터의 거리는 다음 표와 같다. 다만, 하천시설물 주변의 굴착이 불가피할 경우 시설물의 보강 등 계획을 수립한 후 발주처와 협의 후 준설계획을 수립하여야 한다.

<표 7.1-14> 하천시설물의 보호구역

시설 종류		계획홍수량		
		5,000㎥/sec 이상	1,000㎥/sec 이상	1,000㎥/sec 미만
하천 부속물	제방	50m	30m	20m
	호안, 수제	30m	20m	10m
	바닥 다짐	200m	150m	100m
하천 공작물	교량	300m	200m	150m
	양배수장	300m	200m	150m
	수위관측소	500m	300m	250m

참고자료 : 골재채취법 시행령 별표 1

7.2 수량산출 기준

7.2 수량산출 기준

7.2.1 수량산출 내역

번 호	공 정	규 격	단 위	수 량	비 고
7	**하상정리공**				
7.1	**육상준설공**				
7.1.1	표토제거		㎡		
7.1.2	벌개제근		㎡		
7.1.3	벌목		㎡		
7.1.4	육상 준설	불도우저 (타이어 33Ton)	㎥		
7.2	**반체절준설공**				
7.2.1	육상 준설	불도우저 (무한궤도 32Ton)	㎥		
7.2.2	가물막이		㎥		
7.2.3	물푸기		hr		
7.3	**수중준설공**				
7.3.1	펌프식 준설				
1)	펌프 준설	2000HP (1,492kW)	㎥		
2)	부속선 작업	예선, 양묘선	㎥		
3)	부속품 손료	배사관, 부함, 고무조인트	㎥		
4)	침설관 부설 및 철거				
가)	침설관 조립 및 해체		본		
나)	침설관 포설 및 철거		본		
5)	배사관 부설 및 철거				
가)	해상관 부설 및 철거	D610mm미만	본		
		D610mm이상	본		
나)	육상관 부설 및 철거	D610mm미만	본		
		D610mm이상	본		

번 호	공 정	규 격	단 위	수 량	비 고
7.3.2	그래브식 준설				
1)	그래브 준설	3.0㎥	㎥		
2)	부속선 작업	예선	㎥		
3)	준설토 운반	토운선 500㎥	㎥		
7.3.3	쇄암선(중추식) 준설				
1)	쇄암선 준설	10Ton	㎥		
2)	부속선 작업	예선	㎥		
3)	준설토 운반	토운선 500㎥	㎥		
7.4	**투기장 설치공**				
8.4.1	투기장 제방 축조		식		
8.4.2	투기장 제방 헐기		식		
7.5	**침사지 설치공**				
1)	침사지 설치		식		
2)	침사지 철거		식		
7.6	**운반공**				
7.6.1	준설토 적재	백호우 1.0㎥	㎥		
		로우더 (무한궤도2,87㎥)	㎥		
		로우더 (타이어5.0㎥)	㎥		
7.6.2	준설토 운반	덤프 15Ton	㎥		
		덤프 24Ton	㎥		
7.7	**기타공**				
7.7.1	장비운반	준설선 및 부속선	식		
7.7.2	부속품 운반				
1)	배사관 운반	D610mm x 6m	본		
2)	부함 운반	D1,000mm×4.5m)	본		
3)	고무죠인트 운반	D1,000×1.0m	본		
7.7.3	접안시설		식		

7.2.2 일반사항

1) 준설토량은 자연 상태인 토사를 용적(㎥)으로 표시한다.

2) 준설 토량의 산정은 육상준설은 점고법을 이용하고, 수중준설은 수심측량(격자형)평면도를 이용하여 양단면 평균법(20m 간격)으로 산출한다.

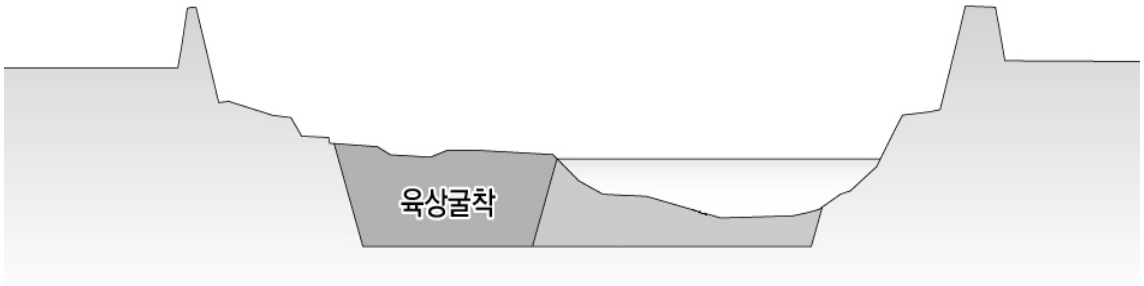
3) 준설깊이 단위는 10㎝로 한다.

4) 준설토는 육상(반체절) 준설과 수중준설로 구분하고, 각각 골재·골재외·오니토로 표기하여 산출한다.

7.2.3 육상준설공(㎥)

1) 현장여건에 따라 표토제거 및 벌개제근, 벌목 등은 축제공의 수량산출기준을 참조한다.

2) 하도 내 상시수위 보다 높은 구간(고수부지 등)을 적용한다.

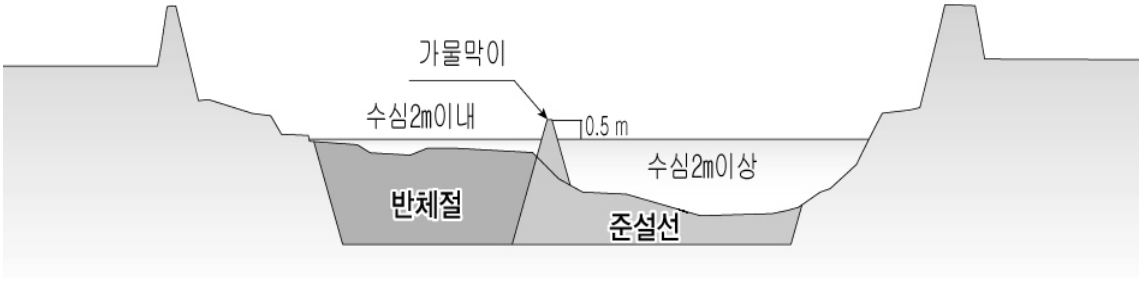


7.2.4 반체절 준설공(㎥)

1) 상시수위를 기준으로 수심 2m 이하인 경우에 적용하며, 수량산출은 육상준설공을 준용한다.

2) 가물막이는 부대공의 「가물막이공」을 참조한다.

3) 물푸기는 부대공의「물푸기공」을 참조한다.



7.2.5 수중준설공(㎥)

1) 상시수위를 기준으로 수심 2m 이상인 경우에 적용한다.

2) 토질 상태에 따라 흡입식(펌프식) 준설선과 기계식(그래브, 버킷, 디퍼, 백호) 준설선을 선택한다.

3) 더파기 두께는 설계기준의 명기된 최소두께를 적용한다.

토 질	선 종	더파기 두께(m)
점토질 토사 및 사질 토사	펌프 준설선	0.3~0.8
	그래브 준설선	0.3~0.6
암 반	그래브 준설선	0.2~0.5

4) 여유폭은 설계기준의 명기된 여유폭 기준을 적용한다.

준설 방법	여유 폭(m)
그래브 및 디퍼선으로 보통토사를 준설할 때	4.0
그래브 및 디퍼선으로 경질토사를 준설할 때	4.0
펌프선 및 버킷선으로 준설할 때	6.0

주) 상기 표 값에서 한쪽 준설 폭 및 유지준설일 경우는 본 표 값의 1/2을 적용한다.

참고자료 : 하천공사 표준시방서(2007,한국수자원학회)

5) 선단 조합은 다음 표와 같다.

종류	부속선		비고
펌 프 선	448kW 이하	예선 134~224kW 양묘선(자항) 1척 37.3kW	
	746~1,492kW	예선 224~336kW 양묘선(자항) 1척 89.5kW	
	2,238~2,984kW	예선 336~448kW 양묘선(자항) 1척 149.2kW	
	2,984kW 이상	예선 448kW 이상 양묘선(자항) 1척 149.2kW	
	8,952kW	예선 597~1,492kW 양묘선(자항) 1척 298.4~596.8kW	
	14,920kW	예선 261kW 1척 및 3,357kW 1척 양묘선(자항) 1척 895.2kW	
그래브선 버 킷 선 디 퍼 선		예선 토운선 양묘선(자항) 1척	1. 부속선의 척수와 용량은 작업조건에 따라 조정한다. 2. 양묘선은 해당준설선의 앵커중량 에 따라 필요시에 적용한다.

6) 펌프식 준설(㎥)

가) 펌프식 준설은 펌프준설, 부속선 작업, 부속품 손료로 구분하여 적용한다.

나) 부속선 작업은 ㎥으로 산출적용 한다.

다) 부속품 손료(㎥)

① 파이프는 일반적으로 길이 6m 적용하고 본으로 산정한다.

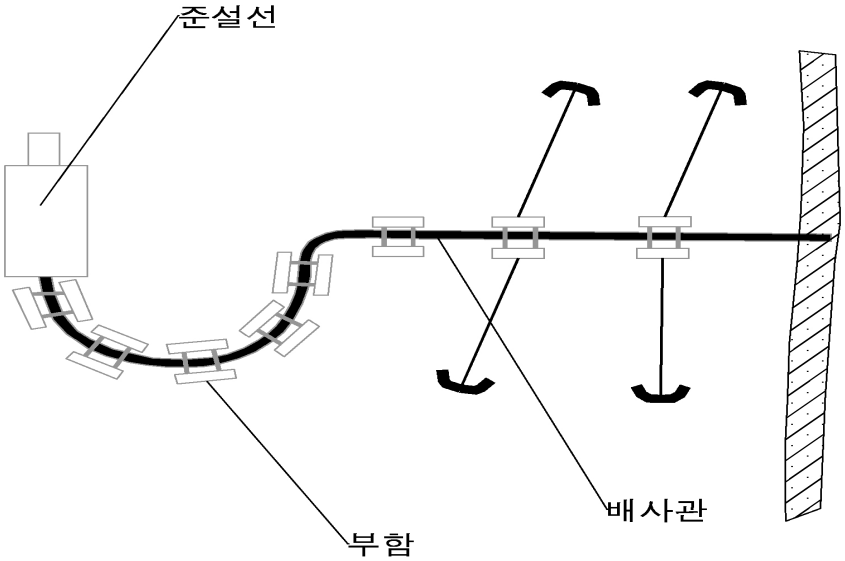
② 고무조인트는 길이 1m 로서 파이프 연결부위에 1개씩 설치한다.

③ 부함은 길이가 4.5m 이며 파이프 1본 마다 1조씩 설치한다.

④ 파이프 : 배사관길이/7m(파이프1본+고무조인트1개)

⑤ 고무조인트 : 파이프 본수 - 1(개)

⑥ 부함 : 수상관 개수와 동일하게 산정한다.



수상관 예시도

마) 침설관 부설 및 철거(본)

① 침설관 조립 및 해체로 구분하여 적용

② 침설관 포설 및 철거로 구분하여 적용

바) 배사관 부설 및 철거(본)

① 수상관, 육상관으로 구분하여 적용한다.

② 배사관의 관경을 고려하여 ϕ610mm 미만과 이상으로 구분하여 적용한다.

7) 그래브준설(㎥)

가) 그래브준설은 그래브 준설, 부속선 작업, 준설토 운반으로 구분하여 적용한다.

나) 부속선 작업은 ㎥으로 산출 적용한다.

다) 준설토 운반은 ㎥으로 산출 적용한다.

8) 쇄암선 준설(㎥)

가) 쇄암선준설은 7)그래브준설을 참고하여 산출 적용한다.

7.2.6 투기장(식)

1) 표토제거 및 벌개제근, 벌목 등은 축제공의 수량산출기준을 참조한다.

2) 투기장은 축조 및 헐기로 구분하여 적용하고 부대공의「가물막이 설치공」을 참조한다.

3) 유출수로는 축제공의 「측구」를 참조한다.

7.2.7 침사지(식)

1) 침사지는 설치 및 철거로 구분하여 적용하고 구조물공의 「터파기 및 되메우기」를 참조한다.

2) 유출 배수구는 흄관 또는 토사 측구의 유량 및 현지여건에 맞추어 설치한다.

3) 유출 배수구 주변에 오탁방지막을 설치한다.

7.2.8 운반공(㎥)

1) 운반공은 준토설 운반 및 적재로 구분하여 산출 적용하고 ㎥로 산출 적용한다.

2) 축제공의 「흙운반」을 참조하여 적용한다.

3) 흐트러진 상태를 적용하고 체적 환산계수(f)는 사토는 L=1.25(모래질 흙), 골재는 L=1.15(모래)를 적용 한다.

7.2.9 기타공

1) 장비운반

가) 장비 운반은 준설작업을 위한 장비운반으로 육상준설장비, 수중준설장비로 구분하여 적용한다.

나) 펌프준설선은 조립 및 해체로 구분하여 적용한다.

다) 그래브준설선은 조립 및 해체로 구분하여 적용한다.

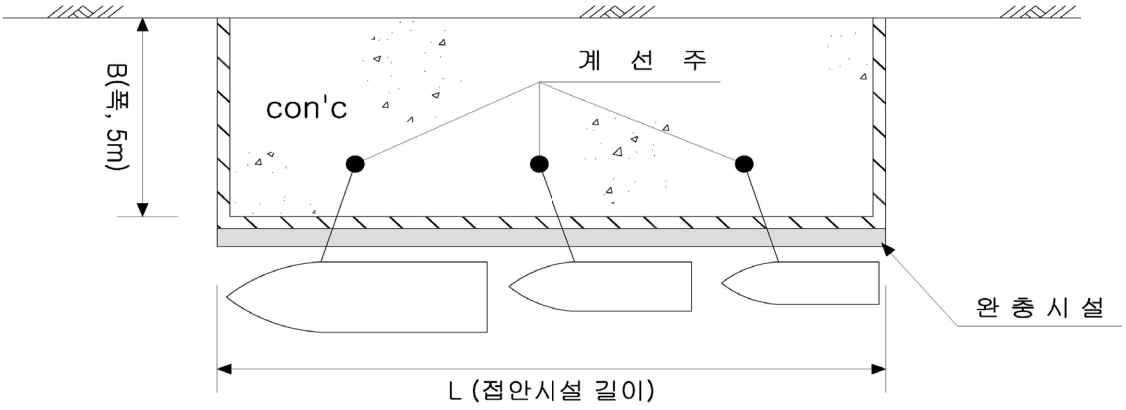
라) 준설선 운반은 육상운반을 적용하고, 현장여건에 따라 수중운반도 적용할 수 있다.

2) 부속품 운반(본)

가) 부속품 운반은 배사관 운반, 부함 운반, 고무죠인트 운반으로 구분하여 산출 적용한다.

나) 운반장비는 크레인, 트럭으로 구분하고 장비의 적용은 현장 여건에 따라 변경될 수 있다.

3) 접안시설(식)



가) 접안시설은 설치면적과 재료비 및 설치비로 구분하여 산출 적용한다.

나) 접안시설 길이(L)은 펌프선, 예선, 양묘선의 길이의 합으로 산출한다.

L=펌프선길이(45m) + 예선길이(20m) + 양묘선 길이(15m)

ex) 펌프선 (2,000HP), 예선(450HP), 양묘선(120HP)의 경우

다) Sheet-pile 사용 재료

① 설계시 검토한 규격의 자재를 사용하는 것으로 한다.

② 통상적으로 토질 조건, 지층의 두께, 현장 상황, 차수벽 심도 등에 따라 다르나 널말뚝의 사용 규격을 적용함을 원칙으로 한다.

③ Sheet pile의 설치에 필요한 자재의 7% 할증을 고려하여 자재비 및 운반비를 중량(t)으로 산출한다.

Sheet pile의 사용 중량 = m당 단위중량 × 설치 깊이 × 본당 폭 × 설치 본수 × 1.07 = ( ) t

④ Sheet pile 항타 (본) : Sheet-Pile 시공 방법별로 구분하여 산정한다.

- 설치 본 수 = 설치연장 ÷ 본당 폭 = ( ) 본

⑤ 기타사항은 제5장 차수공 수량산출서를 참조하여 적용한다.

마) 콘크리트 포장(㎥)

① 설계기준강도는 21MPa를 기준으로 하고 포장두께는 20cm를 기준으로 하여 면적으로 산출한다.

② 콘크리트 구입 및 운반량 포설량에 할증량을 가산하여 산출한다.(콘크리트 포설량의 2%를 할증)

③ 줄눈은 5m 간격으로 설치한다.

④ 와이어매쉬(#8 150×150)는 면적으로 구한다.

바) 계선주 설치 및 철거

계선주는 준설선, 예선, 양묘선의 대수와 동일하게 산출 한다.

사) 방충시설(고무방충제) 설치 및 철거

① 방충시설의 설치 및 철거로 구분하고 단위는 개로 산출한다.

② 방충시설은 Sheet pile 본 / 2 로 산출 한다.

아) 콘크리트 깨기-무근(㎥)

① 접안시설 콘크리트 전량에 대하여 산출한다.

② 단위중량은 2,300kg/㎥으로 한다.

③ 수량산출에서 인력, 기계로 구분하지 않고 단가산출에서 기계 90% + 인력 10%로 적용한다.

자) 콘크리트 폐기물처리

① 현장 내 발생되는 폐기물은 ton으로 산출한다.

② 단위중량을 (2,300kg/㎥) 적용하여 합산한다.

제 8 장
부 대 공

8.1 설계기준

8.2 수량산출 기준

8.3 부대공 표준도

8.1 설 계 기 준

8.1 설계기준

8.1.1 가도설치공

1) 공사시행 기간동안 차량의 일시적인 통행이 필요하다고 여겨지는 구간에 설치하는 도로로써, 현장에서 필요로 하는 시설물이나 작업장에 진입하기 위하여 설치하는 진입 도로를 칭한다.
2) 설치 폭은 공사용 차량의 통행이 가능하도록 최소 폭 4.0m 이상으로 하고, 현장 여건에 따라 결정한다. 또한 공사장 진입을 위한 진입도로 개설시 추후 관리 용도로 활용할 수 있도록 계획 하여야 한다.
3) 유수지역에 설치되는 공사용 가도에는 비탈면 보호시설을 설치하여 유실을 방지하여야 한다. 또한, 홍수기 유실을 고려하여 공사기간 동안 현장 여건에 따라 설치 및 철거를 1~2회 시행하도록 설계에 반영하고, 공사 완료시 정산한다.
4) 비탈면 보호시설로는 마대쌓기, 사석붙임, 블록붙임 등의 공법이 있으며 경제성, 환경성, 안정성, 시공성 등을 고려 현장여건에 맞는 공법을 선정하여야 한다.
5) 가도 비탈면의 경사는 비탈면 보호시설이 있는 경우는 1 : 1.5 이상, 비탈면 보호시설이 없는 경우에는 1 : 2.0 이상의 경사를 유지하여 유실을 방지하여야 한다.
6) 공사용 가도는 중차량을 대상으로 하므로 노체다짐을 적용한다.
7) 가도(제내측)는 인근지역의 생활, 자연환경 등을 고려하여 임시포장(기층10cm, 보조기층 20cm)을 함으로서, 민원발생을 사전에 차단하여 공사 진행에 차질이 없도록 하여야 한다.
8) 하천을 횡단하여 가도를 설치할 때는 하천의 평수위에 대한 홍수량이 통과될 수 있도록 수리검토를 하여 가배수관의 직경 및 소요 갯수를 산정하도록 하며, 가배수관의 직경을 Φ800m/m 이상으로 하고, 현장여건에 따라 조정한다.
9) 가도설치 계획고는 공사구간의 {평수위(상시수위) + 여유고(0.5m)}를 기준 한다.
   이때 평수위(상시수위)는 홍수기(6월~9월)을 제외한 기간 중 하천의 형태, 유수의 흐름 흔적, 하천의 포락 등을 고려한 평상시 흐름에서의 수위를 말한다.
10) 하천 내에 교량 구조물을 가설할 때 공사용 가교는 다음의 기준에 따라 적용한다.
   가) 폭원 100m 이상인 하천의 경우 교량 구조물 가설을 위한 공사용 가교 설치를 원칙으로 한다.
   나) 폭원 100m 이하의 하천의 경우에도 공사용 가교 설치를 원칙으로 하나 부득이한 경우 가도 축도공을 적용할 수도 있다.
      단, 반드시 가배수를 확보하여 하천 유량소통에 만전을 기해야 한다.

다) 공사용 가교의 설치 폭은 공사용 차량의 통행이 가능하도록 최소 폭 4.0m 이상으로 하고, 현장 여건에 따라 결정한다.

라) 지질조사 결과 및 공사용 장비에 의한 상재하중을 고려한 구조해석을 실시하여 설계에 적용하며, 또한 강재근입 및 인발은 지층구조에 따라 공사비의 변화가 크므로 공사완료시 정산한다.

8.1.2 가물막이

1) 하천공사의 특성상 공사구간이 대부분 수면과 접하여 있음으로 수면 아래 부분의 공사를 육상공사로 실시하여야 할 때와 제방을 횡단하는 구조물공사의 가물막이 공사를 수행할 때 적용한다.

2) 설치 폭은 현장 여건에 따라 적용한다.

3) 가물막이의 외측은 유수로 인한 유실이 방지되도록 비탈면 보호시설을 설치하여야 한다.

4) 비탈면 보호시설로는 마대쌓기, 사석붙임, 블록붙임 등의 공법이 있으며 경제성, 환경성, 안정성, 시공성 등을 고려하여 현장여건에 맞는 공법을 선정하여야 한다.

5) 가물막이 비탈면의 경사는 내측은 1 : 1.5 이상을, 외측은 1 : 2.0 이상의 경사를 유지하도록 하며, 제방을 횡단하는 구조물에 설치할 경우 사면안정 검토를 실시하여 비탈면경사를 결정하여야 한다.

6) 가물막이의 설치는 공사구간 종방향에 대하여 전구간의 설치는 지양하고 공사의 진행에 따른 공사 기간과 공사용 자재 반입 및 공사용 장비의 출입을 고려하여 구간별로 설치하여야 한다.

7) 가물막이 계획고는 호안 및 기초시설 등 설치시{평수위(상시수위) + 여유고(0.5m)}를 기준으로하고, 제방을 횡단하는 구조물을 설치할 때는 가능한한 비우기시에 가배수로를 설치하여 시행하되, 부득이 홍수시에 사업 시행할 경우 가물막이 계획고는 계획축제고를 기준하여 결정한다.

8) 하천을 횡단하는 구조물에 설치하는 가물막이는 우기시 제방의 역할을 수행해야 하므로 재료 선정과 다짐에 있어 제방과 동일한 품질을 확보하여야 한다.

8.1.3 물푸기공

1) 물푸기는 구조물 설치에 따른 터파기 공사와 제방 및 호안 공사에 따른 가물막이 설치 시 지하수의 용출과 하천수의 유입으로 인한 수중작업을 방지하기 위하여 적용한다.
2) 구조물공사, 제방 및 호안공사 등 필요 공종별로 산출하여 적용한다.
3) 투수계수가 커서 물푸기공사비가 과다할 경우에는 현장 여건을 감안하여 가제방(비탈면비닐덮기)등도 검토하여 경제성이 있도록 계획하여야 한다.
4) 물푸기 일수산정은 터파기, 거푸집설치 및 철근배근, 콘크리트타설, 양생, 거푸집철거 등의 일수를 정량적으로 산정하여야 한다.

8.1.4 운반공

1) 운반공은 공사 현장으로 반입되는 자재 및 공사용 장비의 운반에 대한 규정으로 해당 현장의 위치와 주변 도로 여건에 따라 적용함을 원칙으로 하고, 운반거리는 운반거리 조견표를 작성하여 근거로 삼는다.
2) 운반장비 및 운반속도는 “건설공사 표준품셈”의 기준에 따라 도로 여건 및 적재·공차를 구별하여 각각 적용한다.
3) 운반거리조견표

가) 중기 운반

도청소재지	
↓	거리 L1 , 이동속도 V1
보 조 도 로	
↓	거리 L2 , 이동속도 V2
주 도 로	
↓	거리 L3 , 이동속도 V3
현 장 입 구	
↓	거리 L4 , 이동속도 V4
현 장 중 심	

나) 철근 운반

공장, 하치장	
↓	거리 L1 , 이동속도 V1
보 조 도 로	
↓	거리 L2 , 이동속도 V2
주 도 로	
↓	거리 L3 , 이동속도 V3
현 장 입 구	
↓	거리 L4 , 이동속도 V4
현 장 중 심	

다) 시멘트 운반

공장, 최기역	
↓	거리 L1 , 이동속도 V1
보 조 도 로	
↓	거리 L2 , 이동속도 V2
주 도 로	
↓	거리 L3 , 이동속도 V3
현 장 입 구	
↓	거리 L4 , 이동속도 V4
현 장 중 심	

라) 콘크리트 중량 구조물 운반

공장, 하치장	
↓	거리 L1 , 이동속도 V1
보 조 도 로	
↓	거리 L2 , 이동속도 V2
주 도 로	
↓	거리 L3 , 이동속도 V3
현 장 입 구	
↓	거리 L4 , 이동속도 V4
현 장 중 심	

마) 골재

석산, 야적장	
↓	거리 L1 , 이동속도 V1
보 조 도 로	
↓	거리 L2 , 이동속도 V2
주 도 로	
↓	거리 L3 , 이동속도 V3
현 장 입 구	
↓	거리 L4 , 이동속도 V4
현 장 중 심	

8.1.5 구조물깨기공

1) 구조물깨기공은 공사구간내의 지장물 철거를 위한 것으로 기존 도면의 입수가 가능한 것은 도면에 의하여 수량을 산출한다.
2) 적용대상은 철근콘크리트 구조물 깨기, 무근콘크리트 구조물 깨기, 석축 헐기, 기존호안블록 헐기, 돌망태 철거, 가옥 철거를 기준하고, 현장 여건에 따라 필요한 항목에 대하여 추가 적용한다.
3) 지하구조물 구조물깨기의 깊이는 하상바닥고 아래 1.0m까지를 기준으로 한다.

4) 석축 및 돌망태 등의 철거에 따른 자재(깬돌, 사석, 망태석 등)는 현장 내에서 재활용 할 수 있도록 검토하고, 콘크리트 구조물 깨기에 의한 폐콘크리트는 순환골재로 사용할 수 있도록 파쇄하여 부체도로 보조기층재 및 가도용 임시포장재로의 활용을 검토하여야 한다. (순환골재의 품질기준은 「건설폐자재 재활용 도로 포장 지침, 2005, 국토교통부」 참조)

단, 현장에서 발생되는 건설폐기물을 현장에서 파쇄후 유용하여 순환 골재로 재활용하려고 계획되었지만 환경관련 규정으로는 하천 인근30m 이내는 현장유용이 불가함.

※ 건설폐기물 처리 및 재활용 업무지침(예규 제471호'12.10.29)

8.1.6 기타

1) 가설사무실 설치

가) 가설사무실은 현장사무실, 시험실, 창고, 작업장 및 편의·복지시설을 모두 포함한다.

나) 가설사무실은 설치면적은 공종별로 ㎡단위로 산정하고 그 규모는 건설기술관리법령의 규정에 의한다.

다) 현장사무실의 바닥 콘크리트는 fck=18MPa, T=100mm로 타설하고, 공사완료시 폐기물처리 한다.

라) 가설사무실의 형식은 목조, 철제 조립식, 콘테이너형을 공사기간 및 현장 여건에 따라 적용할 수 있으며, 적용 기준은 "건설공사 표준품셈"의 규정을 따른다.

마) 가설사무실 설치시 오폐수 시설공사는 관련법규에 따라 설치하여야 하며, 설치비는 견적 처리한다.

2) 세륜시설 설치

가) 공사현장 외부로 작업용 차량의 출입이 있을 때 공사 현장의 출입구에 반드시 세륜시설을 설치하여야 한다.

나) 세륜시설의 기초 콘크리트는 fck=18MPa, T=100mm로 타설하고, 공사완료시 폐기물처리 한다.



〈세륜시설 설치후 전경〉



〈작업용 차량의 세척 전경〉

3) 수질오염방지시설 설치

가) 오탁방지막

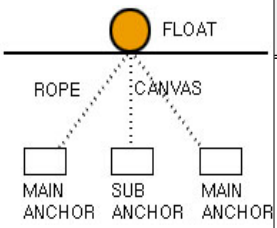
① 하천공사시 오탁수의 유출 확산으로 인한 주변 수질 및 자연환경에 피해가 발생할 우려가 있을 때에는 다음의 항목을 참조하여 현장여건에 적합한 방법으로 반드시 오탁방지막을 설치하여야 한다.



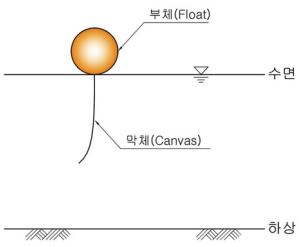
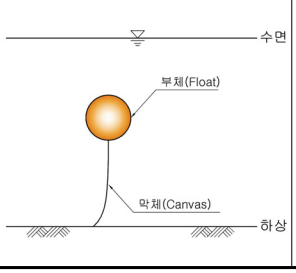
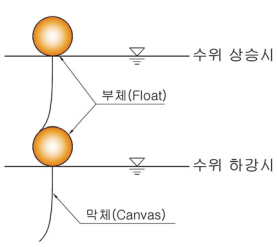
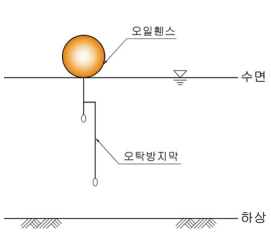
〈침사지에서 하천으로 유입시 오탁방지막 설치 전경〉

■ 오탁방지막의 구조

- 1span(20m)의 오탁방지막은 본체부와 접속부로 구성

	막체(Canvas)부	중량추	부체(Float)부
	수면하에서 오탁을 막아주는 역할 현장 조건에 따라 인장강도를 설계	부체(Float)와 맞추어 오탁방지막이 안정되게 뜰 수 있도록 무게 유지	오탁방지막 부력 유지 ·Round Type ·Plastic Cover Type 1/2부자 양쪽 Bolt 고정

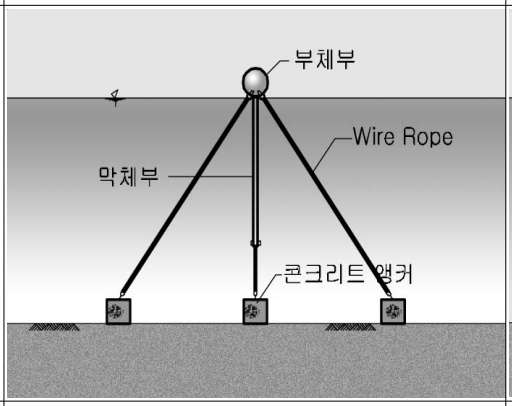
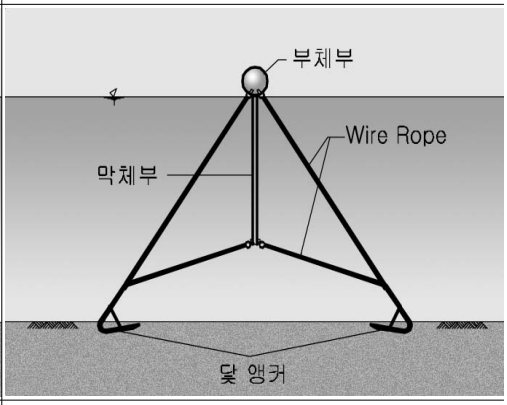
■ 오탁방지막 설치방법에 따른 분류

수하형	자립형	2중 부체(Float)형	오일훼스 겸용
수면상 부체(Float)가 있고 막체(Canvas)가 수면 아래로 내려지는 형태 (가장 많이 사용되는 형식)	부체(Float)가 수중에 위치하여 수심 깊은 곳에서 발생하는 오탁을 방지하는데 효과가 뛰어남	부체(Float)가 이중으로 되어 있어 간·만의 차에 따라 최적의 효과 발휘	오일훼스·오탁방지막을 겸해서 사용할 수 있는 훼스
			

■ 오탁방지막의 규격

- 현재 사용중인 오탁방지막의 규격이 해안기준으로 적용되고 있으므로 현장여건에 맞도록 검토 후 결정하여야 한다.

■ 앵커형식에 따른 분류

구 분	블 럭 형	닻 가 지 형
공법개요	•블록을 막체에 연결, 자중에 의해 고정	•닻가지를 막체에 연결 닻과 지반의 저항력으로 고정
구조형식		
장·단점	•앙카블럭 제작 및 설치가 용이 •깊은 수심에 적용 용이 •인양후 폐기물 처리 비용이 추가 발생 •연약지반에 장기간 거치시 매몰 현상 발생으로 인양작업 곤란 •공사비(설치 및 철거) 과다 •콘크리트 재료 사용으로 환경에 불리	•제작 및 설치 단순 •닻형 앵커 재사용 및 철거 용이 •낮은 수심에 적용 용이 •인력 설치 및 철거가 용이 •공사비가 블록형 보다 저렴 •상하 인발력 작용시 취약 •유지관리 비용 발생
적용방안	•규격 및 적용성 등을 고려하여 공사시 현장여건에 맞는 앵커 형식 결정	

■ 앵커규모 산정

- 주앵커

$$w_m \geqq \frac{F}{kcos\Theta}$$

w_m: 앵커블럭의 수중 중량

k : 앵커의 파주력 계수

θ : 와이어로프와 하상면과의 각도

- 보조앵커

$$w_s \geqq A \times \frac{P_2}{2f_1} \times a_1 \times \sqrt{a_1^2 + 4f_1^2}$$

w_s : 앵커블럭의 수중 중량

A : 보조앵커의 간격

$2a_1$: 오탁방지막 폭

f_1 : 변형률

- 앵커규모 산정시 하천 유속은 오탁방지막이 홍수시 유속을 고려하여 설계되는 본 시설물이 아님을 고려하여 평수위시의 유속을 적용하여 산정한다.

■ 오탁방지막 높이산정 검토

- 오탁방지막의 높이는 평균 수심의 1/2로 설계 적용하고 현장여건을 고려하여 시공시 변경 적용토록 한다.

② 준설선을 이용하여 공사를 시행하는 구간에 대하여는 준설선 주변에 2~3중의 오탁방지막을 설치하여 공사로 발생하는 오탁 부유물의 유출을 방지하여야 한다.

나) 침사지

공사에 의한 토사 유출을 방지하기 위하여 설치하며, 토립자의 침강속도를 고려하여 침사지의 규모를 결정한다. 침사지의 구성은 유입부와 침전부, 저류부 및 유출부로 구성하며, 유출부는 실제 침전기능에 적용한 유량의 잉여량을 조절할 수 있는 비상여수로의 기능도 갖추어야 한다.



〈침사지 설치 전경〉

4) 축중기 설치

건설현장에서 덤프트럭의 과적행위를 근본적으로 방지하기 위하여 국토해양부훈령 제325호(2009.8.17)에 의한 「건설현장 축중기 설치지침」에 따라, 도로법 제8조에 따른 도로(고속도로, 국도, 지방도 등)를 이용하는 사토 또는 순성토 운반량이 10,000㎥이상인 건설공사(진행 중인 공사는 잔량이 10,000㎥이상인 경우를 말한다) 현장의 경우 축중기 설치를 의무화하여야 한다.

5) 기타 환경오염방지시설의 설치에 관한 사항

가) 환경오염방지시설은 「건설기술관리법시행규칙 (별표15 참조)」에 의거 다음과 같은 시설이 이에 해당한다.

■ 건설기계 사용에 따른 소음·진동 방지시설

- 공사 시공중 발생되는 오수·탁수 처리시설
- 흙운반(토공사) 차량의 세륜시설 및 비산먼지 방지시설
- 공사장내의 토사유출 방지시설
- 시공중 발생되는 비산먼지·매연 방지시설
- 발파작업시 폭음·진동·암석비산 방지시설 등

나) 환경오염방지시설은 환경보전비를 구성하는 항목으로 「건설기술관리법」 제26조의5제3항 규정에 따라 전체공사를 대상으로 발주자는 건설공사의 계약체결시 환경관리비용(환경보전비, 폐기물처리비 및 재활용비)을 공사금액에 의무적으로 반영하여야 한다.

다) 환경보전비는 상기에 해당하는 시설의 설치 및 운영 또는 공사현장 주변의 정기적인 청소 및 정리정돈에 소요되는 비용을 말하며 환경보전비의 산출은 본서 또는 표준품셈에 의하여 산출하고 원가계산에 반영하여야 한다.

라) 본서 또는 표준품셈에 의하여 환경보전비의 산출이 곤란한 경우 순공사비에 일정 요율(「건설기술관리법시행규칙」 별표15 참조)을 적용하여 산출하고 원가계산에 반영하여야 한다.

마) 환경보전비의 적용은 환경보전비를 구성하는 항목중 하나 또는 전부에 대해 비용을 계상하였다면 원칙적으로 원가계산시 요율에 의한 비용 계상은 하지않는다

바) 폐기물처리 및 재활용비는 폐기물의 처리 및 재활용에 소요되는 비용으로 본서 또는 표준품셈에 의하여 산출한다.

6) 시공측량비

가) 공사를 위한 중심선측량, 종·횡단측량을 설계에 적용한다.

나) 시공측량을 완료한 후에는 다음의 기준에 따라 시공측량 말뚝을 설치하고 공사기간 동안 유지관리를 하여야 한다.

구 분	설 치 간 격
중 심 선	1개 / 측점당
제내지경계	1개 / 측점당
천단마무리	2개 / 측점당

8.1.7 직접 경비

다음의 각 항목에 대하여는 직접경비로 산출하여 공사비에 반영한다.

1) 시험비

2) 공사지 및 준공도 작성

3) 각종 표지판 설치

4) 가설사무실 부지임차료

5) 토취장 사용료 및 복구비

(복구비는 별산하고 토취장 사용료는 순성토 단위수량 단가에 환산하여 포함시킨다.)

6) 사토장 사용료

(복구비는 별산하고 사토장 사용료는 사토 단위수량 단가에 환산하여 포함시킨다.)

7) 교통정리비

8) 폐기물처리비

9) 준공표석

10) 확인보링

11) 건설공사 정기안전점검 및 초기점검 비용

12) 기타잡공사

8.2 수량산출 기준

8.2 수량산출 기준

8.2.1 수량산출 내역

<표 8.2-1> 수량산출 내역

번 호	공 종	규 격	단위	수 량	비 고
8.	부대공				
8.1	가도설치				
8.1.1	흙운반 및 다짐		㎥		
8.1.2	흙쌓기 및 헐기		㎥		
8.1.3	마대쌓기		㎡		
8.2	가물막이		㎥		
8.2.1	흙운반 및 다짐		㎥		
8.2.2	흙쌓기 및 헐기		㎥		
8.2.3	마대쌓기		㎡		
8.3	물푸기		h		
8.4	운반공				
8.4.1	중기 운반		식		
8.4.2	철근 운반		ton		
8.4.3	시멘트 운반		40kg/대		
8.4.4	콘크리트 중량 구조물 운반		ton		
8.4.5	골재 운반		㎥		
8.5	기존구조물 철거				
8.5.1	철근콘크리트 구조물 깨기				
1)	철근콘크리트 구조물 깨기	T=30㎝미만	㎥		
2)	철근콘크리트 구조물 깨기	T=30㎝이상	㎥		
8.5.2	무근콘크리트 구조물 깨기				
1)	무근콘크리트 구조물 깨기	T=30㎝미만	㎥		
2)	무근콘크리트 구조물 깨기	T=30㎝이상	㎥		
8.5.3	석축 헐기		㎡		
8.5.4	기존호안블록 헐기		㎡		
8.5.5	돌망태 헐기		㎡		
8.5.6	가옥 철거		동		
8.6	기타				
8.6.1	가설사무실 설치		㎡		

<표 8.2-1> (계속) 수량산출 내역

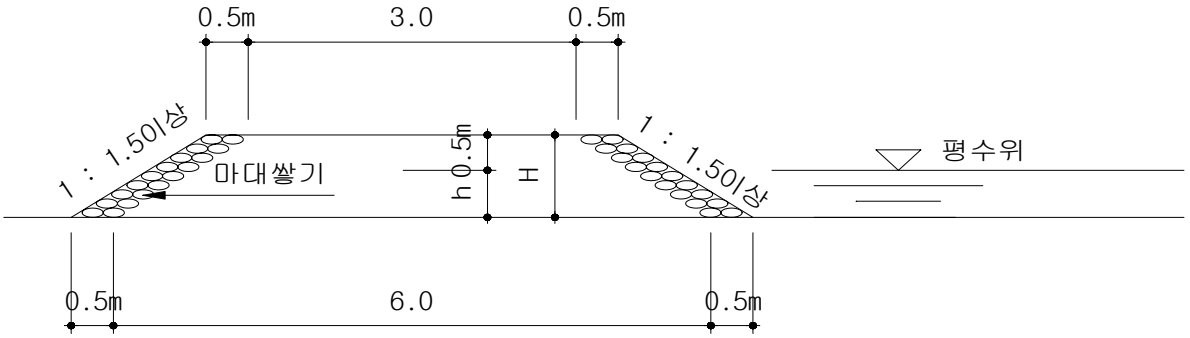
번 호	공 종	규 격	단위	수 량	비 고
8.6.2	세륜시설 설치		개소		
8.6.3	오탁방지막 설치				
1)	오탁방지막 대선 적재		경간		
2)	오탁방지막 조립 및 설치		경간		
3)	오탁방지막 해체 및 철거		경간		
4)	앵커블록 석재담기		개		
5)	앵커블록 대선적재		개		
6)	앵커블록 조립 및 설치		개		
7)	앵커블록 해체 및 철거		개		
8)	닻가지앵커 설치 및 철거		개		
8.6.4	축중기 설치		조		
8.6.5	시공측량비		개소		
1)	시공측량		㎞		
2)	시공측량말뚝		개소		
8.7	직접 경비 적용				
8.7.1	시험비		식		
8.7.2	준공표석, 공사지 및 준공도 작성		식		
8.7.3	각종 표지판		개소		
8.7.4	가설사무실 부지임차료		㎡		
8.7.5	토취장 임차료 및 복구비		㎡		
8.7.6	사토장 사용료		㎡		
8.7.7	교통정리비		식		
8.7.8	폐기물처리비		식		
1)	폐콘크리트		TON		
2)	폐아스콘		TON		
3)	혼합폐기물		TON		
4)	임목폐기물		TON		
8.7.9	확인보링		개소		
8.7.10	구조물안내표지판		개소		
8.7.11	기타잡공사		식		

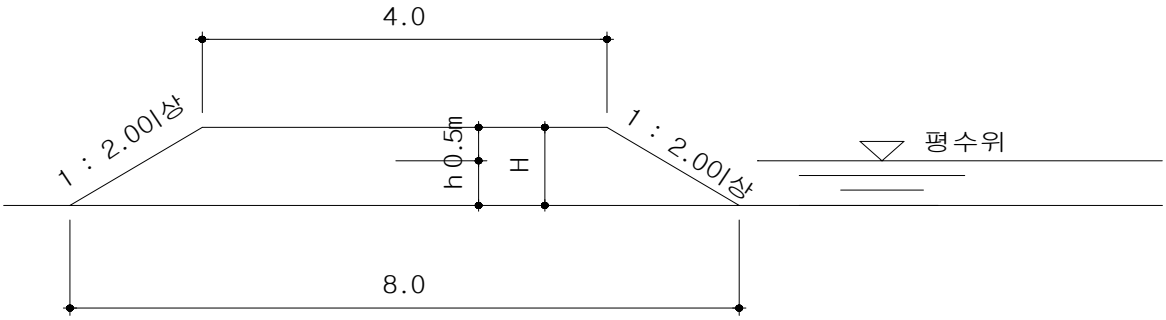
8.2.2 가도설치공

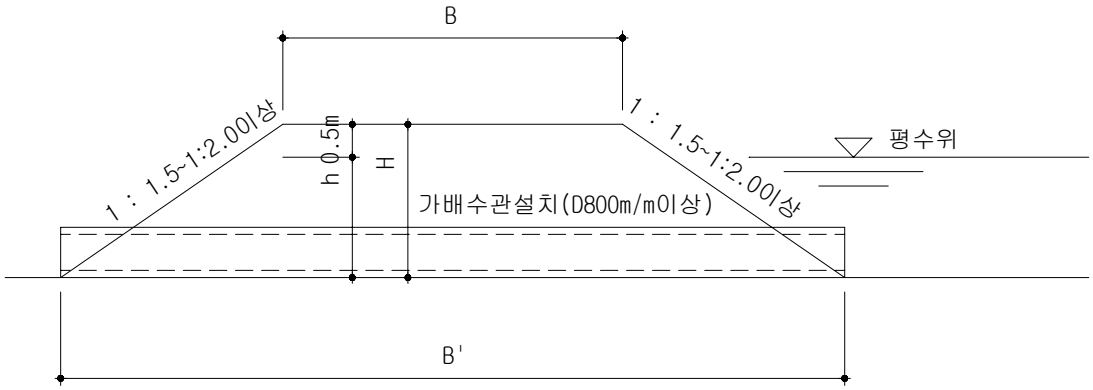
1) 가도 수량

가) 성토량 = $(B + B') \times \frac{1}{2} \times H \times L =$ ㎥

나) 마대 쌓기 면적 = $\sqrt{(1^2 + n^2)} \times H \times L =$ ㎡ (SLOPE=1:n)







다) 운반은 현장여건에 따라 처리하되 순성토 발생구간인 경우 1회만 반영한다.

라) 가도설치에 사용된 토량의 유용은 순성토구간인 경우 평수위 이상에 한하여 80%를 재유용하며, 사토구간인 경우 100% 사토처리 한다.

마) 가도의 임시포장은 필요구간에 대하여 기층 10㎝, 보조기층 20㎝로 반영한다.

바) 가도 철거에 따른 임시포장은 반드시 포장 깨기 및 폐기물 처리에 계상한다.

2) 공사용 가교 수량

가) 복공판 설치 면적 = $B \times L =$ ㎡

나) 철골가공조립 = H-BEAM + CHANNEL + ANGLE + PLATE+ 가드레일 = ton

다) 용접 (용접구간 연장 적용) = m

라) H-PILE 항타 (H-PILE 본수 적용) = 본

마) 토사 천공 (토사 천공 연장 적용) = m

바) 풍화암 천공 (풍화암 천공 연장 적용) = m

사) 연암 천공 (연암 천공 연장 적용) = m

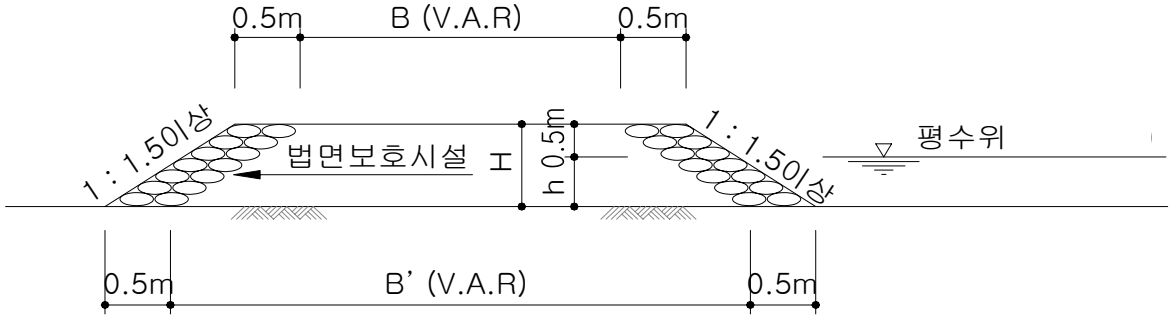
아) H-PILE 항타에 있어 지반 천공 후 항타와 직접항타를 구분하여 각각의 지층 구조에 맞는 장비를 조합하여 적용한다.

8.2.3 가물막이

1) 수량 (호안기초)

가) 성토량 = $(B + B') \times \frac{1}{2} \times H \times L =$ ㎥

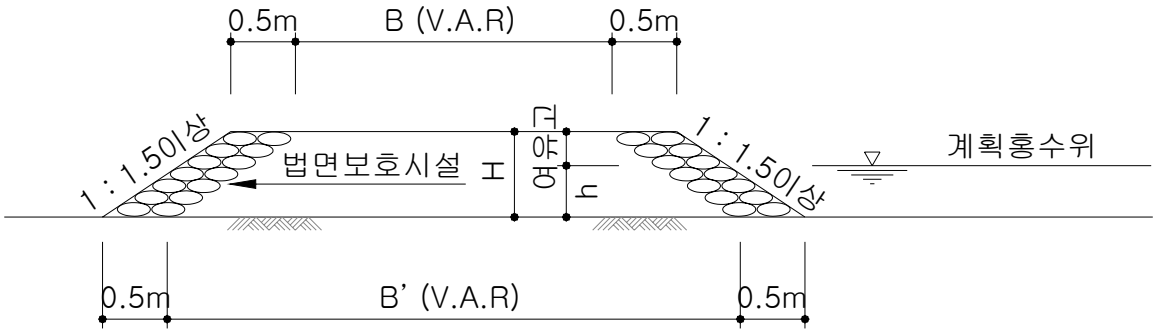
나) 마대 쌓기 면적 = $\sqrt{(1^2 + n^2)} \times H \times L =$ ㎡ (SLOPE=1:n)



2) 수량 (제방횡단 구조물)

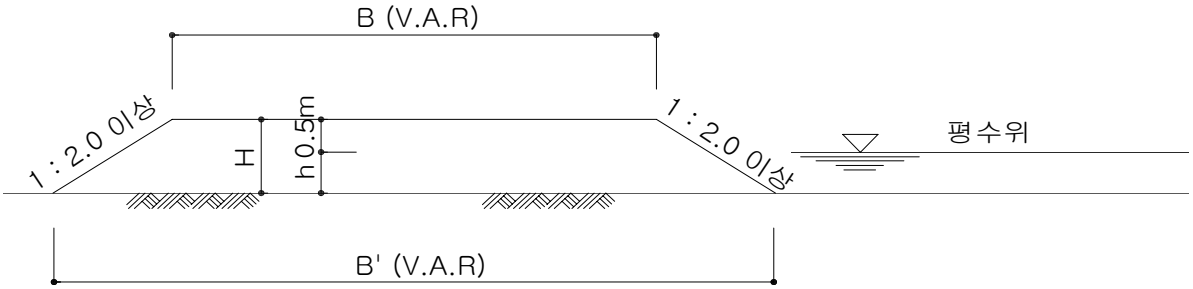
가) 성토량 = $(B + B') \times \frac{1}{2} \times H \times L =$ ㎥

나) 마대 쌓기 면적 = $\sqrt{(1^2 + n^2)} \times H \times L =$ ㎡ (SLOPE=1:n)



3) 수량 (기타공사 : 하도정비공의 반체절 등)

가) 성토량 = $(B + B') \times \frac{1}{2} \times H \times L =$ ㎥



나) 가물막이설치에 사용된 토량의 유용은 순성토구간인 경우 80% 재유용하며, 사토구간인 경우 100% 사토처리 한다.

8.2.4 물푸기공

1) 구조물공사

가) 물푸기 소요 시간

① {터파기 수량(㎥) ÷ 터파기 장비 작업 능력(㎥/h)} + 작업 준비시간(2h) = h

② 거푸집 조립 수량(㎡) ÷ 형틀목공 작업 능력(㎡/h) = h

③ 철근 조립 수량(ton) ÷ 철근공 작업 능력(ton/h) = h

④ 콘크리트 타설 수량(㎥) ÷ 콘크리트 타설 장비 작업 능력(㎥/h) = h

⑤ 거푸집 해체 : {거푸집 조립 수량(㎡) ÷ 형틀목공 작업 능력(㎡/h)} × 50% = h

⑥ 기타 소요 공종의 경우 필요시 반영 = h

※ 계 = ① + ② + ③ + ④ + ⑤ + ⑥

2) 제방 및 호안공사

가) 평수위 또는 상시수위 이하에 해당하는 수량을 물푸기 대상 작업량으로 한다.

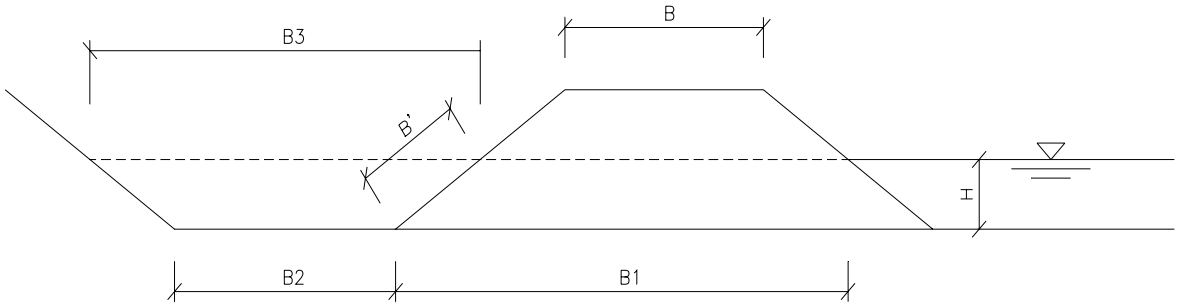
나) 제방공사 물푸기 소요 시간

{토공 수량(㎥) ÷ 토공 장비 작업 능력(㎥/h)} + 작업 준비시간(2h) = h

다) 호안공사 물푸기 소요 시간

{호안공 수량(㎡) ÷ 호안공 장비 및 인력 작업 능력(㎡/h)} = h

3) 물푸기 수량 산출



가) 침투유량 계산

침투유량 $Q_1 = K \times i \times A$

여기서 K : 투수계수 = $1 \times 10^{-3} cm/s$

(토질조사 성과가 있을 경우는 해당 성과를 적용한다)

i : 동수경사 = $(\frac{H}{2}) \div B_1$

A : 침투단면적 = (B' + B_2) × L (L=가물막이 종방향 연장)

나) 담수량 계산

담수량 $Q_2 = A' \times L = (B_2 + B_3) \times \frac{1}{2} \times H \times L$

다) 양수기 설치 수량 산정

- 양수기 설치 수량 = 침투유량 Q_1 ÷ 양수기 1대당 양수능력
- 담수량 처리 = 작업 준비시간 2h 적용

8.2.5 운반공

1) 중기 운반

가) 도청소재지로부터 현장까지의 운반거리를 적용한다.

(준설선 운반은 해당 운반거리를 산출하여 적용)

나) 비자주식 장비와 자주식 장비를 구분하여 적용한다.

2) 철근 운반

가) 공장도 또는 공사 현장 최근지역 하치장으로부터의 운반거리를 적용한다.

나) 운반거리에 따른 구역화물 운반비를 적용한다.

다) 상차비 및 하차비를 각 1회씩 적용하되, 인도조건에 따라 변경한다.

3) 시멘트 운반

가) 공장도 또는 공사 현장 최기역레일도 중 현장실정에 따라 운반거리를 적용한다.

나) 운반거리에 따른 구역화물 운반비를 적용한다.

다) 상차비 1회 및 하차비를 2회를 적용하되, 인도조건에 따라 변경한다.

4) 콘크리트 중량 구조물 운반

가) 공장으로부터 현장까지 운반거리를 적용한다.

나) 운반거리에 따른 구역화물 운반비를 적용한다.

다) 상차비 1회 및 하차비 1회를 적용하되, 인도조건에 따라 변경한다.

5) 골재 운반

가) 골재장으로부터 현장까지 운반거리를 적용한다.

나) 골재종류별 단위중량을 고려하여 적재량을 산출하고 운반거리에 따른 덤프트럭(15ton) 운반비를 적용한다.

다) 현장내에서 소운반이 필요한 경우 현장 여건에 따라 추가 반영한다.

8.2.6 구조물깨기공

1) 철근콘크리트 구조물 깨기 (㎥)

가) 기존의 철근콘크리트 구조물 전량에 대하여 수량을 산출한다.

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

나) 단위중량은 2,400kg/㎥으로 한다.

다) 수량산출에서 인력, 기계로 구분하지 않고 단가산출에서 기계 90% + 인력 10%로 적용한다.

라) T=30㎝이상과 T=30㎝미만으로 구분하여 수량산출 및 단가 적용한다.

2) 무근콘크리트 구조물 깨기 (㎥)

가) 기존의 무근 콘크리트 구조물 전량에 대하여 수량을 산출한다.

(배수관 날개벽, 중력식 옹벽, 콘크리트 측구, 중분대, 집수정, 접안시설 등)

나) 단위중량은 2,300kg/㎥으로 한다.

다) 수량산출에서 인력, 기계로 구분하지 않고 단가산출에서 기계 90% + 인력 10%로 적용한다.

라) T=30㎝이상과 T=30㎝미만으로 구분하여 수량산출 및 단가 적용한다.

3) 석축헐기 (㎡)

가) 35cm×35cm 규격의 깬돌 및 견치석을 기준하되, 현장 여건에 따라 조정하여 적용한다.

나) 메쌓기와 찰쌓기를 구분하여 수량 산출 및 단가 적용한다.

다) 석축돌을 타 목적으로 유용할 때는 재활용 목적에 따라 소할비용을 별도로 계상한다.

4) 기존호안블록 헐기 (㎡)

가) 콘크리트 호안블록을 기준하되, 현장 여건에 따라 조정하여 적용한다.

나) 수량산출시 인력, 기계로 구분하지 않고 단가산출에서 기계 90% + 인력 10%로 적용한다.

다) 인력은 호안블록 붙이기의 50%를 적용하고, 기계는 백호우 0.7㎥를 이용한 들어내기를 적용한다.

5) 돌망태 헐기 (㎡)

가) 돌망태 헐기는 도면 또는 현장 실측을 통하여 산출한 수량을 적용한다.

나) 수량산출시 인력, 기계로 구분하지 않고 단가산출에서 기계 90% + 인력 10%로 적용한다.

다) 인력은 돌망태설치의 50%를 적용하고, 기계는 백호우 0.7㎥를 이용한 들어내기를 적용한다.

라) 돌망태돌을 타 목적으로 유용할 때는 재활용 목적에 따라 소할비용을 별도로 계상한다.

6) 가옥철거 (동)

가) 공사 구간 내에 편입되는 가옥수를 조사하여 적용한다.

나) 단가산출은 가옥 1동당 백호우(0.7㎥)가 4h 작업하는 것으로 산출함을 원칙으로 하고, 현장여건에 따라 적용한다.

8.2.7 기타

1) 가설사무실 설치

가) 가설사무실 설치 면적 : 직접노무비의 총금액으로 규모 결정

- 현장사무실 : ㎡
- 시험실 : ㎡
- 창 고 : ㎡
- 작업장 : ㎡
- 편의·복지시설 : ㎡

나) 현장사무실 바닥 콘크리트 : ㎥ (f_{ck}=18MPa, T=100mm)

다) 현장사무실 바닥 콘크리트는 인력 타설로 적용한다.

① 가설사무실 설치 면적

- 현장사무실 : 감독·감리자 350 ㎡ 수급자 430 ㎡
- 기자재창고 : 120 ㎡
- 숙 소 : 350 ㎡
- 시 험 실 : 100 ㎡
- 부 지 면 적 : 5,200 ㎡ (건축물 면적의 4배)

② 현장여건에 따라 발주청과 협의 후 조정할 수 있다.

2) 세륜시설 설치

가) 자동세륜기 : 개소

나) 단가 : 견적처리

다) 기초시설을 위한 콘크리트 구조물은 인력타설로 적용한다(f_{ck}=18MPa, 무근).

라) 세륜시설에 사용되는 세척수는 차량의 진출입량을 기준하며 세척수는 약 0.5ℓ/대 기준으로 물탱크로 운반 공급함을 원칙으로 하고, 현장여건에 따라 적용한다.

마) 소요되는 전력비는 총 가동시간을 적용한다.

3) 오탁방지막 설치

가) 오탁방지막 설치 면적 = 설치 연장 (L) × 수직 길이 (H) = ㎡

나) 오탁방지막은 현장여건에 따라 설치방법을 결정하여 적정한 강도의 자재(막체, 앵커, 로프 등)를 선정하여 적용한다.

다) 오탁방지막의 수직 길이(H)는 평균 수심의 1/2을 기준으로 하되 현장여건에 따라 조정하여 적용한다.

라) 준설구간에 대한 오탁방지막의 설치는 부유토사의 정도에 따라 2~3중으로 설치함을 원칙으로 하고, 현장여건에 따라 적용한다.

4) 축중기 설치

가) 덤프차량이 도로법 제8조 규정에 의한 도로로 운반하는 사토, 순성토 및 유용토 등 토공량 합계가 500,000㎥이하는 계측기 1조, 500,000㎥이상은 계측기 2조를 설치한다.

5) 시공측량비

가) “건설공사 표준품셈”의 기준을 기준하여 외업 및 내업의 소요 인원을 산출한다.

나) 시공측량 말뚝 설치 기준

구 분	설 치 간 격
중 심 선	1개 / 측점당
제내지경계	1개 / 측점당
천단마무리	2개 / 측점당

8.2.8 직접 경비 적용

1) 시험비

가) 설계수량에 의하여 적용하며 1식 단위로 산정한다.

나) 시험의 종류 및 실시 횟수는 건설기술관리법령에 의하여 산정한다.

2) 공사준공 표석, 준공지, 준공도

가) 공사 준공지는 공사의 종류와 규모에 따라 작성 여부를 결정하며 필요시 이를 설계에 반영한다.

나) 준공도는 CD-ROM으로 작성함을 원칙으로 하고 이를 설계에 반영한다.
(시설물의 안전진단에 관한 특별법 제17조)

다) 준공표석에는 공사명, 설계자, 시공자 및 준공년월일 등이 표기된 화강암으로 제방의 시·종점 부근에 견고하게 설치하여야 하며, 이에 필요한 경비는 설계에 반영하여야 한다.

3) 각종 표지판 설치

가) 공사안내표지판의 규격을 2.4m×1.2m로 하여 식별이 용이하게 한다.

나) 설치위치는 공사 시·종점 및 진입지점 등에 설치하는 것을 원칙으로 하며 필요시 현장여건에 따라 추가로 설치한다.

4) 가설사무실 부지임차료

가) 가설사무실의 설치 지점이 사유지일 때 적용한다.

나) 부지임차료의 산정은 가설사무실 설치에 따른 부지 면적을 그 대상으로 한다.

다) 적용 면적 = (현장사무실 + 시험실 + 창고 + 작업장 + 편의·복지시설)× 3배

- 적용 면적 = 건축물 설치면적 × 4배 적용

라) 부지임차료는 가설사무실의 설치지점에 대한 공시지가를 기준하여 산정하고 이를 설계에 반영한다.

부지임차료 = 적용면적 × 공시지가 × 작업기간(월)/12개월 × 10%

5) 토취장 사용료 및 복구비

가) 토취장 사용료는 토취장이 사유지 일 때 적용하며, 사용료(토취료) 및 복구비를 설계에 반영한다. 단, 현지 여건에 따라 변동이 많고 해당 지자체마다 요구 조건이 상이하므로 미확정 수량으로 하여 PS(Provisional Sum)단가로 적용함을 원칙으로 한다.

나) 토취장 복구비는 토취장 사용 계획에 의하여 산출된 토취장 면적을 그 대상으로 복구 계획도에 의하여 별도 산정하되, 절토사면에 대한 거적덮기를 적용한다.

다) 토취료 = 토취량 × 해당 지자체 최저골재가의 50%

※ 복구비는 별산하고 토취장 사용료는 순성토 단위수량 단가에 환산하여 포함시킨다.

6) 사토장 사용료

가) 사토장 사용료는 사토장이 사유지인 경우에 적용하며, 사용료와 완료시 정지비를 설계에 반영한다.

나) 사토장 사용료 = 임대면적 × 공시지가 × 사용기간(년) × 10%

※ 복구비는 별산하고 사토장 사용료는 사토 단위수량 단가에 환산하여 포함시킨다.

7) 교통정리비

가) 교통정리비는 공사 현장의 출입구가 도로와 접하고 있으나 통행을 제한할 수 있는 시설물이 설치되어 있지 않은 경우에 반영한다.

나) 교통정리 지점 개소 당 보통인부 1인을 기준하여 산출하되 공사예정공정표의 교통정리 필요 기간을 반영한다.

■ 교통정리비 = 1인/일 × 노임 × 25일/월 × 개소수 × 기간(월)

8) 폐기물처리비

가) 공사 현장 내에서 발생되는 모든 폐기물에 대하여 종류별 (폐콘크리트, 폐아스콘, 혼합폐기물, 임목폐기물)로 수량을 산출하고, 종류별 단위중량을 적용하여 합산한다. (단위:ton)

나) 지장 가옥의 경우 수량 산출에 있어 「건설공사 표준품셈」에서 제시하는 다음의 기준을 적용할 수 있으며, 현장 여건에 따라 정산한다. 특히 폐비닐 및 나무뿌리는 계근을 원칙으로 한다.

다) 임목폐기물은 현장내 처리하여(파쇄, 분쇄) 우드칩, 톱밥, 퇴비원료 등으로 사용하되 현장여건에 따라 탄력적으로 적용한다.

※ 석면 처리용역 및 수량산출 용역 자료 삽입 필요

<표 8.2-2> 건설공사 표준품셈 기준 (단위 : ton/㎡)

구 분			콘크리트류	금속 및 철재류	혼합 폐기물	계
건축물신축	주거용	단독주택	0.018	0.0016	0.0064	0.0260
		아 파 트	0.020	0.0020	0.0083	0.0303
	업무용	철근콘크리트조	0.019	0.0024	0.0064	0.0278
		철골조	0.012	0.0018	0.0064	0.0202
		철골철근콘크리트조	0.021	0.0040	0.0072	0.0322
	공공용	철근콘크리트조	0.018	0.0022	0.0088	0.0290
		철골조	0.012	0.0018	0.0056	0.0194
		철골철근콘크리트조	0.018	0.0040	0.0056	0.0276
건축물해체	주거용	단독주택	1.409	0.048	0.203	1.660
		아 파 트	1.566	0.061	0.169	1.796
	업무용	철근콘크리트조	1.488	0.073	0.135	1.696
		철골조	0.937	0.055	0.135	1.127
		철골철근콘크리트조	1.644	0.122	0.152	1.918
	공공용	철근콘크리트조	1.409	0.067	0.118	1.594
		철골조	0.937	0.055	0.118	1.110
		철골철근콘크리트조	1.409	0.122	0.118	1.649

다) 「자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률」에서 규정하여 재활용이 가능한 폐기물은 관련 규정에 따라 처리하고 그 비용을 반영한다.

라) 재활용이 불가능한 폐기물은 전문폐기물 업체에 위탁하여 처리하고 그 비용은 견적으로 반영한다.

마) 건설현장에서 발생하는 폐기물의 처리비는 건설폐기물의 적정처리를 위하여 “공사의 (건설산업기본법 제2조제4호의 규정에 의한 건설공사에 한한다) 발주자가 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률의 적용대상인 경우로서 그 공사에서 발생되는 건설폐기물의 처리를 위탁하는 때에는 그 공사의 발주와 분리하여 위탁하여야 한다” 하도록 「폐기물관리법 시행규칙 제10조 및 별표 4 제5호 가목 (4)」에서 규정하고 있으므로, 관계규정에 의거하여 폐기물처리의 분리발주 여부를 결정·적용하여야 한다.

9) 확인보링

가) 단위는 개소로 산정한다.

10) 구조물안내표지판

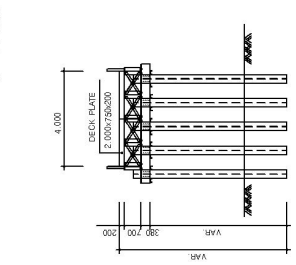
가) 단위는 개소로 산정한다.

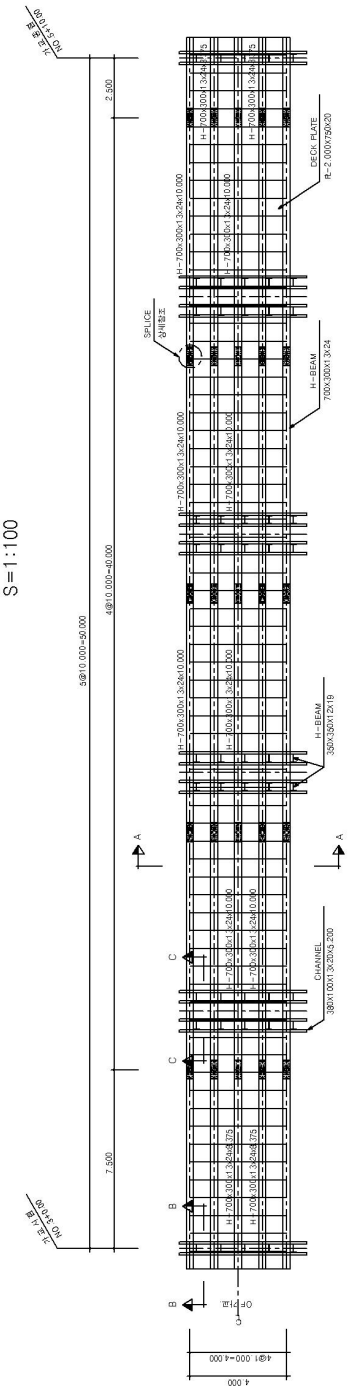
11) 기타잡공사

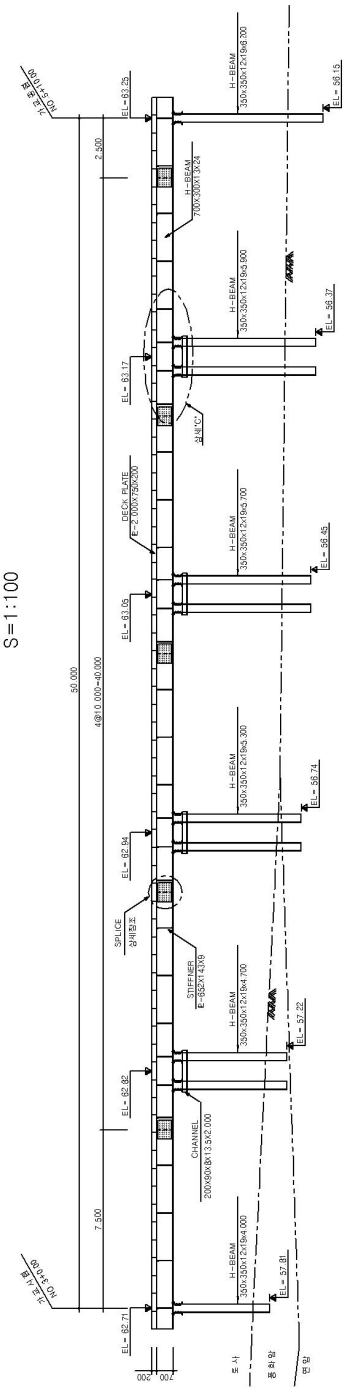
가) 단위는 식으로 산정한다.

8.3 부대공 표준도

가 교 상 세 도 (1)

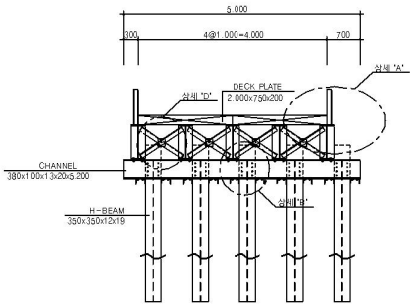

횡 단 면 도 S=1:100
4.000
DECK PLATE
2.000×750×200
200
700
380
VAR
VAR


평 면 도 S=1:100
5@10.000=50.000
4@10.000=40.000
2.500
7.500
4.000
SPLICE
H-BEAM
700×300×13×24
DECK PLATE
t=2.000×750×200
CHANNEL
380×100×13×20kg/m 2.000
A
B
C

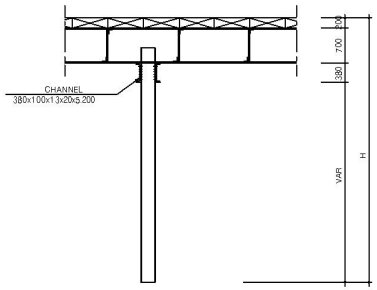

종 단 면 도 S=1:100
50.000
4@10.000=40.000
2.500
7.500
H-BEAM
350×350×12×19×8.000
H-BEAM
700×300×13×24
DECK PLATE
t=2.000×750×200
SPLICE
STIFFNER
CHANNEL
200×80×8×11.5×2.000
EL=63.25
EL=63.17
EL=63.05
EL=62.94
EL=62.82
EL=62.71
EL=66.15
EL=66.37
EL=66.45
EL=66.74
EL=67.22
EL=67.81
700
200

가 교 상 세 도(2)

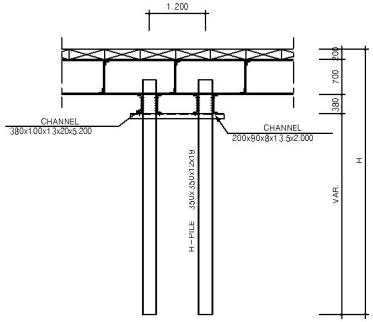
단 면 A-A
S=1:50



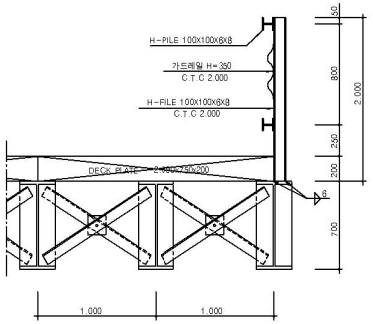
단 면 B-B
S=1:50



단 면 C-C
S=1:50



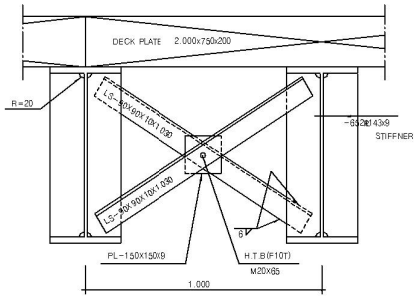
상 세 "A"
S=1:20



(2M 당)

공 종	규 격	길 이	수 량	중 량	비 고
DELINEATOR			0.4EA	0.4EA	NET
가드 레일	H=350	2.000M	2EA	4.000M	"
WELDING	▷8	0.200M	18EA	3.200M	"

상 세 "D"
S=1:10



(1개소당)

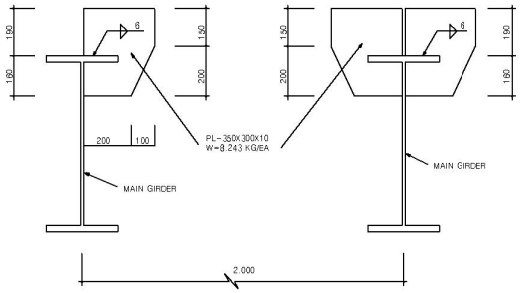
공 종	규 격	길 이	수 량	중 량	비 고
PLATE	150X150X9		1	2.826	KG
ANGLE	90X90X10	1.135	2	33.823	"
H.T.B(F10T)	M20X60		1		
구멍 뚫 기	Ø23 (T=16)		1		
"	Ø23 (T=10)		2		
WELDING	▷6	1.500			M

STIFFENER

(1개소당)

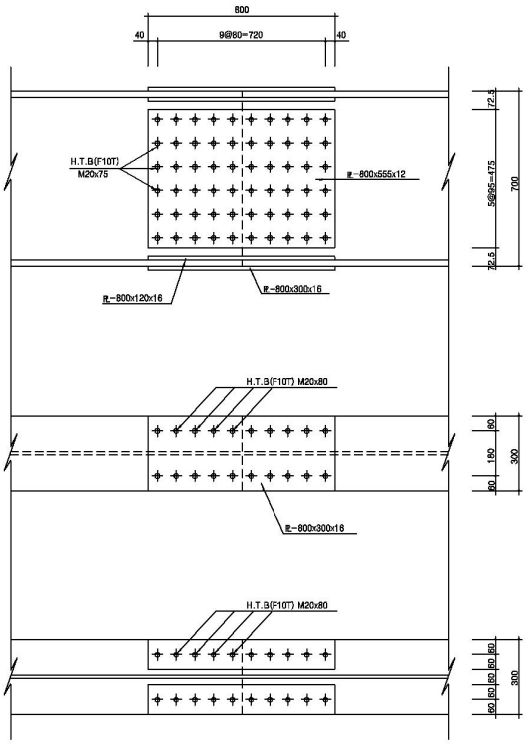
공 종	규 격	길 이	수 량	중 량	비 고
PLATE	652X143X9		2	19.757	KG
WELDING	▷8	1.880			M

DECK PL 미끄럼방지용 PLATE 상세도



가 교 상 세 도(3)

SPLICE 상 세 도
S=1:10

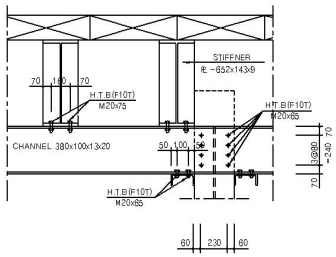


SPLICE 재 료 표

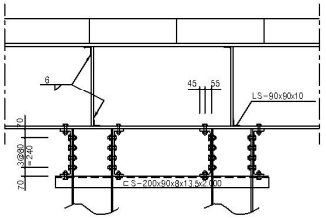
(1개소)

품 종	규 격	길 이	수 량	단위중량	총중량	비 고
H.T.B	(F10T)M20x80		40			
H.T.B	(F10T)M20x75		60			
PLATE	800x555x12		2	0.042	0.084	
PLATE	800x300x16		2	0.030	0.060	
PLATE	800x120x16		4	0.012	0.048	
DRILLING	T=16MM		80			
DRILLING	T=12MM		120			
CUTTING	T=16MM		11.76M			
CUTTING	T=12MM		5.42M			

상 세 "B"
S=1:20



상 세 "C"
S=1:20



(1개소당)

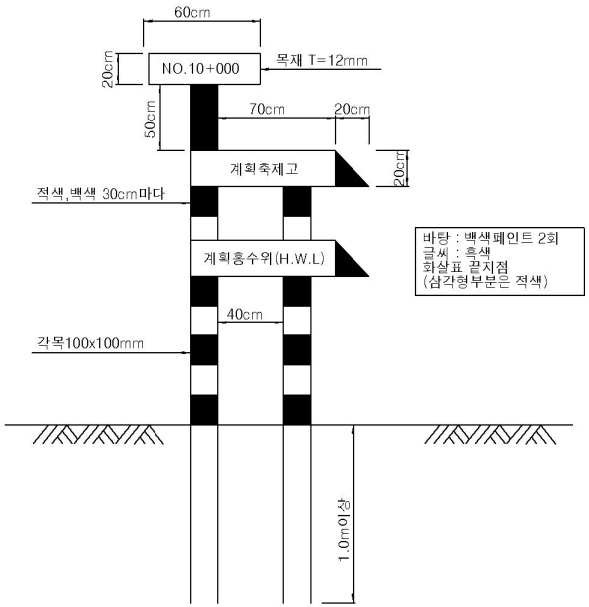
품 종	규 격	길 이	갯 수	중 량	비 고
H.T.B(F10T)	M 20 X 65		24		
・	M 20 X 75		4		
구멍 볶 기	Ø23 (T=24)		4		
・	Ø23 (T=20)		16		
・	Ø23 (T=13)		12		

강 재 재 료 표

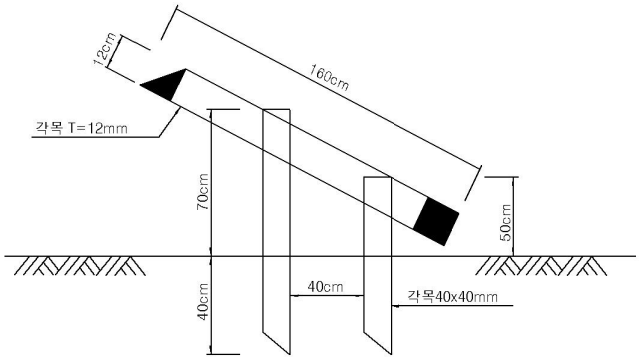
품 종	규 격	단 위	길 이(M)	수 량(EA)	단위중량(T/M)	총중량(T)	비 고
DECK PLATE	200X750X2.000	TON		138	0.280	38.640	
H-BEAM	700X300X13X24	・	10.000	20	0.185	37.000	
		・	8.375	5	0.185	7.747	
		・	3.375	5	0.185	3.122	
	350X350X12X19	・	4.300	5	0.137	2.946	
		・	5.000	10	0.137	6.850	
		・	5.600	10	0.137	7.672	
		・	6.000	10	0.137	8.220	
		・	6.200	10	0.137	8.494	
		・	6.500	5	0.137	4.453	
	100X100X6X8	・	2.000	52	0.0172	1.789	
		・	52.000	2	0.0172	1.789	
		・				128.722	
CHANNEL	380X100X13X20	・	5.200	20	0.0673	6.999	
	200X90X8X13.5	・	2.000	40	0.0303	2.424	
		・				9.423	
ANGLE	90X90X10	・	1.030	240	0.0133	3.288	
PLATE	150X150X9	・		120		0.191	
	652X143X9	・		300		1.976	
	350X300X10	・		16		0.132	
		・				2.299	
H.T.B(F10T)	M20X75	EA		1700			
	M20X80	EA		1000			
	M20X65	EA		1320			
가드레일(가교)	H=350	M		104.000			

규 준 틀 표 준 도

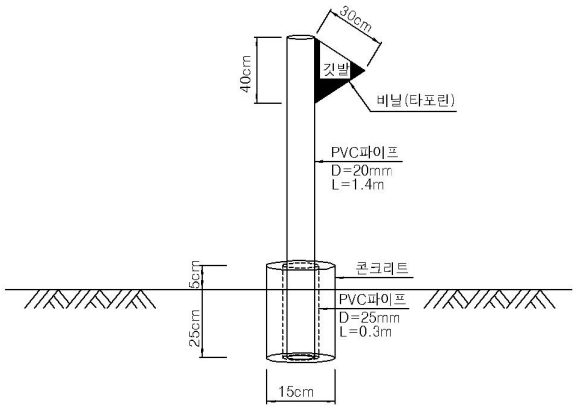
수 평 규 준 틀



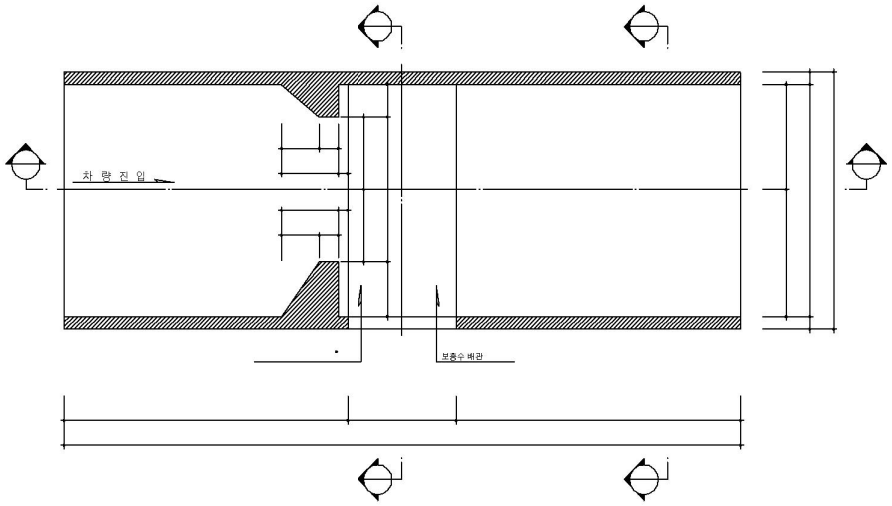
비 탈 규 준 틀



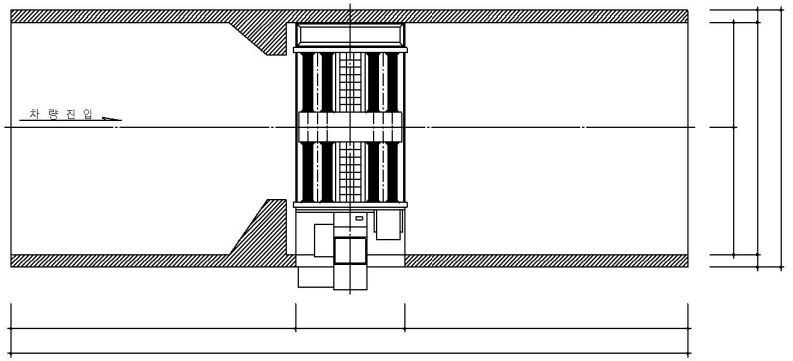
노 선 안 내 깃 발



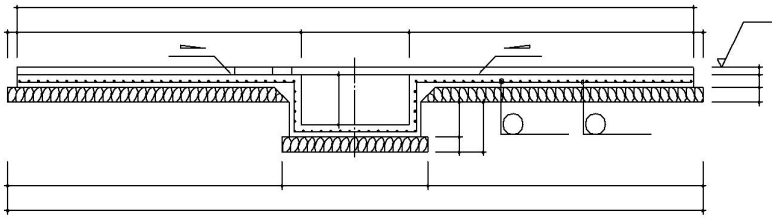
세 륜 시 설



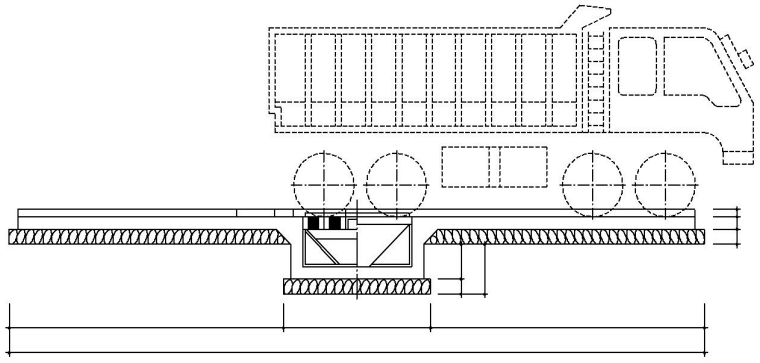
평 면 도



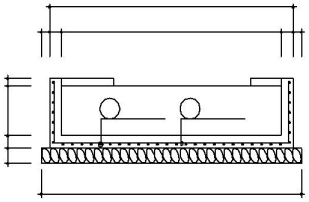
평 면 도



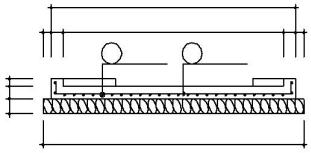
㉠ 단 면 도



㉠ 단 면 도



㉡ 단 면 도



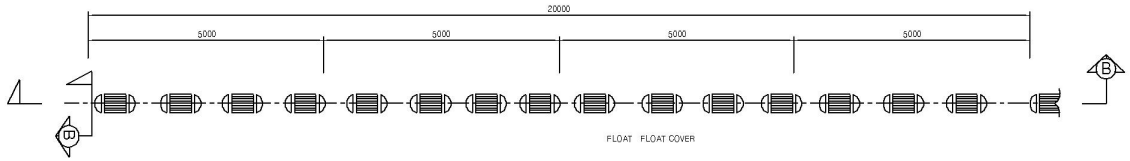
㉢ 단 면 도

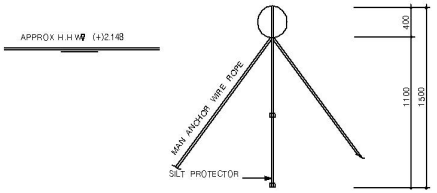
(주) 1. *표시는 현장사정에 의해 조정이 가능함.

(주) 2. 전원 CABLE 및 보충수 배관은 사정에 의해 현장 조정이 가능함.

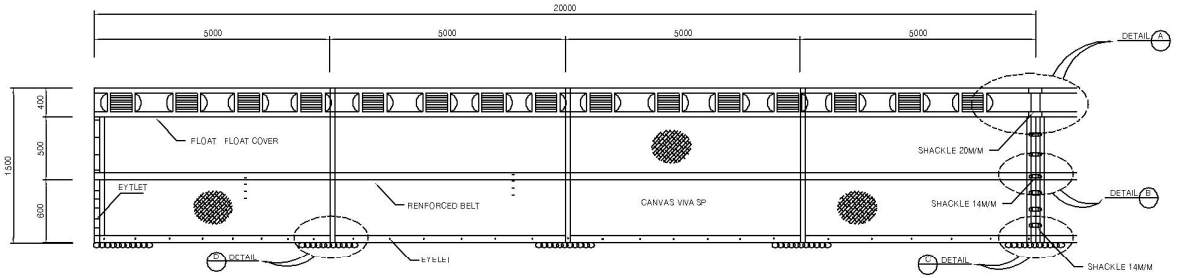
오 탁 방 지 막 (SILT PROTECT)

평 면 도
S = 1 : 50

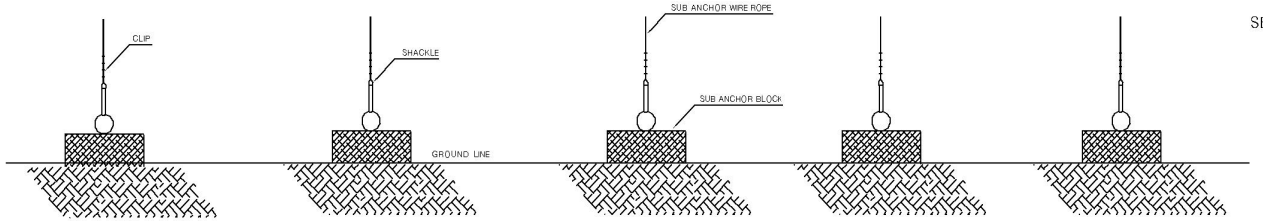


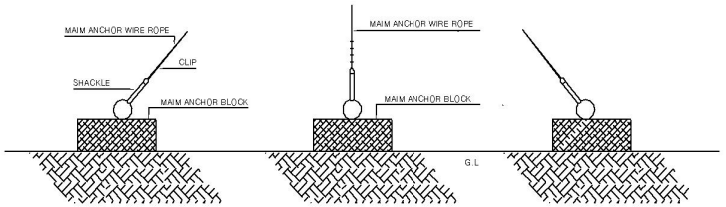


입 면 도
S = 1 : 50



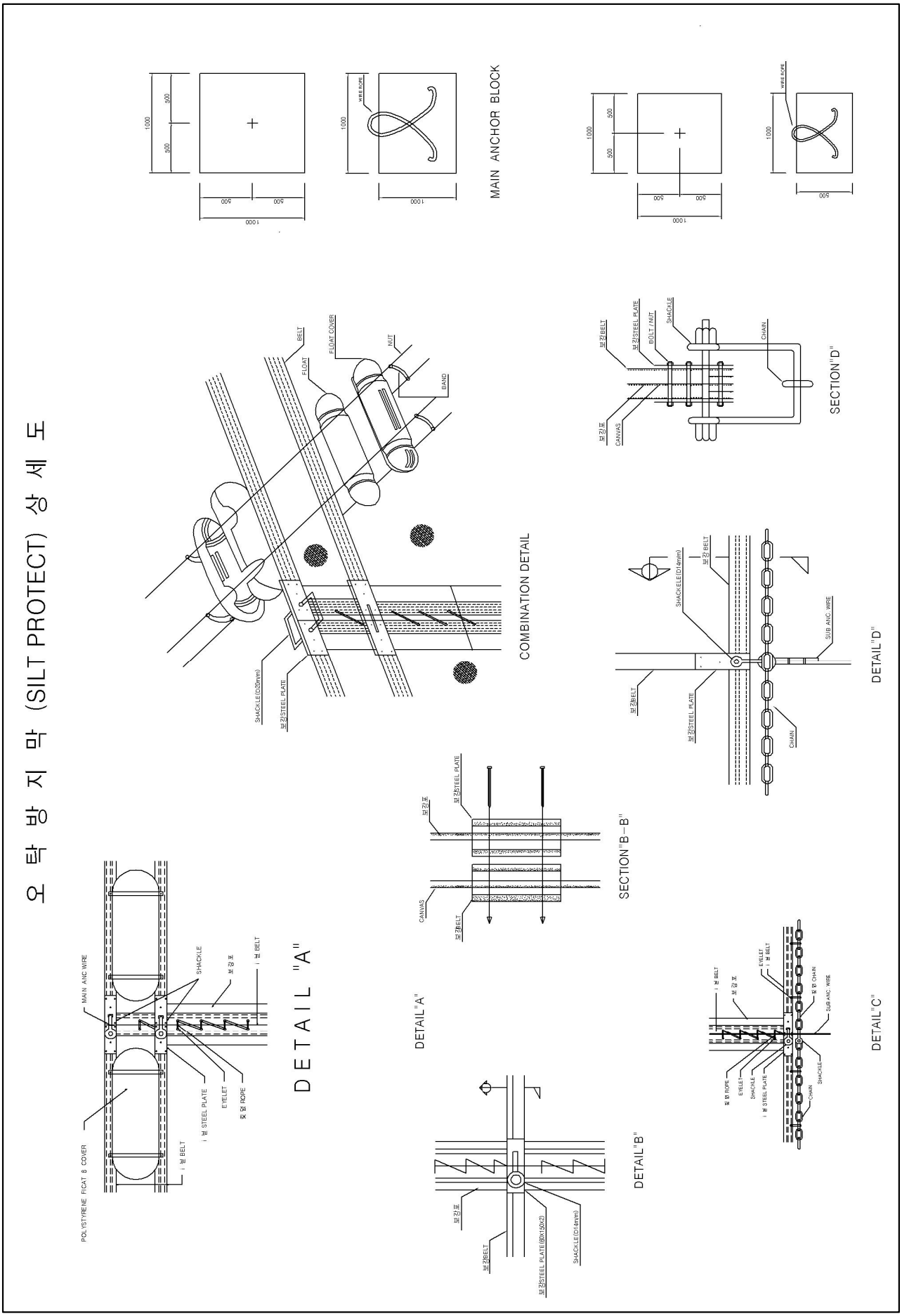
SECTION A-A
S = 1/50MM



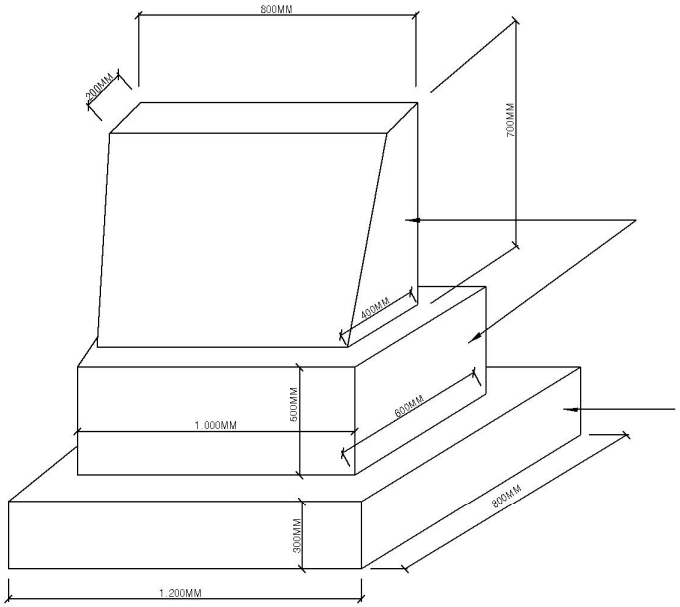


SECTION B-B
S = 1/30MM

오 탁 방 지 막 (SILT PROTECT) 상 세 도



준 공 표 지 판



(정 면)

0 0 제

(후 면)

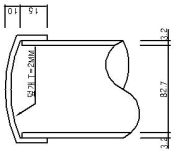
공 사 개 요:
착 공 일:
준 공 일:
시 행 청:
설 계 자:
감 리 자:
시 공 자:

단 위 수 량 표

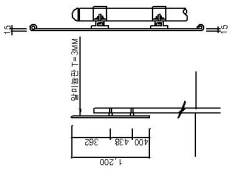
공 종	규 격	단 위	수 량	비 고
기초콘크리트	25-180-6	M^3	0.290	
기초거푸집	6회	M^2	1.200	
화 강 암		EA	2	

구조물안내 표지판 구조도

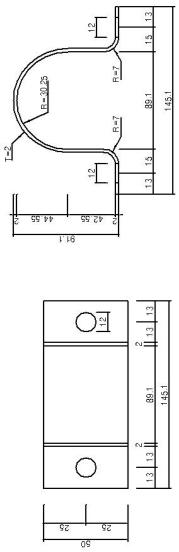
덮개상세도



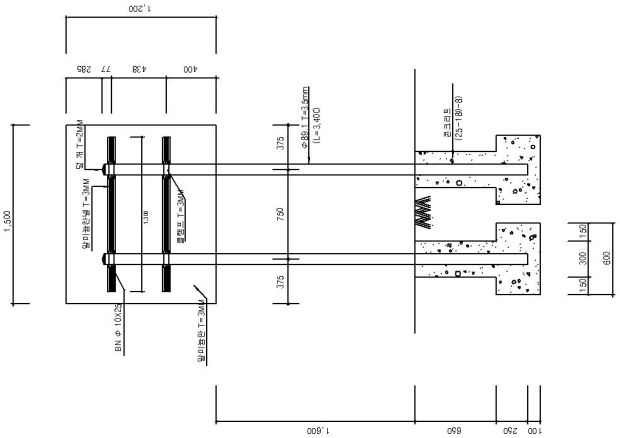
측 면 도



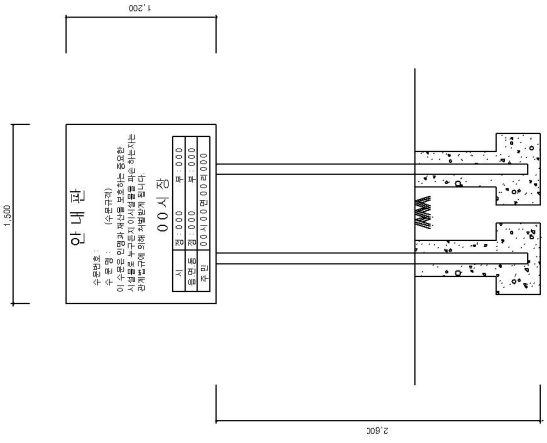
클램프상세도



후 면



정 면



단위수량표

구 분	규 격	단위	수 량
콘크리트	25-180-8	㎥	0.405
거 푸 집	합판 6회	㎡	2.00
더 파 기		㎥	3.34

□ 공사 현황판 표준도




무도천 장곡제 수해상습지 개선사업 현황
충청북도
생명의 충북 태양의 땅
위 치 도
계 획 평 면 도
표 준 단 면 도
사 업 개 요
1.공 사 명 : 무도천 장곡제 수해상습지 개선사업
2.위 치 : 충청북도 제천시 장곡면 장곡리,사곡리 일원
3.사업목적 : 동경지 및 주택등을 상습적인 재해로부터 보호하여 지역주민의 안정된 생활과 지역의 발전을 도모함.
4.사 업 량 :
▶ 축 제 장 : L=2.88Km
▶ 홍 수 량 : 3종 L=2.88Km, A : 24,515m2
▶ 피 해 : 계기 2개소/192m, 암거9개소/131m,
월류수위3개소/72m, 홍배수관3개소/233m,
조립식수로관1개소/181m
▶ 공정율 : 37%/107m
▶ 구조물공 : 암라멘옹벽L=1.572m,보락장 3개소/29.5m
5.사 업 비 : (단위: 백만원)
구 분 | 전 체 | 전 회 | 금 회 | 잔 액 | 비 고
총사업비 | 11,000
도 급 액 | 4,621
관 급 액 | 2,842
보 상 비 | 1,416
기 타 | 1,940
6.사 업 기 간 : 2012. 04. 0 ~ 2016. 03. 16.(총공기 1,440일)
7.발 주 처 : 충청북도
8.시 공 사 : (합)삼성건설
용지및지장물현황
지장물명 | 편입필지 | 편입면적(㎡) | 보상실적 ㎡ | %
국 유 지 | 133 | 171,136
공 유 지 | 46 | 38,549
사 유 지 | 60 | 35,169
계 | 239 | 245,154
지장물명 | 단 위 | 수 량 | 이설 및 보상실적 수 량 | %
한 전 주 | 주 | 9
통 신 주 | 주 | 34
가옥 및 부속건물 | 동 | 2
기 타 | 지상구작물 A=1,010m2, 밤 장수목5, 대추나무60주
주요자재현황
종 별 | 규 격 | 단위 | 설계량 | 반입량 | 사용량 | 잔량 | 비고
레 미 콘 | 시 내 외 | ㎥ | 7,364
석 소 론 | #78, #467 | ton | 1,381
철 근 | D10~25,H13~28 | ton | 541,171
VR 관 | D600~1000 | m | 137
강관파일 | KS F 4602 | ton | 49,630
농업형벽체프리스 | 1000×500,1000×300 | ㎡ | 22,842
콜링블록 | 1000×1000×120 | ㎡ | 2,820
교통신간 | H700×1,000 | ㎡ | 340
하이드로리무진기 | 철중량 1~12ton 철중량 1~20ton | 대 | 18
인도시기블록 | L=997.0x, H=1.25m | 식 | 1
장비및인력현황
장 비 명 | 단위 | 투 입 계 획 | 금 일 투 입 | 전 일 투 입 | 누 계
굴 삭 기 | 대 | 640
덤 프 | 대 | 950
도 자 | 대 | 40
진동로라 | 대 | 60
살 수 차 | 대 | 150
직 종 | 투 입 계 획 | 금 일 투 입 | 전 일 투 입 | 누 계
보 통 인 부 | 2,367
특 별 인 부 | 6,396
계 | 8,763
예 정 공 정 표

2015 하천사업 설계기준

인　　쇄 : 2015년 3월
발　　행 : 2015년 3월
편　　집 : 충청북도 균형건설국 치수방재과
발 행 처 : 충청북도
충청북도 청주시 상당구 상당로 82(문화동)
전화 : (043)220-4331~5
FAX : (043)220-4319


함께하는
충북
대한민국의 중심 당당한