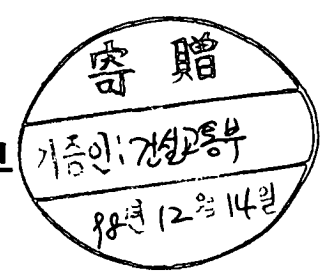
도로 부대 시설

(배수시설 · 안전시설편)



1998

건 설 교 통 부



머 리 말

최근 급속한 경제성장에 따라 건설분야도 세분화, 다양화되고 있어 업무의 신속과 정확성을 도모하며 능률적인 처리를 위하여는 표준화, 단순화 및 규격화가 요구되고 있는 실정이며,

특히 도로부대시설은 도로교통의 안전성확보와 서비스수준향상에 필수적인 시설이나, 이에 대한 표준화가 되어 있지 않아 설계시마다 구조계산, 도면작성 등으로 시간적·경제적 손실은 물론 품질 및 규격관리에 어려움이 많았습니다.

따라서 이번 도로부대시설표준도에서는 도로의 설계 및 건설시 빈번하게 사용되나 품질 및 규격 등이 표준화되어 있지 않은 도로부속시설과 안전시설 위주로 도로교통의 안전성과 서비스수준향상을 통하여 도로환경을 개선하는데 역점을 두었으며, 도로의 설계·시공관련 기술자와 현장에서 직접 시공에 참여하는 실무자들에게 쉬운 이해와 편의를 제공하고자 노력하였습니다.

처음으로 마련되는 도로부대시설이기 때문에 다소 미흡한 점도 있을 것으로 생각되나, 점진적으로 보완해 나갈 계획이나 많은 조언 있으시기 바랍니다.

끝으로 본 도로부대시설표준도 작성에 헌신적으로 참여하신 한국도로교통협회, 관계전문가 여러분 그리고 관계공무원의 노고에 대하여 깊은 감사의 뜻을 표하는 바입니다.

1998. 10

건설교통부 도로심의관 최 길 대

표준도 제정에 따른 경과조치

본 도로부대부대시설표준도는 발간일 이후에 작성되는 설계에 대하여 적용하는 것을 원칙으로 한다.

목 차

1. 목 적 1
2. 적용범위 1
3. 참고기준 1
4. 표준도의 설계기준 2
5. 도로배수 3
5.1 개 요 3
5.1.1 배수시설의 목적 3
5.1.2 배수시설의 구분 3
5.1.3 배수계획 5
5.2 수문조사 및 분석 6
5.2.1 유역면적 6
5.2.2 설계발생빈도 6
5.2.3 강우도달시간 6
5.2.4 강우강도 6
5.2.5 계획홍수량 산정 7
5.2.6 통수량 산정 43
5.3 배수시설 54
5.3.1 길어깨 배수시설 54
5.3.2 측 구 54
5.3.3 맹암거 58
5.3.4 배수관 59
5.3.5 도수로 85
5.3.6 집수정 90

6. 방호시설 95
6.1 개 요 95
6.2 방호울타리의 형식과 분류 95

6.2.1 방호울타리의 형식 ····· 95
6.2.2 방호울타리의 분류 ····· 95
6.3 방호울타리의 설치계획 ····· 96
6.3.1 방호울타리의 기능 ····· 96
6.3.2 설계조건 ····· 97
6.4 방호울타리의 설치 ····· 100
6.4.1 노측용 방호울타리 ····· 100
6.4.2 분리대용 방호울타리 ····· 101
6.4.3 보도용 방호울타리 ····· 102
6.4.4 형식의 선정 ····· 104
6.4.5 설치방법 ····· 105
6.5 방호울타리의 구조와 시공 ····· 106
6.5.1 가드레일 ····· 106
6.5.2 가드 케이블 ····· 112
6.5.3 가드 파이프 ····· 119
6.5.4 박스보 ····· 122

7. 도로조명시설 ····· 125
7.1 도로조명의 목적 ····· 125
7.2 도로조명의 효과 ····· 125
7.3 설치계획 ····· 127
7.4 연속조명 ····· 130
7.4.1 설계휘도 및 글레어 ····· 130
7.4.2 조명방식 및 광원의 선정 ····· 133
7.4.3 등구의 배치 ····· 136
7.5 터널조명 ····· 145
7.5.1 광원과 등구의 선정 ····· 145
7.5.2 터널조명의 구성 ····· 146
7.5.3 기본조명 ····· 147
7.5.4 입구부 조명 ····· 149

7.5.5 출구부 조명 ····· 153
7.5.6 접속도로조명 ····· 153
7.6 국부조명 ····· 154
7.6.1 교차점 조명 ····· 154
7.6.2 횡단보도 ····· 154
7.6.3 교차점에서의 등구배치 ····· 154
7.7 용어정의 ····· 156

8. 중앙분리대 ····· 158
8.1 개요 ····· 158
8.2 중앙분리대의 구성 ····· 158
8.3 중앙분리대의 폭원 ····· 158
8.4 중앙분리대의 형식과 구조 ····· 159
8.5 분리대 방호시설 ····· 161
8.6 간이차로 분리시설 ····· 161
8.7 노외 이탈 방호시설 ····· 161
8.8 기타 방호시설 ····· 162

9. 시선유도표지 ····· 163
9.1 개 요 ····· 163
9.2 반사식 시선유도표의 구조 ····· 163
9.2.1 반사체 ····· 163
9.2.2 반사체 붙임틀 ····· 164
9.2.3 반사기 ····· 165
9.2.4 지 주 ····· 166
9.3 반사식 시선 유도표의 설치계획 ····· 167
9.3.1 설치구간 ····· 167
9.3.2 설치구간과 반사체의 색 ····· 167
9.3.3 설치간격 ····· 168
9.3.4 설치위치 및 설치높이 ····· 169

9.3.5 설치각도 ····· 169
9.3.6 고속도로에서의 설치계획 ····· 169
9.3.7 설치(예) ····· 170

10. 갈매기표지 ····· 171
10.1 개요 ····· 171
10.2 설치장소 ····· 171
10.3 구조 ····· 172
10.3.1 형상 ····· 172
10.3.2 재질 ····· 173
10.3.3 색상 ····· 173
10.3.4 반사성능 ····· 174
10.3.5 설치 ····· 174
10.3.6 시공 ····· 175

11. 방호시설 ····· 176
11.1 낙석 붕괴 방호 시설 ····· 176
11.1.1 일반사항 ····· 176
11.1.2 낙석붕괴 방호시설 ····· 176
11.1.3 낙석 방호공 ····· 176
11.2 낙석방지망공 ····· 177
11.3 낙석방지벽공 ····· 178
11.4 낙석방지울타리 ····· 179
11.5 낙석복공 ····· 179
11.6 낙하물 방지시설 ····· 180
11.6.1 낙하물 방지시설 ····· 180
11.6.2 과도교 낙하물 방지시설 ····· 180
11.6.3 본선부 낙하물 방지울타리 ····· 180

12. 방음시설 ····· 181
12.1 개 요 ····· 181
12.2 방음시설의 성능 및 설치기준 ····· 181
12.2.1 목적 ····· 181
12.2.2 적용범위 ····· 181
12.2.3 용어의 정의 ····· 181
12.2.4 소음환경기준의 적용 ····· 182
12.2.5 방음시설 설치대상 지역의 선정 ····· 182
12.3 방음시설의 음향성능 및 재질기준 ····· 182
12.3.1 투과손실 ····· 182
12.3.2 흡음율 ····· 182
12.3.3 가시광선 투과율 ····· 183
12.3.4 재질기준 ····· 183
12.4 방음시설의 설계 및 설치기준 ····· 183
12.4.1 방음시설 설계시 기본적인 고려사항 ····· 183
12.4.2 음원결정 ····· 184
12.4.3 수음점 결정 ····· 184
12.4.4 방음시설의 선정기준 ····· 184
12.4.5 방음시설의 크기결정 ····· 185
12.4.6 방음시설의 설치지점 선정 ····· 185
12.4.7 방음시설 설치시 준수사항 ····· 185
12.5 방음시설의 성능평가 및 사후관리 ····· 185
12.5.1 방음시설의 성능평가 ····· 185
12.5.2 사후관리 ····· 186

13. 연석 ····· 187
13.1 목적 및 기능 ····· 187
13.2 연석의 충돌차량 유도등의 기능 ····· 187

13.2.1 실험조건 ····· 187
13.2.2 실험결과 ····· 189
13.3 높이와 형상 ····· 190
13.4 재료조건 ····· 191
13.4.1 프리캐스트 콘크리트 연석 ····· 191
13.4.2 현장치기 콘크리트 연석 ····· 192
13.4.3 아스팔트 콘크리트 연석 ····· 192
13.4.4 돌연석 ····· 193
13.5 시 공 ····· 193
13.5.1 프리캐스트 콘크리트 연석 ····· 193
13.5.2 현장치기 콘크리트 연석 ····· 194
13.5.3 아스팔트 콘크리트 연석 ····· 195
13.5.4 돌연석 ····· 196

14. 미끄럼 방지포장 ····· 197
14.1 개 요 ····· 197
14.2 미끄럼 방지포장 설치대상 구간 ····· 197
14.3 설치상의 유의사항 ····· 197
14.4 형식선정 ····· 198
14.5 재 료 ····· 199
14.6 시 공 ····· 200

15. 보도블럭 ····· 201
15.1 개 요 ····· 201
15.2 블럭의 크기와 재질 ····· 201
15.3 구 조 ····· 202
15.4 블럭의 포설 ····· 203

16. 장애자보도 ····· 204
16.1 목적 ····· 204
16.2 보도등의 깎아내리기 ····· 204

17. 현광방지시설 ····· 208
17.1 개 요 ····· 208
17.2 방현망 시설의 종류 및 설치높이 ····· 208
17.3 방현망 시설의 기준 ····· 208

도로부대시설 표준도
(배수시설, 안전시설편)

1. 목 적

본 표준도는 도로구조물 중 설계빈도가 많고 공법 및 설계기준 등이 공통적인 도로부대시설을 표준화 및 규격화하여 도로부대시설공사와 설계, 시공, 적산 등에 따른 업무의 간소화와 도로부대시설을 통일 설치토록 함으로써 시인성의 향상 등으로 도로이용자의 편의향상과 효율적인 유지관리를 도모하는 것을 목적으로 한다.

2. 적용범위

2.1 본 표준도는 각급도로의 관리청이 시행하는 도로부대시설공사에 적용한다.

2.2 고속도로는 고규격도로로서 특수관리하여야 하는 점을 감안하여 도로공사에서 자체생산한 각종 표준도를 우선하여 적용하는 것으로 한다. 단 일반도로와 연계성을 갖고 있는 도로부대시설에 대하여는 식별성의 향상 등 도로이용자의 편의를 도모하기 위하여 본 표준도를 준용하는 것으로 한다.

3. 참고기준

3.1 건설교통부 자료

(1) 도로공사 표준시방서 ····· 건설교통부
(2) 하수도시설기준 ····· 건설교통부
(3) 하천시설기준 ····· 건설교통부
(4) 콘크리트표준시방서 ····· 건설교통부
(5) 철근콘크리트설계편람 ····· 건설교통부
(6) 강도로교 상세부 설계지침 ····· 건설교통부
(7) 도로표지관련규정 ····· 건설교통부
(8) 도로구조령 ····· 건설교통부
(9) 도로안전시설설치 및 관리지침 ····· 건설교통부
(시선유도시설편)
(방호울타리편)

3.2 한국도로공사 자료

(1) 고속도로건설공사 표준도 ····· 도로공사
(2) 교좌장치에 관한 연구보고서 ····· 도로공사
(3) 신축이음장치에 관한 연구보고서 ····· 도로공사
(4) 배수구조물 설계법 ····· 도로공사

3.3 외국 자료

(1) 신체계 토목공학(도로부속시설편) ····· 일 본
(2) 도로의 안전부속시설 ····· 일 본
(3) 시선유도표 설치기준 ····· 일 본
(4) 도로조명시설 설치기준 ····· 일 본
(5) 방호책 설치 요강 ····· 일 본
(6) 도로구조물의 설계와 시공 ····· 일 본
(7) 도로표지 핸드북 ····· 일 본
(8) 도로표지 설치기준 ····· 일 본

3.4 기타 자료

(1) 국내시장자료 및 전문업체자료 ····· 국 내
(2) 기타

4. 표준도의 설계조건

4.1 본 표준도는 공통적인 도로부대시설의 설계방식과 설계조건에 따라 작성된 것이므로 특수조건을 요하는 부대시설에 대하여는 별도로 조사 설계하여 적용하는 것으로 한다. 다만 본 표준도에 정하여진 부대시설과 유사한 부대시설은 가급적 본 표준도에 따르도록 한다.

4.2 본 표준도는 각종 건설기준과 참고문헌 및 시장자료에 따라 작성한 것이다. 따라서 본 표준도에 제시된 기자재 중 신기술 지정 등 지적 재산권으로 등록되어 있는 기자재는 시장구입사용하고 불가시는 감독과의 협의 유사품으로 대체 사용하는 것으로 한다.

4.3 본 표준도를 적용할 때 그 취급은 다음 각항에 따른다.

(1) 당해 공종의 약칭을 설계서 등의 적요난에 기입하고 당해 공종의 도면은 설계서 등에 첨부하지 않아도 된다.

(2) 입찰 계약서의 작성 또는 현장설명시는 설계서에 전항에 따라 도면을 첨부하지 않도록 하고 있기 때문에 도급자에게 당해 도면을 사전에 준비하도록 하여야 하며 시공시도 또한 같다.

(3) 시공장소를 명시하기 위한 위치도 및 지형, 도로선형 등 완공 후의 전체를 표시하기 위한 일반도 등은 별도 작성하여야 한다.

(4) 표준도는 공통설계방식으로 작성되어진 부대시설을 현장에 적용하였을 때 설계에 관한 문제점의 파악이 보다 용이하고 이와 같은 것은 다음 개정시에 표본이 될 뿐 아니라 이 분야의 기술수준향상에 기여하므로 자료수집에 적극 협력하는 것으로 한다.

5. 도로배수

5.1 개 요

5.1.1 배수시설의 목적

(1) 도로의 배수 시설은 표면수의 침투나 지하수 유입에 따른 지반지지력 약화(법면의 유실방지)와 포장파손을 방지하고 노면배수 불량으로 인한 미끄러짐에 의한 교통사고를 방지하는 등, 도로의 기능유지와 교통안전에 매우 중요한 요소이다.

(2) 그러므로 신속한 노면배수와 침투수의 차단, 침투된 물의 지하배수, 도로 인접지로부터의 배수처리를 적절하게 하는 것이 요구된다.

(3) 배수시설을 설계함에 있어서는 현지의 상황, 특히 지형, 기상, 지질등의 조건을 충분히 고려하여야 하며, 공용기간중의 청소, 보수, 점검등 유지관리면도 고려하여야 한다.

(4) 배수시설의 구비조건

가. 유량을 통과시키기 위해 충분한 통수단면을 가질것.

나. 청소 및 보수가 용이한 구조물일 것.

다. 내구성 및 안전성을 가질것.

라. 민원의 소지가 없는 우수한 시설이 되어야 한다.

5.1.2 배수시설의 구분

도로배수시설은 대상구역별로 다음과 같이 구분된다.

(1) 횡단배수

가. 도로인접지역에 내린 우수등을 배수할 목적으로 도로를 횡단하는 하천, 수로등에 설치

나. 하천 및 수로 상류지역의 유역면적을 정확히 파악하고, 장래개발 계획등을 반영하여 도로 인접지역의 호우피해예방 및 도로의 기능보전을 위하여 설치하며 충분한 통수단면을 확보하여야 함.

다. 배수시설

— 교량 — 암거 — 배수관 등

(2) 노면배수

가. 주로 도로 부지내(노면 및 비탈면)에 내린 우수를 원활히 처리하기 위해 설치

나. 노면의 배수를 신속히 처리하여 강우시 교통안전을 도모하기 위하여 설치

다. 배수시설

① 측구(L형, U형 측구 등)

② 성토부 다이크

③ 집수정(L형 측구하단, 중분대 집수정 등)

④ 배수관(종배수관, 중분대 배수관 등)

⑤ 배수구(우수받이 맨홀 등)

(3) 비탈면 배수

가. 도로 비탈면에 내린 우수 및 비탈면으로 유입되는 우수를 (노면배수, 도로인접시 우수등)를 배수처리하기 위해 설치

나. 땅깍기부와 흙쌓기부 비탈면 및 비탈면끝에 설치되는 배수시설로 우수를 기존 배수로 또는 하천으로 배수하기 위한 시설

다. 배수시설

① 측구(산마루측구, 소단측구, 토사측구, V형 측구 등)

② 도수로(흙깍기부 · 흙쌓기부 도수로, 집수거, 방수거 등)

③ 집수정

④ 소단배수시설 등

(4) 지하배수

가. 지하수위가 높아져 노상, 노체등에 침투수로 인한 지지력약화, 포장파손등을 방지하기 위해 설치

나. 지하수위를 낮추고 침투수를 배수하기 위해 설치

다. 배수시설

① 맹암거 ② 유공배수관 ③ 배수층 등

(5) 축도 배수

가. 공사용 도로, 부체도로, 접속도로등의 노면 및 비탈면과 축도에 접해있는 배수구역의 배수를 위해 설치

나. 배수시설

① 집수정 ② 배수구 ③ 배수관 등

(6) 도로 인접지 배수

가. 도로의 보전, 교통안전을 위해 도로 인접지의 배수구역에 내린 빗물을 배수하기 위해 설치

나. 배수시설

① 산마루측구 ② 집수정 ③ 배수구 ④ 맨홀 등

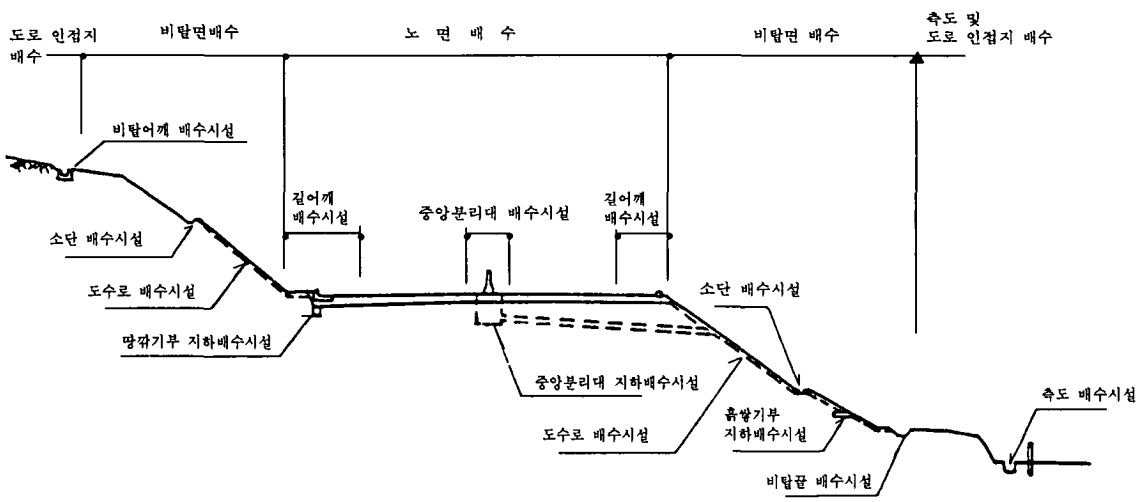


그림 1 배수시설의 명칭 및 구분

5.1.3 배수계획

(1) 수문조사 및 분석(HYDROLOGIC ANALYSIS)

현지조사와 수문자료수집 및 시행분석을 하여 강우량, 설계홍수량 산정, 통수량 등을 산정한다.

(2) 배수시설계획

교량, 암거 및 배수관, 측구, 노면배수, 비탈면배수등의 계획

5.2 수문조사 및 분석

5.2.1 유역면적

유역면적의 산출은 배수시설의 규모, 특성, 중요도 및 설계의 단계에 따라 보다 정밀한 유역면적의 산출이 필요한 경우 적정한 축척의 지형도를 이용하도록 한다.

5.2.2 설계발생빈도

설계발생빈도는 배수시설의 중요도, 설계유량 이상의 유출량이 생겼을때의 위험도, 경제성 등을 생각해서 정해야 하며 구조물별 설계 발생빈도의 적용은 다음과 같다. 단, 중요한 배수시설물은 관계부서 및 감독관과 협의후 설계발생빈도를 정해야 한다.

(1) 교량 ┌ 소교량 : 50년
　　　　└ 장대교(L≥ 100m) : 100년

(2) 암거 및 배수관 : 25년

(3) 측구 : 5년

(4) 노면 및 비탈면배수 : 3년

5.2.3 강우도달시간

(1) 주어진 강우지역의 최소도달시간은 유역면적내 우수가 내려 배수시설까지 도달하는 시간을 말하여 강우지속시간이라고 한다.

(2) 이 강우지속시간(Tc)는 지금까지 사용해온 그림2-1를 이용하여 구한다.

$$Tc=0.95\left[\frac{(L/1000)^3}{H}\right]^{0.385}$$

Tc : 강우지속시간(Hour)

L : 유달거리 (m)

H : 표고차(m)

(3) 최소강우지속시간은 10분(0.166hr)을 적용한다.

5.2.4 강우강도

(1) 노면배수시설물 및 일반 구조물의 유출량산출에 사용되는 강우강도표는 건설교통부(1988)년에서 제시한 개정 I.D.F 곡선(INTENSITY DURATION FREQUENCY,강우강도-지속시간-생기빈도곡선)을 사용한다.

(2) 측후소가 있는 지역은 지점별 강우강도표를 적용하고 측후소가 없는 지역은 최인접

측후소의 강우강도표를 사용하되, 계획대상지점의 확율강우량도를 이용하여 강우강도표를 작성한 값과 최인접 측후소의 확률강우강도표와 비교후 큰 값을 적용한다.

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

5.2.5 계획홍수량 산정

계획홍수량은 유역면적이 4㎢ 미만이거나 유역 또는 하도의 저류효과를 기대할 수 없는 소하천에서는 합리식을 적용하고 일반적으로 수문자료가 미흡한 40㎢ 미만의 중소하천에는 표준유출법을 쓰며 유역면적이 40㎢이상 장대하천에서는 수문곡선 추적법을 적용한다.

(1) 합리식 (Rational Method)

합리식은 강우유출과 직접연관을 가지며 유역면적이 4.0㎢이내일때 사용되고 다음식으로 표시된다.

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

여기서, Qd : 설계유량(㎥/sec)

C : 유출계수(표2-1참조)

I : 강우지속시간 강우강도(mm/hr)

A : 유역면적(㎢)

표 1 합리식에서의 C값

유역면적의 상태	C값	유역면적의 상태	C값
포장면	0.9	도시지역	0.7
가파른 산지 및 법면	0.8	잡지	0.6
가파른 계곡 경작지	0.8	경작하는 평작지	0.5
논	0.8	경작하는 평계곡	0.36
완만한 산지	0.7	수림	0.3
완만한 경작지	0.7	밀림수림과 덤불숲	0.2

(2) 표준유출법 (Standard Runoff Method)

유역면적이 4.0㎢~40.0㎢ 일때 사용하고 표준유출곡선을 이용하며 방정식은 다음과 같다.

$Qd = RF \times LF \times FF \times Q$

여기서, Qd : 설계유량(m^3/sec)

RF : 강우계수

LF : 지역계수

FF : 생기빈도계수

Q : 표준유출율

위 식을 이용함에는 그림3에서 구하고자 하는 유역면적이 위치한 구역을 찾은 후 그림 4를 이용하여 Qd를 계산한다.

(3) 수문곡선추적법 (Envelope Hydrograph)

유역면적이 40km^2이상 초과할 경우 수문곡선 추적법이 이용된다. 그림3에서 해당구역을 찾은 후 그림5~11를 이용하여 직접 설계유량을 구한다.

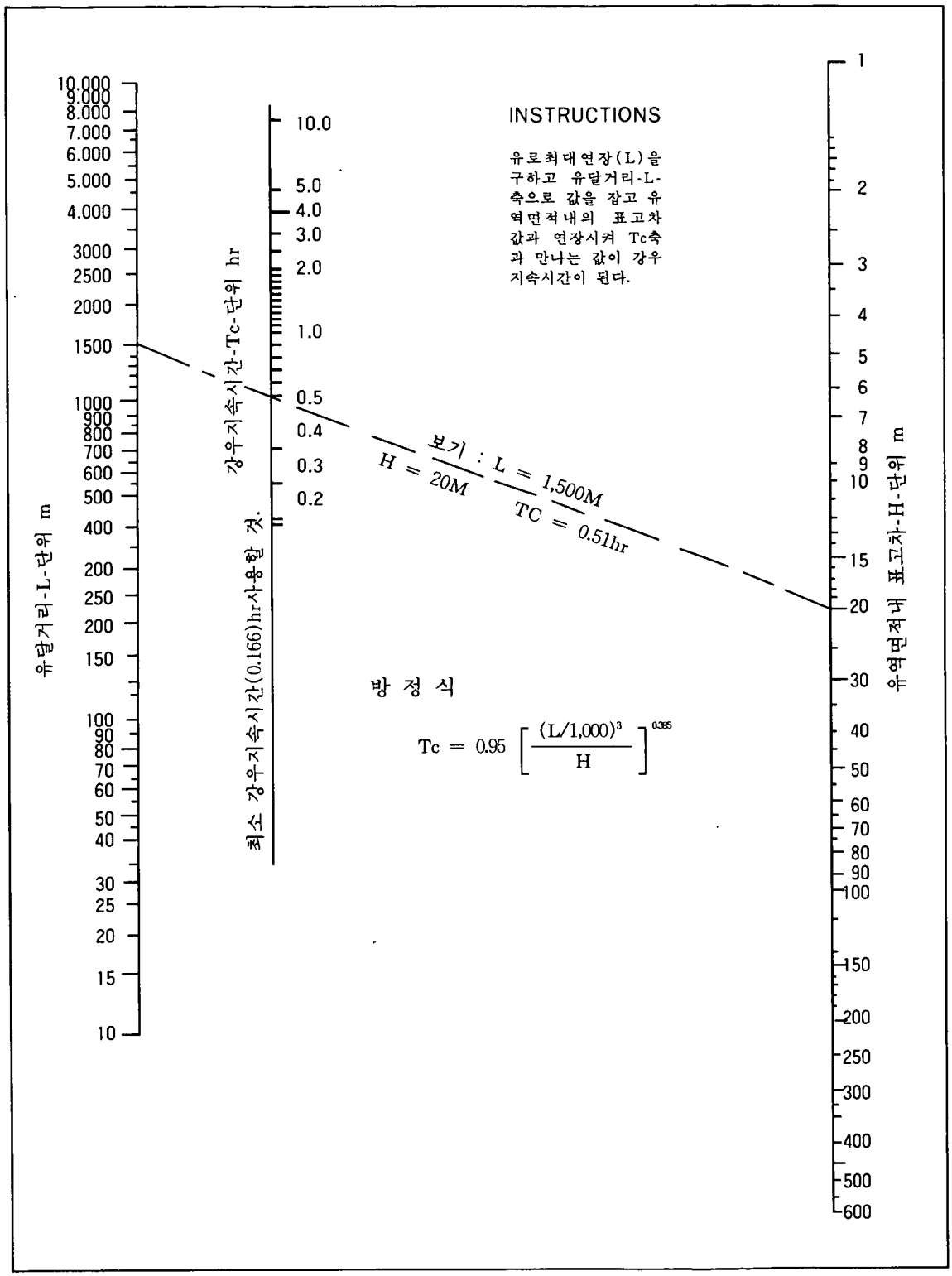
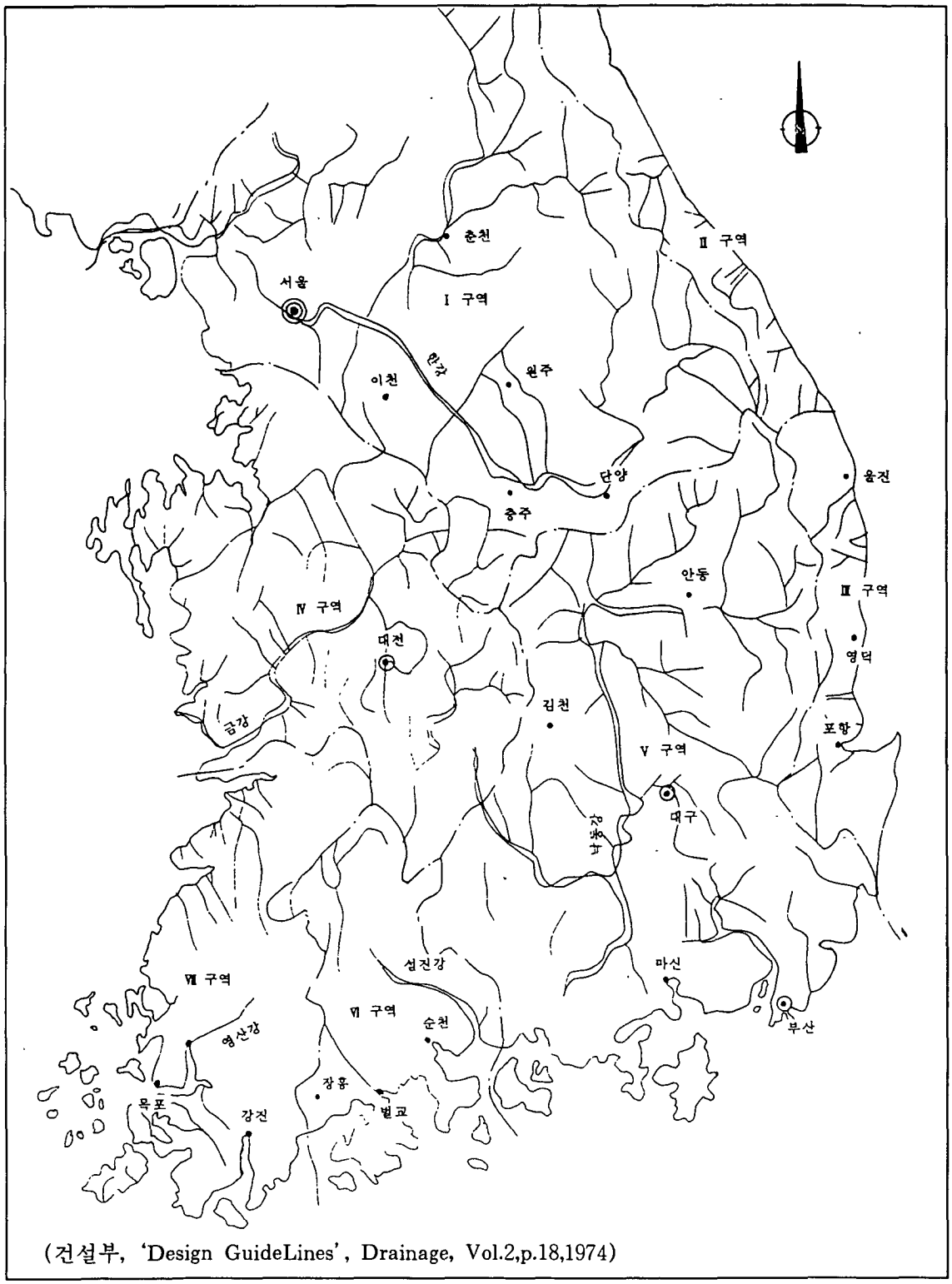


그림2 강우지속시간 계산도표



(건설부, 'Design GuideLines', Drainage, Vol.2,p.18,1974)

그림3 수문지역도

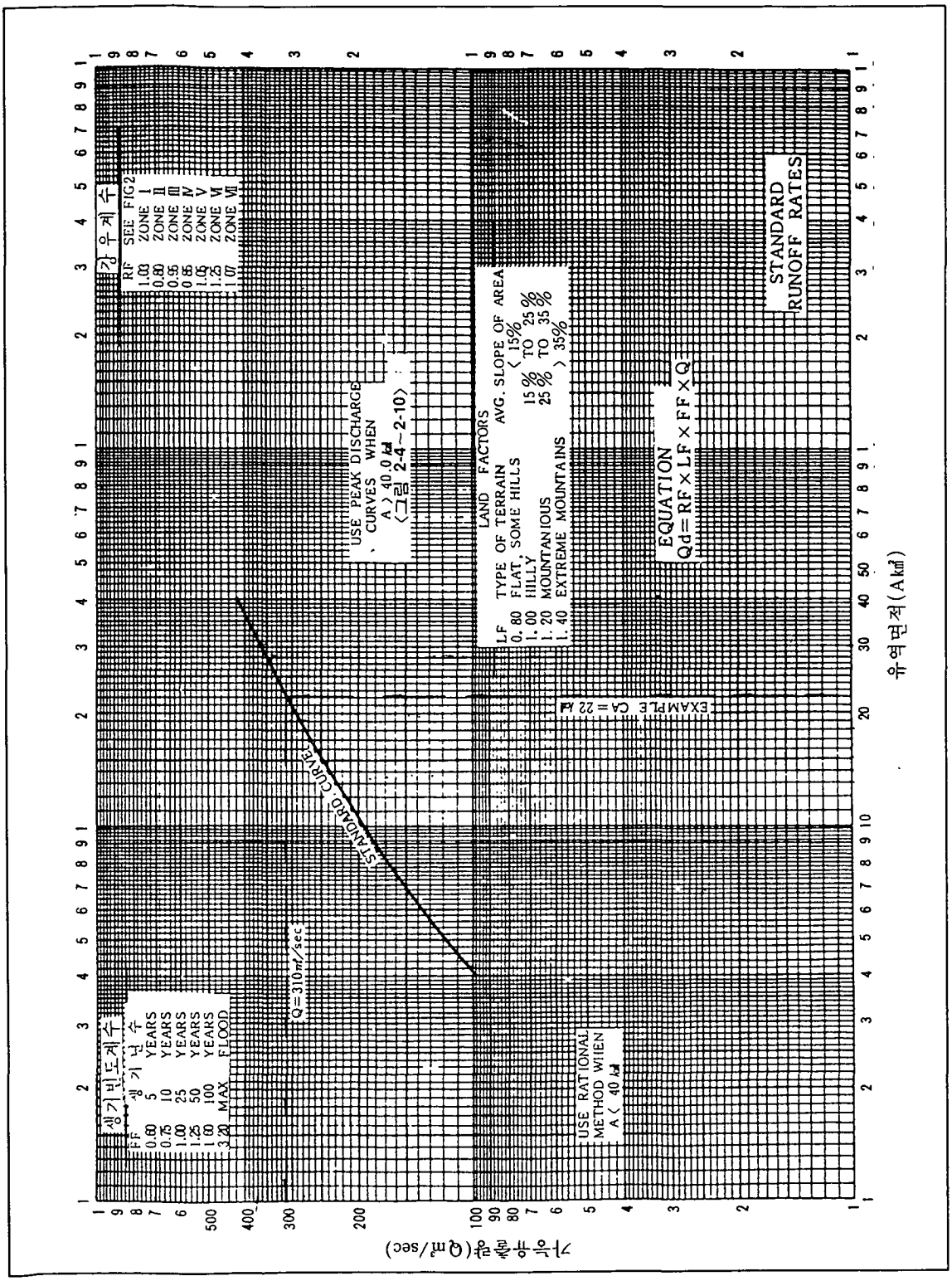

강우강도계수
SEE FIG2
ZONE I 1.03
ZONE II 0.80
ZONE III 0.95
ZONE IV 0.85
ZONE V 1.05
ZONE VI 1.25
ZONE VII 1.07
빈도계수
생기년수
FF
0.60 5 YEARS
0.75 10 YEARS
1.00 25 YEARS
1.25 50 YEARS
1.00 100 YEARS
3.20 MAX FLOOD
Q=310㎥/sec
1ST STANDARD CURVE
USE RATIONAL METHOD WHEN A < 40㎢
USE PEAK DISCHARGE CURVES WHEN A > 40.0㎢ 〈그림 2-4~2-10〉
LAND FACTORS
LF TYPE OF TERRAIN AVG. SLOPE OF AREA
0.80 FLAT, SOME HILLS < 15%
1.00 HILLY 15% TO 25%
1.20 MOUNTAINOUS 25% TO 35%
1.40 EXTREME MOUNTAINS > 35%
EQUATION
Qd = RF × LF × FF × Q
STANDARD RUNOFF RATES
EXAMPLE QA = 22㎢
최대유출량(Q㎥/sec)
유역면적(A㎢)

그림 4 표준유출율

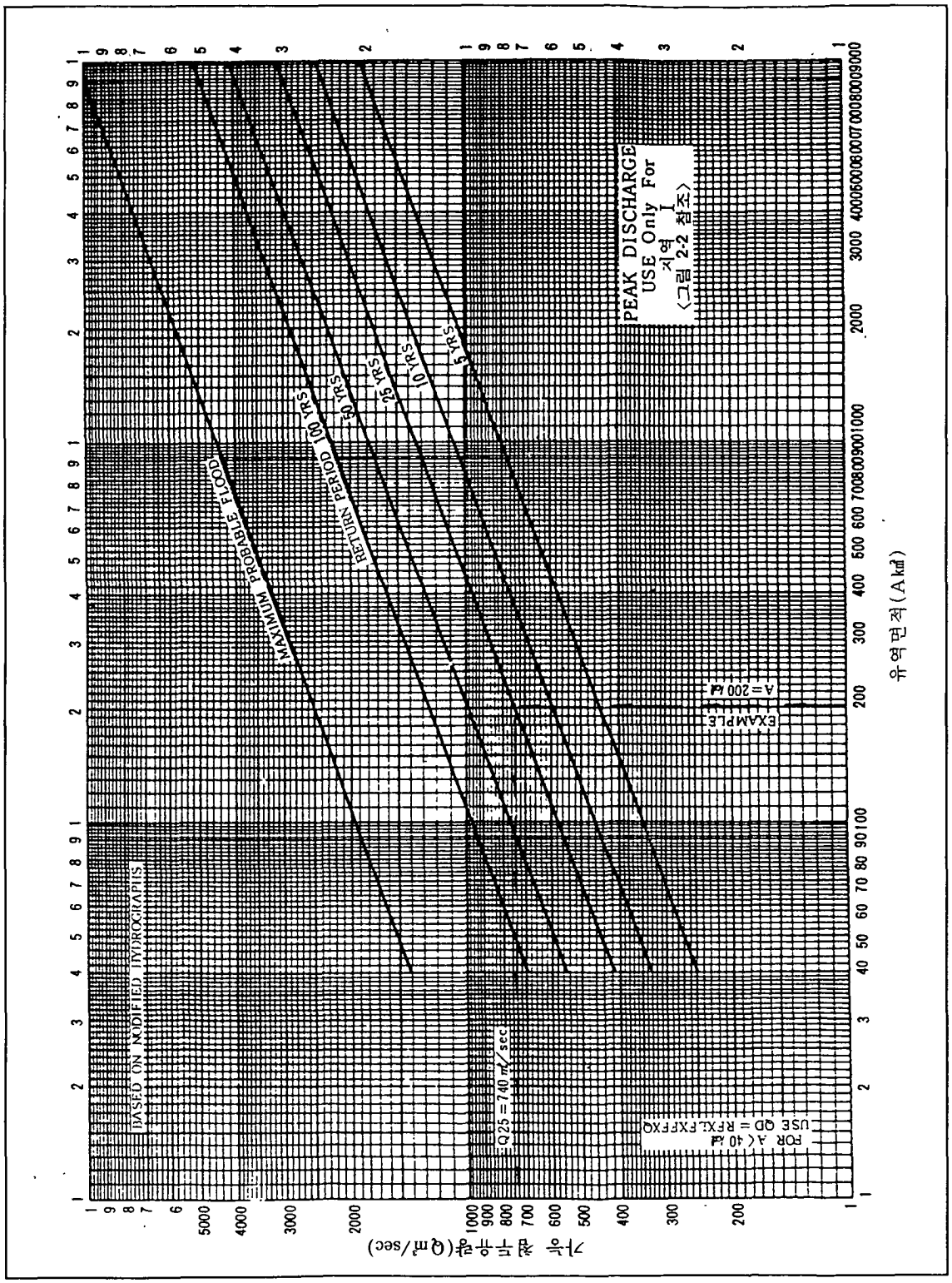


그림 5 I 지역 수정 수문곡선

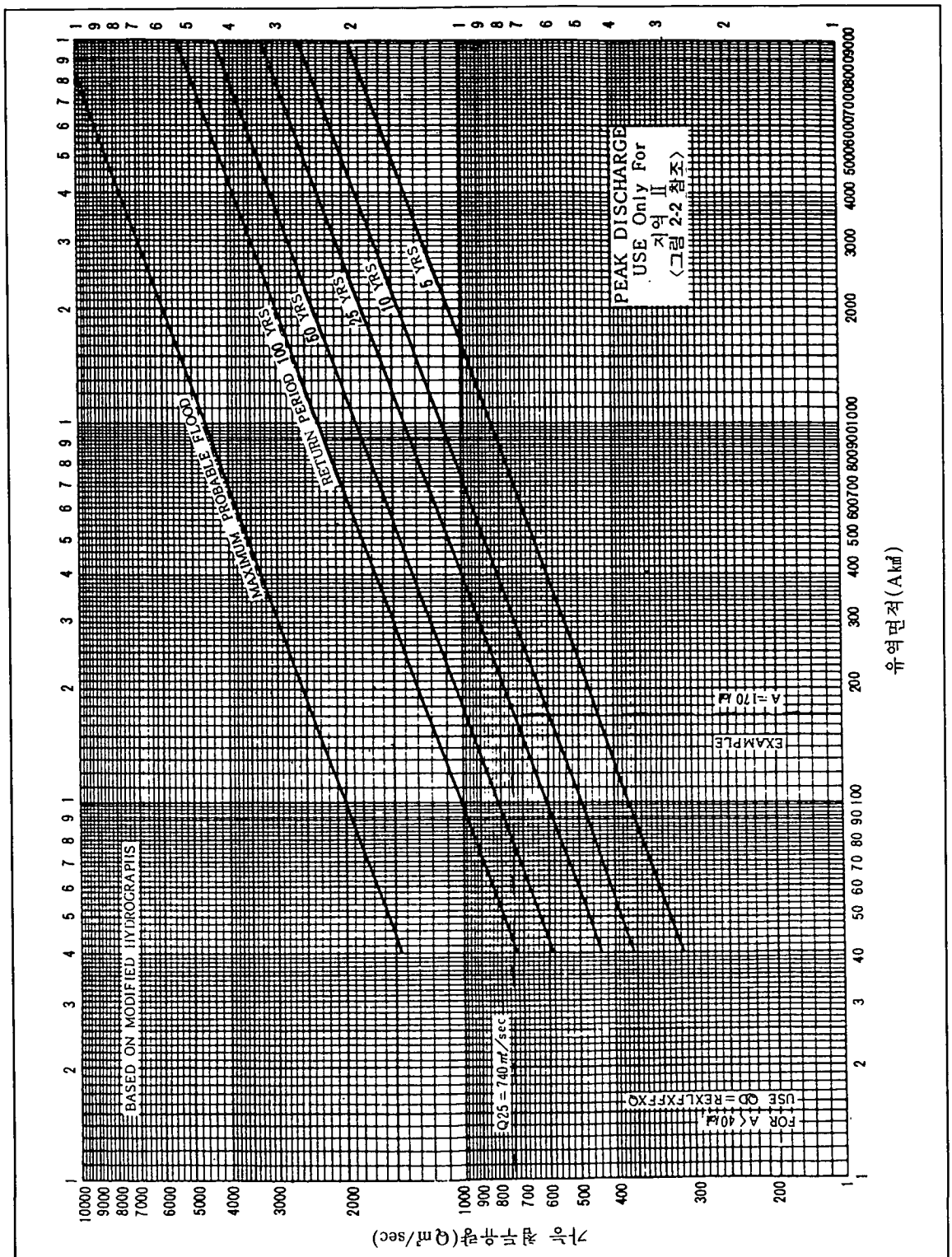

PEAK DISCHARGE
USE Only For
지역 Ⅱ
〈그림 2-2 참조〉
MAXIMUM PROBABLE FLOOD
RETURN PERIOD 100 YRS
50 YRS
25 YRS
10 YRS
5 YRS
BASED ON MODIFIED HYDROGRAPHS
Q25 = 740㎥/sec
EXAMPLE
A = 170㎢
FOR A < 40㎢
USE Q = REXLFXFFXQ
가능 최두유량(Q㎥/sec)
유역면적(A㎢)

그림 6 Ⅱ 수정수문곡선

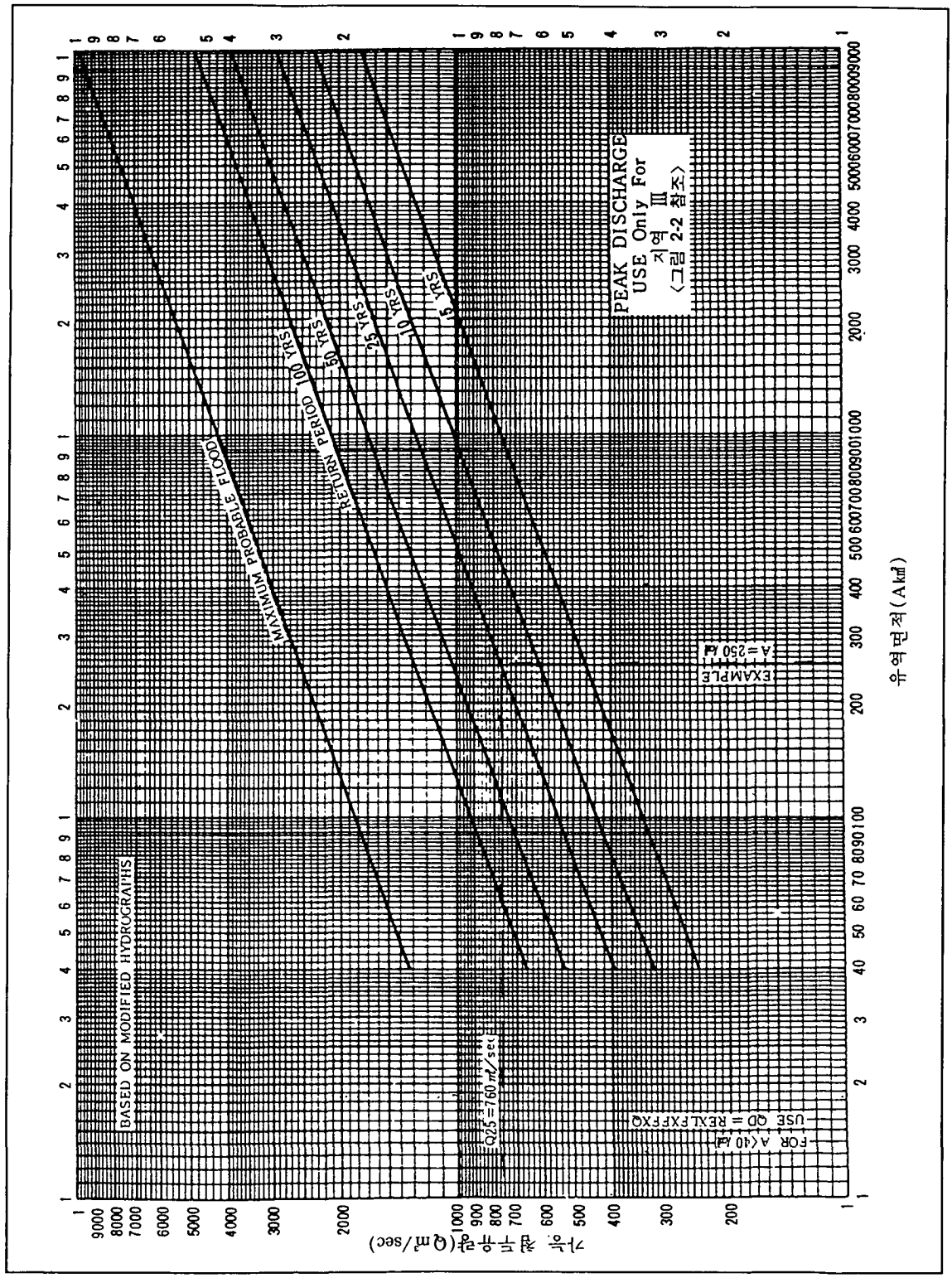


그림 7 Ⅲ지역 수정수문곡선

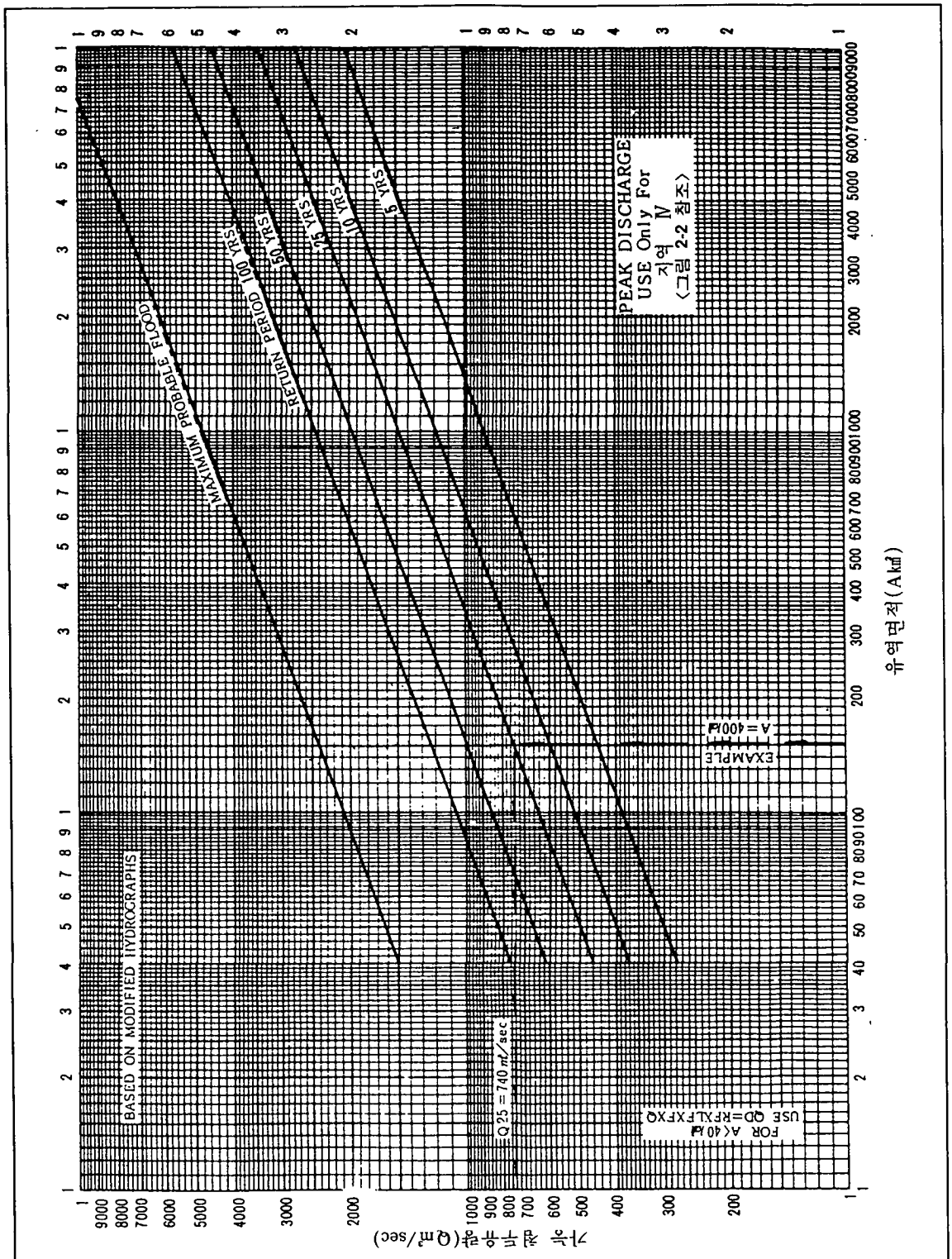


그림 8 Ⅳ지역 수정수문곡선

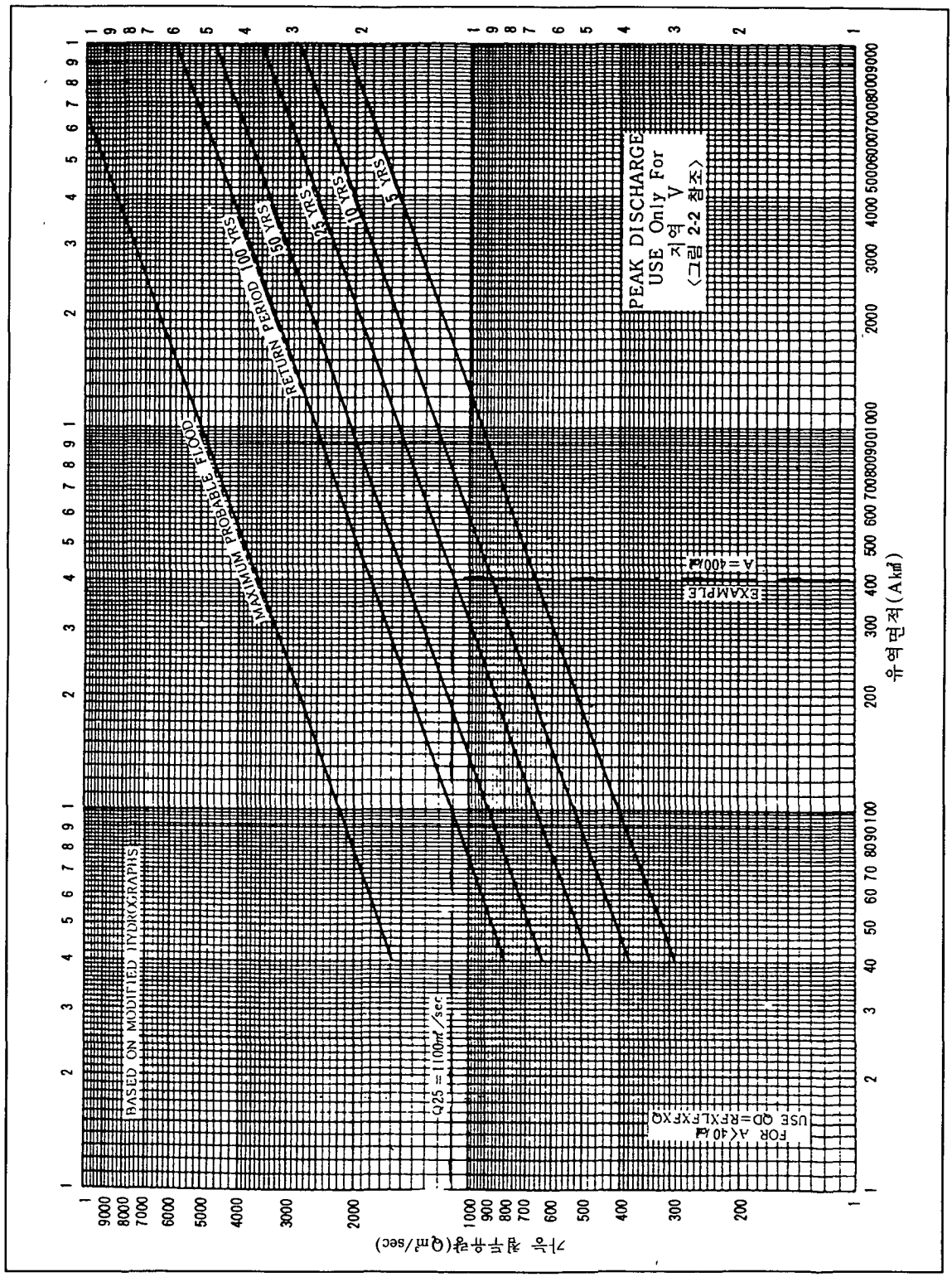


그림 9 Ⅴ지역 수정수문곡선

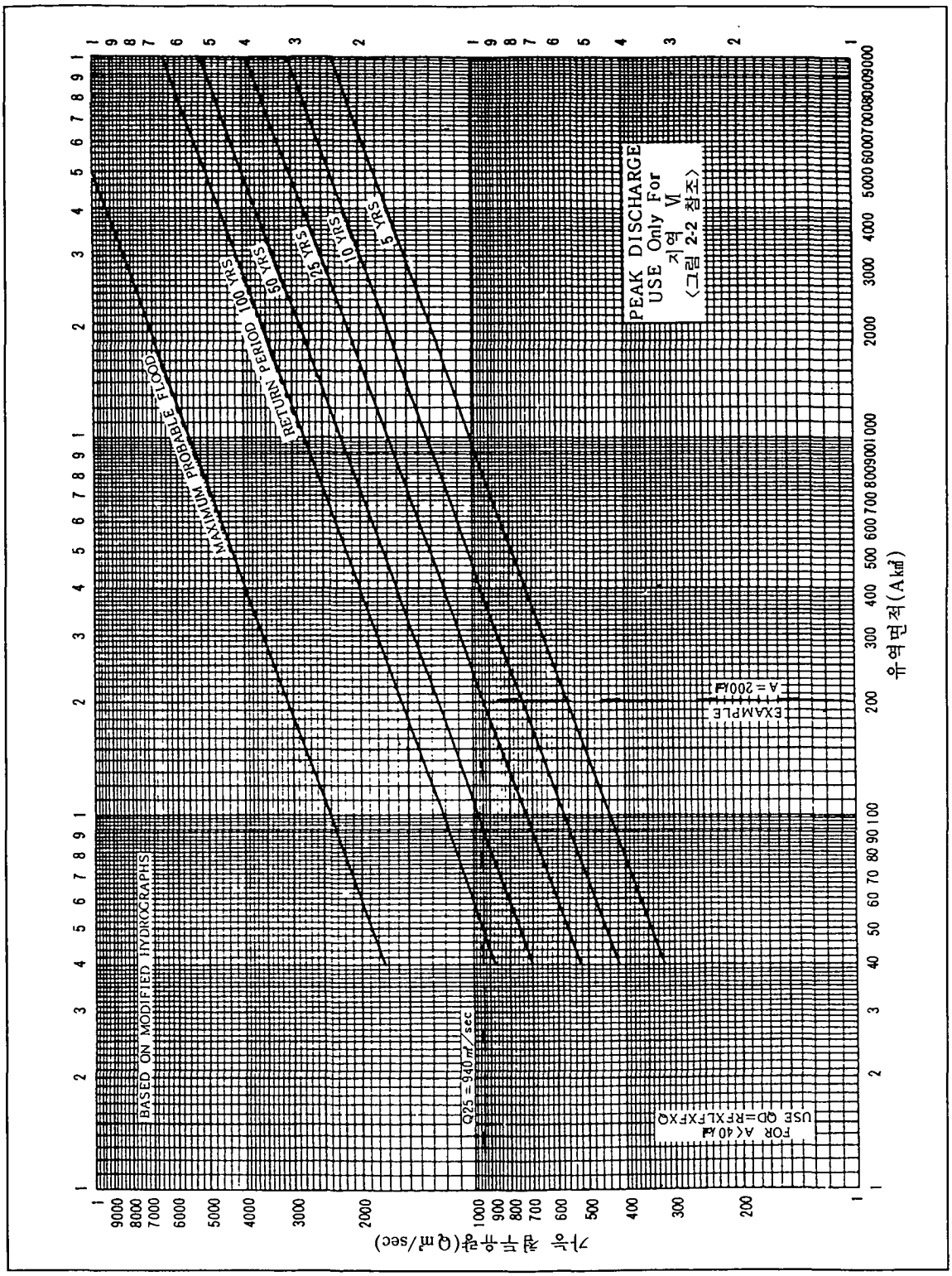


그림 10 Ⅵ지역 수정수문곡선

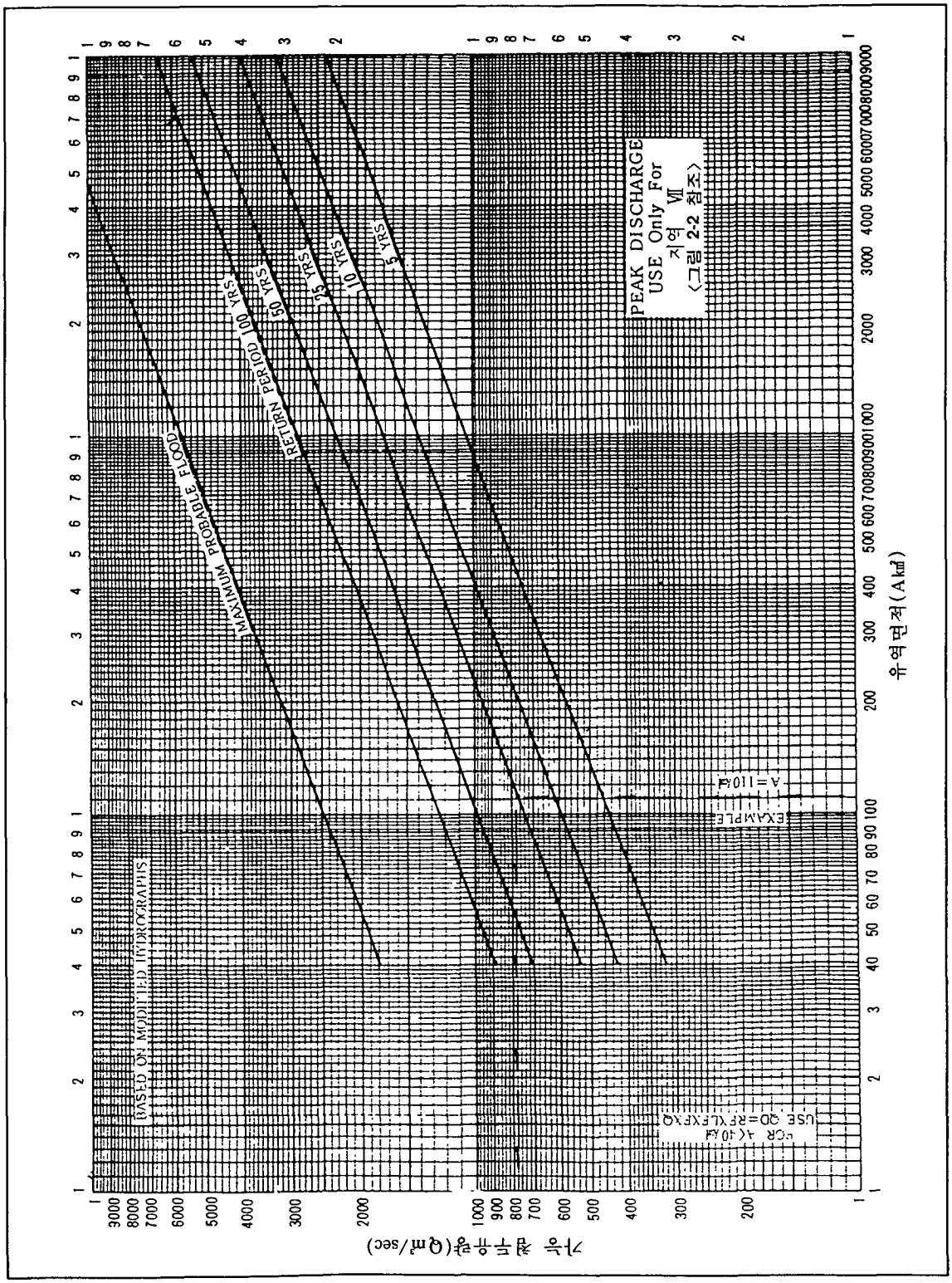


그림 11 Ⅷ지역 수정수문곡선

▨ 강우강도 - 지속기간 - 생기빈도 곡선

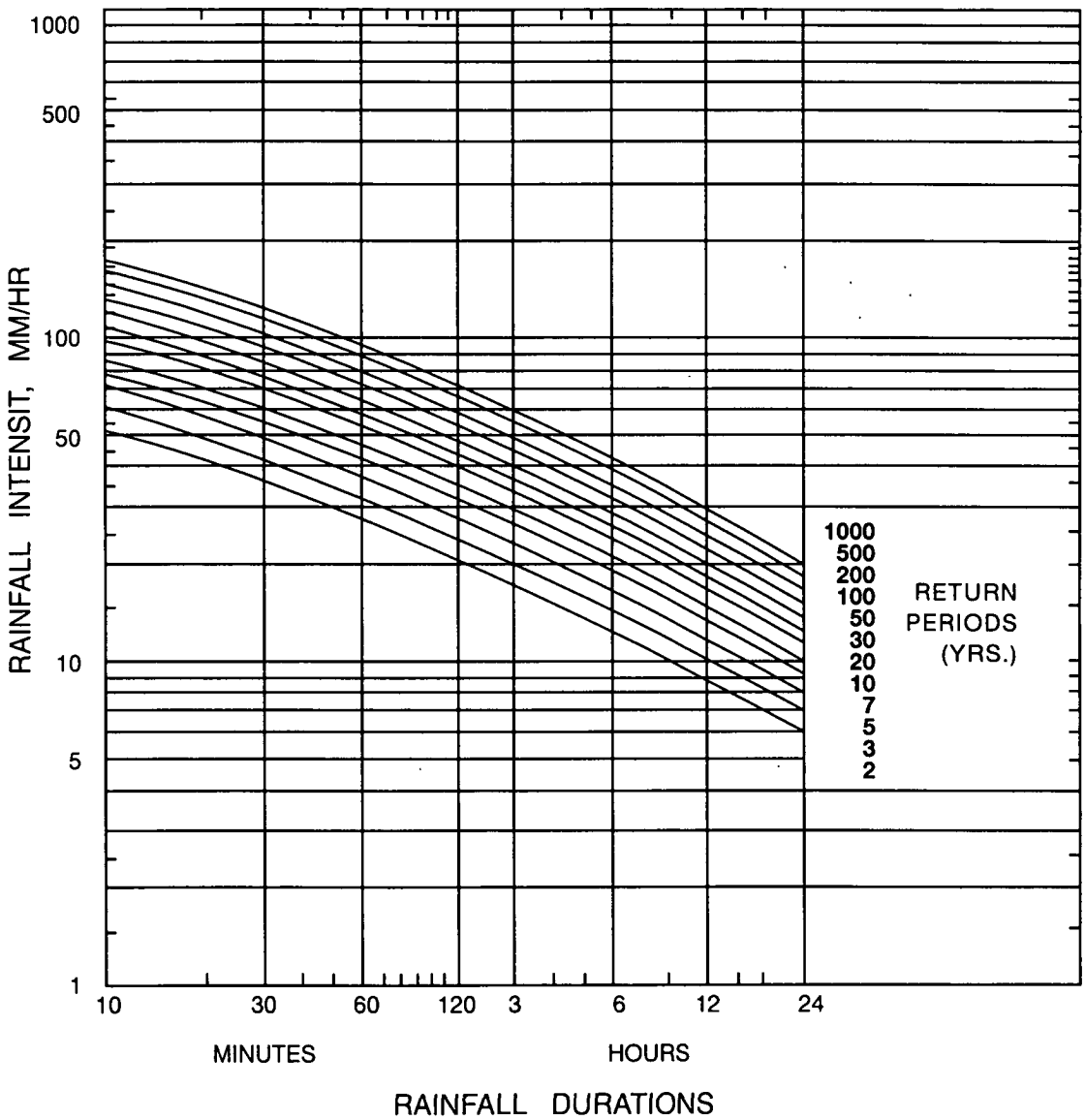


그림 12 속초지점

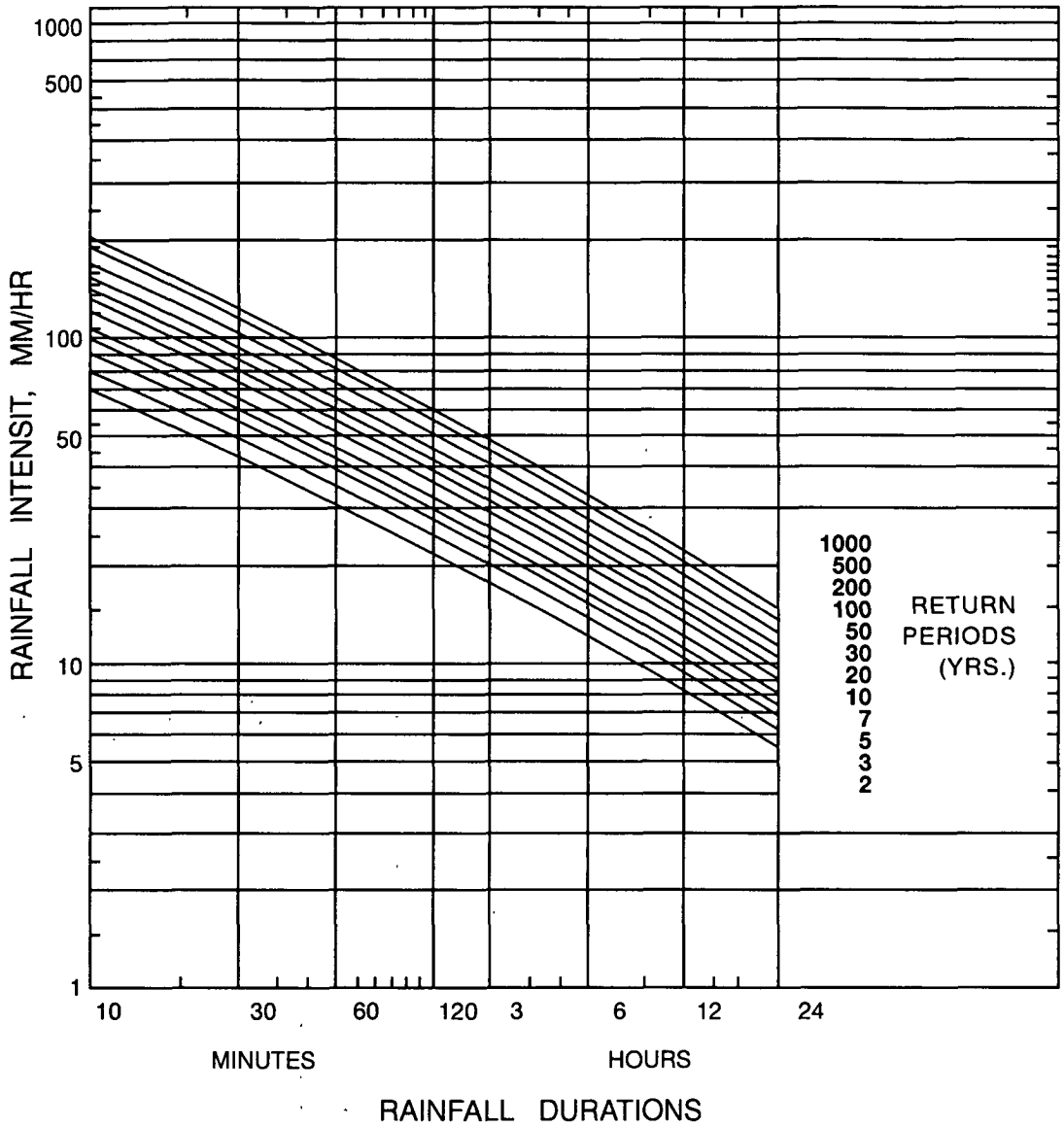

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 13 춘천지점

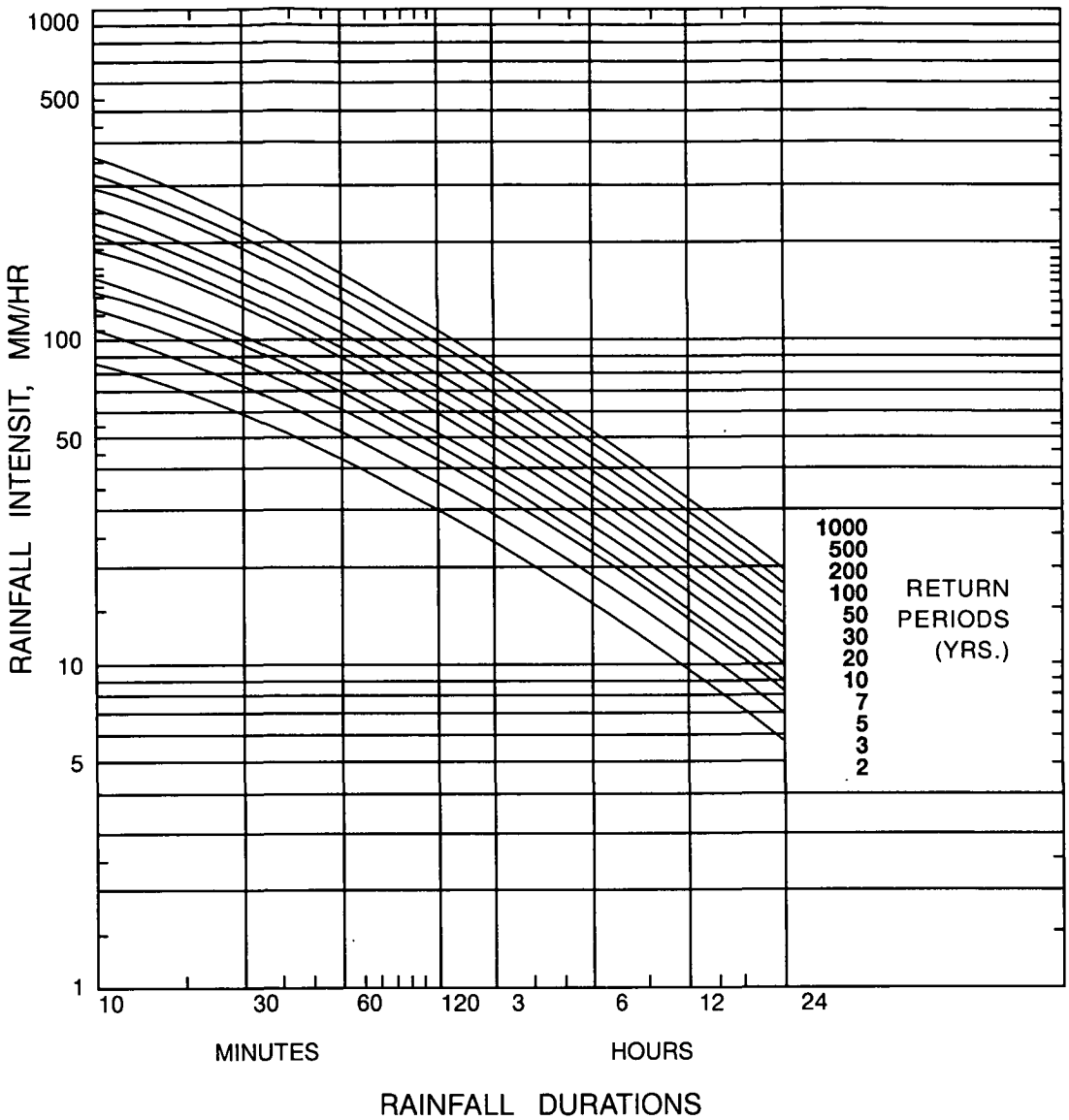

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 14 서울지점

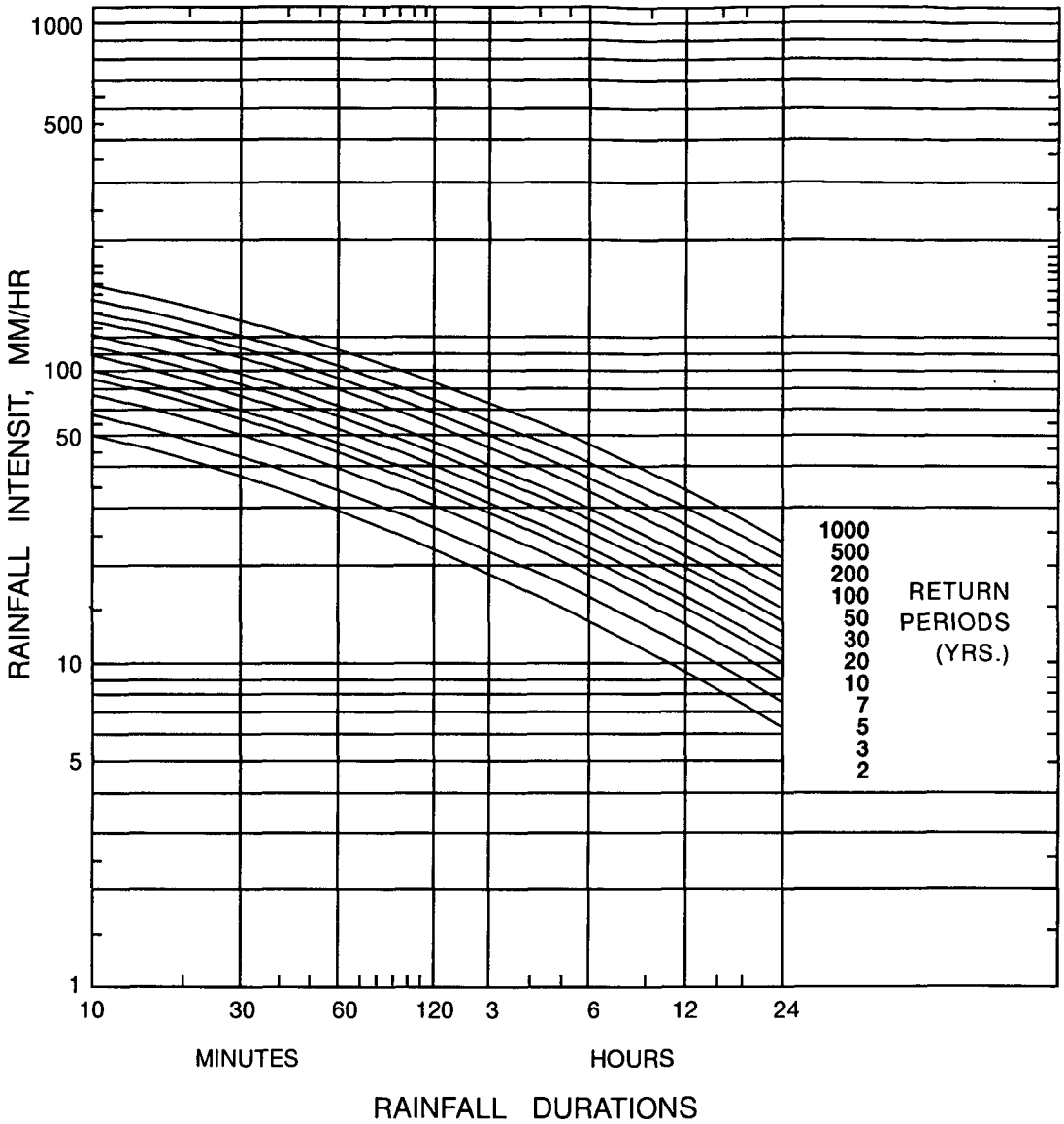

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 15 강릉지점

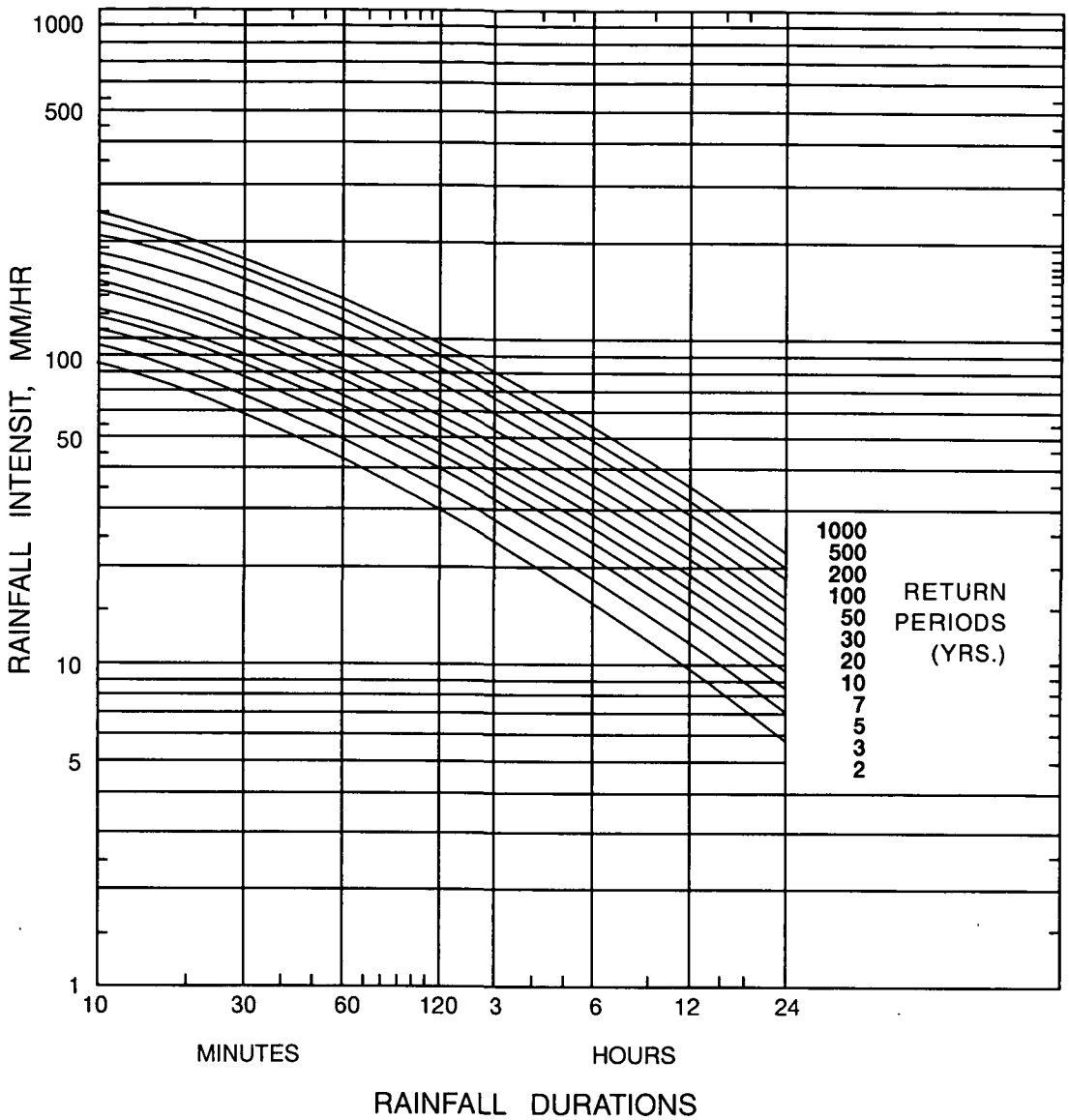

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 16 인천지점

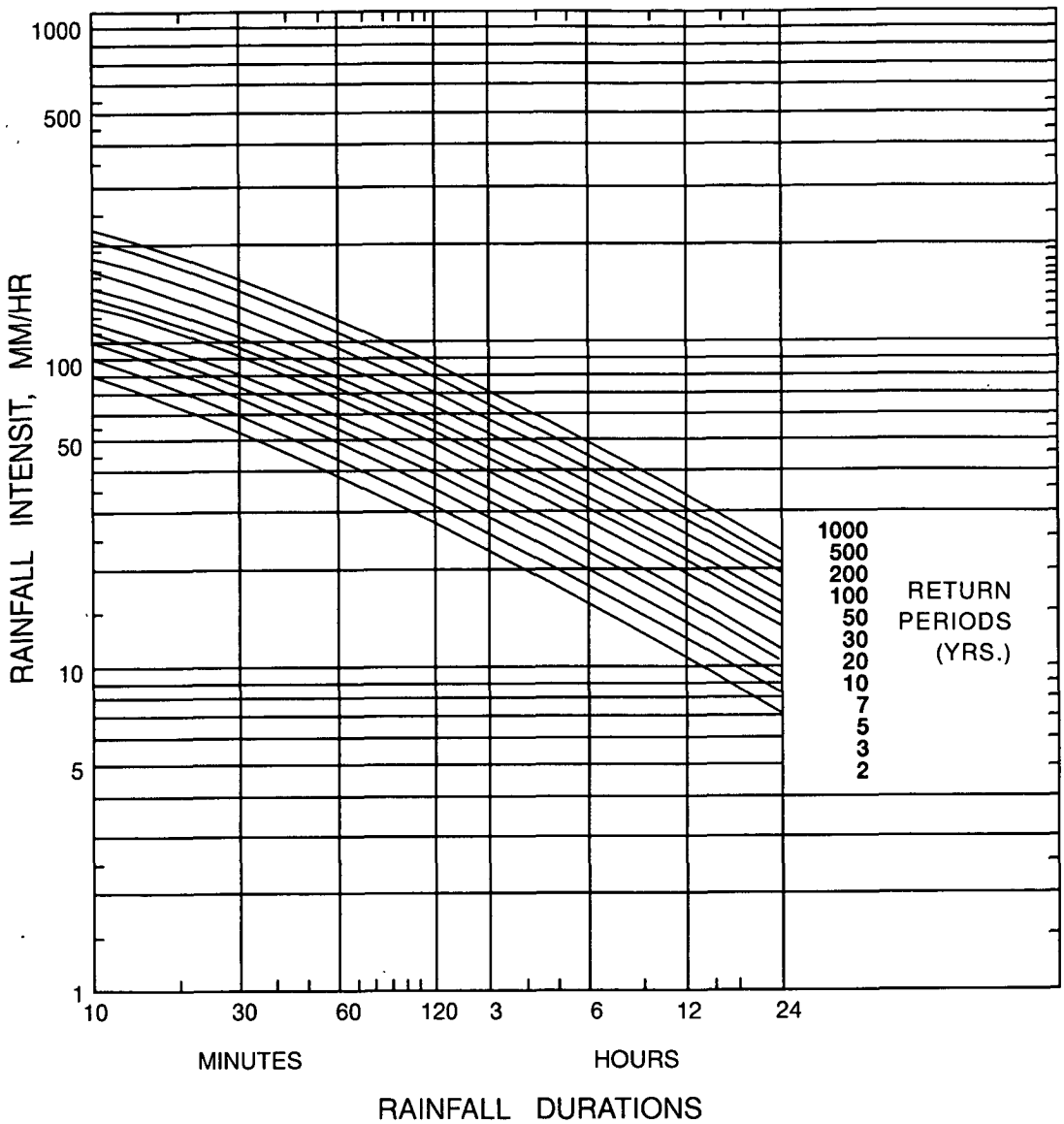

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 17 수원지점

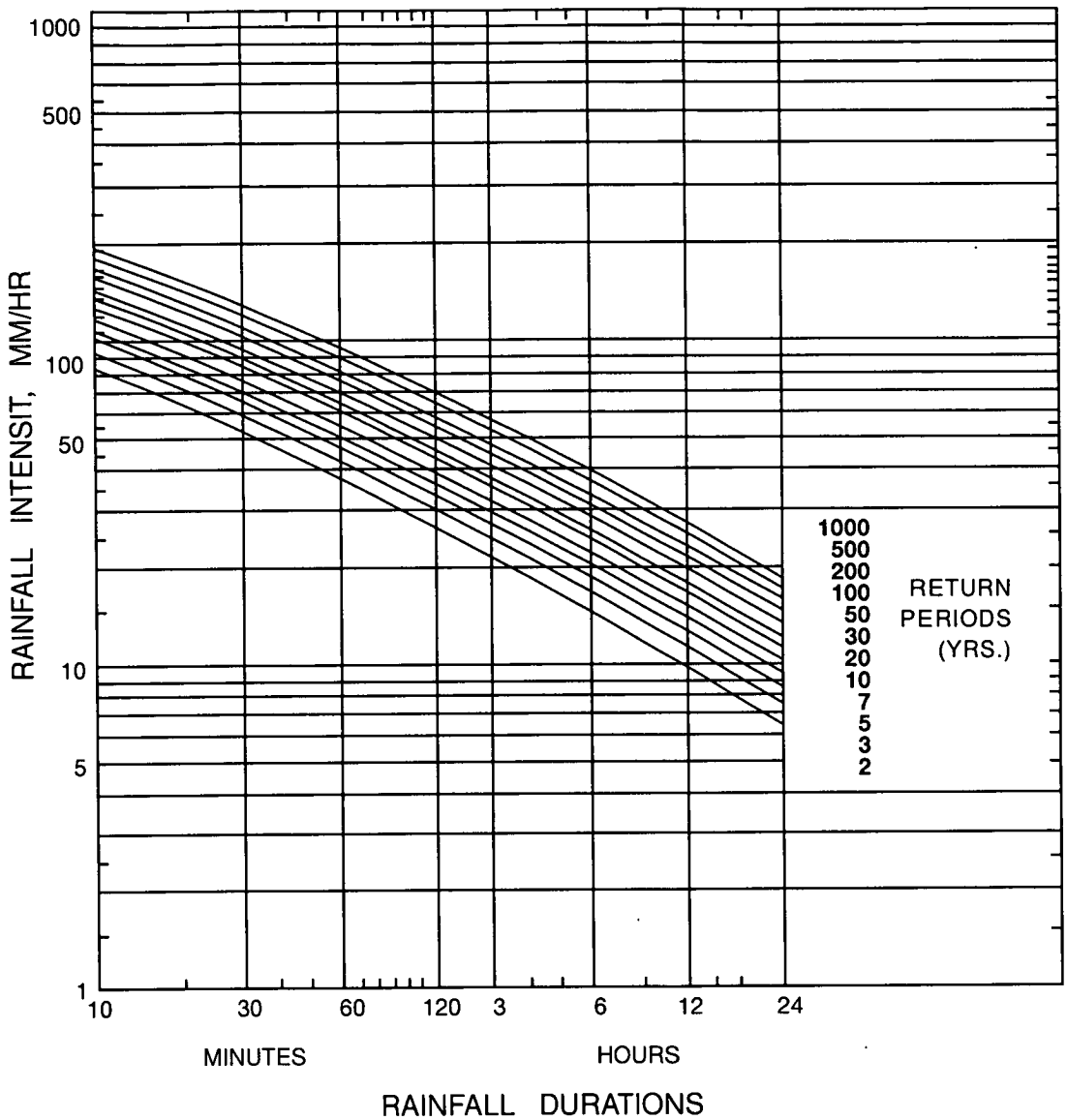

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 18 서산지점

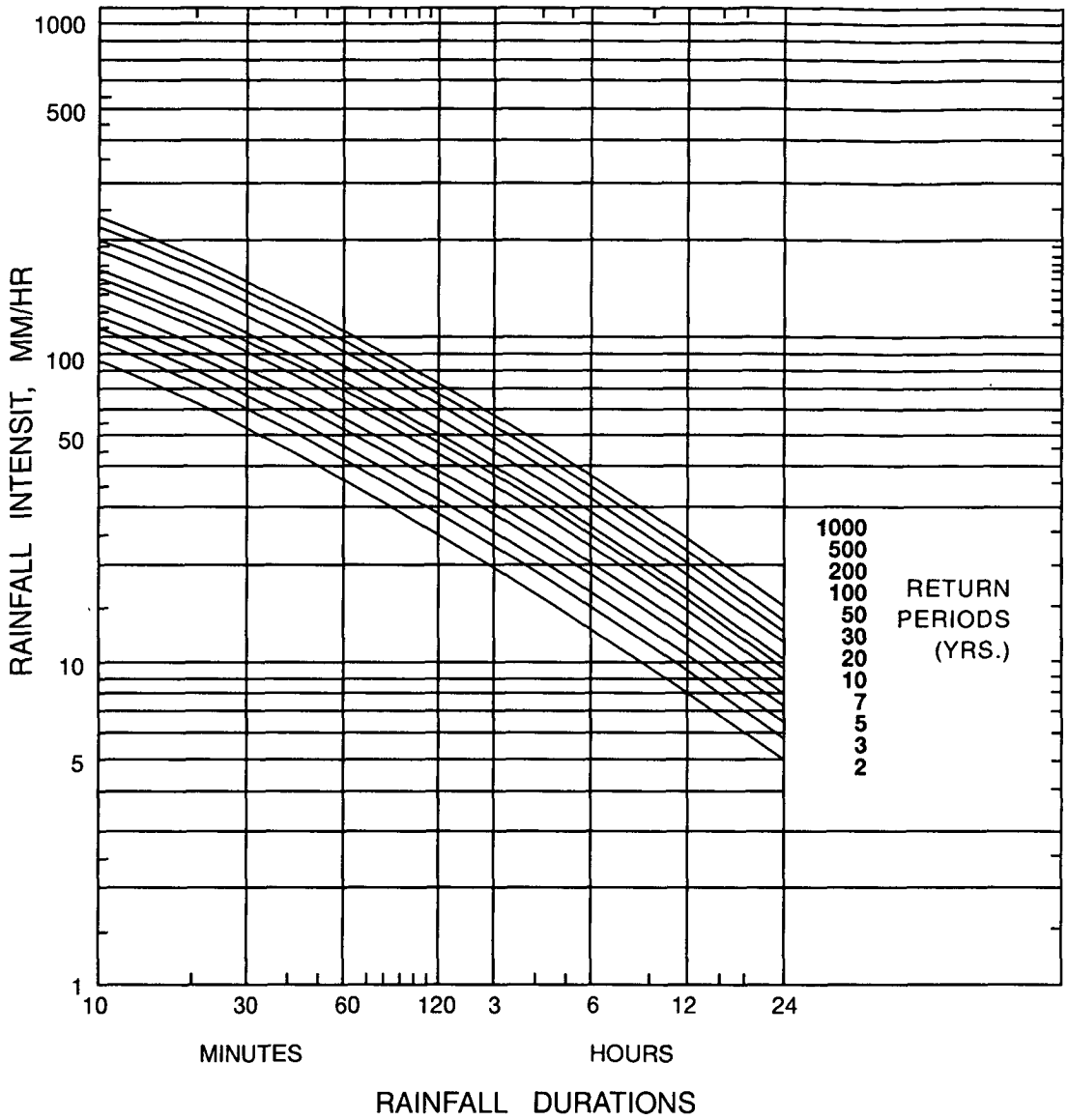

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 19 청주지점

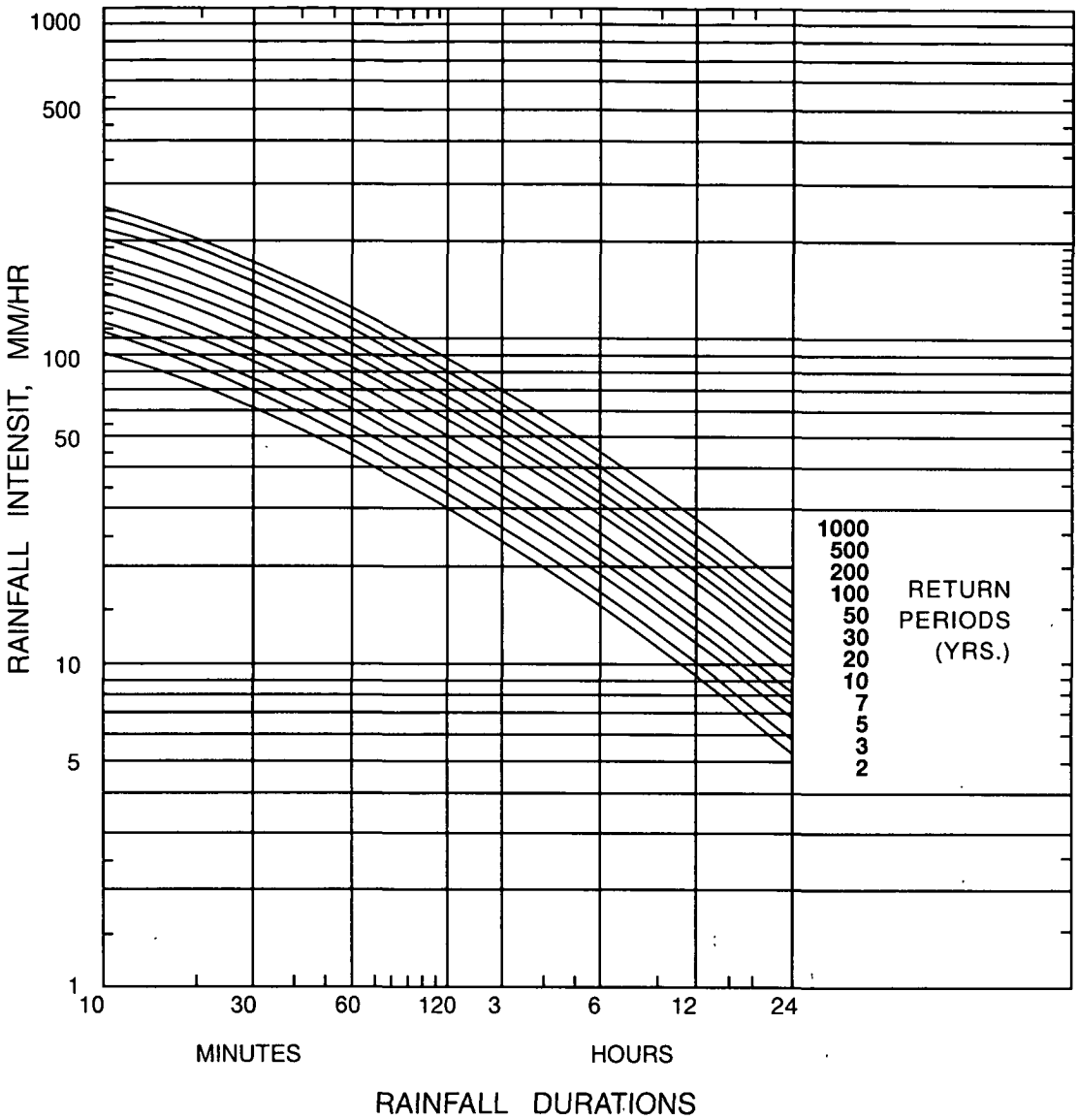

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 20 대전지점

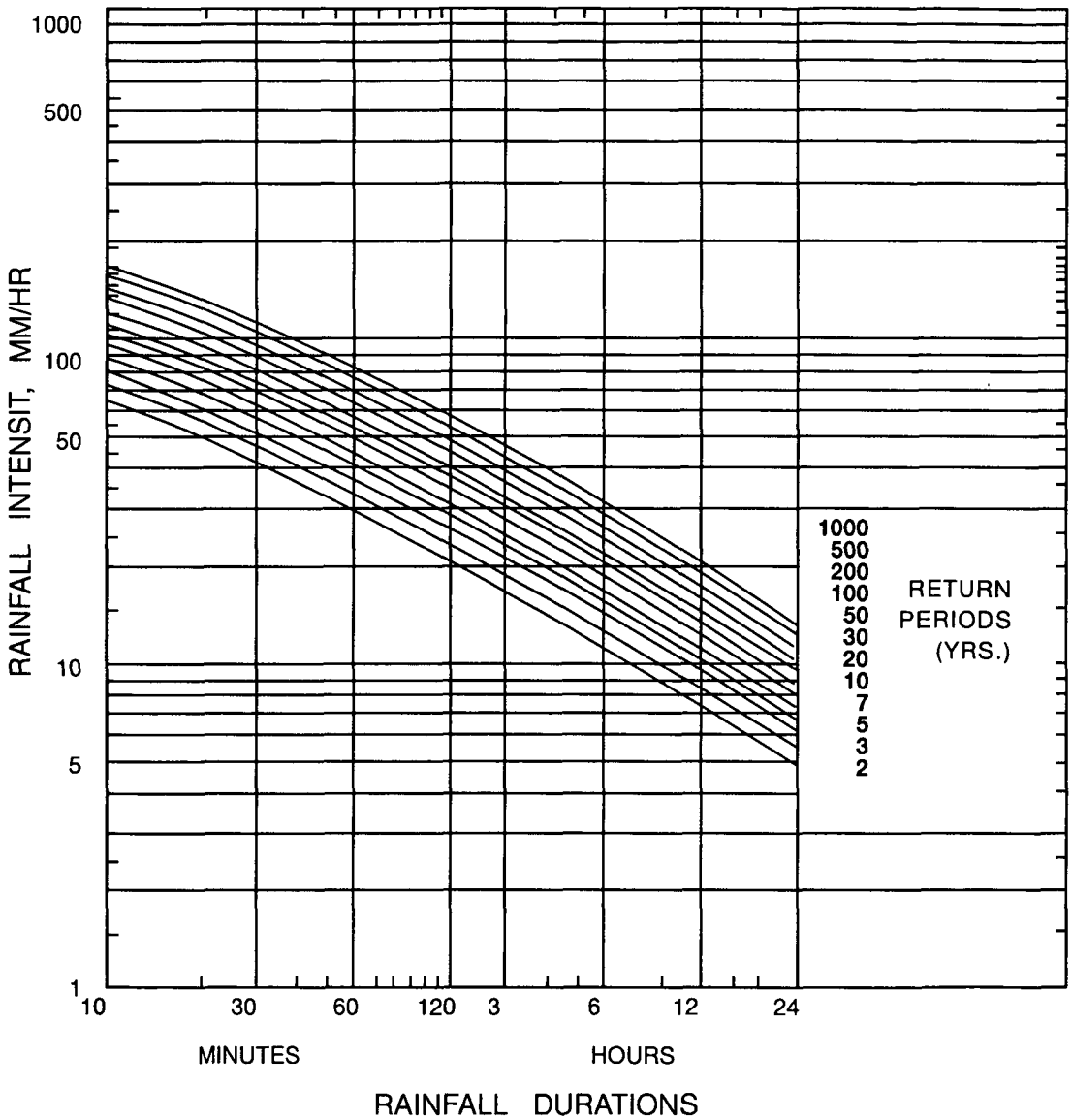

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 21 추풍령지점

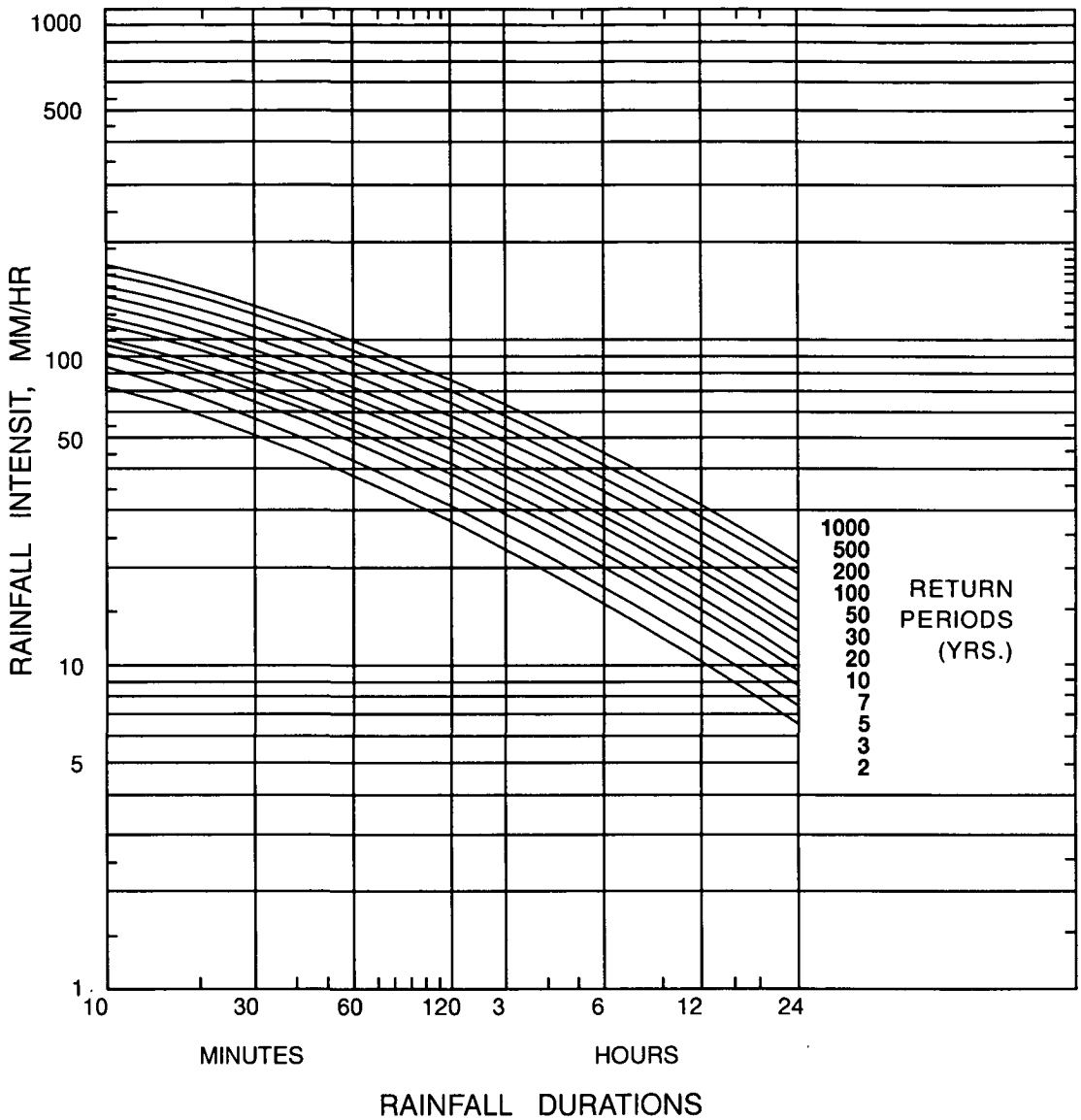

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 22 군산지점

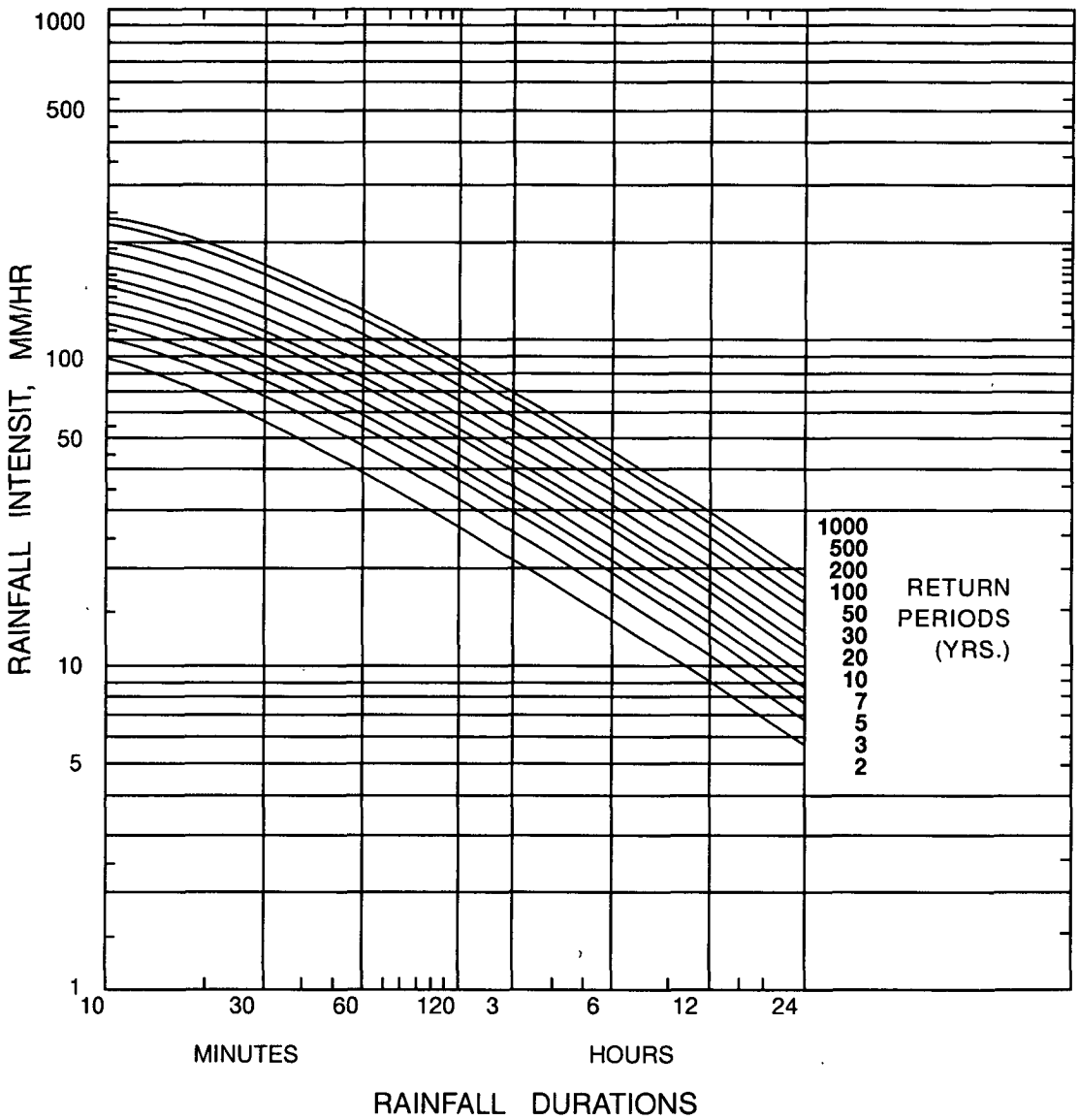

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 23 전주지점

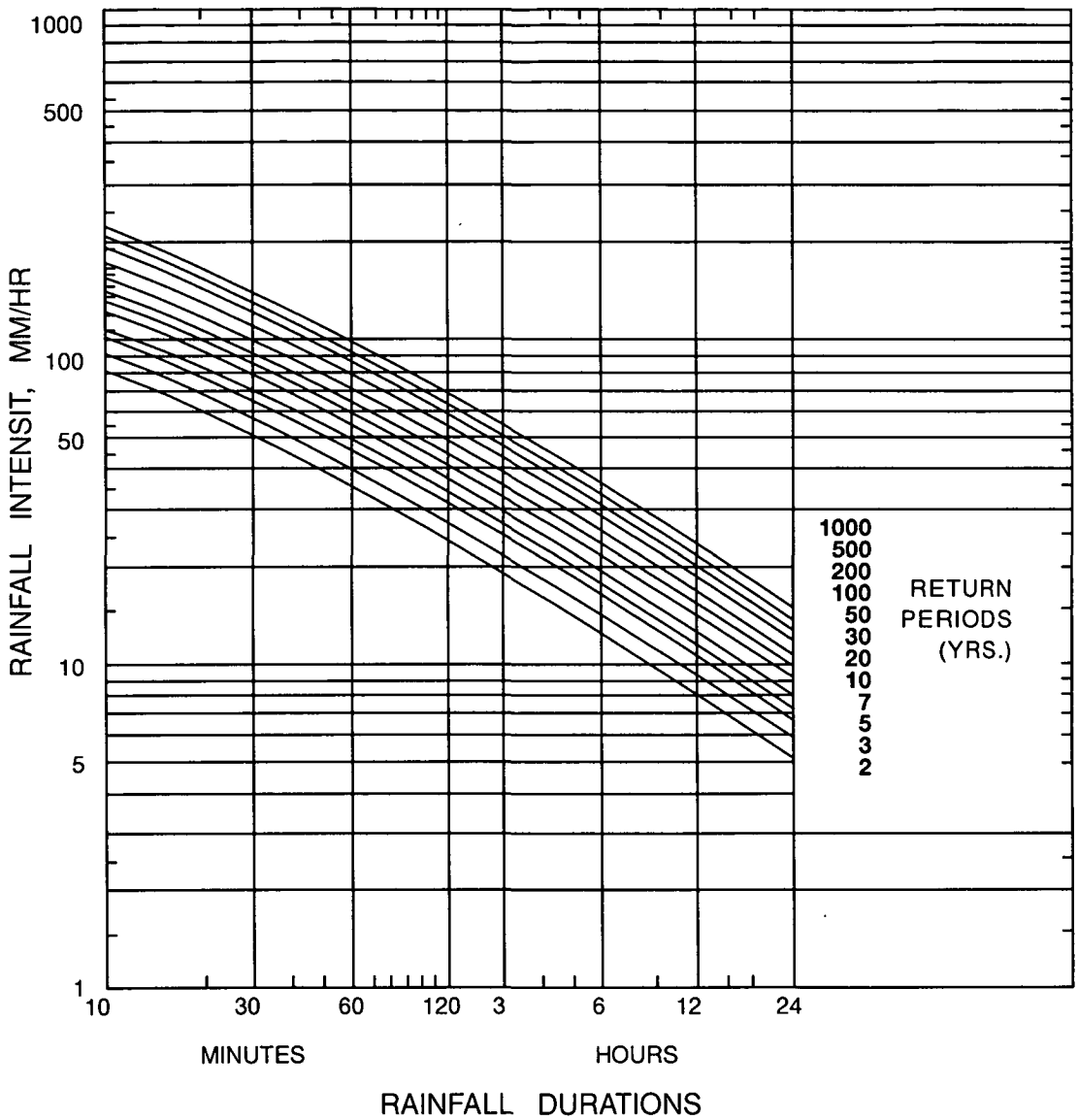

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 24 광주지점

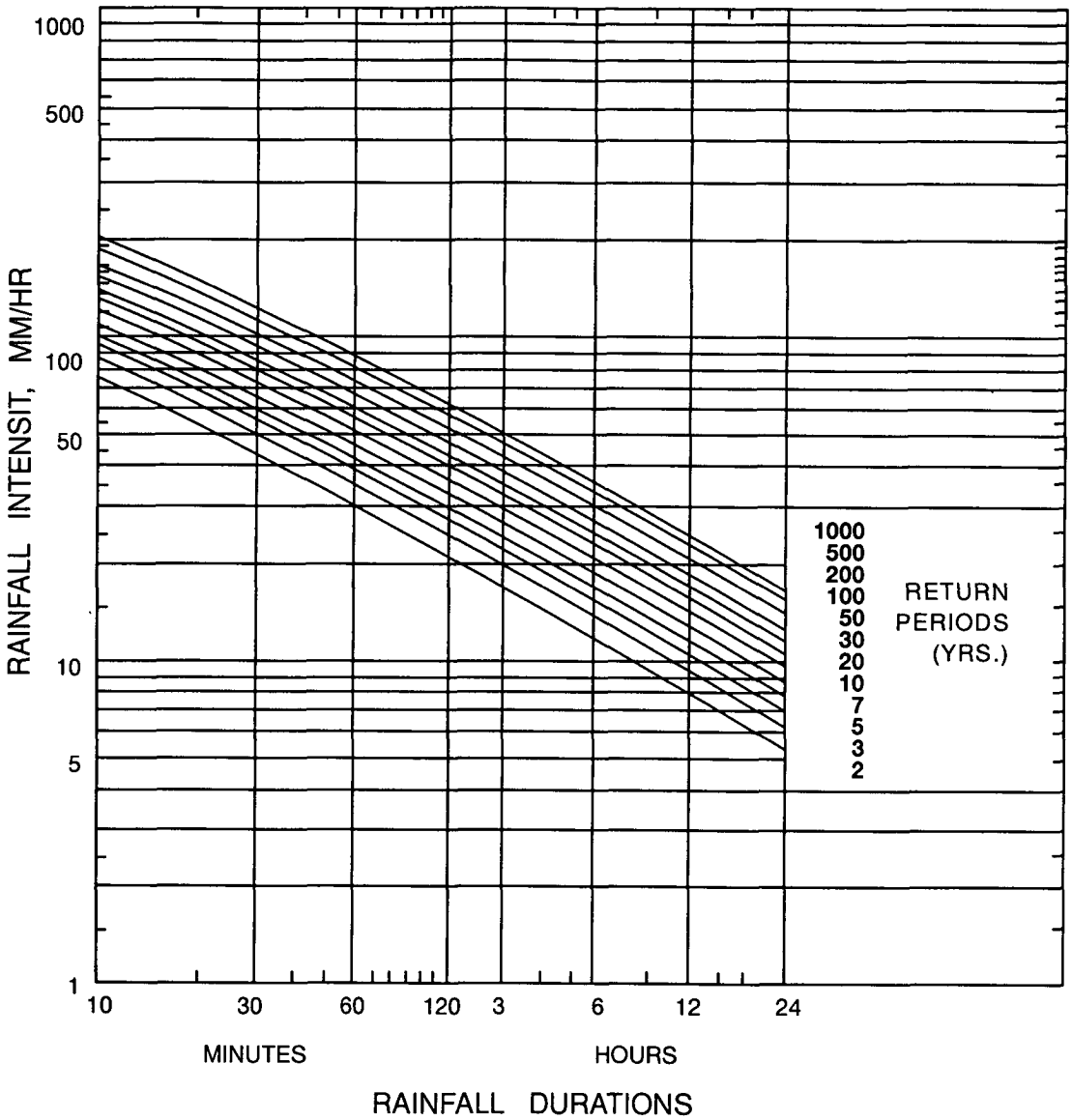

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 25 목포지점

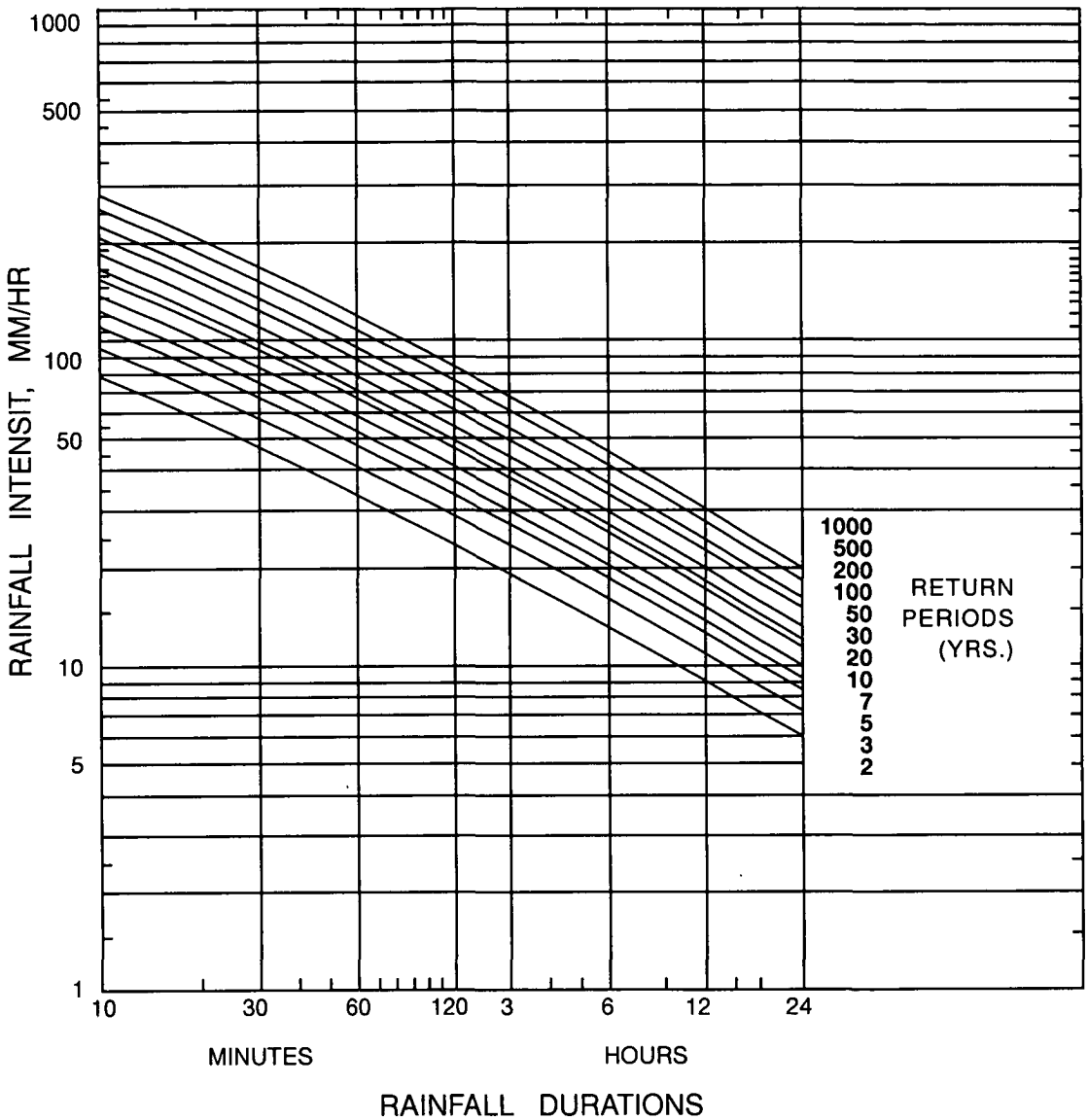

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 26 여수지점

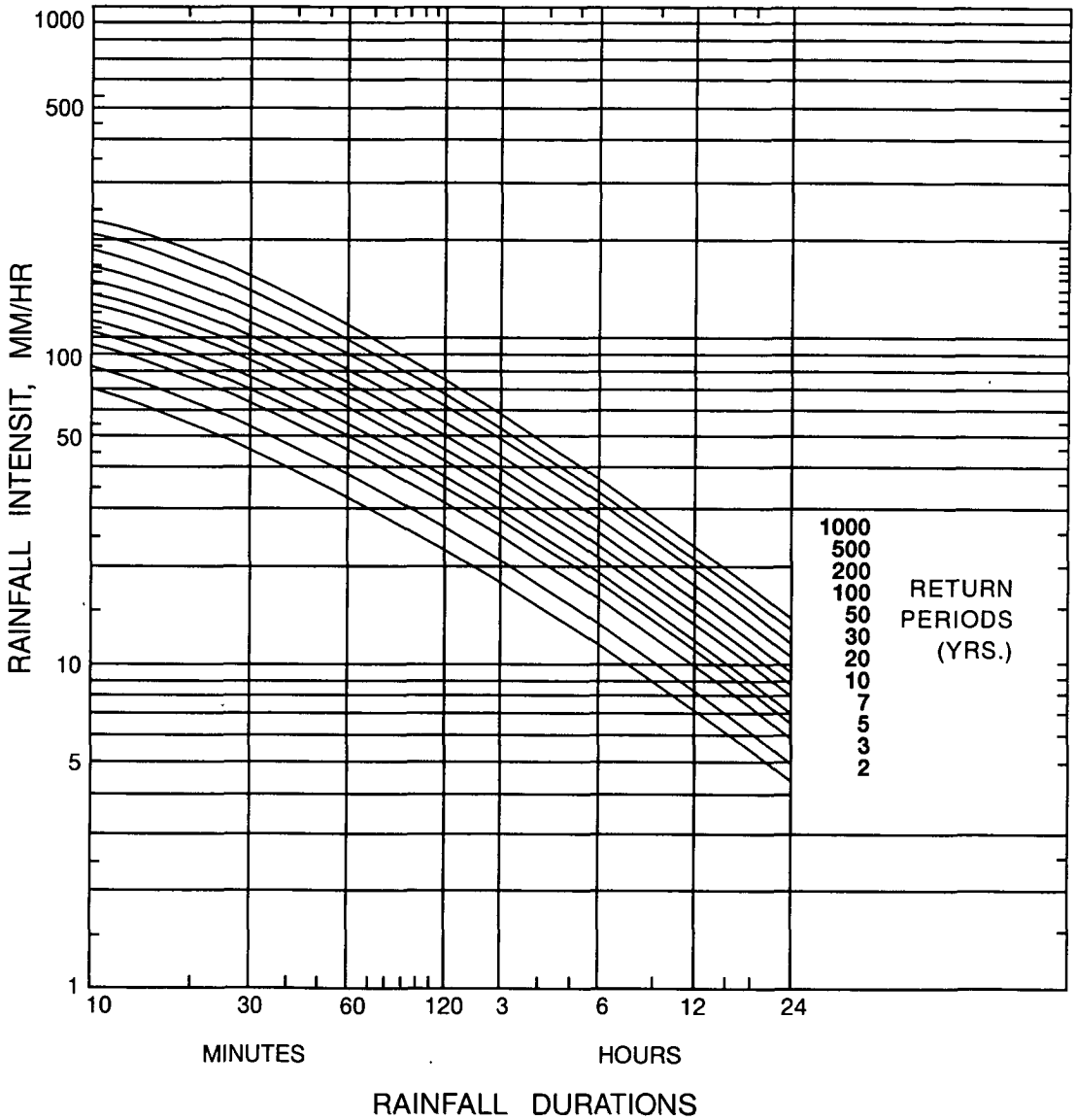

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 27 대구지점

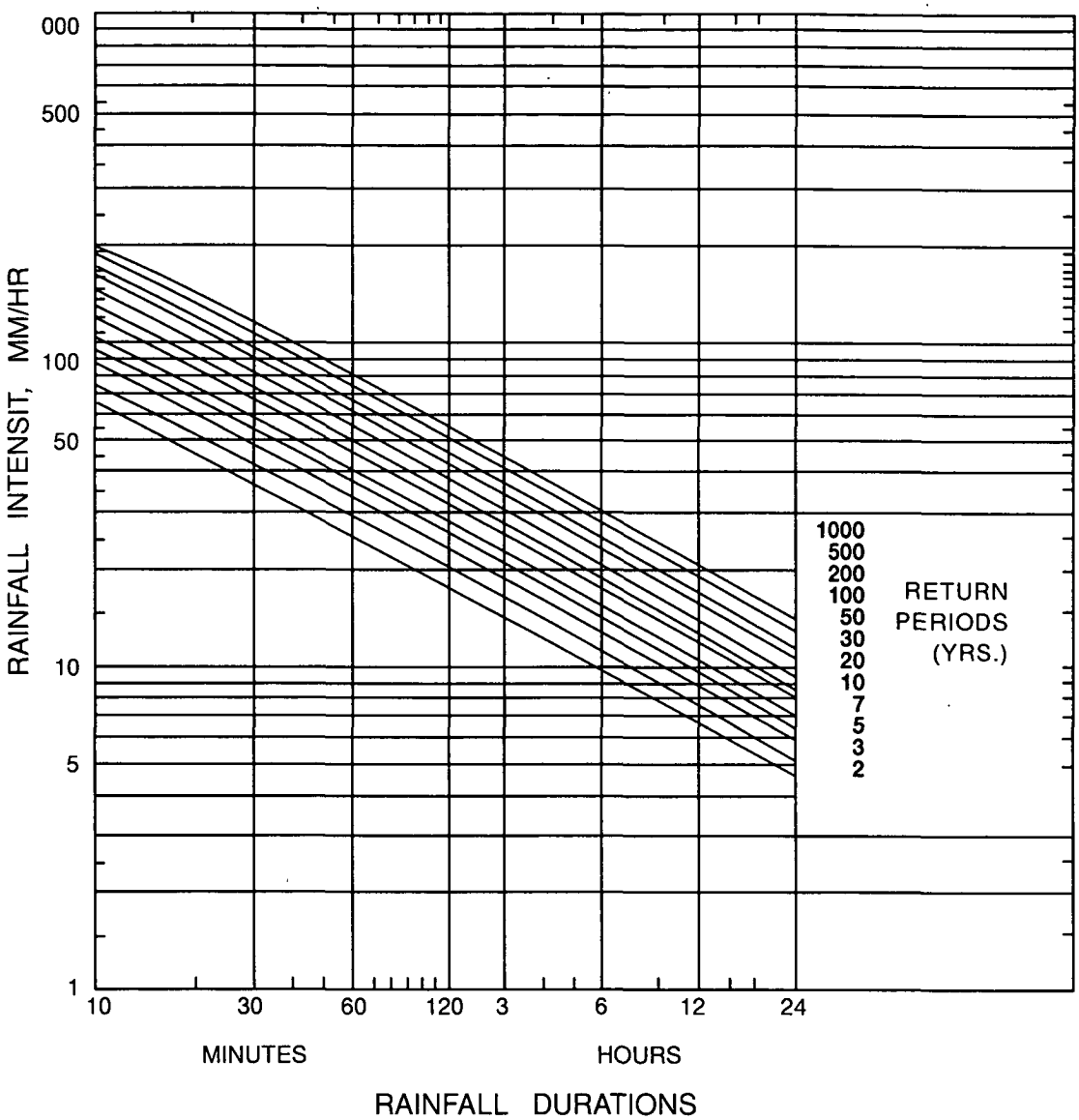

000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 28 포항지점

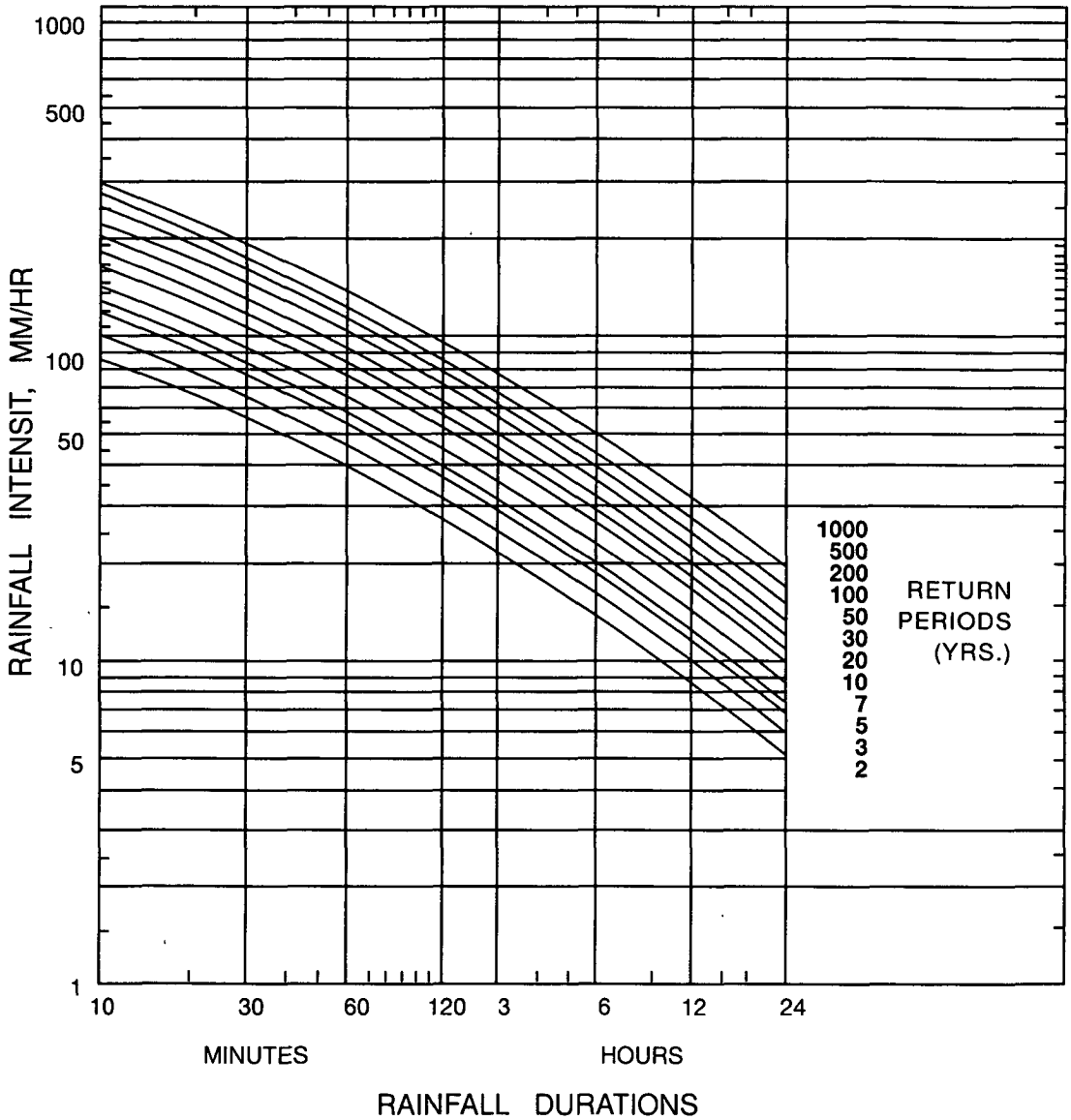

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 29 부산지점

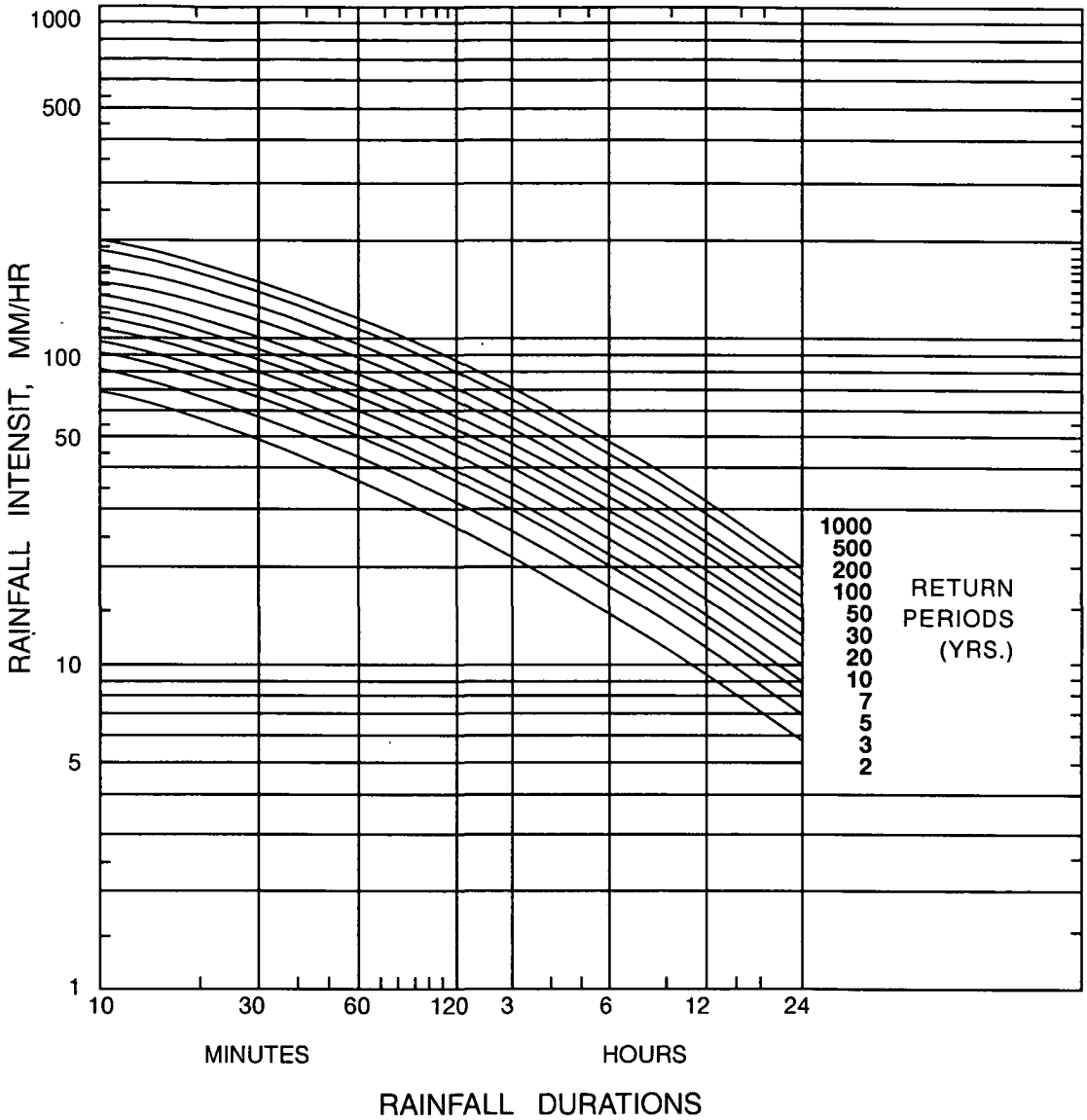

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 30 울산지점

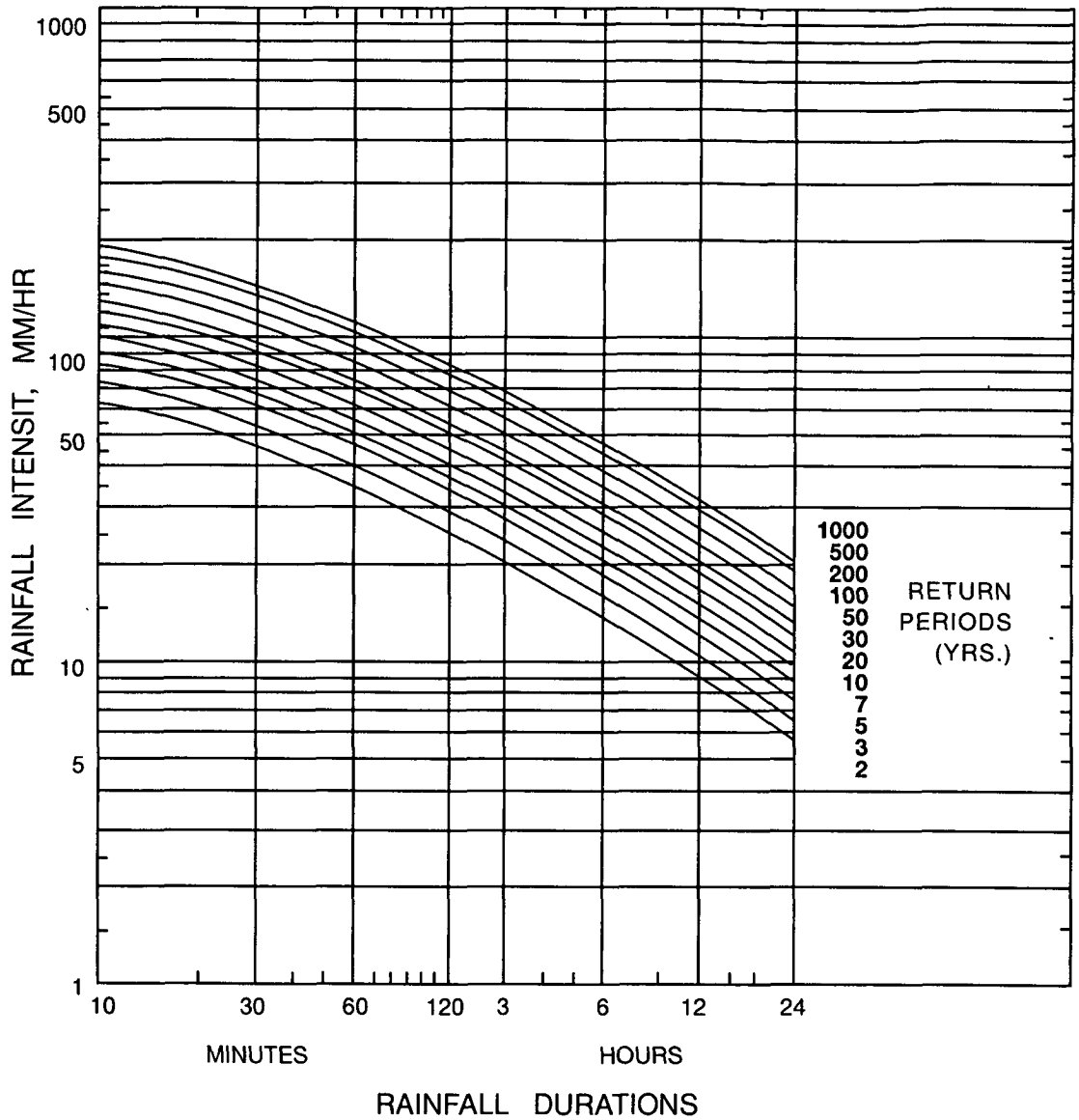

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 31 충무지점

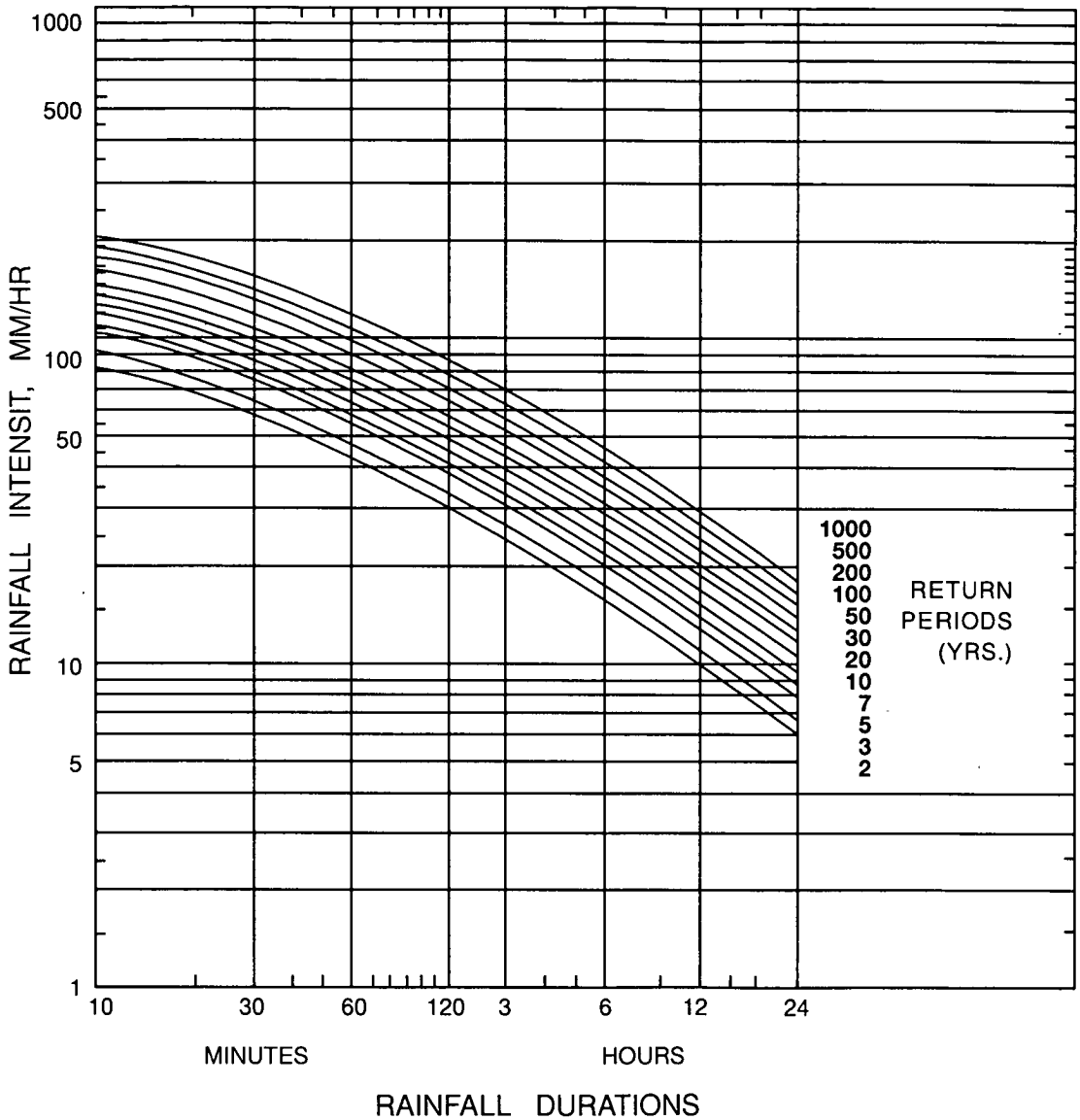

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 32 진주지점

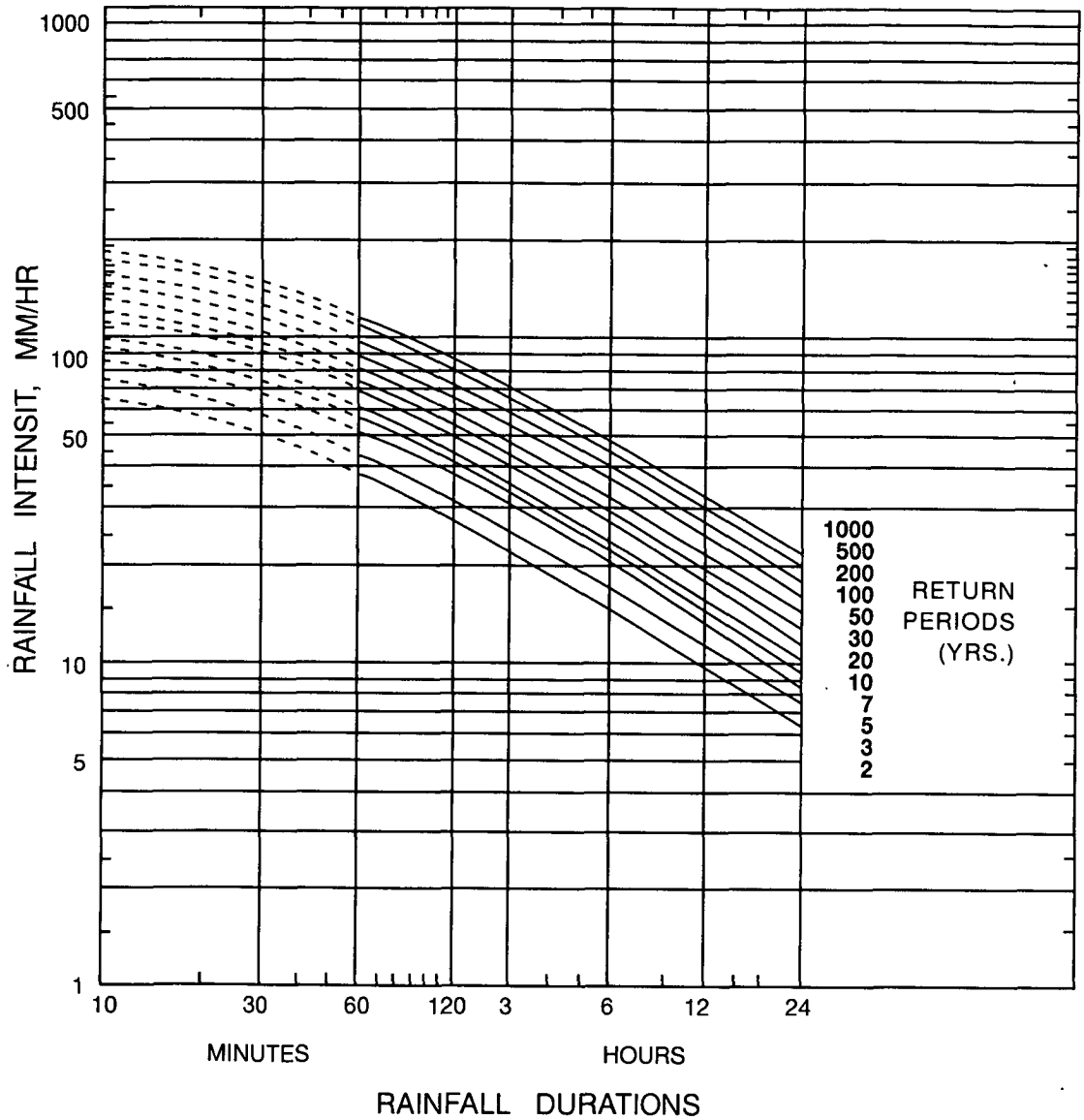

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 33 울릉도 지점

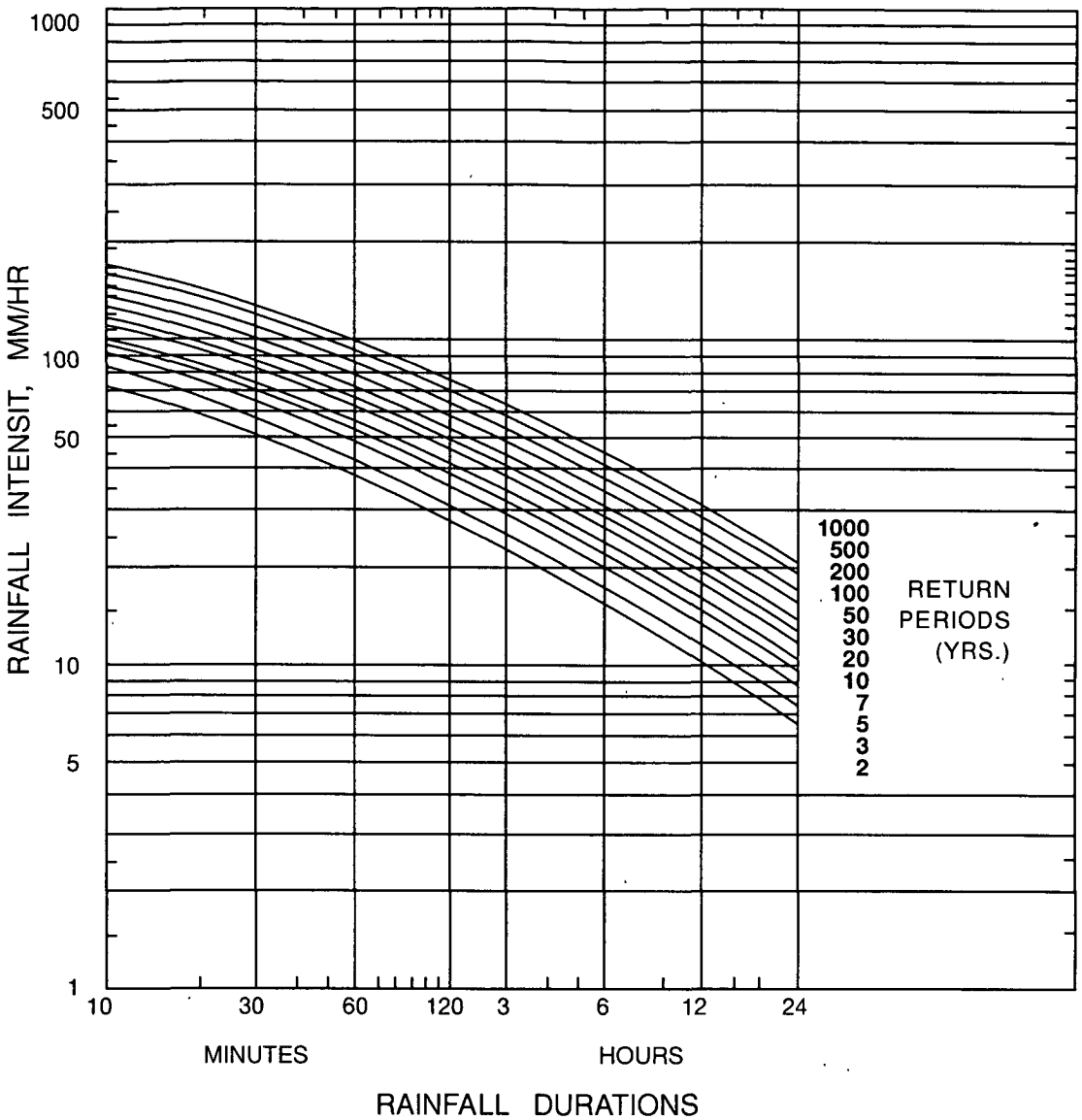

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 34 제주지점

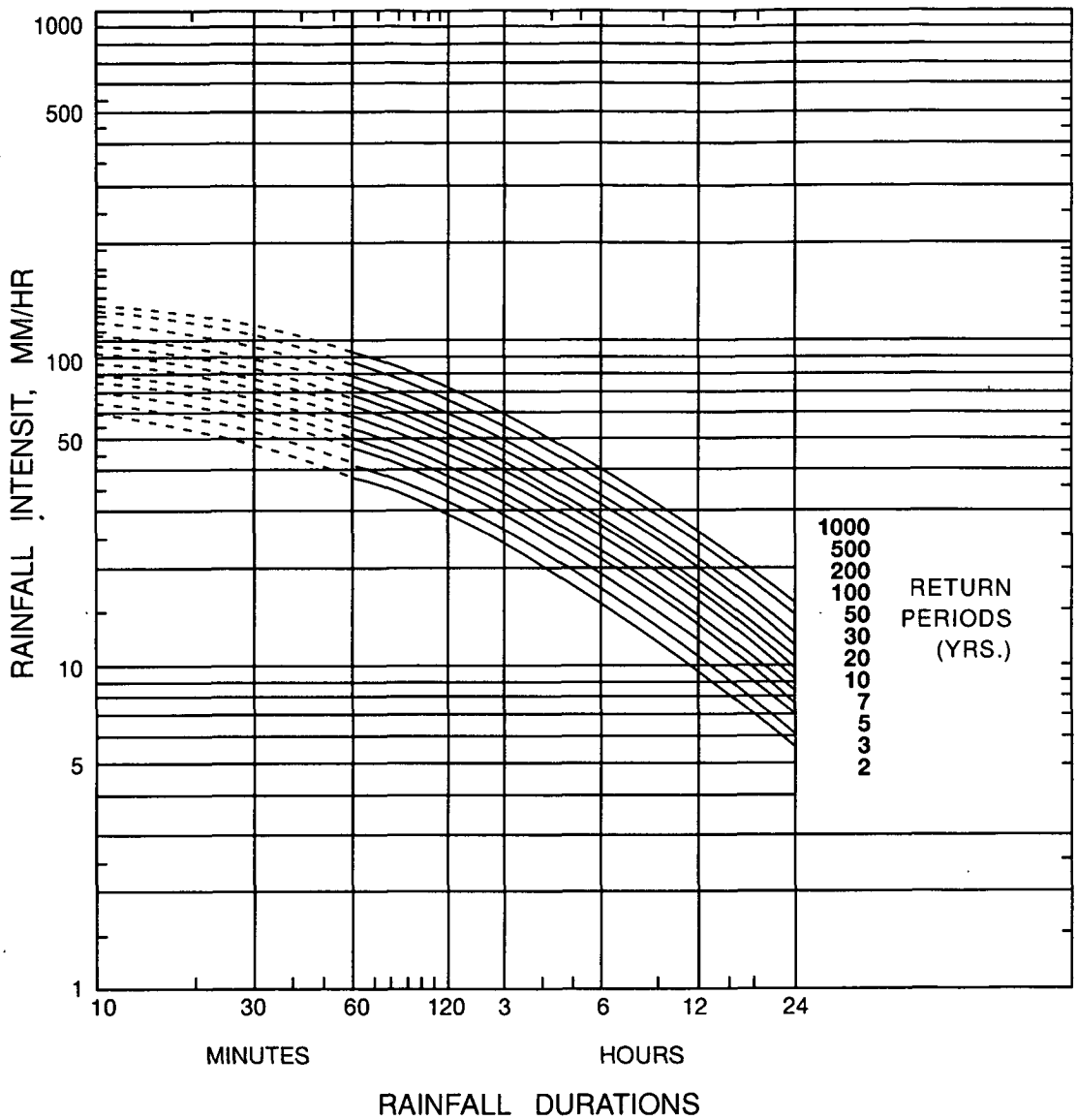

1000
500
100
50
10
5
1
RAINFALL INTENSIT, MM/HR
1000
500
200
100
50
30
20
10
7
5
3
2
RETURN
PERIODS
(YRS.)
10
30
60
120
3
6
12
24
MINUTES
HOURS
RAINFALL DURATIONS

그림 35 서귀포지점

5.2.6 통수량 산정

(1) 측구

가. 유출입량 $Q = \frac{1}{3.6} C \cdot I \cdot A$ (생기빈도 5년)

나. 통수량은 $Q = A \times V$ (측구수리 그림 36~41 이용)

A : 측구형식에 의하여 산정

V : 2.5m/sec이하로 설계

2.5m/sec이상일 때 침식방호공 필요

다. 침식 방호공의 높이 결정은 측구 침식방지(그림42~44) 이용

(2) 수로이설

수로이설이 필요하다고 판단되는 곳에 설치(수로저변폭 1.5m이상)

가. $Q = \frac{1}{3.6} C \cdot I \cdot A$ (생기빈도 25년)

나. 통수량 $Q = A \times V$

A = 단면적(m^2)

V = 유속(m/sec)

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

n = 만닝조도계수

R = 동수반경(m)

S = 수로구배(m/m)

다. 측벽경사는 기존 수로의 측벽형상에 맞추어 설계하되 유속이 2.5m/sec를 초과할 때에는 석축 및 돌붙임으로 측벽처리를 하고 바닥에는 수로보호공을 설치한다. 또한 유속이 4.0m/sec 초과할 때에는 낙차공을 두어 유속을 저감시켜야 한다.

라. 만닝 조도계수 n값

수로상태			n 값	
			양호	보통
폐수로		콘크리트파이프	0.013	0.015
		강관	0.011	—
		콘크리트 수로 (합판거푸집, 거칠	0.015	0.017
개수로	콘크리트 수로	바닥에자갈산재	0.015	0.017
		양호한 단면	0.016	0.019
	아스팔트 수로	매끈함	0.013	—
		거칠음	0.016	—
고속도로수로	콘크리트 수로	매끈한표면처리	0.013	
		거친표면처리	0.015	
	아스팔트 수로	매끈한표면처리	0.013	
		거친표면처리	0.016	
	콘크리트 포장수로	미장마감	0.014	

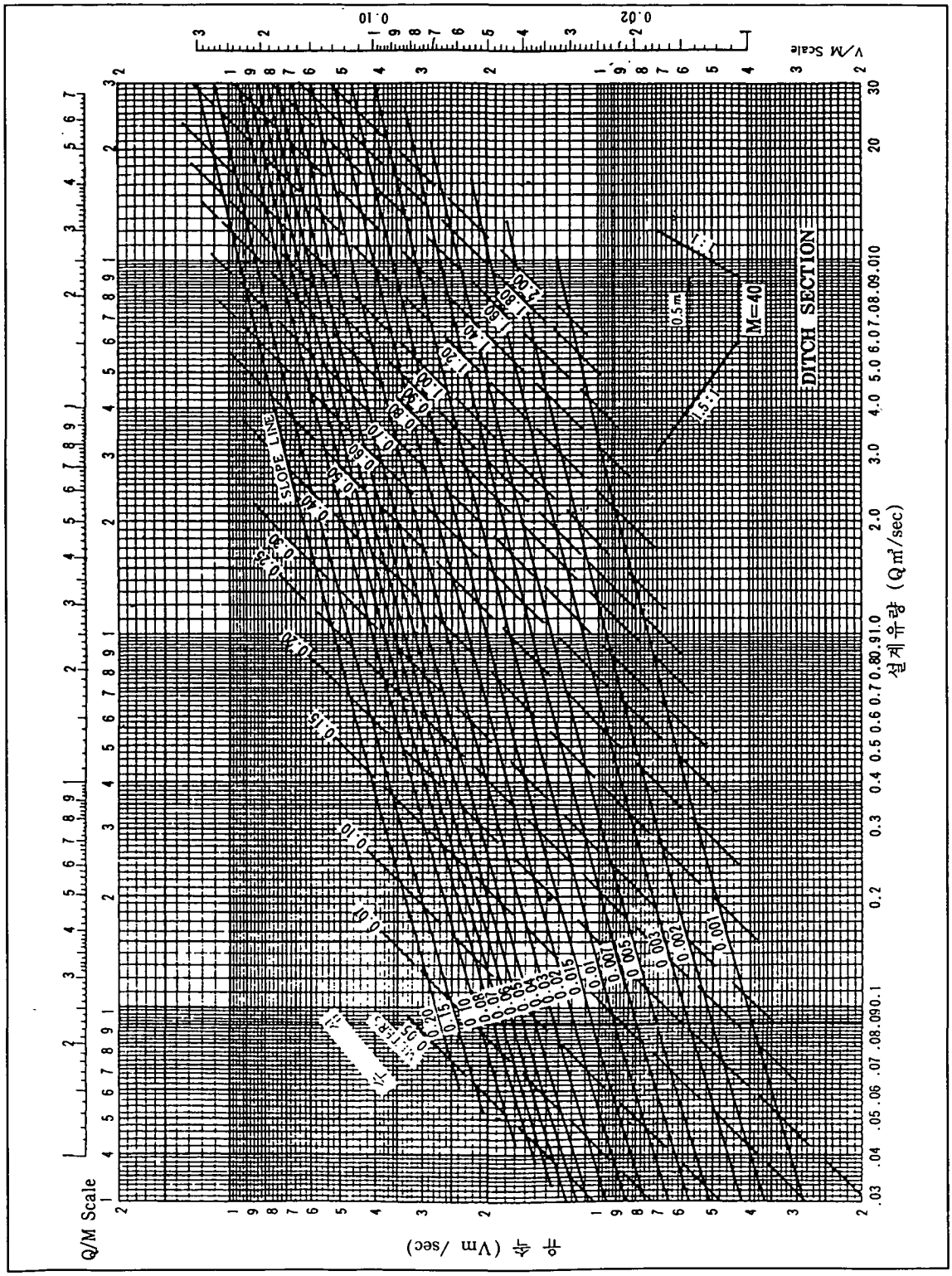

DITCH SECTION
M=40
0.5m
1:1
1:1.5
SLOPE LINE
Q/M Scale
V/M Scale
유속 (Vm /sec)
설계유량 (Q㎥/sec)

그림 36 측구 수리도표

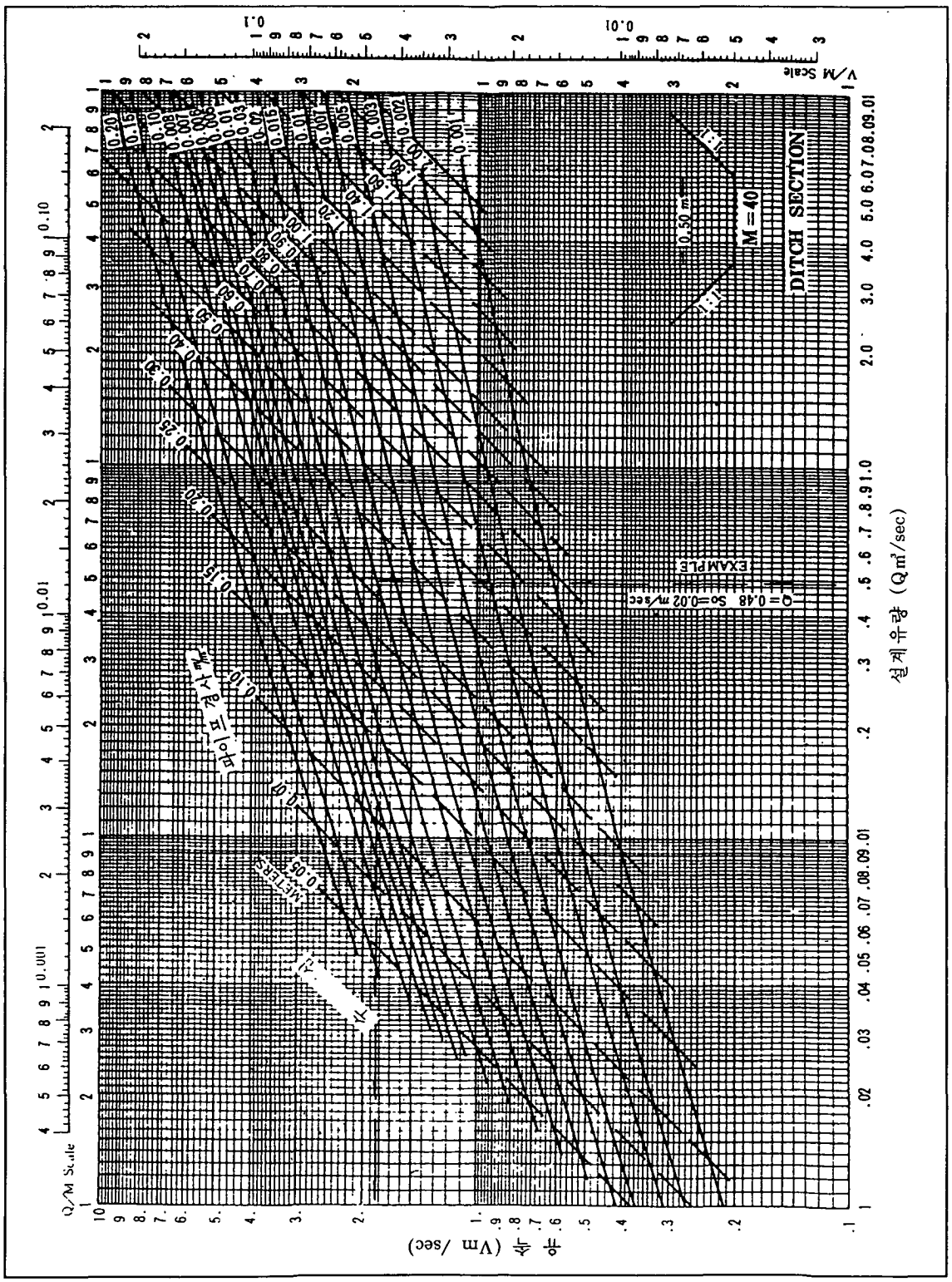

DITCH SECTION
M = 40
0.50 m
1:n
1:n
EXAMPLE
Q = 0.48 So = 0.02 m³/sec
Q/M Scale
V/M Scale
유속 (Vm /sec)
설계유량 (Qm³/sec)

그림 37 측구 수리도표

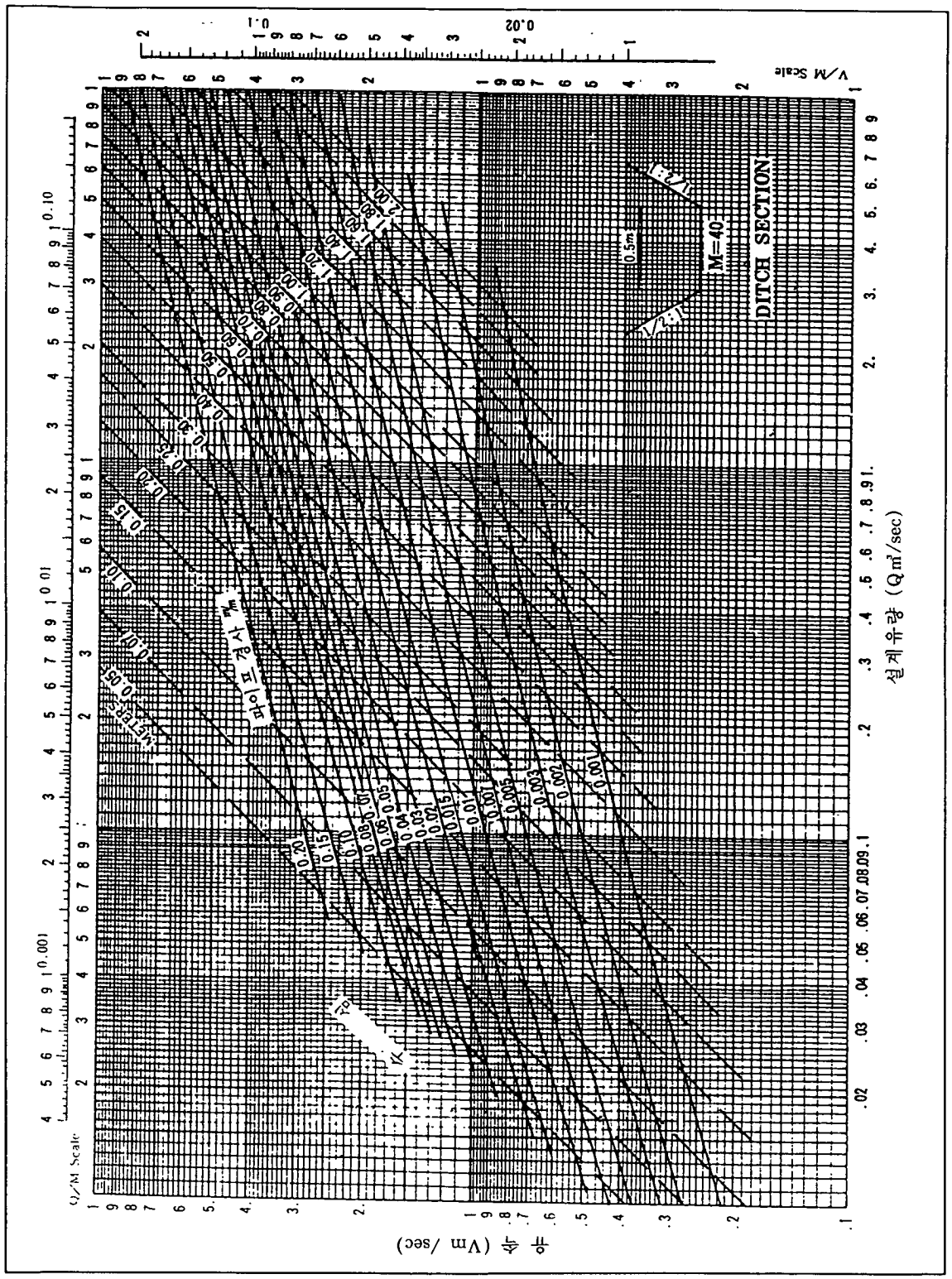

DITCH SECTION
M=40
1:1
1:2
0.5m
V/M Scale
Q/M Scale
유 속 (Vm /sec)
설계유량 (Qm³/sec)

그림 38 측구 수리도표

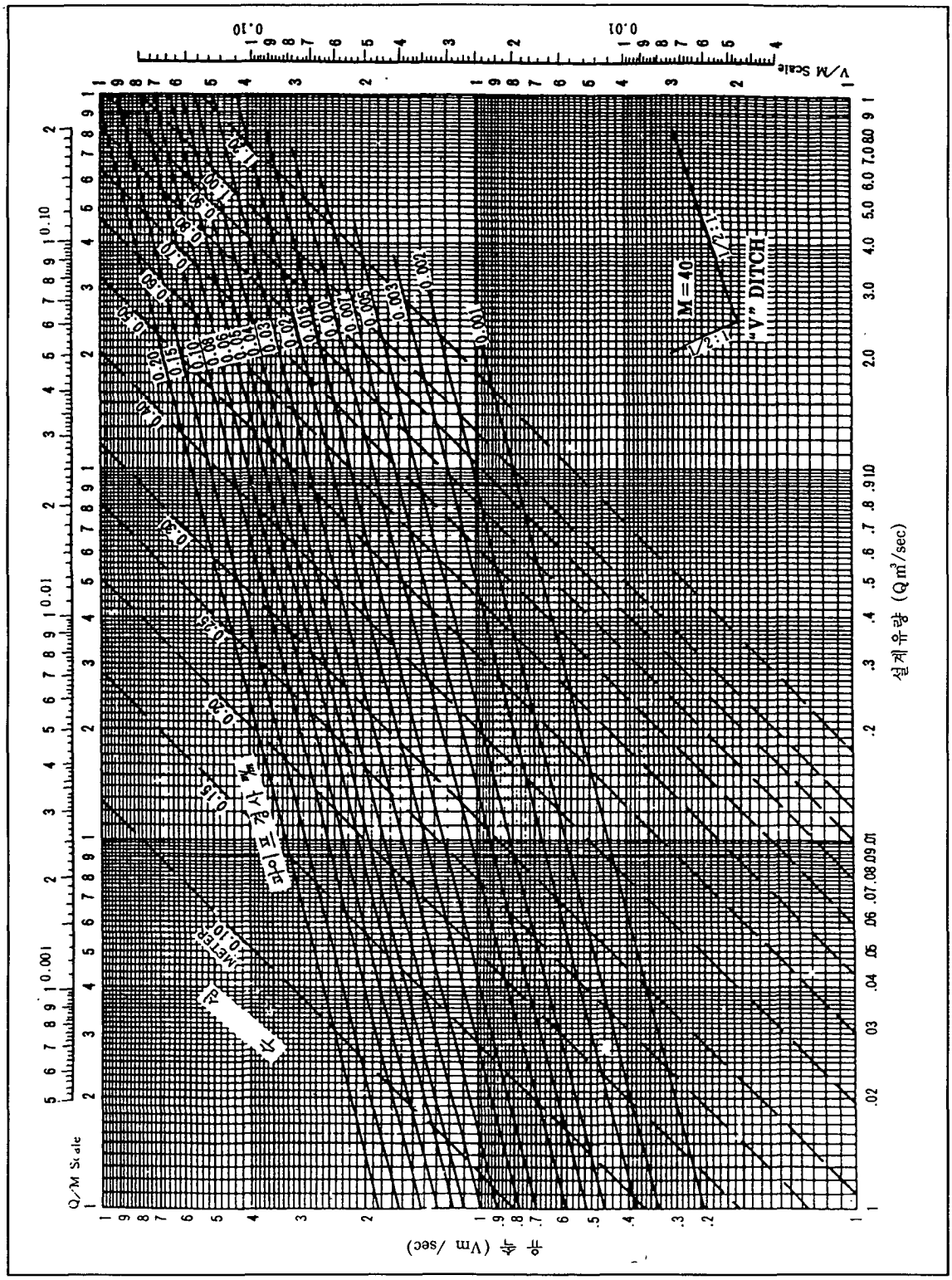


그림 39 측구 수리도표

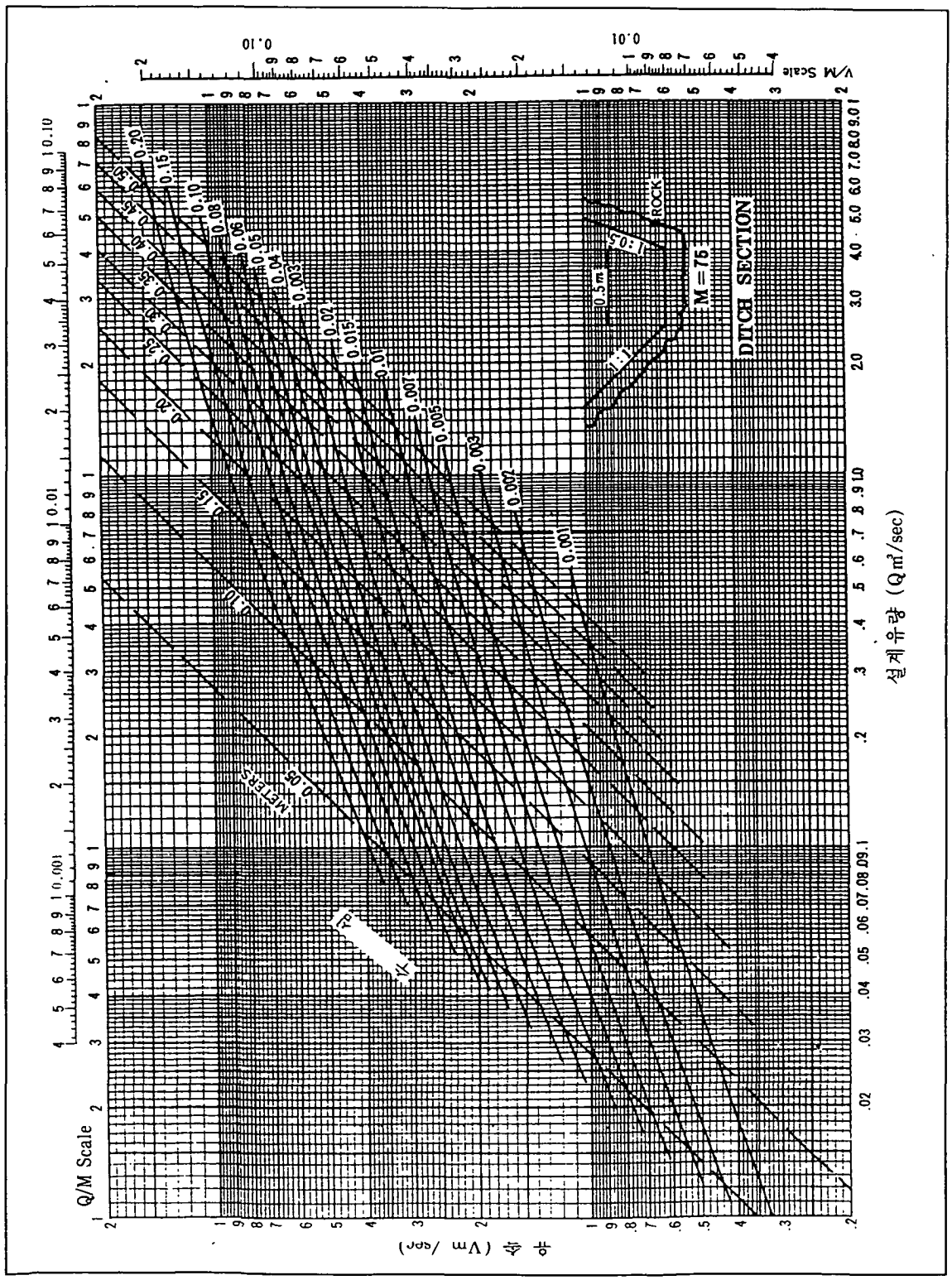


그림 40 측구 수리도표

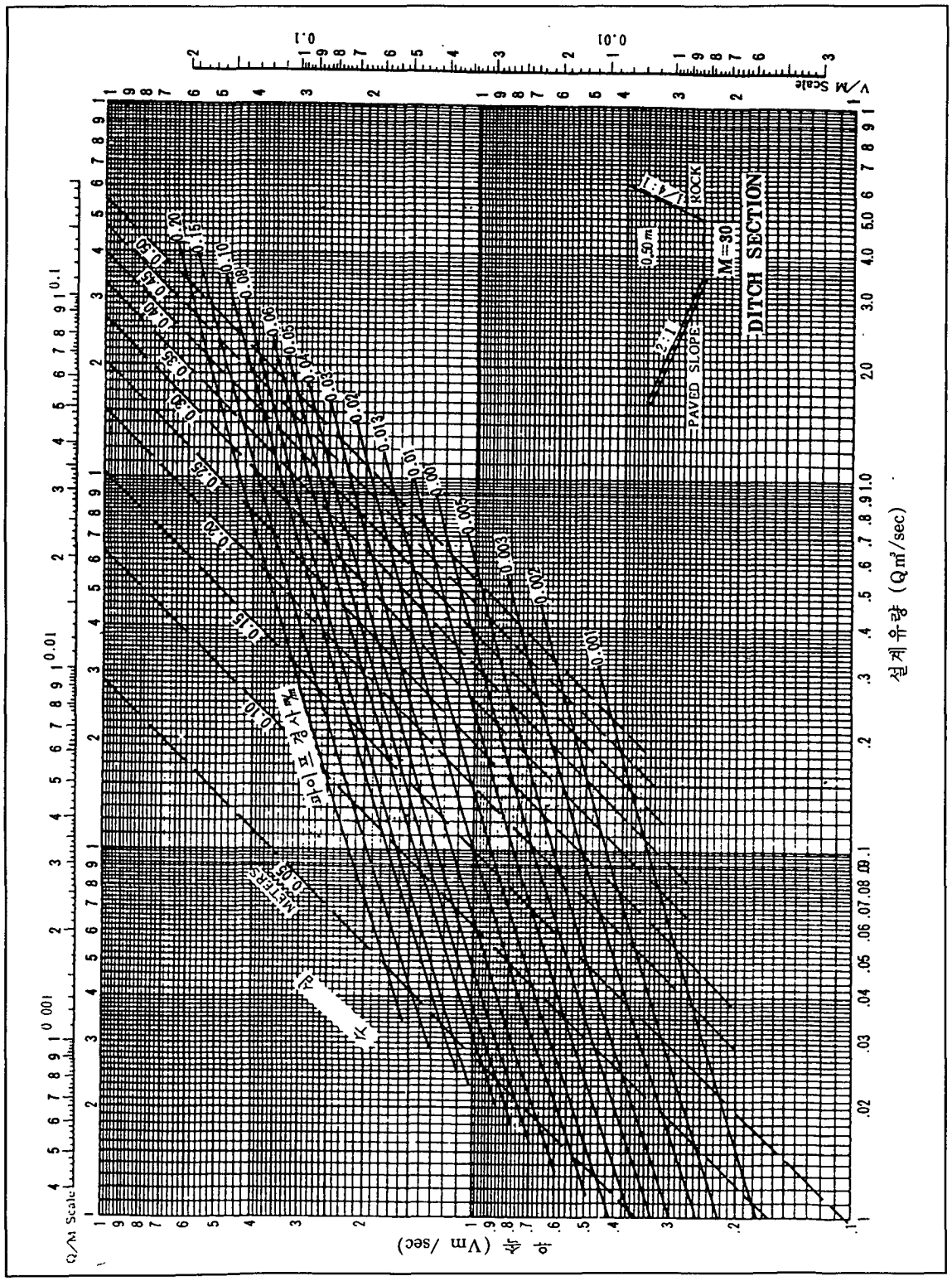

DITCH SECTION
PAVED SLOPE
ROCK
M=30
0.50m
V/M Scale
Q/M Scale
유속 (Vm /sec)
설계유량 (Qm³/sec)

그림 41 측구 수리도표

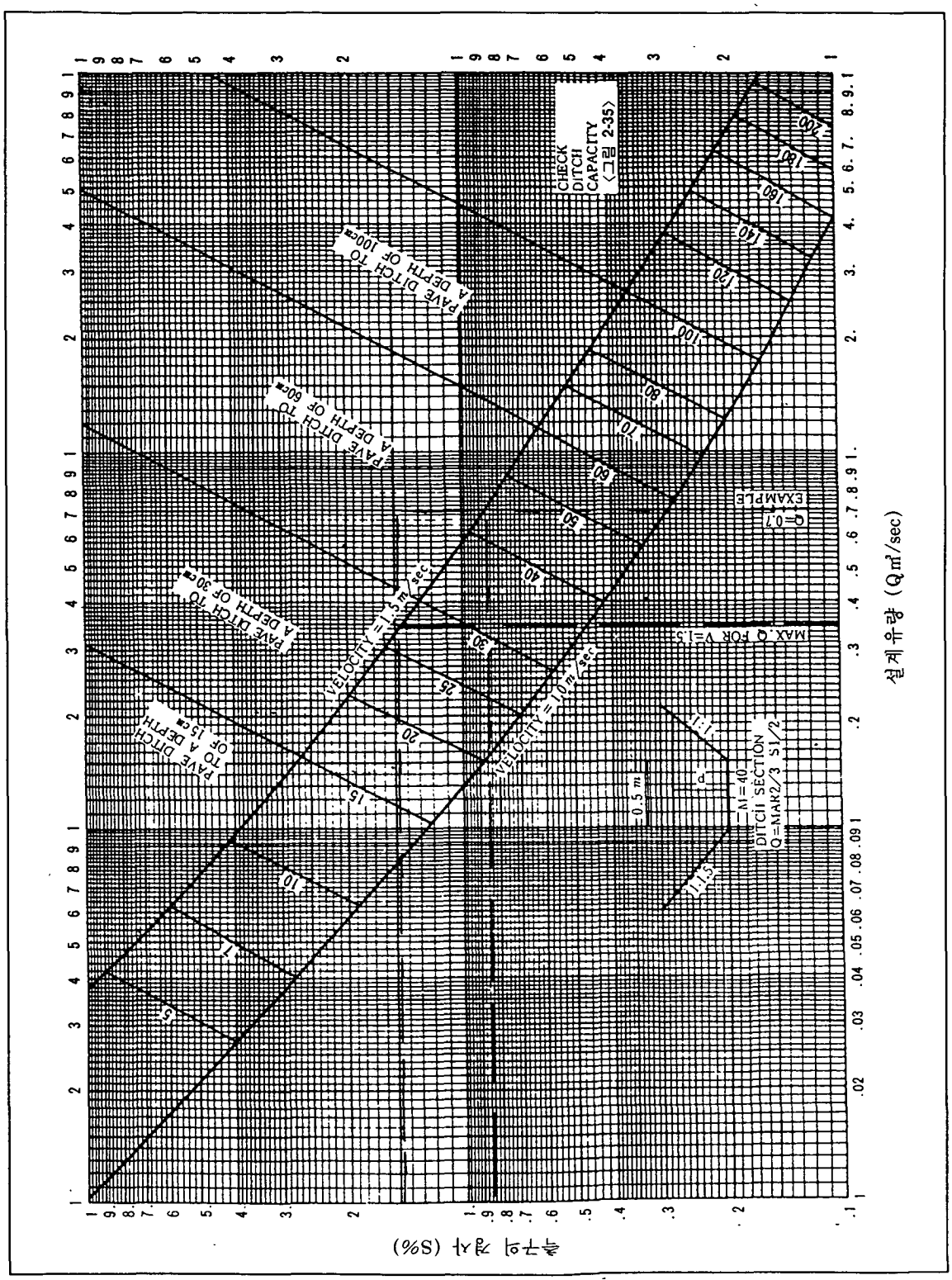


그림 42 측구 침식방지 도표

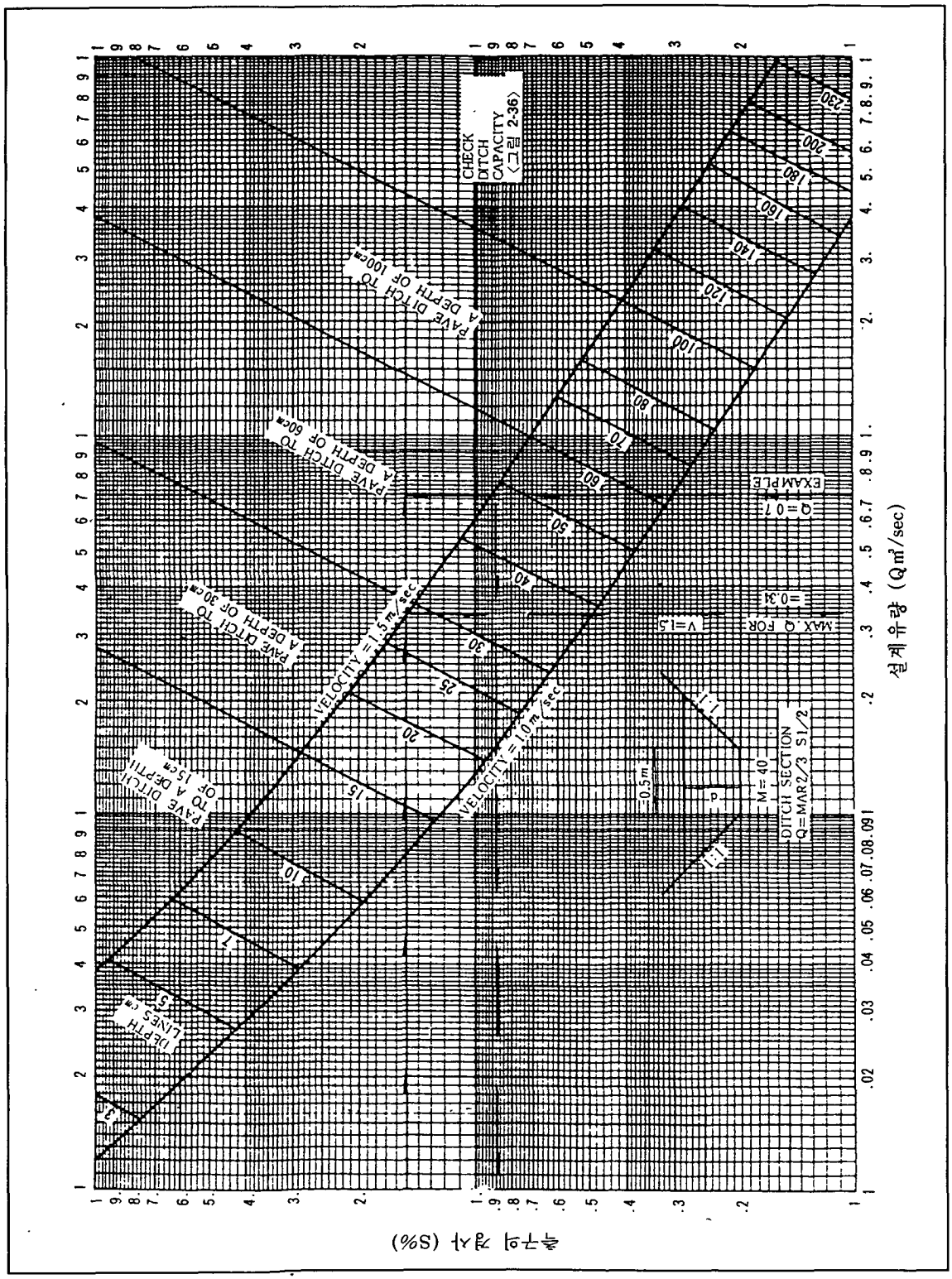


그림 43 측구 침식방지 도표

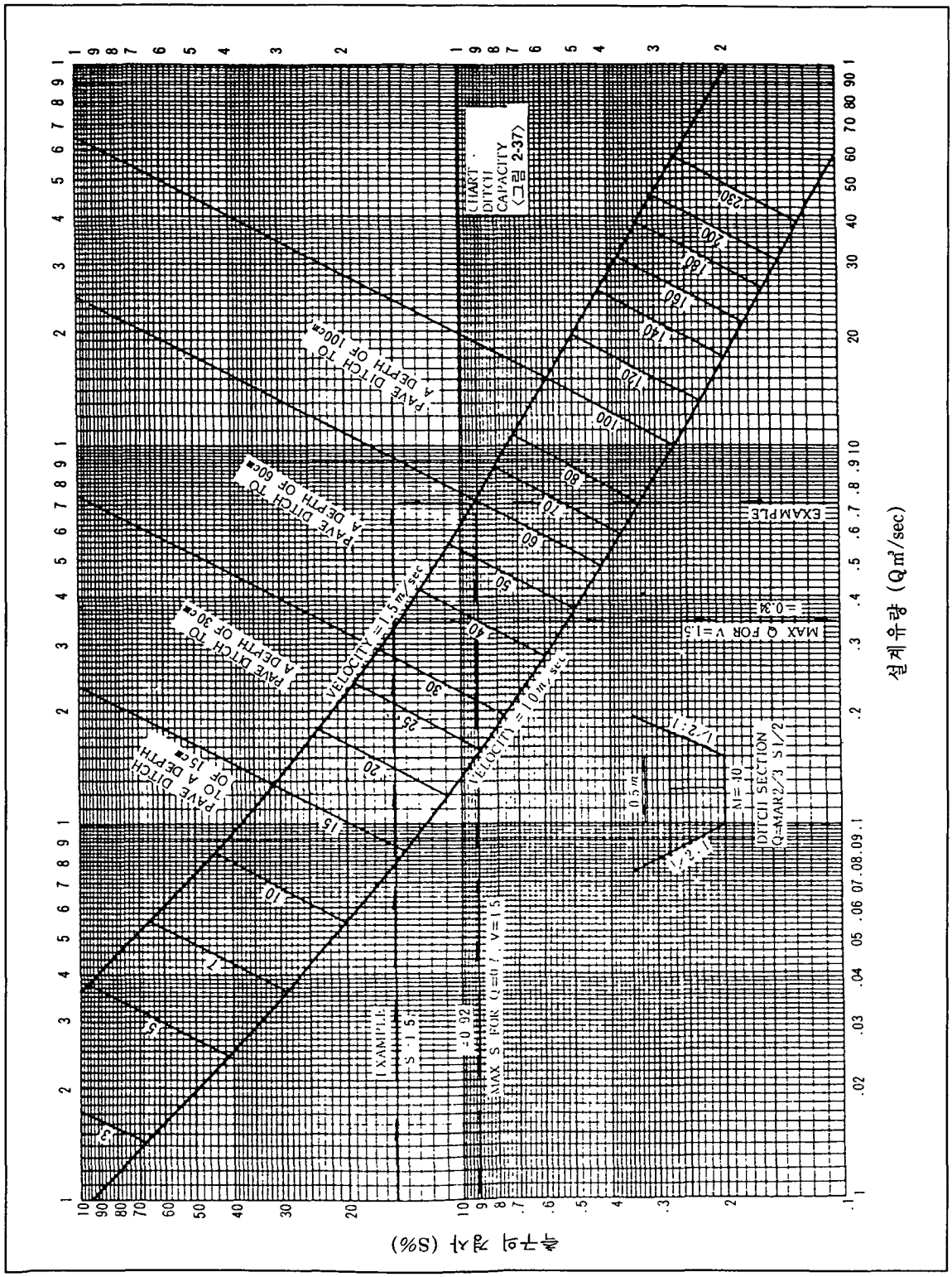


그림 44 측구 침식방지 도표

5.3 배수시설

5.3.1 길어깨 배수시설(성토부 다이크)

(1) 노면에 내린 우수가 흙쌓기 비탈면으로 흘러 비탈면이 유실되는 것을 방지하기 위하여 설치

(2) 즉 노면에 내린 우수를 배수하기 위한 시설로 길어깨와 연석으로 구성되는 삼각형 단면 또는 길어깨 측구를 통하여 성토부 도수로나 우수받이등을 이용하여 배수처리 한다.

(3) 길어깨를 통수단면으로 사용할 경우의 통수폭은 원칙적으로 연석(다이크)으로부터 포장끝선(측대)까지로 한다.

다만 도시부등에서 길어깨를 축소하거나 생략한 경우에는 측대도 통수폭으로 포함시킬 수 있다.

(4) 설계발생빈도 : 3년

(5) 도수로등의 간격결정 : 3-5-1 성토부 도수로 간격결정 참조

5.3.2 측구

측구의 형상구조등은 도로의 종류, 배수의 목적, 배수량, 경제성등 여러가지 요소에 따라서 선정해야 한다.

(1) 토사측구

가. 사용범위

① 평지, 농경지, 구릉지, 산지등 용지확보가 용이한 구간에 설치하며, 흙쌓기 비탈면끝에 위치하여 도로표면배수를 자연수로에 연결시킨다.

② 논지역의 경우 성토부 뚝쌓기를 설치하여 경작에 피해가 없도록 하여야 한다.

③ 설치될 측구의 구배가 급하거나 흙쌓기부 단차구배가 심하여 세굴될 가능성이 많은 곳에는 V형 측구로 대체함이 바람직하다.

나. 규격결정

① 설계발생빈도 : 5년

② 유출량 : $Q = \frac{1}{3.6} C \cdot I \cdot A$

여기서, C : 유출계수
I : 강우강도(mm/hr)
A : 유역면적(㎢)

③ 통 수 량 : $Q = A \times V$

여기서, A : 수로의 통수단면적(수로단면적의 80%)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{\frac{1}{2}}$$

n : 만닝조도계수

$R\left(= \frac{A}{P}\right)$: 동수반경

I : 수로구배

④ 유출량(계획홍수량) 및 수로의 종단구배의 방향에 따라 토사측구의 높이(H)를 조정하여 설치한다.

(2) V형 측구

가. 사용범위

① 흙쌓기부 비탈면 끝에 위치하여 도로표면배수를 자연수로에 연결시킨다.

② L형 측구와 토사측구의 연결부분에 설치

③ 흙쌓기부 비탈면 끝의 단차구배가 심하거나 설치될 측구의 구배가 급하여 토사측구로는 세굴될 가능성이 많은곳 및 현장 여건상 필요한 구간에 설치한다.

나. 규격결정

① 설계발생빈도 : 5년

② 유출량 : $Q = \frac{1}{3.6} C \cdot I \cdot A$

③ 통수량 : $Q = A \times V$

여기서, V 형 측구의 형식별 통수단면적은 다음과 같다.

가. 형식-1(H = 0.45m) : 0.219㎡

나. 형식-2(H = 0.6m) : 0.309㎡

다. 형식-3(H = 1.0m) : 0.592㎡

④ 유출량 및 측구의 구배에 따라 필요한 통수단면을 산정하여 V형 측구의 규격을 결정한다.

(3) 산마루 측구

가. 사용범위

① 땅깎기부 비탈면 정상 끝단에서 2.0m 벗어난 지점에 설치하며 지형상 필요한 곳에만 설치토록 한다.

② 자연경사면에서 도로의 절토 법면으로 유하하는 우수를 집수하여 기존 자연수로측이나 절토부 도수로를 통하여 배수한다.

나. 규격결정

① 설계발생빈도 : 3년

② (2) V형 측구의 규격결정과 동일

(4) L형 측구

가. 사용범위

① 노면 및 땅깍기 비탈면의 배수 및 도로보호의 목적으로 한다.

② 각 형식별 적용기준은 다음과 같으나 지형여건 및 측구연장등에 따라 시공성 및 미관을 고려, 적절한 형식을 선정할 수 있다.

㉮ 형식-1(H=0.45m) : 땅깍기면 토사 및 리핑암 전구간, 발파암 H=10m미만 구간에 설치한다.

㉯ 형식-2(H=1.20m) : 땅깍기면 리핑암+발파암 10.0m이상 또는 발파암 H=10m~30m인 구간에 설치한다.

㉰ 형식-3(H=2.30m) : 땅깍기면 발파암 H=30.0m이상이 되는 구간중에서 길이가 약 20m이상인 구간에 설치한다.

㉱ 형식-4(H=0.35m) : 부체도로에 설치한다.

또한 L형 측구만으로 배수량이 과다할 때, L형 측구밑으로 종방향 배수관이나 U형측구를 설치하는 방법으로 배수처리한다.

나. L형 측구의 통수능력 검토

① 설계발생빈도 : 3년

② 길어깨부의 폭 및 횡단구배, 도로의 종단구배등에 따라 결정되는 L형 측구의 통수능력을 산정한다.

③ 설치되는 L형 측구의 길이가 길거나 절토법면이 커서 계획홍수량이 허용 통수량보다 클 경우에는 집수정을 설치하여 횡배수관으로 우수를 배제하고, 횡배수관을 설치할 수 없을 경우 첫번째 집수정은 다음식으로 계산되는 설치결정 위치에 설치하고, 그 이후는 청소등의 편의를 위하여 50m 간격으로 집수정을 설치하여 종방향 배수관(D=600m/m이상)을 통해 우수를 배제한다.

$$S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q}{I(C_1W_1 + C_2W_2)}$$

여기서, S : 집수정 간격(m), 즉, L형 측구로 배수가능한 최대연장

I : 설계강우강도(mm/hr)

C_1 : 유출계수(포장부, 0.9)

C_2 : 유출계수(절개부, 0.8)

W_1 : 집수폭(포장부)

W_2 : 집수폭(절개부)

Q : 허용통수량(m^3/sec)

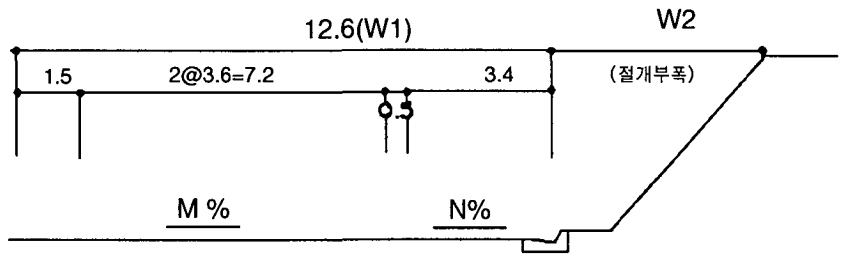


그림 45 땅깍기부 집수정 설치간격 결정을 위한 집수폭 개념도(편도2차선)

(5) U형 측구

가. 사용범위

① I.C 나 분리차선, 녹지대 및 부체도로에 지형여건을 감안하여 설치한다.

② 형식별 적용기준은 다음과 같다.

㉮ 형식-1 : 영업소, 휴게소등에 설치

㉯ 형식-2~4 : 시가지 구간 높이에 따라 설치

㉰ 형식-5 : 부체도로에 설치

㉱ 형식-6 : I.C 및 분리구간 녹지대에 설치

나. 규격결정

① 설계발생빈도 : 3년

② 3-2-2 V형측구의 규격결정과정과 동일

5.3.3 맹암거

(1) 맹암거의 설치위치

가. 절토부의 길어깨

나. 편절, 편성 및 절·성 경계부

다. 용수다발지역

(2) 절토법면에 설치하는 맹암거는 법면에 용수가 있을 때 설치하며 부직포를 사용하지 않는 맹암거로 한다.

(3) 도로횡방향으로 설치하는 맹암거는 유공관을 두지 않는 것으로 하여 도로중심선과 60°의 각도로 설치한다.

(4) 도로종방향의 맹암거는 유공관을 두는 것을 원칙으로 하고, 암구간(리핑암과 발파암)에는 부직포를 두지 않는다.

(5) 맹암거에 매설되는 유공관의 내경은 20cm를 표준으로 하며 유공관 구멍의 직경은 1.2~2.0cm를 표준으로 한다.

(6) 부직포를 사용할 경우 채움재(필터재료)는 다음조건을 만족하여야 한다.

$\frac{D85(\text{필터재료})}{d} > 2$: 유공관의 구멍과 관의 이음부분이 필터재료로 막히지 않을 조건

* D85 : 입경가적곡선에 있어서 통과백분율이 85%에 해당하는 입경(m/m)

d : 유공관의 구멍지름, 또는 관의 이음간격(m/m)

부직포의 뚫어진 면적이 36%를 넘어서는 안되며 부직포는 다음조건을 만족하여야 한다.

$\frac{D85(\text{노상토})}{E \triangle s} \geq 1$

여기서, E △ S : 부직포의 눈금간격이 KS 표준체의 눈금과 비슷한 체의 눈금간격

(7) 부직포를 사용하지 않는 경우의 채움채(필터재료)는 다음조건을 만족하여야 한다.

$\frac{D15(\text{필터재료})}{D85\ (\text{노 상 토})} < 5$: 필터재료가 노상토에 의하여 막히지 않기 위한 조건

$\frac{D15(\text{필터재료})}{D15\ (\text{노 상 토})} > 5$: 필터재료가 노상토에 비하여 충분한 투수성을 갖기 위한 조건

* D15 : 입경가적곡선에 있어서 통과 백분율이 15%에 해당하는 입경(m/m)

(8) 각 형식별 적용기준

구 분	사 용 구 간	비 고
형식-1	절토부 길어깨 L형 측구 아래에 반드시 유공관 맹암거를 토사구간에 설치	부직포 사용
형식-2	절토부 길어깨 L형 측구 아래에 설치, 리핑암 발파암구간	부직포 사용하지 않음
형식-3	• 편절, 편성구간 및 절·성토 경계구간에 설치(토사구간), 중분대쪽 맹암거 유출부는 도로중심과 60°각으로 100m마다 설치 단, SAG구간은 40m마다 설치한다. • 절토부 법면 통수부에 설치(토사구간)	부직포 사용
형식-4	형식-3와 적용구간은 동일하며 리핑암, 발파암 구간에 설치	

5.3.4 배수관

도로횡단 배수관은 수문분석에 의해 결정되는 계획홍수량을 시설물 상류부의 수위(head water level)보다 과다하게 상승시키지 않은 상태에서 안전하게 하류로 유출시킬 수 있는 가장 경제적인 단면과 매설경사를 구한다.

(1) 배수관 내 흐름의 분류와 수리 특성

가. 일반적으로 배수관의 단면형은 원형관 (circular pipe)과 암거(box culvert)의 두가지로서 배수관내의 흐름은 배수관 상류부의 수심(*HW* : headwater depth)과 관직경(D : box culvert의 경우에 폭)의 상대적인 크기에 따라 두 가지로 분류할 수 있다.

① 즉, 1군 : $HW \leq 1.2D$인 경우로서 배수관의 유입구가 물에 잠기지 않은 상태로 흐르는 경우,

② 2군 : $HW > 1.2D$인 경우로서 유입구가 물에 잠긴 상태에서 흐르는 경우인데, 1군과 2군은 배수관의 경사와 하류수심의 크기에 따라 다시 4가지형의 흐름 상태로 각각 분류할 수 있으므로 8가지의 흐름상태가 가능하다. (그림 46 참조)

나. 급경사(Sf)보다는 완만하고 유출수(TW)에 의해 유출부가 잠기는 배수관은 만수(滿水)흐름으로 나타나고, 반대의 경우에 있어서는 배수관은 자유수면으로 수리형상을 보이며, 배수관이 만수되어 흐를 때 수두는 Bernoulli의 식에 의하여 구할 수 있다.

$$H = \left[1 + Ce + \frac{19.61 \times L}{M^2 \cdot R^{3/4}} \right] \times \frac{V^2}{2g}$$

여기서,

H : 유입수두와 유출수두의 차 또는 유출수두가 D보다 작은 경우에 있어서의 유입수두와 유출부의 첨단의 차이 값

$V^2/2g$: 속도수두(m)

Ce : 유입손실률

M : 1/n (n :만닝의 조도계수)

L : 수로의 길이(m)

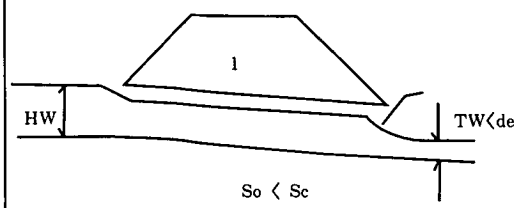
R : 동수반경(m)

다. 유입부 수두에 의하여 유입부가 잠길 경우에 있어서 물이 배수관내에 만수가 되는지 또는 자유수면을 가지고 흐르는지를 결정하는 방법은 유입부나 유출부의 단면에서 수리조절 단면으로 취하는 것이 좋다. 수리조절을 유입부에서 할 때(통상 흐름경사가 급하건 완만하거나 $TW < D$일때) 유입부 수위는 수로의 마찰이나 유출 상황과는 관련이 없다.

수 리 현 상 형 태

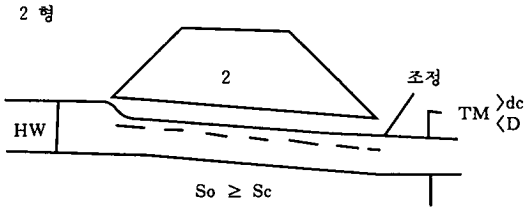
Ⅰ 군

1 형



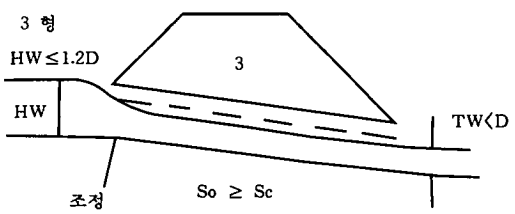
$$HW = dc + \frac{Vc^2}{2g} + he + hf - SoL$$

2 형



$$HW = dc + \frac{Vtw^2}{2g} + he + hf - SoL$$

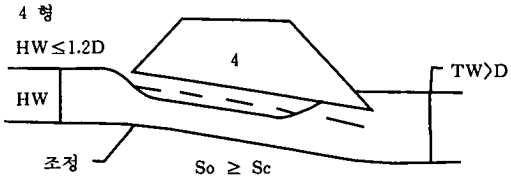
3 형



Pipe $HW = 0.486\left(\frac{Q}{D}\right)^{2/3} + 0.051Vc^2(1+Ce)$

Box Culvert $HW = [0.486 + 0.2336(1+Ce)]\left(\frac{Q}{S}\right)^{2/3}$

4 형

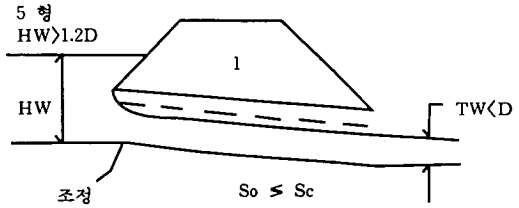


Pipe $HW = 0.486\left(\frac{Q}{D}\right)^{2/3} + 0.051Vc^2(1+Ce)$

Box Culvert $HW = [0.486 + 0.2336(1+Ce)]\left(\frac{Q}{S}\right)^{2/3}$

Ⅱ 군

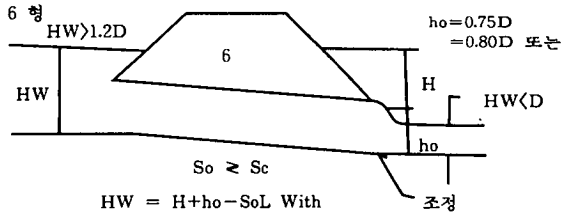
5 형



Pipe $HW = 0.230\left(\frac{Q}{D^2}\right)^2 + 0.051\ Vc^2(1+Ce)$

Box Culvert $HW = \left[\frac{0.230}{D^2} + 0.2336\left(\frac{Q}{D}\right)^{1/3}(1+Ce)\right]\left(\frac{Q}{S}\right)^2$

6 형

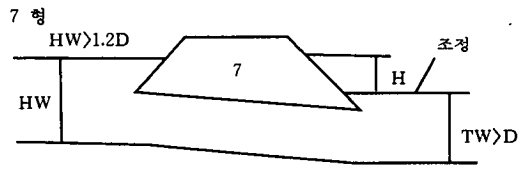


HW = H+ho−SoL With

Pipe $HW = 0.0827\left[1+Ce\ \frac{124.46L}{M^2D^{4/3}}\right]\left(\frac{Q}{D^2}\right)^2 + ho - SoL$

Box Culvert $HW = 0.051\left[1+Ce+\ \frac{19.61L}{M^2D^{4/3}}\right]\left(\frac{Q}{A}\right)^2 + ho - SoL$

7 형

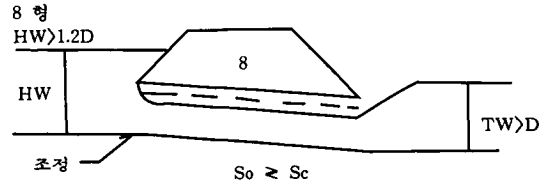


HW = H+ho−SoL With

Pipe $HW = 0.0827\left[1+Ce\ \frac{124.46L}{M^2D^{4/3}}\right]\left(\frac{Q}{D^2}\right)^2 + ho - SoL$

Box Culvert $HW = 0.051\left[1+Ce+\ \frac{19.61L}{M^2R^{4/3}}\right]\left(\frac{Q}{A}\right)^2 + ho - SoL$

8 형



Pipe $HW = 0.230\left(\frac{Q}{D^2}\right)^2 + 0.051Vc^2(1+Ce)$

Box Culvert $HW = \left[\frac{0.230}{D^2} + 0.2336\left(\frac{Q}{S}\right)^{1/3}(1+Ce)\right]\left(\frac{Q}{S}\right)^2$

그림 46 배수관의 형태

그림 46에서

HW : 유입부 수두	TW : 유출부 수두	D : 원형관의 직경 또는 암거높이
dc : 한계수심	Vc : 한계유속	he : 유입부 손실수두
hf : 마찰손실 수두	So : 배수관의 경사	Sc : 한계경사
SoL : 유로경사에 의한 위치 수두차		S : box 폭(m)
Ce : 유입 손실률	Q : 유량	L : 수로의 길이

라. 그림 46과 같이 배수관내 흐름을 살펴보면 지배단면이 유입부 통제(inlet control)의 경우 (Ⅰ-3, 4와 Ⅱ-5, 8)에 있어서 배수관의 상류수심(HW)은 배수관의 경사나 조도 및 길이에 무관하고, 단지 유량과 배수관단면의 크기에 의해서만 결정된다. 반면에 지배단면(control section)이 유출부 통제(outlet control)인 경우, (Ⅰ-1, 2와 Ⅱ-6, 7)에 있어서 상류 수심은 유량, 배수관의 단면 크기뿐만 아니라, 경사, 조도 및 길이 등에 의해 결정된다.

마. 일반적으로 배수 구조물의 설계에 있어서 유량은 수문학적 통계로 산출되며, 도로의 기하학적 제원이 결정된 후에 설계되므로 배수관의 길이와 경사가 어느 한계 내에서 선정된다. 따라서 유입부 통제와 유출부 통제의 두 경우 모두가 단면을 조정하는 계산으로서 설계를 수행한다.

(2) 배수관의 수리설계

배수관의 수리설계를 위해 주어지는 일반적인 조건은 수문분석으로 결정되는 계획 배수량과 허용 상류 수심, 배수관하류부의 수심 및 대략적인 길이이다. 설계에서 결정해야 할 사항은 배수관단면의 최적크기, 배수관의 경사, 유입부의 모양 선택 및 배수관 출구부 감쇄공의 필요성 여부 등이라 할 수 있다. 그런데 주어진 설계조건을 만족시키는 배수관 내의 흐름 조건은 그림 3-2와 같이 8가지의 유형 중 한 가지만이 아닌 몇가지가 있을 수 있으므로 가능한 흐름 조건 중 공사비가 가장 저렴한 조건에 맞도록 시산법(試算法)에 의해서 설계해야 한다.

가. 배수관은 일반적으로 토사 등의 퇴적에 의한 단면의 축소등을 고려하여 원형관 25%, 암거 20%의 단면적의 여유를 두어야 하며, 배수관의 최고수위는 포장층보다 낮아야 한다.

나. 배수관의 경사는 자연경사로 하되 0.5%보다 완만하지 않게 한다.(최소경사 0.2%)

다. 수리설계의 절차

① 1단계 : 설계조건과 관련되는 모든 자료를 수집한다.

㉮ 계획배수량(Qd)을 수문분석에 의해 결정

㉯ 도로폭과 매설깊이를 고려하여 배수관의 길이(L)를 대략적으로 결정

㉰ 하천경사를 고려하여 배수관의 경사(So)를 결정

㉱ 도로의 높이를 고려하여 허용상류수심(AHW)을 결정

㉲ 배수관의 규격, 유입부의 모양 및 배수관재료를 결정

② 2단계 : 다음 중 한가지 방법을 사용하여 배수관의 초기 단면치수를 결정한다.

㉮ 배수량의 크기를 고려하여 경험적으로 임의 선정

㉯ 배수관의 단면적 A=Q/3을 기준으로하여 선정(이 경우 유속을 3m/sec로 가정한 것이다.)

㉰ 계획배수량 Q와 HW/D = 1.5를 연결하여 얻어지는 폭 D를 선정

③ 3단계 : 유입부 단면통제(inlet control) 및 유출부 단면통제(outlet control)를 각각 가정하여 초기 선정한 배수관 단면 치수를 사용할 경우의 상류수심(HW)을 결정한다.

㉮ 유입부 단면통제 (그림46 Ⅰ-3, 4와 Ⅱ-5, 8)

- 그림 3-4로부터 적절한 유입부 단면통제에 대한 HW를 결정, 이 단계에서 하류수심(TW)은 일단 고려하지 않음.
- 만약 ㉮에서 결정된 HW가 허용 상류수심(AHW)보다 크거나 HW≤1.2D이면 배수관 단면치수를 재가정하여 1.2D<HW<AHW 되도록 단면치수를 결정한 후 다음 절차로 넘어감.

㉯ 유출부 단면통제 (그림46 Ⅰ-1, 2와 Ⅱ-6, 7)

- 계획배수량이 흐를 때의 배수관 하류수심(TW)을 개략적으로 산정한다.
- 산정한 상류수위가 배수관 출구단면의 상단보다 높으면(즉, 출구가 잠수상태가 되면)

  $HW = H + ho - So \cdot L$

  여기서,

  H : 관수로 흐름상태에서의 손실수두는 그림49로부터 결정

  ho : 하류수면으로부터 출구단면의 하단까지의 수심, 여기서는 ho=TW

  So : 배수관의 경사 L : 배수관의 길이
- 산정된 하류수위가 배수관 출구단면의 상단보다 낮으면 ho는 다음 중 가장 큰 값으로 놓고 HW를 계산한다.

  $ho = (dc + D)/2$, $ho = TW$

  $ho = 0.75D$(원형관), $ho = 0.8D$(암거)

  여기서,

  dc : 계획 배수량에 대한 배수관의 한계수심으로 dc<D이고 수리학적으로 계산가능하나 그림3-6~3-8를 사용하면 쉽게 결정할 수 있다.

㉰ 3단계①과②에서 결정한 HW를 비교하여 큰 HW에 상응하는 흐름조건을 설계조건으로 선택한다. 즉, 가정한 배수관 단면을 사용할 경우에는 HW를 크게하는 단면통제(유입부 혹은 유출부)가 흐름을 실제로 지배하게 된다.

㉱ ③에서 비교된 흐름이 유출부의 단면통제를 받고, 이 때의 HW가 허용상류수심보다 크면 배수관의 배수용량이 부족한 상태이므로 더 큰 단면치수를 선정하여 위의 절차를 밟아 HW를 재결정하여 HW<AHW가 되도록 단면치수를 선택한다.

④ 4단계 : 배수관의 단면치수 및 형태에 대한 몇 개의 대안을 가정하여 1,2,3단계의 계산을 실시하여 각안의 최종 단면치수를 결정한다.

⑤ 5단계 : 최종 선택된 배수관의 유출유속을 계산하여 하류부에 세굴의 위험이 없는지 검사한다. 유속이 약 2.5m/sec를 초과하면 세굴방지를 위한 하류보호공(콘크리트 피복, 감쇄수로, 감쇄공 등)이 필요하다.

⑥ 6단계 : 최종 설계내용을 요약하고 건의한다. 배수관의 규격, 형태, 상류 수심, 유출유속, 출구 하류 감쇄공의 필요성 여부, 소요 공사비를 고려한 경제성 등을 요약하고, 최종 건의 등을 기록한다.

(3) 배수관의 위치 및 방향

> 배수관의 위치 및 방향은 통수의 원활을 기하고 물흐름의 장해가 되지 않도록 해야 한다. 또한 제방, 도로등에 직각방향으로 설치하면 공사비는 적게 들지만 급히 굴절하기 때문에 세굴, 대수(帶水), 침전을 일으키는 원인이 되므로 피하도록 한다.

배수관이 있는 곳에 있어서 그 전후의 기존 수로와 단면의 크기, 형상이 다를 때는 입구, 출구에서 급하게 변화하지 않도록 서서히 변화시켜서 물의 흐름을 유도하도록 한다. 또한, 단면이 갑자기 좁아져 난류가 일어나지 않도록 주의한다. 그림 47은 배수관의 적당한 위치와 선형을 표시한 것이다.

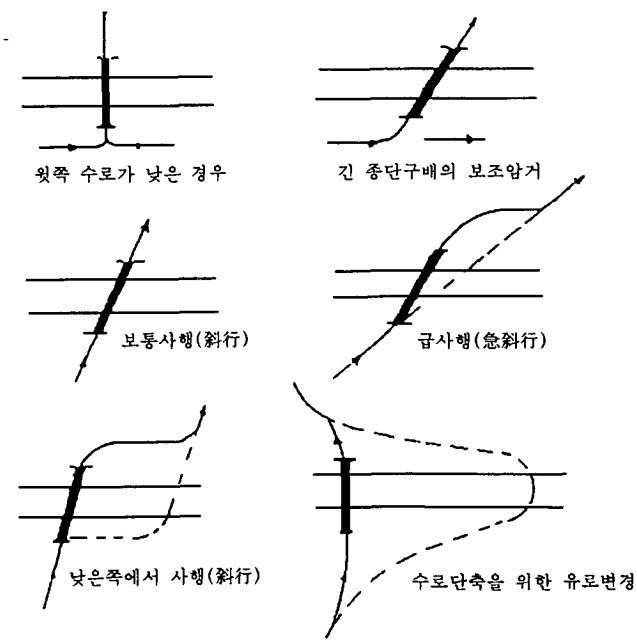


그림 47 배수관의 적당한 위치와 선형

표 2 BOX, PIPE 수리계산표

도로명및(STA.) : _____
하 천 명 : _____
구 조 물 번 호 : _____

설계기관 : _____
설 계 자 : _____
일 자 : _____

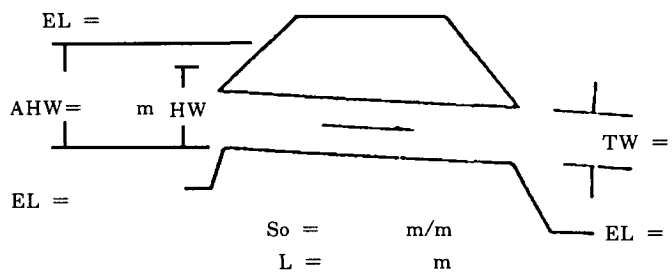
수리 및 구조물에 대한 요약

유역면적 A : km^2
Qd= m^3/sec 설계생기빈도 : 년
유달거리(L) : m 표고차 m

합 리 식 Qd=0.278CiA	표준유출식 Qd=(RF)(LF)(Q)	강우구역
Tc = hr	RF =	수문지역:
i = mm/hr	LF =	강우구역:
C =	FF =	
A = km^2	Q =	

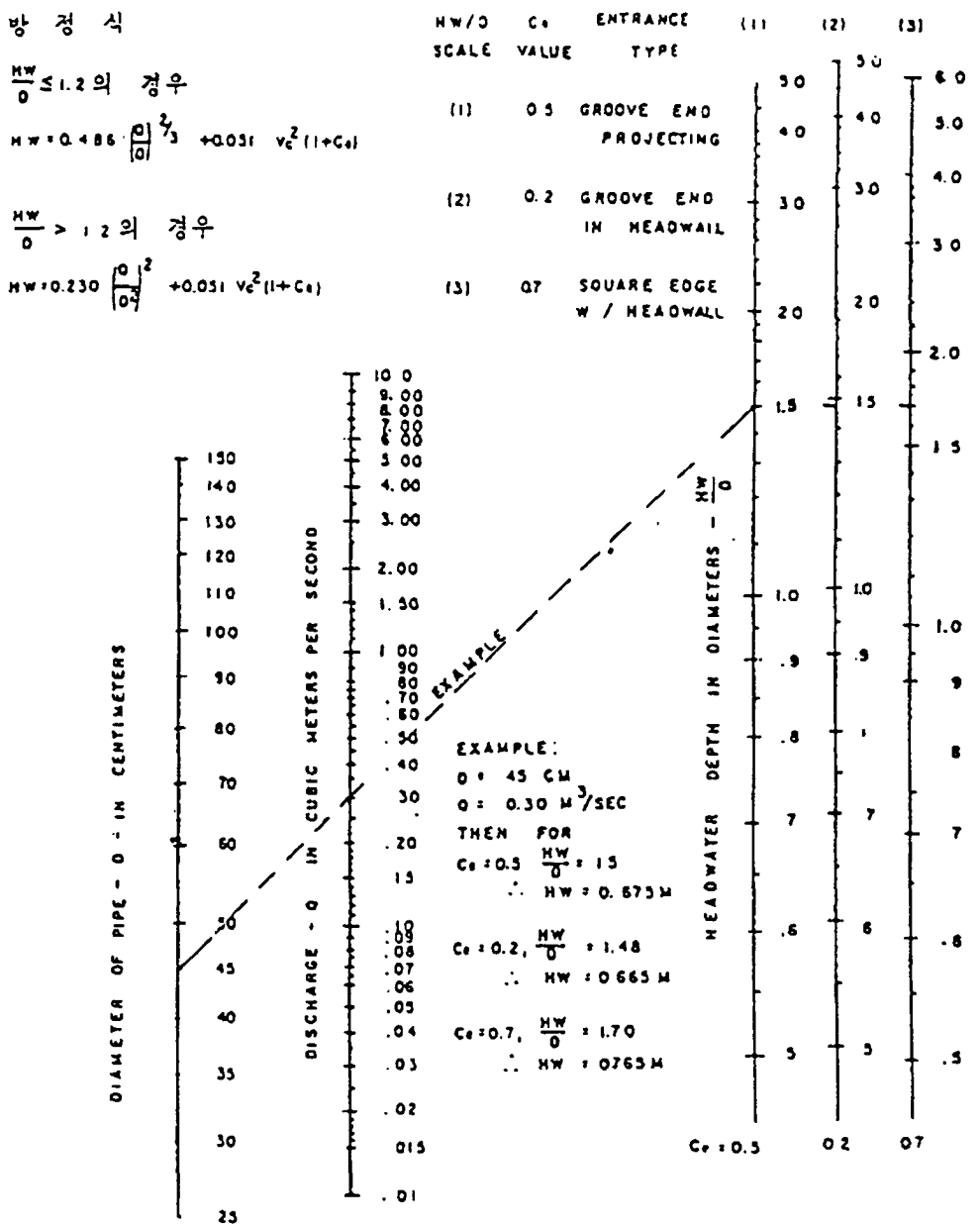
최대 추정유속

단 면 도



횡단구조물 개요 (시산형태)	Qd (m^3/sec)	규격	수두계산										조정 HW	유출부 유속 Vo	추정 공사비	소견
			유입부조절		유출부조절 = HW = H + ho−SOL											
			H.W/D	HW	Ce	H	dc	dc+D/2	TW	ho	SoL	HW				

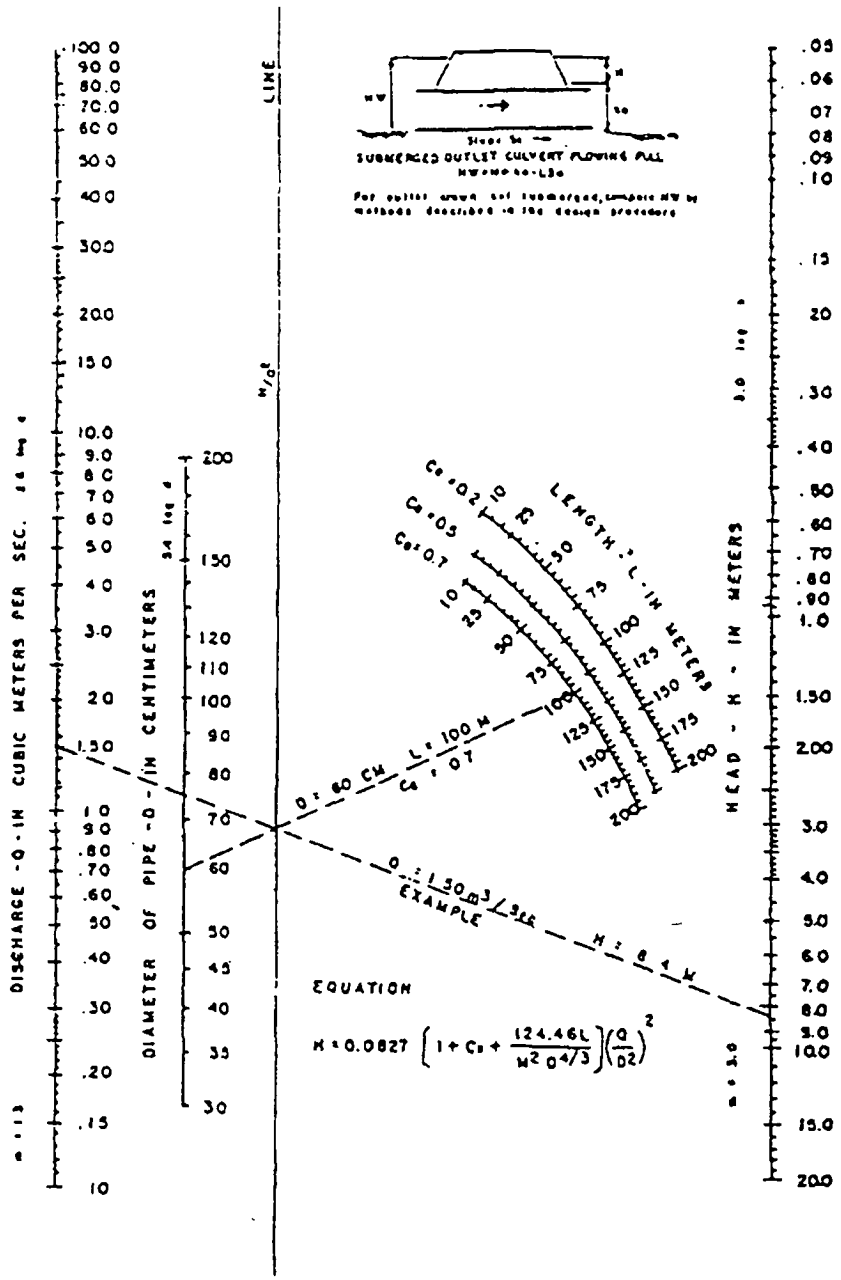
요약 및 설계자 소견 _____



SOURCE
US BUREAU OF PUBLIC ROADS
US FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRAION

콘크리트파이프에서의
유입부 조절시 수두

그림 48 수두도표(파이프)



SOURCE
US BUREAU OF PUBLIC ROADS
US FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRAION

M=75, 콘크리트파이프
만수흐름시 수두

그림 49 수두도표-콘크리트 파이프 M=75

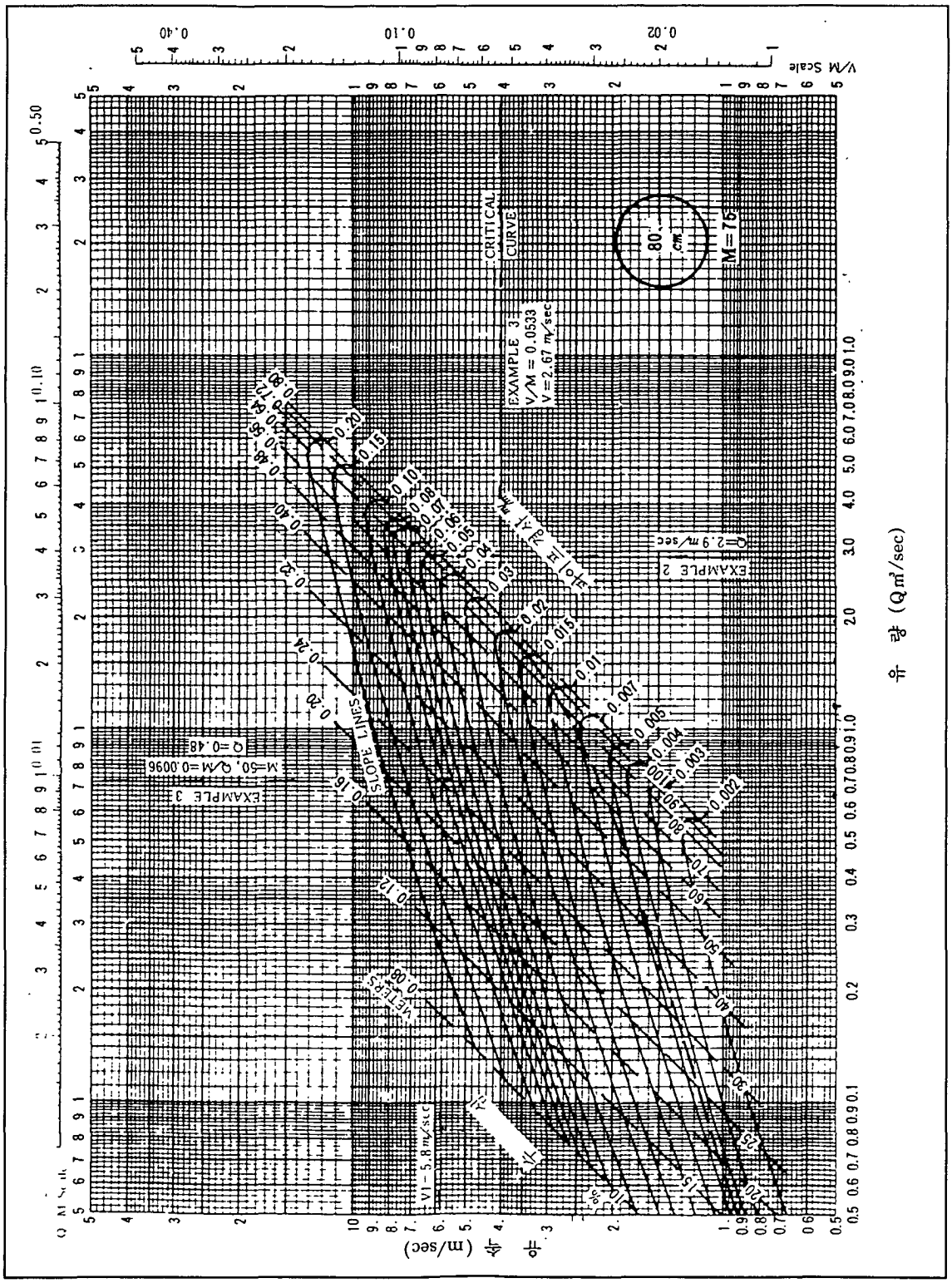


그림 50 파이프 수리도표(ϕ =80cm)

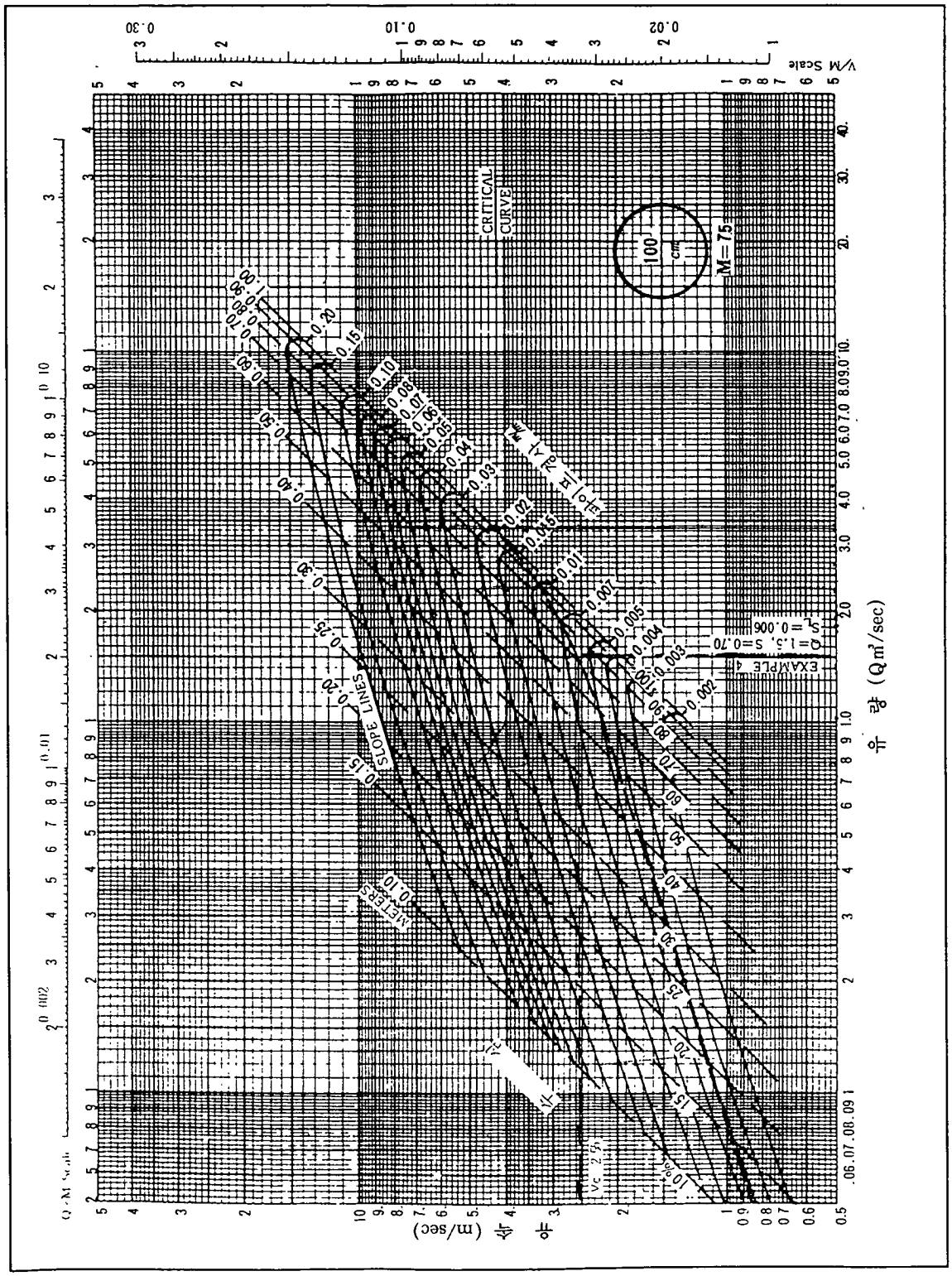


그림 51 파이프 수리도표(ϕ =100cm)

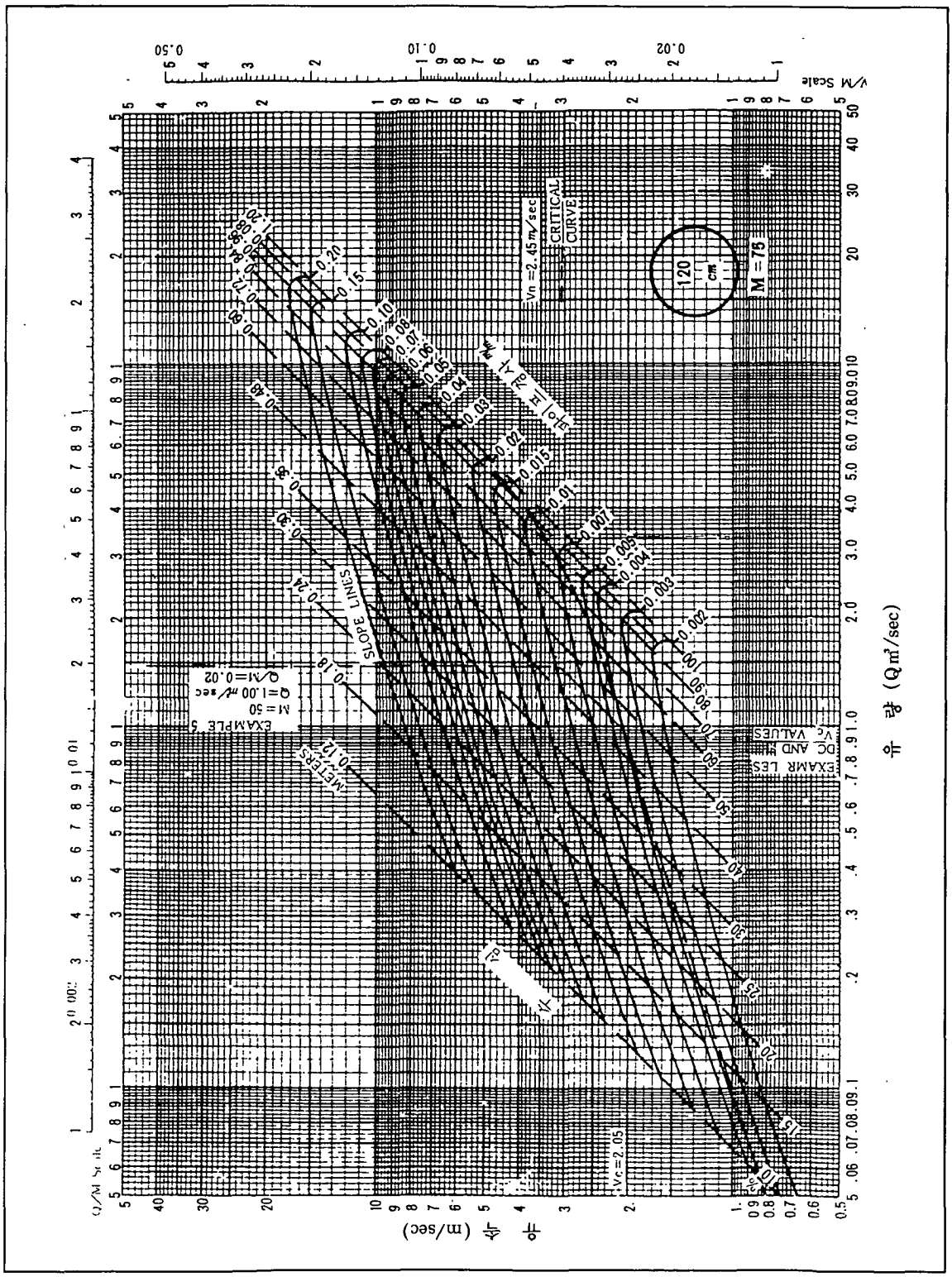


그림 52 파이프 수리도표(ϕ =120cm)

(4) 원형배수관 날개벽

가. 일반사항

① 현재 사용하고 있는 날개벽 표준도는 관 외벽으로부터 치수를 표시하고 있으므로, 같은 규격이라도 관의 두께에 따라 날개벽 치수들이 다르게 작성되어야 한다.

② 현재는 원심력 철근콘크리트관 및 현장제작관의 표준도만 작성되어 있고 기타 VR관, PE관, 강관 등은 관두께가 비슷한 표준도를 사용하고 있으므로 실제 수치는 관두께만큼 차이가 있다.

③ 이와같은 문제점을 해소하고 날개벽의 규격화를 위하여 관내측으로부터 치수를 표시하는 것으로 하였다.

④ 날개벽은 법면의 구배에 따라 1:1.5일 경우와 1:1.8일 경우로 구분하고, 관의 배열수에 따라 1련과 2련으로 구분한다.

⑤ 관의 규격은 도로에 많이 사용되고 있는 D=300mm, D=450mm, D=600mm, D=800mm, D=1000mm, D=1200mm으로 구분하고, 각 규격별로 사각은 0°~8°, 8°~22°, 22°~37°, 37°~52°의 범위로 하여 4그룹으로 구분작성하였다.

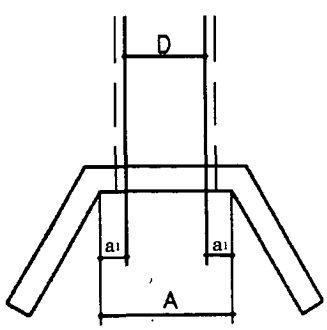
⑥ 모든 치수표시의 단위는 mm이다.

나. 치수계산

① 1련 배수관 날개벽

우선적으로 결정되어야 할 치수는 A,J,K,L,M이며 그외의 치수는 계산에 의해서 결정된다.

A 값



D	a1	A
300	150	600
450	150	750
600	200	1,000
800	200	1,200
1,000	250	1,500
1,200	250	1,700

관경 / 사각	D=300	D=450	D=600	D=800	D=1000	D=1200
0°	(300+2×150) 600	(450+2×150) 750	(600+2×200) 1000	(800+2×200) 1200	(1000+2×250) 1500	(1200+2×250) 1700
15°	(600×sec15°) 620	(750×sec15°) 780	(1000×sec15°) 1040	(1200×sec15°) 1240	(1500×sec15°) 1550	(1700×sec15°) 1760
30°	(600×sec30°) 690	750×sec30°) 870	(1000×sec30°) 1150	(1200×sec30°) 1390	(1500×sec30°) 1730	(1700×sec30°) 1960
45°	(600×sec45°) 850	(750×sec45°) 1060	(1000×sec45°) 1410	(1200×sec45°) 1700	(1500×sec45°) 2120	(1700×sec45°) 2400

a1 값

관경 / 사각	D=300	D=450	D=600
0°	150	150	200
15°	$\left(\frac{620-300\times\sec15^\circ}{2}\right)$ 155	$\left(\frac{780-450\times\sec15^\circ}{2}\right)$ 157	$\left(\frac{1040-600\times\sec15^\circ}{2}\right)$ 209
30°	$\left(\frac{690-300\times\sec30^\circ}{2}\right)$ 172	$\left(\frac{870-450\times\sec30^\circ}{2}\right)$ 175	$\left(\frac{1150-600\times\sec30^\circ}{2}\right)$ 229
45°	$\left(\frac{850-300\times\sec45^\circ}{2}\right)$ 213	$\left(\frac{1060-450\times\sec45^\circ}{2}\right)$ 212	$\left(\frac{1410-600\times\sec45^\circ}{2}\right)$ 281

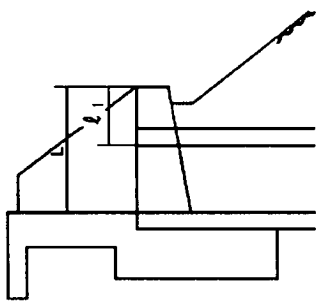
관경 / 사각	D=800	D=1000	D=1200
0°	200	250	250
15°	$\left(\frac{1240-800\times\sec15^\circ}{2}\right)$ 206	$\left(\frac{1550-1000\times\sec15^\circ}{2}\right)$ 257	$\left(\frac{1760-1200\times\sec15^\circ}{2}\right)$ 259
30°	$\left(\frac{1390-800\times\sec30^\circ}{2}\right)$ 233	$\left(\frac{1730-1000\times\sec30^\circ}{2}\right)$ 288	$\left(\frac{1960-1200\times\sec30^\circ}{2}\right)$ 287
45°	$\left(\frac{1700-800\times\sec45^\circ}{2}\right)$ 284	$\left(\frac{2120-1000\times\sec45^\circ}{2}\right)$ 353	$\left(\frac{2400-1200\times\sec45^\circ}{2}\right)$ 351

J값

관체 기초두께와 동일하게 규정

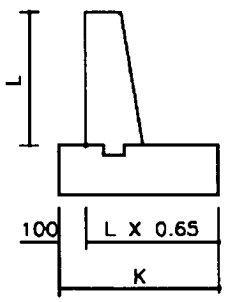
D	J 값
300	220
450	250
600	300
800	350
1,000	400
1,200	500

L 값



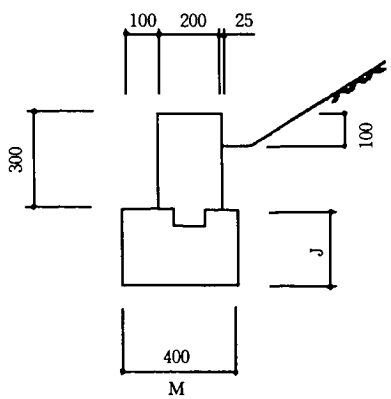
D	ℓ_1	L
300	350	650
450	350	800
600	400	1000
800	400	1200
1,000	450	1450
1,200	450	1650

K 값



D	L	K
300	650	(650×0.65+100) 520
450	800	(800×0.65+100) 620
600	1000	(1000×0.65+100) 750
800	1200	(1200×0.65+100) 880
1,000	1450	(1450×0.65+100) 1040
1,200	1650	(1650×0.65+100) 1170

M 값



M 값은 400으로 고정

계산에 의해서 결정되는 값

부 호	계 산 식	
B	법면구배 1:1.5	$(L-300) \times 1.5 \times \cot \beta^\circ$
	법면구배 1:1.8	$(L-300) \times 1.8 \times \cot \beta^\circ$
C	법면구배 1:1.5	$(L-300) \times 1.5 \times \cot \alpha^\circ$
	법면구배 1:1.8	$(L-300) \times 1.8 \times \cot \alpha^\circ$
E	법면구배 1:1.5	$(L-300) \times 1.5 \times \mathrm{cosec}\ \alpha^\circ$
	법면구배 1:1.8	$(L-300) \times 1.8 \times \mathrm{cosec}\ \alpha^\circ$
F	$200 \times \tan \frac{\alpha^\circ}{2}$	
G	$200 \times \tan \frac{\beta^\circ}{2}$	
H	법면구배 1:1.5	$(L-300) \times 1.5 \times \mathrm{cosec}\ \beta^\circ$
	법면구배 1:1.8	$(L-300) \times 1.8 \times \mathrm{cosec}\ \beta^\circ$
N	A+F+G	
O	$100 \times \sin (90 - \beta^\circ)$	
P	$100 \times \cos (90 - \beta^\circ)$	
Q	$100 \times \sin (90 - \alpha^\circ)$	
R	$100 \times \cos (90 - \alpha^\circ)$	
S	$K - 100 - 200 - (L \div 12)$	
U	$\{ FF \times \mathrm{COS}(\alpha^\circ + \gamma_1^\circ) \} + FX$	
V	$FF \times \sin(\alpha^\circ + \gamma_1^\circ)$	
W	$\{ FG \times \cos(\beta^\circ + \gamma_2^\circ) \} + FY$	
X	$FG \times \sin(\beta^\circ + \gamma_2^\circ)$	
SA	$A - \left(100 \times \tan \frac{\alpha^\circ}{2} + 100 \times \tan \frac{\beta^\circ}{2} \right)$	

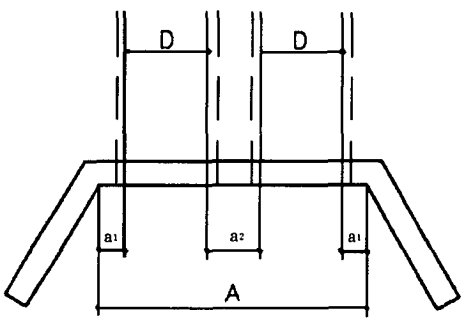
부 호	계 산 식	
SB	법면구배 1:1.5	$[\{(L-300) \times 1.5\} + O - 100] \cot \beta^\circ$
	법면구배 1:1.8	$[\{(L-300) \times 1.8\} + O - 100] \cot \beta^\circ$
SC	법면구배 1:1.5	$[\{(L-300) \times 1.5\} + Q - 100] \cot \alpha^\circ$
	법면구배 1:1.8	$[\{(L-300) \times 1.8\} + Q - 100] \cot \alpha^\circ$
SL	법면구배 1:1.5	$(L-300) \times 1.5$
	법면구배 1:1.8	$(L-300) \times 1.8$
FE	법면구배 1:1.8	$[\{(L-300) \times 1.5\} + Q - 100] \operatorname{cosec} \alpha^\circ$
	법면구배 1:1.8	$[\{(L-300) \times 1.8\} + Q - 100] \operatorname{cosec} \alpha^\circ$
FF	$\times\ \gamma_1^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{K-M}{E}\right)$ $\sqrt{(K-M)^2+E^2} + \frac{(K-100)\times\tan\frac{\alpha^\circ}{2}\times\sin\alpha^\circ}{\sin(180^\circ-\beta^\circ-\gamma_1^\circ)}$	
FG	$\times\ \gamma_2^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{K-M}{H}\right)$ $\sqrt{(K-M)^2+H^2} + \frac{(K-100)\times\tan\frac{\beta^\circ}{2}\times\sin\beta^\circ}{\sin(180^\circ-\beta^\circ-\gamma_2^\circ)}$	
FH	법면구배 1:1.5	$[\{(L-300) \times 1.5\} + O - 100] \operatorname{cosec} \beta^\circ$
	법면구배 1:1.8	$[\{(L-300) \times 1.8) + O - 100] \operatorname{cosec} \beta^\circ$
FN	FX+FY	
FX	$\times\ \gamma_1^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{K-M}{E}\right)$ $\frac{A}{2} + (K-100)\times\tan\frac{\alpha^\circ}{2} + \frac{(K-100)\times\tan\frac{\alpha^\circ}{2}\times\sin\gamma_1^\circ}{\sin(180^\circ-\alpha^\circ-\gamma_1^\circ)}$	
FY	$\times\ \gamma_2^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{K-M}{H}\right)$ $\frac{A}{2} + (K-100)\times\tan\frac{\beta^\circ}{2} + \frac{(K-100)\times\tan\frac{\beta^\circ}{2}\times\sin\gamma_2^\circ}{\sin(180^\circ-\beta^\circ-\gamma_2^\circ)}$	

② 2련 배수관 날개벽

1련 배수관과 달라지는 치수는 A, N, U, *W*, SA, FN, FX, FY이다.

A값만 결정되면 그외의 치수는 계산에 의해서 결정됨.

A값



D	a1	a2	A
300	150	350	1250
450	150	400	1600
600	200	400	2000
800	200	450	2450
1,000	250	450	2950
1,200	250	500	3400

관경 / 사각	D=300	D=450	D=600	D=800	D=1000	D=1200
0°	1250	1600	2000	2450	2950	3400
15°	(1250×sec15°) 1290	(1600×sec15°) 1660	(2000×sec15°) 2070	(2450×sec15°) 2540	(2950×sec15°) 3050	(3400×sec15°) 3520
30°	(1250×sec30°) 1440	(1600×sec30°) 1850	(2000×sec30°) 2310	(2450×sec30°) 2830	(2950×sec30°) 3410	(3400×sec30°) 3930
45°	(1250×sec45°) 1770	(1600×sec45°) 2260	(2000×sec45°) 2830	(2450×sec45°) 3460	(2950×sec45°) 4170	(3400×sec45°) 4810

N, U, *W*, SA, FN, FX, FY 계산식은 1련의 경우와 동일함.

a_1, a_2 값

관경 / 사각	D = 300		D = 450	
	a_1	a_2	a_1	a_2
0°	150	350	150	400
15°	155	$\frac{(1290-300\times\sec15°\times2-155\times2)}{359}$	157	$\frac{(1660-450\times\sec15°\times2-157\times2)}{414}$
30°	172	$\frac{(1440-300\times\sec30°\times2-172\times2)}{403}$	175	$\frac{(1850-450\times\sec30°\times2-172\times2)}{461}$
45°	213	$\frac{(1770-300\times\sec45°\times2-213\times2)}{495}$	212	$\frac{(2260-450\times\sec45°\times2-212\times2)}{563}$

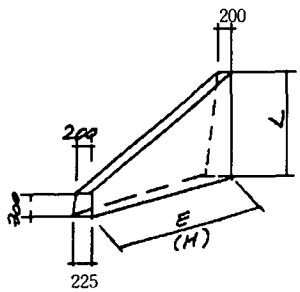
관경 / 사각	D = 600		D = 800	
	a_1	a_2	a_1	a_2
0°	200	400	200	450
15°	209	$\frac{(2070-600\times\sec15°\times2-209\times2)}{410}$	206	$\frac{(2540-800\times\sec15°\times2-206\times2)}{472}$
30°	229	$\frac{(2310-600\times\sec30°\times2-229\times2)}{466}$	233	$\frac{(2830-800\times\sec30°\times2-233\times2)}{516}$
45°	281	$\frac{(2830-600\times\sec45°\times2-281\times2)}{571}$	284	$\frac{(3460-800\times\sec45°\times2-284\times2)}{629}$

관경 / 사각	D = 1000		D = 1200	
	a_1	a_2	a_1	a_2
0°	250	450	250	500
15°	257	$\frac{(3050-1000\times\sec15°\times2-257\times2)}{465}$	259	$\frac{(3520-1200\times\sec15°\times2-259\times2)}{517}$
30°	288	$\frac{(3410-1000\times\sec30°\times2-288\times2)}{525}$	287	$\frac{(3930-1200\times\sec30°\times2-287\times2)}{585}$
45°	353	$\frac{(4170-1000\times\sec45°\times2-353\times2)}{636}$	351	$\frac{(4810-1200\times\sec45°\times2-351\times2)}{714}$

다. 콘크리트

① 1련

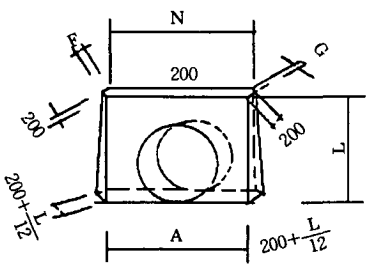
양측날개벽 :



$$\{(\frac{200+225}{2}\times 300\ ) + (\ \frac{200+200+\ \frac{L}{12}}{2}\times\ L\ )\}$$

$$\times\ \frac{1}{2}\ \times\ (E+H)$$

전면벽체 :



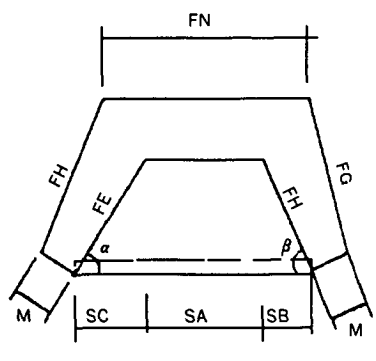
$$\{(200\times F+200\times G+200\times A)\ +\ (200+\ \frac{L}{12}\ )$$

$$\times\tan\ \frac{\alpha^{\circ}}{2}\times\ (200+\ \frac{L}{12})\ +\ (200+\ \frac{L}{12})$$

$$\times\tan\ \frac{\beta^{\circ}}{2}\ \times\ (200+\ \frac{L}{12})\ +\ A\ \times\ (200+\ \frac{L}{12})\}$$

$$\times\ \frac{1}{2}\ \times\ L$$

기 초 :



$$[\{(SC+M\times\sin\alpha^{\circ})\times(V+M\times\cos\alpha^{\circ})\}\ -\ \{V\times(U-FX)$$

$$\times\frac{1}{2}\ +(M\times\sin\alpha^{\circ})\times(M\times\cos\alpha^{\circ})\times\frac{1}{2}\ +FE\times\sin\alpha^{\circ}\times$$

$$SC\times\frac{1}{2}\ \}\ +\ \{(SB+M\times\sin\beta^{\circ})\}\ \times(X+M\times\cos\beta^{\circ})\}$$

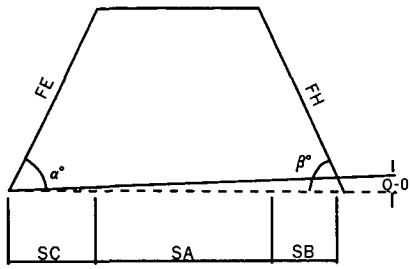
$$-\{X\times(W-FY)\times\frac{1}{2}\ +\ (M\times\sin\beta^{\circ})\times(M\times\cos\beta^{\circ})$$

$$\times\frac{1}{2}\ +\ FH\times\sin\beta^{\circ}\times SB\times\frac{1}{2}\ \}\ +SA\ \times K]\ \times J$$

$$\langle [SA+\{SC+SA+SB+(Q-O)\times\cot\beta^\circ\}]\times\frac{1}{2}\times FE$$

$$\times\sin\alpha^\circ-\{SC+SA+SB+(Q-O)\times\cot\beta^\circ\}\times(Q-O)\times$$

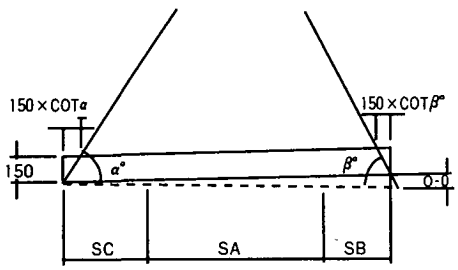
$$\frac{1}{2}\rangle\times 150$$



차수벽 :

$$\{(SC+SA+SB)\times 150\times(600-J)\}+\{(SC+SA+SB)+(SC$$

$$+SA+SB-150\times\cot\alpha^\circ-150\times\cot\beta^\circ)\}\times\frac{1}{2}\times 150\times(J-150)$$



공 제 : $[W_1\times(B_1+T)\times(K-100)+\frac{D}{2}\times W_1\times(200+\frac{L-\frac{D}{4}}{12})+\frac{\pi(D+2\times T)^2}{4}\times\frac{1}{2}\times$

$$\{200+\frac{L-\frac{D}{2}-\frac{2\times(D+2\times T)}{3\pi}}{12}\}]\times\sec\theta^\circ$$

※ W_1 : 배수관 기초폭(1련)

T : 배수관 두께

θ° : 배수관 사각(0°, 15°, 30°, 45°)

B_1 : 배수관 기초 바닥두께

합 계 : 양측날개벽 + 전면벽체 + 기초 + 바닥판 + 차수벽 − 공제

D	T 값				B_1 값			
	원심력철근콘크리트관	VR관	현장제작관		원심력철근콘크리트관	VR관	현장제작관	
			H ≤ 6	H > 6			H ≤ 6	H > 6
300	30	50	60	80	160	120	120	120
450	38	65	70	100	160	120	120	120
600	50	75	80	120	250	150	150	150
800	66	95	100	130	250	150	150	150
1000	82	110	120	140	280	250	250	250
1200	95	125	140	160	360	300	300	300

D	W_1 값				W_2 값			
	원심력철근콘크리트관	VR관	현장제작관		원심력철근콘크리트관	VR관	현장제작관	
			H ≤ 6	H > 6			H ≤ 6	H > 6
300	560	600	620	660	1210	1250	1270	1310
450	726	780	790	850	1576	1630	1640	1700
600	900	1050	1060	1140	1900	2050	2060	2140
800	1132	1290	1300	1360	2382	2540	2550	2610
1000	1364	1620	1640	1680	2814	3070	3090	3130
1200	1590	1850	1880	1920	3290	3550	3580	3620

② 2련

양측날개벽 : 1련과 동일한 수식

전면벽체 : 1련과 동일한 수식

기　　초 : 1련과 동일한 수식

바 닥 판 : 1련과 동일한 수식

차 수 벽 : 1련과 동일한 수식

공 제 : $[W_2\times(B_2+T)\times(K-100)+\frac{D}{2}\times W_2\times(200+\frac{L-\frac{\quad}{4}}{12})+\frac{\pi(D+2\times T)^2}{4}\times\frac{1}{2}\times$

$\{200+\frac{L-\frac{D}{2}-\frac{2\times(D+2\times T)}{3\pi}}{12}\}\times 2]\times\sec\theta^\circ$

※ W_2 : 배수관 기초폭(2련)

T : 배수관 두께

θ° : 배수관 사각(0°, 15°, 30°, 45°)

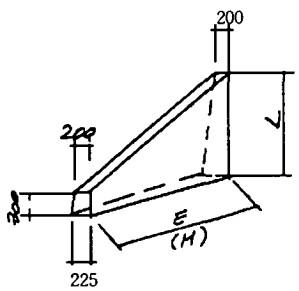
B_1 : 배수관 기초 바닥두께

합 계 : 양측날개벽 + 전면벽체 + 기초 + 바닥판 + 차수벽 − 공제

다. 거푸집

① 1련

양측날개벽 :

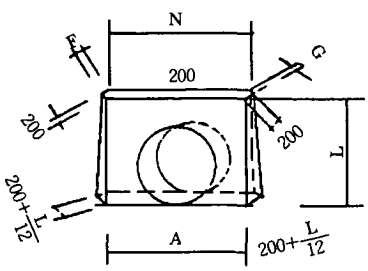


(단부) $\frac{200+225}{2}\times 300\times 2$

(전면) $+\frac{300+L}{2}\times(E+H)$

(후면) $\frac{300+L}{2}\times(E+H)\times 1.003466$

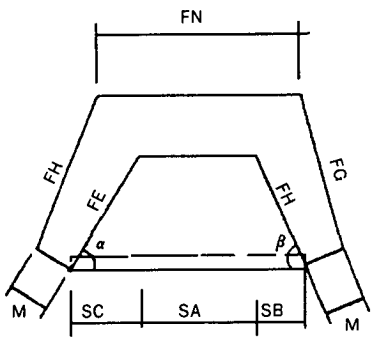
전면벽체 :



(전면) $A\times L$

(후면) $+\{(F+G+N)\times L\times 1.003466\}+(\frac{L}{12}\times\tan\frac{\alpha^\circ}{2}\times L\times 1.003466)+(\frac{L}{12}\times\tan\frac{\beta^\circ}{2}\times L\times 1.003466)$

기　초 :



$$(2M+FF+FN+FG)\times J+(FE-150\times\operatorname{cosec}\alpha^{\circ}+SA+FH-150\times\operatorname{cosec}\beta^{\circ})\times(J-150)+(SC+SA+SB)\times 600+(SC+SA+SB-150\times\cot\alpha^{\circ}-150\times\cot\beta^{\circ})\times 450+(150\times\cot\alpha^{\circ}+150\times\cot\beta^{\circ}+150+150)\times(600-J)$$

공　제 : $\left[\left\{\frac{\pi\cdot(D+2\times T)^2}{4}+\frac{\pi\cdot(D+2\times T)^2}{4}\times 1.003466\times\frac{1}{2}\right\}+W_1\times\frac{D}{2}\times 1.003466+W_1\times(B_1+T)+(B_1+T)\times(K-100)\times 2+\frac{D}{2}\times\left(200+\frac{L-\frac{D}{4}}{12}\right)\times 2\right]\times\sec\theta^{\circ}$

합　계 : 양측날개벽 + 전면벽체 + 기초 − 공제

② 2련

양측날개벽 : 1련과 동일한 수식

전 면 벽 체 : 1련과 동일한 수식

기　　초 : 1련과 동일한 수식

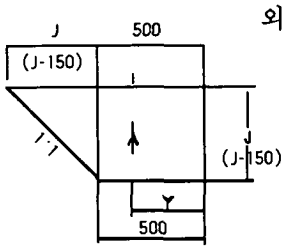
공　제 : $\left[\left\{\frac{\pi\cdot(D+2\times T)^2}{4}\times 2+\frac{\pi\cdot(D+2\times T)^2}{4}\times 1.003466\times\frac{1}{2}\times 2\right\}+W_2\times\frac{D}{2}\times 1.003466+W_2\times(B_2+T)+(B_2+T)\times(K-100)\times 2+\frac{D}{2}\times\left(200+\frac{L-\frac{D}{4}}{12}\right)\times 2\right]\times\sec\theta^{\circ}$

합　계 : 양측날개벽 + 전면벽체 + 기초 − 공제

마. 터파기

① 터파기 면적 및 중심거리

외곽



면적(A) : $500\times J+J^2\times\frac{1}{2}$

중심(y) : $\dfrac{500\times J\times 250+J^2\times\frac{1}{2}\times(\frac{J}{3}+500)}{500\times J+J^2\times\frac{1}{2}}$

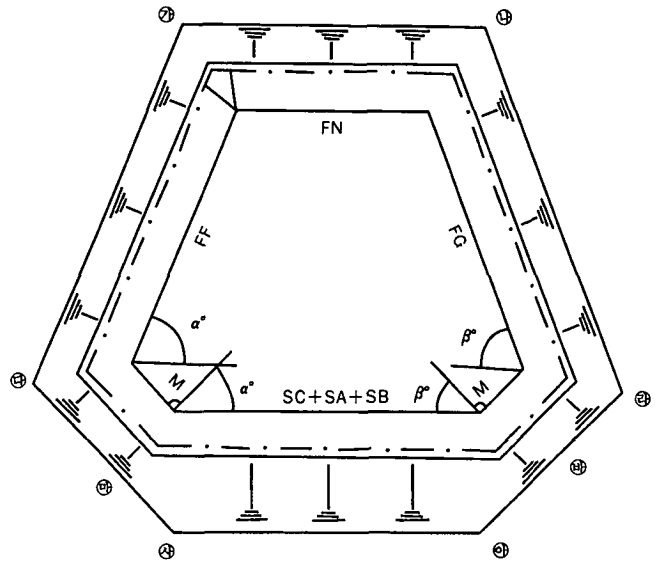
내부

면적(A) : $500\times(J-150)+(J-150)^2\times\frac{1}{2}$

중심(y_1) : $\dfrac{500\times(J-150)\times 250+(J-150)^2\times\frac{1}{2}\times(\frac{J-150}{3}+500)}{500\times(J-150)+(J-150)^2\times\frac{1}{2}}$

외 곽			내 부		
J	면적(A)	y	$(J-150)$	면적(A1)	y1
220	134,200	308	70	37,450	268
250	156,250	317	100	55,000	276
300	195,000	331	150	86,250	289
350	236,250	345	200	120,000	303
400	280,000	360	250	156,250	317
450	326,250	374	300	195,000	331
500	375,000	389	350	236,250	345
600	480,000	419			

② 외곽중심선 치수



$$\tan \alpha_3 = \frac{V}{U-FX}$$

$$\tan \beta_3 = \frac{X}{W-FY}$$

㉮ $Z_1 = y \cdot \tan \frac{\alpha_3^\circ}{2}$

㉯ $Z_2 = y \cdot \tan \frac{\beta_3^\circ}{2}$

㉰ $Z_3 = y \cdot \tan \frac{90^\circ - \alpha_3^\circ + \alpha^\circ}{2}$

㉱ $Z_4 = y \cdot \tan \frac{90^\circ - \beta_3^\circ + \beta^\circ}{2}$

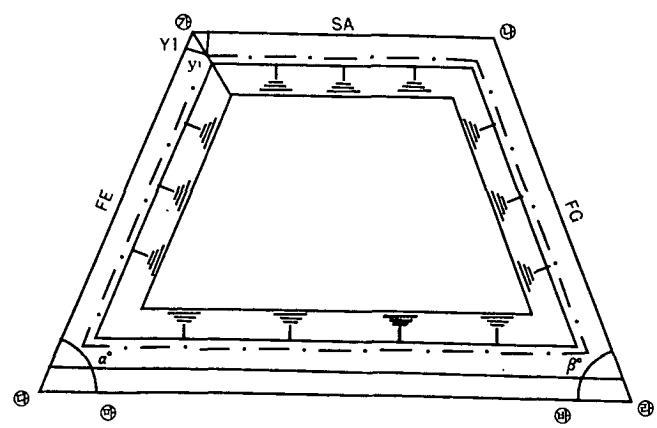
㉲ $Z_5 = y \cdot \tan \frac{90^\circ - \alpha^\circ}{2}$

㉳ $Z_6 = y \cdot \tan \frac{90^\circ - \beta^\circ}{2}$

㉴ $Z_7 = 419 \times \tan \frac{90^\circ - \alpha^\circ}{2}$

㉵ $Z_8 = 419 \times \tan \frac{90^\circ - \beta^\circ}{2}$

③ 내부중심선 치수



㉮ $Z_1 = y1 \cdot \tan\frac{\alpha^\circ}{2}$ ㉯ $Z_2 = y1 \cdot \tan\frac{\beta^\circ}{2}$

㉰ $Z_3 = y1 \cdot \tan\frac{\alpha^\circ}{2}$ ㉱ $Z_4 = y1 \cdot \tan\frac{\beta^\circ}{2}$

㉲ $Z_5 = (500-374) \times \tan\frac{\alpha^\circ}{2}$ ㉳ $Z_6 = (500-374) \times \tan\frac{\beta^\circ}{2}$

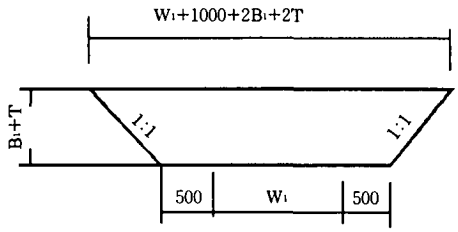
④ 터파기량산출

외 곽 : $\{500 \times J + J^2 \times \frac{1}{2}) \times \{(FN+Z_1+Z_2) + (FN+Z_1+Z_3) + (FG+Z_2+Z_4) + (M+Z_3+Z_5) + (M+Z_4+Z_6)\} + 480{,}000 \times (SC+SA+SB+Z_7+Z_8)$

내 부 : $\{500 \times (J-150) + (J-150)^2 \times \frac{1}{2}) \times \{(SA-Z_1-Z_2) + (FE-Z_1-Z_3) + (FG-Z_2-Z_4)\} + \{(326{,}250 \times (SC+SA+SB-Z_5-Z_6)\}$

콘크리트 : 기초 + 바닥판 + 차수벽

공 제 :



$\frac{(W_1+1000+2B_1+2T)+(W_1+1000)}{2} \times (B_1+T)$

$\times (K-100) \times \sec\theta^\circ$

합 계 : 외곽 + 내부 + 콘크리트 −공제

5.3.5 도수로

(1) 성토부 도수로

가. 일반사항

① 길어깨 또는 길어깨 측구로 흐르는 물을 배수하기 위하여 도수로를 설치한다.

② 도수로는 유량이 길어깨 또는 길어깨 측구의 허용 통수량과 같게 되는 곳, 길어깨 또는 길어깨 측구의 종단상 최저 오목부, 교량 고가 구간 및 연약지반, 높은 흙쌓기 구간에서 장차 흙쌓기의 침하에 의해 길어깨 배수에 지장을 준다고 예상되는 곳에 설치한다. 설계에 있어서는 지형, 비탈면의 상태, 연결되는 배수시설(중앙분리대의 맨홀, 측구의 집수정 등의 위치)을 고려해서 가장 효과적인 위치에 설치해야 한다.

③ 도수로의 간격은 30~100m의 범위를 원칙으로 한다. 그러나 길어깨의 빗물만을 배수시키는 비탈면 도수로의 간격은 최대 200m를 설치할 수 있다.

④ 도수로는 원칙적으로 현장타설 콘크리트로 한다.

⑤ 길어깨에 흐르는 물을 모아서 비탈면 도수로로 흘러 들어가게 하는 유입구(집수거)를 설치해야 한다.

나. 성토부 도수로의 구성

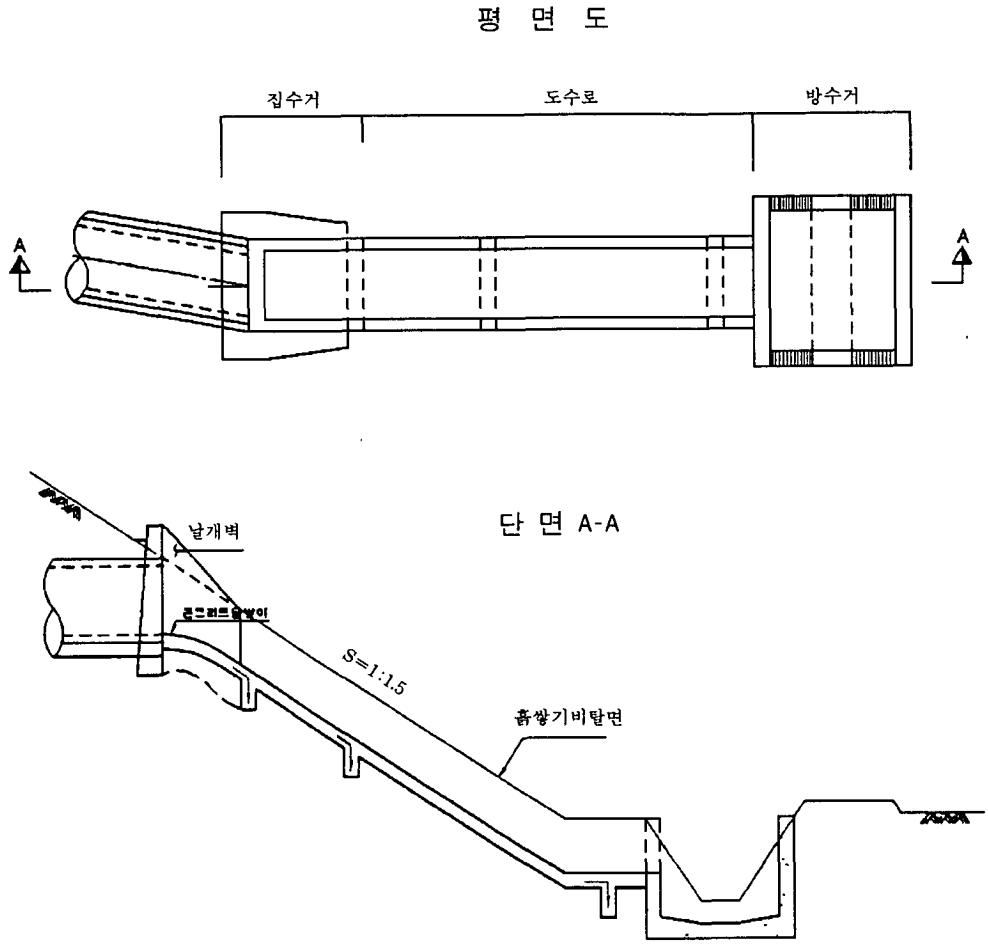
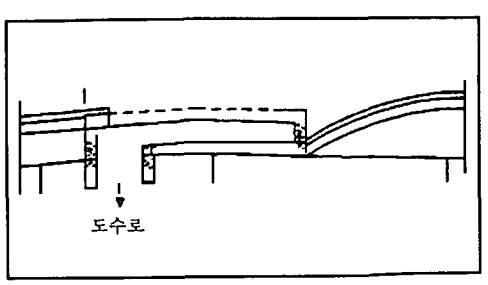


그림 53 성토부 도수로의 구성

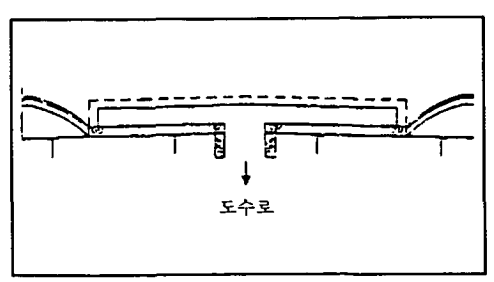
① 집수거

– 길어깨 측구 및 횡배수관을 통해 유출되는 물을 모아 도수로에 유도하는 시설

• 길어깨 측구용

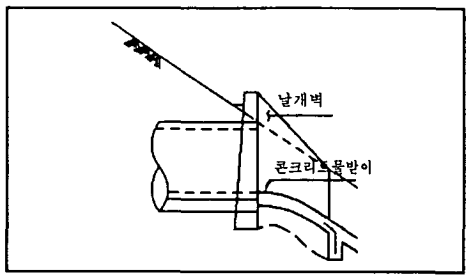


(L형)



(T형)

• 횡배수관용



② 도수로

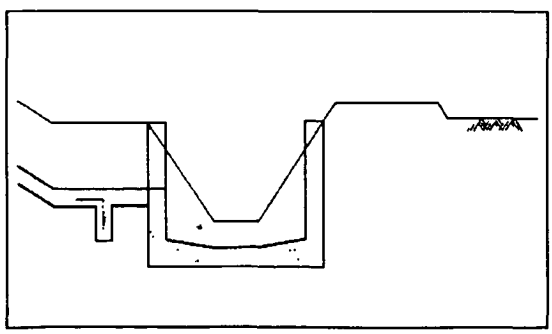
• 횡배수관 직경별 규격

횡배수관 규격(D)	도수로 규격(m/m)
ϕ 300	500 × 300
ϕ 600	800 × 400
ϕ 800	1,100 × 400
ϕ 1000	1.300 × 500
ϕ 1200	1,500 × 600

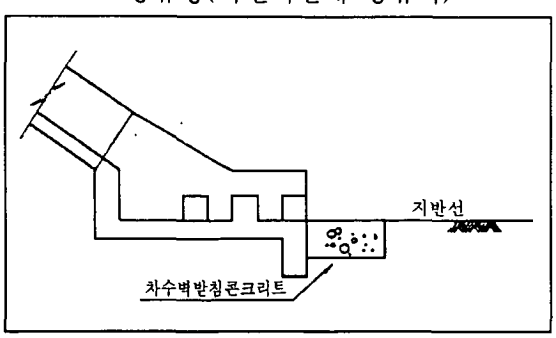
③ 방수거

– 도수로를 통해 흐르는 물을 다른 수로에 합류시키거나 자연지반에 방류시킬때 세굴을 방지하기 위해 설치하는 시설

• 침전조형(다른수로에 합류시)



• 방류형(자연지반에 방류시)



④ 덮 개

– 도수로를 흐르는 물의 도수현상(Hydraulic Jump)에 의한 성토법면 침식을 방지하기 위해 설치하는 시설

– 도수로의 성토법면 소단부에 설치

다. 성토부 도수로의 간격결정

① 길어깨 또는 길어깨 측구의 허용통수량

$$Q = A' \times V$$

$$= (0.8A) \times \left(\frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \right)$$

여기서, Q : 길어깨 또는 길어깨 측구의 허용통수량(㎥/sec)

A′ : 길어깨 또는 길어깨 측구의 허용통수단면적(㎡)

A : 길어깨 또는 길어깨 측구의 통수단면적(㎡)

V : 유속(m/sec)

n : 조도계수 (0.015)

R : 동수반경(m)

R = A/P, P = 윤변(m)

I : 수로경사(m/m)

② 설계유량

$$Qd = C \times r \times A$$

$$= K \times C \times r \times (W \cdot S)$$

여기서, Qd : 설계유량 (㎥/sec)

K : 환산계수

C : 유출계수 (0.9)

r : 강우강도 (mm/hr)

- 설계빈도 : 3년
- 측후소별 IDF 곡선(1988, 건교부) 적용

A : 유역면적(㎢)

- A = $W \times S$
- W : 폭 (m), • S : 간격(m)

③ 간격결정

㉮ 길어깨 또는 길어깨 측구의 허용통수량과 설계유량이 같게 되는 간격

$$Q = Qd = K \times C \times r \times (W \cdot S)$$

$$\therefore S = \frac{Q}{K \times C \times r \times W}$$

㉮ 표준구간 및 곡선부 내측구간

- 최소간격 : 경제성 및 외관을 고려 30m로 제한
- 최대간격 : 100m로 제한

㉯ 곡선부 외측구간(길어깨 물만 배제)

- 최대간격 : 200m로 제한

(2) 절토부 도수로

가. 일반사항

① 도수로는 산마루 측구 및 소단측구에 흐르는 물을 배수하기 위해 만든다.
② 도수로의 설치는 소단연장이 100m이하일 때는 산마루 측구를 이용한다. 소단이 100m를 넘을 때는 유량계산에 의해 도수로의 위치를 결정하나 최대 간격은 100m를 한도로 한다.
③ 도수로는 원칙적으로 현장타설 콘크리트로 설치한다.
④ 도수로가 다른 수로와 합류하는 곳 및 흐름의 방향이나 경사가 갑자기 변하는 곳에는 원칙적으로 집수정을 설치한다.

나. 절토부 도수로의 구성

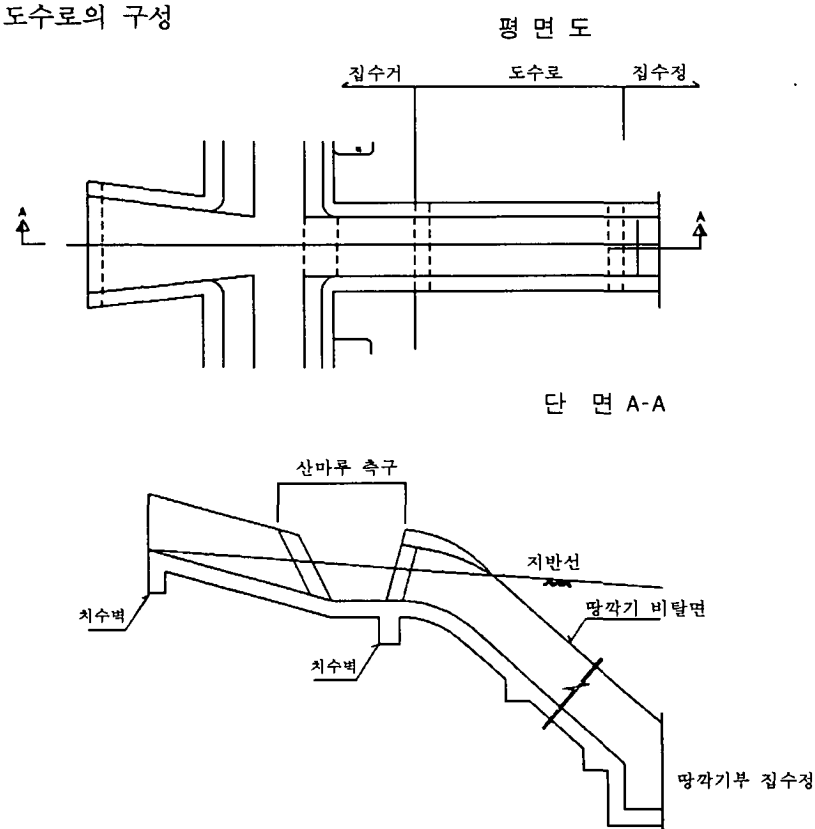


그림 54 절토부 도수로의 구성

① 집수거

기존 계곡부 수로 및 산마루측구를 통해 흐르는 물을 모아 도수로에 유도시키는 시설

② 도수로

유입 유량에 따라 적합한 규격을 사용하며 도수로 연장이 10m이상일 때는 철근 콘크리트로 타설하고 비탈면의 유실등을 방지하기 위해 소단부에 덮개설치

③ 집수정

도수로의 물을 다른 수로나 종·횡단 배수관으로 유출시킬때 도수에 의한 세굴을 방지하기 위해 설치

다. 절토부 도수로의 적용기준

규 격(m/m)	유역면적(㎡)
300 × 250	10,000이하
400 × 350	10,000 ~ 18,000
500 × 450	18,000 ~ 30,000
600 × 500	30,000 ~ 40,000

5.3.6 집수정

(1) 성토부 집수정

가. 사용범위

용지확보가 불리한 구간, 횡배수관 날개벽 설치에 의해 용지가 과다 포함될 경우 흙쌓기 비탈면 끝에 위치하며 토사측구나 V형측구, 자연수로에 연결시켜 횡배수시킨다.

나. 규격 결정

① 설계빈도 : 25년

② 유출량 : $Q = \frac{1}{3.6} C \cdot I \cdot A$

여기서, C : 유출계수

I : 강우강도 (mm/hr)

A : 유역면적 (㎢)

③ 통수량 : $Q = A \times V$

여기서, A : 횡배수관의 통수 단면적

(횡배수관 단면적의 80%)

$$V : \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

n : 조도계수

$$R \left(= \frac{A}{P}\right) : 동수\ 반경$$

I : 수로 구배

④ 유출량(계획 홍수량) 및 배수관의 관경 및 종단구배에 따라 집수정의 집수량이 달라질 수 있으므로 집수정의 통수량을 검토후 설치한다.

(2) 절토부 집수정

가. 사용범위

대절토부가 연속될 경우 L형 측구만으로 노면 및 법면수를 배수하기에는 부족하여 유량이 길어깨의 허용통수량과 같게되는 곳, 땅깍기부의 비탈면 도수로 또는 종단배수관과 연결되는 곳, 지하배수관 또는 종단배수관의 단면이 변화하는 곳, 종단상 최저오목부의 L형 측구 상단 및 하단에 설치한다.

나. 규격결정

① 설계빈도 : 3년

② 집수정 간격 : S

$$S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q}{\gamma(C_1 W_1 + C_2 W_2)}$$

여기서, S : 집수정 간격

C1 : 유출계수 (포장부, 0.9)

C2 : 유출계수 (절개부, 0.8)

γ : 평균 강우량도 (mm/hr)

Q : 허용 통수량 (m^3/sec)

W_1 : 집수폭 (포장부)

W_2 : 집수폭 (절개부)

③ 설치되는 L형 측구의 길이가 길거나 절토법면이 커서 계획홍수량이 허용 통수량보다 클 경우에는 집수정을 설치하여 횡배수관으로 우수를 배제하고, 횡배수관을 설치할 수 없을 경우 첫번째 집수정은 위의 식으로 계산되는 설치 결정 위치에 설치하고, 그 이후는 청소 등의 편의를 위하여 50m 간격으로 집수정을 설치하여 종방향 배수관(D=600m/m 이상)을 통해 우수를 배제한다.

(3) 중앙분리대용 집수정

가. 사용범위

곡선구간에서의 본선 노면의 빗물을 중앙분리대 측에서 처리하는 경우에 설치한다.

나. 규격결정

① 설계빈도 : 3년

② 집수정 간격 : S

$$S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q \times \alpha}{C \times \gamma \times W}$$

여기서, S : 집수정 간격(m)

C : 유출계수 0.9

γ : 평균 강우량도 (mm/hr)

Q : 측대의 허용 통수량 (m^3/sec)

α: 연석에 의한 집수정인 경우에 적용 (방호벽형 이외는 $\alpha = 1.0$)

W: 집수폭 (m)

③ 집수정의 간격은 가능한 한 등 간격으로 배치하고 동일구간에서 집수정의 간격을 달리할 경우는 너무심한 변화가 되지않게 한다. 또한 집수정과 집수정의 최대간격은 30m, 최소간격은 5m로 한다.

(4) 암거 집수정

가. 사용범위

용지확보가 불리한 구간, 암거 날개벽 설치에 의해 용지가 과다 포함될 경우 흙쌓기 비탈면 끝이나 선형분리구간의 중앙에 위치하며 토사측구나 V형 측구, 자연수로 및 규격이 다른 배수관이나 암거에 연결시켜 횡배수 시킨다.

나. 규격결정

① 설계빈도 : 25년

② 유출량 : $Q = \frac{1}{3.6} C.I.A$

여기서 , C : 유출계수

I : 강우강도 (mm/hr)

A : 유역면적 (km^2)

③ 통수량 : Q = A × V

여기서, A : 횡배수관의 통수 단면적

(횡배수관 단면적의 80%)

$V : \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$

n : 조도계수

$R (= \frac{A}{P})$: 동수 반경

I : 수로 구배

④ 유출량(계획 홍수량) 및 배수관의 관경 및 종단구배에 따라 집수정의 집수량이 달라질 수 있으므로 집수정의 통수량을 검토후 설치한다.

(5) 부체도로용 집수정

가. 사용범위

흙쌓기부의 비탈면 도수로 또는 부체도로 L형 측구만으로 법면 및 부체도로의 노면수를 배수하기에는 부족하여 유량이 측구의 허용통수량과 같게 되는 곳에 설치한다.

나. 규격결정

① 설계빈도 : 3년

② 집수정 간격 : S

$$S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q}{\gamma(C_1W_1 + C_2W_2)}$$

여기서, S : 집수정 간격

C_1 : 유출계수 (포장부, 0.9)

C_2 : 유출계수 (절개부, 0.8)

γ : 평균 강우강도 (mm/hr)

Q : 허용 통수량 (m^3/sec)

W_1 : 집수폭 (포장부)

W_2 : 집수폭 (절개부)

③ 설치되는 L형 측구의 길이가 길거나 절토법면이커서 계획홍수량이 허용 통수량보다 클 경우에는 집수정을 설치하여 횡배수관으로 우수를 배제하고, 횡배수관을 설치할 수 없을 경우 첫 번째 집수정은 위의 식으로 계산되는 설치 결정 위치에 설치하고, 그 이후는 청소 등의 편의를 위하여 50m 간격으로 집수정을 설치하여 종방향 배수관(D=600m/m 이상)을 통해 우수를 배제한다.

(6) 우수받이

가. 사용범위

우수받이는 도로내의 우수를 모아서 공공하수로 유입시키는 시설로서 도로옆의 물이 모이기 쉬운 장소나 L형 측구의 유하방향 하단부에 설치하며 설치위치는 보·차도의 구분이 있는 경우에는 그 경계로 하고, 보·차도의 구분이 없는 경우에는 도로와 사유지의 경계에 설치한다.

나. 규격결정

① 설계빈도 : 3년

② 우수받이 간격 : S

$$S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q \times \alpha}{C \times \gamma \times W}$$

여기서, S : 우수받이 간격(m)

C : 유출계수 0.9

γ : 평균 강우강도 (mm/h)

Q : 측대의 허용 통수량 (m^3/sec)

α : 연석에 의한 우수받이인 경우에 적용 (방호벽형 이외는 $\alpha = 1.0$)

W : 우수폭 (m)

③ 우수받이의 간격은 가능한 한 등간격으로 배치하고, 동일구간에서 우수받이의 간격을 달리할 경우는 너무 심한 변화가 되지 않게 한다. 또한, 우수받이와 우수받이의 최대간격은 30m, 최소간격은 5m로 한다.

6. 방호시설

6.1 개요

도로의 방호울타리는 도로교통의 안전과 원활한 주행 확보를 위하여 설치되는 도로 부속물로 주행중에 진행 방향을 잘못잡은 차량이 길바깥, 대향차로 또는 보도등으로 이탈하는것을 방지함과 아울러 승차자의 상해 및 차량의 파손을 최소한으로 줄이고 차량을 정상의 진행방향으로 복원 시키는 것을 주 목적으로 하고 부수적으로 운전자의 시선을 유도하고 보행자의 무단횡단을 억제하는 등의 목적을 가진 중요한 교통 안전 시설이다.

6.2 방호 울타리의 형식과 분류

6.2.1 방호 울타리의 형식

(1) 방호 울타리의 형식은 크게 나누어 다음과 같이 분류한다.

가. 보 형 방 호 울 타 리 : 가드레일, 가드 파이프, 박스보

나. 케이블형 방호 울타리 : 가드케이블

다. 강 성 방 호 울 타 리 : 콘크리트벽형, 프리케스트형

6.2.2 방호 울타리의 분류

(1) 대상 구분에 따른 분류

가. 방호 울타리의 목적이 되는 것은 설치장소나 형식에 따라서 달라지며 차량을 대상으로 하는 것과 보행자나 자전거를 대상으로 하는 방호 울타리로 분류한다.

나. 차량을 대상으로하는 방호 울타리는 제어를 잃은 차량이 차로 밖으로 이탈하므로서 일어나는 사고를 방지하는것을 최대 목적으로 하고 이것에는 노측용 방호울타리, 분리대용 방호울타리, 보행자 보호용 방호울타리의 3종류로 한다.

다. 보행자와 자전거를 대상으로 하는 방호울타리는 보행자나 자전거를 타고있는 사람을 물리적으로 차로 또는 차로 밖으로 분리시키고 보행자가 무단으로 차로로 진입하는 것을 억제하고 차로 밖으로의 전락등을 방지하는 것을 목적으로 한다.

라. 차량을 대상으로 하는 방호울타리의 최대 차이점은 전자는 설계 조건으로 차량의 충돌을 고려한 구조로 되어 있는것에 반하여 후자는 차량의 충돌을 고려하지 않은 구조로 한 것이다.

(2) 구조 구분에 따른 분류

탄성 방호울타리와 강성 방호울타리

가. 탄성 방호울타리는 차량이 충돌하였을때 어느 정도 방호 울타리를 변형 시켜서 차량에게 주는 충격을 완화하고 탑승자의 안전을 확보하기 위한 방호울타리를 말한다.

나. 강성 방호울타리는 차로 밖으로의 이탈을 확실하게 방지하여 이차적인 재해를 방지할 필요가 있는 장소에 설치하는 방호 울타리로 간단히 변형되지 않는 구조로한 방호울타리를 말한다.

(3) 설치장소 구별에 따른 분류

가. 노측용 방호울타리 : 노측용 방호울타리는 널리 보급된것으로 방호울타리의 총체적인 개념을 지니고 있다.

나. 분리대용 방호울타리 : 고속도로등의 발달과 더불어 중앙분리대용 방호울타리의 필요성이 대두되어 현재 고속도로에 주로 설치되고 있다.

다. 보도용 방호울타리 : 보행자와 자전거를 자동차로부터 보호하기 위하여 보도와 차로 사이에 설치하는것과 보행자의 횡단 억제를 주목적으로 설치하는 두 종류가 있다.

6.3 방호울타리의 설치 계획

6.3.1 방호울타리의 기능

방호울타리는 차로, 분리대, 보도를 따라서 설치하는 도로시설로서 다음과 같은 기능을 갖는다.

(1) 차량을 대상으로 하는 방호울타리

가. 차량의 노외 이탈을 방지한다.

나. 충돌차를 정상의 진행방향으로 복원시킨다.

다. 충돌하였을때 승차자의 안전성이 확보될 수 있도록 한다.

라. 충돌후 충돌차 및 방호울타리에 의한 교통장해가 없도록 한다.

마. 물적 손해를 최소한으로 줄인다.

바. 보행자 및 다른 정상적인 차량과의 충돌사고를 방지한다.

사. 운전자의 시선을 유도한다.

(2) 보행자 자전거를 대상으로 하는 방호울타리

가. 보행자의 무단횡단을 방지한다.

나. 보차도의 시각적, 물리적 분리를 하여 간이 보도설치에 공여한다.

다. 보행자와 자전거를 차로 밖으로의 이탈을 방지한다.

6.3.2 설계조건

설계 조건으로서는 하중을 단순화하여 충돌차의 속도, 중량, 충돌각도의 3요소를 기본으로 하고 다시 충돌차량이 받는 가속도와 방호울타리의 최대 변형량을 검토 요인으로 하여 설계한다.

(1) 차량의 충돌속도에 대하여

도로 설계속도의 80%를 평균 주행속도로하고 충돌시의 차량속도는 평균 주행속도의 80%로 가정한다. 단 종별 S에 한하여 중량 14t의 트럭이 낼수 있는 최고속도의 80%를 충돌속도로 한다.

(2) 차량의 중량에 대하여

가장 일반적인 트럭의 재하상태를 산정하고 그의 최대치인 14ton을 통상적인 최대 하중으로 한다.

(3) 차량의 충돌 각도에 대하여

차량의 충돌 각도는 직선부에서 약 15°이고 곡선부에서는 약 16° 이내임을 감안 설계시 충돌 각도는 15°로 한다.

(4) 차량이 받는 가속도에 대하여

차량과 사람을 하나의 물체로 보았을 때의 가속도 허용치 즉 보통의 인간이 가속도를 받았을 때 견딜 수 있는 약 4g을 기준치로 한다.

(5) 차량의 최대 진입 싸이클에 대하여

차량이 방호울타리와 충돌할 때 차량이 방호울타리 원 위치보다 노외방향으로 스쳐 나가는 거리(차로와 직각 방향)의 최대치를 최대진입싸이클이라 한다. 방호울타리에 차량이 충돌하였을 때에 차로와 직각방향의 운동에너지를 흡수하기 위하여 방호울타리는 어느 정도의 변형 또는 이동하지 않으면 안된다. 일반으로는 노측에 여유가 없으므로 이 치를 너무 크게 할 수 없으므로 필요 최소한의 치로 한다.

표 3 방호울타리의 종별별 적용도로의 종류 및 설계조건

종별	적용도로의 종류	설계조건					
		차량의 충돌속도 (km/h)	차량의 중량(t)	차량의 충돌각도 (°)	차량이 받는 가속도 (g)	차량의 최대진입 싸이클	
						지주를 흙속에 매입시(m)	지주를 콘크리트속에 매입시(m)
A	고속도로 자동차 전용도로 특히 중요한 일반국도	60	14 및 3.5	15	4이하	1.1이하	0.3이하
B	주요일반국도 주요지방도 도시내 주요도로	40					
C	기타 도로	35					
S	도로의 종류에 관계없이 주요 철도와 교차 및 근접한 도로 구간	80					
Am	고속국도 자동차 전용도로 특히 중요한 일반국도	60	14 및 3.5	15	4이하	1.5이하	0.5이하
Bm	기타 도로	40				1.1이하	0.3이하
Ap	특히 중요한 일반국도	60	14 및 3.5	15	4이하	0.75이하	0.3이하
Bp	주요 일반국도 주요 지방도 도시내 주요 도로	40					
Cp	기타 도로	35					
P	간이 보도의 신설구간 보행자 횡단방지 구간 보행자 자전차의 노외 이탈방지 구간	차량의 충돌을 고려하지 않는다.					

(6) 상급 종별의 적용에 대하여

방호울타리의 설계조건은 반드시 모든 충돌차의 노외 이탈방지를 목적으로 하지 않고 있다. 따라서 트럭 혼입량이 많은 구간, 노측의 위험도가 극히 큰구간, 즉 충돌차의 일부에 큰 손상을 주더라도 노외 이탈방지를 하는것이 좋은 구간에서는 상급 종별의 것을 사용하거나 지주간격을 좁히도록 한다.

표 4 적용도로에 대한 도로시설 기준령과의 대응

구 분	적용도로의 종류	설계속도(km/시)							
		120	100	80	60	50	40	30	20
노 측 용	고속도로 주간선도로	A	A	A	A				
	보조간선도로 집산도로 국지도로			A	B	C	C	C	C
	도로의 종류에 관계없이 철도등과 교차 또는 인접한 도로 구간	S	S	S	S	S	S	S	S
분리대용	고속도로 주간선도로	Am	Am	Am	Am				
	보조간선도로 집산도로 국지도로			Am	Bm	Bm	Bm	Bm	
보 도 용	주간선도로 보조간선도로 집산도로 국지도로			Ap	Bp	Cp	Cp	Cp	Cp
	간이 보도의 신설, 보행자의 횡단 방지를 위하여 필요한 구간 보행자, 자전거 등의 노외 전락방지를 위하여 필요한 구간			P	P	P	P	P	P

6.4 방호울타리의 설치

6.4.1 노측용 방호울타리

노측이 위험하고 도로 밖으로 떨어질 우려가 있거나 도로가 철도등과 근접되어 있을 때 또는 폭원 선형등과 관련하여 위험한 구간등에는 노측용 방호 울타리를 설치하며 노측용 방호울타리의 설치장소는 표 5와 같다.

표 5 녹측용 방호울타리의 설치장소

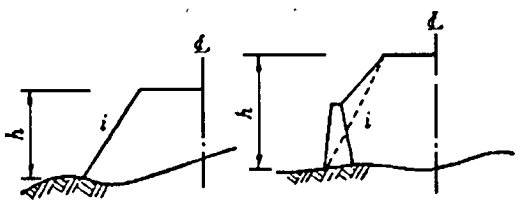
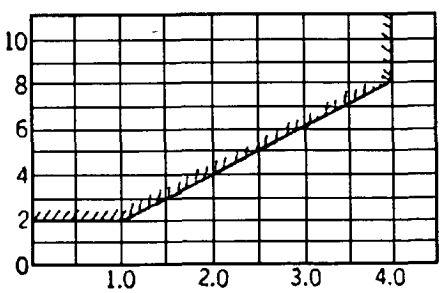
<table>
<tr><th></th><th></th><th>설 치 장 소</th><th>종 별</th></tr>
<tr><td>노
측
용</td><td>도로가 위험한 구간</td><td>(1) 비탈면구배 i [자연상태의 비탈면 구배 흙쌓기부의 비탈면 구배 및 구조물과 관련하여 산정한 비탈면 구배를 포함 수직고 1에 대한 수평장의 비율을 말한다. (그림 A 및 B 참조)]와 노측 높이 h [재래지반에서 노면까지의 수직높이]가 그림 C에 표시한 사선 범위안에 있는 구간
그림 A 그림 B


그림 C 비탈구배와 노축높이와의 관계


(2) 비탈면 및 비탈 기슭에 암등이 돌출되어 있는 도로에서 특히 필요하다고 인정되는 구간
(3) 도로가 바다, 호수, 하천, 늪지, 수로등과 근접되어 있는 구간으로서 특히 필요하다고 인정되는 구간</td><td>A, B, C, S</td></tr>
</table>

노측용	도로에 철도등이 근접되어 있는 구간	(1) 차로면의 높이가 철도 또는 다른 차로면보다 높은 도로로 차량이 노외로 이탈하여 철도나 다른 차로로 진입할 우려가 있는 구간 (2) 차로변의 높이가 철도나 다른 차로면과 같거나 이보다 낮은 도로로 그 고저차가 1.5m 미만이고 그의 순간격(도로의 건축한계의 바깥 끝과 철도 및 타도로 건축한계의 바깥 끝과의 간격을 말한다.) 이 5m 미만인 도로로 차량이 이탈하여 철도나 다른 차로로 진입할 우려가 있는 구간	
	폭원선형 등과 관련하여 위험한 구간	(1) 차로폭이 갑작이 좁아진 도로(교량폭이 접속도로의 폭보다 좁은 교량 포함)로 방호 울타리의 설치로 그 효과가 있다고 인정되는 구간 (2) 곡선반경이 300m 이하의 도로로 전후의 선형상 필요하다고 인정되는 구간 (3) 4%가 넘는 하향구배 도로로 방호울타리의 설치로 그 효과가 인정되는 구간 (4) 변형교차도로에서 방호울타리의 설치로 그 효과가 인정되는 구간	
	구조물과 관련하여 필요한 구간	(1) 교량, 고가, 터널등의 전후 도로에서 특히 필요하다고 인정되는 구간 (2) 교량, 고가 등의 난간 대신에 방호울타리를 연속 설치하는 것이 좋은 구간 (3) 교각등과 인접되어 특히 필요하다고 인정되는 구간	
	기타 이유로 필요한 구간	(1) 사고가 많은 도로, 또는 많이 발생할 우려가 있는 도로로 방호울타리 설치로 그 효과가 인정되는 구간 (2) 기상관계로 특히 필요하다고 인정되는 구간	

6.4.2 분리대용 방호울타리

분리대가 있는 도로에서 주행차량이 일단 분리대를 넘으면 고속으로 대향차와 충돌하고 정상으로 주행하여 온 제3의 자동차와 충돌하여 다발사고를 이르키기 때문에 이것을 방지하기 위하여 분리대에 방호울타리를 설치하게 되며 그 설치장소는 표6과 같다.

표 6 분리대용 방호울타리 설치장소

	설 치 장 소	종 별
분리대용	(1) 고속도로 및 자동차 전용도로로 설계속도 80km/h 이상의 도로 구간	
	(2) 고속도로 및 자동차 전용도로로 설계속도 60km/h 이상 특히 중요한 일반국도로 설계속도 80km/h의 도로중 다음 선형에 해당하는 구간 ① 3% 이상의 종단 구배가 이어지는 구간 ② 곡선 반경이 1000m 이하 구간	Am, Bm
	(3) 지방부 도로로 설계 속도가 60km/h 이하의 도로에서는 선형 조건이 극히 나빠 방호 울타리가 필요하다고 인정되는 구간	
	(4) 도시내 도로에서 특히 주행속도가 높아질 것으로 예상되어 위험하다고 인정되는 구간	

6.4.3 보도용 방호울타리

(1) 기설도로에 보도를 설치 할때 기설 도로를 높여서 보도를 설치하기가 어려울 경우 보도용 방호 울타리를 설치하여 보도를 만들거나

(2) 기존의 보도를 이용하고 있어도 위험도가 높은 구간에 대하여는 보행자등을 자동차 교통으로 부터 보호하기 위하여 보도용 방호울타리를 설치한다.

가. 종별 Ap, Bp, Cp

① 설계 조건중 차량의 충돌속도, 차량의 중량, 차량의 충돌 각도 차량이 받는 가속도는 노측용 종별 A, B, C와 같으나

② 다만 보행자의 안전을 확보하기 위하여 차량의 최대진입 싸이클을 통상의 보도 폭 1.5m의 반인 0.75m로 한 것이 노측용 설계조건과 다르다.

③ 가드레일의 브래킷트(bracket) 모양등은 노측용과 동일하며 지주와의 브래킷트(bracket)의 붙임 볼트는 지주측 머리를 보행자나 자전거에 장해가 되지 않도록 둥근 접시 모양으로 하고 충돌시 진입 싸이클이 적게 되도록 지주간격을 노측용의 1/2로 한다.

나. 종별 p

① 주로 보행자의 무단횡단을 억제하기 위한 것으로 특별한 규정없이 망형 파이프형을 사용한다.

② 노측용, 분리대용과 달리 차량의 충돌에 견딜수 있는 구조로 되어 있지 않음에 유의하여 설치 장소에 착오가 없도록 주의 하여야 하며 설치장소는 표 7과 같다.

표 7 보도용, 보행자용 방호울타리의 설치장소

	설 치 장 소		종 별
보 도 용	차량이 길 밖으로 벗어나는 것을 방지하고 보행자등을 차량으로 부터 보호하기 위하여 필요한 구간	(1) 연도에 민가가 밀집되어 있는 곳에서 차량의 진입으로 큰 사고가 예상되는 구간 (2) 주행차량의 속도가 빨라 보행자, 자전거에 위험이 예상되어 이의 보호를 위하여 필요하다고 인정되는 구간 단 전2항의 목적으로 방호울타리를 설치할 경우 보도 또는 자전거도 등의 폭원에 여유가 있을 때는 보행자 보호를 위한 방호울타리(종별 Ap, Bp 및 Cp)대신 노측용 방호울타리(종별 A,B 및 C)를 보차도의 경계에 설치할 수 있다.	Ap, Bp, Cp
보행자용	간이 보도의 신설 보행자의 횡단 방지를 위하여 필요한 구간	(1) 보행자의 도로횡단을 금지하고 있는 구간 또는 금지 하고자 하는 구간 (2) 보행자가 횡단보도 이외의 장소에서 무단횡단으로 교통사고가 발생할 우려가 있는 구간 (3) 도시내 도로등에서 주행하는 차량의 속도가 낮고 단지 보차도를 구별하는 것 만으로 사고 감소의 효과가 기대되는 구간	(P)
보 행 자 자전거용	보행자 자전거가 도로 밖으로 떨어지는 것을 방지하기 위하여 필요한 구간	(1) 보도, 자전거도 등의 노외가 위험하여 보행자 자전거등의 전락을 방지하기 위하여 필요한 구간 (2) 자전거 전용도로, 자전거 보행자 전용도로 및 보행자 전용도로에서 보행자, 자전거등의 안전상 필요한 구간	

6.4.4 형식의 선정

방호울타리 선정에 있어서는 성능, 경제성, 주행상의 안전감, 시선유도전망, 쾌적성, 주위의 도로환경과의 조화, 시공의 조건, 분리대의 폭원, 유지수선 등에 충분히 유의하여 형식을 선정하여야 한다.

표 8 방호울타리 형식과 용도 구분

형식 / 용도	가드레일	가드파이프	박스형 보	가드 케이블
노 측 용	A, B, C, S	-	-	A, B, C, S
분 리 대 용	Am, Bm	-	Am, Bm	Am, Bm
보 도 용	Ap, Bp, Cp	Ap, Bp, Cp	-	-

※ 각 형식의 방호울타리 중 어느것을 채택할 것인가는 각 형식의 특징 설치장소 유지관리 체제등을 검토 결정하여야 하며 각 형식별 방호울타리의 특징 및 설치에 적합한 장소는 표 9, 10과 같다.

표 9 각 형식별 방호울타리의 특징

형 식	장 점	단 점
가드 레일	적당한 강성을 갖고 있다. 파손 개소의 교체가 용이하다. 시선유도성이 적은 구간에서도 사용 가능하다.	오손되기 쉽다.
가드 파이프	곡선 반경이 적은 구간에서도 사용이 가능하다. 전망, 쾌적성이 좋고 특히 적설지방에 유리하다.	이음부 시공이 어렵다.
박스형 보	좁은 분리대에 유리하고 전망, 쾌적성이 양호하며 적설지방에 유리하다.	곡선반경이 적은 구간에는 사용이 곤란하다.
가드 케이블	로우프의 재사용이 가능하여 보수가 용이하며 전망, 쾌적성이 양호하고 적설지방에 유리하며 지주간격의 조정이 용이하고, 부등침하의 영향이 적다.	곡선반경이 적은 구간에는 사용이 곤란하고 단구간에서는 비경제적이며 단부의 보수가 곤란하다.

표 10 각 형식의 설치에 적합한 장소

설치장소 / 형식	곡선반경이 적은 구간	시선유도가 필요한 장소	전망,쾌적성이 필요한 개소	적설지방	설치폭이 좁은 장소(분리대)	부등침하의 우려가 있는 장소	내식성이 필요한 장소	직선구간이 긴구간
가드레일	○	○		○	○		○	○
가드 파이프	○		○	○			○	○
박스형 보			○	○	○		○	○
가드 케이블			○	○	○	○	○	○

6.4.5 설치방법

방호울타리의 설치는 도로의 상황을 충분히 조사하여 방호울타리가 갖는 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 설치하여야 한다.

(1) 도로 및 교통 상황이 동일한 구간이 두곳 이상 이고 당해 구간이 인접하고 있을 때는 당해 구간에 설치할 방호울타리의 형식 종별을 같은 것으로 한다.

(2) 도로 및 교통상황이 동일한 구간내에 설치할 방호울타리는 부득이한 경우를 제외하고 연속하여 설치하는 것으로 한다.

(3) 토공구간에 짧은 교량등의 구조물이 있을 때는 그 구조물에도 토공구간의 방호울타리와 동일한 것으로 연속하여 설치하는 것으로 한다.

(4) 방호울타리는 표 5, 6, 7의 각호에 해당하는 시종점 전후에 적어도 20m정도 연장하여 설치하는 것으로 한다.

(5) 방호울타리의 지주는 원측으로 연직으로 설치하는 것으로 한다.

(6) 방호울타리는 방호울타리면에서 길밖 방향에 차량의 최대 진입 싸이클을 취하여 설치하는 것으로 한다.

(7) 방호울타리의 차량진입측 단부는 길밖 방향으로 구부려 설치하는 것으로 한다.

(8) 방호울타리의 단부는 분리대 개구부, 접속도로와의 교차부등의 도로구조와 연관성을 고려하여 설치하는 것으로 한다.

(9) 분리대에 방호울타리를 설치할 때는 분리대의 중앙에 설치하는 것으로 한다.

(10) 가드 케이블의 최대 인장장은 500m로 한다.

6.5 방호울타리의 구조와 시공

6.5.1 가드레일

가. 가드레일은 연결된 파형 단면의 보를 지주로 받친 구조로 되어 있는 것을 말하며 차량의 충돌에 대하여 휨과 인장으로 저항하며 차량 충돌시의 소성변형이 크고 파손개소의 국부교체가 용이하며 이차적 효과로서 시선유도효과가 있다.

나. 가드레일은 노측용으로 A, B, C, S의 4종, 분리대용으로 Am, Bm의 2종 보도용으로 Ap, Bp, Cp의 3종으로 한다.

(1) 노측용 가드레일

가. 종별 A, B, C, S의 구조제원은 표 11과 같다.

표 11 노측용 가드 레일의 구조 제원

제원 / 종별	보				지주			브래킷트			보 중심 높이	최대 지주 간격
	폭 (mm)	코루게이션 (mm)	두께 (mm)	단면적 (㎠)	바깥지름 (mm)	두께 (mm)	매입깊이 (cm)	폭 (mm)	코루게이션 (mm)	두께 (mm)	(cm)	(m)
A	350	75	4.0	18.7	139.8	4.5	165 (40)	70	31	4.5	60	4.0 (2.0)
B	350	50	3.2	13.1	114.3	4.5	150 (40)	70	31	4.5	60	4.0 (2.0)
C	350	50	2.3	9.4	114.3	4.5	140 (40)	70	31	4.5	60	4.0 (2.0)
S	350 350	75 50	4.0 2.3	18.7 9.4	139.8	4.5	165 (40)	70 70	31 31	4.5 4.5	60 60	2.0 (1.0)

주 1) 괄호 안의 수치는 교량, 옹벽, 암거 등의 콘크리트 중에 설치할 때이다.
2) 보의 중심 높이는 노면에서의 높이를 말하며, 연석 등이 있을 때는 그 상단부터의 높이를 말한다.
3) 종별 S의 위 수치는 상단 보의 치수를, 아래 수치는 하단 보의 치수를 말한다.

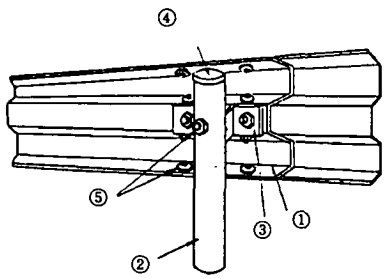
나. 종별 B, C의 보 단면 현상에 대하여는 종별 A의 단면 형상을 기본으로하고 코루케이션을 적게 한다.

다. 종별 B, C에 대하여는 설계조건을 만족하도록 단면적을 결정하여야 하며 다만 판의 두께가 다를 뿐 외관은 동일하다.

라. 종별 S는 종별 A용과 같은 외경, 두께의 지주에 상단에는 종별 A의 보를 하단에는 종별 B용의 레일을 붙이는 것으로 지주간격도 타종별의 1/2로 하여 견고한 구조로 한다.

마. 지주간격은 보의 단면성능, 지주외경, 매입깊이와 밀접한 관계가 있으며 간격이 클수록 경제적이나 기능, 시공, 운반등을 고려하여 흙속에 설치할때의 최대치를 4m로 한다.

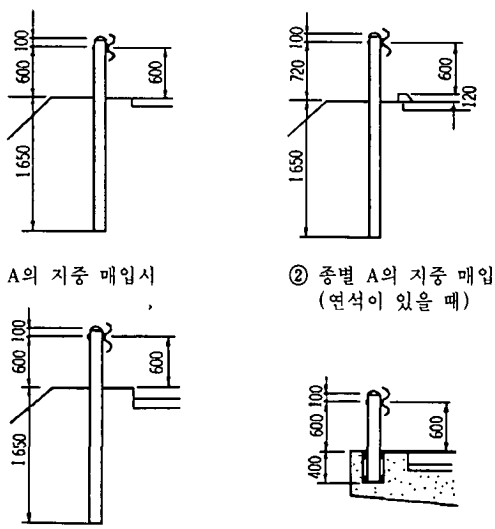
바. 교량, 옹벽, 암거등의 구조물 구간에 설치할 때는 방호울타리의 변위가 한정되는것과 매입부가 콘크리트로 고정되어지기 때문에 지주의 반력이 커짐에 따른 변형을 방지하고 차량이 올라 타는 것을 방지하는것 등을 고려하여 지주간격의 최대치를 2m로 한다.



① - 보
② - 지주
③ - 부래킷트
④ - 캡
⑤ - 볼트와 너트

그림 55 노측용 가드 레일

사. 보 중심높이는 노면을 기점으로하고 연석, 어스커브등이 있는 때는 그 상단으로 부터로 한다.



① 종별 A의 지중 매입시

② 종별 A의 지중 매입시 (연석이 있을 때)

③ 종별 A의 지중 매입시 (매입부가 노면보다 한단 높을 때)

④ 종별 A의 콘크리트 매입시

그림 56 보중심 높이

(2) 분리대용 가드레일

가. 분리대용 가드레일의 구조재원은 표 12와같다.

표 12 분리대용 가드 레일의 구조 제원

제원 / 종별	보				지주			연결대		보 중심 높이 (cm)	최대 지주 간격 (m)	보 외측 간격 (cm)
	폭 (mm)	코루게이션 (mm)	두께 (mm)	단면적 (㎠)	바깥지름 (mm)	두께 (mm)	매입깊이 (cm)	부재단면 (mm)	두께 (mm)			
Am	350	75	4.0	18.7	114.3	4.5	150 (40)	2(200×50)	4.5	60	4.0 (2.0)	75
Bm	350	50	3.2	13.1	114.3	4.5	150 (40)	2(160×50)	4.5	60	4.0 (2.0)	75

주 1) 괄호 안의 수치는 교량, 옹벽, 암거 등의 콘크리트 속에 설치할 때이다.
주 2) 보 중심 높이는 분리대 지표면으로부터의 높이를 말한다.

나. 분리대용 가드레일은 보 외측 간격을 75cm로 한다.

다. 지주는 보와 보 중간에 설치한다. 따라서 보가 지주에서 내민 형식으로 한다.

라. 보 형식은 푸롯드 아우트 양면형 가드레일이라 하며 차륜이 지주와 충돌 지주가 쓰러짐에 따른 보 중심높이가 저하되는 것을 방지하는 기능을 갖는다.

마. 양측의 보는 브래킷트로 연결하여 보 전체로서의 강성이 높으며 보의 재질은 변형이 부드럽기 때문에 충돌차량의 방향전환이 원활하게 이루어지고 큰변형이 있을 때에는 충돌측과 반대측의 보가 지면에 브래킷드를 통하여 충돌측의 보를 받쳐 주기 때문에 안전성이 높다.

바. 노측용 가드레일과의 다른점은 보 외측간격을 규정하고 있는것 외에 이에 따른 브래킷트의 크기를 정하고있는 것을 들 수 있다.

사. 보의 단면형상은 노측용과 같으며 다만 종별 Am은 프롯드 아우트 효과를 한층 높이기 위하여 지주 강도를 필요 최소한도 까지 낮추어 노측용 종별 B, C용의 지주를 사용하도록 한다.

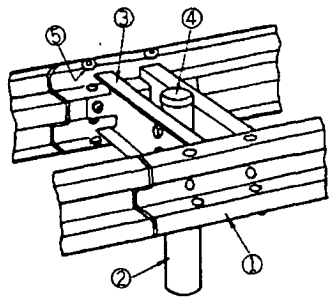


그림 57 분리대용 가드 레일(종별 Am)

(3) 보도용 가드레일

가. 보도용 가드레일의 구조제원은 표 13과 같다.

표 13 보도용 가드레일의 구조제원

제원 / 종별	보				지주			브래킷트				최대 지주 간격 (m)
	폭 (mm)	코루게이션 (mm)	두께 (mm)	단면적 (㎠)	외경 바깥지름 (mm)	두께 (mm)	매입 깊이 (cm)	폭 (mm)	코루케이션 (mm)	두께 (mm)	보 중심높이 (cm)	
Ap	350	75	4.0	18.7	139.8	4.5	165(40)	70	31	4.5	60	2.0
Bp	350	50	3.2	13.1	114.3	4.5	150(40)	70	31	4.5	60	2.0
Cp	350	50	2.3	9.4	114.3	4.5	140(40)	70	31	4.5	60	2.0

나. 보의 단면 형상, 이음구조, 보 중심높이, 지주, 브래킷트 등은 노축용 가드레일과 같고 다른점은 흙속에 설치 할 때의 지주간격이다.

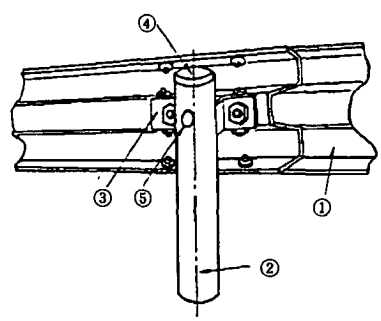


그림 58 보도용 가드 레일(종별 Ap)

다. 흙속에 설치 할 때도 최대 지주간격을 2m로 한 것은 보행자의 안전을 확보하기 위하여 최대진입 싸이클을 보도 쪽 1.5m의 반인 0.75cm로 한 것이다.

라. 보도용 가드레일의 형상은 그림 58과 같으며 브래킷트를 지주에 붙일 볼트는 볼트 머리가 6각이 아닌 둥근 형으로 하여야 하며 이것은 보행자의 의복등에 손상을 주지 않기 위한 배려이다.

(4) 가드레일의 설치

가. 지주의 설치

① 흙속에 설치 할때

㉮ 지주 설치 구멍을 파고 되메우는 방법

㉯ 오거(auger)등을 사용하여 반정도 파고 타입하는 방법

㉰ 처음 부터 타입하는 방법이 있으며 이중에서 적의 선정하여 시공하여야 하며 다음사항에 대하여 유의하여야 한다.

- ㉮의 경우는 설계도에 표시된 위치에 구멍을 파고 지주가 침하 하지 않도록 설치구멍의 바닥을 충분히 다진다음 지주를 세우고 되메움하여야 한다. 이때 되메움 1층의 두께는 10cm를 넘지 않도록하고 충분히 다져야 한다.
- ㉯, ㉰의 경우는 망치 또는 진동 해머 등으로 설계도에 표시된 위치에 지주 머리를 보호하면서 소정의 깊이까지 타입하여야 한다.

② 콘크리트속에 설치 할때

㉮ 교량, 옹벽, 암거등의 구체 콘크리트속의 설치구멍은 지주 경보다 60mm 정도 크게 구조물의 콘크리트 타설전에 거푸집을 이용하여 설계도에 표시된 위치에 배치하고 구멍의 둘레에는 보강철근을 배치한다.

지주설치는 그림 59와 같이 바닥에 아스팔트를 뿌리고 주위를 모래로 채워 다지고 그 위에 다시 아스팔트를 뿌려야 한다.

㉯ 암거등 구조물위에 흙이 덮여 있을 경우 소정의 매입 깊이를 확보하지 못하였을 때는 차량이 충돌하였을 때 지주가 빠질 우려가 있으므로 방호 울타리의 종별 및 덮인 흙의 두께에 따라서 매입부의 설계를 별도로 하여야 한다.

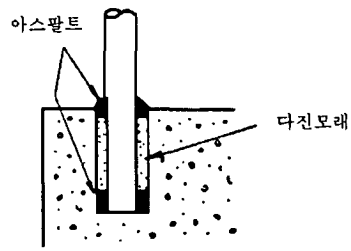


그림 59 지주의 설치(콘크리트 중에 설치하는 경우)

나. 보의 설치

① 보의 설치는 그림 60과 같이 겹쳐 맞추고 볼트 너트로 충분히 조여야 한다.

② 보의 높이는 설계도에 표시된 높이의 +3cm~-2cm 범위 내로 하여야 한다.

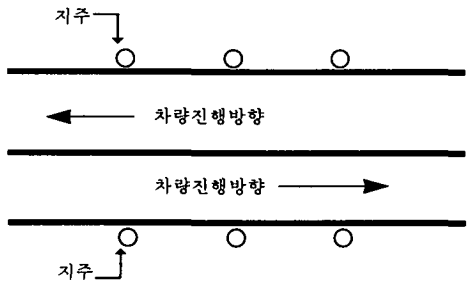


그림 60 보 설치

다. 단부 처리

① 노측용 가드레일의 단부는 그림 61과 같이 차량의 진입측 단부를 길 밖 방향으로 휘어 설치하여야 한다.

② 분리대용 가드레일에 대하여는 차량이 직접 지주에 충돌하거나 울타리에 부딛치는 것 등을 방지하도록 그림 62와 같이 단부를 처리하여야 한다.

라. 분리대에 설치할 가드레일

분리대에 설치하는 가드레일은 분리대의 중앙에 설치하는 것을 원칙으로 하고 다만 분리대에 교각, 조명주, 표지주 등의 장애물이 있을 때는 그 부분에 한하여 평면형으로 하여 장애물의 양측에 설치하는 것으로 한다.

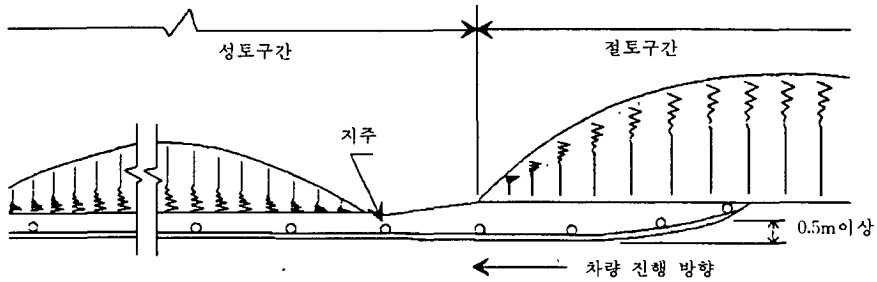


그림 61 가드 레일 단부의 예

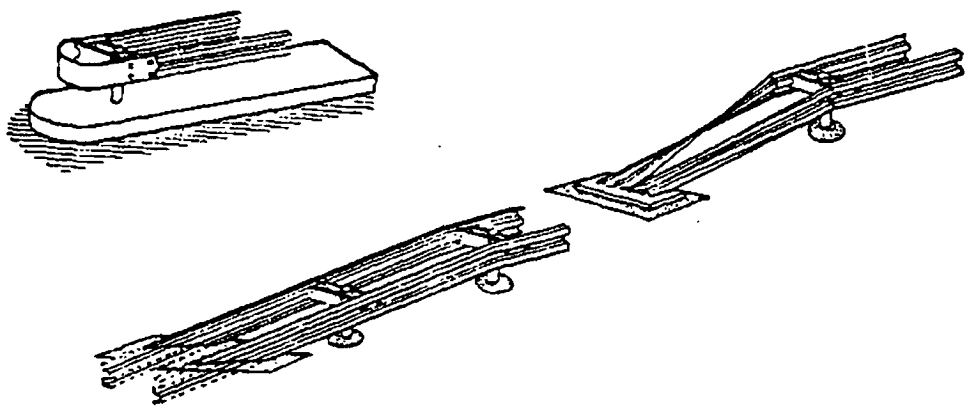


그림 62 가드 레일 단부 처리의 예(분리대에 설치하는 경우)

6.5.2 가드 케이블

- ㅇ 가드케이블은 초장력을 갖춘 로우푸를 기둥에 고정시킨 구조이다.
- ㅇ 차량의 충돌에 대하여 인장력으로 저항한다.
- ㅇ 로우푸는 탄성역에서 활동하기 때문에 거의 교체하지 않아도 된다.
- ㅇ 가드케이블은 전망 쾌적성이 좋으므로 고속도로의 긴성토구간 관광도로등에서 전망성이 요구되는 개소에 유리하다.

(1) 노측용 가드 케이블

가. 노측용 가드 케이블의 구조제원은 표 14와 같으며 그 형상은 그림 63과 같다.

표 14 노측용 가드 케이블의 구조 제원

종별	케이블			중간 지주			연결대		단부 지주			케이블단 철물		최하단 케이블 높이	최대 지주 간격	지주와 방호울타리 면의 거리
	케이블 본수 (개)	인장력 (t)	케이블 간격 (cm)	바깥 지름 (mm)	두께 (mm)	매입 깊이 (cm)	폭 (mm)	두께 (mm)	바깥 지름 (mm)	두께 (mm)	매입 깊이 (cm)	막대기 지름 (mm)	전장 (cm)	(cm)	(m)	(mm)
A	5	2	13	139.8	4.5	165 (40)	210 420	3.2	165.2	5.0	50	25	120	43	7.0 (4.0)	110
B	4	1	13	114.3	4.5	150 (40)	210 290	3.2	114.3	4.5	45	25	100	43	7.0 (4.0)	110
C	3	1	13	114.3	4.5	140 (40)	420	3.2	114.3	4.5	40	25	80	43	7.0 (4.0)	110
S	6	2	13	139.8	4.5	165 (40)	340 420	3.2	190.7	5.3	55	25	120	43	4.0 (2.0)	110

※ 주 1) 괄호 안의 수치는 교량, 옹벽, 암거 등의 콘크리트속에 설치할 때의 경우이다.
주 2) 최하단 케이블의 높이는 노면에서의 높이를 말하며, 연석등이 있을 때는 그 상단부터의 높이를 말한다.
주 3) 연결대 폭의 상단은 상단 연결대, 하단은 하단 연결대에 대한 수치를 말한다.

나. 케이블은 적당한 강성과 내식성이 있는 구조인 3×7G/O(케이블 외경 18mm)을 사용한다.

다. 케이블 본수는 종류별로 설계조건을 만족하도록 정하고 초기 장력은 차량이 충돌하였을때 초기진입 싸이클이 규정치에 만족 할 것을 고려하여 정한다.

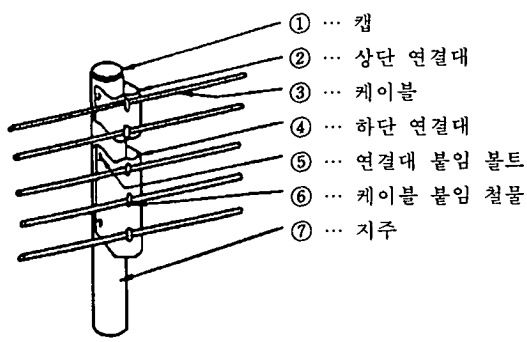


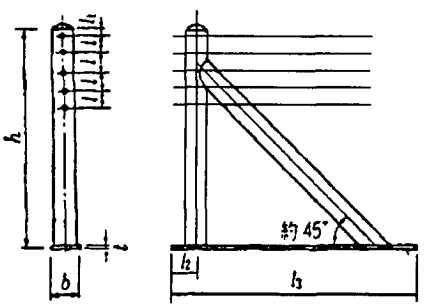
그림 63 노측용 가드 케이블(종별 A)

라. 가드 케이블의 지주간격은 케이블 본수, 지주의 직경, 매입깊이와 밀접한 관계가 있으며 간격이 클수록 경제적으로는 유리하나 기능상 최대치를 7m로 한다.

마. 지주를 콘크리트속에 설치 할때는 가드레일의 경우와 같이 간격을 축소하는 것으로 하고 최대치는 4m로 한다.

곡선부와 지내력이 없는 개소에 설치할때는 지주간격을 줄이도록 검토하여야 한다.

바. 단부 지주의 표준형상은 그림 64와 같다.



l =130mm
l_1= 50mm
l_2=200mm
b=200mm
t= 9mm
h및 l_3는 울타리의 지상높이에 따라 결정한다.

그림 64 가드 케이블 단부지주 치수(노측용)

※ (주) h 및 l_3은 방호울타리의 지상 높이에 따라 결정한다.

사. 부래킷트는 케이블 2본용, 3본용, 또 상단용, 하단용에 따라서 여러가지가 있으나 일반적인 부래킷트의 형상 및 조합은 그림 65 및 그림 66에 또 브래킷트의 치수는 표 15와 같다.

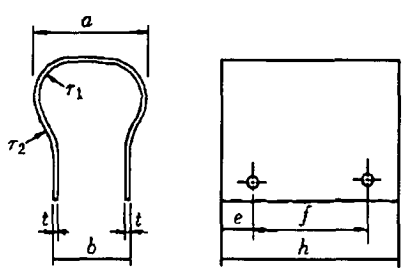


그림 65 가드 케이블의 브래킷트(종별 A)

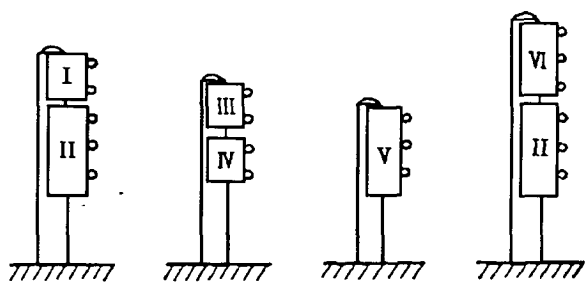


그림 66 브래킷트 조합

표 15 가드 케이블 부래킷트 치수(노측용)

항 목		Ⅰ형	Ⅱ형	Ⅲ형	Ⅳ형	Ⅴ형	Ⅵ형
a	(mm)	170	170	170	170	170	170
b	(mm)	148	148	122	122	122	148
E	(mm)	40	50	40	40	40	40
f	볼트 간격(mm)	130	290	130	130	300	260
h	폭(mm)	210	420	210	290	420	340
r1	(mm)	55	55	55	55	55	55
r2	(mm)	120	120	80	80	80	120

(2) 분리대용 가드 케이블

가. 분리대용 가드 케이블의 구조 제원은 표 16과 같다. 또 종별 Am의 형상은 그림 67과 같다.

표 16 분리대용 가드케이블의 구조제원

종별	케이블			중간 지주			연결대		단말 지주			케이블단 철물		최하단 케이블 높이	최대 지주 간격	케이블의 축 간격
	케이블 본수 (개)	인장력 (t)	케이블 간격 (cm)	바깥 지름 (mm)	두께 (mm)	매입 깊이 (cm)	폭 (mm)	두께 (mm)	바깥 지름 (mm)	두께 (mm)	매입 깊이 (cm)	막대기 지름 (mm)	전장 (cm)	(cm)	(m)	(mm)
Am	8	2	17	114.3	4.5	150 (40)	250 420	4.5	139.8	4.5	50	25	120	44	6.0 (4.0)	536
Bm	8	1	17	114.3	4.5	150 (40)	520	3.2	114.3	4.5	45	25	100	44	6.0 (4.0)	536

주 1) 괄호 안의 수치는 교량, 옹벽, 암거 등의 콘크리트 속에 설치할 때의 경우이다.
주 2) 최하단 케이블의 높이는 분리대 지표면에서의 높이를 말한다.
주 3) 종별 Am형의 연결대 폭의 위의 수치는 상단 연결대, 아래 수치는 하단 연결대의 수치를 말한다.

나. 가드 케이블의 특징은 지주 중심에서 브래킷트 표면(종별 Am에서는 하단 브래킷트)까지의 거리를 250mm로 크게 한 것이다. 이때문에 충돌차의 차륜이 직접 지주에 충돌하는것을 막고 지주가 충돌에 의하여 기우러졌을때 반대측의 브래킷트가 지면에서 받쳐줘 전도를 방지하는 효과를 갖는다.

다. 중간지주의 간격은 흙속에 매입시 최대 6m 콘크리트 중에 설치할 때는 4m로 한다.

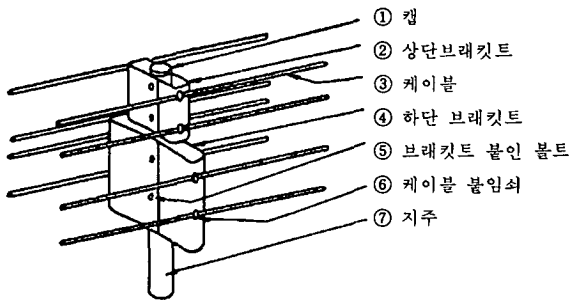


그림 67 분리대용 가드 케이블(종별 Am)

(3) 가드 케이블의 설치

가. 단부 지주의 설치

① 단부 지주를 흙속에 설치 할때는 설계도에 따라 단부지주의 설치부를 굴착하고 충분히 다진다음 조약돌을 깔고 단부지주를 소정의 위치에 소정의 높이로 설치하고 콘크리트를 타설한다.

② 콘크리트가 충분히 경화한 다음 토사로 되메운다. 이때 되메움 1층의 두께는 10cm로 하고 충분히 다져야 한다.

③ 기초 콘크리트의 크기는 표 17과 같다.

표 17 단말지주 기초 콘크리트의 크기

종 별		높 이 (m)	도로방향의	길이(m)
노측용	A	1.5	4.2	0.7
	B	1.2	3.3	0.6
	C	1.0	3.0	0.6
	S	1.0	5.0	0.7
분리대용	Am	1.8	5.0	0.8
	Bm	1.3	3.5	0.7

(주) 콘크리트 강도는 180kg/㎠ 이상으로 한다.

④ 단부 지주를 교량, 옹벽, 암거등 콘크리트 구조물 속에 설치 할 때는 설계도에 따라 구조물의 콘크리트 타설전에 단부지주를 소정의 위치와 높이로 설치하고, 구조물의 콘크리트와 함께 시공한다.

나. 중간지주의 설치

중간 지주의 설치는 가드레일의 지주설치에 준한다.

다. 케이블의 설치

① 케이블의 인출은 드럼(durm) 재크를 이용하여 소정의 길이로 끌어당기고 쉬이징(sheathing)후 커터로 절단한다.

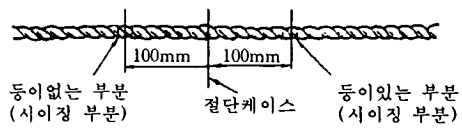


그림 68 케이블 절단 요령

② 절단한 케이블은 소켓속을 통과시켜 쐐기로 고정 시키고 조정나사에 연결하고 조정나사를 지주에 붙인다.

③ 로우프를 지주에 붙인 다음 소정의 장력으로 인장한다.

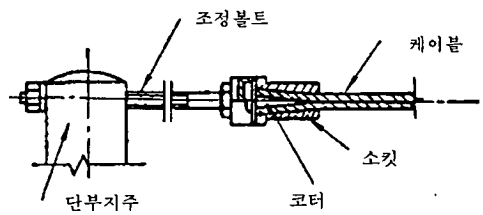


그림 69 케이블의 지주 붙임

④ 로우푸의 장력은 표 18의 스판과 처짐과의 관계에 따르거나 장력계에 의거 검정한다.

표 18 스판과 처짐의 관계

장력 \ 지주간격	5m	6m	7m
1t	6-8cm	8-10cm	10-12cm
2t	3-4cm	4-5cm	5-6cm

※ 처짐은 스판 중앙에 60kg을 재하 하였을때 수평선과의 처짐을 말한다.

라. 가드 케이블의 단부처리

① 가드 케이블의 차량진입 단부는 가능한한 노외 방향으로 휘어서 설치하여야 한다.

② 그림 70, 71과 같이 차량이 직접 지주에 충돌하는 것을 방지하도록 한다.

③ 가드 케이블의 장장(張長)이 길으면 운반 시공 유지수선이 곤란하여지므로 최대 장장은 500m로 한다.

④ 500m 이상 연속 설치 할때는 그림 72와 같이 단부처리 한다.

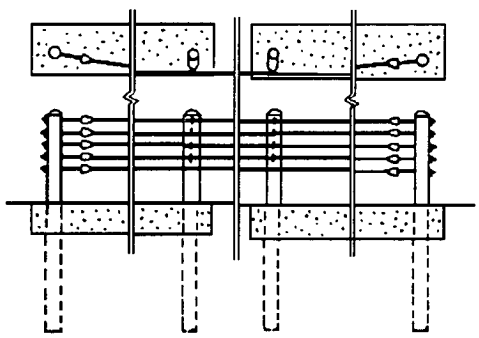


그림 70 노측용 가드 케이블의 단부 처리

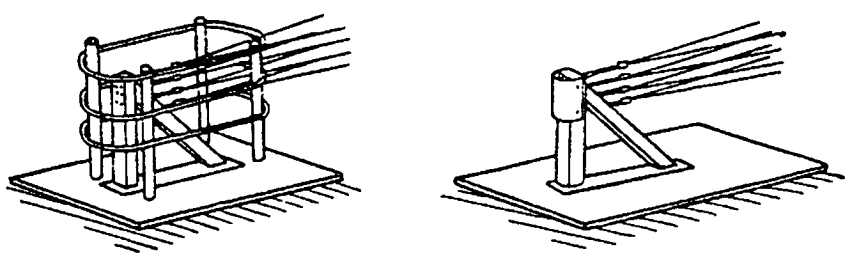


그림 71 분리대용 가드 케이블의 단부처리

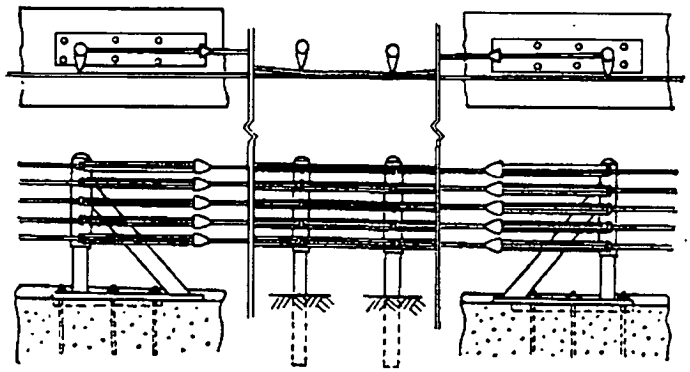


그림 72 가드 케이블의 중간 단부처리

6.5.3 가드 파이프

가드 파이프는 연결된 복수의 파이프를 지주로 받친 구조로 되어 있는 것을 말한다. 형식은 보형 방호울타리의 일종이며 기능적으로는 가드레일과 유사하며 가드레일에 비하여 전망 쾌적성은 좋으나 시선유도성이 다른 방호울타리에 비하여 떨어진다.

(1) 구조 및 형상

가. 가드 파이프는 그 특성상 보도용 Ap, Bp, Cp에 사용하며 구조 제원은 표 19와 같다.

표 19 가드 파이프의 구조제원

제원 / 종별	파이프					지주			이음			브래킷트		중앙 파이프 중심 높이 (cm)	최대 지주 간격 (m)
	외경 바깥 지름 (mm)	두께 (mm)	파이프 본수 (개)	파이프 간격 (mm)	단면적 (㎠/개)	외경 바깥 지름 (mm)	두께 (mm)	매입 깊이 (cm)	외경 바깥 지름 (mm)	두께 (mm)	길이 (mm)	두께 (mm)	길이 (mm)		
Ap	60.5	3.8	3	175	6.8	139.8	4.5	165 (40)	51	5.0	324	3.2	60	60	2.0
Bp	48.6	3.2	3	150	4.6	114.3	4.5	150 (40)	40	4.3	264	3.2	60	60	2.0
Cp	48.6	2.4	3	150	3.5	114.3	4.5	140 (40)	42	3.0	264	3.2	60	60	2.0

※ 주 1. ( )내의 수치는 교량 옹벽, 암거등의 콘크리트 속에 설치 할때이다.
2. 중앙파이프 중심 높이는 노면으로 부터의 높이를 말한다. 다만 연석 어스커브등이 있을 때는 그 상단에서의 높이이다.

나. 보도용 가드 파이프의 형상은 그림 1-18과 같다. 또 파이프의 표준적인 형상 및 치수는 그림 74 및 표 20과 같다.

다. 브래킷트의 표준적인 치수 및 형상은 표 21, 그림 75와 같다.

라. 가드 파이프의 설치 방식은 가드레일에 준한다.

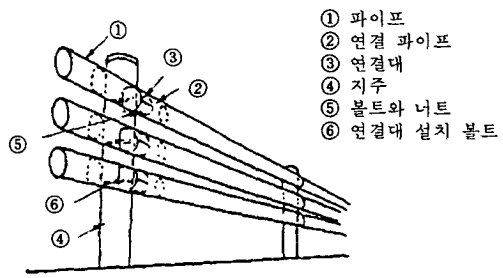


그림 73 보도용 가드 파이프(종별 Ap)

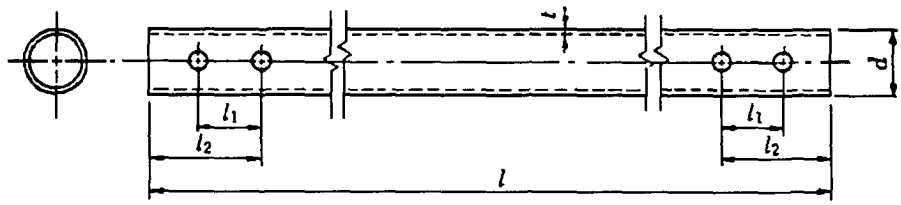


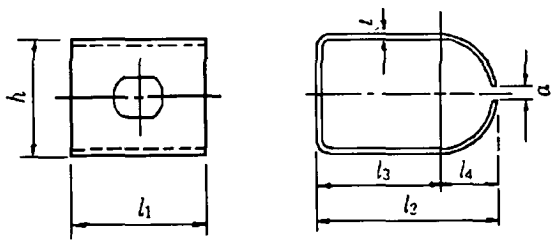
그림 74 파이프

표 20 파이프의 치수

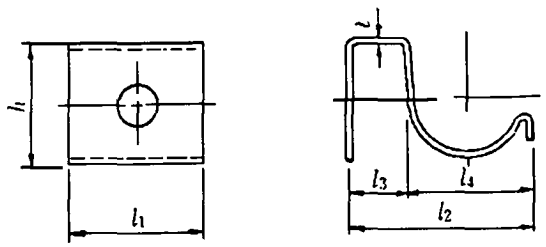
항 목 \ 종 별		Ap	Bp	Cp
D	외경(mm)	60.5	48.6	48.6
T	두께(mm)	3.8	3.2	2.4
L	길이(mm)	393.6	393.6	393.6
L1	(mm)	50	40	40
L2	(mm)	90	70	70

표 21 브래킷트의 치수

항목 \ 종별		Ap		Bp 및 Cp	
		이음 브래킷트	중간 브래킷트	이음 브래킷트	중간 브래킷트
h	외경(mm)	60.5	63.7	48.6	51.8
t	두께(mm)	3.2	3.2	3.2	3.2
l 1	길이(mm)	60	60	60	60
l 2	(mm)	90	90	80	80
l 3	(mm)	60	26.2	56	28.2
l 4	(mm)	30	63.8	24	51.8
a	간격(mm)	3.0	-	3.0	-



(a) 이음 연결대 형상의 예



(b) 중간 연결대 형상의 예

그림 75 브래킷트

6.5.4 박스보

박스보는 각형 파이프를 연결하여 지주로 받친 구조로 차량이 충돌하였을 때 휨으로 저항하는 것으로 박스보는 폭이 좁은 분리대를 설치하고자 할 때 사용하기 위하여 개발된 것이다. 박스보는 약한지주, 강한 보로 된 전형적인 방호울타리로 보의 강성이 크기 때문에 변형이 완만하고 하중의 분산과 충돌차의 유도성이 양호하며 강도가 큰 특징이 있다.

(1) 구 조

가. 박스보는 지주가 보로 부터 떨어질 수 있도록 차량의 진행방향에 약하게하여 차량이 충돌하였을 때 지주는 보에서 떨어지면서 휘어져 충돌차에게 주는 충격을 적게하는 구조로 한다.

또 보의 강성을 높게하여 지주가 넘어져도 보의 높이가 낮아지지 않도록 하여 차량이 대향 차로로 넘어가는 것을 방지하도록 한다.

나. 박스보의 구조제원은 (표 22)와 같다.

표 22 분리대용 박스보의 구조제원

제원	보			지주			보중심 높이 (cm)	최대 지주 간격 (m)
	치수 (mm)	두께 (mm)	단면적 (㎠)	치수 (mm)	매입 깊이 (cm)	강판 지주보 (mm)		
Am	□-200×200	4.5	34.6	H-125×60×6×8	150 (40)	PL-4.5×300×500	60	2.0
Bm	□-200×150	4.5	30.1	H-100×50×5×7	150	PL-4.5×300×500	60	2.0

※ 1. ( )내의 수치는 교량, 옹벽, 암거 등의 콘크리트 속에 설치할 때이다.

2. 보중심 높이는 분리대 표면으로부터의 높이이다.

다. 보의 형상 및 치수

① 보의 형상은 그림 76과 같다.

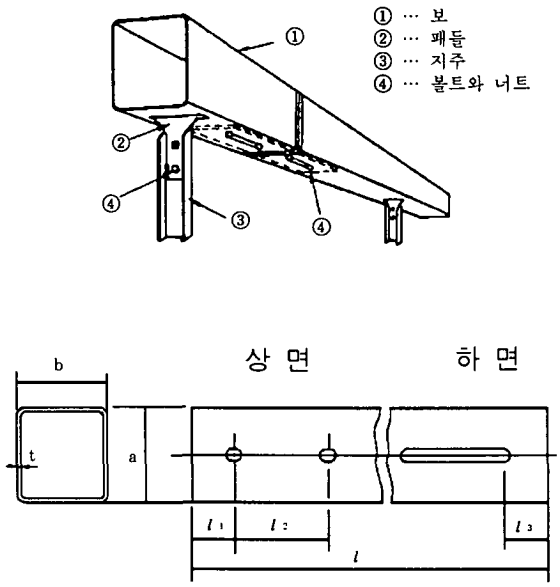


그림 76 보의 형상

② 보의 치수는 표 23과 같다.

표 23 보의 치수

항 목 \ 종 별		Am	Bm	허 용 차
a×b	변의길이 (mm)	200×200	200×150	± 1.5%
l	길 이 (mm)	5,990	5,990	± 5mm
t	두 께 (mm)	4.5	4.5	± 10%
l_1	(mm)	95	95	-
l_2	(mm)	200	200	-
l_3	(mm)	90	90	-
	휨	-	-	1m에 대하여 3mm이하

(2) 지 주

가. 지주의 단면 형상은 구조상 차량이 지주에 직접 충돌하므로 차량의 손상을 적게하기 위하여 차량의 진행방향에 대하여 약한 강도를 갖도록 하고 보의 직각방향에 대하여는 충분한 강도를 갖는 H형강으로 한다. 또 지주에는 보강판을 붙혀 저항 모멘트가 최대가 되도록 한다.

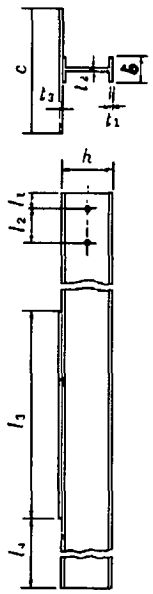


표 24 박스 보 지주 치수

항목 \ 종별			Am	Bm	허 용 차
지주판	b	변의길이(mm)	60	50	± 3mm
	h	길 이(mm)	125	100	± 3mm
	t1	두 께(mm)	6	5	± 1mm
	t2		8	7	±1.5mm
	l_1	(mm)	40	40	-
	l_2	(mm)	80	80	-
	l_3	(mm)	650	650	-
지주보강판	c	폭 (mm)	300		-
	/3	길 이(mm)	500		-
	t3	두 께(mm)	4.5		-

나. 지주간격

지주의 간격은 변위량, 유도성 등의 기능상 2m로 한다.

(3) 박스보의 이음

박스보의 이음구조는 보의 휨응력을 충분히 전달하고 축선장이 변화하는 것과 같이 큰 휨 변형을 받을 때와 소성역까지 변형이 일어나는 때의 인장력을 전달할 수 있는 구조로 한다.

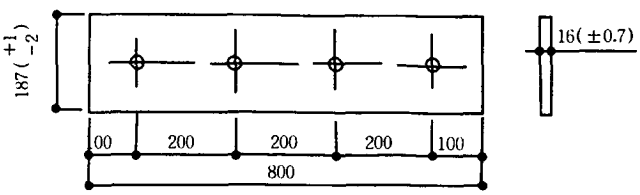


그림 77 박스보이음

7. 도로조명시설

7.1 도로조명의 목적

(1) 도로조명은 야간이나 터널과 같이 밝기가 급변하는 장소에서 도로이용자가 도로상황, 교통상황을 명확하게 파악하도록 하기 위하여 양호한 시각환경을 확보하여 도로교통의 안전 및 원활을 도모하는 것을 목적으로 하고 있다.

(2) 자동차 이용자에게 도로상황, 교통상황 등을 명확하게 파악하도록 하기 위하여는 다음과 같은 시각정보가 필요하다.

가. 도로상의 장해물 또는 보행자 등의 존재여부 및 위치

나. 도로폭원, 도로선형 등의 도로구조

다. 도로상의 특수개소(교차점, 분기점, 굴곡부 등)의 존재여부 및 위치

라. 주행차선의 노면상태(건습, 오목, 볼록 등)

마. 타 자동차의 존재여부, 종류, 속도 및 이동방향

바. 도로주변의 상황

(3) 실제로 도로에서 운전자는 시시각각 변화하는 시야속에서 상기와 같은 시각정보를 얻어 예측 및 판단을 반복하면서 운전조작을 하고 있다. 운전조작에 있어 특히 중요한 것은 미래의 변화가 예측가능하고 연속적인 시각정보를 얻는 것이다. 따라서 도로조명의 목적은 이와같은 시각정보를 명확하게 얻을 수 있는 시각환경을 만듬으로써 운전조작상의 착오 또는 긴장감의 지속으로 인한 피로를 예방하여 안전과 원활한 도로이용을 증진하는 것이다.

7.2 도로조명의 효과

(1) 야간에 운전자의 안전, 원활한 주행을 목적으로 하는 인공조명에는 도로조명 외에 전조등으로 밝혀지는 자동차등화가 있다. 현재 우리나라의 도로는 일부구간을 제외하고는 도로조명이 연속하여 설치되어 있지 않다. 일반적으로 야간에 운전자는 자동차에 장착되어 있는 등화(전조등, 차폭등, 미등, 제동등, 방향지시등)에 의하여 얻을 수 있는 정보에 의거 자동차를 운전하고 있다.

(2) 도로조명과 전조등의 기본원리는 다음과 같다.

가. 도로조명은 노면에 수직으로 가까운 방향에 빛을 조사하여 대상물을 밝고, 어둡게하므로써 휘도대비를 얻고 이것을 식별하려는 것이다.

나. 전조등은 노면에 거의 평행으로 빛을 조사하여 대상물을 조명하므로써 어두운 노면이나 도로주변의 풍경과의 사이에서 휘도대비를 얻어 식별하는 것이다.

(3) 이때문에 도로조명과 전조등의 효과에 여러가지 차이가 생긴다.

도로조명의 경우는 노면전체가 밝아지고 이를 배경으로 하여 장해물은 그림자로 보인다.

(4) 노면이 밝으므로 장해물의 존재는 물론 그 위치와 수를 명확하게 알 수 있으며, 보이는 장해물이외의 장해물은 존재하지 않는다.(이것을 네가티브인포메이션 이라 한다.)

(5) 이에 반하여 전조등의 경우는 역으로 노면이 어둡고 장해물이 밝아지기 때문에 역 그림자로 보인다. 운전자는 장해물이 존재하는 것을 알게 되나, 노면이 어두우므로 그 위치나 수가 명확하지 않을 뿐아니라 당시 보이고 있는 장해물 이외의 장해물은 존재하지 않는다는 확증을 얻을 수 없다.

(6) 또 전조등의 조사방향은 맞비킴빔, 주행빔의 2종으로 변환하는 것 뿐이므로 도로의 종단 및 평면선형에 따라 전환할 수가 없다. 따라서 도로의 평탄성을 잃거나 도로의 선형에 큰 변화가 있으면 전조등의 조사방향과 조명되는 도로의 부분과의 사이에 비추어지지 않는 부분이 생겨 그 효과가 저하할 때도 있다.

(7) 실제로 도로교통에서는 전방에 있는 자동차의 미등, 제동등, 방향지시등이 후속되는 자동차의 운전자에게 시각정보를 주어 전조등의 효과를 돕고 있으나 이들이 주는 시각정보에는 이하의 예와 같이 한계가 있다.

표 25 조명과 주행속도와의 관계 (영국조사)

장 소		No.1	No.2	No.3	평 균
속도제한의 유무		무	무	유	
노 폭(m)		9	8	9	
개선전의 평균속도	승용차(km/h)	52	52	68	
	화물차(km/h)	57	44	45	
평균속도의 증가	승용차(km/h)	2.7	2.7	4.6	3.3
	화물차(km/h)	1.7	1.1	2.4	1.7
상해사고지수		0.67	0.76	0.67	0.69

※ 상해사고지수는 상해사고에 대한 조명시설의 효과를 나타내는 지수로

$$\frac{\text{조명설치후 야간의 사고건수}}{\text{조명설치전 야간의 사고건수}} \div \frac{\text{조명설치후 주간의 사고건수}}{\text{조명설치전 주간의 사고건수}}$$

가. 미등에 의거 자동차의 존재를 알아도 전방도로의 선형을 알지 못하면 그 자동차의 존재위치가 자기가 진행하고 있는 차로인지 타차로 또는 주차대 등인지 판별되지 않는다.

나. 급제동의 경우나 서서히 감속하고 있을 때도 브레이크 조작시 제동등은 같은 신호를 보내므로 후속차의 운전자가 브레이크조작을 잘못할 때가 있다.

다. 운전자는 선행자의 미등을 따라가는 습관이 있으므로 고장 등으로 정지하고 있는 자동차의 미등을 따라가려다가 추돌할 위험성이 있다. 이에 대하여는 도로조명이 설치되면 선행차 존재 뿐 아니라 각각의 자동차가 어느 위치를 진행하고 있는가, 주행속도는 어느정도인가 등을 명료하게 알 수 있게되어 미등, 제동등, 방향지시등의 기능에서 부족한 것을 보완할 수 있다.

7.3 설치계획

(1) 설치장소

도로조명은 모든 도로에 설치하는 것이 이상적이나 도로조명을 설치하고 이것을 유지하는데 소요되는 경비가 결코 적은것이 아니다. 따라서 도로조명의 설치는 넓은 의미에서 투자효과를 고려하여 판단할 필요가 있다. 도로조명은 도로 또는 교통상황으로 보아 야간에 교통사고가 발생할 우려가 많은 개소에서 도로조명으로 사고의 감소를 도모할 수 있는 개소, 또는 조명에 의하여 편익을 받을 수 있는 도로이용자가 위치하는 개소에 우선하여 설치한다.

표 26 도로조명시설의 설치장소

조명방식	도로구분	설 치 장 소	비 고
연속조명	일반국도	교통량 25,000대/일 이상의 시가부도로 교통량 25,000대/일 이하인경우 특히 필요하다고 인정되는 구간	교통량 25,000대/일 미만의 시가부도로에서는 야간에 보행자 교통량이 많을 경우, 도로밖에서의 불빛이 자동차 운전에 지장을 주는 등의 특히 필요한 구간에 도로조명설치
	고속국도	○ 시가부의 도로에서 도로에 인접한 건물 등 에서 나오는 빛이 도로교통에 영향을 주는 구간 ○ 인터체인지, 휴게시설 등과 접속되는 구간 ○ 상기외에 연속조명이 필요한 구간	서리, 안개 등이 자주발생하는등 특수기상조건하에 있는 구간, 길어깨, 차선, 중앙분리대의 폭원이 표준치 이하로 축소되어 있는 구간, 연속조명이 있는 타도로와 접속되어 있는 구간 등을 뜻한다.
국부조명	일반국도	① 다음에 해당하는 장소는 원칙적으로 설치한다. • 신호기가 설치되어 있는 교차점 또는 횡단보도 • 장대교량 • 야간교통상 특히 위험한 장소 ② 다음 장소 중 필요에 따라서 설치 • 교차점 또는 횡단보도 • 교량 • 도로의 폭원구성, 선형이 급격히 변화하는 장소 • 역전광장 등 공공시설에 접속하는 장소 • 버스정류장 • 요금징수소 • 상기 외에 국부조명이 필요한 특별한 장소	
	고속국도	① 다음에 해당하는 장소는 원칙적으로 설치한다. • 인터체인지 • 요금징수소 • 휴게시설 ② 다음에 해당하는 장소는 필요에 따라 설치한다. • 도로의 폭원구성, 선형이 급격히 변화하는 장소 • 교량 • 버스정류장 • 상기외에 국부조명을 필요로하는 특별한 상황에 있는 장소	
터 널 조 명		터널 등에서 연장, 교통량에 따라 설치	

(2) 설치계획의 기본적 유의사항

가. 도로조명은 넓은 의미에서의 투자효과를 고려하여 계획적으로 설치하여야 한다.

따라서 도로 또는 교통상황으로 보아 야간에 교통사고의 발생우려가 많은 곳 또는 조명에 의해 교통의 원활성 등의 편익을 받는 사람이 많은 장소일수록 우선 설치한다.

나. 연속조명을 할 때에는 야간의 사고율, 교통량이 많은 구간, 횡단보도 교차점의 개소수가 많은 구간, 상가 등 야간 보행자 교통량이 많은 구간, 평면선형 및 종단선형이 복잡하여 주행이 어려운 구간 등에 우선적으로 설치한다.

다. 도로조명은 연도의 모든 활동 또는 다른 종류의 교통에 대하여 여러가지 영향을 미칠 때가 있다. 또 반영구적인 시설이며 일단 설치하면 철거가 용이하지 않으므로 도로조명을 설치할 때는 연도의 토지이용, 도록폭원, 점용물건, 타도로 및 철도 등과의 위치관계 등을 사전에 조사하여 적절한 설치계획을 수립하여야 한다.

① 연도 토지 이용상의 배려

도로조명의 설치대상도로가 주택지, 과수원, 전답 또는 양식장, 양어장 부근을 통과할 때 도로조명이 주거환경이나 농작물의 생육 및 양어, 어장에 큰 영향을 끼칠 때가 있으므로 특정방향으로의 빛의 차단과 점등 시간대 등에 대하여 충분히 검토하여야 한다.

② 타도로 교통시설 등과의 조정

입체교차부 또는 병행도로에서 한쪽의 조명광이 타도로를 주행하고 있는 운전자에게 영향을 주지 않도록 하고, 또 공항, 항만부근 및 철도와 병행하여 도로조명을 설치할 경우 비행기, 선박의 항해, 열차의 운행에 영향을 주지 않도록 광원 등구의 배광을 결정하여야 한다.

③ 타시설과의 조정, 도시경관에의 배려

조명주의 설치로 도로표지, 교통신호기 등이 시인성을 잃지 않도록하고 조명주, 도로표지, 교통신호기 등의 밀집으로 보행자 공간이 좁게되지 않도록 이들의 시설을 통합화 하도록 하고 주변경관과의 조화를 이룰 수 있도록 계획설계하여야 한다.

④ 도로조명의 단계적 사용

신설도로 등에서 교통량이 어느 정도 증가한 다음 도로조명을 시설할 때 연도상황의 변화에 따라 배관 기둥을 세울 때 시공성이 나빠져 경비가 증가할 때가 있으므로 배관 기둥 기초에 대하여 미리 시공하도록 한다.

7.4 연속조명

7.4.1 설계휘도 및 글레어(Glare, 눈부심)

(1) 연속조명의 설계시는 다음 조명요건을 고려하여야 한다.

- ○ 노면의 평균휘도가 적절할 것
- ○ 노면의 휘도분포가 적절한 균일성을 갖도록 할 것
- ○ 글레어가 충분히 제한될 것
- ○ 적절한 유도성을 가질 것

운전자 측면에서 본 노면의 휘도는 장해물의 배경이 되는 중요한 것이다.

노면휘도가 불충분하면 장해물의 존재, 형상, 존재위치, 크기 등을 시인할 수 없을 뿐아니라 장해물이 보이지 않을 때 무엇이 존재하고 있는 것인가를 구별할 수 없다.

(2) 노면상의 휘도분포가 균일하지 않으면 노면상에 명암이 생기고, 명암이 생기면 평균노면 휘도가 어느 값 이상이드라도 평균노면휘도보다 휘도가 높은 부분에서는 장해물의 시인이 용이하게되나 평균노면휘도가 낮은 부분에서는 장해물 존재여부의 확인이 곤란하여진다.

이것은 단지 그 부분의 휘도가 낮은 것 뿐아니라 그 주변에 밝은 노면의 부분이 존재하는 것으로 운전자의 눈이 산란을 일으켜 시인성이 저하되는 것이다.

여러나라에서 갖가지 조건하에서 실시한 조명이 대상물의 시인성에 미치는 영향에 관한 시험결과는 그림 78과 같다.

(3) 본 직선군은 노면상의 장해물을 시인하는데 필요한 노면의 평균휘도 L과 휘도균제도 U0(=Lmin/L, 단 Lmin : 차로상의 가장 어두운 장소의 휘도)와의 관계를 나타내는 것으로 파라메타는 장해물과 그 배경과의 휘도대비 C(%)이다.

(그림 78)은 노면의 평균휘도가 장해물의 휘도대비에 관계없이 이것과 조합되는 휘도균제도와의 사이에

$$L = \frac{K}{Uo^2} \text{ 또는 } K = Uo^2 \times L \cdots\cdots ⓐ$$

의 관계가 있다는 것을 나타내고 있다. 단 K는 [Uo=1.0] 즉

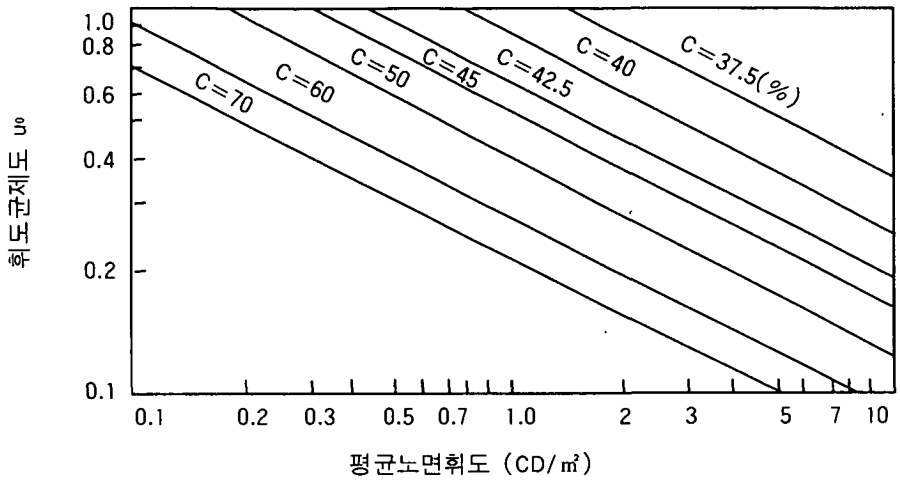


그림 78 평균노면휘도와 휘도균제도의 관계

휘도분포가 균일한 때에 필요한 평균노면휘도치로 장해물의 휘도대비에 의해 결정된다. 휘도균제도에는 전술의 총합균제도 Uo외에 노면상휘도의 불균일한 분포에 따라서 운전자에게 불쾌감을 주는 차로축 균제도Ut가 있다. 이 불쾌감은 주로 차로 중앙선상의 휘도변화에 따라서 좌우되므로 조명설계에서의 등구의 간격을 결정할 때 고려할 필요가 있다.

(4) 도로조명시설은 도로조건, 교통조건을 고려하여 도로분류를 3종류로 하여 연도의 빛상태를 3종류의 외부조건으로하여 (표 27)에 나타낸 평균노면휘도를 주어 이것을 기준휘도로 한다.

(5) 이 기준치는 운전자가 장해물, 타차량, 보행자 등을 멀리서 시인할 수 있도록 할 것 또 운전자가 전방의 장해물이 보이지 않을 때에 장해물이 없는 것이 확인되도록 할 것의 두 조건을 정리하여 균제도(Uo=0.4) 휘도대바(c=50~60%)로 정한다. 또 균제도 Uo=0.4의 값은 도로조명시설의 규모 및 평균노면휘도의 레벨을 크게 상회하지 않을 것을 고려한 것이다.

표 27 기준휘도(cd/㎡)

외부조건 / 도로종별		A	B	C
고속도로		1.0 -	1.0 0.7	0.7 0.5
일반국도	주요간선도로	1.0 0.7	0.7 0.5	0.5 -
	간선·보조간선도로	0.7 0.5	0.5 -	0.5 -

※ 기준휘도는 상단의 값을 표준으로 한다. 고속도로 중 자동차전용도로는 하단의 값을 취할 수 있다.

특히 중요한 도로에서는 기준휘도를 2cd/㎡까지 증대할 수 있다.

(6) 글레어에는 불쾌글레어와 시각저하 글레어가 있다. 불쾌글레어는 자동차의 운전자에게 심리적인 불쾌감을 주는 것이며 시각저하글레이는 생리적으로 보는 기능을 저하시키는 것이다. 그러므로 시야내에 눈이 부신 것이 있으면 눈속에서 산란이 생기고 이것이 시각정보의 틈이되어 보는 것을 방해하는 것이다.

(7) 도로조명에서는 불쾌글레어를 충분히 제한하므로서 시각저하 글레어의 영향도 무시할 수 있는 정도로 제한할 수가 있으므로 주로 불쾌 글레어의 제한을 고려하면 된다.

불쾌 글레어의 정도는 글레어 콘트롤 마크G에 의하여 나타낼 수 있다.

$$G = SL1+0.97\log Lr+4.41\log h'-1.46\log n+4C \cdots\cdots ⓑ$$

SL1 : 조명기구의 콘트롤(조명기구고유의 값. 조명기구의 배광, 발광부 면적에 의하여 결정된다.)

Lr : 평균노면 휘도(cd/㎡)

h' : 관측자의 눈높이 1.5m부터 측정한 조명기구의 붙임 높이

n : 도로연장 1km 구간내의 조명기구 붙임 개수

△c : 광원의 광색에 대한 보정치

고압나트륨 램프 - △c = 0

저압나트륨 램프 - △c = 0.4

수은램프, 형광램프 - △c = 0.1

(표 28)은 선명도 글레어 콘트롤 마크G와 주관적인 평가치와의 관계이다.

중요한 도로에서는 G가 5이상이 요망된다.

(8) 운전자가 도로를 안전하게 주행하기 위하여는 전방의 도로선형의 변화 및 차량의 분류, 합류 상태를 미리 알 필요가 있다. 이때문에 도로에는 차로 또는 시선유도표가 설치되어 있으며 이에 더하여 적절하게 설치된 도로조명시설은 야간만 아니라 주간에도 유도효과를 갖는다. 한편 등구를 부적절하게 설치하면 도로의 선형 차량의 분류 합류에 관하여 운전자에게 착각을 일으키게 할 우려가 있다. 도로조명시설에 의한 이와 같은 유도효과를 유도성이라 한다.

(9) 도로의 선형이 변화하거나 타도로와 교차하고 있는 장소에서는 등구의 배치가 도로의 선형을 잘 나타내고 있느냐에 따라서 유도성의 양부가 결정되므로 도로조명시설의 유도성의 양부를 투시도 등에 의거 충분히 검토하여야 한다. 특히, 도로의 곡선부에서 유도성을 잘 유지하기 위하여는 지그재그식 배열을 피하고 등구의 간격을 축소하는 것이 좋다.

표 28 글레어 콘트롤 마크와 주관적 평가치와의 관계

G	주 관 적 평 가 치
1	견딜수 없다.
2	방해가 된다.
3	허용될 한계
4	만족하다.
5	주의를 요하지 않는 정도

7.4.2 조명방식 및 광원의 선정

(1) 연속조명에 적용되는 조명방식은 폴 조명방식이 많다. 폴 조명방식은 사용실적도 많고 관련기술이 확립되어 있어 연속조명은 폴 방식을 원칙으로 한다.

(2) 국부조명의 조명방식은 연속조명의 조명방식을 준용한다.

(3) 터널조명의 조명방식은 구조물 붙임 조명방식을 원칙으로 한다.

(표29)은 조명방식을 선정할 때 고려할 조명방식의 장단점이다.

(4) 도로조명 광원은 형광수은램프, 고압나트륨램프, 저압나트륨램프 및 형광램프가 적절하다. 이것은 효율, 수명, 광속(光速)등의 모든 특성이 안정되어 있고 제품의 호환성과 조명하고자 하는 장소의 환경에 적합하기 때문이다.

(표30)은 도로조명에 사용되는 광원의 특성을 나타낸 것이다.

(5) 광원선정시는 다음 사항에 대하여 유의하여야 한다.

가. 효율이 높고 수명이 길 것

효율에는 광원만의 광원효율과 안정기의 전력손실을 포함한 종합 효율이 있다. 광원의 효율과 수명은 건설비와 유지비에 직접 관계되는 중요한 요소이다.

나. 주위온도 변화에 대하여 안정할 것

형관수은램프, 고압나트륨램프, 저압나트륨램프는 거의 주위온도의 영향을 받지 않으나,

형광램프는 주위 온도에 따라서 효율이 크게 영향을 받는다. 램프의 주위온도가 저하하면 점등이 잘되지 않으며 그 정도는 안정기의 종류에 따라서 영향을 받으므로 적절한 안정기를 선택하여야 한다.

다. 광색과 연색성이 적절할 것

- 연색성이 좋을수록 쾌적한 운전을 할 수 있는 하나의 조건이다. 또 보행자가 있거나 상점가등이 있으면 연색성을 충분히 고려하여야 한다.
- 형광램프(광색은 백색), 형광수은 램프(광색은 백색)가 연색성이 좋다.
- 고압나트륨램프(광색은 등백색)은 형광수은 램프보다 연색성이 떨어진다.
- 저압나트륨램프(광색은 황등색)는 단색광이기 때문에 물체의 색의 식별이 어렵다.
- 광원의 광색을 달리 하므로써 인터체인지의 램프와 본선 등 도로구조와의 차이를 운전자에게 알릴 수 있게되어 시인효과를 높힐 수 있다.
- 스모그, 안개에 대한 광원은 백색의 광원보다 황등색 또는 등백색이 좋다.

표 29 각종 광원의 장 · 단점

항목 \ 광원의 종류		형광수은램프	고압 나트륨램프	저압 나트륨램프	형광램프
평균수명		길다	길다	보통	보통
총합효율		보통	높다	높다	보통
광색		백색	등백색	등황색	백색
연색성		양호	보통	불량	양호
주위온도의 영향	효율	없다	없다	없다	있다
	시동	저온에서 불량	없다	없다	저온에서 불량
감광의 가부		가능	가능	곤란	가능

표 30 광원의 종류와 특성

종류	형 식	전광속 (lm)	광원효율 (lm/w)	평균수명 (시간)	안정기정격 용량(VA)	안정기입력 전력(W)	종합효율 (lm/w)	비 고
형광수은등	HF 100X	3,900	39	12,000	130	120	33	일반형안정기 (고역률형)
	HF 200X	9,200	46	〃	240	220	42	
	HF 250X	11,800	47	〃	300	270	44	
	HF 300X	15,200	51	〃	360	323	47	
	HF 400X	21,000	52	〃	460	425	49	
	HF 700X	38,500	55	〃	820	748	51	
	HF 1000X	56,000	56	〃	1,200	1,050	53	
고압나트륨등	NH 150F (NH 150)	13,000 (14,000)	87 (93)	12,000	195	175	74 (80)	일반형안정기 (고역률형)
	NH 250F (NH 250)	23,500 (25,000)	94 (100)	〃	300	280	84 (89)	
	NH 400F (NH 400)	43,000 (46,000)	108 (115)	〃	480	440	98 (105)	
	NH 700F (NH 700)	81,000 (86,000)	116 (123)	〃	860	760	107 (113)	
	NH 220FL (NH 220L)	25,000 (26,500)	114 (120)	〃	280	245	102 (108)	
	NH 360FL (NH 360L)	45,000 (47,500)	125 (132)	〃	450	390	115 (122)	
	NH 660FL (NH 660L)	90,500 (95,000)	137 (144)	〃	800	705	128 (135)	
저압나트륨등	NX35	4,600	131	9,000	60	58	79	진상형안정기
	NX55	7,600	138	〃	82	80	95	
	N-90	12,500	139	〃	143	130	96	
	NX135	21,500	159	〃	196	180	119	
	NX180	31,500	175	〃	250	230	137	
형광등	FLR 20	1,070	54	7,500	33	32	33	안정기 래피드스타트형
	FLR 40	2,800	70	10,000	60	53	53	
	FLR 110H	8,700	79	〃	140	135	64	

7.4.3 등구의 배치

(1) 노면의 반사특성과 휘도

가. 노면에 입사하는 광(조도)은 동일하여도 (그림 78)과 같이 관측자의 시선방향과 광의 입사방향에 따라 관측자의 방향에 반사하는 광(휘도)은 달라 관측자로 부터 멀리 투시된 광(A)보다 가까운 쪽에 투시된 광(B)의 쪽이 눈에 반사광을 많이 보낸다.

- (그림 79)은 세미커트오프형 등구 한등에 의한 노면상의 조도분포이다
- (그림 80)은 그것을 관측자가 볼 때의 휘도분포이다.

나. 조도분포가 등구축에 대하여 좌우대칭 이어도 휘도분포는 비대칭으로 관측자에 가까운 방향으로 길게되어 있다.

이 휘도분포는 등구의 배광, 관측방향 뿐만아니라 노면의 반사특성에 따라 변화한다.

따라서 도로조명의 효과를 충분히 발휘시키기 위하여는 노면의 반사 특성을 이해하여야 한다.

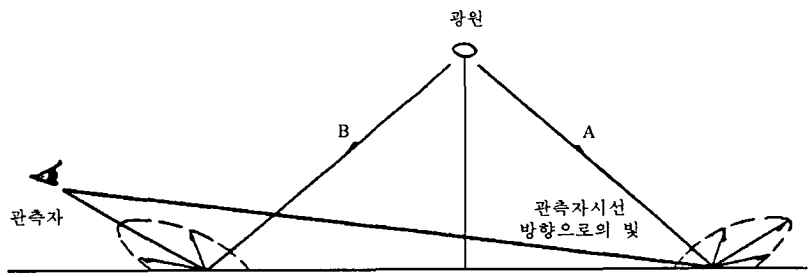


그림 79 관측자의 시선방향으로 향하는 광원의 반사광

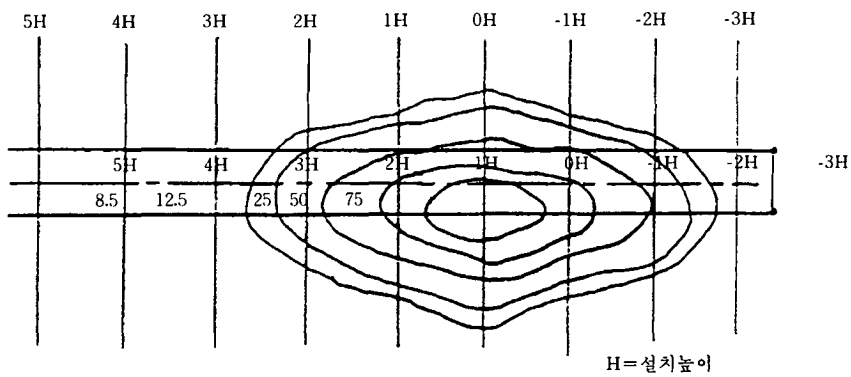


그림 80 세미커트오프형 등구 한등에 의한 노면상의 조도분포

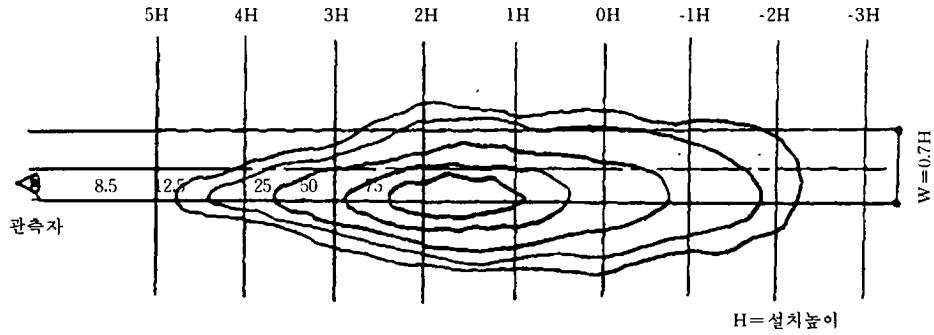


그림 81 세미커트오프형 등구 한등에 의한 노면상의 휘도분포(평면도)

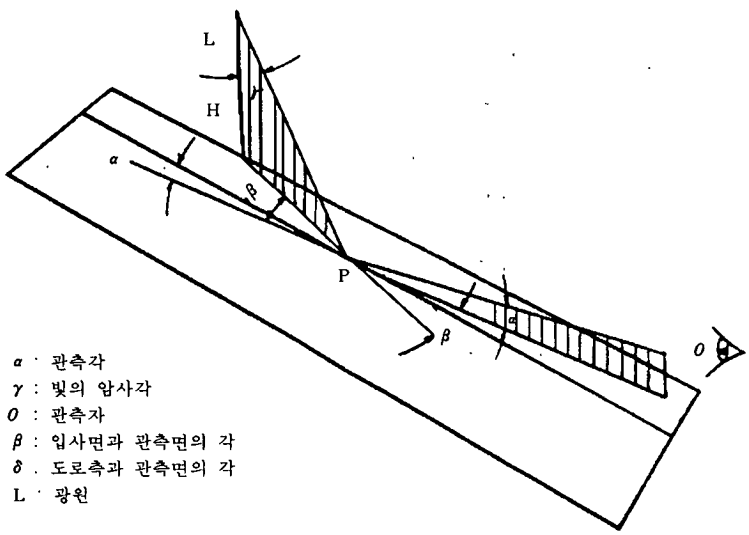


그림 82 노면휘도

- (그림 82)에서 관측자 O가 보고 있는 노면상의 1점 P의 휘도를 Lp(cd/㎡)
- 이 부분의 수평면 조도를 Ep(lx)
- 등구 L의 설치높이 H(m)
- 등구에서 점 P로 향하는 광도 I(cd)의 연직각을 r(°)로 하면 노면이 습윤상태인 때는 다음의 관계가 성립한다.

$Lp = qp \times Ep$ ····· ⓒ

qp : p점에서의 노면휘도계수

$$Ep = \frac{1}{H^2} \times \cos^3 r \cdots\cdots \text{ⓓ}$$

식 ⓓ를 ⓒ에 대입하면

$$Lp = qp \times Ep = \frac{1}{H^2}(qp \times \cos^3 r) \cdots\cdots \text{ⓔ}$$

가 된다. 여기서 $[qp \times \cos^3 r]$를 휘도환산계수라 한다. (그림 82)에서의 $\alpha, \beta, \gamma, \delta$의 계수가 된다.

표 31 밀입도 아스콘의 휘도환산 계수(CIE) (R_3, $Q_0=0.07$, $S_1=1.11$, $S_2=2.38$)

tanγ \ β	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294
0.25	326	326	321	321	317	312	308	308	303	298	294	280	271	262	258	253	249	244	240	240
0.5	344	344	339	339	326	317	308	298	289	276	262	235	217	204	199	199	199	199	194	194
0.75	357	353	353	339	321	303	285	267	244	222	204	176	158	149	149	149	145	136	136	140
1	362	362	352	326	276	249	226	204	181	158	140	118	104	100	100	100	100	100	100	100
1.25	357	357	348	298	244	208	176	154	136	118	104	83	73	70	71	74	77	77	77	78
1.5	353	348	326	267	217	176	145	117	100	86	78	72	60	57	58	60	60	60	61	62
1.75	339	335	303	231	172	127	104	89	79	70	62	51	45	44	45	46	45	45	46	47
2	326	321	280	190	136	100	82	71	62	54	48	39	34	34	34	35	36	36	37	38
2.5	289	280	222	127	86	65	54	44	38	34	25	23	22	23	24	24	24	24	24	25
3	253	235	163	85	53	38	31	25	23	20	18	15	15	14	15	15	16	16	17	17
3.5	217	194	122	60	35	25	22	19	16	15	13	9.9	9.0	9.0	9.9	11	11	12	12	13
4	190	163	90	43	26	20	16	14	12	9.9	9.0	7.4	7.0	7.1	7.5	8.3	8.7	9.0	9.0	9.9
4.5	163	136	73	31	20	15	12	9.9	9.0	8.3	7.7	5.4	4.8	4.9	5.4	6.1	7.0	7.7	8.3	8.5
5	145	109	60	24	16	12	9.0	8.2	7.7	6.8	6.1	4.3	3.2	3.3	3.7	4.3	5.2	6.5	6.9	7.1
5.5	127	94	47	18	14	9.9	7.7	6.9	6.1	5.7										
6	113	77	36	15	11	9.0	8.0	6.5	5.1											
6.5	104	68	30	11	8.3	6.4	5.1	4.3												
7	95	60	24	8.5	6.5	5.2	4.3	3.4												
7.5	87	53	21	7.1	5.3	4.4	3.6													
8	83	47	17	6.1	4.4	3.6	3.1													
8.5	78	42	15	5.2	3.7	3.1	2.6													
9	73	38	12	4.3	3.2	2.4														
9.5	69	34	9.9	3.8	3.5	2.2														
10	65	32	9.0	3.3	2.4	2.0														
10.5	62	29	8.0	3.0	2.1	1.9														
11	59	26	7.1	2.6	1.9	1.8														
11.5	56	24	6.3	2.4	1.8															
12	53	22	5.6	2.1	1.8															

(X10⁻⁴)

표 32 젖은 밀입도 아스콘의 휘도환산계수(CIE) (W_3, Q_0=0.196, S_1=8.63, S_2=6.34)

tanγ \ β	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	309	209	309	309	309
0.25	325	326	325	324	322	318	314	311	307	304	300	291	284	282	280	282	281	283	283	284
0.5	401	402	397	384	370	344	320	300	281	266	251	226	217	217	217	222	224	230	230	232
0.75	624	622	598	535	463	385	321	268	224	200	179	157	151	156	156	162	166	172	174	177
1	994	976	924	752	545	376	260	201	155	133	114	102	101	105	109	115	119	125	127	129
1.25	1475	1438	1272	901	536	316	186	133	96	83	73	68	68	73	76	82	85	91	93	95
1.5	1935	1840	1530	894	442	226	115	82	59	52	47	46	47	51	55	59	62	67	69	71
1.75	2340	2235	1671	791	328	157	75	53	38	35	31	32	34	37	40	44	46	50	52	53
2	2667	2436	1670	659	227	102	46	34	26	24	23	23	25	27	30	33	36	39	40	42
2.5	3048	2563	1379	390	109	48	21	17	14	14	13	14	15	16	18	20	23	25	26	27
3	3079	2382	1036	220	52	23	10	10	9	9	8	9	9	11	12	14	15	17	18	19
3.5	2907	2035	725	116	28	14	7	6	5	6	6	6	6	8	9	10	11	12	13	14
4	2638	1687	492	65	14	8	5	4	4	4	4	4	5	6	6	7	8	9	10	10
4.5	2261	1337	313	36	9	6	4	3	3	3	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8
5	1922	1033	203	22	6	4	3	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7
5.5	1583	792	132	14	4	3	3	2	2	2										
6	1315	629	92	10	3	3	2	2	2											
6.5	1100	504	66	7	3	2	2	2												
7	938	407	48	6	2	2	2	2												
7.5	798	326	36	4	2	2	2													
8	682	266	28	4	2	2	2													
8.5	582	216	21	3	2	2	2													
9	500	176	17	3	2	2														
9.5	428	147	13	2	1	1														
10	370	124	11	2	1	1														
10.5	323	106	10	2	1	1														
11	284	91	8	2	1	1														
11.5	251	81	7	2	1															
12	226	72	6	2	1															

(X10^{-4})

- α는 운전자의 시선방향이 많을 때 0~15°, 이 범위안에서 α의 변화는 거의 휘도에 영향을 주지 않으므로 이것을 1°로 한다.
- δ는 노면이 특별히 휘어져 있는(종방향, 횡방향 선형이 휘어진 상태)때를 제외하고는 무시한다.
- 따라서 노면의 반사특성은 노면의 종류별로 광의 입사방향(β, γ)에 대하는 휘도환산계수 [qp×cos^{3}r]의 분포로 표현된다. 노면상의 각점의 휘도환산계수가 명확하게되면 조명기구의 배치와 배광으로 노면의 휘도 분포를 계산에 의하여 구할 수 있다.
- 휘도환산계수 [qp×cos^{3}r]는 대상으로하는 노면에서의 수평면조도 Ep와 휘도 Lp를 측정하므로서 위식에서 구할 수 있다.

- (표 31)는 C.I.E가 표준노면으로 정하고 있는 밀입도 아스콘 노면의 휘도환산계수를 광의 입사방향 β, γ와의 관계로 나타낸 것이다.
- 강우 등에 의하여 노면에 수막이 형성되었을 때는 그 반사 특성이 수면에 가깝게 되어 거울과 같은 반사성이 증대한다. 예를들면 젖은 밀입 아스콘노면의 휘도환산계수 (표 32)를 건조노면과 비교하면 광의 입사방향 β, γ와의 관계로 달라진 경향을 나타낸다.

(2) 등구의 불임 높이

- 식 ⓑ와 같이 등구의 글레어를 일정한 한도를 갖도록 하기위하여는 광원의 큰 등구일수록 설치높이를 높게 한다. 이것은 노면휘도의 균제도를 좋게 하기위한 것이다. 현재 폴 조명방식에 일반적으로 사용되고 있는 폴 높이의 표준은 (표 33)과 같으며 전주 기타의 구조물에 붙일 때도 이에 준한다.
- 또 차량이 폴에 충돌하는 사고가 없도록 차도 외측에서 가능한 한 떨어져서 세우도록 한다.

표 33 등구의 설치 높이 오버행거 및 경사각도

등구1등당 광원의 광속(lm)	H(m)	Oh(m)	θ(°)
15,000 미만	8 이상	-1 ≦ Oh ≦ 1 단 발광부분이 0.6m 이하의 등구는 -1.5 ≦ Oh ≦ 1.5	5 이하
15,000 이상 30,000 미만	10 이상		
30,000 이상	12 이상		

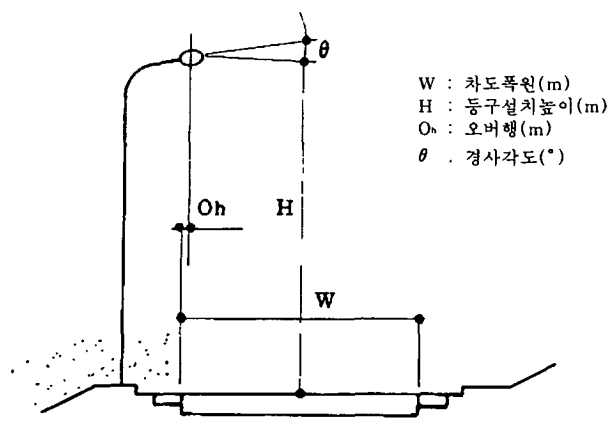


그림 83 등구의 높이

(3) 등구의 배열

등구의 기본적인 배열은 (그림 84)와 같이 3종류가 있다. 넓은 중앙분리대를 갖는 도로는 각각 차로를 독립된 도로로 생각할 수 있어 중앙분리대에 2등식의 폴이 설치되는 모든 중앙배열을 편측배열 2조로 생각할 수 있다. 지그재그배열은 차선축 균제도는 타종류보다 떨어진다. 운전자가 보아 노면상의 종단방향의 휘도분포가 균형을 잃기 쉽고 운전자가 노면상 휘도가 횡방향으로 휘어져 보이기 쉽다는 것을 알 수 있다.

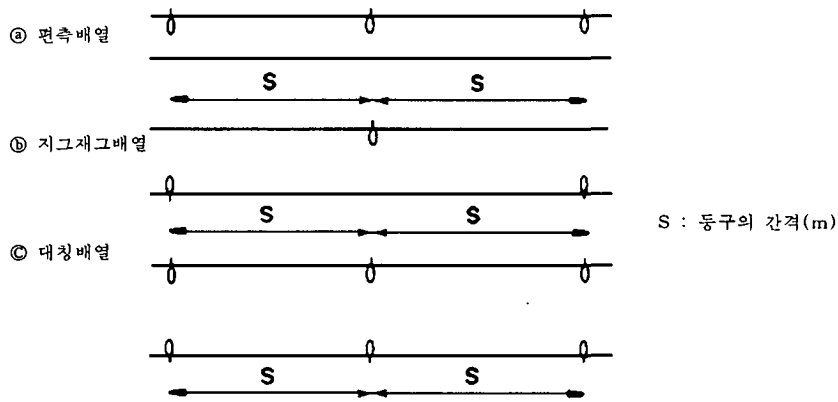


그림 84 등구의 배열

(4) 차로폭원과 등구의 설치 높이 및 간격

- 등구의 설치 높이 및 간격은 차로폭원 배열 및 등구의 배광에 따라 (표 34)와 같이 정한다. 또 곡선부의 바깥쪽에 설치하는 등구의 간격은 (표 34), (표 35)의 것 중 작은 쪽을 취한다.
- 곡선부의 등구배열이 직선부의 배열과 다른 것은 곡선부에서 등구의 휘도분포를 고려한 것이다. 곡선부에서 등구의 배열을 직선부와 달리 곡선의 외연에 편측배열 하도록 한 이유는 곡선부의 내연에 설치된 등구에 의한 조명이 곡선부의 외측부분에 대하여 유효하지 않기때문이다.
- 또 대칭배열 및 중앙배열이 이루어지고 있는 직선부에 이어지는 곡선부에 대하여는 배열을 변경하지 않고 곡선외연등구의 간격을 (표 35)보다 축소하거나 각차도의 외연에 편측배열 하도록 한다.

표 34 등구의 설치 높이 및 간격

등구의 배광 / 설치높이 및 간격 / 배열	커트오프형		세미커트오프형	
	설치높이 H	간격 S	설치높이 H	간격 S
편측	≧ 1.0W ≧ 1.5W	≧ 3.0W ≧ 3.5W	≧ 1.1W ≧ 1.7W	≧ 3.5W ≧ 4.0W
지그재그	≧ 0.7W	≧ 3.5W	≧ 0.8W	≧ 3.5W
대칭	≧ 0.5W ≧ 0.7W	≧ 3.0W ≧ 3.5W	≧ 0.6W ≧ 0.8W	≧ 3.5W ≧ 4.0W

※ W : 차도폭원

표 35 곡선부의 등구간격(m)

곡선반경(m) / 등구의 설치높이	300 이상	250 이상	200 이상	200 미만
12m 미만	35 이하	30 이하	25 이하	20 이하
12m 이상	40 이하	35 이하	30 이하	25이하

(5) 조명설계법

선정된 종류의 광원과 등구를 사용 할 때 (표 30), (표 33), (표 34)의 규정을 고려하여 (표 27)의 기준을 얻을 수 있도록 등구의 간격, 램프의 와트수를 결정하기 위하여는 다음 광속법의 식에 의거 계산한다.

$$\frac{F}{S} = \frac{W \times K \times L}{N \times U \times M} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{ⓕ}$$

F : 등구 1등당 광원 광속(lm) 1개의 등구에 2개 이상의 광원을 붙일 수 있을 때에는 그들 광원의 광속 합계

S : 등구의 간격(m)

W : 차도폭원(m)

K : 평균휘도 환산계수(lx/cd/㎡)

평균휘도 환산계수는 노면의 평균휘도를 평균조도로 환산하는 계수로 아스팔트의 경우 연속(국부) 조명에서 15[lx/cd/㎡], 터널조명에서 18[lx/cd/㎡], 콘크리트의 경우는

연속 국부조명에서 10[lx/cd/㎡], 터널조명에서 13[lx/cd/㎡]

L : 기준휘도(cd/㎡]

N : 등구의 배열에 따른 계수

편측배열, 지그제그배열 N=1

대칭배열 N=2

U : 조명율

광원의 광속 중 차로면에 입사하는 광속의 활용율을 나타내는 것으로 (그림 85)는 하이웨이형 등구의 조명율곡선(경사각도 5°)의 것, 또 (그림 86)은 터널 조명기구의 조명율 곡선의 예이다.

M : 보수율

조명시설은 광원의 광속저하와 등구의 오염 등으로 평균노면조도가 설치 당시의 값보다 감소한다. 이의 감소정도를 설계당시에 고려한 계수가 보수율이다. 이의 감소 정도는 도로구조, 교통상황에 따라 광원의 교환시간과 교환방식, 등구의 청소간격 등에 따라 다르다. (표 36)은 설계에 적용할 보수율의 표준치이다.

표 36 보수율의 표준치

구 분	보 수 율
연속 (국부)조명	0.65 ~ 0.75
터 널 조 명	0.50 ~ 0.70

또 광원의 종류, 등구의 설치 높이 등에 복수의 안이 있을 때에는 각각의 안에 대하여 계산하고 그 결과에 대하여 경제성 등을 비교검토함은 물론 미관 등을 현지의 상황에 적합하도록 선정한다.

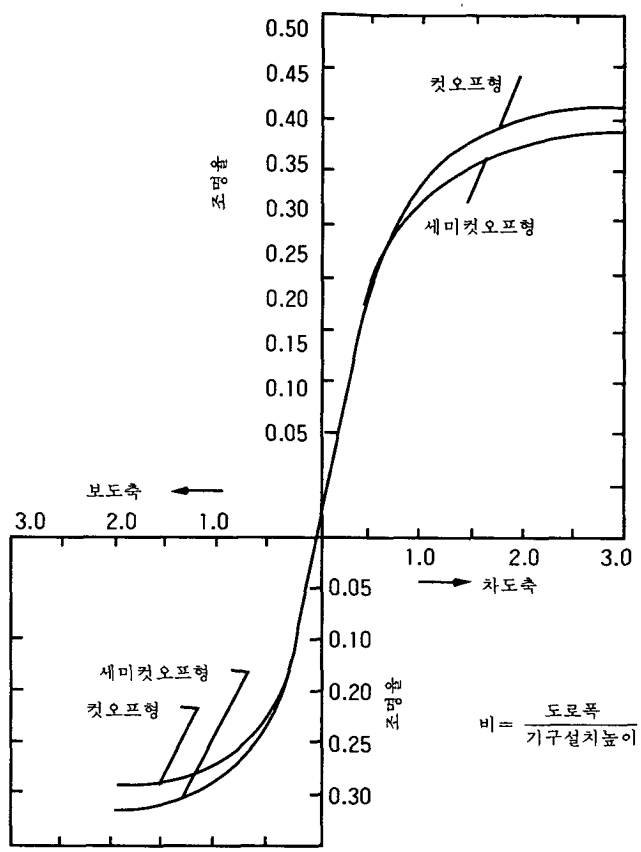


그림 85 하이웨이형 등구의 조명율 곡선(예) (경사각도 5°)

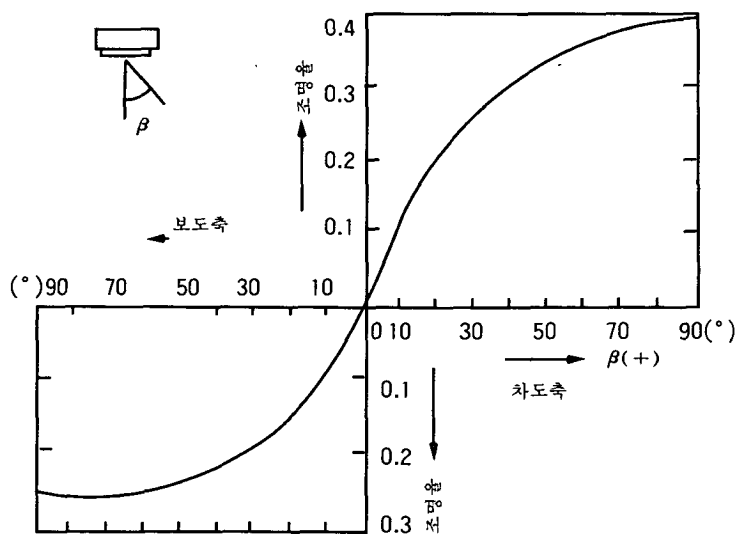


그림 86 구조물 붙임용 터널조명기구의 조명율 곡선(예)

7.5 터널 조명 시설

7.5.1 광원과 등구의 선정

(1) 터널은 일반부와 달라 주간에도 조명을 필요로 하고 측벽 등으로 폐쇄되어 있기 때문에 주행상 특별히 주의를 요하는 등의 특수성을 갖고있다.

(2) 터널조명은 사용할 광원과 등구의 붙임위치 등이 제한되어 있고 배기개스에 의해 광의 투과율이 나빠지고, 주간에는 입구부 및 출구부에서 밝기가 급변하므로 이것을 완화하기 위하여 수준이 높은 조명이 필요하므로 광원선정시는 다음사항에 대하여 유의하여야 한다.

- 주야 계속하여 점등하여야 한다는 것과 유지관리가 곤란한 점 등을 고려하여 효율과 수명이 긴 광원을 선정한다.
- 형광램프를 선정할 때는 주위온도의 영향을 줄일 수 있도록 보온성이 양호한 등구와 조합 한다.
- 배기개스에 의한 광의 투과율이 나빠질 우려가 있는 터널에서는 백색보다 등색의 광원을 선정한다.
- 연색성이 나쁜 광원을 사용할 때는 그 빛으로 조명된 물체의 색이 달라보이기 때문에 유의하여야 한다. 따라서 저압나트륨 램프를 선정할 때에는 차선, 소화전, 도로표지 등의 색이 판별하기 어렵게 된다는 것에 유의한다.

(3) 등구는 터널의 구조 및 보수작업에 적합한 것을 선정할 필요가 있다. 등구의 설치방법에는 겉붙임형과 매입형이 있다. (그림 87) 매입형 등구는 천정면이나 측벽과 동일면에 설치되므로 미관상 좋다. 콘크리트면에 직접 붙일 때(겉붙임형)는 부식을 줄이기 위하여 벽면에서 50mm정도 떨어지도록 한다.

(4) 방수구조에 대하여는 청소작업시 물의 직접분사를 받을 때에는 방분사형으로 하고 그 이외는 방우형으로 한다.

(5) 등구의 배광에 대하여는 노면휘도를 높이기 위하여는 노면에 향하는 광속이 많을수록 좋으나, 터널내의 시각환경을 쾌적하게하여 장해물을 보기 쉽도록 하기 위해 노면만 아니라 벽면도 밝게 할 필요가 있다. 특히 터널이 곡선인 경우는 벽면이 밝은 것이 요구된다.

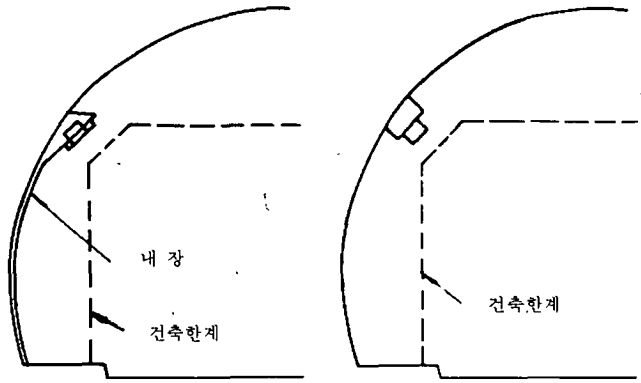
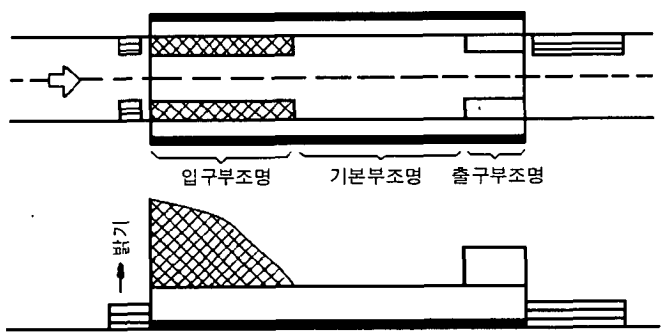


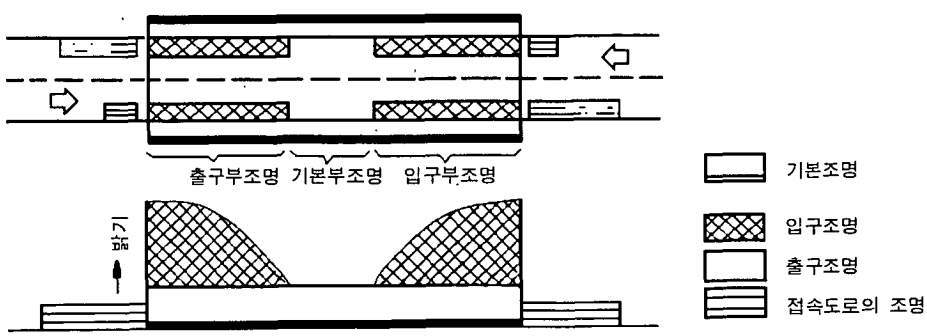
그림 87 터널내 마무리와 형식

7.5.2 터널조명의 구성

터널조명의 구조를 도시하면 (그림 88)과 같다.



(a)일방향 통행



(b) 양방향 통행

그림 88 터널 조명의 구성

(1) 터널을 주행하는 운전자가 전방의 장해물을 시인하는데 필요한 밝기를 주기 위한 기본적인 조명으로 터널 전길이에 걸쳐 등구를 일정간격으로 배치하여 조명하는 것이다.

(2) 입구부 조명

주간에 터널외에 도로를 주행하여온 운전자의 눈은 터널진입 직후 터널내의 밝기에 대하여 적응이 늦어져 터널내부의 상황을 잘 식별할 수 없다. 이러한 장애를 경감하기 위하여 입구부에는 기본부보다 높은 수준의 조명이 필요하다. 입구조명이란 터널 입구부에 대하여 기본 조명에 부가되는 조명으로 입구부 조명이란 기본 조명에 입구조명을 덧붙인 것이다.

(3) 출구부 조명

주간에 출구 개구부를 터널에서 보았을 때 출구 개구부가 밝은 배경이 되어 출구부근의 장해물은 검은 형상으로 시인된다. 따라서 앞의 차량이 개구부의 일부를 차폐하면 앞차를 뒤따르고 있는 차량이 앞의 차량등을 식별하기 곤란할 때가 있다. 이를 방지하기 위하여 터널 출구부를 조명할 필요가 있다. 출구조명은 터널 출구부에서 기본조명으로 부가되는 조명으로 출구부 조명이란 기본 조명에 출구조명을 가한 것이다.

(4) 접속도로의 조명

야간에 입구부에서 터널 입구부근의 폭원의 변화를 명시하기 위하여 또는 출구부에서 터널내에서 출구로 이어지는 도로의 상황을 파악하도록 하기 위한 조명을 접속도로 조명이라 한다.

7.5.3 기본조명

(1) 평균노면휘도

- 터널내의 기본조명은 그 조명에 의거 자동차의 운전자가 터널내를 안전 원활하게 주행하기 위하여 장해물 등을 해당 터널의 설계속도에 따른 시거로 시인될 수 있는 것이 최적의 조건으로서 필요하다.
- 또 휘도 균제도를 균일하게 갖도록 하고 등구에 의한 유도성을 고려하여 터널의 선형이 나타나도록 하여야 한다.
- 배기개스에 의하여 투과율이 낮아지면 잘 보이지 않아 불쾌한 환경이 되기 쉬우므로 터널내의 환기를 양호하게 하는 것이 중요하다. 설계 속도에 따른 정상주행을 확보하기 위하여는 일반적으로 100m당 50%정도의 투과율을 유지하도록 하여야 한다.

통상 터널에 필요한 평균노면휘도는 터널내의 투과율이 약 50%인 때 설계속도별로 (표 37)과 같이 정한다.

표 37 기본 조명의 평균노면휘도

설 계 속 도 (km/h)	평 균 노 면 휘 도 (cd/㎡)
100	9.0
80	4.5
60	2.3
40 이하	1.5

(2) 등구의 배치

노면의 휘도분포의 균일성을 될 수 있는대로 양호하게 갖도록 함과 함께 등구의 글레어에 의한 악영향을 적게하기 위하여 등구의 붙임높이를 4m 이상으로 할 수 없을 때는 지그재그배열을 피하고 대면배열로 한다.

(3) 등구의 간격

등구의 간격은 노면, 벽면의 휘도 균제도에 영향을 주므로 신중히 검토하여야 한다.

등구의 간격은 (표 38)과 같이한다. 또 빛이 스침(플리커)에 따른 불쾌감을 없애기 위하여 (표 39)와 같이 한다. (단, 터널 입구 및 30초 이내에 통과하는 짧은 터널의 등구간격은 예외로 한다.)

표 38 등구의 간격

대 치 배 열	S ≤ 2.5H
지그재그 배열	S ≤ 1.5H
중 앙 배 열	S ≤ 1.5H

H = 등구의 설치 높이

S = 등구의 간격

표 39 빛의 스침(플리커)방지를 위하여 피하여야할 등구의 간격

설계속도(km/h)	등구의 간격(m)
100	1.5 ~ 5.6
80	1.2 ~ 4.4
60	0.9 ~ 3.3
40	0.6 ~ 2.2

7.5.4 입구부 조명

입구부 조명의 목적은 다음 두가지로 대별 된다.

(1) 터널에 접근한 자동차의 운전자가 터널외에 있을 때에 터널입구부근을 상세히 식별할 필요가 있다. 이때 야외휘도가 높으면 터널내는 암흑의 구멍으로 보이고 상세하게 식별되지 않는다. 이와 같은 현상을 블랙홀 현상이라 하며 터널 입구부근에서 일어나는 위험한 문제이다. 경계부, 이행부는 이 블랙홀 현상을 제거하기 위한 것이다.

(2) 터널에 진입한 직후의 운전자는 밝은 야외의 휘도(수천 cd/㎡)에서 터널내의 휘도(수 cd/㎡)에 순응하는데 약간의 시간이 요하게 되며 이것을 완화할 과도적인 조명이 필요하며 이것이 완화부조명이다. 입구조명의 구성은 (그림 89)과 같으며 각 부의 목적은 다음과 같다.

- 경계부 : 운전자가 터널의 입구에서 시거만큼 떨어진 지점에서 터널 입구에 있는 장해물을 식별할 수 있는 배경을 만드는 것이다.
- 이행부 : 운전자가 다시 터널 입구에 가까워져 터널에 진입할 때까지의 사이에 필요한 배경을 만드는 것이다. 시야내에 들어오는 터널 개구부의 어두운 부분이 넓어지고 이것을 주시하고 있을 시간도 어느정도 경과되고 있으므로 운전자의 눈이 어두움에 순응하기 시작하기 때문이다.
- 완화부 : 운전자가 터널내에 진입하면 운전자 눈의 순응휘도는 급격히 저하하기 시작한다. 이의 순응휘도의 저하에 대응하여 필요한 노면휘도에서 기본부의 평균노면휘도까지 접속하면 된다.
- 경계부, 이행부, 완화부의 노면휘도와 길이에 대하여는 설계속도와 터널 연장별로 (표 40)와 같이 한다.

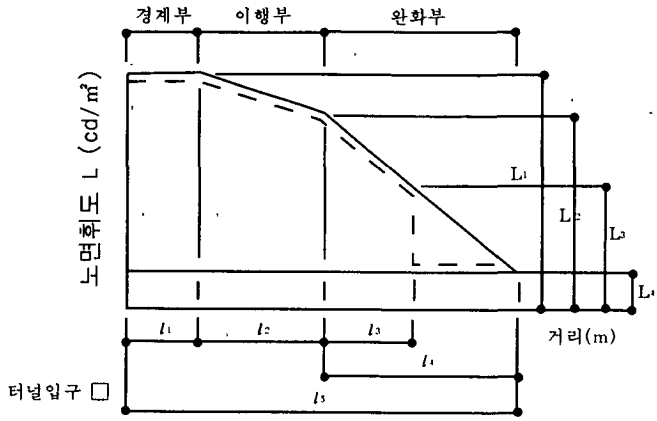


그림 89 입구부 조명의 구성

L_1 : 경계부의 노면휘도(cd/m²)

L_2 : 이행부의 최종점의 노면휘도(cd/m²)

L_3 : 완화부 최종점의 노면휘도(cd/m²)

L_4 : 기본조명의 평균노면휘도(cd/m²)

l_1 : 경계부 길이(m)

l_2 : 이행부의 길이(m)

l_3, l_4 : 완화부의 길이(m)

l_5 : 입구부 조명의 길이(m)

* 1. 그림의 휘도변화는 Semi-로그 그래프에서 직선이다.

2. L_3, l_3는 연장이 짧은 터널에 대하여만 적용되며 이때에 노면휘도는 그림의 점선과 같이 변화한다.

표 40 입구부 조명(야외의 휘도 4,000cd/㎡일 때)

설계속도	터널연장	노면휘도(cd/㎡)				길 이 (m)				
(km/h)	(m)	L_1	L_2	L_3	L_4	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5
100	75이하	116	-	-	-	40	0	0	0	40
	100	111	106	-	-	55	10	0	0	65
	125	105	91	-	-	55	35	0	0	90
	150	103	77	-	-	55	55	0	0	110
	175	99	67	-	-	55	80	0	0	135
	200	95	58	-	-	55	105	0	0	160
	250	95	47	-	-	55	150	0	0	205
	300	95	47	27	-	55	150	45	0	250
	350	95	47	15	9.0	55	150	90	0	295
	400이상	95	47	-	-	55	150	0	135	340
80	75이하	112	-	-	-	40	0	0	0	40
	100	105	94	-	-	40	25	0	0	65
	125	100	76	-	-	40	45	0	0	85
	150	94	62	-	-	40	70	0	0	110
	175	88	51	-	-	40	90	0	0	130
	200	83	46	37	-	40	100	15	0	155
	250	83	46	19	-	40	100	55	0	195
	300	83	46	10	-	40	100	100	0	240
	350	83	46	5.3	-	40	100	145	0	285
	400이상	83	46	-	4.5	40	100	0	155	295
60	75이하	107	99	-	-	25	15	0	0	40
	100	94	71	-	-	25	35	0	0	60
	125	83	53	-	-	25	55	0	0	80
	150	74	46	34	-	25	65	15	0	105
	175	66	40	20	-	25	65	35	0	125
	200	58	35	12	-	25	65	55	0	145
	250	58	35	5.2	-	25	65	95	0	185
	300이상	58	35	-	2.3	25	65	0	135	225
40이하	75이하	94	74	-	-	15	20	0	0	35
	100	73	51	38	-	15	30	10	0	55
	125	58	40	18	-	15	30	25	0	70
	150	46	33	8.6	-	15	30	45	0	90
	175	36	25	4.0	-	15	30	60	0	105
	200	29	20	1.8	-	15	30	80	0	125
	250이상	29	20	-	1.5	15	30	0	85	130

※ 1. 노면휘도는 야외의 휘도가 6,000cd/㎡인 때는 본표의 1.5배, 3,000cd/㎡인 때는 0.75배로 한다.
2. 짧은 터널에서도 진입시에 출구가 보이지 않는 선형인 때는 노면휘도 L1 및 L2에 대하여는 연장 250m 이상의 값을 적용할 수가 있다.
3. 대면교통인 때는 양입구에 대하여 본표를 적용한다. 짧은 터널에서 양입구의 입구부 조명 구간이 중복 될 때는 노면휘도가 높은 쪽의 값을 취하면 된다.
4. 통상의 터널에서는 자연광의 입사를 고려하여 터널입구에서 10m지점에서 부터 인공조명을 시작한다.
5. 설계속도, 연장이 본 표의 값 이외의 경우는 내삽법으로 구한다.

(3) 입구부조명의 소요휘도는 터널 입구부근의 야외휘도에 비례하여 증감한다. (표 40)은 야외의 휘도 4,000cd/㎡인 때의 차이므로 (표 41)를 근거로 터널부근의 지형 등에 따라 야외휘도를 적당하게 설정한다.

(4) 전장 50m 이하의 터널에서는 출구부로부터 자연광이 들어와 노면이 밝아지므로 입구부 조명을 설치할 필요가 없다.

(5) 운전자가 오랫동안 터널내를 주행하고 있으면 터널내의 밝기에 순응하였다가 터널을 나오면 바로 야외의 밝기에 순응되지 않는다. 따라서 비교적 긴 터널(연장이 30초 이상의 주행시간을 요하는 터널)의 바로 뒤에 계속되는 터널의 입구부 조명의 노면휘도는 (표 41)의 값보다 낮게 한다. (표 42)은 이의 저감계수이다.

표 41 야외의 휘도

(1) 하늘 또는 해면 등의 고휘도부분이 전시야의 50%이상 면적을 점할 때 (2) 터널 갱구부근이 열림형이고, 갱구의 방위가 남향인 때 (3) 기타 지형적으로 고휘도가 예상되는 개구부근	6,000
(1) 하늘 또는 해면 등의 고휘도 부분이 전시야의 25%이상의 면적을 점유할 때 (2) 터널 갱구부근이 비교적 열린 지형이고 갱구가 남에서 25° 이상 동남, 동서로 향하고 있을 때 (3) 보통의 지형 및 시가지 터널의 경우	4,000
(1) 하늘 등의 고휘도 부분이 시야내에서 느끼는 정도로 존재할 때 (2) 터널 갱구부근이 크게 열린 지형이 아니고, 양측이 산으로 둘러싸이고 수목이 많을 때 (3) 고층건물에 둘러싸여 협곡에 갱구가 있는 것과 같은 시가지 터널인 때 (4) 지형적으로 직사광이 년간 거의 조사하지 않는 갱구의 터널인 때	3,000

표 42 접속되는 터널 입구부의 저감계수

선행되는 터널을 나와 후속되는 터널에 들어갈 때 까지의 주행시간(초)	후속되는 터널 입구부 조명의 소요휘도의 저감계수(표2-17의 값에 대한 비율)
2 이하	0.50
5 이하	0.70
10 이하	0.75
15 이하	0.80
30 이하	0.85
60 이하	0.90

7.5.5 출구부 조명

주간에 운전자가 터널내를 주행하여 터널의 출구에 가까와지면 출구개구부가 비상하게 밝게 보여 입구와 역으로 흰 구멍으로 보이는 것과 같은 현상이 생긴다. 이런 때 교통량이 많아 차두간격이 짧아지면 대형자동차의 배후를 뒤따르는 자동차가 장해물을 보는 것이 어려워지므로 이를 보완하기 위하여 선행차의 뒷면을 밝게 하기 위한 조명을 터널 출구부에 설치하는 것이 필요하게 된다.

① 출구부 조명은 터널의 설계속도가 80km이상

② 터널 출구부근의 야외휘도가 6000cd/㎡ 이상

③ 또는 터널연장이 400m이상인 때에 설치하는 것으로

④ 그 노면휘도는 터널내에서 본 터널 출구부근 야외휘도 수치의 10%, 즉 야외휘도가 6000cd/㎡ 노면휘도는 600lx로 한다.

⑤ 또 조명구간의 길이는 80m 전후로 한다.

7.5.6 접속도로 조명

야간에 터널내에만 조명이 있고 이에 접속되는 도로에는 조명이 없는 때, 터널 출입부 부근의 폭원구성 변화 등을 알 수 없어 위험하다. 이때문에 터널에 접속되는 도로에는 필요에 따라서 도로조명을 적극 검토하여야 한다.

7.6 국부조명

7.6.1 교차점 조명

(1) 국부조명은 교통류가 국부적으로 복잡하여지는 장소, 도로의 평면선형, 종단선형이 복잡한 장소등에서 교통상황, 도로상황을 명확히 할 것을 목적으로 정비하는 것이다.

(2) 국부 조명중 교차점 조명은 노면의 반사특성과 휘도분포를 고려하여 진로를 변경하려하는 자동차의 전조효과가 미치지 않는곳을 밝혀 교차점으로 접근하여 오는 자동차의 운전자에게 교차점 부근의 타자동차 보행자등을 용이하게 식별될 수 있는 조명이 되도록 하여야 한다.

(3) 특수 교차점에서의 조명은 표준배치와 같이 배치할 수 없으므로 노면휘도 분포를 신중히 검토하여 배치하여야 한다.

7.6.2 횡단보도

횡단보도는 보행자가 차로를 횡단하도록 지정된 장소로 특히 보행자의 안전을 확보하여야 할 중요한 장소이다. 따라서 그 조명은 자동차의 운전자가 횡단보도의 존재를 알리고 횡단중의 보행자가 잘보이도록 하고 또 보도의 연석 또는 노측에 서있는 보행자도 잘 보이도록 하는 것이 중요하다. 이 때문에 횡단보도상 또는 그 부근에 있는 인물의 하반식 0.5m 이상을 50m 전방의 운전자가 시인할 수 있도록 하여야 하며 이를 위하여 횡단보도가 향하는 측 35m 이상을 밝도록 하여야 한다.

7.6.3 교차점에서의 등구배치

(1) T자형 도로, +자형 도로

가. 등구 A는 그림 90 T자형 도로 및 그림 91 +자형 도로 ①에서 우회전하는 자동차의 전방을 조명하고 ②에서 직진하는 자동차에 대하여 ①에서 좌우회전하는 자동차가 있음을 알린다.

나. 등구 B는 도로 ①에서 T자로에 접근하고 있는 자동차에 대하여 도로의 끝부분 및 끝부분 부근의 상황을 알린다.

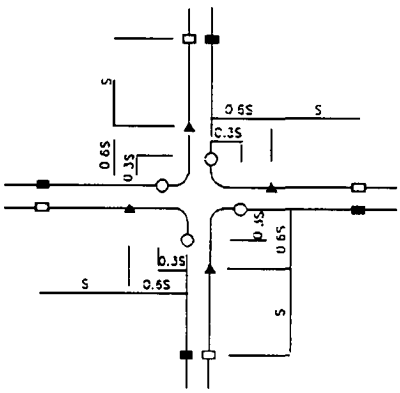
다. 등구 C는 도로③에서 좌회전 또는 ②에서 우회전하는 자동차의 전방을 조명한다.

라. 등구 D는 도로 ①에서 좌우회전하는 자동차에 대하여 도로 ②에서 좌회전 또는 직진하는 자동차의 존재를 알림과 함께 도로 ①에서 좌회전하는 자동차의 전방을 조명한다.

마. 등구 E, F, G는 도로 폭원에 넓게 되어 있을때 등구 A, C, D의 보조역활을 한다.

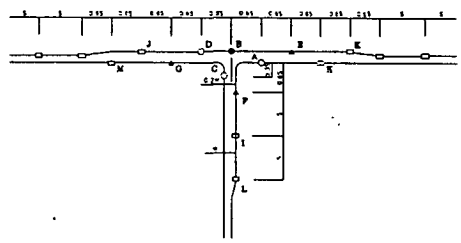
바. 등구 H, I, J, K, L, M은 연속 조명을 나타낸 것이다.

사. I, L은 연속조명이 설치되어 있지 않은 개소에서 폭원 구성을 알리기 위한 조명이다.



(같은 폭원을 갖고있는 도로의 +자로할때)
○ 중요
▲ 보완(차로 폭원이 넓을때)
□ 연속조명
■ 연속조명(차로 폭원이 넓을때)

그림 90 T자형 도로



T 자로
● 더욱 중요
○ 중요
▲ 보완(차로폭원이 넓을때)
□ 연속조명

그림 91 +자형 도로

(2) Y자형 도로

가. 등구 A는 (그림 91) Y자형 도로 ③에서 ①로 우회전하는 자동차의 전방을 조명함과 함께 도로 ①에서 ②로 직진하는 자동에 대하여 도로 ③에서 자동차가 좌회전하고 있음을 알린다.

나. 등구 B는 도로 ②에서 ①로 직진하는 자동에 대하여 도로 ③에서 ②로 좌회전하는 자동차의 존재를 알리고 ③에서 ②으로 좌회전하는 자동차의 전방을 조명한다.

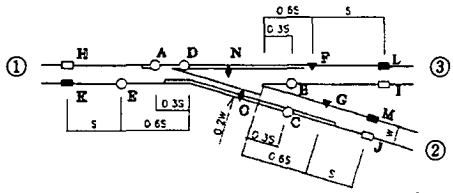
다. 등구 C는 도로 ①에서 ③으로 분기하는 자동차에 대하여 분기점 부근을 조명하고 도로 ③의 존재를 명확하게 한다.

라. 등구 D는 도로 ③으로부터 분기점으로 접근하는 자동차에 대하여 도로 ③의 끝부근의 상황을 알린다. 등구 E, F, C는 도로 폭원이 넓은때, 등구 A, B, C의 효과를 돕는다.

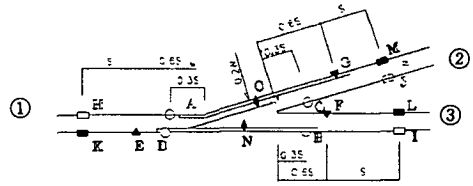
마. 등구 H, I, J는 연속 조명이다.

바. 등구 K, L, M은 도로 폭원이 넓고 대면 배열이 필요하지 않을때의 등구 위치이다. 등구 B, D사이 및 A, C 사이의 거리는 교차각에 따라 변화하며 이들의 등구 간격이 0.65 이상이 될때는 각 등구의 간격이 0.65이하가 되도록 필요한 수만 설치하며 등구 N, O는 그 예이다.

사. 교차각에 따라서 등구 E와 D가 접근되어 그 간격이 0.35이하가 될 때는 2개의 등구를 설치할 지점의 중간에 등구 한등을 설치하여 변용한다.



Y 자로
(좌로 분기시)
○ 중요
▲ 보완
▫ 연속조명(양측배열)
▫▫교차각에 따라 등구 보완하는 구간
♦ 보완된 등구



Y 자로
(우로 분기시)
○ 중요
▲ 보완
■ 연속조명(양측배열)
교차각에 따라 등구 보완하는 구간
♦ 보완된 등구

그림 92 Y자형 도로

7.7 용어정의

1. 광 속(lm) : 단위시간당 어느 면을 통과하는 방사에너지를 시감도에 대응하는 양으로 평가한 것이다.
2. 광 도(cd) : 점광원에서 어떤 방향으로의 광속밀도를 말한다.
3. 조 도 : 단위면적당 입사되는 광속의 양을 말한다.(E=F/A(lm/㎡ 또는 lux)
4. 휘 도 : 발광면에서 어느 방향의 광도를 그 방향으로의 정사영 면적으로 나눈 값을 말한다.(cd/㎡ 또는 (nt))
5. 광 색 : 광원의 색깔을 말한다.

6. 연 색 성 : 광원에 의해 물체의 색이 보여지는 효과를 말한다.
7. 조 명 율 : 광원의 총광속 중 차도면에 입사되는 광속의 비율을 말한다.
8. 기 준 휘 도 : 조명설계의 기초가 되는 것으로 노면이 건조한 상태에서 차도의 평균노면휘도 최저치를 말한다.
9. 휘도균제도 : 휘도 분포가 균일한 정도를 말한다.
10. 글 레 어 : 식별의 저하, 불쾌감, 피로를 일으키는 원인이 되는 빛의 눈부심 현상을 말한다.
11. 외 부 조 건 : 건물의 조명, 광고등, 네온싸인 등 도로교통에 영향을 끼치는 빛이 도로연도에 존재하는 정도를 말한다.
12. 외부조건 A : 도로교통에 영향을 끼치는 빛이 연속하여 있는 도로 연도 상태를 말한다.
13. 외부조건 B : 도로교통에 미치는 빛이 뛰엄뛰엄 있는 도로연도상태를 말한다.
14. 외부조건 C : 도로교통에 미치는 빛이 거의없는 도로연도 상태를 말한다.
15. 조 광 : 광원을 감광 또는 감등하는 것에 의하여 밝기를 감소하는 것을 말한다.
16. 등 구 : 광원과 조명기구를 조합한 것을 말한다.
17. 커트오프(Cut-off)형 : 주행차량 운전자에 대하여 눈부심을 주시 않도록 광각도를 엄격히 제한한 배광을 말한다.
18. 세미커트오프(Semi-Cut-off)형 : 커트오프형보다 광각도의 제한을 다소 늦춘 배광을 말한다.
19. 논 커트오프(Non-Cut-off)형 : 눈부심에 대한 고려를 적게한 배광을 말한다.
20. 오버 행(Over-hang) : 조명기구의 광중심과 가까운 차도 끝간의 수평거리

8. 중앙분리대

8.1 개 요

중앙분리대는

(1) 왕복교통을 분리하므로서 차량이 대향차선으로 이탈하여 일어날 수 있는 치명적인 사고를 방지함과 아울러 도로중심선 측방의 교통저항을 감소시켜 교통용량을 증대한다.

(2) 비분리 다차로 도로에서 대향차로의 오인을 방지한다.

(3) U턴 등을 제어하고 교통의 흐름을 원활히 함과 아울러 안전성을 증대한다.

(4) 도로표지, 기타 교통관리시설의 설치공간으로 활용한다.

8.2 중앙분리대의 구성

중앙분리대는 분리대와 측대로 구성된다. 분리대는 연석 등의 공작물로 도로 중앙선을 따라 설치하여 왕복교통의 분리를 구조적으로 표현하는 것이며 측대는 운전자의 시선을 유도하며 주행상 필요한 측방여부를 확보하여 차로의 효용을 증대한다.

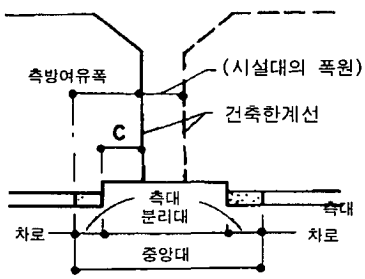


그림 93 중앙분리대의 구성

8.3 중앙분리대의 폭원

중앙분리대의 폭은 그 목적으로 보아 넓은 것이 좋으며 중앙분리대의 폭이 10m 이상이 되면 중앙분리대에 진입한 차의 대부분이 분리대 안에서 기능이 회복되어 원래의 차로에 돌아갈 수 있다는 조사결과도 있다. 그러나 우리나라는 국토의 여건상 넓은 폭의 중앙분리대의 확보가 극히 어렵다. 따라서 중앙분리대의 폭원은 차로로부터의 측방여유폭과 대향차로로의 진입방지용 방호울타리, 식수대, 방현망, 교차로에서 교각등의 시설을 위한 시설대의 폭원 등을 고려하여 정하게 되며 도로구조령에서는 (표 43)의 값 이상으로 규정하고 있다.

표 43 중앙분리대의 폭

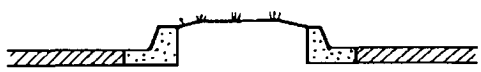
도로의 구분	중앙분리대의 최소폭 (m)	
	지방지역	도시지역
고속도로	3.0	2.0
일반도로	1.5	1.0

8.4 중앙분리대의 형식과 구조

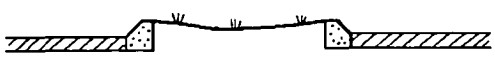
중앙분리대는 연석의 형상, 분리대 표면의 형상, 분리대 표면의 처리방식을 고려하여 설계한다.

표 44 중앙분리대의 선택

구 분	중앙분리대의 구조	
	넓은 폭	좁은 폭
연석의 형상	경사형	수직형
분리대표면의 형상	오목형	볼록형
분리대표면의 처리방식	떼붙임	포장



연석붙임 볼록형 분리대



연석 붙인 오목형 분리대



넓은 폭 분리대

그림 94 중앙분리대의 형식

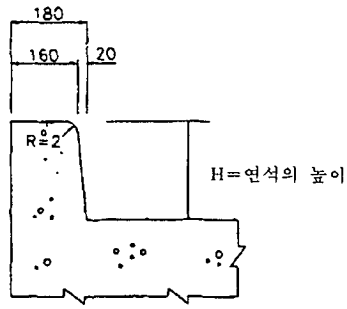
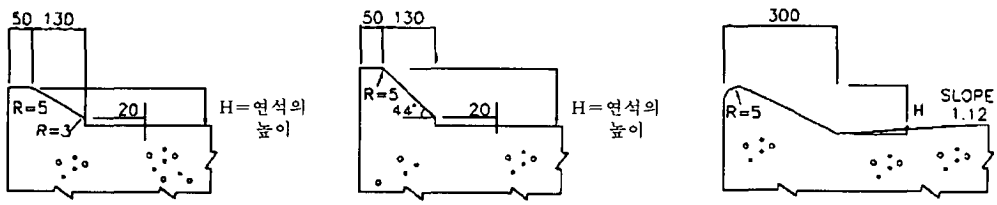
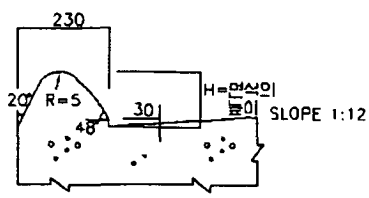


그림 95 수직형 연석





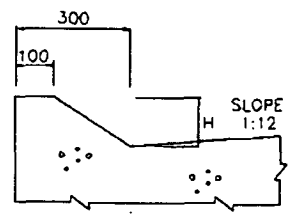


그림 96 경사형 연석

8.5 분리대 방호시설

중앙분리대에 설치하는 방호시설은 중앙분리대용 가아드레일 Am, Bm 가드 케이블 Am, Bm 박스보 Am, Bm이 있으며 방호울타리 시설기준에 따라 설치한다.

8.6 간이 차로 분리시설

간이 차로 분리시설은 도로의 선형 및 교통상황 등의 주변 여건상 주행차량이 중앙선을 침범하여 대향차량등과 충돌하였을 때 대형사고가 발생할 우려가 있는 도로구간과 도로 관련 공사등으로 차로를 분리시켜야 할 필요가 있는 도로구간에 설치한다.

(1) 거치식 차로 분리시설

거치식 차로 분리시설은 원칙적으로 프리캐스트 콘크리트로 제작 설치하며 길이는 이동이 용이하도록 2~3m로 하고 무게는 600-900kg/m로 한다.

(2) 이동식 차로 분리시설

이동식 차로 분리시설은 수지계로 제작하여 이동이 용이하도록 하고 차량이 충돌하였을 때는 용이하게 변형되도록 하며 주로 운전자의 시선을 유도하고 정신적으로 위압감을 주어 운전자가 주의하여 운전하도록 하는 것을 목적으로 한다.

(3) 고정식 분리시설

도로 중앙에 1m 정도의 폭을 확보할 수 있는 도로 구간에서 도로 여건상 반드시 차로를 분리하여야 할 구간에서는 폭이 좁은 구간의 중앙분리대용 가드레일 및 박스형보 Am, Bm을 설치할 수 있다. (방호울타리 참조)

8.7 노외 이탈 방호시설

노외 이탈 방호시설은 보도등이 설치되어 있지 않은 교량, 노측이 절벽 호수, 바다등으로 되어있어 차량이 노외로 이탈하여 추락 하였을때 치명적인 대형사고가 우려되는 도로구간에 설치한다.

(1) 노측용 방호시설

노측용 방호시설은 노측용 가드레일 A, B, C, S가드케이블 A, B, C, S 오토 가드 A, B, C 중에서 선택 설치한다.(방호울타리 참조)

(2) 노측 방호 간이 시설

노측 방호 간이 시설은 (1)의 노측용 방호시설을 설치할 수 없거나 긴급히 설치하여야 할 사유가 발생하였을 때 설치한다.

8.8 기타 방호시설

(1) 트래픽 콘 : 차로를 변경하고자 할 때 차량유도용으로 사용한다.

(2) 반사형 가드 포스트 : 중앙분리대가 설치되어 있지 않은 도로에서 급커부 구간등의 사유로 차로 분리가 반드시 필요하다고 인정되는 구간에 설치한다.

(3) 버티칼 패널(VERTICAL PANELS) : 차로 폭이 급격히 좁아지는 도로 구간에 설치한다.

(4) 교통차단시설 : 잠정적으로 교통을 차단하고자 하는 도로개소에 설치한다.

9. 시선유도표지

9.1 개 요

시선유도표지는 차로 측방에 설치하여 도로선형 등을 명시하고 특히 야간에 운전자의 시선을 유도하기 위하여 설치하는 시설을 말한다.

운전자가 쾌적하고 안전하게 차를 주행시키기 위하여는 항시 도로상황을 파악할 필요가 있다. 특히 야간주행시 전조등에 의하여 도로선형을 파악할 수 있는 범위는 한정되기 때문에 시선유도방법으로서는 비용 효과 등을 고려할 때 반사식 시선유도표지가 적절하다.

9.2 시선유도표지의 구조

반사식 시선유도표지는 반사기(반사체 및 반사체 붙임틀)와 지주로 이루어진다.

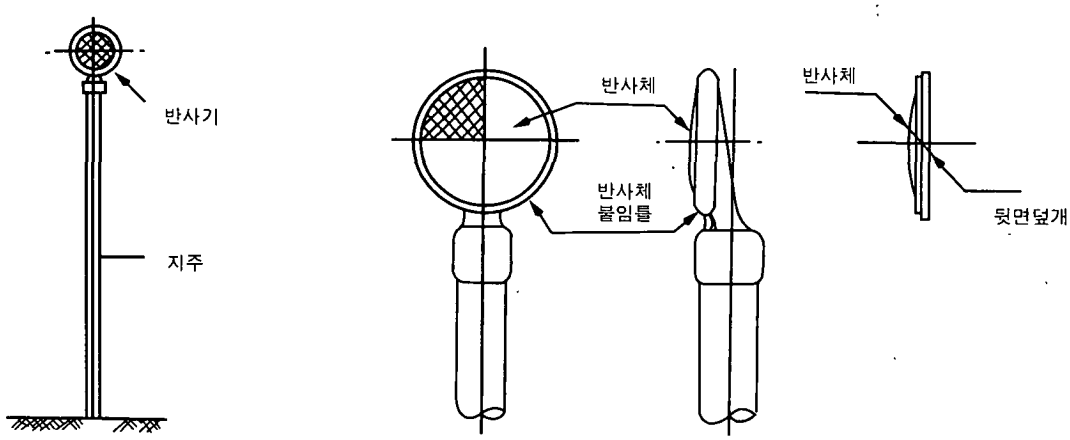


그림 97 구성요소

9.2.1 반사체

반사체는 반사식 시선유도표지의 본체로 자동차의 전조등에 의하여 광선을 되돌아오게 하는 반사부분을 말한다. 반사체는 백색과 등색이 있으며 그 적용에 대하여는 다음과 같다.

(1) 일반적으로 백색을 사용하며 등색은 특별한 구간을 나타낼 필요가 있을 때 사용한다.

(2) 적색을 사용하지 않는 이유는 적색이 정지를 의미하고 있기 때문이며 도로표지에서 적색을 사용할 때는 이런 의미로 사용한다.

(3) 반사성능에서도 적색은 백색에 비하여 1/6로 극히 효율이 좋지 않다.

(4) 등색도 백색에 비하여 반사성능이 좋지 않으며 등색은 주의의 의미를 갖고 있기 때문에 사용하지 않으며 다만 주의를 강조하고자 하는 개소에 사용한다.

(5) 여기서 말하는 백색이란 입사광을 그대로 반사한다는 뜻이며 반사체는 무색투명하다.

(6) 반사체의 색도는 다음 범위에 있는 것으로 한다.

백 색 $\begin{cases} 0.31+0.25x \geqq y \geqq 0.28+0.25x \\ 0.50 \geqq x \geqq 0.41 \end{cases}$

등 색 $\begin{cases} 0.44 \geqq y \geqq 0.39 \\ x \leqq 0.01 \end{cases}$

(7) 본 색도규정은 표준광으로 반사체 재료를 비추었을 때 그 반사광의 색도치가 전기범위내에 있어야 한다는 것이며 따라서 반사재료는 색으로서 순도가 높은 투명한 것이어야 한다.

(8) 반사체에 쓰이는 재료는 잘 파손되지 않고 반사면의 형성이 용이한 메타크릴수지, 포리카보 네이트수지가 사용된다.

(9) 반사체의 형상은 원형으로하고 직경은 100mm를 표준으로 한다.

9.2.2 반사체 붙임틀

(1) 반사체 붙임틀은 반사식 시선유도표의 반사체를 지주에 붙이는 매개체로 반사체의 이면, 주위로 부터 보호하기 위한 것으로 반사체를 확실하게 고정시킬 수 있는 구조이어야 한다.

(2) 다만 반사체가 직접 지주에 붙혀진 구조이거나, 접착제 등으로 직접 지주에 확실하게 고정시킬 수 있는 경우는 반사체 붙임틀은 필요없다.

(3) 사용재료는 일반적으로 알미늄합금재 또는 포리에틸렌수지, FRP포리카보네이트수지를 사용한다.

9.2.3 반사기

(1) 반사체와 반사체 붙임틀을 합하여 반사기라 한다. 반사기는 자동차의 전조등, 운전자의 눈의 위치를 기하학적인 관계로 나타내면 (그림 98)과 같다.

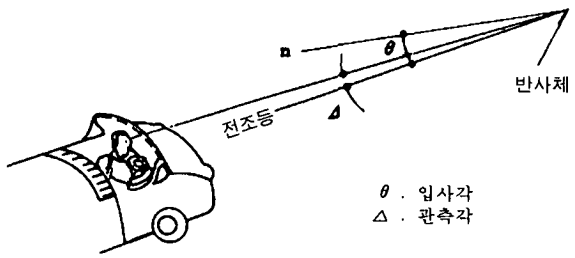


그림 98 반사체와 운전자등과의 관계

(2) 운전자의 시선과 전조등에서 나오는 입사광선으로 이루어지는 각을 관측각이라 한다. 전조등에서 나오는 입사광선과 반사기의 표면에 세운 수선으로 이루어지는 각도를 입사각이라 한다.

(3) 운전자가 노측에 세워진 반사기를 향하여 주행함에 따라 반사기는 차례로 접근하여 후방으로 지나간다. 이사이 반사체에 대하는 입사각은 선형의 관계에 따라서 광범위하게 변화할 가능성이 있으나 관측각은 비교적 적은 범위에 한정되어 있다. 직선도로상에서 차가 반사기에 대하는 위치와 관측각, 입사각과의 관계 개략치는 (표 45)와 같다.

표 45 도로교통 안전부속시설(日本)차와 반사기의 거리와 관측각, 입사각과의 관계

차와 반사기와의 거리(m)	관 측 각 (도)	입 사 각 (도)
500	0.1	0.3
300	0.2	0.5
120	0.5	1.1
40	1.5	3.3

(4) 이와같이 기하학적 조건의 변화에 대하여 반사체는 상시 균등한 휘도로 반사되어야 하며 접근하였을 때 급격히 휘도가 높아지지 않아야 한다. 따라서 광범위한 입사각의 변화와 적은 관측각에서 상시 충분한 반사광량을 유지하는 것이 반사기에 필요한 광학적 성질이다. 이때문에 반사기의 최저반사성능을 (표 46)과 같이 기준을 정한다.

표 46 반사체의 반사성능

색 상 / 입사각 / 관 측 각	백 색			등 색		
	0°	10° 이하	20° 좌우	0°	10° 이하	20° 좌우
0.2°	35	28	21	22	18	13
0.5°	17	14	10	11	9.0	6.0
1.5°	0.55	0.44	0.33	0.34	0.28	0.20

(5) 시선유도표지는 야외에 노출된 상태로 방치되므로 장기간의 기상변화 등 불리한 조건에 견디어야 한다. 이 때문에 사용할 재료는 충분한 강도를 갖고 내구성이 양호하고 유지관리가 용이하여야 한다.

9.2.4 지 주

(1) 반사식 시선유도표지의 지주는 다음에 규정하는 공간위치에 세우고 움직이지 않도록 고정되어야 하므로 외부압력에 견디는 튼튼한 구조를 갖춰야 한다. 방호울타리난간, 옹벽등이 있을 때는 이것을 이용하여 붙일 수가 있다. 이때에는 지주대신에 붙임틀이 있어야 한다.

표 47 지주의 제원

구 분	강			알미늄합금			합 성 수 지		
	외 경	두 께	길 이	외 경	두 께	길 이	외 경	두 께	길 이
일 반 국 도	34이상	2.3이상	1,150 (1,450)	45이상	3이상	1,150 (1,450)	60이상 (89)이상	4.5이상	1,150 (1,450)
고 속 국 도	34이상	2.3이상	1,150 (1,450) (1,750)	34이상	2이상	1,150 (1,450) (1,750)	60이상	4.5이상	1,150 (1,450) (1,750)

※ ( )는 폴리에틸렌 수지를 사용할때
길이의 ( )는 흙속에 매설할때

(2) 지주의 형상은 원통형을 표준으로 하고 색깔은 통일성을 도모하는 뜻에서 백색 또는 이와 유사한 색으로 한다. 소재가 알미늄합금, 합성수지 등으로 바탕색이 백색일 때는 다시 백색으로 도장할 필요는 없다. 강관을 사용할 때는 충분한 방청처리를 한 다음 백색으로 도장하여야 한다.

표 48 시선유도표지의 재료

구 분	적 응	재 료
	급 속	합 성 수 지
반 사 체	—	메타크릴수지 포리카보네이트수지
붙 임 틀	알미늄합금	포리메틸렌수지 FRP. 포리카보네이트수지
지 주	알미늄합금 강	포리에틸렌수지 포리카보네이트수지
붙. 임 장 구	알미늄합금 강	

9.3 시선유도표지의 설치 계획

9.3.1 설치구간

(1) 도로의 설계속도가 비교적 높고 야간주행의 안전성 및 원활성의 향상에 효과가 있다고 인정되는 구간

(2) 차로수 및 폭원구성이 변화하는 구간으로 특히 필요하다고 인정되는 구간

(3) 도로의 선형이 급격히 변화하는 구간으로 특히 필요하다고 인정되는 구간

9.3.2 설치구간과 반사체의 색

(1) 시선유도표지는 우측 노측에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만 곡선반경이 작은 곡선부나 차로수가 변화하는 구간 등에서는 필요에 따라서 좌측 노측에 설치하는 것으로 한다.

(2) 또 필요에 따라서 분리대나 교통섬 등에도 설치하는 것으로 한다.

(3) 우측노측에 설치할 반사체의 색은 백색으로 하고, 좌측노측 또는 분리대 등에 설치할 때는 주위 및 좌측노측임을 알리기 위하여 등색으로 한다.

9.3.3 설치간격

(1) 운전자에게 연속적인 시선유도를 하고자하는 경우는 상시 2개의 반사체가 시인될 수 있도록 하고 전방의 도로선형을 명확하게 시인할 수 있도록 하여야 한다. 이를 위하여 평면곡선반경이 적어짐에 따라 설치간격도 짧게 하여야 한다.

(2) 설치간격은 도로의 곡선반경에 따라 (표 49)의 값을 표준으로 한다. 또 2개의 반사체를 시인할 수 있도록 하기위하여 최대간격을 40m로 한다.

표 49 표준설치간격

도로곡선반경 R(m)	시선유도표설치간격 S(m) (곡선장)
~ 50	5
51 ~ 80	7.5
81 ~ 125	10.0
126 ~ 180	12.5
181 ~ 245	15.0
246 ~ 320	17.5
321 ~ 405	20.0
406 ~ 500	22.5
501 ~ 650	25.0
651 ~ 900	30.0
901 ~1,200	40.0

(3) 곡선의 변이지점에서의 시선유도표지의 설치는 부드럽게 스쳐가도록 한다.

(4) 차로폭원이나 폭원구성이 변화하는 구간에 설치할 때에는 그 변화를 명확하게 나타낼 수 있는 설치간격으로 하여야 한다.

(5) 평면선형이 곡선에서 완화곡선을 거치지 않고 직선으로 변이할 때는 변이지점에 3기의 반사식 시선유도표를 설치한다.

제 1 기 2S (2S ≦ 40m)

제 2 기 3S (2S ≦ 40m)

제 3 기 6S (2S ≦ 40m)

여기서 S는 (표 49)의 표준설치간격이다.

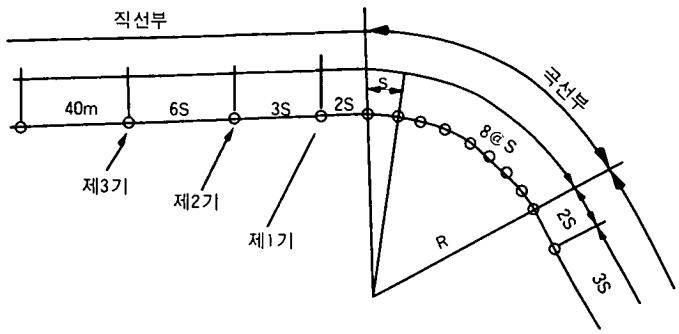


그림 99 곡선부에서의 반사식 시선유도표지의 설치간격

(6) 좌측노측에 설치할 때의 설치간격은 우측노측의 경우와 같으며 당해구간의 우측노측에 설치하는 시선유도표지의 이면을 사용한다.

(7) 방호울타리에 첨가설치할 때의 설치간격은 시선유도기능을 잃지 않는 범위내에서 지주간격 등을 고려하여 설치간격을 정할 수 있다.

9.3.4 설치위치 및 설치높이

연속적으로 원활한 시선유도를 하기 위하여는 설치위치를 통일시켜야 한다. 설치위치는 건축한계의 외측 바로 옆에 설치하는 것으로 한다. 설치 높이는 노면에서 반사체의 중심까지 90cm를 표준으로 한다.

9.3.5 설치각도

반사체는 자동차의 진행방향에 직각으로 설치하나 곡선반경이 적은 구간 등에서 진행방향에 직각으로 반사광이 약할 경우에는 주행조사 등을 한 다음 설치각도를 맞추어 반사광이 강하게 되도록 방향을 바꾼다.

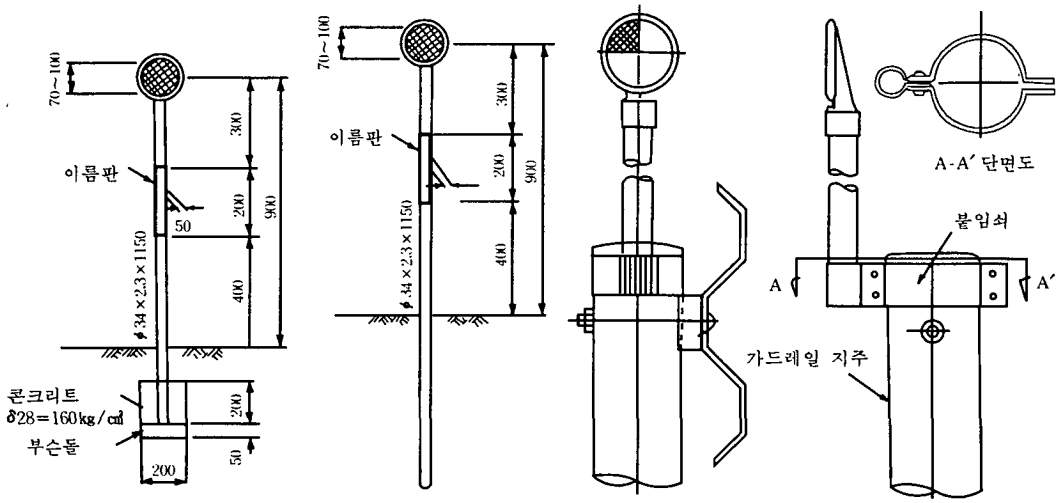
9.3.6 고속도로에서의 설치계획

고속도로의 설치계획에 대하여는 일반국도와 다른 사항에 대하여 기술한다.

고속도로에서는 반사식 시선유도표의 최대간격이 50m, 설치높이는 90cm로 한다. 반사체의 색은 본선 우측에는 백색, 본선 분리대 및 좌측노측, 인터체인지등의 진입도로, 변속차로에는 등색 반사식 유도표를 설치한다.

9.3.7 설 치(예)

. 시선유도표의 설치는 일반적인 경우 그림 100과 같으며 콘크리트 기초, 토중, 방호울타리 붙임등 어느경우도 반사체의 높이는 노면에서 90cm로 한다.



(a) 콘크리트 기초　　(b) 토중설치　　(c) 방호책붙임

그림 100 반사식 시선유도표지 설치

10. 갈매기 표지

10.1 개 요

갈매기 표지는 시선유도표지와 유사하나, 상대적으로 급곡선부등 시거가 불량한 장소에서 도로의 선형 및 굴곡을 운전자에게 알려주는 것이다. 갈매기 표지는 시선유도의 기능과 동시에 도로가 굽어졌다는 정보를 기호화시켜 운전자에게 전달하는 기능을 가지고 있으므로 주·야간 모두에 유효하게 사용된다. 또한 도로의 평면선형과 종단선형이 동시에 조합하여 변화하는 구간에서는 시선유도표지가 제기능을 발휘하지 못하는 반면 갈매기표지는 효과적인 시선유도 기능을 수행할 수 있다. 따라서 갈매기표지는 도로 및 지형조건에 따라 시선유도표지보다 더욱 효과적인 시선유도를 가져다 준다고 할 수 있다.

10.2 설치 장소

갈매기표지는 도로의 선형이 급격하게 변화하는 구간(일반적으로 곡선부나 곡선부에 접속하는 구간), 공사구간 또는 사고많은 지점 등과 같이 운전자에게 도로의 상황에 관한 사전정보 제공이 특별히 강조되는 구간에 설치한다.

시선유도표지와 갈매기표지의 설치장소에 대한 또다른 필요성은 급곡선부도(특히 S자곡선)의 경우 운전자가 도로의 좌우측에 설치된 시선유도표지에 의해 도로의 선형을 인지하는데 혼란을 수반할 수가 있다. 이러한 이유로 급곡선부의 경우 갈매기표지를 도로의 바깥쪽에 시선유도표지를 안쪽에 설치함으로서 운전자의 혼란을 줄이는 데 기여할 수 있다.

갈매기표지의 적용 곡선반경은 표 50과 같다.

표 50 곡선부의 최소곡선반경과 갈매기표지 적용 구간의 곡선반경

설계속도 (km/시)	최소곡선반경 (m)	갈매기표지의 적용곡선 반경(m)
120	710	770
110	600	650
100	460	550
90	380	420
80	280	340
70	200	250
60	140	180
50	90	120
40	60	50
30	30	45

10.3 구 조

10.3.1 형 상

갈매기표지는 갈매기 기호채 및 표지판 지주로 구성되며 갈매기표지의 형상은 아래와 같다.

(1) 판의 규격은 가로 60cm 세로 30cm를 표준적인 규격으로 한다.

(2) 갈매기 기호채의 꺾음표시는 2개인 것을 원칙으로 하고 규격에 따라 조정할 수 있다.

(3) 중앙분리대 교량난간등 도로 구조물에 의해 표준 규격의 설치가 용이하지 못한 장소나 인터체인지 연결로, 사고 많은 지점 등에서는 규격을 조정 사용할 수 있다.

(4) 공사구간에서 사용하는 갈매기표지는 도로의 상황 및 교통의 상황 등을 감안하여 전체적인 안전시설 설치 계획에 따라 규격을 조절할 수 있다.

(5) 2차로 도로에서는 양면형으로 하고 중앙분리대로 분리된 4차로 이상 도로에서는 단면형으로 설치한다.

지주는 표지판을 필요한 위치에 확실히 고정할 수 있어야 한다.

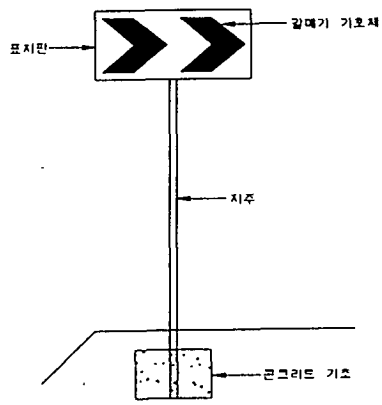


그림 101 갈매기표지의 구성요소

○ 갈매기 기호체

운전자에게 전방의 도로구간이 곡선부로서 도로가 구부러져 진행됨을 알리는 갈매기형상의 꺽음 기호를 표시한 것이다.

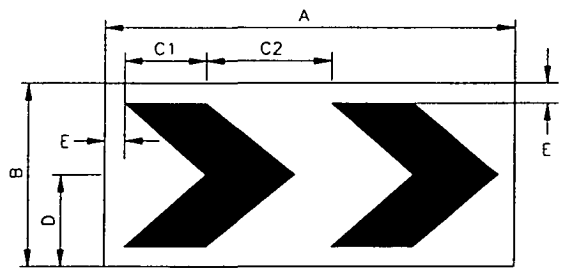
○ 표지판

꺽음 표시의 시인성과 판독성을 높이기 위해 갈매기 기호체를 부착하여 지주에 고정시키는 판이다. 표지판은 갈매기 기호체를 확실히 부착할 수 있어야 하며 또한 지주에 견고하게 조립될 수 있어야 한다.

○ 지 주

표지판을 필요한 위치에 고정하기 위한 것을 말한다. 그러므로 경미한 외부 압력으로 인하여 갈매기표지가 이동되어서는 안된다.

(2) 판의 규격은 가로 60cm, 세로 30cm를 표준적인 규격으로 한다.



갈매기표지	크 기 (cm)					
	A	B	C1	C2	D	E
표 준	60	30	12	16	15	2
특 수	70	35	14	19	17.5	2
특 수	90	45	18	25	22.5	2

그림 102 갈매기표지의 크기

10.3.2 재 질

반사채, 판, 지주, 앵글, 밴드, 볼트, 너트, 와셔 등 갈매기표지에 사용되는 재료는 충분한 강도가 있고 내구성이 우수한 규격품을 사용하여야 한다.

10.3.3 색 상

(1) 갈매기표지의 바탕은 하얀색, 꺽음표시는 빨간색으로 한다.

(2) 반사채의 색도는 색도측정방법에 따라 측정시 아래 색도좌표의 범위 내에 들어와야 한다.

구 분	색도좌표의 범위								휘 도 율 (Y %)	
	1		2		3		4			
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	하한	상한
하얀색	0.303	0.2870.2	0.368	0.353	0.340	0.380	0.274	0.316	27	-
빨간색	0.613	97	0.708	0.292	0.636	0.364	0.558	0.352	2.5	11

10.3.4 반사 성능

반사체의 반사성능은 재귀반사체의 반사성능 시험방법을 따라 측정하여 그 결과가 아래의 값 이상이어야 한다.

(단위 : cd/(lx · ㎡)

측광 기하조건		반 사 성 능	
관측각	입사각 (β)	하얀색	빨간색
0.2°	-4°	70	120
	+30°	30	72
0.5°	-4°	30	28
	+30°	15	13

10.3.5 설 치

(1) 설치위치

설치위치는 차로 건측한계의 바깥쪽 가장 가까운 곳에 설치한다. 일반적으로 길어깨 가장자리로부터 0~200cm 되는 곳에 지형에 맞게 설치한다.

(2) 설치높이

설치높이는 노면으로부터 표지판 하단까지의 높이를 120cm로 하여 설치하는 것을 표준으로 한다.

(3) 설치간격

갈매기표지는 곡선구간에서 연속으로 설치하여 원활한 시선유도효과가 있도록 하며 도로의 곡선반경에 따른 설치간격은 아래표와 같이 한다.

(단위 : m)

곡 선 반 경	설 치 간 격	곡 선 반 경	설 치 간 격
50 이하	8	246~320	25
51~80	12	321~405	30
81~125	15	406~500	35
126~180	20	501~650	38
181~245	22	651~900	45

(4) 설치각도

갈매기표지의 설치각도는 자동차의 진행방향에 대하여 직각으로 설치하되 표지의 시인성과 자동차의 진행방향을 고려한 주행조사 등에 의하여 설치각도를 변경 설치할 수 있다.

10.3.6 시 공

(1) 갈매기표지는 시공상에 있어서 완전한 설치가 되도록 하여야 하고 교통의 안전 및 다른 구조물에 대한 영향에 유의하여야 한다.

(2) 갈매기표지의 품질확보를 위하여 시공자는 설치제품에 대한 유효기간 내의 시험성적서를 발주처에 제출하여 승인을 받아야 한다. 발주처는 필요에 따라 별도의 시험용 표본에 대한 검사를 할 수 있다.

11. 방호시설

11.1 낙석 붕괴 방호 시설

11.1.1 일반사항

(1) 낙석이란 암반의 절리가 확대되거나, 표층 퇴적물 고결도가 불량한 사력층의 암괴, 돌 등이 표면에 떠 있다가 비탈면을 따라 낙하하는 것이다.

(2) 비탈면의 붕괴는 많은량의 토사 및 암석이 비탈면에서 붕락하는 현상을 말한다. 따라서, 숫적으로 표현할 수 있는 붕괴는 낙석이라고 하고 체적으로 표현되는 대량의 것은 암석 붕괴라 한다.

(3) 낙석등의 대책은 도로 이용자 및 도로시설을 낙석등의 재난으로부터 보호하는 것을 목적으로 시설등을 설치하는 경우와 통행을 규제하는 경우로 분류되며 시설의 설치에 의한 대책에는 낙석 발생이 예상되는 비탈면에 있는 뜬 돌과 전석을 제거하거나 고정시키는 예방공과 비탈면에서 떨어지거나 낙하하는 낙석을 도로를 따라 설치한 시설로 방호하는 것이다.

(4) 통행규제에 의한 대책은 도로법 제53조에 의거하여 통행금지 및 통행주의 등의 규제에 의거 재해를 예방하는 것이다.

11.1.2 낙석붕괴 방지시설

낙석붕괴 방호시설은 비탈면 보호공의 일종을 말하며, 비탈면 보호공은 비탈면 침식과 풍화를 방지하기 위하여 식생이나 구조물로 비탈면을 피복하거나 배수공과 토류 구조물로 비탈면의 안정을 기하기 위하여 시설하는 것이며, 이중 낙석 붕괴와 보호 시설은 구조물에 의하여 비탈면을 보호하는 것이다.

11.1.3 낙석 방호공

낙석방호공은 낙석등의 발생원과 보호대상의 중간에 위치하여 낙석등을 보호하는 것으로 설치에 따라 다음과 같이 분류한다.

(1) 비탈면 내에 설치하는 방호시설 - 낙석방지망, 낙석방지벽

(2) 비탈면 끝에 설치하는 방호시설 - 낙석방지책

11.2 낙석방지망공

(1) 낙석방지망공은 암 깎기 비탈면에서 낙석의 우려가 있는 연암 또는 돌이 섞인 토사 구간에서 우수로 인한 세굴등으로 돌, 암편의 낙하가 예상되는 개소에 설치한다.

(2) 낙석 방지망에는 강재와 합성섬유재의 것이 있으며 강재는 강도상 좋은 성능을 갖고 있어 널리 사용된다.

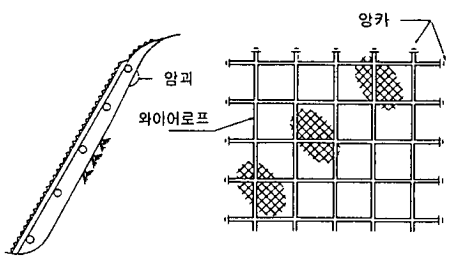
강재 낙석방지망에는 녹쓸음을 고려하여 비닐로 피복한 것과 아연도금한 것이 있다. 또, 낙석방지망은 용도에 따라 다음 2 종류로 대별된다.

(가) 비 포켓식 낙석방지망 : 비탈면과 결합력을 상실한 암석을 망과 비탈면의 마찰과 망의 장력으로 구속하는 것.(그림 103)

(나) 포켓식 낙석방지망 : 매달음 로프, 지주, 망, 와이어 로프로 구성되며 상부에 낙석의 입구를 설치하여 망에 낙석이 충돌함에 따라 낙석이 갖는 에너지를 흡수하는 것.(그림 104)

① 망눈의 크기는 비탈면의 상황에 따라 선택하며 30×30mm의 것을 사용한다.

② 망의 설치는 일정간격으로 앙카를 설치하고 앙카에 따라 비탈면에 고정시키고 망의 하단은 비탈 끝에서 1m 떨어지도록 한다.



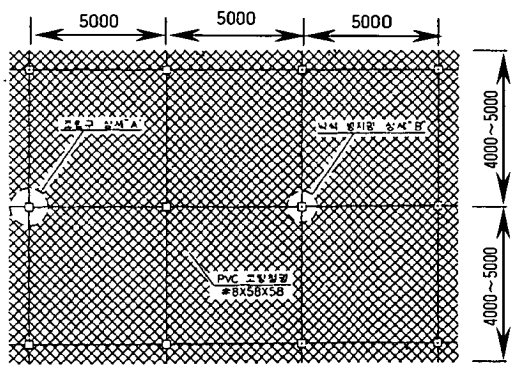


그림 103 비포켓식 낙석방지망

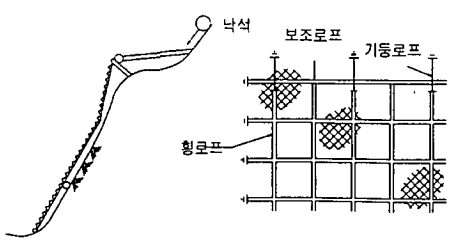


그림 104 포켓식 낙석방지망

11.3 낙석방지 벽공

(1) 낙석방지벽은 비탈면 하부에 설치하여 낙석을 방호하는 것으로 벽면 배후에 설치한 모래방석등으로 낙석의 충격력을 분산 감소시켜 낙석을 방호하는 옹벽형 구조물이다.

(2) 방지벽의 배후에는 낙석이 퇴적될 수 있는 공간을 확보하도록 한다.

(3) 방지벽의 종류는 옹벽형, 강재벽등이 있다.

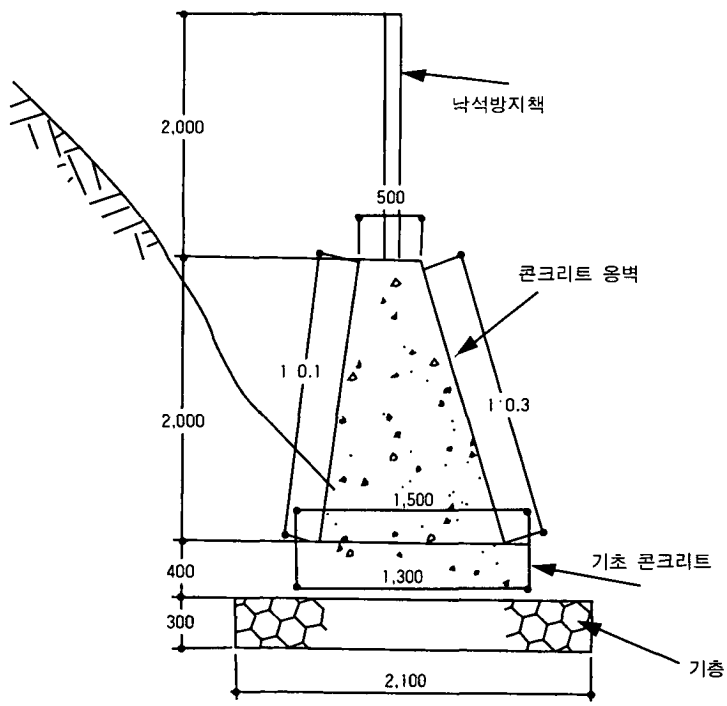


그림 105

11.4 낙석방지울타리

(1) 낙석방지울타리는 구간이 긴 흙깍이 비탈면에 집중 호우등으로 낙석이 일어났을때, 낙석 방지망 만으로는 교통에 위험이 예상되는 개소, 도로인접지에서 전석등의 낙하가 예상되는 개소에 설치한다.

(2) 낙석방지울타리는 비탈면 끝에 설치하는 것이 원칙이나, 필요에 따라서는 비탈면 상부의 소단에 설치할 수 있다.

(3) 토사를 수반하여 낙하할 우려가 있는 개소는 콘크리트 벽을 설치하고 그 상부에 설치하는 구조로 한다.

(4) 낙석방지울타리의 하단부는 낙석이 발생하였을때 제거작업이 용이하도록 지면에서 최소30cm 상단에 방지망을 설치하는 것으로 한다.

(5) 낙석방지울타리의 연속길이는 파손 및 교체시를 감안하여 60~100m이내로 한다.

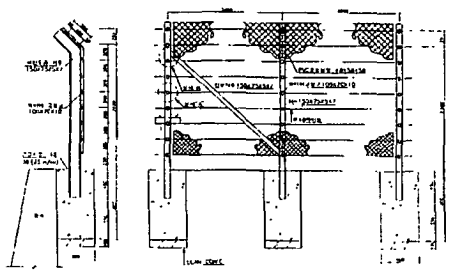


그림 106 콘크리트옹벽상 낙석방지책

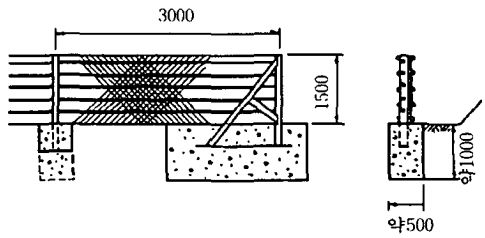


그림 107 소단상 낙석방지책

11.5 낙석복공

(1) 낙석복공은 낙석의 규모가 커서 낙석방지울타리, 낙석방지벽 등으로는 방호할 수 없는 개소, 낙하 높이가 커서 울타리, 벽위로 낙석이 날아 넘을 우려가 있는 개소, 낙석의 덩어리가 크고 비탈면이 급한 개소에 설치한다.

(2) 낙석복공은 강재, 철근 콘크리트로 도로를 터널과 같이 덮어 낙석이 노면에 직접 낙하하는 것을 방지하는 공법이다.

(3) 강재의 낙석복공은 비교적 적은 전석과 암편의 낙하방지에 사용한다.

(4) 대규모의 낙석 우려가 있는 개소는 집중적인 충격에 저항할 수 있는 강성이 높은 철근콘크리트제의 복공으로 한다.

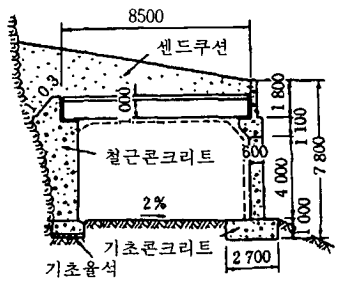


그림 108 철근콘크리트경우

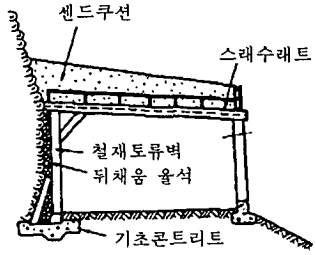


그림 109 메탈에 의한 경우

11.6 낙하물 방지시설

11.6.1 낙하물 방지시설

낙하물 방지시설은 울타리 또는 망으로 설치하며 과도교에서 도로로, 돌이나 물품이 떨어지는 것을 방지하는 시설이다.

11.6.2 과도교 낙하물 방지시설

과도교 낙하물 방지울타리는 다음 각호에 해당하는 과도교에 설치한다.

가. 일반국도

나. 주변이 민가 밀집지역으로 통행하는 사람과 차량이 많은 과도교

다. 통학로로 지정한 과도교

라. 기타 필요하다고 인정되는 과도교

11.6.3 본선부 낙하물 방지울타리

본선부 낙하물 방지울타리는 다음의 구간에 설치한다.

가. 철도와 교차 또는 근접한 구간

나. 교통량이 특히 많은 주요도로와 교차 또는 근접한 구간

다. 연도에 민가가 연속되어 있는 구간

라. 기타 필요하다고 인정되는 구간

12. 방음시설

12.1 개요

(1) 도로의 급속한 정비와 자동차의 비약적인 증가에 수반하여 근간에 사회적인 문제로 등장하고 있는 공해중 도로공해가 그 일부를 차지하고 있다. 도로교통소음의 문제는 이 중에서 중요한 위치를 차지하고 있어 이에 대한 대책이 요망되고 있다.

(2) 도로교통소음의 대책으로서는 소음의 발생원인 자동차 구조의 개선이 무엇보다 중요한 것이나, 이는 한계가 있어 도로의 계획, 도로주변의 토지이용 계획 등의 총합적인 시책의 하나로서 교통소음을 적게 하기 위한 도로구조가 채용되고 도로의 부속시설로서 방음시설을 설치하고 있으며 소음 · 진동규제법 제42조의 제2항의 규정에 의한 방음시설의 설치기준은 이하와 같다.(환경부고시 제96-85호)

12.2 방음시설의 성능 및 설치기준

12.2.1 목적

이 기준은 소음 · 진동규제법 제42조의2의 규정에 의한 방음시설의 성능 및 설치기준을 정함을 목적으로 한다.

12.2.2 적용범위

이 기준은 교통소음 저감을 목적으로 설치되는 방음벽 · 방음림 · 방음터널 등 소음 저감시설의 설치 및 유지관리에 적용하며, 공장소음 · 건설소음 기타생활소음저감시설의 설치 및 유지관리에 준용할 수 있다.

12.2.3 용어의 정의

이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(1) "방음시설"이라 함은 방음벽 · 방음림 · 방음둑 · 방음터널 등 소음저감을 목적으로 설치되는 구조물 · 수림 등을 말한다.

(2) "방음벽"함은 소음저감을 목적으로 설치되는 장벽형태의 구조물을 말하며, 방음특성에 따라 흡음형방음벽 · 반사형방음벽 · 간섭형방음벽 · 공명형방음벽 기타 이들 특성이 복합된 방음벽 등으로 구분되며, 사용재료 및 특징에 따라 금속제방음벽 · 투명방음벽 · 채색방음벽 · 콘크리트방음벽 · 목재방음벽 등으로 구분된다.

(3) "방음림"이라 함은 소음저감을 목적으로 설치되는 수림대를 말한다.

(4) "방음둑"이라 함은 소음저감을 목적으로 설치되는 언덕을 말한다.

(5) "방음터널"이라 함은 소음저감을 목적으로 도로·철도 등의 양측면 및 상면을 차폐한 터널형 구조물을 말한다.

(6) "흡음율"이라 함은 입사음의 강도에 대한 흡수음의 강도의 백분율을 말한다.

(7) "투과손실"이라 함은 소음에너지가 방음판을 투과하기 전과 투과한 후의 음압레벨의 차이를 말한다.

(8) "삽입손실"이라 함은 동일조건에서 방음시설 설치 전후의 음압레벨 차이를 말한다.

(9) "수음점"이라 함은 소음의 영향을 가장 크게 받는 위치로서 방음시설의 설계표가 되는 지점을 말한다.

12.2.4 소음환경기준의 적용

소음환경기준의 적용은 주거지역·병원·휴양시설 등의 시설은 낮시간대 및 밤시간대 모두의 기준을 적용하고, 상업지역·학교·도서관 등 주로 낮시간대에 이용되는 시설은 낮시간대의 기준을 적용한다.

12.2.5 방음시설 설치대상지역의 선정

방음시설은 주택·학교·병원·도서관·휴양시설의 주변지역 등 조용한 환경을 요하는 지역(이하 "보호대상지역"이라 한다)중 소음의 영향을 크게 받는 지역으로서 상주인구밀도, 학생수, 병상수 등이 많고 소음이 환경기준을 초과하여 소음문제가 발생하거나 발생할 우려가 큰 지역부터 우선하여 설치한다.

12.3 방음시설의 음향성능 및 재질기준

12.3.1 투과손실

(1) 방음벽의 방음판 투과손실은 수음자 위치에서 방음벽에 기대하는 회절감쇠치에 10dB을 더한 값 이상으로 하거나 500Hz의 음에 대하여 25dB이상 1000Hz의 음에 대하여 30dB이상을 표준으로 한다.

(2) 제1항의 규정에 의한 투과손실 측정방법은 KS F 2808에 의한다.

12.3.2 흡음율

(1) 흡음형 방음판의 흡음율은 시공직전 완제품 상태에서 250, 500, 1000 및 2000Hz의 음에 대한 흡음율의 평균이 70%이상인 것을 표준으로 한다.

(2) 제1항의 규정에 의한 흡음율 측정방법은 KS F 2805에 의한다.

12.3.3 가시광선 투과율

(1) 투명 방음벽의 방음판은 충분한 내구성이 있어야 하며, 가시광선투과율은 85% 이상을 표준으로 한다.

(2) 제1항의 규정에 의한 가시광선 투과율 시험방법은 KS L2514에 의한다.

(3) 투명방음판의 경도는 폴리카보네이트, 10~91ROCKWELL(M)세라미그라스 110~130 ROCKWELL(M)를 이상으로 한다.

12.3.4 재질기준

방음벽에 사용되는 재료는 발암물질 등 인체에 유해한 물질을 함유하지 아니한 것으로서 내구성이 있어야 하고 햇빛반사가 적어야 하며, 부식되거나 동결융해 등으로 인하여 변형되지 않는 재료로 하여야 한다.

12.4 방음시설의 설계 및 설치기준

12.4.1 방음시설 설계시 기본적인 고려사항

방음시설의 설계시에는 다음 각호의 사항을 고려하여야 한다.

(1) 소음발생원의 특성 및 보호대상지역의 용도를 조사하고 보호대상지역 주민의 의견을수렴하여 적정한 방음시설을 선정한다.

(2) 방음시설은 전체적으로 주변경관과 잘 조화를 이루고 미적으로 우수하여야 한다. 이를 위하여 방음시설의 색상, 수림대조성, 덩굴식물 식재, 투명방음판과 불투명방음판의 조합, 방음벽의 단부 및 연결부에 화분설치, 다양한 문양의 방음판 사용 등 다각적인 방안을 강구한다.

(3) 방음판은 파손부위를 쉽게 교체할 수 있는 구조로 해야 한다.

(4) 방음벽은 사고시 대피 · 청소 · 유지관리 등을 위하여 적정간격으로 통로를 설치할 수 있다. 통로는 소음이 직접 밖으로 투과하지 않는 구조로 한다.

(5) 방음시설은 강풍 · 진동에 의하여 변형 또는 파괴되지 않도록 안전한 구조로 하되, 건설교통부의 『도로교 표준시방서』에서 정하는 지역별 설계풍속을 적용할 수 있다.

(6) 방음효과에 큰 차이가 없는 경우 가급적 유지관리가 편리하고 내구성이 좋은것으로 한다.

(7) 평면성토 또는 고가구조구간에서 방음벽이 연속되어 있을때는 닫혀진 상태가 되어 이화감, 압박감을 느끼기 쉽다. 이와 같은 개소는 또 도로내외의 환경과의 조화를 도모하기 위하여 식재의 활용 등을 고려하고 방음벽이 500m를 넘어 연속될때는 방재 및 유지관리를

위하여 출입구를 설치하여야 한다. 출입구는 500~1000m에는 중간에 1개소 1000m를 넘을 때는 500m마다 1개의 비율로 설치한다.

12.4.2 음원결정

(1) 교통소음에 대한 방음시설 설계시 음원은 무한길이의 선음원으로 보며, 음원의 높이는 노면위 0.5m를 표준으로 한다. 다만, 주소음발생원이 노면보다 상당히 높은 경우에는 주소음발생원의 위치로 한다.

(2) 소음원의 발생소음도는 실제 현장측정을 통하여 결정하는 것을 원칙으로 하며, 장래의 소음을 예측하여 평가하고자 하는 경우에는 예측식을 이용하여 결정할 수 있다.

12.4.3 수음점 결정

수음점은 보호대상지역 부지경계선 중 소음도가 가장 높은 지점으로 한다. 다만, 소음으로부터 보호받아야 할 시설이 2층이상인 경우 등 부지경계선보다 소음도가 더 큰 장소가 있는 경우에는 그 곳에서 소음원방향으로 창문·출입문 또는 건물벽 밖의 0.5m내지 1m 떨어진 지점으로 한다.

12.4.4 방음시설의 선정기준

(1) 도로·철도 등 소음원(이하 "소음원"이라 한다)의 양쪽 모두에 보호대상지역이 있거나 한쪽에만 방음시설을 설치할 경우 반대측 수음자에게 반사음의 영향이 우려되는 경우에는 흡음형방음벽 또는 반사음 저감효과가 흡음형방음벽과 동등 이상인 방음시설로 한다.

(2) 조망, 일조, 채광 등이 요구될 경우에는 투명방음벽 또는 투명방음판과 다른 방음판을 조합한 방음벽으로 한다.

(3) 소음원과 보호대상지역 사이에 적정한 공간이 있는 경우에는 자연미관과 방음 효과를 달성할 수 있는 방음림을 설치하거나 방음벽, 방음둑과 방음림을 조합한 방음시설을 설치할 수 있다.

(4) 소음원 및 보호대상지역의 주변 지형여건상 방음벽, 방음둑 등으로 충분한 방음효과를 얻기 어려운 지역은 방음터널로 한다.

(5) 방음시설 설치대상지역의 입지여건이나 장래토지이용계획 등을 고려하되 그 특성에 따라 (1)~(4)와 달리 할 수 있다.

12.4.5 방음시설의 크기결정

방음시설의 높이와 길이는 방음시설에 의한 삽입손실에 따라 결정되며, 계획시의 삽입손실은 방음시설 설치대상지역의 소음환경기준과 수음점의 소음실측치(또는 예측치)와의 차이이상으로 하되 기술적으로 달성 가능한 범위로 할 수 있다.

12.4.6 방음시설 설치저점 선정

(1) 방음시설은 설치가능한 장소 중 소음저감을 극대화할 수 있는 지점에 설치하여야 한다.

(2) 방음효과의 증대를 위하여 도로측면외에 도로중앙분리대에도 방음시설을 설치할 수 있다.

12.4.7 방음시설 설치시 준수사항

방음시설 설치시에는 다음 각호의 사항을 준수하여야 한다.

(1) 방음시설 설치중 방음판의 파손, 도장부 손상 등이 없어야 한다.

(2) 방음벽 설치 후 기초부와 방음판, 지주와 방음판 및 방음판과 방음판 사이에 틈새가 없도록 하여야 하며, 특히 기초부와 최하단 방음판 사이에는 몰타르 마감을 하고, 방음판과 방음판 사이에 틈새가 생길 우려가 있는 경우에는 발포고무판 등의 자재로 밀폐하여야 한다.

(3) 방음벽설치에 사용되는 부품은 풀림방지용 너트 등을 사용하여 단단히 조립되도록 한다.

(4) 방음벽 외부에 날카로운 모서리 등 사람에게 상해를 입힐 수 있는 곳이 없도록 끝손질을 잘해야 한다.

(5) 재난, 사고 등으로 인하여 방음벽이 파손되더라도 방음판이 분리되어 흐트러지지 않는 구조로 하여 방음판의 비산 등으로 인한 2차 피해를 예방하여야 한다.

12.5 방음시설의 성능평가 및 사후관리

12.5.1 방음시설의 성능평가

(1) 방음시설설계 · 시공자는 방음시설의 성능평가서[별지 제1호 서식]를 발주기관에 출하여야 한다.

(2) 방음시설 시공후의 성능평가는 보호대상시설의 소음환경기준적합여부로 한다.

(3) 방음시설 설치목표를 환경기준에 두지 않는 경우에는 삽입손실 측정으로 방음시설의 성능평가를 할 수 있다.

12.5.2 사후관리

방음시설은 적정한 유지관리를 통하여 설치초기의 음향특성, 안전성, 가시광선투과율(투명방음벽에 한한다) 및 미관 등이 설계목표년도까지 항상 유지되도록 하여야 한다.

방음시설 성능평가서

평가항목	검토항목	세 부 검 토 항 목
일 반 사 항		1. 방음시설설계자(감리자)인적사항 — 음향 및 구조 — 예술분야 2. 부지도면(수음점과 소음원과의 위치관계) 3. 방음시설 설치지점의 지반상태 4. 도로상황 및 교통량(대/hr)
음향설계	음향설계서	5. 방음시설의 높이, 설치길이 6. 방음시설 설치에 따른 차음효과(고층일 경우 층별계산) 사용된 소음도 예측식 및 계산과정
	성 능 평 가	7. 동일수음점 · 동일조건에서의 설치전후소음도dB(A)
방 음 판	투 과 손 실	8. 시험성적서 및 검토자료
	흡 음 율	
	기 타	9. 재질, 충격강도, 빛의 반사도 등
구 조	구조 설계서	10. 풍하중, 기초공법, 통로설치여부 등
시 공	시 공 도 면	11. 시공계획서
미 관	설치시투시도	12. 색채 및 형태
	예술적 고려	13. 방음벽 전 · 후면에 대한 색채 및 형태
안 전 성	안전 설계서	14. 방호시설 설치여부등

13. 연 석

13.1 목적 및 기능

연석의 역할은 도로구조의 보존외에 도로교통의 특성에 따라서 다음의 기능을 갖고 있다.

(1) 노면과 노면바깥 및 차로와 차로바깥의 구분을 명확히 한다.

(2) 노면배수에 대하여 도수제의 역할을 한다.

(3) 운전자에게 주행로의 구분을 명확히 하여 진행방향을 유도한다.

(4) 주행중에 주행방향을 잘못 잡아 노외로 이탈하려 할 때 연석에 충돌한 차에 대하여 그 진행방향을 바로잡아 준다.

(5) 연석에 충돌하여 넘오오는 차의 속도를 저하시킨다.

단 (4) 및 (5)에 대하여는 특별한 형태로 제작된 연석에서 저속으로 충돌하였을 때만 그 기능을 발휘할 수 있다는 것이 실험결과로 밝혀졌으며 그 실험결과는 후술하는 바와 같다.

13.2 연석의 충돌차량 유도 등의 기능

연석에 자동차가 충돌하였을 때 연석에 의한 차량진행방향의 제어 효과에 대한 외국의 실험결과를 다음에 소개한다.

13.2.1 실험조건

(1) 실 험 차

(2) 충돌각도 - 연석에 대하여 15°, 25°

(3) 충돌속도 - 40km/h, 60km/h

(4) 실험회수 - 12종류의 연석에 대하여 충돌각도 15°, 25° 충돌속도는 40km/h 60km/h로 각 4회씩 48회 실험

(5) 실험차의 운전조건

- ㅇ 규정속도로 충돌각도를 표시한 선에 연하여 연석에 충돌
- ㅇ 핸들은 충돌시에는 가볍게 잡고 충돌 후에는 최소 5m 주행까지는 잡지 않음
- ㅇ 브레이크는 충돌 후 5m 주행시까지 제동을 하지 않음

충돌실험에 사용된 연석

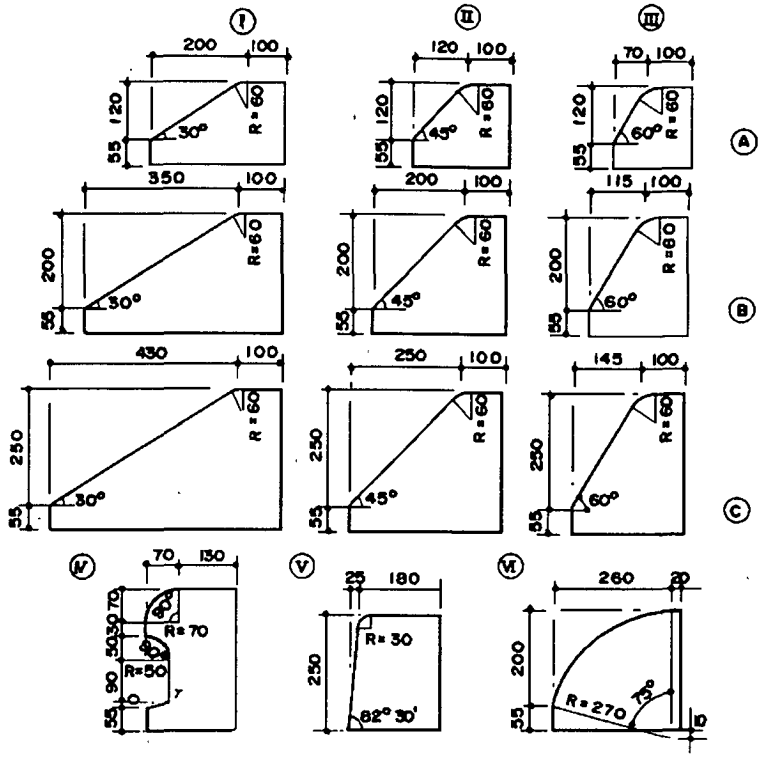


그림 110

표 51 최대 튀어오름 높이

튀어오름 높이 (cm)	Ⅰ-A	Ⅱ-A	Ⅲ-A	Ⅰ-B	Ⅱ-B	Ⅲ-B	Ⅰ-C	Ⅱ-C	Ⅲ-C	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
20					△		×□△○	△×○□	×□△○	×		
10	△○□×	△○□×	×○□		○□×	○△□×					○□×	
0												
연석유형	Ⅰ-A	Ⅱ-A	Ⅲ-A	Ⅰ-B	Ⅱ-B	Ⅲ-B	Ⅰ-C	Ⅱ-C	Ⅲ-C	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
높이(cm)	12	12	12	20	20	20	25	25	25	25	20	20
경사각(°)	30	45	60	30	45	60	30	45	60			

충돌후 0.3초경
최대로 튀어 오름
속도 40km/hr-3.3m
속도 60km/hr-5.0m
연석에서 직각방향의 거리
충돌속도 각도
○ 40km/hr 15° 0.85m
□ 40km/hr 25° 1.40m
△ 60km/hr 15° 1.40m
× 60km/hr 25° 2.10m

13.2.2 실험결과

(1) 차체의 튀어오름 높이

연석의 윗면을 기준으로 한 차체의 비상 높이는 (그림 110)과 같으며 튀어오름량이 최대로 될 때는 충돌 후 약 0.3초 정도이다.

높이가 12cm, 20cm, 25cm로 높아짐에 따라 비상량이 0, 0~10cm, 10~20cm로 커진다.

그 최대는 연석(Ⅲ-C)로 충돌속도 60km/h, 각도 25°의 경우로 29cm이다. 각 연석의 전면형상의 차에 의한 비상량에의 영향은 이 실험의 조건에서는 확인되지 않았다.

(2) 주행궤적

가. (표 52)는 실험으로 나타낸 차량의 주행궤적의 측정결과이다. 그림의 굵은선은 충돌전의 진행방향을 나타내고 각단의 좌하는 최대 비상량, 우하에 비거리와 충돌차의 피해상황이 나타나 있다.

표 52 주행궤적

연석				충돌각도 15°		충돌각도 25°	
기호	높이 (cm)	정면 경사각	형 태	충돌속도 40km/h	충돌속도 60km/h	충돌속도 40km/h	충돌속도 60km/h
Ⅰ-A	12	30°		15°	15°	25°	23°30′
Ⅱ-A	12	45°		14°	14°40′ 1cm	24°40′	24°
Ⅲ-A	12	60°		14°	14°	23°30′	23° 1cm
Ⅰ-B	20	30°		15°	15° 7.4m	24°	23° 8.7m
Ⅱ-B	20	45°		14° 6cm	13° 14cm	23°30′ 6cm 4.2m	23° 14cm 9.2m
Ⅲ-B	20	60°		14°	13°40′ 6cm	23° 3cm	23°30′ 1cm
Ⅰ-C	25	30°		13° 16cm	14° 18cm	23° 20cm 7.7m	21°30′ 21cm 8.7m
Ⅱ-C	25	45°		15° 10cm 4.6m	14° 18cm 8.8m	23° 8cm 7.9m	23° 11cm 10.2m
Ⅲ-C	25	60°		14° 11cm	12°30′ 14cm	22° 14cm	21°30′ 29cm
Ⅳ	25			좌전륜휨		21° 14cm 4.0m	19° 좌전륜휨 21cm 6.8m
Ⅴ	20			12°30′ 3cm	14°	24° 1cm	21° 좌후륜 펑크 1cm
Ⅵ	20			15°30′	14°30′ 4.6m	24°	23° 6.0m

나. 연석의 차량진행방향 제어기능에 대하여는 적은 진입각도와 저속으로 연석에 충돌한 차에 대하여, 연석만으로 차를 안전하게 방향을 전환시킬 능력을 연석에서 기대하였으나 (표 52)와 같이 연석(Ⅳ)을 제외하고는 모두가 방향제어 능력에 대하여 기대할 수 없었다.

다. 연석(Ⅳ)에 대하여는 충돌각도 15°의 경우에 충돌속도 40km/h, 60km/h에서 방향이 전환되어 졌다.

라. 연석의 방향제어의 한계각도 및 한계속도로서는 연석(Ⅲ-B), (Ⅱ-C), (Ⅳ)에서는 충돌속도 10km/h, 각도 5°가 타고 넘어가는 것을 방지하는 한계이며 연석(Ⅴ)는 충돌속도 30km/h, 각도 10°가 한계이다.

13.3 높이와 형상

(1) 차량의 충돌이라는 측면에서 바람직한 연석의 높이와 형상은 노면배수의 도류제로서의 역할을 갖도록 하는 범위에서 될 수 있는 대로 낮은 것이 바람직하고 또 그 형상은 시공이 용이한 단순한 형이 좋다. 전면의 형상에 의한 비상량의 차이는 없다.

(2) 연석은 차로와 차로외의 경계에 설치하며 그 높이는 다음에 준한다.

가. 지방부의 도로와 중앙분리대등에서 방호울타리를 설치할 때에는 연석의 높이는 12cm 이하로 한다.

나. 시가지의 도로에서 보도, 자전차 보도에 설치할 연석은 (표 52) 및 (그림 111)과 같은 절하개소를 제외하고는 높이 20cm정도의 것을 한계로 한다. 너무 높은 연석은 주정차 차량의 문을 열고 닫는데 지장이 있기 때문이다. 절하개소에 대하여는 차로와 보도 등을 연석으로 구별하는 것으로 하고 그 단차는 2cm를 표준으로 한다.

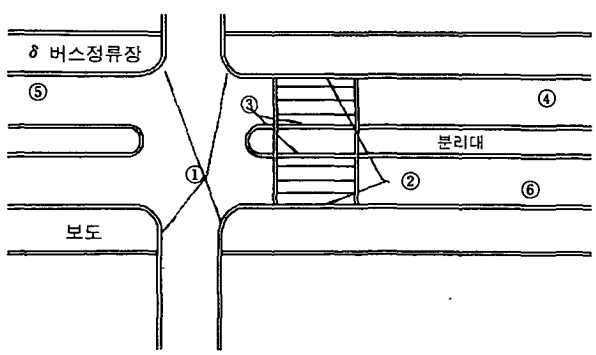


그림 111 연석절하개소

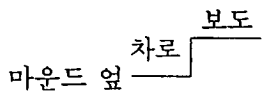
표 53 연석의 절하개소

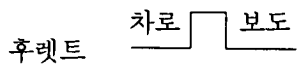
번 호	구 분		연석의 절하	
			마운드 엎	후렛트
①	보도등과 이어지는 부분		○	○
②	횡단보도의 접속부		○	○
③	횡단보도와 중앙분리대의 교차부		○	○
④	차고 등의 출 입 부	1일 출입회수가 잦거나 긴급차의 차고등	○	○
		1일 출입회수가 적을 때	△	○
⑤	버스 정류장의 승강부		×	×
⑥	긴급차의 출입부		△	○

○ : 절하 및 절개

△ : 절하 불요

× : 절하 및 절개를 하지않는 것을 원칙으로 함





13.4 재료 조건

13.4.1 프리캐스트 콘크리트 연석

설계도서에 표시된 길이, 형상 및 규격에 일치되도록 하여 포틀랜드 시멘트 콘크리트로 제작된 것이어야 한다.

(1) 재료는 모두 도로공사 표준 시방서 802 규정에 맞는 것으로 한다.

(2) 기초재 : 프리캐스트 콘크리트 연석에는 바닥고르기용 콘크리트를 사용한다.

(3) 이음모르타르는 1 : 2, 바닥모르타르는 1:3으로 용적배합(시멘트:잔골재)된 시멘트 모르타르를 사용한다.

13.4.2 현장치기 콘크리트 연석

(1) 재료는 도로공사 표준 시방서 802 규정에 맞아야 한다.

(2) 잔골재의 입도범위는 도로공사 표준시방서 1403-1-1에 따른다.

(3) 굵은 골재의 입도범위는 도로공사 표준시방서 1403-1-2에 따른다.

(4) 배합의 기준은 다음과 같다.

- ○ 설계 휨 강도(σ28) 35kg/㎠
- ○ 칠때의 콘크리트 슬럼프 5cm 이하
- ○ 골재의 최대치수 25mm(기계시공시 19m/m)
- ○ 굳지 않은 콘크리트 공기량 4.5±1%

(5) 줄눈재 : 도로공사 표준시방서 1408에 따른다.

(6) 거푸집 : 승인된 강재거푸집을 원칙으로 하며, 예리한 곡선부나 지극히 짧은 구간은 감독관의 승인을 얻어 목재 등을 사용할 수 있다.

13.4.3 아스팔트 콘크리트 연석

(1) 골재 : 아스팔트 연석에 사용하는 골재는 도로공사 표준시방서 1403-2에 규정하는 재료로서 (표 54)의 입도 범위를 표준으로 한다.

표 54 재료의 입도범위

체 규 격	4.75mm	2.36mm	600㎛	300㎛	150㎛	75㎛
중 량 백분율(%)	70-100	55-100	30-70	20-55	7-35	4-20

(2) 역청재료

- ○ 역청재료 : 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물에 사용하는 역청재료는 도로공사 표준시방서 1402에 따른다.
- ○ 택코트 : 택코트에 사용하는 역청재료는 도로공사 표준시방서 1402에 따른다.

(3) 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물

아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물은 도로공사 표준시방서 1405에 따른다.

아스팔트 콘크리트 연석 혼합물의 배합표준은 (표 55)와 같으나 필요에 따라 감독관의 지시에 따라 변경할 수 있다.

표 55 아스팔트 콘크리트 연석의 혼합물 배합기준

종 류	골 재	석 분	아스팔트
배합율(%)	93	7	8

13.4.4 돌연석

(1) 돌연석으로 사용할 석재는 공인된 석회석, 사암, 화강암 재질로서 계약에 규정된 재료이거나 만일 규정되어 있지 않으면 3가지 종류 중 한 종류만 공사에 사용하여야 한다.

(2) 직선부 돌연석은 돌연석의 표면에 드릴구멍이 없어야 하며 윗면은 6mm이상의 요철이 없는 표면이어야 한다. 앞면은 계약에 규정된 실제평면을 유지하여야 하고, 뒷면은 수평으로 2.5cm 연직으로 7.5cm 이상의 요철이 있어서도 안되며, 밑면은 위에 기술한 표면의 요철보다 2.5cm 이상의 요철이 없어야 한다. 앞뒤에 모서리선은 선형이 유지되도록 곧고 설계에 맞도록 되어야 한다.

(3) 돌연석의 옆면은 평평한 직사각형이어야 하며 인접된 돌연석과 돌연석사이 공간은 앞면과 윗면 줄눈부에 있어서 1.31cm 이상을 초과할 수 없다.

마지막부분에 설치되는 돌연석은 끝단으로부터 10cm 이상 파쇄되지 않도록 하거나 별도길이의 형상이어야 한다.

(4) 곡선부 돌연석은 다음사항을 제외하고는 상기직선부 형상의 조건과 같다. 곡선부 돌연석의 처리 허용요철량은 뒷면이 1.3cm이고 다른 노출면이 2.5cm이며 노출되지 않은 면에 있어서는 7.5cm 이하이어야 한다.

인접된 돌연석과 돌연석사이 공간은 앞면과 윗면 줄눈부에 있어서 2.0cm 이상을 초과할 수 없다.

13.5 시 공

13.5.1 프리캐스트 콘크리트 연석

(1) 연석블럭은 설치전에 깨끗이 청소해야 하고, 운반이나 취급도중 손상된 것을 사용해서는 안된다.

(2) 바닥모르타르는 고르게 편 후, 소정의 선형과 높이가 맞도록 설치해야 한다.

블록이음부의 폭은 설계도에 정한 치수대로 하고, 이음부에는 1:2 용적배합의 시멘트 모르타르를 채워서 마무리 한다.

(3) 줄눈모르타르 및 바닥모르타르의 강도가 충분히 확보된 후가 아니면 되메울 흙을 반입해서는 안된다. 되메우기 개시시간은 감독관의 지시에 따르고, 소정의 다짐도를 얻을 때까지 충분히 다져야 한다.

13.5.2 현장치기 콘크리트 연석

(1) 터파기

가. 터파기를 하여야 할 경우에는 연석마무리면이 소정의 구배 및 높이에 맞도록 하기 위해 설계도에 표시한 일정한 깊이와 폭으로 터파기를 해야 하며, 규정된 기초재를 깔고, 잘 다져서 평활하게 하여야 한다.

나. 연석이 놓여질 기초가 보조기층 또는 기층면 위인 경우에는, 설계도에 표시된 횡단 형상대로 다듬고, 도로공사 시방서 다짐도로 다져야 한다.

(2) 거푸집

도로공사 표준시방서 403-3-2에 따른다.

(3) 콘크리트 치기

가. 현장차기 콘크리트 연석에 사용하는 모든 재료는 도로공사 표준시방서 800 시멘트 콘크리트 포장의 규정에 따라 계량 및 비비기를 실시한다. 콘크리트를 치기 전에 보조기층 또는 기층표면은 소량의 물을 살포하여 습윤상태가 되도록 하여야 한다.

나. 한 층의 치기깊이가 10cm를 넘지 않도록 하며, 수평층으로 콘크리트를 쳐야 하고, 공극이 발생하지 않도록 진동기 또는 승인된 기계를 사용하여 압밀을 시켜야 한다.

(4) 기계시공

현장치기 콘크리트 연석은 감독관의 승인이 있는 경우 자주식기계(Self-Propelled Machine)를 사용하여 시공할 수도 있다. 이때 기계에 균일하게 연속적으로 콘크리트를 공급시키도록 주의해야 하며, 성형후 변형을 일으키지 않고 소정의 단면을 유지시킬 수 있어야 하며, 매끄러운 표면에 추가로 손질을 해야 할 때는 기계시공이 끝난 즉시 실시해야 한다.

(5) 줄 눈

가. 팽창줄눈은 맞댄 줄눈 구조로 하고 설치위치는 설계도서 및 감독관의 지시에 따르며, 연석선에 직각 및 수직으로 절단하여 설치하고 줄눈 폭은 설계도에 표시한 대로 정확하게 시공하여야 한다.

나. 줄눈 채움재(줄눈판)는 연석 콘크리트를 칠 때 시공하고 마무리 작업중에 손상을 받지 않도록 주의하여 시공해야 한다.

다. 수축줄눈

수축줄눈은 6m 간격을 원칙으로 하며, 설계도에 표시된 소정의 치수로 정확히 시공하되 콘크리트 포장에 연하여 설치하는 연석의 줄눈은 콘크리트 포장의 줄눈과 일치시켜야 한다. 수축줄눈은 감독관의 승인을 얻은 콘크리트 캇터로 시공하며 별도지시가 없는 한 줄눈 폭은 6mm로 한다. 줄눈을 끊을 때는 이미 만들어진 연석 표면에 손상을 주는 일이 없도록 주의해야 한다. 수축줄눈에는 줄눈재료를 채울 필요는 없다.

(6) 마무리면

콘크리트 연석의 마무리면 높이에 대한 허용시공오차 범위는 ±1.5cm이며, 길이 3m 직선자를 대었을 때 최요부의 깊이가 3mm 이상이 되어서는 안된다.

(7) 양생 및 보호

현장치기 콘크리트 연석은 도로공사 시방서 803-14에 규정한 방법을 사용하여 양생해야 한다.

(8) 되메우기 및 뒷채움

소정의 양생이 완료된 후 굴착된 부분이 남아 있는 경우에는 승인된 재료를 사용하여 한 층의 두께가 20cm를 넘지 않도록 채우고 잘 다져야 한다.

13.5.3 아스팔트 콘크리트 연석

(1) 기초의 준비

가. 아스팔트 콘크리트 연석을 설치하려고 하는 기초가 이미 양생되었거나, 오래된 시멘트 콘크리트 기층이거나, 아스팔트 안정처리 기층 또는 아스팔트 콘크리트 기층면위인 경우에는 기초면을 압축 공기 등으로 불어내어 깨끗이 청소하여야 한다.

나. 표면이 잘 건조되면 연석을 설치하기 직전에 도로공사 시방서 700 아스팔트 콘크리트 표층공에 규정된 재료 및 방식으로 택코트를 실시하여야 한다.

이때 연석이 접하는 부분 바깥으로 택코트 재료가 살포되지 않도록 주의해야 한다.

(2) 깔기

가. 아스팔트 콘크리트 연석은 감독관의 승인을 받은 기계로 시공해야 한다.

기계는 설계도서에 표시된 소정의 형상이 얻어질 수 있도록 제작되고 조절이 가능한 것이어야 한다. 깔기시 혼합물의 온도는 작업 및 기상조건에 따라 규정 온도에서 ±10 ℃를 초과할 수 없다.

나. 기계에서 배출되는 혼합물은 재료의 분리가 일어나지 않도록 하고 적당한 다짐도와 표면형상이 되어야 한다.

다. 기계가 포장면 가장자리를 따라 작동하는 동안 적당히 지지를 시켜야 하고 사전에 실을 당기거나 필선을 그어 선형이 정확히 유지되어야 한다.

라. 완성된 아스팔트 콘크리트 연석이 심하게 균열이 갔거나, 휘었거나, 만족한 다짐도를 얻지 못했을 때나 혹은 소정의 선형과 구배 및 횡단면에 일치하지 않는 경우에는 제거하고 재시공해야 한다.

(3) 이 음

아스팔트 콘크리트 연석은 가급적 빈번한 이음을 피해야 한다. 혼합물 깔기가 장기간 중단되었을 때는 연석의 끝 부분을 수직으로 절단하여 다음 작업을 시작하기 전에 절단된 표면에 가열된 아스팔트를 얇게 칠하여 연속적인 접합상태가 되도록 하여야 한다.

(4) 양생 및 보호

완성된 아스팔트 콘크리트 연석은 치기 후 적어도 12시간 동안은 손상을 받지 않도록 적당한 방법을 사용하여 보호하여야 한다.

13.5.4 돌연석

(1) 기초의 준비

돌연석의 기초를 위한 재료로 단단하고 평평한 표면으로 다져야 하며 연약하고 적합치 못한 재료는 제거하고 양질의 재료로 치환하여야 한다.

(2) 설 치

돌연석은 앞면 모서리가 요구되는 선과 높이에 일치되도록 설치하여야 하며, 연석밑의 모든 공간은 기초에 요구되는 재료로 채우고 다져야 한다.

(3) 줄 눈

돌연석의 줄눈간격은 설계도에 정한 치수대로 정밀하게 시공되어야 하고, 줄눈을 용적배합비 1:2(시멘트:모래)의 줄눈 모르타르를 채워서 마무리하여야 하며, 줄눈채움재와 돌연석사이의 공간은 동일 배합의 모르타르로 채워져야 한다. 연석이 시멘트 콘크리트

포장과 접촉되어 시공될 때 연석의 줄눈은 포장의 팽창줄눈과 동일선상이어야 하며, 두께는 포장줄눈과 같은 두께의 팽창줄눈 채움재를 채워야 한다.

(4) 되메우기

줄눈 모르타르의 강도가 충분히 확보된 후가 아니면 연석의 되메움 흙을 반입하여서는 안되며 되메우기 개시 시기도 감독관의 지시에 의한다.

14. 미끄럼 방지포장

14.1 개 요

(1) 미끄럼 방지포장은 주로 도시교통에서 보행자 교통이 많고 혼잡한 도로에 시설한 과속방지턱의 설치목적과 유사하며 과속방지턱은 운전자에게 심리적인 불안감을 주어 과속을 하지 못하도록 하는 것이다.

(2) 한편 근대 교통에서는 자동차의 질이 향상되어 고속주행이 가능하여지고, 양적인 증대로 모든 도로가 포화 상태에 있으며 여기에 겨울철의 미끄러운 도로와 교통사고등은 교통소통에 큰 장해요인이 되고 있다.

(3) 따라서 상기 요인을 제거 또는 완화하므로써 교통사고의 미연방지와 교통소통의 원활을 목적으로 모든 도로에 상황에 따라서 미끄럼 방지 포장을 시공하는 것이다.

14.2 미끄럼 방지포장 설치대상구간

(1) 미끄럼 방지를 목적으로 하는 도로구간

- 종단구배가 6% 이상인 도로구간
- 커브구간의 교량으로서 결빙이 자주일어나는 교량의 전후방
- 겨울철에 상습적으로 도로가 결빙되는 도로구간
- 교차점 및 보도가 설치되어 있는 구간으로 급제동이 어려운 구간
- 급격히 도로폭이 좁아지는 구간
- 기타 교통안전상 필요하다고 인정되는 구간

14.3 설치상의 유의사항

미끄럼 방지포장은 목적에서 밝힌 바와 같이 운전자에게 심리적인 불안감을 줄뿐 아니

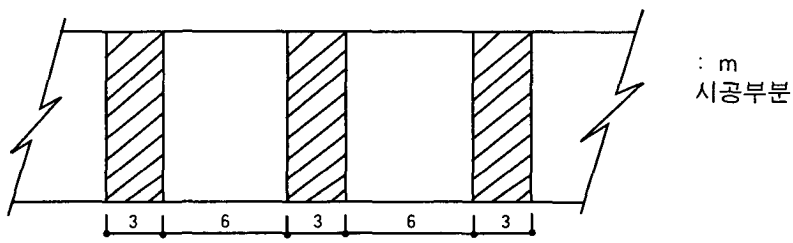
라 교통의 흐름에 지장을 주므로 위치선정시에는 다음사항에 대하여 신중히 검토 하여야 한다.

(1) 미끄럼 방지 포장

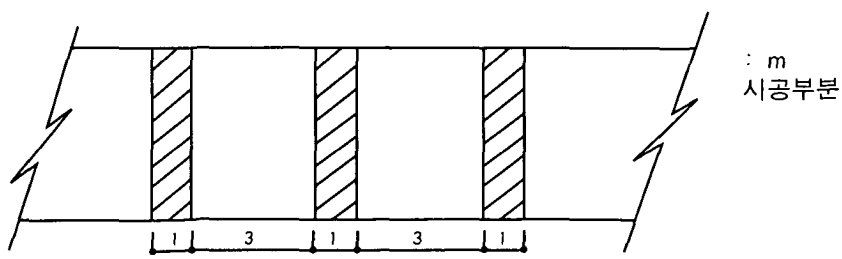
미끄럼 방지시설은 겨울철 일정기간동안 그 효능과 기능을 발휘하는 것이므로 겨울철을 제외한 나머지 계절에는 오히려 운행에 불쾌감을 주므로 남발하지 않도록 하여야 한다.

14.4 형식 선정

미끄럼 방지포장은 전면처리방식을 원칙으로 하며 이격식으로 처리하고자 할때는 그림 112 Ⓐ Ⓑ형 중에서 도로조건 및 교통여건에 따라 선정한다.



이격식 미끄럼 방지포장 Ⓐ



이격식 미끄럼 방지포장 Ⓑ

그림 112 이격식 미끄럼 방지 포장

14.5 재 료

(1) 골 재

골재는 마찰계수가 크고 능각이 많은 내마모성의 경질골재로서 Mohs경도가 8.0 이상이고 입경 5mm의 경암 및 제련시 생성되는 고로 슬래그를 사용함을 원칙으로 하고 부득이한 경우는 석산골재를 사용할 수 있으며 그 어느경우도 (표 56)의 조건에 합격하여야 한다.

표 56 골재의 물리적 특성

구 분	표 준 치	비 고
흡 수 량	2.0 이하	○ 흡수량 흡수성이 큰 골재는 수지를 내부에서 흡수하면 공극량이 커지는 반면 흡수성이 적으면 동결 융해에 대한 저항성이 커진다. ○ P.S.V(Polished Stone Value) 실내에서 연마성 시험에서 골재의 미끄럼 저항성을 나타내는 값으로 통상의 골재보다 과도하게 저항되는 것은 부적하다.
P. S. V	50 이하	
입 도	No. 4(4.76mm) 통과 90~100% No. 7(2.83mm) 잔류 90~100%	
유해물함량(%) 점토, 점토괴 연한 석편	 0.25 이하 5.0 이하	

(2) 결합재(수지)

결합재는 주로 수지(에폭시)를 사용하며 품질 규격은 (표 57)과 같다.

표 57 결합재료의 품질기준

구 분 / 시 험 항 목		품 질 기 준
비 중	주 재	1.10 - 1.30
	경 화 재	1.00 - 1.30
사 용 가 능 시 간 (분)		5 - 50
저 촉 건 조 시 간 (시간)		6 이내
인 장 강 도 (kg/㎠)		40 이상
신 률 (%)		20 이상
흡 수 률 (%)		중량증가 0.5이내
내 유 성		변형, 연화, 부풀음, 주름이 없을 것
촉 진 내 후 성		주름, 균열이 없을것
접 촉 강 도 (kg/㎠)		12 이상

14.6 시 공

(1) 시공준비

가. 공사구간의 교통을 통제하고 노면의 이물질(먼지, 뜬돌)을 비, 청소용솔, 삽 등으로 깨끗이 제거하고 필요에 따라 콤프레샤로 미세한 먼지를 불어낸다.

나. 시공선 만들기

시공 구간의 도로선형에 맞추어 시공선을 석필 등으로 표시하고 정하여진 규격에 맞추어 마스킹 테이프로 시공틀을 설치한다.

(2) 수지의 혼합 및 도포

가. 작업량(도포면적)과 수지의 사용가능시간을 고려하여 1회작업에 필요한 주제, 경화제 분말을 배합율에 따라 산정한다.

나. 혼합량에 따른 적정용기에 주제와 분말을 넣고 전동식 믹서를 사용하여 충분히 교반하고 여기에 다시 경화제를 첨가한 후 다시 교반한다.

다. 결합재의 사용은 시공시의 기온(결합재의 온도)에 따른 가사시간을 산정하여 가사시간내에 작업이 완료되도록 한다.

라. 교반된 수지를 시공선에 따라 시공부위에 고무래, 갈퀴 등으로 골고루 도포한다.

(3) 골재의 살포 및 다짐

가. 골재살포는 수지의 도포 직후 삽을 사용하여 인력으로 살포한다.

나. 다짐은 30kg 수동식 다짐 로울러 2대를 사용하여 다짐한다.

다. 골재 살포량은 7kg/㎡가 표준이나 실제 살포시 소요골재는 부착골재의 2-3배가 필요하고 경화후 잔류골재는 회수하여 재사용하나 손실량이 많고 마감시공골재는 회수사용이 곤란하므로 충분한 량의 골재를 확보하여야 하며 통상 표준량의 1.5배 정도로 한다.

(4) 테이프제거

시공윤곽을 위하여 부착한 테이프는 수지가 경화되면 제거하기가 곤란하므로 수지가 경화되기 전에 제거하여야 하며 다짐작업이 완료된 직후에 제거한다.

(5) 양생 및 잔류골재의 회수

가. 시공 후 잔류골재는 삽, 비 등을 사용하여 이물질이 혼입되지 않도록 회수하여 다시 사용하도록 한다.

나. 양생은 기온, 수지의 도포량, 경화재 사용량 등에 따라 차이가 있으며 수지도포두께가 2.116mm인 경우 1시간이 소요된다.

15. 보도블럭

15.1 개 요

블럭포장은 원래 도로 포장을 목적으로 적당한 재료로 블럭을 제작하여 두었다가 포장위치에 운반하여 부설하는 포장으로 고대에 주로 사용되어 왔으나 현재는 공사비가 많이 들고 자동차 교통에 부적합할 뿐아니라, 콘크리트포장, 아스팔트 포장등이 발달하여 최근에는 차로포장에는 사용하지 않고 보도 등에 주로 사용하고 있다.

보도 블럭에 사용되고 있는 블럭의 종류는 판석(Pave Stone), 소포석(Durax), 벽돌(Brick), 콘크리트블럭, 아스팔트블럭 등이 있다.

15.2 블럭의 크기와 재질

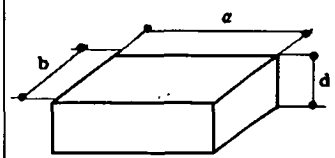
(1) 통상적으로 사용되고 있는 블럭의 크기는 표 58과 같다.

(2) 판석, 소포석은 질이 균일하고 치밀한 화강암, 안산암이 좋다. 콘크리트 블럭은 상층을 12mm정도의 몰탈로 하고 하부는 빈배합으로 친 콘크리트 이층식과 전체 두께를 동일배합의 콘크리트로 제조한 일층식이 있으며 특히 보도용 콘크리트 평판에 있어서는 골재의 최대크기는 20mm, 물시멘트비는 0.5이하로 하고 진동기 또는 압축기로 만드는 것을 원칙으로 한다.

(3) 크기는 한변이 30cm ~ 33cm의 정방형, 두께는 6cm를 표준으로 한다.

(4) 아스팔트 블럭은 모래 70%, 석분 22%, 아스팔트 8% 정도로 혼합하여 압착기에 넣어서 압착하여 만들며 비중 2.3~2.5정도, 공극율 3%이하로 한다.

표 58 블럭의 치수(cm)

종 류	a	b	d	
판 석	30 ~ 50	15 ~ 30	8 ~ 15	
	25	25	8 ~ 15	
	33	33	8 ~ 15	
벽 돌	20	9	7.5	
콘크리트블럭	28 ~ 36	28 ~ 36	6 ~ 15	
아스팔트블럭	24 ~ 30	12	2 ~ 6	

15.3 구 조

(1) 구조는 그림 113과 같이 4개부분으로 구성된다.

(2) 기층은 특수한 경우를 제외하고는 콘크리트 기층으로 하고 두께는 15cm정도로 한다. 사용할 시멘트 양을 280kg/㎥이상으로 한다.

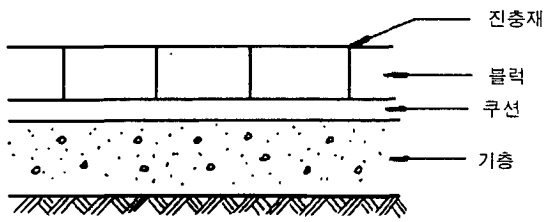


그림 113 블럭포장의 구조

(3) 쿠션(Cushion Bedding Couirse)은 기층면의 블럭과 블럭의 두께차이로 포설면이 울록불록하고 격자 블럭의 시공성을 용이하게 할 목적으로 기층과 블럭의 사이에 넣는 것이다.

(4) 진충재(Filler)는 블럭간의 사이에 진충하여 블럭의 움직임을 막고 물이 들어가는 것을 방지하는 것이다. 블럭간의 사이는 좁게는 3~4mm, 기타의 경우는 5~10mm정도로 한다.

(5) 블럭의 종류에 따른 쿠션의 종류, 두께, 진충재의 종류는 표 59와 같다.

표 59 쿠션의 종류, 두께, 진충재의 종류

블 럭	쿠 션		진충재
	종 류	두께(cm)	종 류
판 석	모 래 시멘트 몰탈	3 ~ 4 2 ~ 3	모 래
벽 돌	시멘트 몰탈 아스팔트 몰탈	2 ~ 3 25	아스팔트 몰탈 시멘트 몰탈 모 래
콘크리트블럭	모 래 시멘트 몰탈	3 ~ 4 2 ~ 3	모 래 시멘트 몰탈
아스팔트블럭	시멘트 몰탈 아스팔트몰탈	0.5 ~ 1	아스팔트 유제

15.4 블럭의 포설

(1) 기층은 시멘트콘크리트 기층이 많이 사용되며 기층이 완료되면 그 위에 쿠션층을 두고 다시 그 위에 블럭을 병열한다.

(2) 블럭 포설이 끝나면 진충재를 넣는다. 모래 시멘트몰탈의 경우는 노면에 살포하고 부러쉬 등으로 줄눈에 집어넣는다. 또 시멘트 몰탈의 경우는 사전에 노면상에 물을 뿌려 블럭이 몰탈중의 수분을 흡수하는 것을 막는다. 또 이런 때는 신축줄눈이 필요하며 일반적으로 가로줄눈은 10~30m간격, 세로줄눈은 양측에 두는 것으로 한다.

(3) 아스팔트의 경우는 블럭사이에 직접 주입한다.

(4) 이상의 작업이 끝나면 특히 시멘트몰탈의 경우 적당한 양생을 한 다음 통행 개방한다.

16. 장애자 보도

16.1 목적

횡단보도가 설치되어 있는 구간에 장애자용 휠체어, 유모차, 고령자 등의 통행에 편리하도록 한다.

16.2 보도등의 깍아내리기

횡단보도가 있는 개소에서 보도와 차로와의 접속은 다음 구조를 표준으로 한다. (그림 114~119)

(1) 접속구배

휠체어가 지장을 받지 않고 통행할 수 있는 구배를 기준으로 8%를 표준으로 한다.

(2) 수평구간

접속구간과 단차사이에는 수평구간을 두어야 하며 그 차는 1.5m 정도로 한다.

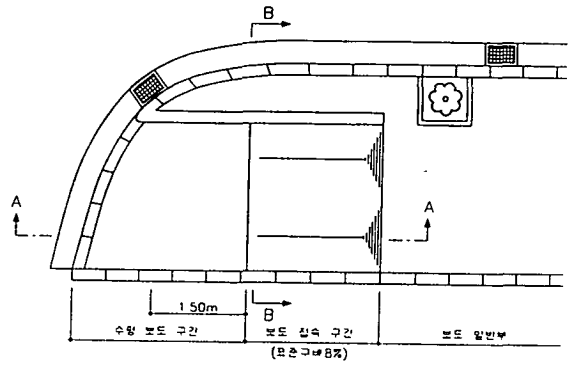
(3) 차로와의 단차

차로와 보도의 단차는 2cm를 표준으로 한다.

(4) 유의사항

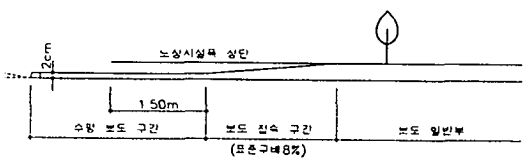
(가) 횡단보도개소에서의 중앙분리대와 차로와의 접속은 횡단보도 전폭을 동일 높이로 접속한다.

(나) 보도등의 깍아내리기로 보도면이 낮아지는 관계로 강우시에 유수될 우려가 있는 개소에는 집수구의 면적을 충분히 확보하거나 집수구의 증설 등 배수를 충분히 고려하여야 한다.



A-A 단면

B-B 단면



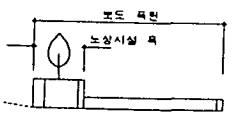
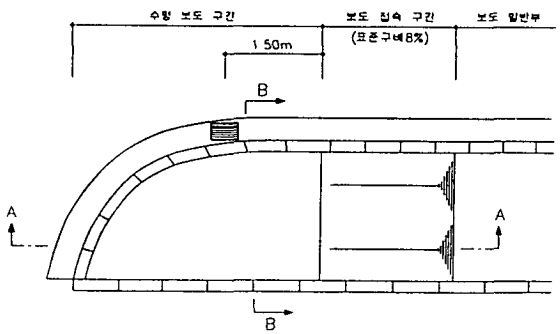
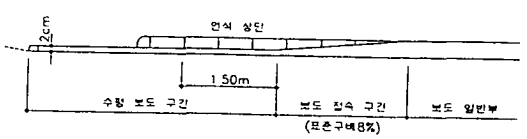


그림 114 보도깍아내리기방법 보도폭이 넓은때
(차로측의 노상시설을 설치할 부분을 제외하고 깍아내린다)



A-A 단면

B-B 단면



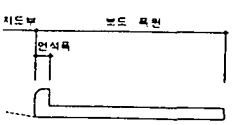
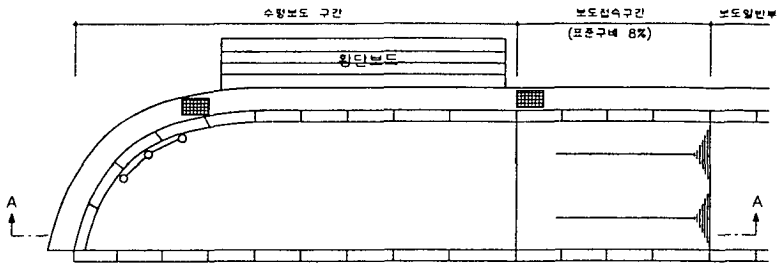


그림 115 보도깍아내리기방법 보도폭이 좁은때
(연석부분을 제하고 깍아내림)



A-A 단면

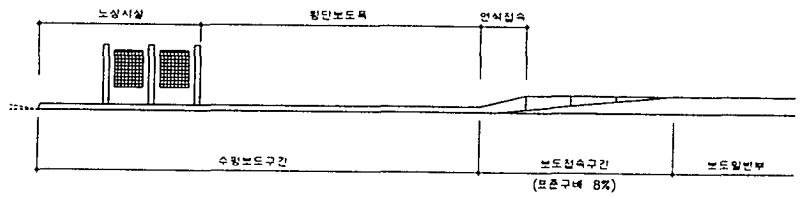
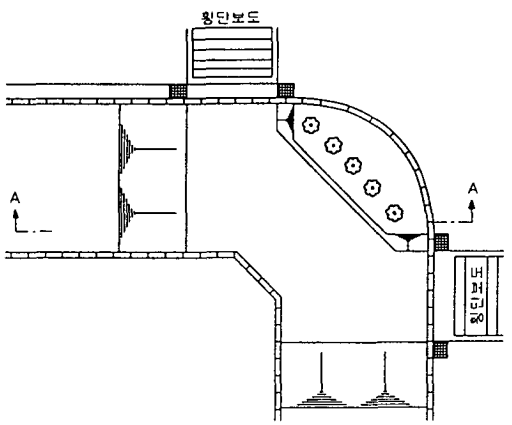


그림 116 보도깍아내리기방법

(횡단보도가 있을때)



A-A 단면

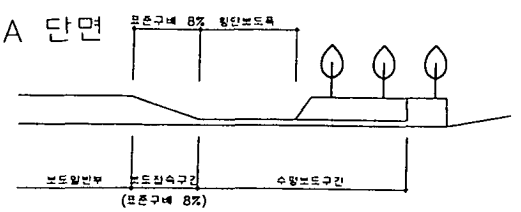
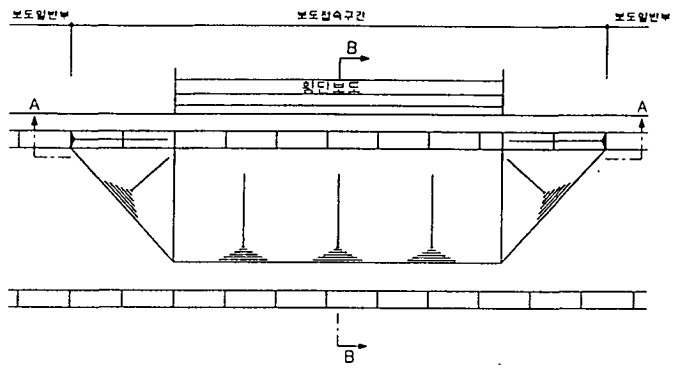
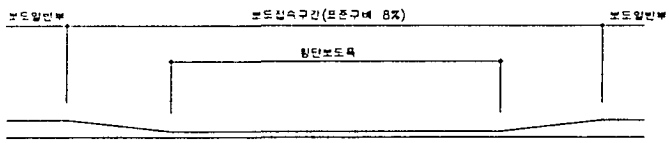


그림 117 보도깍아내리기방법

(교차점에 횡단보도가 있을때)



A-A 단면



B-B 단면

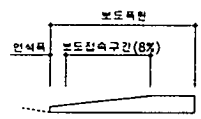
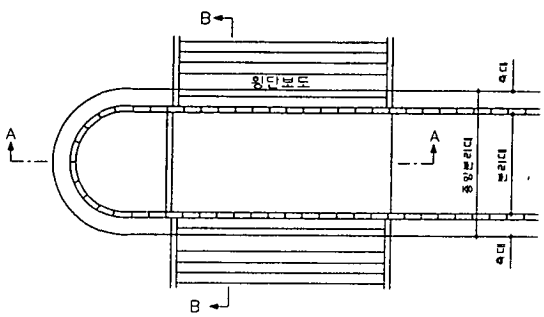
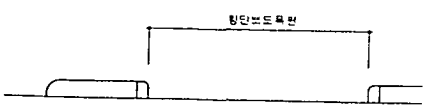


그림 118 보도깍아내리기방법
(수평구간을 취할수 없을때)



A-A 단면



B-B 단면

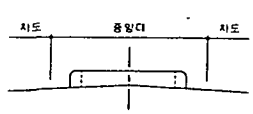


그림 119 중앙분리대 깍아내리기방법

17. 현광방지시설

17.1 개요

야간주행중 차량이 대향차의 불빛에 눈이 부셔 주행에 방해가 되지 않도록 대향차에 미치는 섬광을 방지할 목적으로 설치되는 시설물을 방현망시설이라 한다.

17.2 방현망 시설의 종류 및 설치높이

(1) 식수로 현광을 방지 : 노면상 1.8m, 차광각도 12°

(2) 인공적인 방현시설 : 포장면에서 1.4m, 차광각도 10°

17.3 방현망 시설의 기준

(1) 설치구간

가. 교량, 고가구간 및 식수가 불가능한 구간의 중앙분리대에 설치한다.

나. 설계속도, 선형 등에 따라 필요하다고 인정되는 구간

(2) 설치위치

가. 중앙분리대의 방호 울타리 지주에 병설

나. 중앙분리대의 양측에 방호울타리가 있을 때는 시거의 확보, 차로 중심선의 높이 및 편구배의 영향을 고려하여 한쪽의 방호울타리 지주에 설치

(3) 구조제원 및 갖추어야 할 성능

가. 설치 높이는 포장면에서 1.4m를 표준으로 한다.

나. 차광각도는 약 10°로 한다.

(4) 방현시설의 필요높이와 차광각

방현시설의 필요높이는 당초 중앙분리대에 심어진 나무높이에 대하여 연구를 거듭하여 포장면상 1.7m~ 1.8m로 정하였고, 인공적인 방현시설도 나무높이를 기준으로 하였으나 식수의 경우에는 수목의 머리부분이 일정하지 않고 무성한 정도가 같지 않아 빛이 새어나오는 등의 문제가 있어 식수시보다 낮출 수 있다고 보고 또 경험치, 경제성 등을 고려하여 방현시설의 설치 높이는 1.4m 로 한 것이며 차광높이에 대하여는

가. 운전자는 눈높이를 대형차의 경우 2.0m, 승용차의 경우 1.2m

나. 전조등의 높이를 대형차의 경우 1.2m, 승용차의 경우 0.8m

로 하여 이 높이에 따른 주행위치(주행차로, 추월차로)를 바꾸어 편구배마다 (표60)과 같이 필요차광 높이를 산출하면 대형차의 경우에는 1.7m 이상을 필요로하나 비교적 빈도가 많은 승용차대 승용차, 승용차대 대형차를 조합하였을 때는 1.4m정도의 높이로 차광된다는 것을 알 수 있어 인공적인 방현시설을 설치할 때는 경제성 등을 감안하여 1.4m 로 충분하다고 본 것이다.

표 60 편구배별 필요 차광높이(cm)

편구배 (%)	주행대형 주행승용	주행대형 추월소형	추월대형 주행대형
0	150	138	172
1	146	133	172
2	142	129	173
3	138	124	173
4	134	120	174
5	130	115	174
6	126	110	174
7	122	106	174
8	118	101	175
9	114	97	176
10	110	92	176

— 표준필요 높이 : 140cm

차광 각도는 현광의 영향이 최대인 추월시의 경우를 고려하여 대향차 거리 50m로 하면

$$\theta = \tan\text{-}1 \frac{8.5}{50} \fallingdotseq 9^\circ\ 40'$$

로 9° 40′이상의 차광각도를 필요로 하나 완전차광은 오히려 운전시야를 좁혀 순찰을 방해하는 것과 부분차광이라는 점을 고려하여 약 10°로 한다.

(5) 방현시설의 종류와 적용

방현시설은 주로 금속망, 프라스틱망, 익스팬디드 메탈에 의한 방현망을 주로 사용한다.

참 여 진

성 명	소 속 및 직 책
최 길 대	건설교통부 도로심의관
황 해 성	건설교통부 도로건설과장
임 영 환	건설교통부 토목사무관
서 상 원	건설교통부 담 당

■ 연 구 진

분 야	성 명	소 속 및 직 책	
총 괄	양 긍 환	(사)한국도로교통협회	부회장
	서 종 술	(사)한국도로교통협회	기술국장
배수시설부문	남 영 국	인천대학교	교 수
	김 대 하	(주)동일기술공사	부사장
	김 덕 곤	(주)천일기술단	부사장
	고 춘 근	(주)대원엔지니어링	부사장
	전 영 수	(주)한국종합기술공사	상 무
	양 현	(주)제일엔지니어링	상 무
도로안전시설부문	오 의 진	유니세크	사 장
	김 영 국	(주)유신코퍼레이션	이 사
	유 영 일	(주)유신코퍼레이션	이 사
교량부대시설부문	전 홍 건	(주)도화엔지니어링	이 사
	김 민 경	(주)도화엔지니어링	부 장
	남 경 대	(주)도화엔지니어링	과 장
	원 종 덕	(주)도화엔지니어링	과 장
철근가공조립부문	박 승 필	(주)대한건설엔지니어링	부사장
· 기타시설부문	신 영 각	(주)대한건설엔지니어링	부 장
	최 광 계	(주)대한건설엔지니어링	부 장
	권 태 우	(주)대한건설엔지니어링	과 장
	문 정 선	(주)대한건설엔지니어링	대 리

■ 심의위원

○ 자체심의위원

성 명	소속 및 직책
노 관 섭	건설기술연구원 도로연구실 수석연구원
김 병 석	건설기술연구원 구조연구실 수석연구원
조 선 규	(주)서영기술단 전 무
임 호 상	(주)건화엔지니어링 상 무
박 광 현	(주)한국종합기술개발공사 상 무
김 영 종	한국도로공사 감리공단 구조실장
김 수 만	수원대학교 교 수
성 재 덕	대림전문대학교 교 수
김 묵 현	(주)원방건설 사 장
김 영 국	(주)대한콘설탄트 상 무
이 경 환	(주)유신코퍼레이션 상 무

○ 중앙건설기술심의위원

성 명	소속 및 직책
김 수 보	(주)동일기술공사 전 무
주 성 문	(주)유신코퍼레이션 부사장
조 양 희	인천대학교 교 수
박 선 규	성균관대학교 교 수
권 재 원	(주)평화엔지니어링 대 표
박 민 규	(주)해 강 부사장
경 상 현	한국도로공사 건설본부장
송 기 범	대전산업대학교 교 수
유 근 무	시설안전기술공단 교량진단실 실 장
김 명 규	한도산업 대 표
유 상 봉	(주)쌍용엔지니어링 부 장
전 명 수	(주)한서콘설탄트 전 무
조 문 영	한국건설기술연구원 건설관리연구실 실 장

도로부대시설표준도

■ 1998년 10월 제정

■ 발행 : 건설교통부 도로건설과

(TEL : 02-504-9073～4)

■ 용역수행 : 한국도로교통협회

서울특별시 강남구 대치동 1009-5

구상빌딩 4층

(TEL : 02-552-5878～9)

<table>
<tr><th>페이지</th><th>오</th><th>정</th></tr>
<tr><td>보고서
(안전시설)</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>106</td><td>표-11 보 중심높이 종별S - 60.60</td><td>보 중심높이 종별S 80.40</td></tr>
<tr><td>108</td><td>표-12 바깥지름 - 114.3</td><td>바깥지름 139.8</td></tr>
<tr><td>116</td><td>표-17 노측용 높이 S=1.0</td><td>노측용 높이 S=1.6</td></tr>
<tr><td>120</td><td>표-20 AP,BP,CP-길이 = 393 6</td><td>길이 = 3936</td></tr>
<tr><td>122</td><td>표-22 Bm-매입깊이 = 150</td><td>매입깊이 = 150(40)</td></tr>
<tr><td>124</td><td>표-24 지주판 = t1, t2
지주보강판 = 1/3, t3</td><td>지주판 = t_1, t_2
지주보강판 = l_3, t_3</td></tr>
<tr><td>132</td><td>10열, 21열 = 마크 · G</td><td>MAG · G</td></tr>
<tr><td>133</td><td>5열 마크와</td><td>MAG · G와</td></tr>
<tr><td>140</td><td>표-33 oh(m) = 이하의 등구는</td><td>이상의 등구는</td></tr>
<tr><td>142</td><td>표-34
<table><tr><th></th><th>카프오프형</th><th>세미카프오프형</th></tr><tr><td>배 열</td><td>간격 S</td><td>간격 S</td></tr><tr><td rowspan="2">편 측</td><td>≥3.0W
≥3.5W</td><td>≥3.5W
≥4.0W</td></tr><tr><td>지그재그</td><td>≥3.5W</td><td>≥3.5W</td></tr><tr><td rowspan="2">대 칭</td><td>≥3.0W
≥3.5W</td><td>≥3.5W
≥4.0W</td></tr></table></td><td>표-34
<table><tr><th></th><th>카프오프형</th><th>세미카프오프형</th></tr><tr><td>배 열</td><td>간격 S</td><td>간격 S</td></tr><tr><td rowspan="2">편 측</td><td>≥3.0H
≥3.5H</td><td>≥3.5H
≥4.0H</td></tr><tr><td>지그재그</td><td>≥3.0H</td><td>≥3.5H</td></tr><tr><td rowspan="2">대 칭</td><td>≥3.0H
≥3.5H</td><td>≥3.5H
≥4.0H</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>147</td><td>1열 (1) 기본부 조명</td><td>1열 (1) 터널용……</td></tr>
<tr><td>148</td><td>표-38 대치배열</td><td>대칭배열</td></tr>
<tr><td>151</td><td>표-40 L4 - 350 이상</td><td>L4 - 400 이상 → 90</td></tr>
<tr><td>154</td><td>7-6-3 가 그림 90 - T자형
그림 91 - +자형</td><td>그림 90 - +자형
그림 91 - T자형</td></tr>
<tr><td>155</td><td>그림 90 - T자형 그림 91 - +자형
(2) 가 (그림 91)
2열 도로 ①에서 ②로</td><td>그림 90 - +자형 그림 91 - T자형
(2) 가 (그림 92)
도로 ②에서 ①로</td></tr>
<tr><td>156</td><td>그림 - 92 좌로 분기시
우로 분기</td><td>우로 분기시
좌로 분기</td></tr>
<tr><td>166</td><td>표-46 단위 누락</td><td>단위 : (cd/0.761 lx)</td></tr>
<tr><td>168</td><td>표-49 901~1,200 - 40</td><td>901~1,200 - 35.0</td></tr>
<tr><td>173</td><td>색도좌표 Y 하얀색0 2870.2 빨강색97</td><td>하얀색 0.287 빨강색 0.297</td></tr>
<tr><td>184</td><td>1열 - 500~1000m에는 중간에 13개소</td><td>250m당 1개소씩 설치한다</td></tr>
<tr><td>185</td><td>12-5-1 (1) 발주기관에 출</td><td>발주기관에 제출</td></tr>
<tr><td>199</td><td>표-57 접촉강도 - 12 이상</td><td>접촉강도 - 120 이상</td></tr>
<tr><td>(표준도)</td><td>Ⅱ-3-1 지주외경 Am - 114 3</td><td>Am 139.8</td></tr>
<tr><td></td><td>Ⅱ-6-1 가드케이블의 연결대 치수 - t</td><td>삭제</td></tr>
<tr><td></td><td>Ⅱ-16-2 유도표의 크기 : 교량용 - 185</td><td>교량용 - 80</td></tr>
<tr><td></td><td>Ⅱ-17-2 가드케이블의 끝지주치수 A, B
설명) 옆 표에서
곡선부에서의 유도표 설치</td><td>Am, Bm
설명) Ⅱ-17-2 표에서
곡선부에서의 유도표 설치(고속도로)</td></tr>
</table>