도로안전시설 설치 및 관리 지침

– 차량방호 안전시설 편 –

(2024. 12)

국토교통부
Ministry of Land, Infrastructure and Transport

지침 개정에 따른 경과조치

본 '도로안전시설 설치 및 관리 지침'의 부분개정 발간시점에서 이미 시행중인 건설공사 및 설계용역은 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

머리말

본 지침은 1980년 발행된 ‘방호책 설치요령’을 보완하여 작성한 ‘도로안전시설 설치 및 관리 지침-방호울타리 편’(1997. 2)과, 동 지침의 중앙분리대 및 충격흡수시설 편(1998.10), 동 지침의 교량용 방호울타리 편’(1999. 9), 그리고 이들을 다른 안전시설 설치 및 관리지침과 통합하여 발행한 ‘도로안전시설 설치 및 관리 지침- 통합편’(2014.12)의 차량 방호 안전시설 관련 내용을 개정한 것으로 도로상 차량방호 안전시설 설치 및 관리에 필요한 최소한의 기준이다.

본 지침은 1) 안전시설은 일어날 수 있는 모든 충돌에 대비할 수 없으므로 경제적, 기술적으로 처리가 가능한 최악의 충돌조건에 대하여 설계되고, 2) 도로관리 주체는 경제성과 기술수준에 맞게 충돌기준을 탄력적으로 적용할 수 있으며, 3) 지침을 통하여 제시되는 실험기준이나 설치방법이 최종적인 것이 아니라 새롭게 개발되는 재료, 기술, 실험 방법은 과학적이고 공학적인 데이터로 사고위험을 줄이는데 기여할 수 있는 효과가 입증되고 경제성이 확인되면 언제든지 사용할 수 있도록 하여야 한다는 세 가지 기본개념 하에 개정되었다.

본 지침의 제정 이후에 설치되는 차량방호 안전시설은 차량방호 안전시설 설치에 원칙적으로 실물충돌시험을 통하여 성능이 검증된 제품을 사용하며, 시인성 증진 시설(제1편 시선유도시설 편의 5장)과 함께 본 지침의 제반 내용에 적합하게 설치하여야 한다.

〈제목 차례〉

1. 총칙 ····· 1
1.1 목 적 ····· 1
1.2 적용 범위 ····· 1
1.3 용어의 정의 ····· 2

2. 방호울타리 ····· 5
2.1 기능 및 종류 ····· 5
2.2 설치 장소 ····· 15
2.3 설계 및 성능 기준 ····· 36
2.4 구조 및 재료 ····· 43
2.5 설치 ····· 48
2.6. 시공 ····· 58
2.7. 유지 관리 ····· 68

3. 충격흡수시설 ····· 71
3.1 기능 및 종류 ····· 71
3.2 설계 및 성능 기준 ····· 73
3.3 설치 장소 및 설치 ····· 75
3.4 시공 ····· 82
3.5 유지 관리 ····· 83

4. 단부처리 및 전이구간 ····· 85
4.1. 단부처리 ····· 85
4.2 전이구간 ····· 91

5. 트럭탈부착형 충격흡수시설(TMA) ····· 93

부록 ····· 95

참 고 문 헌 ····· 99

도로안전시설 설치 및 관리지침 연혁 ····· 100

<표 차례>

<표 2.1> 각 형식별 방호울타리의 특징 ····· 9
<표 2.2> 각 형식의 설치에 적합한 장소 ····· 9
<표 2.3> 방호울타리의 등급 ····· 12
<표 2.4> 방호울타리의 등급 및 적용(예시) ····· 14
<표 2.5> 기존 지침과의 방호울타리 등급 비교 ····· 14
<표 2.6> 강도 성능 평가를 위한 시험 조건 ····· 36
<표 2.7> 탑승자 보호 성능 평가를 위한 시험 조건 ····· 37
<표 2.8> 탑승자 보호 성능 평가 기준 ····· 40
<표 2.9> 방호울타리 설계를 위한 퍼짐률 ····· 51
<표 2.10> 방호울타리 설계를 위한 이격 거리() ····· 52
<표 2.11> 측방 회복 가능 영역( ) ····· 54
<표 2.12> 평면 곡선반경에 따른 보정계수 ····· 54
<표 2.13> 현광방지시설 설치 구간 ····· 57
<표 2.14> 장력 및 지주 간격에 따른 케이블의 처짐 ····· 63
<표 3.1> 충격흡수시설 충돌 시험 조건 ····· 74
<표 3.2> 충돌 설계속도에 따른 시설 설치 여유 공간 ····· 77
<표 4.1> 단부처리시설의 충돌시험 조건 ····· 86
<표 5.1> 트럭탈부착형 충격흡수시설의 등급 및 충돌시험 조건 ····· 93

<그림 차례>

<그림 2.1> 인접한 두 원곡선 반지름의 조화(예시) ····· 13
<그림 2.2> 성토부의 비탈면 경사 ····· 15
<그림 2.3> 구조물이 있는 경우 비탈면 경사 ····· 15
<그림 2.4> 비탈면 경사와 노측 높이와의 관계 ····· 15
<그림 2.5> 철도 또는 다른 도로에 들어갈 위험이 있는 경우 ····· 18
<그림 2.6> 차도면이 다른 차도면과 높이가 같거나(위) 낮은 경우(아래) ····· 18
<그림 2.7> 보도용 횡단방지 울타리의 설치 예 (차량용과 보행자용을 사용할 경우) ····· 26
<그림 2.8> 교량부 전이구간 설치 사례 ····· 29
<그림 2.9> 방호울타리 전면과 연석 전면의 거리 ····· 29
<그림 2.10> 교량용 방호울타리 구조물 위 설치 사례 ····· 30
<그림 2.11> 교량 양쪽에 보도가 설치된 경우의 방호울타리 설치 ····· 31
<그림 2.12> 교량 한쪽에 보도가 설치된 경우의 방호울타리 설치 ····· 31
<그림 2.13> 보도가 없는 경우 교량용 방호울타리의 설치 ····· 32
<그림 2.14> 성토부의 수평지지력 실험 (예) ····· 33
<그림 2.15> 동적최대 변형거리(D)와 최대 점유폭(W;Working Width) ····· 40
<그림 2.16> 차량 방호울타리의 탈출박스 ····· 41
<그림 2.17> 방호울타리의 높이 측정 예 ····· 44
<그림 2.18> 난간 겸용 차량 방호울타리의 설계 예 ····· 45
<그림 2.19> 분리대에 짧은 경사가 있을 때의 설치 예 ····· 49
<그림 2.20> 분리대에 긴 경사가 있을 때의 설치 예 ····· 49
<그림 2.21> 차도에서 방호울타리까지의 경사와 퍼짐률 ····· 52
<그림 2.22> 방호울타리의 접근부 설계 ····· 53
<그림 2.23> 대향 차량에 대한 방호울타리의 접근부 설계 ····· 55
<그림 2.24> 차광 각도 ····· 57
<그림 2.25> 베이스 플레이트 방식 정착 예 ····· 60
<그림 2.26> 곡선 구간의 곡선 반경 산출 방법 ····· 60
<그림 2.27> 보 붙임 ····· 61
<그림 2.28> 가드 케이블 단부 지주의 기초 예 ····· 62
<그림 2.29> 가드 케이블의 절단 ····· 63
<그림 2.30> 가드 케이블과 단부 지주의 연결 ····· 63
<그림 2.31> 설치 표시 ····· 67
<그림 3.1> 충돌 차량의 충돌 위치 및 충돌 방향(시험 ①~시험 ⑤) ····· 72
<그림 3.2> 충돌 차량의 충돌 위치 및 충돌 방향(시험 ①~시험 ⑤) ····· 73
<그림 3.3> 연결로 출구 분기점에서의 시설 설치 여유 공간 ····· 77
<그림 3.4> 충격흡수시설의 설치 방향 ····· 78

<그림 3.5> 충격흡수시설 방호울타리 복합 설치 예 ····· 80
<그림 3.6> 충격흡수시설의 선정 과정 ····· 80
<그림 3.7> 폭이 좁은 곳에서의 방호울타리 설치 예 ····· 81
<그림 4.1> 충돌차량의 충돌위치 및 충돌방향 ····· 86
<그림 4.2> 방호울타리 단부처리시설의 설치 예 ····· 86
<그림 4.3> 단부를 길 바깥쪽으로 구부리는 단부처리 예 ····· 88
<그림 4.4> 절토부 고정 및 추가 보 설치 예 ····· 88
<그림 4.5> 가드 케이블 단부처리의 예 ····· 89
<그림 4.6> 박스형 보의 단부처리 예 ····· 89
<그림 4.7> 중앙분리대용 방호울타리의 단부처리시설 설치 예 ····· 90
<그림 4.8> 강성과 연성 방호울타리의 전이구간 설치 예 ····· 91
<그림 4.9> 종류가 다른 연성방호울타리의 전이구간 설치 예 ····· 92
<그림 5.1> 충돌차량의 충돌위치 및 충돌방향 ····· 94

제3편 차량방호 안전시설

1. 총칙

1.1 목 적

본 지침은 도로안전시설 중 차량방호 안전시설의 설치 및 관리에 관한 기본적이고 세부적인 시행 지침을 정함으로써, 도로교통 안전과 원활한 교통 소통을 도모하고 더 나은 도로 환경을 조성하는데 목적이 있다.

【설 명】

차량방호 안전시설은 도로법 제2조 및 도로법 시행령 제2조에서 규정하고 있는 도로부속물로서, 차로를 이탈한 차량의 전복이나 도로변에 있는 각종 위험물과의 충돌 등과 같은 치명적인 교통사고의 피해를 줄이기 위하여 설치하는 각종 차량 방호울타리(노측용, 중분대용, 교량용), 전이구간, 단부처리시설, 충격흡수시설, 트럭탈부착용 충격흡수시설 등의 시설을 말한다.

본 지침은 차량방호 안전시설의 기능, 성능, 설치, 재료, 시공 및 유지 관리에 관한 기본적이고 세부적인 사항을 정함으로써, 도로관리자는 차량방호 안전시설의 설치·관리 업무를 적합하게 수행할 수 있도록 하고 도로 이용자는 보다 안전하게 도로를 이용할 수 있도록 함을 목적으로 한다.

1.2 적용 범위

본 지침은 「도로법」에 규정된 차량방호 안전시설의 설치 및 유지 관리 기준을 기술한 것으로, 실무자들이 차량방호 안전시설의 설계, 시공 및 유지 관리 업무를 수행하는 경우에 적용한다. 본 지침은 「도로법」 제10조에서 정하고 있는 도로에 적용함을 원칙으로 하되, 기타 도로에도 적용할 수 있다.

【설 명】

본 지침은 차량방호 안전시설의 설치 및 관리에 관한 기술적인 사항의 일반적 기준을 제시한 것이다. 핵심적이고 표준적인 사항은 사각형 내에 고딕체로 제시하였고, 구체적인 사항은 "【설명】"에 제시하였다. 따라서 본 지침의 표준적 사항과 구체적 사항은 동일한 효력을 갖는 것으로, 각 도로관리기관에서는 이를 토대로 하고 도로의 기능, 도로 조건, 지형 및 기술수준 등을 감안하여 현장에 맞게 설치하도록 한다.

본 지침에서 규정한 것 이외의 유사 시설 또는 신제품에 대해서는 본 지침의 근본 취지 범위에서 검증 과정을 포함한 검토와 의견 수렴을 거쳐 적용할 수 있다. 본 지침에서 제시하고 있는 조건과 다른 특수한 경우에서의 적용은 본 지침의 기본 개념을 토대로 하여 특수 조건에 적합한 시설을 개발·적용할 수 있으나, 신중한 검토 분석이 필요하다.

실물충돌시험은 본 지침 및 '차량방호 안전시설 실물충돌시험 업무 편람'에 따른다.

1.3 용어의 정의

차량방호 안전시설이라 함은 주행 중 진행 방향을 잘못 잡은 차량이 길 밖, 또는 대향차로 등으로 이탈하는 것을 방지하거나 차량이 구조물과의 직접적인 충돌을 방지하여 차량 탑승자 및 차량, 보행자 또는 도로변의 주요 시설을 안전하게 보호하기 위하여 설치하는 시설을 말한다. 차량방호 안전시설로는 노측이나 중앙분리대, 교량 등에 설치하는 방호울타리와 고정 구조물의 전면에 설치하는 충격흡수시설이 있다.

【설 명】

본 지침에서 사용되는 주요 용어의 정의는 다음과 같다.

- **차량방호 안전시설** : 도로법 제2조 및 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 제38조에 규정된 시설 중 차량의 이탈이나 정면충돌 등과 같은 치명적인 교통사고의 피해를 줄이기 위해 설치하는 각종 방호울타리(노측용, 중분대용, 교량용), 전이구간, 단부처리시설, 충격흡수시설, 트럭탈부착용 충격흡수시설 등을 말함

- **차량 방호울타리** : 주행 중 정상적인 주행 경로를 벗어난 차량이 길 밖, 대향 차로 또는 보도 등으로 이탈하는 것을 방지하는 동시에 탑승자의 상해 및 차량의 파손을 최소한도로 줄이고 차량을 정상 진행 방향으로 복귀시키는 것을 주목적으로 설치하는 시설물을 말함

- **노측용 방호울타리** : 차량이 길 밖으로 이탈하는 것을 방지하기 위하여 도로의 길어깨 측에 설치하는 방호울타리

- **중앙분리대용 방호울타리** : 왕복방향으로 통행하는 차량들이 대향차도 쪽으로 이탈하는 것을 방지하기 위해 도로 중앙의 분리대 내에 설치하는 시설물을 말함

- **보도용 방호울타리** : 차량이 길 밖으로 벗어나 보도로 침범하여 일어나는 교통사고로부터 보행자 등을 보호하기 위하여 설치하는 방호울타리

- **보행자용 방호울타리** : 보행자, 자전거 등이 길 밖으로 추락하는 것을 방지하기 위해 설치하거나 보행자의 무단 도로횡단을 방지하기 위하여 설치하는 방호울타리

- **교량용 방호울타리** : 교량 위에서 차량이 차도로부터 교량 바깥, 보도 등으로 벗어나는 것을 방지하기 위해서 설치하는 방호울타리

- **난간** : 교량에서 보행자와 자전거가 교량 바깥으로 떨어지는 것을 방지하기 위한 보행자용 방호울타리

· **난간 겸용 차량 방호울타리** : 교량에서 차량의 방호 기능과 보행자, 자전거 등이 교량 밖으로 떨어지는 것을 방지하기 위한 난간의 기능을 모두 갖춘 교량용 방호울타리의 일종

· **연성 방호울타리** : 방호울타리를 강성에 따라 구분한 것으로, 차량의 충돌시 구성 부재가 변형되는 방호울타리

· **강성 방호울타리** : 방호울타리를 강성에 따라 구분한 것으로, 차량의 충돌시에 구성 부재가 거의 변형되지 않는 방호울타리

· **연석** : 보도와 차도를 구분하기 위해 보도와 차도의 경계부에 설치하는 것으로 운전자의 시선유도나 배수유도기능을 하며, 차도를 벗어난 차량이 보도로 진입하는 것을 억제해주는 효과가 있음

· **교량연석** : 교량의 최 외측에서 끝에 차량이 교랑 밖으로 이탈하는 것을 방지하기 위해 차도면 보다 높은 구조를 갖는 부분

· **분리대** : 차로를 왕복방향별 또는 동일 방향별로 분리하기 위하여 설치되는 도로의 부분임

· **측대** : 운전자의 시선을 유도하고 측방 여유를 확보하며, 도로 포장단의 파손을 막기 위해 차도에 접속하여 중앙분리대 또는 노측에 설치하는 띠 모양의 부분을 말함

· **현광방지시설** : 대향차도에서 다가오는 차량의 전조등으로 인한 운전자의 눈부심을 방지하기 위해 설치하는 시설임

· **충격흡수시설** : 주행 차로를 벗어난 차량이 고정된 구조물 등과 직접 충돌하는 것을 방지하여, 교통사고의 치명도를 낮추는 시설

· **주행 복귀형 충격흡수시설** : 차량 충돌시 본래의 주행차로 방향으로 복귀시켜 정상 주행이 가능하게 하는 기능을 가진 충격흡수시설

· **주행 비복귀형 충격흡수시설** : 차량의 충격을 시설이 흡수하여, 차량이 정지하도록 하는 기능을 가진 충격흡수시설

· **충격흡수시설 후면 유효 폭** : 해당 충격흡수시설을 설치해 차량이 구조물 등과 직접적으로 충돌하는 것을 방지할 수 있는 충격흡수시설의 후면 최대 폭 (충격흡수시설 구조상 일부 부재의 후면 밀림이 발생할 경우, 해당 부재 폭은 후면 유효 폭에서 제외한다.)

· **방호울타리 단부처리시설** : 차량이 방호울타리의 끝 부분을 충돌할 때 차량의 거동이

불안하게 되거나 방호울타리의 단부가 차량을 관통할 수 있으므로 이를 방지하기 위해 방호울타리 단부에 설치하는 시설

· **전이구간** : 상이한 강도나 형식을 갖는 방호울타리들이 연결되어, 구조물의 강성이나 단면이 변화되는 구간으로 강도나 단면을 완만하게 변화시켜 연속성을 준 구간

· **트럭탈부착용 충격흡수시설(TMA)** : 도로 상의 작업자 및 탑승자의 안전 확보를 위해 작업용 차량에 탈부착하는 충격흡수시설

· **실물충돌시험** : 일정 충돌조건에서 실물 차량을 차량방호 안전시설에 충돌시킨 후, 탑승자, 차량, 차량방호 안전시설의 거동을 분석함으로써 그 성능을 평가하는 시험

· **충격도** : 방호울타리의 충격 면에서 직각으로 얻어지는 차량의 운동 에너지를 말하며, 본 지침에서는 차량 방호울타리 등급의 강도를 정의하기 위해서 사용함

· CIP(Critical Impact Point) : 지침의 평가 기준에 따라 안전시설의 성능을 평가함에 있어서 시험 실패의 가능성을 가장 높게 하는 충돌지점

· BP(Break Point) : 성토부 경사면과 보호 길어깨가 만나는 점

· **포켓팅(Pocketing)** : 차량 충돌시 연성 방호울타리가 주머니와 같은 과다한 변형이 발생하여 차량의 진출각도가 커지거나 차량의 진행방향을 가로막아 감속도를 유발하는 현상

· **스내깅(Snagging)** : 차량 충돌시 연성 방호울타리의 지주나 수직부재가 차량의 바퀴나 몸체나 부딪쳐 과다한 감속도를 유발하는 현상

2. 방호울타리

2.1 기능 및 종류

2.1.1 기능

방호울타리는 주행 중 정상적인 주행 경로를 벗어난 차량이 길 밖, 대향 차로 또는 보도 등으로 이탈하는 것을 방지하는 동시에 탑승자의 상해 및 차량의 파손을 최소한도로 줄이고 차량을 정상 진행 방향으로 복귀시키는 것을 주목적으로 하며, 부수적으로는 운전자의 시선을 유도하고 보행자의 무단 횡단을 억제하는 등의 기능을 갖는 시설이다.

【설 명】

방호울타리의 주 목적은 정상적인 주행 경로를 벗어난 차량이 길 밖으로 이탈하는 것을 방지하는 것이며, 부차적으로 아래와 같은 기능을 갖는다.

① 충돌한 차를 정상적인 진행 방향으로 복귀시킨다.
② 충돌한 차에 타고 있는 탑승자의 안전을 확보한다.
③ 충돌 후, 충돌 차량 또는 방호울타리에 의한 교통 장애가 없게 한다.
④ 보행자의 안전을 확보한다.
⑤ 노변 시설물을 보호한다.
⑥ 사고 차량에 의한 2차 사고를 억제한다.
⑦ 물적 손해를 최소한으로 한다.
⑧ 운전자의 시선을 유도한다.

위와 같은 기능을 갖는 방호울타리는 차량용 방호울타리에 관한 것이다.
최근의 교통 여건이나 교통사고 현황을 살펴보면 보행자의 차도 무단 횡단도 큰 문제로 나타나고 있다. 따라서 이를 억제하고 보행자의 추락 등을 예방하기 위해 보행자용 방호울타리도 필요하다. 그러므로 보행자용 방호울타리도 넓은 의미에서 같은 기능으로 보아 본 지침에 포함하였다. 특히 최근에는 차량의 중량화와 대형화 추세로의 교통 환경 변화와 함께 차량 주행 성능이 좋아지고 시간 가치의 필요에 따라서 과속 주행하는 경우가 늘고 있다. 따라서 차량의 도로 이탈시 피해를 줄이기 위하여 설치되는 방호울타리의 중요성은 더욱 커지고 있다.

2.1.2 종류

방호울타리의 종별은 설치 위치 및 기능에 따라 노측용, 분리대용, 보도용 및 교량용으로 나누며, 시설물의 강도에 따라서는 연성 방호울타리와 강성 방호울타리로 구분된다.

【설 명】

방호울타리의 종류는 시설을 설치하는 위치에 따라 노측용, 분리대용, 보도용 및 교량용으로 구분된다. 또한 방호울타리의 형식도 다양하며, 시설물의 강도에 따라서는 연성 방호울타리와 강성 방호울타리로 구분되고, 일반적으로 사용되는 시설의 각각의 구조에 따라 다음과 같이 분류된다.

가. 연성 방호울타리

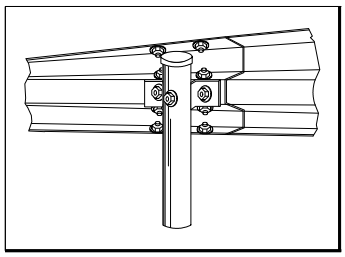
차량이 충돌할 때 다소의 변형이 수반되면서 충격에너지를 흡수하는 것을 주된 기능으로 하는 방호울타리이다. 주로 철, 알루미늄으로 이루어진 빔(혹은 케이블)과 지주로 이루어진 구조물로 교량용 방호울타리의 경우 강성에 가까워 이를 반강성형으로 구분하기도 한다.

1) 보(beam)형 방호울타리

연결된 보를 지주로 받친 구조로서 차량의 충돌에 대하여 휨과 장력으로 저항한다.
보는 파형단면, 철재 혹은 알루미늄으로 만든 각종 중공 튜브형 보 등 다양한 형태가 있다.

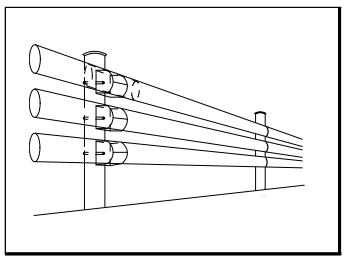
(1) 가드레일(guard rail)

연결된 파형(波形) 단면의 보를 지주로 받친 구조로 된 것으로, 적당한 강성과 인성을 가져 차량 충돌시 소성(塑性) 변형은 크나 파손 부분의 대체가 쉽고, 설치 장소에 따라서는 시선 유도의 효과도 있다.



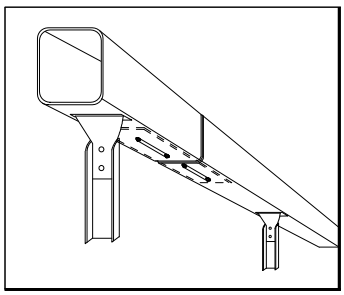
(2) 가드 파이프(guard pipe)

연결된 여러 개의 파이프를 보로 사용하고 지주로 받친 구조물로, 기능적으로는 가드레일과 비슷하나 가드레일에 비하여 전망과 쾌적성이 좋은 반면, 시선 유도의 기능이 미흡하고 시공이 어렵다.

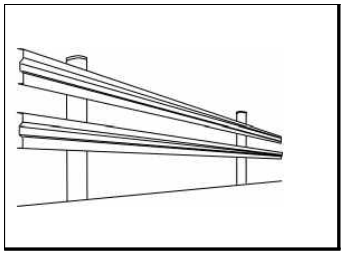


(3) 박스(box)형 보

연결된 커다란 1개의 각형(角形) 파이프를 보로 사용하고 지주로 받친 구조로 된 것으로, 차량의 충돌에는 휨으로 저항하며 앞뒤의 구분이 없기 때문에 보통 분리대용으로 사용한다.

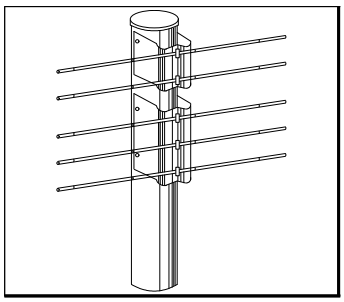


(4) 개방형 가드레일(Open Guard rail)
가드레일과 가드파이프의 장점을 가지고 있으며 곡선반경이 적은 구간에 사용이 가능하며, 개방감이 있어 전망, 쾌적성이 좋고 적설지방에 유리하지만 단가가 비싸진다.



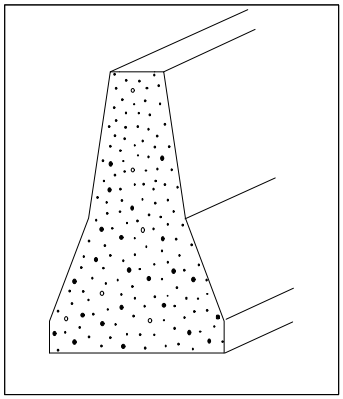
2) 케이블(cable)형 방호울타리 / 가드 케이블(guard cable)

장력이 미리 주어진 케이블을 지주로 받친 구조로 된 것으로, 차량 충돌에 대하여 장력으로 저항한다. 전망, 쾌적성이 좋고 주행 압박감은 없으나 시선 유도성이 좋지 않고 유지관리가 어렵다.



나. 강성 방호울타리

충돌 시 구조물의 변형에 의한 충격흡수보다는 차량의 복귀를 주목적으로 변형되지 않는 방호울타리이며 일반적으로 CSSB(Concrete Safety Shape Barrier)를 말한다. 탑승자의 안전성 측면에서는 변형하는 형태의 연성 방호울타리가 우수하나 설치공간의 제약, 유지관리의 수월성, 절대방호, 경제성 등의 이유로 강성 방호울타리를 사용한다.

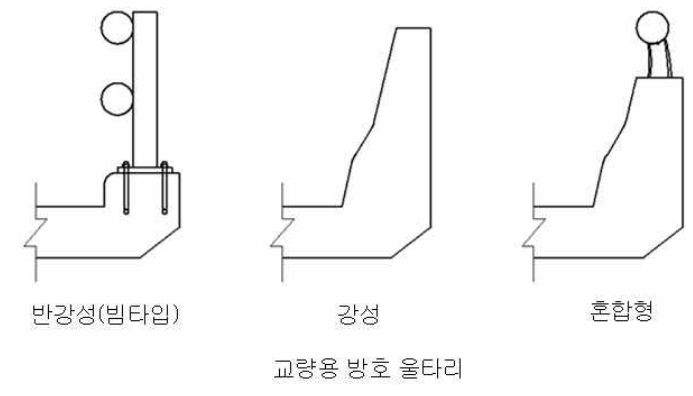


다. 기타 방호울타리

이와 같은 각 형식 이외에도 롤링방식 등 여러 가지 형식 또는 재료를 사용한 방호울타리를 고려할 수 있다. 특별한 지역에 있어서 특수 형식의 적용은 별도의 검토 분석을 거쳐 시행할 수 있다.

라. 교량용 방호울타리

교량용 방호울타리는 1) 알루미늄 혹은 철재로 만든 지주에 각종 단면의 빔을 연결시키는 빔 타입과 2) 콘크리트 강성 방호울타리 3) 높이가 낮은 콘크리트 강성 방호벽 위에 빔을 설치한 혼합형으로 구분할 수 있다. 교량위에 설치된 방호울타리는 충돌 차량을 큰 처짐 없이 차로로 복귀 시키는 것이 무엇보다 중요하기 때문에 빔 타입이라도 노측용 연성 방호울타리에 비하여 전체적인 구조물의 강성이 크기 때문에 반강성 방호울타리로 구분하기도 한다. 차량의 추락을 방지한다는 목적만으로 보면 강성 방호울타리가 유리하나 강성 방호울타리는 일정높이 이상이 되면 승용차 운전자의 시야를 가림으로써 주변경관을 조망할 수 없게 만들기 때문에 빔 타입을 주로 사용하게 되고 빔 타입과 강성 방호울타리의 장점을 결합한 혼합형 방호울타리를 사용하기도 한다.



2.1.3 형식 선정

방호울타리 형식 선정에 있어서는 성능, 경제성, 주행상의 안전감, 시선 유도, 전망, 쾌적성, 주위 도로 환경과의 조화, 시공 조건, 분리대의 폭, 유지보수 등을 충분히 고려하여 형식을 선정한다.

【설 명】

방호울타리의 형식 선정은 본 지침 전반을 충분히 검토한 후 그 선정을 정확히 하여야 한다. 일반적으로, 짧은 구간에 각기 다른 형식의 방호울타리를 사용하는 것은 미관 측면뿐 아니라 기능면에서도 이종 방호울타리 사이의 연결문제가 복잡해지므로 가급적 같은 형식의 방호울타리를 연속하여 사용해야 한다.

방호울타리의 주 기능이 차량 충돌의 충격 흡수 및 방향 교정을 통해 차량의 길 밖 이탈을 방지함과 아울러 차량 탑승자의 안전을 확보하고, 충돌한 차량을 정상적인 진행 방향으로 복귀시킨다는 점을 고려한다면 설치공간이 여유가 있는 경우 연성 방호울타리를 사용하는 것이 좋다. 한편, 중앙분리대나 고가도로, 교량 등에서 차로 밖 이탈을 방지하는 기능이 특히 중요한 구간, 사고 후 복구작업을 최소화하여야 하는 구간, 절벽구간과 같이 이상적인 성토가 불가하여 지반지지력의 확보가 곤란한 구간에는 강성 방호울타리를 사용하는 것이 좋다.

각 형식별 방호울타리의 특징과 설치 위치를 종합하면 표 2.1 및 표 2.2와 같다. 방호울타리의 형식 선정은 시설의 성능이 충분히 고려되어야 하고 주변 환경과 조화를 이룰 수 있도록 해야 한다. 특히 도시부에 사용되는 보도용 방호울타리는 인간 친화적인 시설이 될 수 있도록 해야 한다.

일반적으로 도로 안전시설 특히, 각종 방호울타리는 도로 경관에 큰 영향을 미치므로 색상이나 형식의 선정에 신중을 기해야 한다. 경관을 위하여 방호울타리 설계 및 선정 시 고려할 점은 ① 전체구조의 단순성, ② 빔 구조의 연속성, ③ 수직부재 사용최소화, ④ 색상선택의 단순화 등이다. 특히, 교량난간의 경우 안전성은 물론이고 주변경관을 조망할 수 있도록 개방성을 확보하는 것이 중요하다.

설치장소별 형식선정에 고려할 점들은 다음과 같다.

<표 2.1> 각 형식별 방호울타리의 특징

형 식		장 점	단 점
연성 방호울타리	가드레일	적당한 강성과 인성을 가지며, 파손부의 보수가 쉽고, 시선 유도의 역할도 한다. 곡선 반경이 적은 구간에도 사용할 수 있다.	더러운 것이 눈에 띄기 쉽다. 전이구간, 단부처리 등 일부구간 시공이 복잡하다.
	가드 파이프	곡선 반경이 적은 구간에 사용할 수 있다. 전망, 쾌적성이 좋다. 적설 지방에 유리하다.	이음부의 시공에 많은 노동력이 필요하다.
	박스형 보	좁은 분리대에 사용할 수 있다. 전망, 쾌적성이 좋다. 적설 지방에 유리하다.	곡선 반경이 적은 구간에 사용할 수 없다.
	개방형 가드레일	가드레일과 가드파이프의 장점을 가지고 있으며 곡선반경이 적은 구간에 사용이 가능하며, 개방감이 있어 전망, 쾌적성이 좋고 적설지방에 유리하다.	가로보가 많아 재질이 많이 소요되어 단가가 비싸지고 시공 시 노동력이 많이 소요된다.
	가드 케이블	케이블의 재사용이 가능하고 보수가 쉽다. 전망, 쾌적성이 가장 좋다. 지주 간격을 임의로 할 수 있다. 부등 침하의 영향이 적다.	곡선 반경이 적은 구간에 사용할 수 없다. 구간이 짧은 경우 비경제적이다. 단부의 보수가 어렵다.
강성 방호울타리		차량의 길 밖 이탈 방지 능력이 좋다. 시공이 용이하다. 유지보수가 필요 없다.	충돌 시 탑승자에게 미치는 영향이 비교적 크다.

<표 2.2> 각 형식의 설치에 적합한 장소

설치 장소 / 형 식	곡선 반경이 작은 구간	시선 유도가 필요한 장소	전망, 쾌적성이 필요한 장소	적설 지방	설치 폭을 넓게 할 수 없는 장소 (분리대)	큰 부등 침하가 예상 되는 장소	내식성이 필요한 장소	긴 직선 구간	차량 길 밖 이탈 억제가 우선적인 곳
가드레일	◎	◎		○	○		○	○	
가드 파이프	○		○	○			○	○	
박스형 보			○	○	◎		○	○	
개방형 가드레일	◎	○	○	◎	○		○	○	
가드 케이블			◎	◎	○	◎	○	◎	
강성 방호울타리									◎

주) ◎ 매우 적합하다. ○ 적합하다.

가. 곡선부

곡선 반경이 약 300m 미만인 구간에 가드 케이블을 설치할 때에는 곡선 반경에 맞도록 하기 위하여 지주 간격을 좁혀야 하므로 지주 수가 많아진다. 또한 박스형 보는 보가 견고하므로 곡선부에 맞도

록 보를 구부리기가 곤란하다. 그러므로 이러한 장소에는 일반적으로 보를 구부리기 쉬운 가드레일 또는 가드 파이프를 설치하는 것이 좋다.

나. 시선 유도가 필요한 구간

평면 선형이 복잡한 곡선 또는 시거가 좋지 않은 굴곡부로 된 구간, 종단 곡선이 볼록형으로 되어 시거가 좋지 않은 구간 및 안개가 자주 발생하는 구간에는 시선 유도를 특히 고려하여야 하므로 가드레일을 사용하는 것이 좋다.

다. 전망, 쾌적성이 요구되는 구간

고속도로의 긴 성토 구간이나 관광 도로 등과 같이 전망, 쾌적성이 요구되는 장소에는 가드 케이블을 설치하는 것이 좋다.

라. 적설 지역의 도로

일반적으로 적설 지역에서는 가드 케이블이 다른 형식에 비하여 제설 작업시 지장이 적다고 할 수는 있으나 눈의 종류와 양, 제설 방법 등에 따라서는 어떠한 형식이라도 별로 차이가 없다.
바람을 이용하여 노면 적설을 적게 하려는 경우에는 가드 케이블, 가드 파이프, 박스형 보 개방형 가드레일 등이 여유 공간이 많아서 좋다. 한편, 적설에 의한 수직 하중은 방호울타리의 표준 높이를 기준으로 적설 1m, 1.5m, 2m의 경우 각각 0.05t/m, 0.3t/m, 0.6t/m 정도이므로, 수직 하중에 약한 가드 파이프의 보는 영구 변형을 일으킬 수가 있으며, 가드 파이프나 박스형 보도 지주의 침하가 예상된다. 그러므로 적설지에는 설치 후의 유지 조건을 충분히 고려하여 형식을 선정하여야 한다.

마. 내식성이 특히 필요한 구간

공장 지대, 해안 지대 및 제설시 염화칼슘 등 제설제를 사용하는 구간에 방호울타리를 설치하는 경우에는 아연 도금이나 도장 혹은 내식강의 사용 등에 대한 충분한 고려가 필요하다.

바. 긴 직선부에 연속으로 설치할 수 있는 구간

가드 케이블은 단부 기초에 공사비가 많이 소요되나, 상당히 긴 직선 구간에 연속 설치하는 경우에는 양단부의 기초로 연속 설치가 가능하므로 타 형식에 비하여 경제적인 경우가 많다. 그러나 측도 또는 진입 도로와의 관계상 절단된 곳이 많아지는 경우에는 각 형식에 대하여 경제성 이외의 조건을 고려하여 비교 검토하여야 한다.

사. 분리대의 폭이 좁은 구간

분리대에 설치하는 방호울타리 중 설치 폭 및 변형량이 가장 적은 것으로 현장여건, 도로등급, 시험결과 등을 종합적으로 적용하여 검토한다.

2.1.4 등급 적용

방호울타리의 등급은 시설물 사용 목적과 설치 구간의 설계속도, 선형, 타 도로와의 교차 등 도로 및 교통 조건, 지형 조건에 따른 차량의 도로 외 이탈 가능성 및 기술 수준 등을 종합적으로 고려하여 설계 조건을 정하고 이에 부합한 시설물이 되도록 적용한다.

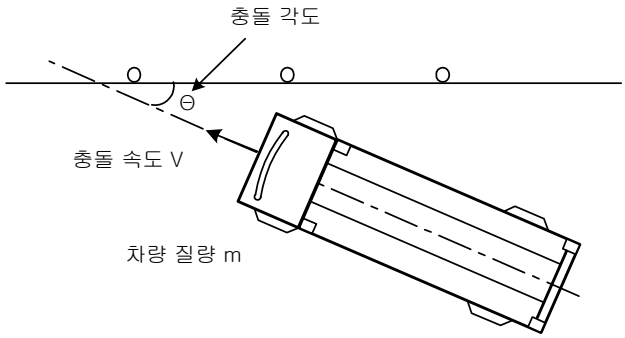
【설 명】

어느 도로에 어떤 등급의 시설을 사용할 것인가는 차량이 도로를 벗어날 때 생기는 인적, 물적 손해와 벗어난 차량의 중량 등에 따라 정하는 것이 바람직하지만, 이를 예측하기는 상당히 어렵다. 그러므로 각 등급에 부합하는 시설의 적용은 기능, 도로 및 교통 조건과 지형 조건 및 기술 수준 등을 종합적으로 고려하여 정한다.

방호울타리의 적용 등급은 도로의 종류와 설치 위치에 따른 노측용, 분리대용, 보도용 및 교량용 등 사용 목적에 따라 설계 조건, 즉 충격도와 이에 부합하는 성능 시험 및 평가 기준을 정하고 이에 부합하는 시설물이 적용될 수 있도록 결정한다.

방호울타리는 강도(强度)가 높아질수록 대형차의 방호에 효과적이지만, 충격 흡수 능력이 상대적으로 떨어져 탑승자의 안전성 측면에서는 바람직하지 못하다. 따라서, 등급의 선정은 차량의 방호 성능과 탑승자의 안전성 확보를 균형 있게 고려하는 것이 중요하다.

방호울타리의 등급은 시설물의 강도를 기준으로 구분하며, 본 지침에서는 시설물의 강도를 차량 충돌시에 갖는 운동에너지인 충격도(IS ; Impact Severity)로 정의한다. 차량 방호울타리의 성능 확인은 등급에 따른 충격도를 실물차량 충돌시험을 통해 평가하는 것으로 한다. 차량 충돌시의 운동에너지(충격도)는 다음 산식에 의해 계산되는 값이다.



$$IS = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{V}{3.6} \cdot \sin\Theta\right)^2 \text{.....(식 2-1)}$$

여기서,	IS	:	충격도	(kJ)
	m	:	충돌 차량의 질량	(ton)
	V	:	충돌 속도	(km/시)
	Θ	:	충돌 각도	(°)

방호울타리의 등급은 표 2.3과 같이 시설물의 강도 성능을 기준으로 9등급으로 구분한다. 기본적으로 SB2, SB3, SB3-B를 기본등급으로 하고, 교량구간 및 추락 혹은 차로 이탈시 심각한 사고가 예상되는 위험구간에서의 사고는 일반구간의 사고에 비해 상대적으로 사고 피해의 정도가 크므로 윗 단계(SB4, SB5, SB5-B)를 적용한다. 또한 설계속도가 높은 도로의 교량에는 사고 시 피해의 정도 등을 감안하여 강도가 큰 방호울타리의 설치를 고려한다. 방호울타리를 설치할 때는 운전자의 안전 운전 의무 수행을 기본으로 하여, 사고 시 피해의 정도에 따라 적절한 안전성을 확보할 필요가 있다.

<표 2.3> 방호울타리의 등급

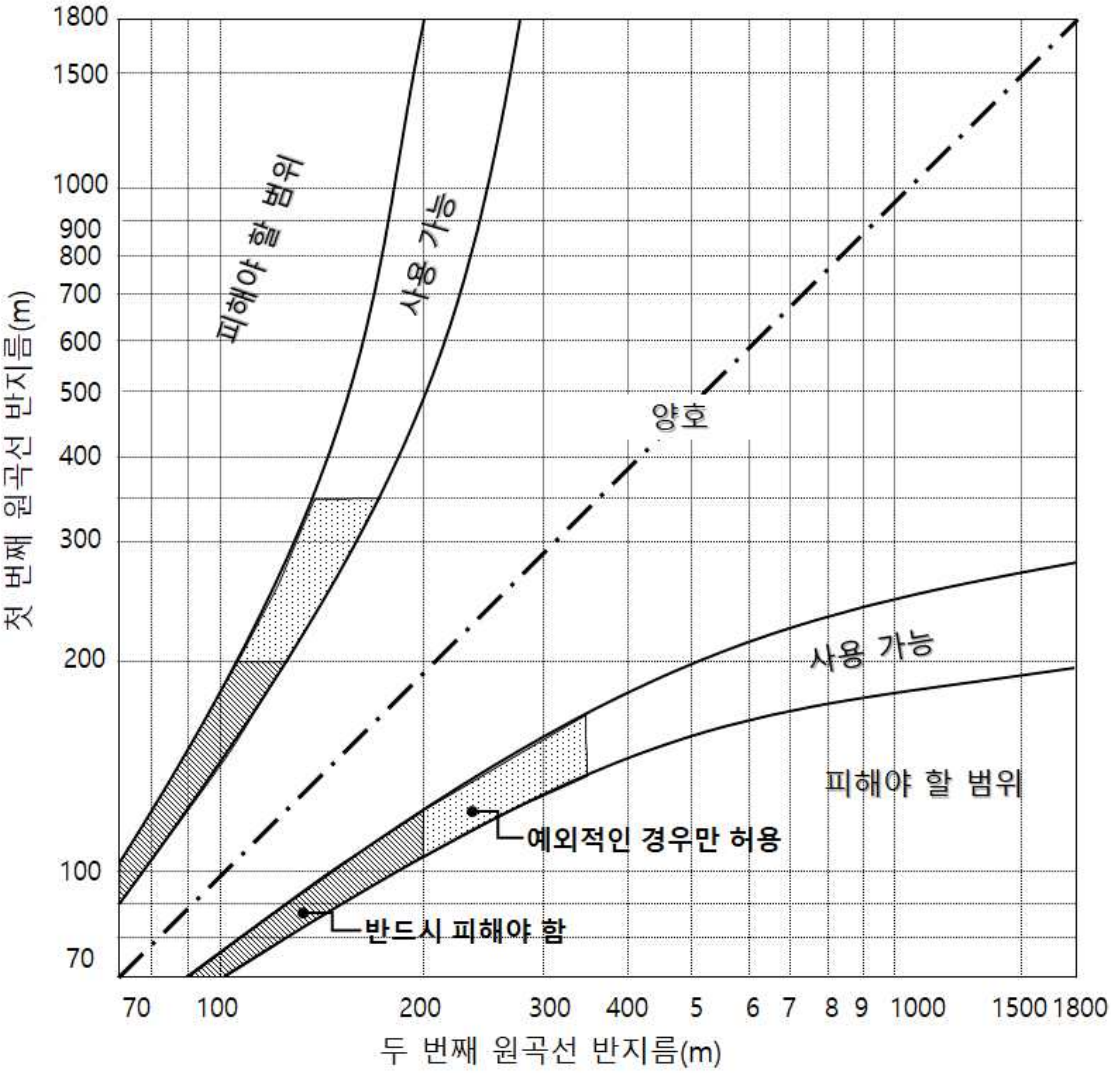
등급	SB1	SB2	SB3	SB3-B	SB4	SB5	SB5-B	SB6	SB7
기준충격도(kJ)	60	90	130	150	160	230	270	420	600

주) SB : Safety Barrier
SB3-B 및 SB5-B : 설계속도 110km/시 이상에 적용하는 등급

9가지 등급의 적용 검토대상 구간의 예를 들면 SB1은 저속구간(60km/시 미만)에서, SB2는 설계속도(60, 70, 80km/시)의 기본구간에 SB3는 설계속도(90, 100km/시)의 기본구간에 SB3-B는 설계속도(110, 120km/시 이상)의 기본구간에 적용하는 등급이다. SB4, SB5, SB5-B는 각각의 설계속도에 대해 위험구간에 적용한다. SB6, SB7은 고속구간에서 위험도가 매우 높은 특수구간이나 특수중차량의 통행이 많은 구간 등에 적용하는 것이 바람직하나, 이에 적합한 시설이 개발될 때까지는 적용 가능한 최대 등급을 적용한다.
각 구간의 특수 사정에 따라서는 한 단계 위의 등급을 사용할 수 있다.

"위험구간(위험도가 큰 구간)"은 다음과 같은 구간을 말한다.
① 중앙분리대
② 교량구간
③ 도로 옆이 절벽인 구간 (기울기가 1 : 1보다 급하고 높이가 4m이상)
④ 도로가 수심 2m 이상 수면에 인접한 수중추락위험 구간
⑤ 차량의 주행속도가 높아지는 내리막 긴 직선 이후 급커브 구간 및 평면 선형의 급격한 변화가 있는 구간

여기서, ⑤에 해당하는 구간은「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙·해설」5-4-3 도로 선형설계 일관성 기준에 따라 선정한다. 곡선구간과 곡선구간이 연속되는 경우 곡선반경의 급격한 변화가 있는 구간(<그림 2.1> 참조)을 위험구간으로 보며, 긴 직선구간(곡선구간 사이에 삽입되는 짧은 직선구간은 제외)이 곡선반경 350m 미만의 급격한 곡선과 만나는 경우 직선구간과 곡선구간 사이에「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」제23조에 따른 최소 완화곡선 및 최소 완화구간 길이가 확보되지 않았다면 이를 위험구간으로 본다.



<그림 2.1> 인접한 두 원곡선 반지름의 조화(예시)

"특수구간"은 다음과 같이 사고 발생 시 차로 밖으로 벗어난 차량이 2차 사고나 교통정체를 유발할 가능성이 크거나 사고 피해가 클 것으로 예상되는 구간을 말한다.

① 도로가 철도 및 타 도로(도로법이 규정하는 도로) 등과 인접 혹은 입체교차한 경우
② 도로에 인접한 상수도 보호 지역
③ 가스탱크 등 위험물 저장시설과 인접한 구간
④ 특수 중차량 통행이 많은 구간

표 2.4는 이와 같은 내용을 정리한 방호울타리 등급 및 적용 구간을 요약한 것이다.
설계속도가 앞뒤 구간과는 달리 낮아지는 짧은 구간에서는 앞뒤의 구간과 같은 등급을 사용한다.
현 지침에서의 방호울타리 등급을 기존 지침의 시설 종별과 비교하면 표 2.5와 같다. 이들의 상호비교는 충격도 산출조건에 따라 구해지는 충격도 값의 비교로 가능하다.

<표 2.4> 방호울타리의 등급 및 적용

설계속도	적용구간	등 급								
		SB1	SB2	SB3	SB3-B	SB4	SB5	SB5-B	SB6	SB7
·저속구간 60km/시 미만	- 기본구간	◎	○							
	- 위험구간		◎	○						
	- 특수구간					◎	○			
·일반구간 60km/시 70km/시 80km/시	- 기본구간		◎	○						
	- 위험구간					◎	○			
	- 특수구간						◎		○	
·고속구간A 90km/시 100km/시	- 기본구간			◎			○			
	- 위험 구간						◎		○	
	- 특수구간								◎	○
·고속구간B 110km/시 120km/시 이상	- 기본구간				◎			○		
	- 위험구간							◎	○	
	- 특수구간								◎	○

주) 1. ◎표시는 일반적으로 설치하는 등급
2. ○표시는 도로여건이나 시설물 개발 수준 등 위험도에 따라 상향적용 가능한 등급
3. 저속구간 중 과속의 우려가 높은 구간은 일반구간을 적용하여 설치가 가능함
4. 제한속도가 설계속도보다 높은 경우, 제한속도를 적용하여 설치가 가능함

<표 2.5> 기존 지침과의 방호울타리 등급 비교

방호울타리 지침 (1997)					교량용 방호울타리 지침 (1999)					통합편 (2001)					본 지침 (2012)				
종별	충격도 (kJ)	충격도 산출조건			종별	충격도 (kJ)	충격도 산출조건			등급	충격도 (kJ)	충격도 산출조건			등급	충격도 (kJ)	충격도 산출조건		
		차량무게 (ton)	충돌속도 (km/시)	충돌각도 (°)			차량무게 (ton)	충돌속도 (km/시)	충돌각도 (°)			차량무게 (ton)	충돌속도 (km/시)	충돌각도 (°)			차량무게 (ton)	충돌속도 (km/시)	충돌각도 (°)
C	45	3.5	35	15			25		15			8		15			8		15
B	60		40		B	60		30		SB1	60		55		SB1	60		55	
A	130		60		A	130		45		SB2	90		65		SB2	90		65	
										SB3	130		80		SB3	130		80	
															SB3-B	150		85	
S	230	14	80		S1	160		50		SB4	160	14	65		SB4	160	14	65	
					S2	280		65		SB5	230		80		SB5	230		80	
															SB5-B	270		85	
					S3	420		80		SB6	420	25			SB6	420	25	80	
					SS	650		100		SB7	600	36			SB7	600	36		

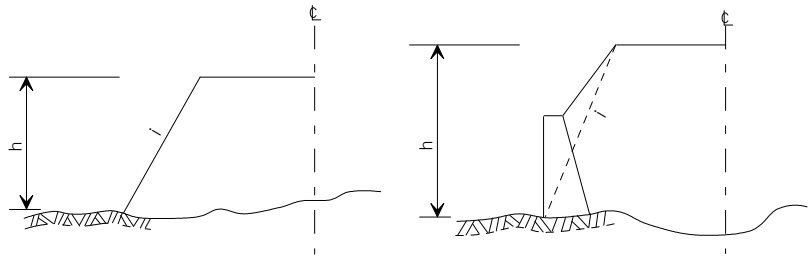
2.2 설치 장소

2.2.1 노측에 설치하는 경우

다음 각 항에 해당하는 도로 구간에는 주로 차량이 길 밖으로 이탈하는 것을 방지하기 위하여 도로 및 교통 상황에 따라 방호울타리를 설치하는 것을 원칙으로 한다.

가. 노측이 위험한 구간

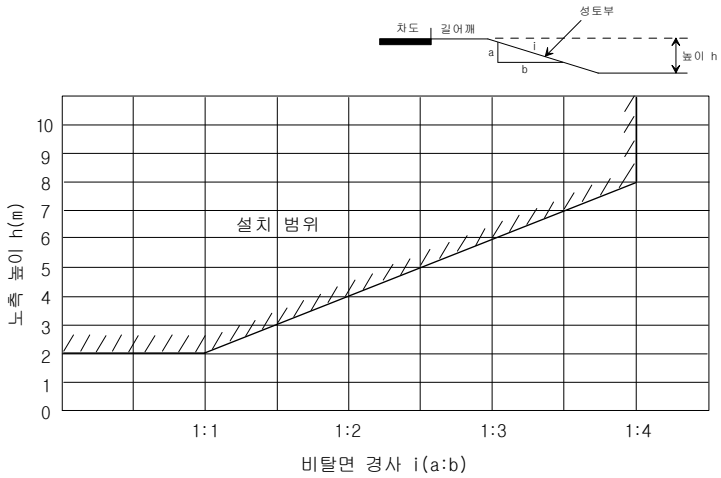
(1) 비탈면 경사 i [자연 상태의 토사로 된 산의 비탈면 경사(성토부에서의 비탈면 경사 및 구조물과의 관련에 의하여 규정한 비탈면 경사 포함. 그림 2.2, 그림 2.3 참고)]와 노측 높이 h [원래 지반으로부터 노면까지의 수직 높이] 가 그림 2.4에 표시하는 사선 범위에 있는 구간.



h:노측 높이(m)

i:비탈면 경사(수직 높이 1에 대한 수평 길이의 비)

<그림 2.2> 성토부의 비탈면 경사 <그림 2.3> 구조물이 있는 경우 비탈면 경사



<그림 2.4> 비탈면 경사와 노측 높이와의 관계

(2) 비탈면 및 비탈 기슭에 바위 등이 돌출되어 있는 도로에서 특히 필요하다고 인정되는 구간

(3) 도로가 바다, 호수, 하천, 늪지, 수로 등에 인접되어 있는 구간에서 필요하다고 인정되는 구간

나. 도로변에 철도가 인접하고 있는 구간

(1) 차도면의 높이가 철도 또는 다른 차도면보다 높은 도로에서 차량이 길 밖으로 벗어나 철도나 다른 차도에 진입할 위험이 있는 구간

(2) 차도면의 높이가 철도 등의 높이 이하인 도로에서 그 고저차가 1.5m 미만이고, 순간격(도로 시설한계의 외측과 철도 및 다른 차도 시설한계 외측과의 간격)이 5m 미만인 도로로서 차량이 길 밖으로 벗어나 철도나 다른 차도에 들어갈 위험이 있는 구간

다. 도로 폭 및 선형 등과의 관련으로 위험한 구간

(1) 차도 폭이 급격히 좁아진 도로(교량 폭이 접속 도로의 폭보다 좁은 경우도 포함)에서 방호울타리를 설치하는 것이 효과가 있다고 인정되는 구간

(2) 곡선 반경이 300m 미만인 도로에서 전후 선형을 고려하여 필요하다고 인정되는 구간

(3) 내리막 경사가 4% 이상인 도로에서 방호울타리를 설치하는 것이 효과가 있다고 인정되는 구간

(4) 변형 교차(직각 교차 이외의 평면 교차 및 접속점)하는 도로로서 방호울타리를 설치하는 것이 효과가 있다고 인정되는 구간

(5) 교차로의 교통섬 등에서 차량 충돌이 예상되어 방호울타리를 설치하는 것이 효과가 있다고 인정되는 구간

라. 구조물과의 관련으로 필요한 구간

(1) 교량, 터널 등의 전후 도로에 특히 필요하다고 인정되는 구간

(2) 도로상의 장애물로 인해 특히 필요하다고 인정되는 구간

(3) 도로변에 주택 등이 있어 차량 돌입사고 등 중대한 사고가 예상되는 구간

마. 기타의 사유로 필요한 구간

(1) 사고가 자주 발생하거나 혹은 발생할 위험이 높은 도로에서 방호울타리를 설치하는 것이 효과가 있다고 인정되는 구간

(2) 기상 상황에 의하여 특히 필요하다고 인정되는 구간

【설 명】

방호울타리는 차량이 도로 밖으로 이탈하는 것보다 방호울타리에 충돌하는 것이 사고의 치명도를 감소시킬 수 있다고 판단되는 경우에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
노측용 방호울타리의 설치 목적은 차량이 길 밖으로 벗어남으로써 일어나는 손실을 방지하는 것이며, 이의 설치 여부의 판단은 방호울타리를 설치하지 않을 경우 예상되는 손해액 즉, 1건당 손해액과 사고율의 곱으로 판단한다.
이를 대별하면, 위의 1, 2, 4항에 해당하는 구간은 1건당 손해액이 크다고 보아지는 구간이며, 3, 5항의 구간은 사고율이 높다고 보이는 구간이다.
상기 두 조건에 모두 해당되는 구간은 위험도가 큰 구간이므로 이러한 구간은 방호울타리를 우선적으로 설치하여야 한다.
방호울타리를 설치할 때는 상기와 같은 경제적 효과뿐만 아니라 인명 보호의 관점에서 신중히 검토하여 설치 장소를 정확히 판단하여야 한다.

가. 노측이 위험한 구간

1) 노측 높이에 비해 비탈면 경사가 심한 구간

비탈면 경사가 완만하거나 노측 높이가 낮은 경우에는, 비록 차량 무게 중심 위치가 비교적 높은 차량이라도 길 밖으로 이탈할 때 전도의 위험이 적고, 비탈면을 따라 미끄러져 내릴 수 있으므로 일반적으로 방호울타리를 설치할 필요가 없다.
본 지침에서는 노측 높이가 2m 이하이고 비탈면 경사가 1 : 1 이상인 경우 및 노측 높이가 4m이더라도 비탈면 경사가 약 1 : 2 이상인 경우를 차량이 길 밖으로 벗어나더라도 차량 및 탑승자의 안전성을 확보할 수 있는 한계로 보았다.
이 노측 높이와 비탈면 경사의 관계로부터 정한 2점(h = 2.0m, i = 1 : 1인 곳 및 h = 4.0m, i = 1 : 2인 곳) 사이의 변화를 직선 변화로 가정하여 이 직선을 연장하면 h = 6.0m, i = 1 : 3의 점을 통과하여 h = 8.0m, i = 1 : 4의 점에 이르나 일반적으로 1 : 4의 비탈면 경사에서는 차량이 길 밖으로 벗어나더라도 전도될 위험이 적으므로 i = 1 : 4를 한계로 정하였다.

2) 비탈면에 장애물이 위치해 있는 구간

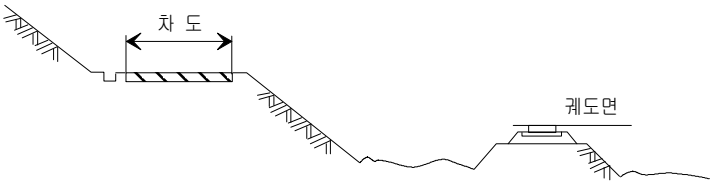
그림 2.4의 사선 외에 있는 부분(예를 들면, 노측 높이가 5m이고, 비탈면 경사가 1 : 3인 경우)이라도 비탈면이나 비탈 기슭에 돌출한 암석, 나무 뿌리, 험준한 산의 굴곡, 건물 등이 있을 경우에는 길 밖으로 벗어난 차량이 충돌 또는 전도될 위험이 있으므로 방호울타리를 설치한다.

3) 도로변에 호수 및 하천 등이 인접해 있는 구간

바다, 호수, 하천, 늪지, 수로 등에 가까이 있는 도로 구간에서는 길 밖으로 벗어난 차량이 수몰하여 대형 사고의 원인이 될 수 있으므로, 탑승자의 안전을 확보하기 위하여 방호울타리를 설치해야 한다. 이런 경우의 접근 정도는 구간에 따라서 다르므로 도로의 상황, 수몰의 정도에 의거하여 방호울타리의 설치를 고려하지 않으면 안 된다.

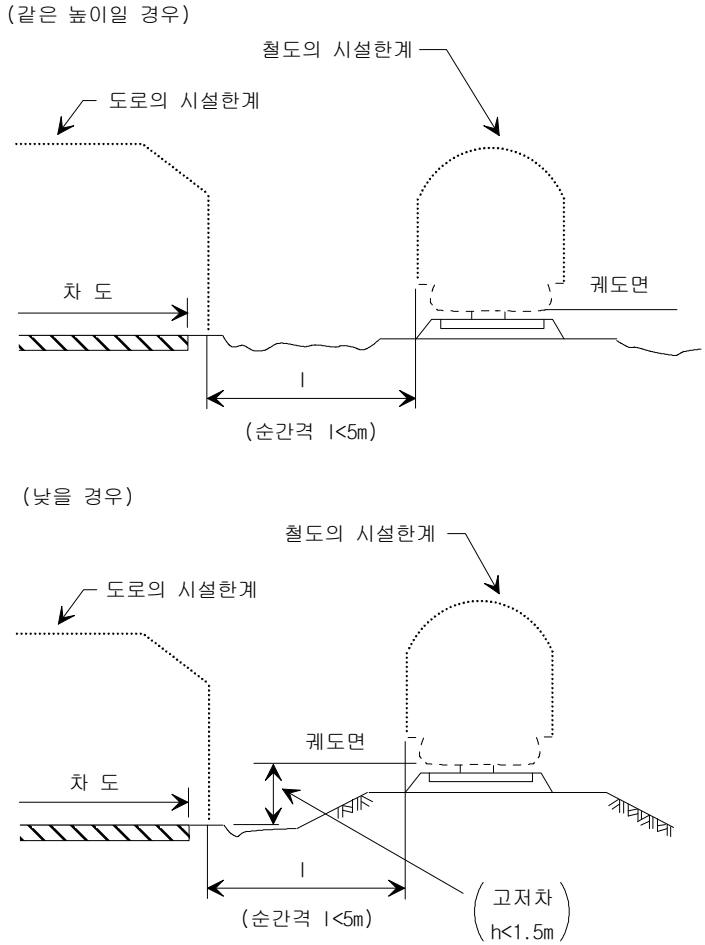
나. 도로변에 철도가 인접하고 있는 구간

차도면이 철도 또는 다른 차도면보다 높을 경우, 길 밖으로 벗어난 차량이 노측 조건이 좋아 비탈에서 전도하지 않고 주행할 수 있다 하더라도 철도 또는 다른 차도 주행 차량과의 충돌에 의한 큰 사고를 일으킬 가능성이 있으므로, 차량이 길 밖으로 벗어나 철도 등 다른 도로의 차도에 들어갈 우려가 있는 구간에는 방호울타리를 설치해야 한다.



<그림 2.5> 철도 또는 다른 도로에 들어갈 위험이 있는 경우

또한, 차도와 철도 또는 다른 차도와의 순간격이 5m 이상일 때 또는 고저차가 1.5m 이상일 때 차량은 철도 등이나 다른 차도에 들어가는 일이 거의 없지만, 그림 2.6과 같이 차도와 철도와의 순간격이 5m 미만이거나, 고저차가 1.5m 미만일 경우에는 방호울타리를 설치한다. 그러나 보다 안전성을 고려하기 위해서는 순간격 5m에서 10m의 구간에서도 고려할 필요가 있다.



<그림 2.6> 차도면이 다른 차도면과 높이가 같거나(위) 낮은 경우(아래)

다. 도로 폭 및 선형 등과의 관련으로 위험한 구간

1) 차도 폭이 급격히 좁아지는 구간

급격히 폭이 변화하는 도로는 주행시 위험하며, 특히 야간이나 운전 기술이 미숙한 자는 큰 장애가 되어 길 밖으로 이탈할 가능성이 있으므로 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 있다고 인정되는 구간에는 설치한다.

차도 폭이 급격히 좁아지는 구간이란, 일반적으로 교호율(길이와 폭 변화의 비)이 20 : 1보다 급한

경우를 말한다.
그러나 시각적으로는 속도에 비례하여 폭의 변화를 느끼게 되므로 주행 속도가 빠른 구간에서는 교호율이 20 : 1보다 완만하여도 방호울타리의 설치를 고려하여야 한다.

2) 곡선반경이 300m 미만인 구간

그림 2.4에서 사선 범위 이외의 부분, 예를 들면 노측 높이 5m, 비탈면 경사 1 : 3의 장소에는 방호울타리를 설치하지 않아도 좋은 것으로 되어 있지만, 곡선 반경이 작은 경우에는 사고의 발생 빈도가 크고, 또한 그 상태도 다른 경우와는 달리 차량이 회전 운동과 함께 길 밖으로 벗어나기 때문에 피해가 커지므로 방호울타리의 설치를 검토해야 한다.
그러나 양측 절토 구간 및 길 밖과 동일 평면인 구간에서는 방호울타리를 설치하지 않는 편이 좋다.

3) 내리막 경사가 4%인 이상인 구간

도로 설계시 안전을 위협하는 내리막 경사가 생기지 않도록 세심한 주의를 기울여야 하나 부득이 경사가 생기는 경우 방호울타리의 설치를 고려해야 한다.
차량이 내리막 경사를 주행하는 경우에는 때때로 제어를 잃기 쉬우며, 특히 곡선부 및 그 전후의 경사가 4%가 넘는 내리막 경사로 된 구간에서는 차량이 길 밖으로 벗어날 위험이 많으므로 이와 같은 구간에는 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 인정되는 구간에는 설치하도록 한다.
그러나 양측 절토 구간과 길 밖이 동일 평면으로 된 구간에는 방호울타리를 필요로 하지 않는다.

4) 변형 교차하는 도로구간

변형 교차의 도로(직각 교차 이외의 평면 교차 및 접속점)에서는 주행 차가 진행 방향을 오인하기 쉽고 길 밖으로 벗어날 우려가 있으므로 이와 같은 곳에는 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 인정되는 구간에는 설치하도록 한다.
그러나 변형 교차 도로에서는 도로 조명, 구획선 및 도로 표지 등의 설치를 고려하여 방호울타리의 설치 장소를 검토해야 한다.

5) 교차로의 교통섬

교차로의 교통섬 등에서 보행자나 구조물에 차량 충돌이 예상되는 곳에는 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 인정되는 구간에는 설치하도록 한다.

라. 구조물과의 관련으로 필요한 구간

1) 교량, 터널 등의 전후 구간

일반적으로 교량, 터널 등의 전후 구간은 지형상, 시선 유도상 방호울타리가 필요한 경우가 많으며, 또한 제어를 잃은 차량이 이와 같은 구조물에 충돌할 경우 탑승자의 위험뿐만 아니라 구조물의 파괴가 예상되므로 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 인정되는 구간에는 설치하도록 한다.

2) 도로상에 장애물이 있는 구간

도로상에 교각, 교대, 옹벽, 교통섬 등이 있을 경우 탑승자의 안전과 구조물의 보호를 위하여 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 인정되는 구간에는 설치하도록 한다.
주행속도가 높은 도로의 도로변에 도로표지, 가로등, 가로수, 전신주, 신호등, 과속단속카메라 등의 강성 시설물에 인접해 있어 차량이 충돌할 경우 탑승자의 위험뿐만 아니라 시설물의 파괴가 예상되므로 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 인정되는 구간에는 설치하도록 한다.

3) 도로변에 주택 등이 있는 구간

주행속도가 높고 보도가 없는 도로의 도로변에 주택이 있어 차량이 길 밖으로 이탈할 경우 중대한 사고가 예상되는 구간에 방호울타리의 설치를 검토하여 효과가 인정되는 구간에는 설치하도록 한다.

마. 기타 사유로 필요한 구간

1) 사고 잦은 곳 또는 발생 위험이 높은 구간

여기서 말하는 사고란, 길 밖으로 이탈하는 것이 주 원인이 되는 사고를 말하는 것으로 차량의 추돌, 정면 충돌, 접촉 사고 등은 포함되지 않는다.

또 차도 내 혹은 차도에 접근하여 천연기념물, 비석 등이 있는 곳은 사고 발생의 위험이 있으므로 이러한 곳에는 방호울타리의 설치를 고려하여야 한다.

2) 기상 상황으로 인해 필요한 구간

짙은 안개로 인한 시계 불량한 곳, 결빙 빈도가 높고 도로면 동결에 의한 미끄럼 등이 있는 곳, 강설량이 많은 곳에서는 차량이 길 밖으로 이탈할 위험성이 있으므로 방호울타리를 설치해야 한다.

2.2.2 분리대에 설치하는 경우

분리대가 있는 도로 중 다음 각 항에 해당하는 구간에서는 차량이 대향 차로로 이탈하는 것을 방지하기 위하여 도로 및 교통 상황에 따라 원칙적으로 방호울타리를 설치한다. 가. 4차로 이상인 고속국도 및 자동차 전용도로 구간 나. 일반국도 구간 중 신호교차로의 간격이 짧아 단부처리가 어려운 구간 등 불가피하게 설치하지 못하는 곳을 제외한 전 구간 다. 지방지역의 도로에서 선형 조건이 위험하여 설치가 필요하다고 인정되는 구간 라. 도시 내 도로에 있어서는 주행 속도가 높거나 중앙선 침범이 우려되는 위험한 구간 또는 불법 U턴 등을 막기 위해 설치가 필요한 구간

【설 명】

분리대의 주된 기능으로는 일반적으로 아래와 같은 것을 생각할 수 있다.

① 상하 차도의 교통 분리

② 다른 정상적인 차량의 안전 확보(분리대 진입차가 대향 차도에 돌입하는 것을 방지하여 정상 주행을 하고 있는 다른 차량과의 충돌 또는 교통 장해가 되는 것을 방지)

③ 분리대에 진입한 차량에 타고 있는 탑승자의 안전 확보(진입차의 분리대 내 정차 또는 조정 능력 회복)

④ 측방 여유 폭 확보(시설한계, 시거 확보 등에 필요한 여유 폭)

⑤ 차도 끝 또는 선형의 명시

⑥ U턴 방지

⑦ 대향차의 현광 방지

이 중에서 특히 방호울타리에 관계되는 것은 ②, ③항이다. 즉, 분리대가 있는 도로에서 일단 분리대를 돌파하면 고속으로 대향차와 충돌하게 되고 정상으로 주행하여 온 다른 차량과의 연쇄적인 충돌 사고가 발생하므로 방호울타리를 설치하는 것이 좋다. 한편 이와 반대로 방향이 약간 바뀐 차량은 방호울타리가 없으면 분리대 내에서 방향을 바로 잡아 본래 차도로 되돌아 갈 수 있었던 것이, 방호울타리가 설치되어 있기 때문에 좌측의 여유 폭이 좁아져서 방호울타리에 충돌하거나 좌측의 방호울타리를 의식하여 우측으로 치우침으로써, 주행 차로의 차량과 접촉하는 사고가 발생하기도 한다.

이와 같은 이유로 교통량이 많고 주행 속도가 높은 구간은 전 구간에 방호울타리를 설치하며, 교통량이 적고 주행 속도가 낮은 도로에서는 도로의 성격 등을 고려해 볼 때, 분리대를 넘어가도 대향차와 충돌할 확률이 적으므로, 방호울타리의 설치로 인한 사고의 증가 가능성을 고려하여 필요한 곳에만 설치해야 한다.

중앙분리대에서의 방호울타리 설치여부는 도로 및 교통 기술자의 판단과 자동차가 중앙선을 침범하여 발생한 사고 통계자료 등을 토대로 종합적으로 분석하여 결정한다.

일반적으로 다음 각 항에 해당되는 구간에는 방호울타리를 설치한다.

가. 4차로 이상인 고속도로 및 자동차 전용도로 구간

4차로 이상의 고속국도나 자동차 전용도로는 차량의 주행 속도가 높아 차량이 대향 차로로 넘어갈 경우, 대형 사고로 이어질 소지가 있으므로 전 구간에 걸쳐 분리대에 방호울타리를 설치한다.
현재 국가 간선도로인 일반 국도는 다차로화 되고 있으며 주행 속도가 높은 점을 감안하여, 이들 도로에는 분리대용 방호울타리의 설치가 필요하다.
그러나 안전한 시설의 제공이 더욱 과속을 유발하는 현상이 나타나고 있으므로 도로 선형, 횡단 구성 요소 및 방호울타리 시설 설치의 종합적 검토가 이루어져야 한다.

나. 일반국도 구간 중 신호교차로의 간격이 짧아 단부처리가 어려운 구간 등 불가피하게 설치하지 못하는 곳을 제외한 전 구간

일반국도 구간 중 신호교차로의 간격이 짧아 방호울타리를 연속적으로 설치하기 어려운 구간이나 단부처리가 어려운 구간을 제외하고는 모든 구간에 방호울타리를 설치한다.

다. 지방지역의 도로에서 선형 조건이 위험하여 설치가 필요하다고 인정되는 구간

라. 도시내 도로에서 필요한 구간

도시내 도로로 출입제한이 없는 도로에 분리대가 설치되어진다는 것은 지방 지역의 도로와 같이 상당히 높은 규격의 도로로서 대향 차도로 벗어남을 방지하거나 혹은 U턴을 방지하기 위하여 설치한 것이므로 분리대의 설치 목적을 충분히 고려하여야 한다. 만약 전자인 경우, 방호울타리가 필요한 경우가 있으므로 특히 주행 속도가 커질 것으로 예상되는 구간에는 담당 기술자의 적절한 판단 하에 방호울타리를 설치한다.

2.2.3 보도 등에 설치하는 경우

보행자와 자전거 이용자의 보호를 위하여 다음 각 항에 해당하는 구간에 대하여는 도로 및 교통 상황에 따라 원칙적으로 보도용 방호울타리 또는 보행자용 방호울타리를 설치한다.

가. 차량이 길 밖으로 벗어남을 방지하고 보행자 등을 차량으로부터 보호하기 위하여 필요한 구간(보도용 차량방호울타리)

(1) 도로 근처에 인가가 있어 차량의 돌입 등으로 인한 중대한 사고가 예상되는 구간

(2) 주행하는 차량의 속도가 높고 보행자, 자전거 등이 위험하게 근접하고 있어 이의 보호에 필요하다고 인정되는 구간

나. 간이 보도의 신설 또는 보행자의 횡단 방지를 위하여 필요한 구간(보행자용 방호울타리)

(1) 보행자의 도로 횡단을 금지하고 있는 구간 또는 금지하려고 하는 구간

(2) 상기 외에 보행자가 횡단보도 이외의 장소에서 무단 횡단하므로 인하여 교통사고가 발생할 위험이 있는 구간

(3) 도시 내 도로 등에서 주행하는 차량의 속도가 낮고, 단지 보차도를 구별함으로써 사고 감소의 효과를 기대할 수 있는 구간

다. 보행자, 자전거 등이 길 밖으로 추락하는 것을 방지하기 위하여 필요한 구간(보행자용 방호울타리)

(1) 보도, 자전거 도로 등의 길 바깥쪽이 위험하여 보행자, 자전거 등의 추락을 방지할 필요가 있는 구간

(2) 자전거 전용 도로 및 보행자 전용 도로에 있어서는 보행자, 자전거 등의 안전한 교통을 확보할 필요가 있는 구간

【설 명】

보도는 주로 보행자의 이용을 목적으로 하는 도로의 부분이지만, 차도 및 기타의 부분과 연석이나 방호울타리 등의 시설물에 의하여 물리적으로 분리된 것도 보도로 보고 있다. 기존 도로에 보도를 설치하는 경우, 노측이 가옥과의 단차(斷差) 및 배수 등의 문제로 인하여 수직 단차를 두어 보도를 만들 수 없는 경우에는 방호울타리나 지지벽의 구조물에 의하여 보도를 만들 경우가 있다.

이와 같이 보도용 방호울타리의 설치는 보도의 신설을 의미할 수 있으며, 이외에 기하학적 단차를 두어 보도로 사용되고 있는 곳 중 위험도가 높은 구간에 대하여는 보행자 등을 자동차 교통으로부터 보호하기 위하여 추가로 방호울타리를 설치하는 경우가 있다.

가. 보도용 방호울타리의 적용

교통량의 증가에 따라 보행자, 자전거 및 도로 근처의 인가에 대한 피해가 증가하고 있으므로 필요

하다고 판단되는 구간에는 이의 보호를 위하여 차량으로부터 보행자를 보호할 수 있는 보도용 방호울타리를 해당하는 도로의 종류 또는 위험도에 따라 설치할 필요가 있다.
예를 들면, 선형 상 시거가 나쁜 곡선부 또는 긴 직선부 뒤에 연결되는 곡선부의 외측 등 차량이 길 밖으로 벗어나기 쉬운 장소로서, 진행 방향을 잘못 잡은 차량이 보행자, 자전거 및 민가에 피해를 줄 위험이 있는 구간, 지방 지역의 도로나 도시부에서 야간에 자동차의 주행 속도가 커지는 간선가로 등에 있어서 보행자나 자전거의 통행에 위험을 주는 구간에는 차량으로부터 보호할 수 있는 보도용 방호울타리를 설치한다.
보도용 방호울타리를 차량 방호울타리로 설치하는 경우에 방호울타리의 설치 여유폭이 있다면 설치 여유폭 이내의 최대 변형거리를 갖는 차량 방호울타리를 설치하여야 한다.
한편, 보도용 방호울타리는 지주가 많아짐에 따라 안정감이 있는 반면, 투박한 감이 있어 미관상의 문제가 생기고 공사비와 재료비도 노측용에 비하여 많아지므로 이의 설치에 있어서는 과거의 사고 발생 실태, 도로 및 교통의 상황을 충분히 고려하여 위험도가 높다고 판단되는 구간부터 우선적으로 설치한다.

나. 보행자용 방호울타리의 적용(간이 보도 신설 및 횡단 방지)

여기에서 규정하는 방호울타리는 주로 보행자의 무단 횡단을 억제하고, 또 보차도를 시각적으로 분리하여 보행자의 교통사고를 방지하고자 하는 것이므로 차량이 길 밖으로 벗어남을 방지하려는 의도로 설치되는 차량용 방호울타리와는 달리 차량의 충돌에 견딜 수 있는 구조가 아니다.

1) 보행자의 도로 횡단을 금지하는 구간

일반적으로 횡단보도가 설치되어 있는 도로에서는 보행자가 횡단보도 이외의 장소로 횡단하는 것은 보행자에게 위험할 뿐만 아니라 운전자가 보행자를 보고 피하려 하기 때문에 2차 사고의 위험이 있다. 이러한 사고가 발생할 위험성이 높은 구간(교차점, 입체 횡단시설 설치 지점 부근 포함)에 대하여는 도로교통법에 따라 도로 횡단을 금지하고 있으나, 이러한 구간에는 원칙적으로 이 종별의 방호울타리를 설치하여 보행자가 도로를 횡단할 수 없도록 한다.

2) 보행자의 무단 횡단으로 인하여 교통사고 발생 위험이 높은 구간

횡단보도 이외의 장소에서 보행자가 도로를 횡단함으로써 사고가 발생할 위험이 있는 경우에는 방호울타리를 설치하여 무단 횡단을 억제해야 한다. 가능한 한 횡단보도 부근에는 입체 횡단시설의 경우와 같이 방호울타리를 설치하는 것이 바람직하다. 특히 초등학교, 유치원 등의 부근에 어린이들의 통학로로 사용되고 있는 도로에는 반드시 방호울타리를 설치하여야 할 것이다. 또한 역, 공원, 운동장, 극장, 공장 등의 부근 도로에는 특정 시간에 많은 보행자가 도로의 여러 곳에서 한꺼번에 횡단하려 하므로 보행자용 방호울타리를 설치하여 횡단 장소를 제한시켜 보행자의 통행을 정리할 필요가 있다.

3) 차량의 속도가 낮은 도시 내 도로

보행자의 횡단 방지용 방호울타리는 차량이 충돌하는 것을 전제로 설계되지 않은 것이므로 시가지의 이면도로 등과 같이 주행하는 차량의 속도가 낮고, 보차도가 분리되어 있음을 운전자에게 시각적으로 보여 주어 사고 감소 효과를 기대될 수 있는 구간에 설치하는 것이다. 단, 이러한 경우에 주의하여야 할 것은 방호울타리 부근 또는 보도 측에 먼지가 쌓이게 되므로, 보행자가 차도 측으로 통행하게 되어 도로가 좁게 사용되는 경우를 볼 수 있으므로 유지 관리, 배수 등을 충분히 고려함과 동

시에 설치 계획 단계에서 일방통행 등의 규제를 아울러 고려할 필요가 있다.

다. 보행자용 방호울타리의 적용(길 밖 추락 방지)

보도 또는 자전거 도로 등에서 길 밖이 위험한 경우에는 보행자나 자전거의 추락을 방지하기 위하여 간이 방호울타리를 설치해야 한다. 이것은 대상이 되는 보행자나 자전거의 하중 및 속도가 크지 않으므로 시설의 강도를 별도로 규정하지 않아도 될 것이나, 내리막 경사의 도로에서 자전거의 속도가 커지는 곳이나 교량 위 등 길 밖의 위험도가 큰 장소에 설치하는 방호울타리에 대하여는 강도를 고려할 필요가 있다.

또한 대상이 되는 도로가 쾌적함을 주목적으로 하는 경우나 공원 내에 설치한 도로와 같이 경관을 중시하는 경우에는 방호울타리의 형상, 재료에 대하여 주위 환경에 조화를 이룰 수 있도록 노력할 필요가 있다.

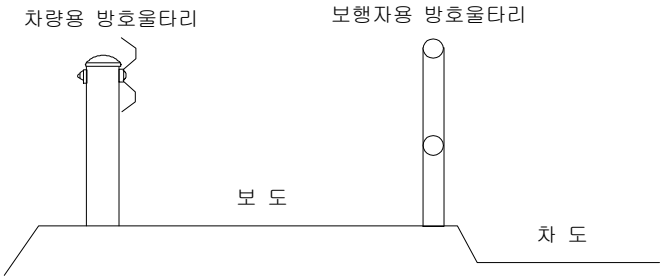
설치 장소 선정시 기타 주의해야 할 사항은 다음과 같다.

① 방호울타리에 충돌할 위험이 없어서 차량과 보행자를 분리하는 것만으로 충분히 보행자 보호의 목적이 달성되는 구간에서는 차량과 보행자의 분리에 보행자용 횡단방지 울타리를 설치하여도 좋다는 것은 전술한 바와 같으나, 일반적으로 보도용 방호울타리는 보행자용 방호울타리라는 개념이 강하여 노측용 또는 그 이상 강도의 방호울타리를 설치할 장소에 보행자용 방호울타리를 사용하는 예가 있으므로, 보도용 방호울타리를 설치하는 경우 도로 조건, 교통 조건을 고려하여 차량 방호를 위한 보도용 방호울타리를 채택하도록 해야 한다. 또, 보차도의 경계 부분에 보행자 횡단 방지용 방호울타리를, 보도 등의 외측에 노측용 방호울타리로 설치하는 등 잘못된 설치 예가 발생하지 않도록 충분한 주의를 기울여야 한다(그림 2.7 참조).

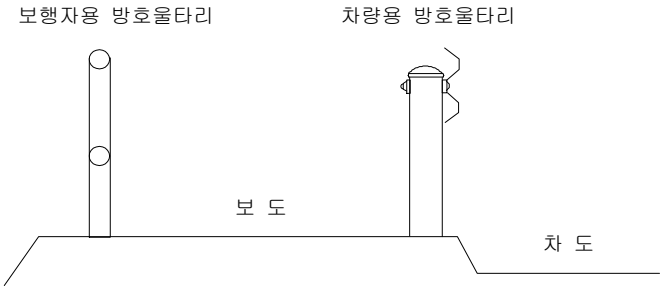
② 보도용 방호울타리를 설치하는 경우 차량의 출입 및 보행자, 자전거 등의 도로 횡단을 위하여 방호울타리 사이를 띄어야 할 경우가 있으나 방호울타리의 성능상 가능한 한 연속시키는 것이 좋다.

횡단 억제를 효과적으로 하기 위해서는 인접 개구부의 간격은 될 수 있는 대로 길게 하는 것이 좋다. 또, 차도 대향측 개구부와 본선측 개구부의 위치를 비대칭으로 설치하면 횡단 억제의 효과가 있는 경우가 많다.

이와 같이 개구부의 위치와 간격은 횡단 억제의 효과와 밀접한 관계가 있으므로 연도 이용자의 이해에 따른 조정이 필요하므로, 설치하는 장소의 상태에 따라 사전에 충분한 검토를 할 필요가 있다.



× 잘못된 설치 예



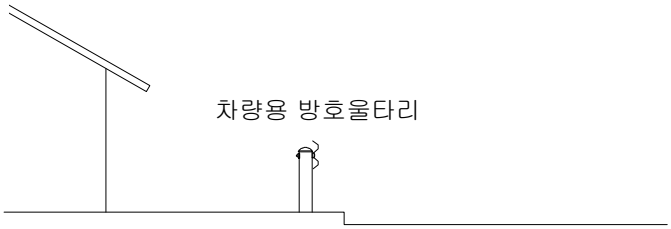
○ 올바른 설치 예

<그림 2.7> 보도용 횡단방지 울타리의 설치 예 (차량용과 보행자용을 사용할 경우)

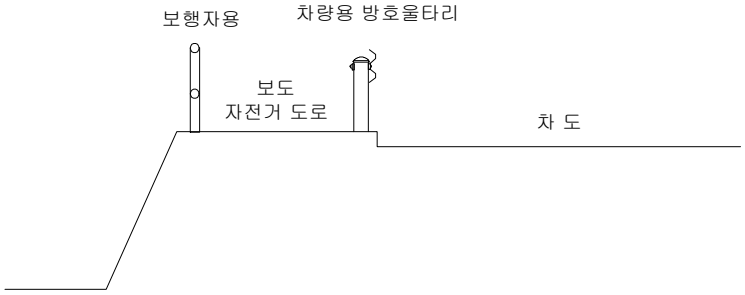
부득이 개구부를 많이 둘 필요가 있어 방호울타리의 설치 연장을 짧게 하지 않으면 안될 경우에는 ① 방호울타리의 기능은 어느 정도 연속되어야 효과가 있다는 점, ② 단부가 잘못 처리될 경우 위험성이 증대한다는 점, ③ 설치 연장이 짧을 경우 미관을 해치는 점 등을 충분히 고려하여 설치한다.

보도용 방호울타리의 설치 예를 살펴보면 다음과 같다.

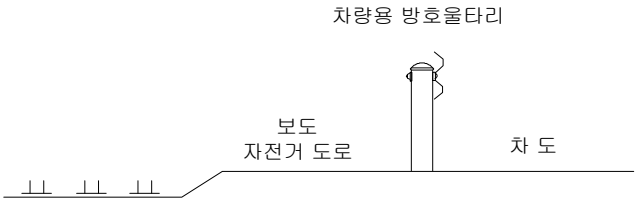
① 민가, 보행자, 자전거 등의 보호를 위한 방호울타리 설치 예



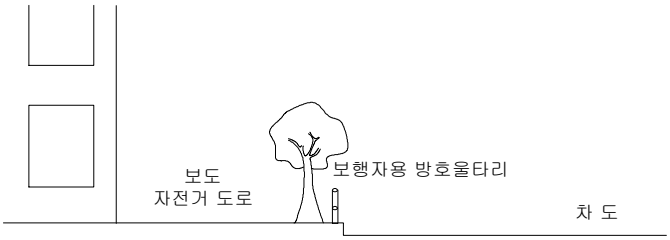
② 보도 등을 높인 곳에 다시 차량용 방호울타리를 설치하고 보도의 외측에 보행자용 방호울타리를 설치한 예(길 밖이 위험한 경우)



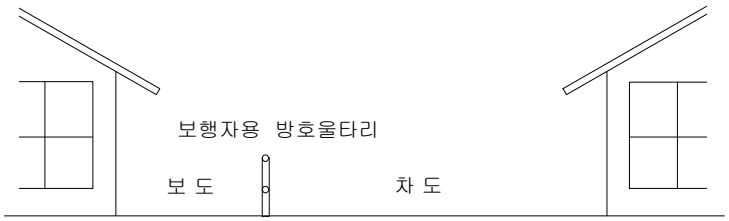
③ 차량 방호 보도용 방호울타리를 설치한 예(길 밖이 위험하지 않은 경우)



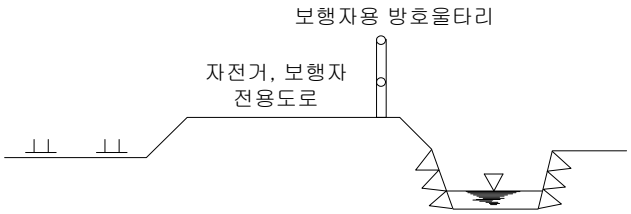
④ 주로 횡단 억제를 목적으로 하는 방호울타리의 설치 예



⑤ 보차도를 구별함으로써 효과가 있다고 생각되는 구간에서의 방호울타리의 설치 예



⑥ 자전거, 보행자 전용 도로 등에서의 방호울타리의 설치 예



2.2.4 교량에 설치하는 경우

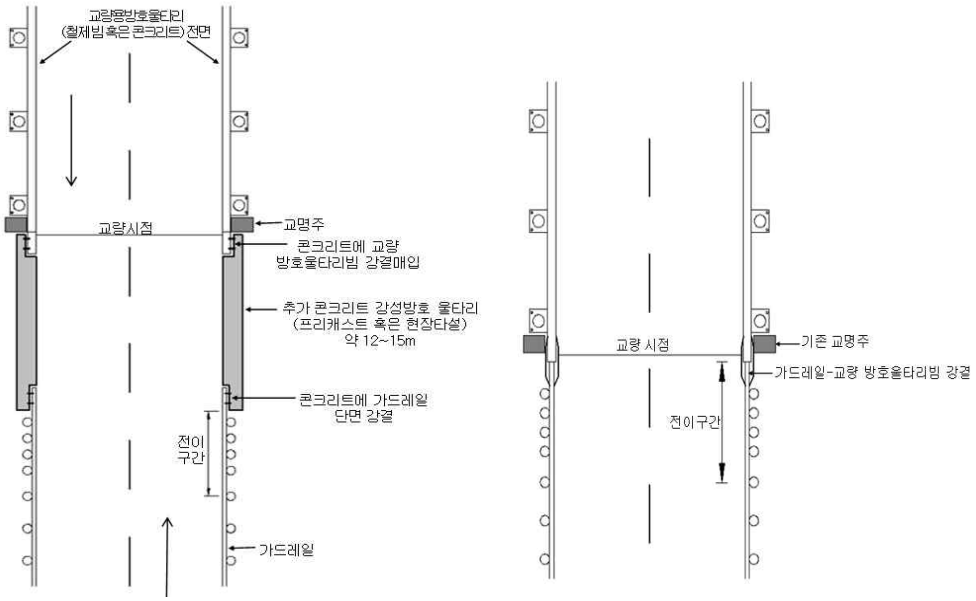
교량 위에는 차량이 차도로부터 교량 바깥, 보도 등으로 벗어나는 것을 방지하는 차량 방호울타리와 보행자와 자전거가 교량 바깥으로 떨어지는 것을 방지하기 위한 난간을 설치한다. 이의 설치는 도로·교통 조건에 대한 상세한 조사를 토대로 시설이 제 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 한다.

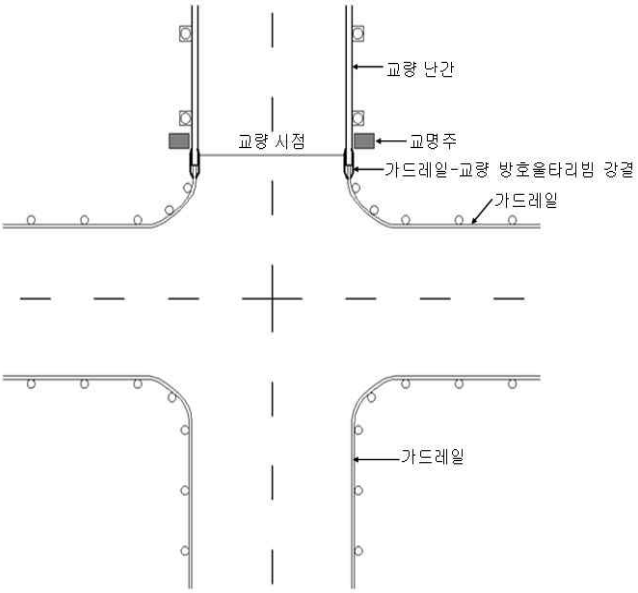
【설 명】

일반적으로 교량은 도로의 다른 구간에 비해 도로의 선형 조건이 좋아 운전자가 진로를 잘못 판단하는 일은 드물다. 특히, 보도 등이 설치되어 있을 경우에는 차량이 정상적인 진로를 벗어나더라도 보도와 차도 경계의 연석이 차량이 보도 위로 올라오는 것을 억제해 주고, 더 심한 경우에 연석을 넘어 섰다고 해도 보도 폭 내에서 정상적인 상태로 회복하게 될 것이다.

그러나 교량 밖으로 떨어진 차량으로 인한 추가 사고를 방지하고, 특별히 안전성을 향상시키기 위해서는 보도와 차도의 경계에 차량 방호울타리를 설치한다. 또한, 곡선 교량 등에서 차량이 보도로 이탈하는 사고로부터 보행자, 자전거를 보호하고 차량 자체가 교량 바깥으로 떨어지는 것을 방지하기 위해서도 가능한 보도와 차도의 경계부에 차량 방호울타리를 설치한다.

일반적으로 교량에 설치된 교명주는 차도 쪽으로 돌출된 구조로서, 차량과 충돌할 가능성이 높다. 특히, 교량에 접근하면서 도로의 폭이 좁아지는 경우에는 더욱 사고의 위험성이 높아진다. 근본적으로는 차량 충돌에 의한 사고 피해가 큰 교명주를 설치하지 않는 방향으로 교량설계가 이루어져야 한다. 기존에 설치된 교명주에 대해서는 현장조건에 따라 다음과 같이 전이구간으로 처리(4장 참고)한다.





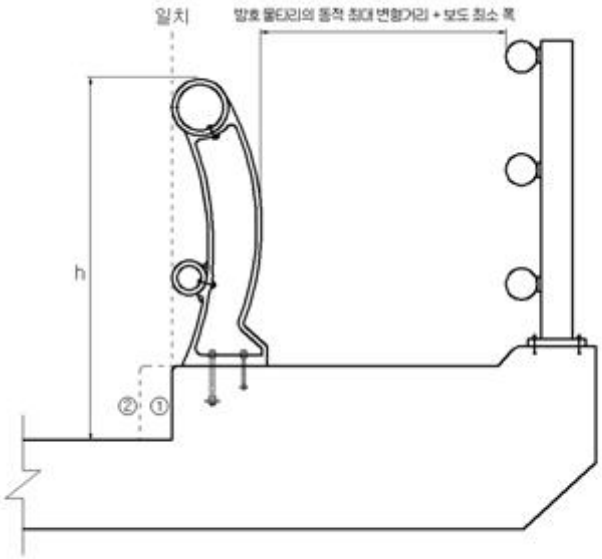
<그림 2.8> 교량부 전이구간 설치 사례

가. 설치 위치

교량용 연성 방호울타리는 교량 연석 또는 보차도 경계부에 설치한다. 교량용 방호울타리는 실물충돌시험에 합격한 제품의 설계도면과 동일하게 설치하여야 한다.

그러나 교량용 연성 방호울타리를 실물충돌시험 조건과 다른 교량연석 단면위에 설치되는 경우 교량용 방호울타리의 1차 목표가 추락방지임을 고려하여 다음과 같이 설치해야 한다.

1) 교량용 연성 방호울타리 빔의 차도 쪽 전면은 교량연석의 전면과 일치한 제품(그림 2.9.①)을 표준으로 하며, 교량연석 전면과 25㎝ 이내의 차이를 두고 실물충돌시험에 합격한 제품(그림 2.9.②)에 한하여 설치할 수 있다.



<그림 2.9> 방호울타리 전면과 연석 전면의 거리

2) 현장에 설치되는 교량연석의 높이(현장연석높이)가 실물충돌시험시의 연석높이(설계연석높이)보

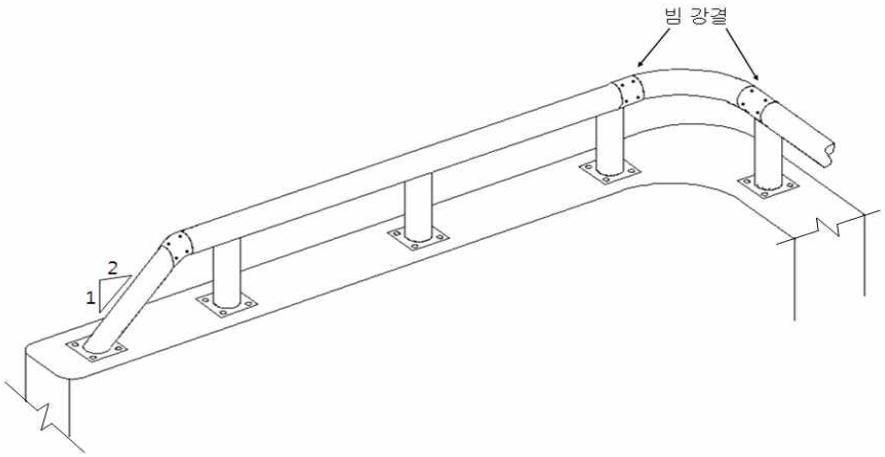
다 클 경우 일반적으로 현장의 연성 방호울타리 빔의 높이가 충돌시험의 경우보다 높아지는 것 외에는 강도측면에서는 조금 유리할 수 있다. 그러나 변화된 빔 높이로 소형차 범퍼가 연석과 빔 사이에 낄 우려가 있는 경우에는 설치할 수 없다. 또한 현장연석높이가 설계연석높이보다 낮은 경우 현장의 연성방호울타리가 받는 충격력이 충돌시험 시 받은 충격력 보다 크기 때문에 설치할 수 없다.

차량 충돌에 대해 일정 한도 내에서 변형을 허용하는 연성 방호울타리를 설치하는 경우는 도로 폭이 허용하는 범위 내에서 방호울타리 뒤쪽으로 여유 폭을 충분히 확보하는 것이 바람직하다.

나. 보도의 유·무에 따른 설치 방법

교량용 방호울타리는 보도의 유·무에 따라 그 설치 형식을 결정해야 하며, 교량 양쪽에 보도가 있는 경우, 한쪽에만 보도가 있는 경우, 보도가 없는 경우에 교량용 방호울타리의 설치 방법은 다음과 같다.

차도의 양쪽에 보도가 설치되어 있는 경우, 원칙적으로 보도와 차도의 경계부에 차량 방호울타리를 설치하고, 보행자와 자전거의 추락을 방지하기 위한 난간을 교량 연석에 설치하는 것으로 한다. 단, 도시부 교량에서 차량의 주행 속도가 낮고, 보행자의 통행량이 적은 곳에서 연석만으로 차량의 진입을 억제할 수 있는 곳에서는 보행자·자전거의 횡단 방지를 위한 횡단방지 울타리를 필요에 따라 설치할 수 있다. 이 경우에도 가능한 보행자의 안전을 위해 차량 방호울타리를 설치하는 것이 추천된다. 이때 설치되는 방호 울타리의 시종점부는 1 : 2 (V : H)의 비로 포장면 혹은 교량면으로부터 측정높이에 이르도록 하여야 한다.

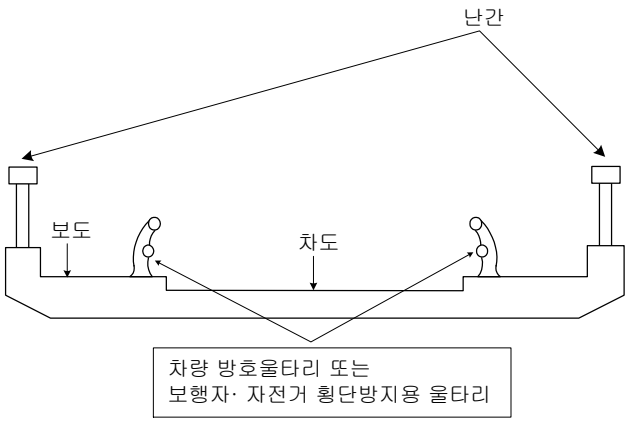


<그림 2.10> 교량용 방호울타리 구조물 위 설치 사례

차량이 교량 밖으로 이탈하는 것을 방지할 필요가 있는 구간에서, 보도 등의 폭이 좁아 보차도 경계부에 차량 방호울타리를 설치하면 보행자 등의 통행을 방해할 우려가 있는 경우는 교량 연석에 난간 겸용 차량 방호울타리를 설치한다.

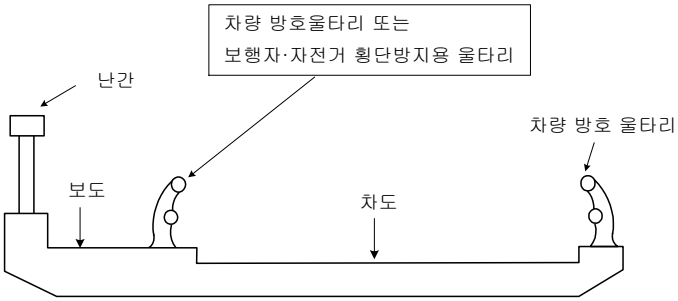
교량용 방호울타리가 지하차도의 중앙분리대, 지하차도 옹벽 같은 구조물 위에 위치되는 경우는 어느 경우에도 빔이 완전 연결되게 하여야 하고 빔의 시작점은 1 : 2(V : H)의 비로 구조물 표면에서 높이가 점차 변하게 설치해야 한다.

1) 교량 양쪽에 보도가 있는 경우



<그림 2.11> 교량 양쪽에 보도가 설치된 경우의 방호울타리 설치

2) 교량 한쪽에만 보도가 있는 경우

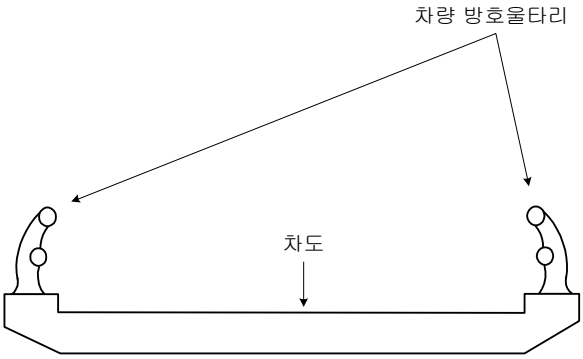


<그림 2.12> 교량 한쪽에 보도가 설치된 경우의 방호울타리 설치

차도의 한쪽에만 보도가 설치되어 있는 경우, 보도가 설치된 쪽에는 기본적으로 보도와 차도의 경계부에 차량 방호울타리를 설치한다. 다만, 도시부 교량에서 차량의 주행 속도가 낮고, 보행자의 통행량이 적은 곳에서 연석만으로 차량의 진입을 억제할 수 있는 곳에서는 보행자·자전거의 횡단 방지를 위한 횡단방지 울타리를 설치할 수 있다. 이 경우에도 보행자의 안전을 위해 가능한 차량 방호울타리를 설치하는 것이 바람직하다.
차량이 교량 밖으로 이탈하는 것을 방지할 필요가 있는 구간에서, 보도와 차도의 경계부에 차량 방호울타리를 설치하기가 어려울 경우에는 교량 끝단에 난간 겸용 차량 방호울타리를 설치한다.

3) 교량에 보도가 없는 경우

보도가 설치되어 있지 않은 경우는 교량 끝단에 차량 방호울타리를 설치하는 것을 원칙으로 한다. 단, 보행자, 자전거가 혼입될 우려가 있을 경우에는 필요에 따라 난간 겸용 차량 방호울타리를 설치한다.



<그림 2.13> 보도가 없는 경우 교량용 방호울타리의 설치

2.2.5 성토부에 설치하는 경우

> 성토부 경사 시작점 (B.P: Break Point) 부근에 설치하는 연성 방호울타리는 지주의 수평지지력(현장지지력)을 측정하여야 하며 그 값은 실물충돌시험장에서 측정한 수평지지력의 90%이상이어야 한다.
>
> 현장지지력이 시험장지지력의 90% 이상을 확보하지 못할 경우 지주의 매입깊이 증대나 기타 보강시설 추가 등의 보강방안을 세워야 한다.

【설 명】

주로 성토부에 설치되는 연성 방호울타리의 구조적 성능은 지주의 지지력에 크게 영향을 받는다. 지주의 지지력은 지주가 시공되는 지반이 평면과 성토경사의 시작점(B.P: Break Point)이라는 기하학적인 차이 뿐 아니라 흙의 종류, 다짐정도, 함수비 등에 있어서 차이가 크기 때문에 현장 시공된 지주의 지지력이 충돌시험장에서 보인 지지력을 발휘할 것이라고 기대하기 어렵다.

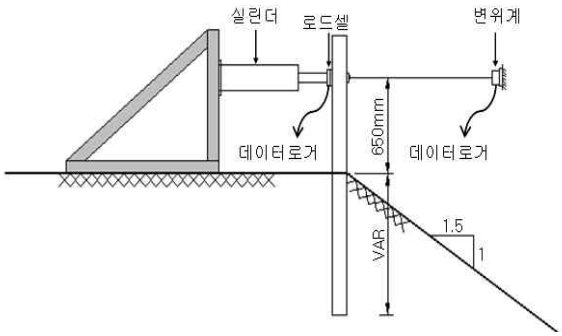
일반적으로 B.P로부터 60cm이상 안 쪽에 시공된 지주의 수평지지력은 평지에서의 값과 차이가 없는 것으로 알려져 있다. 그러나 국내 도로 실정은 지주를 성토비탈면 시작점으로부터 60cm이상 이격시켜 시공하기가 불가능하여 대부분 성토비탈면 시작점 근처에 시공하고 있다.

가. 성토부 실물충돌시험

1) 노측용 연성 방호울타리의 성능평가는 1 : 1.5 (V : H)의 성토부 실물충돌시험을 원칙으로 하되 필요에 따라 평지부 실물충돌시험도 할 수 있다.
2) 실물충돌시험에서는 시험성적서에 실물충돌시험 당시의 지주의 수평지지력을 측정하여 기록한다.

나. 지주의 수평지지력시험

지주의 수평지지력은 유압실린더나 윈치 등 적절한 가력장비를 이용하여 지주를 수평방향으로 인장 또는 압축하여 평가한다. 성토부의 경우에는 지주가 성토부 방향으로 변형되도록 힘을 가한다. 횡하중의 가력높이는 지표면으로부터 650mm로 하고 가능한 지주가 더 이상의 하중에 저항하지 못할 때까지의 하중-변위 관계를 계측한다.



<그림 2.14> 성토부의 수평지지력 실험 (예)

충돌시험장에서 계측된 지주의 하중-변위 관계는 제품의 시험성적서에 명기하고 변위가 350mm일 때의 하중을 지주의 수평지지력으로 본다. 만일 최대하중이 변위 350mm 이전에 나타난다면 그 하중을 수평지지력으로 볼 수 있다.

지주의 수평지지력 시험은 충돌시험장에서 1개소, 설치현장에서 최소 1개소 이상(1km당 2개소) 실시

한다.

다. 성토부 노측용 방호울타리 설치방법

현장지지력이 시험장지지력의 90% 미만인 노측용 방호울타리를 성토부에 설치하고자 하는 경우 ① 지주깊이 증대 ② 보강판 설치 혹은 ①,②의 적절한 조합이나 기타 검증 가능한 방법으로 현장지지력을 보강해야 한다.

라. 기존의 노측용 방호울타리의 보강

기 설치된 노측용 방호울타리는 현장지지력이 시험장지지력의 90%이상 만족하도록 보강방안을 강구해야 한다.

2.2.6 강성 방호울타리를 설치하는 경우

도로에서 길 밖으로 벗어나는 차량에 의해 2차 사고를 일으킬 가능성이 많은 장소 또는 노측의 위험도가 높은 곳 등에서 차량이 길 밖으로 벗어남을 방지하는 것이 절대 필요하다고 인정되는 구간에는 시설의 완충 효과가 다소 저하되더라도 강성 방호울타리를 설치한다.

【설 명】

강성 방호울타리를 일반 방호울타리와 비교하였을 때 그 장단점은 아래와 같다.

- 장점 : ① 길 밖 이탈 방지 능력이 크다.
  ② 변형이 거의 없어서 좁은 구간에 설치할 수 있고 보수가 쉽다.
- 단점 : ① 충돌한 차량 및 탑승자에게 주는 손상이 많다.
  ② 견고한 기초가 필요하므로 노측 비탈면의 토공 구간에는 설치가 곤란하다.

그러므로 강성 방호울타리의 설치가 필요할 때에는 주어진 대상 구간의 특징을 충분히 고려하여 장단점을 비교 검토한 후 결정할 필요가 있다.

노측에 강성 방호울타리의 설치가 꼭 필요하다고 인정되는 구간의 구체적인 예를 들면 아래와 같다.

① 가로 또는 민가에 접근된 고가 구간
② 철도, 도로의 입체 교차 교량 구간
③ 깊은 바다나 하천을 건너는 교량 구간
④ 고가 또는 교량상의 분리대 중 폭이 1m 미만인 구간

분리대에서 강성 방호울타리의 설치는 주로 분리대의 폭이 좁으면서 대향 차도로의 진입을 최대한 억제해야 하는 경우에 적용한다.

2.3 설계 및 성능 기준

2.3.1 설계 기준

가. 차량 방호울타리

차량 방호울타리는 충돌 차량의 이탈을 방지하기 위한 구조적 강도와 탑승자의 안전성을 동시에 만족시켜야 하며, 적용도로의 등급, 교통량, 설계속도 별로 각각의 설계조건(충격도)을 갖는다.

【설 명】

방호울타리의 설계는 구조 계산, 컴퓨터 시뮬레이션, 간이 시험, 실물충돌시험 등을 통하여 할 수 있으나, 차량 방호울타리의 기능 보장을 위한 성능 확인은 최종적으로 실물충돌시험을 통해 확인하는 것을 원칙으로 한다.

실물충돌시험은 실제 차량의 충돌에 따른 방호울타리의 성능을 충분한 신뢰도를 가지고 평가할 수 있으므로, 도로관리자는 방호울타리를 선정할 때 실물충돌시험을 통해 그 성능이 확인된 것을 우선적으로 적용한다.

본 지침에서는 지역 특성이나 경관 등을 배려한 차량 방호울타리의 형식과 구조에 관한 요청에 부응함과 동시에, 민간이 개발한 기술을 활용한다는 관점에서 차량 방호울타리의 성능을 규정하였다.

1) 강도 성능 평가를 위한 조건

방호울타리는 표 2.6과 같이 적용도로의 설계속도별 시설물의 강도에 따라 9개 등급으로 구분되고, 각 등급에 적합한 시설물의 강도를 가질 수 있도록 각 조건에 따라 성능을 평가하기 위한 시험을 수행한다.

<표 2.6> 강도 성능 평가를 위한 시험 조건

<table>
<tr><th>등 급</th><th>충돌 속도
(km/시)</th><th>차량 중량
(kg)</th><th>충돌 각도
(°)</th><th>기준 충격도
(kJ)</th></tr>
<tr><td>SB1</td><td>55</td><td rowspan="4">8,000</td><td rowspan="9">15</td><td>60</td></tr>
<tr><td>SB2</td><td>65</td><td>90</td></tr>
<tr><td>SB3</td><td>80</td><td>130</td></tr>
<tr><td>SB3-B</td><td>85</td><td>150</td></tr>
<tr><td>SB4</td><td>65</td><td rowspan="3">14,000</td><td>160</td></tr>
<tr><td>SB5</td><td>80</td><td>230</td></tr>
<tr><td>SB5-B</td><td>85</td><td>270</td></tr>
<tr><td>SB6</td><td rowspan="2">80</td><td>25,000</td><td>420</td></tr>
<tr><td>SB7</td><td>36,000</td><td>600</td></tr>
</table>

2) 탑승자 보호 성능 평가를 위한 조건

탑승자의 안전성을 평가하기 위한 시험 조건은 표 2.7에 나타낸 바와 같이 적용도로의 설계속도별로 각 시설의 성능에 적합한 등급의 조건에 따라 시험한다.

<표 2.7> 탑승자 보호 성능 평가를 위한 시험 조건

등 급	충돌 속도 (km/시)	차량 중량 (kg)	충돌 각도 (°)
SB1	60	900[a)] 1,300	20
SB2, SB4	80		
SB3	100		
SB5, SB6, SB7			
SB3-B, SB5-B	120		

주) Option a) : 900kg승용차 시험, 1,300kg용차 시험 모두 가능, 시험성적서 등급에 시험차량 중량을 표시(예, SB1(0.9톤), SB2(0.9톤), SB3(0.9톤) 등)

3) 차량의 충돌 속도에 대하여

방호울타리 강도 성능 평가를 위한 차량의 충돌 속도는 최근 도로환경이 개선되고 주행속도가 높아지는 경향이 있지만, 사고 시 대형차의 제동장치 작동과 차로별 이용차량의 구분 및 감속 등을 감안하여 기본적으로 충돌 속도는 설계속도의 80%를 적용하는 것으로 하였다. 설계속도 120km/시 구간에 대해서 소형차와 대형차의 성능을 동시에 만족해야 하는 기술개발의 어려움을 고려해서 대형차의 충돌속도는 설계속도의 70%를 적용하였다.

탑승자 보호 성능 평가를 위한 시험에서는 탑승자의 안전도를 높이기 위하여 설계속도를 그대로 적용하여 60, 80, 100, 120km/시로 구분하였다.

4) 차량의 중량에 대하여

현재의 교통 특성상 중차량이 점하는 비율이 높으므로 방호울타리는 주로 대형 중차량을 대상으로 하여 설계할 필요가 있다.

차량의 길 밖 이탈을 방지하기 위해서는 방호울타리의 강도를 충분히 높여야 한다. 그러나 강도만을 고려하여 설계하면 소형차가 충돌하였을 때 여타 조건이 동일하여 가속도가 크게 작용하므로 탑승자의 안전성 확보가 곤란하게 되므로, 소형차에 대한 부하 조건도 고려할 필요가 있다.

따라서 방호울타리의 설계에 사용하는 차량 중량은 도로 상황과 교통량에 대한 중요도 및 국내 시험 여건을 고려하여 설정하였다. 방호울타리의 강도 성능 평가를 위한 시험에서는 중량 8,000kg의 대형차를 표준으로 하고, 상위 등급의 시험에는 14,000kg 트럭을, 그리고 필요에 따라 특수한 경우 25,000kg 또는 36,000kg의 트럭을 사용하는 것으로 하였다.

탑승자 보호 성능 평가를 위한 소형차 시험에는 유럽과 미국 기준을 고려하여 국내 차량의 누적분포에서 6%를 차지하는 900kg 승용차 시험을 권장하도록 하였다. 900kg 승용차 시험, 1,300kg 승용차 시험이 모두 가능하며 시험성적서 등급에 시험차량 중량을 표시하도록 한다.

5) 차량의 충돌 각도에 대하여

일반적으로 차량의 충돌 각도(차량의 진행 방향과 방호울타리와의 각도)는 직선부에서 약 15° , 곡선부에서는 약 16° 이내에 있다고 알려져 있으며, 이들 결과를 토대로 과거 지침에서는 직선부와 곡선부를 구별하지 않고 다같이 15° 로 한 바 있다.

최근에는 국제적으로 과속 주행의 경향을 반영하고 안전도를 더욱 높이기 위하여 승용차의 경우에는 20° 를 적용하는 추세이다.

본 지침에서는 이러한 내용들을 고려하여 대형차에 대해서는 15° , 소형차에 대해서는 20° 를 적용하는 것으로 하였다.

6) 방호울타리 충돌지점의 선정

동일한 방호울타리라도 충돌지점에 따라 결과가 상이할 수 있으므로 시험의 실패가능성이 가장 높은 CIP(Critical Impact Point)를 충돌지점으로 선정하여야 한다.
CIP는 구조물의 종류에 따라 다르고 스내깅(snagging) 및 포켓팅(pocketing)에 대한 CIP와 베리어 빔의 파단 위험성에 대한 CIP가 각각 다르다. 따라서 CIP를 시뮬레이션을 통하여 구하도록 유도하고 연구에 의하여 보다 정확한 값이 구하여 질 때까지 "차량방호안전시설 실물충돌시험 업무편람"을 참고한다.

나. 난간 및 보행자용 방호울타리

난간 및 보행자용 방호울타리의 설계는 난간의 정상부 윗면에 수직으로 980 N/m (100 kgf/m), 측면에는 직각 방향으로 2,500 N/m (250 kgf/m)의 수평력을 가정하여 설계한다. 단, 도시부 등에서 보행자 통행이 많은 곳은 3,700 N/m (375 kgf/m)의 수평력을 가정하여 설계한다.

【설 명】
연직 방향 하중을 설계할 때는 통행자 등이 난간이나 보행자용 방호울타리를 올라타거나, 기대는 경우와 중량물(重量物)을 올려놓는 경우가 있을 수 있으므로, 어느 정도 연직 하중을 고려하는 것이 바람직하다. 이와 같은 경우, 교량의 바닥판이나 흙속의 기초에에 미치는 영향에 대해서는 구조계산을 통해 앞서 언급한 수평력과 보도 등의 등분포 하중과의 조합에 대해 안전성 여부를 살펴보아야 한다. 이 때, 허용 응력도는 증가시키지 않는다.

다. 난간 겸용 차량 방호울타리

난간 겸용 차량 방호울타리는 난간 기능과 차량 방호울타리로서의 기능을 모두 만족시킬 수 있도록 설계한다.

【설 명】
난간 겸용 차량 방호울타리는 차량 방호울타리와 난간의 기능을 동시에 수행하므로, 두 시설의 설계기준을 모두 만족해야 한다.
차도와 병행하는 자전거 도로에 설치하는 방호울타리는 자전거 이용자를 보호하기 위해 난간겸용차량방호울타리를 설치하며, 자전거 추락방지를 목적으로 설치할 경우는 「자전거 이용시설 설치 및 관리 지침」을 따른다.

2.3.2 성능 기준

가. 차량 방호울타리

차량 방호울타리는 적용도로의 설계속도별로 시설물의 강도(충격도)를 기준으로 한 등급에 대해 주어진 시험조건에 따라 실물차량 충돌시험시, 구조 성능, 탑승자 보호 성능, 충돌 후 차량의 안전 성능 등이 각각의 성능 기준을 만족해야 한다.

【설 명】

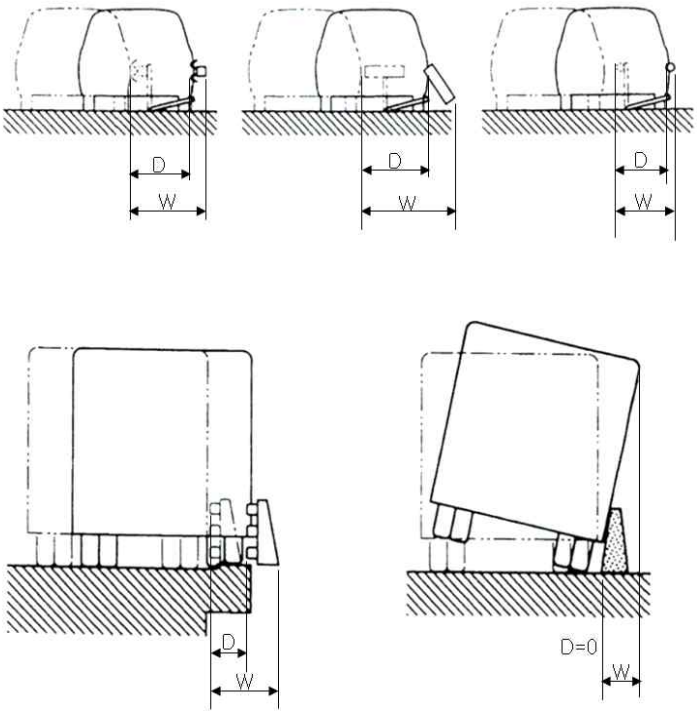
1) 구조 성능

차량의 이탈 방지를 위한 시설의 구조 성능은 방호울타리가 갖추어야 할 주요한 성능 가운데 하나이다. 이러한 구조 성능의 만족 여부의 확인은 대형 차량을 이용한 시험에서 방호울타리의 부재나 결합 부위의 파손 등으로 차량이 방호울타리를 돌파하지 않는 것을 확인하는 것으로 한다.

연성 방호울타리에 과다한 변형이 발생했을 경우, 차량이 도로에서 밀려져 나와 노측이나 교량 밖으로 떨어지거나 보도로 침범할 우려가 있기 때문에 허용할 수 있는 최대 충돌변형거리를 규정한다.

여기서, 최대 충돌변형거리란 차량이 방호울타리와 충돌할 때 차량의 충돌로 인해 방호울타리면이 원위치로부터 바깥 방향으로 밀려나온 거리(차도와 직각방향) 중 최대값을 말한다. 연성 방호울타리의 경우는 최대 충돌변형거리가 지주를 흙속에 매입할 경우 1.0m 이하, 콘크리트 기초에 설치할 경우에는 0.3m 이하이어야 한다.

도로관리자는 충돌시험 성적서의 동적최대변형거리, 차량 혹은 방호울타리의 최대 점유폭(Working Width), 구성부재 비산 상황 등을 확인하여 현장여건에 적합한 방호울타리가 설치되도록 충분히 검토가 필요하다. 특히 강성 시설물의 설치위치보다 연성 방호울타리의 최대충돌변형거리가 적은 방호울타리를 선정해야 한다. 또한 도로의 옆이 절벽인 경우는 최대충돌변형거리가 없는 강성 방호울타리를 선정하는 것이 바람직하다.



<그림 2.15> 동적최대 변형거리(D)와 최대 점유폭(W:Working Width)

2) 탑승자 보호 성능

탑승자 보호 성능은 시험차로서 승용차를 사용하고 등급별 시험 조건에서 THIV 및 PHD를 계산하여 표 2.8의 기준에 따라 평가한다. 현재 유럽연합의 기준으로 ASI를 계산하여 사용하고 있기 때문에 계측된 가속도를 이용하여 이를 계산하여 기록하면 외국과 실험결과를 공유하기 편리하기 때문에 평가에 관계없이 기록하기로 한다.

<표 2.8> 탑승자 보호 성능 평가 기준

기준 항목	단위	한계 값
탑승자-컴파트먼트 충돌속도 (종·횡방향) THIV	km/시	33
탑승자-컴파트먼트 충돌 후 최대 가속도(종·횡방향) PHD	g	20

주) g : 9.8 m/s^2

여기서,

THIV(Theoretical Head Impact Velocity, 탑승자-컴파트먼트 충돌속도): 차량이 안전시설에 충돌할 때 탑승자의 충돌 위험도를 평가하기 위한 지수들 중에 하나로 탑승자의 머리가 차량의 충돌속도로 자유 비행한다고 보고, 차량이 시설물과 충돌하여 감속되는 동안 머리가 자유 비행하여 차량 내부공간의 가상 면에 부딪칠 때의 차량과 이상화된 탑승자 머리의 순간 상대속도를 말한다.

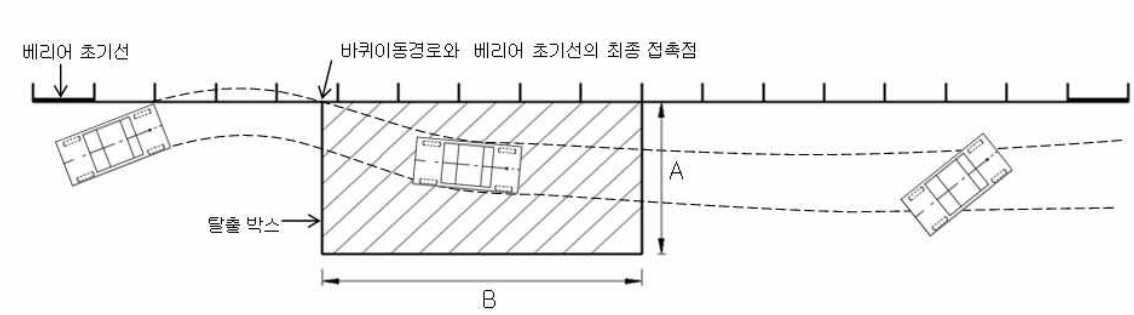
PHD(Post-impact Head Deceleration, 탑승자-컴파트먼트 충돌 후 최대 가속도); 탑승자가 차량 내부공간의 가상 면에 부딪힌 후 접촉을 유지하여 차량의 가속도를 그대로 받게 된다고 보아 THIV가 계산된 이후 계산된 차량의 10m/sec 평균가속도의 최대치를 말한다.

ASI(Acceleration Severity Index)는 차량 x, y, z 각 방향 50ms 평균가속도의 각 한계가속도에 대한 비의 합을 나타내는 수치로 무차원의 스칼라로 표현된다. ASI는 항상 양의 값을 가지며, 1 보다 클수록 탑승자의 위험도는 커지게 된다.

3) 충돌 후 차량의 안전성능

차량 방호울타리와 차량이 충돌했을 때, 충돌 차량의 거동이 후속차에 미치는 영향은 충돌 차량과 후속 차량과의 차간 거리나 회피할 수 있는 측방 여유의 유무 등에 따라 다르다. 이때 충돌 차량이 방호울타리와 충돌하여 급정지하거나, 전도되어 차도 안에 정지하지 않아야 하며, 또한 대향차나 병행하여 주행하는 차량에 큰 영향을 미치는 거동도 일어나지 않도록 다음을 만족해야 한다.

- 차량의 무게중심이 변형된 방호울타리의 중심선을 가로질러서는 안 된다.
- 과다한 포켓팅(Pocketing)이나 스내깅(Snagging)없이 차량이 부드럽게 선회하여야 하는데 이는 충돌 차량이 탈출박스(Exit box)를 통하여 빠져나가면 만족된다고 본다.탈출박스는 방호울타리의 최초(충돌 전) 도로안쪽 면과 그 면으로부터 2.2m(승용차) 혹은 4.4m(트럭)+차량 폭+차량길이의 16% 만큼 떨어진 평행선으로 구성되는데 바퀴의 궤적이 방호울타리 최초의 도로안쪽 면과 최종적으로 교차되는 점에서 시작하여 B 만큼 떨어진 곳까지로 정의된다. 충돌차량의 모든 바퀴궤적이 B 거리(승용차 10m, 트럭20m) 이내에서 탈출박스의 평행선을 넘어서는 안 된다. 방호울타리의 도로안쪽 면이 불명확한 경우는 방호울타리의 최 안측 선을 도로안쪽 면으로 본다. 그림 2.16은 승용차 및 트럭 실험에서 탈출박스와 A, B를 나타낸 것이다.



<그림 2.16> 차량 방호울타리의 탈출박스

충돌 후 차량의 안전 성능 평가는 차종에 무관하게 필요하므로, 대형차를 사용한 시험에서는 방호울타리 강도 확인과 더불어 화물차의 충돌 후 차량의 안전 성능을, 또한 소형차를 사용한 시험에서는 탑승자의 안전성 확인과 더불어 승용차의 충돌 후 차량의 안전 성능을 확인하는 것으로 한다.

나. 난간 및 보행자용 방호울타리

난간 및 보행자용 방호울타리의 성능 확인은 설계 하중이 단기 하중이라는 점과 경제성 측면에서 부재의 내력(KS 규격 재료는 그 내력이나 항복점, 그 외의 재료는 정하중 시험으로 얻어진 값)을 통해 확인하는 것으로 한다.

【설 명】

난간의 성능 확인은 KS 규격재료를 사용하는 경우는 규격에 제시된 내력이나 항복점을 확인하는 것으로 하고, 이를 확인하기 곤란한 KS 규격 이외의 재료는 정하중 시험을 통해 구해진 값을 확인하는 것으로 한다.

다. 난간 겸용 차량 방호울타리

난간 겸용 차량 방호울타리의 성능의 확인은 차량 방호울타리의 성능 기준과 난간의 성능 기준을 모두 만족하는지를 확인하는 것으로 한다.

【설 명】

난간 겸용 차량 방호울타리의 성능은 차량 방호울타리와 난간의 기능이 합쳐진 것으로, 본 지침 2.3.2절에 명시된 차량 방호울타리의 성능과, 난간의 성능 기준 모두를 만족하는 것으로 한다.

2.4 구조 및 재료

2.4.1 구조 일반

방호울타리의 구조는 설치 장소의 도로 · 교통 조건, 경제성, 미관, 유지관리의 용이성 등을 충분히 고려하여 선택한다.

【설 명】

방호울타리의 구조는 설치 장소의 도로·교통 조건을 면밀히 검토하여 보행자나 차량의 안전이 우선적으로 확보될 수 있도록 하고, 경제성, 미관, 유지 관리의 용이성을 감안하여 선정한다.

가. 차량 방호울타리

차량 방호울타리의 구조를 선정할 때는 성능과 더불어 경제성, 유지 보수, 시공, 시선 유도, 전망성, 주변 환경과의 조화, 방호울타리를 설치할 구간의 교통 상황, 장래 교통량 예측 등을 포함한 종합적인 판단에 근거하여 선정할 필요가 있다.

최근에 미관을 고려한 방호울타리의 여러 형식들이 많이 사용되고 있으나, 차량 방호울타리는 미관보다는 차량의 방호 기능이 확실하게 보장되는지에 관한 면밀한 검토가 우선되어야 한다.

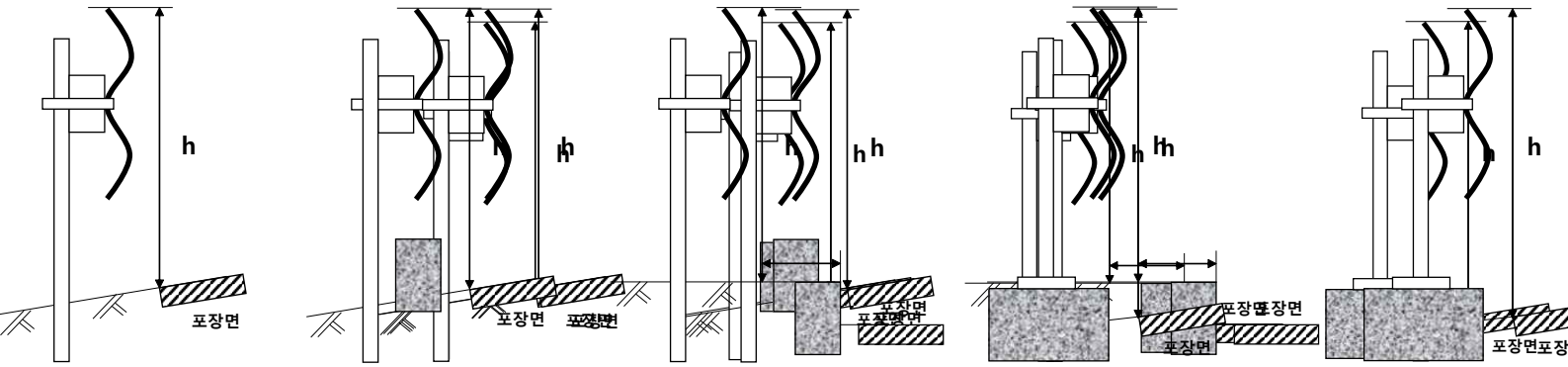
차량 방호울타리의 높이는 차량이 방호울타리와 충돌했을 때, 탑승자의 머리가 방호울타리 부재와 직접 충돌하는 것을 방지할 필요가 있기 때문에, 원칙적으로 100㎝(포장 가장자리의 노면으로부터 방호울타리 상단까지 높이를 말함) 이하로 한다. 또, 방호울타리의 높이를 100㎝ 이하로 하면, 곡선 반경이 작은 구간에서 방호울타리 너머의 시인성 확보나 도로 밖의 전망성을 확보하는 관점에서도 유리해진다. 단, 설계 충격도가 큰 상위 등급의 방호울타리에서 대형차의 유도성을 향상시키거나 보행자·자전거의 추락 방지를 위한 난간을 겸용할 경우는 100㎝ 이상의 높이로 설치할 수 있다.

차량용 방호울타리의 설치 높이는 시선유도 기능을 고려하여 60㎝ 이상으로 한다. 노면으로부터 방호울타리 보의 하단부까지의 높이는 46㎝ 이하가 되도록 하여 소형차와 같이 높이가 낮은 차량이 보 밑으로 잠기는 일이 없도록 한다.

여러 개의 보로 이루어진 교량용 보형 방호울타리의 경우, 하단 보의 높이는 소형차가 보 밑으로 잠겨서 지주와 충돌하는 현상을 방지하기 위해, 하단 보의 위치를 낮추는 등 필요한 조치를 취한다.

보차도 경계용 차량용 방호울타리는 볼트 등과 같은 돌기물, 부재의 연결 등이 보행자 등에 해를 미치지 않는 형태로 한다.

일반적으로 보형 방호울타리는 방호울타리의 충돌면이 지주에 비해 차도 쪽으로 더 내밀어진 구조인 블록아웃형 구조를 갖는 것이 성능 측면에서 우수하다고 알려져 있다.



(a) 일반 설치 (b) 연석 뒤 설치 (c) 구조물 위 설치 (교량 등)

<그림 2.17> 방호울타리 높이 측정 예

나. 난간 및 보행자용 방호울타리

난간 및 보행자용 방호울타리의 높이는 보행자와 자전거 등의 무게중심을 감안하여 110 cm를 표준으로 한다. 여기서, 높이는 노면(보도가 있는 경우는 보도면)에서 상단까지의 높이를 말한다.

그러나 난간 및 보행자용 방호울타리의 높이를 디자인, 미관, 경제성을 고려하여 110~120 cm로 하는 것이 바람직하다.

난간 및 보행자용 방호울타리 부재 사이의 간격은 어린이 등이 부재들 사이(패널 틈새)로 빠지는 것을 방지할 수 있어야 한다.

교량의 조망권 확보나 경관 등을 위해 필요한 경우, 패널의 각도를 조정하는 등 난간이나 보행자용 방호울타리의 형식에 변화를 줄 수 있다. 단, 이 경우에도 본 지침에 제시된 난간의 성능기준을 만족하는 것으로 한다.

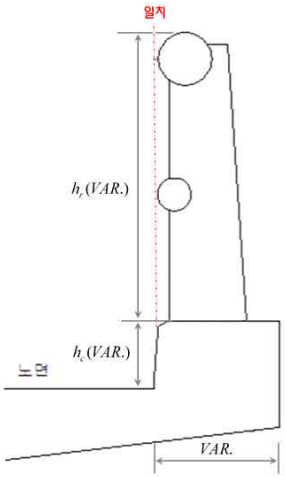
자전거전용도로에 설치하는 난간이나 보행자용 방호울타리는 「자전거 이용시설 설치 및 관리 지침」을 따른다.

다. 난간 겸용 차량 방호울타리

난간 겸용 차량 방호울타리는 차량의 충돌에 저항하고 동시에 난간의 기능도 하여 보행자, 자전거가 교량 밖으로 이탈하지 않도록 설치하는 것이다.

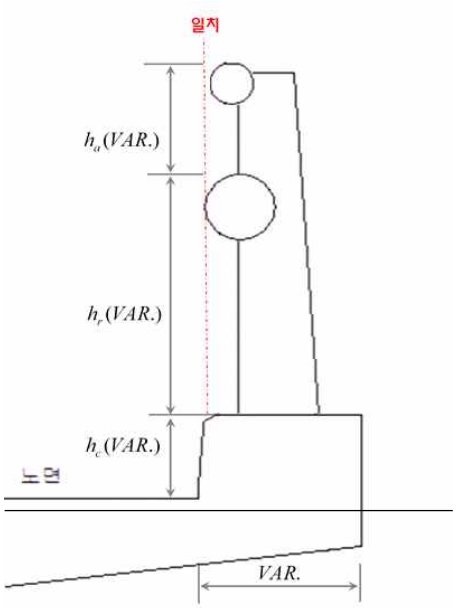
난간 겸용 차량 방호울타리는 차량 방호울타리에 추가로 보를 더하여 보행자, 자전거가 교량 바깥으로 떨어지는 것을 방지하도록 하는데, 특히 미관 등을 고려할 필요가 있을 경우에는 일반도로에 설치되는 차량 방호울타리와는 다른 형식의 방호울타리의 설치를 검토해도 좋다.

단, 추락 방지 기능을 겸비하기 위해 추가로 보 등 부재를 첨가시킨 경우는 이러한 부재가 차량 충돌 시에 비산되지 않도록 차량 방호울타리의 충돌 면으로부터 차도 외측으로 물러난 위치에 배치할 필요가 있다.



	차량 방호울타리의 높이	h_r
+	노면에서 교량 연석까지의 높이	h_c
	난간 겸용 차량 방호울타리의 높이	$h = h_c + h_r$

(a) 일반적인 경우



	차량 방호울타리의 높이	h_r
	노면에서 교량 연석까지의 높이	h_c
+	부가시킨 난간 높이	h_a
	난간 겸용 차량 방호울타리의 높이	$h = h_c + h_r + h_a$

(b) 방호울타리 높이를 부가시킨 경우

<그림 2.18> 난간 겸용 차량 방호울타리의 설계 예

차량 방호울타리가 비교적 높을 경우에는, 차량 방호울타리가 난간의 기능을 겸할 수 있으므로, 난간 겸용 차량 방호울타리로 볼 수 있다. 난간 겸용 차량 방호울타리의 설계 예는 그림 2.17, 그림 2.18과 같다.

2.4.2 재료

방호울타리에 사용하는 재료는 충분한 강도를 가지고, 내구성이 우수하여 유지관리가 쉽게 될 수 있는 것을 사용한다.

【설 명】

방호울타리에 사용하는 재료는 장기간에 걸쳐 사용되는 것이므로 충분한 강도가 있고, 내구성이 뛰어나며 유지관리가 쉬운 것을 사용할 필요가 있다.

2.4.3 색채

방호울타리의 색채는 다음 각 항에 규정된 것으로 한다. 가. 방호울타리의 색채는 시선유도 효과를 감안하여 흰색 또는 회색을 원칙으로 하지만, 아연 도금된 그대로도 무난하다. 특히 주변경관과의 조화가 필요하다면 목재의 자연색, 밤색 등도 가능하다 나. 난간 및 보도용 횡단 방지 울타리의 색채는 설치 지역의 주변 환경을 고려하여 정한다.

【설 명】

가. 방호울타리의 색채

방호울타리의 색채는 도로주변의 경관에 중요한 요소이므로 주변경관과의 조화가 무엇보다 중요하다. 시선 유도의 효과를 감안하여 흰색 또는 회색을 원칙으로 하고 주변 경관과의 조화를 위하여 다른 색을 취할 수 있으나 일반적으로 원색을 피하여야 하며 특히 무광택 처리된 것을 쓰도록 한다.

나. 난간 및 보행자용 방호울타리의 색채

난간 및 보행자용 방호울타리는 시선유도뿐만 아니라 설치 지역의 환경에 따라 미관 등을 고려하지 않으면 안 될 경우가 많으므로 색채는 자유로이 선택하도록 하였다. 그러나 다른 차량 방호울타리와 같이 운전자의 시선 유도 효과를 발휘할 수 있도록 흰색으로 하는 것이 좋으며, 현란한 색상을 적용하여 운전자의 시각 장애를 일으키거나 도로경관을 해치는 일은 없도록 한다.

2.4.4 방식처리

방호울타리에 사용하는 금속 재료 중 녹이나 부식이 발생하는 재료는 KS 규격 또는 동등 이상의 효과가 있는 방법으로 방청 · 방식 처리를 한다.

【설 명】

방호울타리 도장은 원칙적으로 공장에서 마무리 도장까지 한다.

강재의 방식 처리법으로는 도장이나 아연 도금법 혹은 내식강이 사용되고 있다. 대기 중에서 변성이 일어나지 않고 경제적인 방법은 일반적으로 용융 아연 도금이므로 본 바닥에 용융 아연 도금법으로 아연 도금하는 것을 원칙으로 하되 내식성능이 아연 도금법 이상으로 입증된 소재나 방청, 방식처리 방식이면 사용할 수 있다.

도막의 내구력에 중요한 도막의 밀착성을 좋게 하기 위하여 도금면에 인산염 처리 등의 바닥 처리를 하도록 하고, 도료는 시일이 경과하여도 노화가 적게 되고 내후성이 좋은 열경화성 아크릴 수지 도료를 사용토록 한다.

2.5 설치

2.5.1 설치 일반

방호울타리 설치는 도로 상황을 충분히 조사하여 방호울타리의 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 설치한다.

가. 방호울타리는 최대충돌변형거리를 고려하여 선정한다.

나. 도로 및 교통 상황이 동일한 구간이 둘 이상일 경우, 해당 구간들이 가까이 있을 경우에는 해당 구간에 설치하는 방호울타리는 원칙적으로 형식, 종별 등을 동일한 것으로 한다.

다. 도로 및 교통 상황이 동일한 구간에 설치하는 방호울타리는 부득이한 경우를 제외하고는 연속하여 설치한다.

라. 분리대에 방호울타리를 설치할 때는 원칙적으로 분리대의 중앙에 설치한다.

마. 방호울타리의 지주는 지면에 대해 수직으로 설치한다.

바. 방호울타리의 바람직한 설치 최소 연장은 100m이고, 부득이 설치 연장을 줄이는 경우 적어도 60m가 되어야 한다.

【설 명】

가. 최대충돌변형거리를 고려

방호울타리를 설치할 때는 도로 폭이 허용하는 범위에서 방호울타리 배후의 충돌 변형 거리를 고려하여 설치한다.

방호울타리의 충돌 변형 거리는 방호울타리 형식 선정뿐만 아니라 설치 위치를 결정시에도 중요한 변수이다. 특히 충돌 변형 거리를 감안하여 설치되었더라도 무게 중심이 높은 중형 차량은 전복할 수가 있으므로 이러한 차량에 대한 배려도 있어야 할 것이다.

또한 방호울타리 뒤에 교각, 신호등, 가로등, 표지판, 기둥 등 차량충돌시 상해가 가중될 수 있는 도로구조물이 있을 경우 방호울타리는 최대충돌변형거리가 구조물과의 이격거리보다 적은 제품을 선정한다. 즉 방호울타리와 구조물과의 이격 거리내에 최대충돌변형거리가 있는 방호울타리를 선정하고, 여의치 않을 경우 구조물에 직접적인 영향을 받지 않도록 방호울타리의 강성 보강 등의 방안을 강구하여야 할 것이다.

나. 동일 구간의 형식

도로 및 교통 상황이 동일한 구간에서 방호울타리가 연속되는 곳에는 방호울타리의 수행도, 유지 보수, 시선 유도 및 외관 등의 측면에서 볼 때, 특별한 이유 없이 불연속적으로 다른 형식의 방호울타리를 설치해서는 안 된다.

다. 설치의 연속성

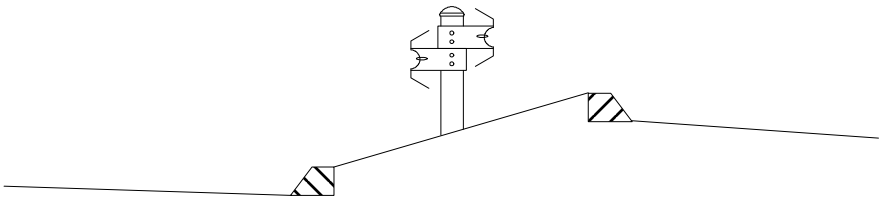
방호울타리는 차량 충돌 시에 받는 운동에너지를 종방향으로 광범위하게 분산, 흡수하는 것으로 방호울타리에 절단된 곳이 있으면 구조적으로 취약하게 되고, 빔 절단부가 차량을 관통할 수 있어서 아주 위험하며 시선 유도 측면에서도 좋지 않다.

라. 분리대에서의 설치위치

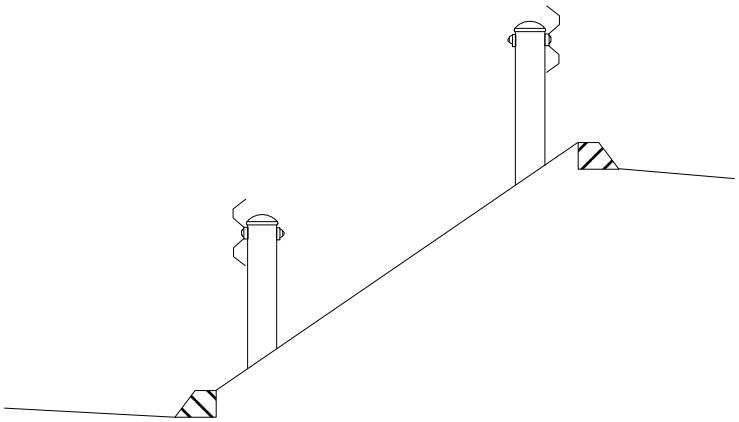
분리대에 설치하는 방호울타리는 분리대 중앙에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 분리대내에 교각, 교명주, 표지주 등의 장애물이 있을 때는 그 부분만 평면형으로 장애물 양측에 설치한다. 그리고 튀어나온 부분이 큰 분리대용 가드레일을 경사가 있는 분리대에 설치할 때는 아래와 같은 방법으로 설치하는 것이 좋다.

① 경사가 1 : 4보다 급하고 1 : 2보다 완만할 때
경사가 1 : 4보다 완만할 때는 일반적인 설치 방법으로 설치하여도 좋으나 1 : 4보다 급하고 1 : 2보다 완만할 때는 그림 2.19와 같이 설치한다.

② 경사가 1 : 2보다 급할 때는 그림 2.20과 같이 설치한다.



<그림 2.19> 분리대에 짧은 경사가 있을 때의 설치 예



<그림 2.20> 분리대에 긴 경사가 있을 때의 설치 예

마. 지주

지주는 토압 저항을 고려하면 도로면에 수직으로 설치하는 것을 원칙으로 한다. 지주의 깊이는 성능시험에 적용한 길이를 그대로 적용한다. 노측 상황에 따라 부득이 절곡 지주를 사용할 때는, 차량이 직접 지주에 접촉될 때 설계 시 조건보다 큰 하중이 작용하므로 이때는 지주 간격을 좁게 하든가 지주 기초를 보강하여야 한다.

바. 최소 설치연장

방호울타리는 차량 충돌에 대해 일렬로 설치된 지주와 보의 인장 응력으로 방호를 수행한다. 방호울타리의 설치 길이를 너무 짧게 하는 경우 연속으로 설치되어 있는 지주와 보들의 상호작용으로 인한 방호울타리의 완전한 수행도를 기대할 수가 없을 뿐더러 국소적인 변형이 발생하여 차량의 복귀이라는 본래의 기능을 완전하게 수행할 수 없게 된다. 이런 이유로 방호울타리의 바람직한 최소 설치연장은 100m로 하되, 설치 장소의 여건상 부득이 설치 길이를 줄이더라도 60m이상으로 하는 것이 바람직하다.

2.5.2 설치 방법

방호울타리는 설치될 위치의 현장 조건을 충분히 고려하여 방호울타리가 완전한 기능을 발휘할 수 있도록 설치하여야 한다.

가. 방호울타리 전면의 횡단경사, 연석 등을 고려하여 설치한다.

나. 방호울타리 접근부는 경제성, 안전성 등을 고려하여 퍼짐을 주어 설치할 수 있다.

다. 곡선 반경이 200m보다 작은 곳에서는 충돌각도가 커지는 등 차량의 충돌 특성을 감안하여 방호울타리의 강성을 보강해 주어야 한다.

라. 필요한 경우 오토바이 이용자의 충돌에 대비하여 추가 보를 설치 할 수 있다.

마. 실물충돌시험 조건과 다른 현장조건에 방호울타리를 설치할 경우는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 성능을 검증하여 설치할 수 있다.

【설 명】

방호울타리의 설치는 도로여건을 충분히 고려하여 방호울타리가 완전한 기능을 발휘할 수 있도록 설치하여야 한다.

가. 방호울타리 전면의 횡단경사 및 연석 설치 고려

일반적으로 방호울타리의 충돌은 차량 바퀴들이 땅위에 붙어있고 현가장치가 압축이나 팽창하지 않은 상태가 이상적이라고 한다. 실제 현장에서는 이러한 이상적인 조건을 만족하기 어려운 도로의 방호울타리 전면 횡단경사 조건이 존재하게 된다. 포장 끝으로부터 방호울타리까지의 전면 횡단경사가 1 : 10보다 가파른 경우에는 차량이 전복할 위험이 있으므로 가능한 전면 횡단경사를 1 : 10 이하로 유지시켜주는 것이 필요하다.

방호울타리 전면의 횡단경사와 마찬가지로 연석도 차량의 궤적에 지대한 영향을 미치는 요소이다. 일반적으로 방호울타리의 보 정면이 연석 정면을 지나는 수직선으로부터 25cm 이내에 위치해 있다면 차량의 전복 위험은 거의 없다. 또한, 차량의 속도가 55km/시 이하이면 연석의 위치와는 무관하게 차량이 전복할 확률은 거의 없다고 알려졌다. 만약 방호울타리가 연석 위로 완전한 설치높이를 가지고 설치되는 경우에는 차량의 충돌점은 정상적인 충돌에 비해 상향될 수 있으며, 이와 같은 경우에는 추가 보(rub rail)를 설치할 수 있다.

나. 퍼짐(Flare)

방호울타리의 접근부를 퍼지게 하는 목적은 첫째, 단부 구간을 차도로부터 멀리 위치시킴으로써 운전자의 단부 부분에 대한 심리적 부담을 덜어주는 데 있다. 둘째, 운전자가 점진적으로 방호울타리의 존재를 파악함으로써 운전 행태에 지장을 주지 않는 데 있다. 마지막으로, 단부 부분을 길 밖으로 퍼지게 함으로써 방호울타리 접근부의 길이를 줄여줄 수 있는 경제적인 이유에서이다.

반면 방호울타리의 접근부를 퍼지게 하는 경우에 파생되는 단점은 퍼짐률이 커질수록 차량의 충돌각도가 커져 방호울타리에 전달되는 충돌력이 증가하는 점과 복귀된 차량이 대향 차도로 들어가 2차적인 사고를 유발할 수 있다는 점이다. 도로의 설계속도에 따른 퍼짐률의 최대치를 미국 AASHTO의 경우 표 2.9와 같이 규정하고 있다.

국내의 경우 길어깨 폭이 협소한 지역이 대부분으로 방호울타리 접근부를 퍼지게 하는 처리가 적용되기는 어려우나 어느 정도 측방 회복 가능 영역이 보장되는 곳에서는 설치를 고려해 볼 수 있다.

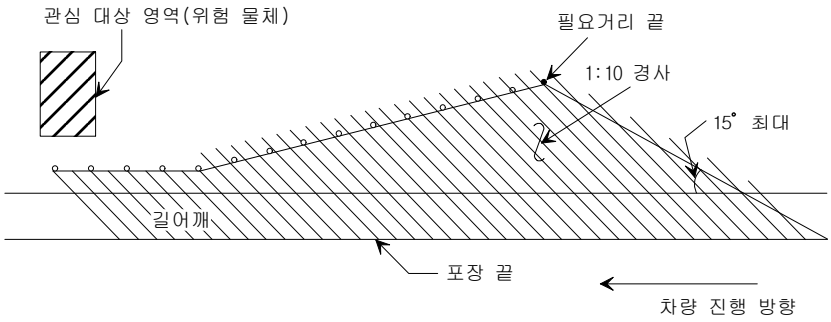
설치 시 주의할 점으로는 차도 끝에서 방호울타리 사이의 경사가 1 : 10보다 급한 경우에는 퍼짐률을 줄여서 경사가 1 : 10 이하가 될 수 있도록 한다. 단, 차도 끝에서 단부로 사선을 그어서 생기는 내각이 15 를 초과해서는 안 된다(그림 2.21 참조).

<표 2.9> 방호울타리 설계를 위한 퍼짐률

설계 속도(km/시)	퍼짐률(안전거리 안쪽)	퍼짐률(안전거리 바깥쪽)	
110	1 : 30	1 : 20*	1 : 15**
100	1 : 26	1 : 18*	1 : 14**
90	1 : 24	1 : 16*	1 : 12**
80	1 : 21	1 : 14*	1 : 11**
70	1 : 18	1 : 12*	1 : 10**
60	1 : 16	1 : 10*	1 : 8**
50	1 : 13	1 : 8*	1 : 7**

주) * 강성 방호울타리에서 제안되는 최대 퍼짐률

** 반강성 방호울타리에서 제안되는 최대 퍼짐률



<그림 2.21> 차도에서 방호울타리까지의 경사와 퍼짐률

길 밖의 성토나 위험 물체 등의 위험 요소를 방호하기 위한 방호울타리 접근부의 설치 길이 산정 방법으로 미국의 예를 들면 다음과 같다.

그림 2.22는 도로 밖 위험 요소를 효과적으로 방호하기 위한 설계 변수를 보여준다. 그림에서 이격

거리(runout length) L_R은 차도를 벗어난 차량이 위험물체 전방에서 정지하기까지 필요한 이론적인 거리이다. 이 거리는 위험 물체의 상류부에서 차량이 도로를 벗어나리라 예상되는 지점까지의 거리이다. 이 거리는 주행 속도와 차량 타이어와 지면의 마찰에 의존하는 값이다. 표 2.10은 미국의 Hutchinson과 Kennedy의 연구와 운전자 반응, 저속 조건에서의 차량 정지 특성을 감안하여 제시된 값이다.

L_H는 차도 끝으로부터 위험 요소의 가장 바깥쪽까지의 거리이다. 설계에 있어 L_H를 결정하는 것이 중요하다.

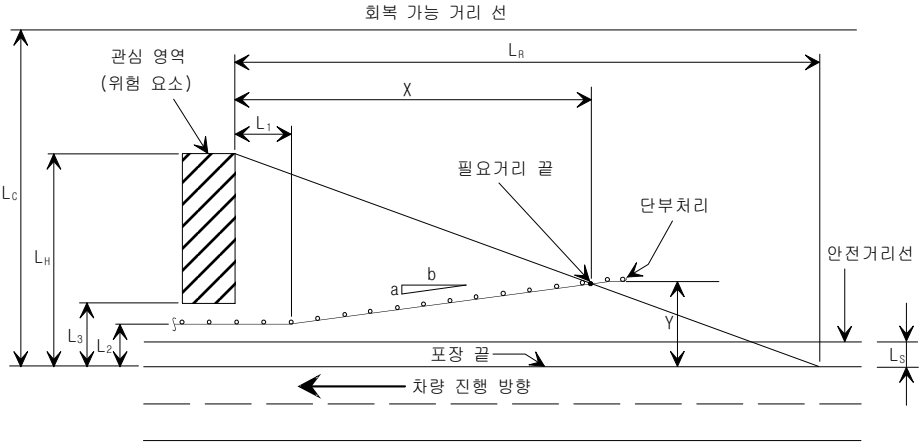
L_R과 L_H가 결정되면 특정 위치에서 요구되는 방호울타리의 길이는 위험 물체로부터 방호울타리 상부로 퍼짐이 없는 일반 구간까지의 거리 L_1과 이것의 종방향 거리인 L_2는 설치시 규정된 퍼짐률(a : b)에 의거하여 산정된다.

<표 2.10> 방호울타리 설계를 위한 이격 거리(L_R)

(단위 : m)

설계 속도(km/시)	일 평균 교통량(ADT)			
	800 미만	800~2,000	2,001~6,000	6,000 초과
110	110	120	135	145
100	100	105	120	130
90	85	95	105	110
80	75	80	90	100
70	60	65	75	80
60	50	55	60	70
50	40	45	50	50

여기서 L_1은 설계자에 의해 선택되어지는 변수이다. L_1은 강성 방호울타리에 반강성 방호울타리가 연결되는 전이 구간에서 차량이 방호울타리 안으로 들어갈 가능성을 감소시키고 매끄러운 복귀 가능성을 증가시키기 위해 적어도 전이 구간의 길이 만큼은 되어야 한다.



<그림 2.22> 방호울타리의 접근부 설계

특정 위치에서 필요한 방호울타리 거리를 계산하기 위해 설계자에 의해 선택되어져야 하는 최종 값은 퍼짐률이다. 퍼짐률이 클수록 설치될 방호울타리의 측방 거리는 커지고 필요 방호울타리 설치 길이는 작아진다.

L_C는 측방 회복 가능 영역(clear area)으로 차량이 차도를 벗어나 길 밖으로 나갔을 때 차량을 제어 가능한 상태로 회복시킬 수 있는 거리라 정의될 수 있다. 이 거리는 도로의 교통량, 설계 속도, 비탈면 경사 조건에 따라 정해진다. 측방 회복 가능 영역은 표 2.11과 같고 곡선의 경우에는 표 2.12와 같이 보정 계수를 곱해준다.

변수 선정이 끝나면 방호울타리 설치 거리 X는 다음 식에 의해 구해질 수 있다.

$$X = \frac{L_H + (b/a)\ L_1 - L_2}{b/a + L_H/L_R} \quad \text{(식 2-2)}$$

퍼짐률이 없는 평행한 설치에서는 $\frac{b}{a} = 0$ 이므로 식 2-18은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$X = \frac{L_H - L_2}{L_H/L_R} \quad \text{(식 2-3)}$$

차도로부터 방호울타리 시작점까지의 측방 여유 Y가 다음 식에 의해 계산될 수 있다.

$$Y = L_H - \frac{L_H}{L_R} \cdot X \quad \text{(식 2-4)}$$

<표 2.11> 측방 회복 가능 영역(L_C)

(단위 : m)

설계 속도 (km/시)	일평균 교통량 (ADT)	성토부 경사			절토부 경사		
		1 : 6 이하	1 : 4 ~1 : 5	1 : 3	1 : 3	1 : 4 ~1 : 5	1 : 6 이하
60 이하	750미만	2.0~3.0	2.0~3.0	**	2.0~3.0	2.0~3.0	2.0~3.0
	~1,500	3.0~3.5	3.5~4.5	**	3.0~3.5	3.0~3.5	3.0~3.5
	~6,000	3.5~4.5	4.5~5.0	**	3.5~4.5	3.5~4.5	3.5~4.5
	6,000초과	4.5~5.0	5.0~5.5	**	4.5~5.0	4.5~5.0	4.5~5.0
70 ~ 80	750미만	3.0~3.5	3.5~4.5	**	2.5~3.0	2.5~3.0	3.0~3.5
	~1,500	4.5~5.0	5.0~6.0	**	3.0~3.5	3.5~4.5	4.5~5.0
	~6,000	5.0~5.5	6.0~8.0	**	3.5~4.5	4.5~5.0	5.0~5.5
	6,000초과	6.0~6.5	7.5~8.5	**	4.5~5.0	5.0~6.0	6.0~6.5
90	750미만	3.5~4.5	4.5~5.5	**	2.5~3.0	3.0~3.5	3.0~3.5
	~1,500	5.0~5.5	6.0~7.5	**	3.0~3.5	4.5~5.0	5.0~5.5
	~6,000	6.0~6.5	7.5~9.0	**	4.5~5.0	5.0~5.5	6.0~6.5
	6,000초과	6.5~7.5	8.0~10.0*	**	5.0~5.5	6.0~6.5	6.5~7.5
100	750미만	5.0~5.5	6.0~7.5	**	3.0~3.5	3.5~4.5	4.5~5.0
	~1,500	6.0~7.5	8.0~10.0*	**	3.5~4.5	5.0~5.5	6.0~6.5
	~6,000	8.0~9.0	10.0~12.0*	**	4.5~5.5	5.5~6.5	7.5~8.0
	6,000초과	9.0~10.0*	11.0~13.5*	**	6.0~6.5	7.5~8.0	8.0~8.5
110	750미만	5.5~6.0	6.0~8.0	**	3~3.5	4.5~5.0	4.5~5.0
	~1,500	7.5~8.0	8.5~11.0*	**	3.5~5.0	5.5~6.0	6.0~6.5
	~6,000	8.5~10.0*	10.5~13.0*	**	5.0~6.0	6.5~7.5	8.0~8.5
	6,000초과	9.0~10.5*	11.5~14.0*	**	6.5~7.5	8.0~9.0	8.5~9.0

* : 사고율이 높은 곳에는 9m 이상의 안전 도로변대를 설치해야 한다.

** : 비탈면 경사가 1:3보다 큰 경우는 차량의 이탈했을 경우 잘 회복되지 않으므로 이 경우에는 장애물이 비탈면 부근에 있어서는 안 된다. 안전 도로변대의 폭을 설치할 때는 경제적인 요소, 안전상의 필요성, 환경적인 요인 등을 고려하여 결정하여야 한다.

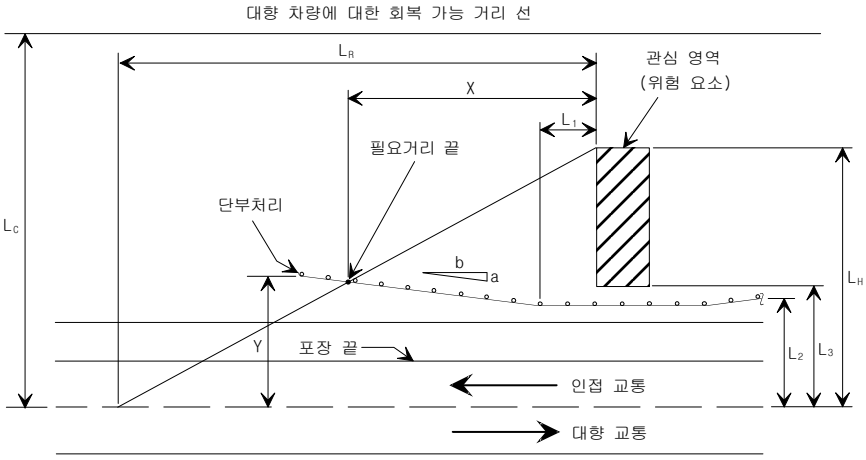
<표 2.12> 평면 곡선반경에 따른 보정계수

곡선반경 (m)	설계 속도(km/시)					
	60	70	80	90	100	110
900	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
700	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3
600	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4
500	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4
450	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5
400	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	
350	1.2	1.2	1.3	1.4	1.5	
300	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	
250	1.3	1.3	1.4	1.5		
200	1.3	1.4	1.5			
150	1.4	1.5				
100	1.5					

위의 식들은 방호울타리의 시작부를 설계할 때 이용할 수 있다. 만약 차량이 단부를 뚫고 지나가 위

험 물체와 충돌할 가능성이 있다면 식으로 구해 낸 설계 길이를 연장하는 것이 바람직하다. 특히 인접한 곳에 절토부가 있는 경우는 단부를 절토부에 고정시키는 방법이 이상적이다. 단 절토부에 고정시키는 경우에 주의해야 할 설계 요소는 본 장의 단부 처리 부분에 언급되어 있다.
그림 2.23은 대향 차량의 충돌에 대비한 설계 요소를 보여 준다. 이 경우 설계 거리의 산정 방법은 접근부의 설계 방법과 동일하나, 도로 횡단 길이에 관한 변수들인 L_2, L_3 등은 차도 중앙에서부터 측정한 거리가 된다. 예를 들어 양방향 이차로 도로에서는 중앙선으로부터 측정된다.
설계 길이를 산정시 측방 회복 가능 영역인 L_C에 대한 세 가지 적용 규칙이 있다.

① 방호울타리가 적절한 측방 회복 가능 영역 밖에 있다면 추가적인 방호울타리나 충격 흡수 시설은 필요하지 않다.
② 방호울타리가 측방 회복 가능 영역 안에 있고 위험 물체가 밖에 있다면 추가적인 방호울타리가 요구되지 않으나 충격 흡수 단부 처리를 사용한다.
③ 만약 위험 요소가 측방 회복 가능 영역 밖으로 충분히 벗어나 있다면 (예 : 강), 설계자는 측방 소거 영역 내에 위치한 부분만을 방호하게 되며 결과적으로 L_H를 L_C로 두게 된다.



<그림 2.23> 대향 차량에 대한 방호울타리의 접근부 설계

다. 곡선반경이 작은 구간에서의 설치

곡선 반경이 작은 곳에서 차량의 보다 강한 충돌은 방호울타리 구조 요소 대부분을 파손할 소지가 있다. 아울러 차량은 곡선 반경에 따라 미끄러지는 성질이 다르기 때문에 이를 반영하여 방호울타리의 구조가 강성이 되도록 설계해야 한다.

라. 추가 보의 설치

방호울타리 지주의 낮은 부분은 오토바이 이용자와의 충돌시 심각한 위험을 제공한다. 즉, 지면에서 미끄러지는 인체와 지주의 충돌 위험을 제거하기 위해 설치 높이를 낮게 한 보를 지주에 추가 부착함으로써 그 피해를 줄일 수 있다.

마. 실물충돌시험과 다른 현장조건에서의 설치

방호울타리를 현장에 설치할 때는 실물충돌시험에 합격한 제품의 도면이나 시방서에 따라야 한다.
그러나 도로관리자는 현장조건이 기존 실물충돌시험의 설치조건과 달라 안전성 확보를 위한 보완이 필요하다고 인정될 경우 컴퓨터 충돌 시뮬레이션을 통하여 성능을 검증한 개선안을 설치할 수 있다.

구체적인 컴퓨터 충돌 시뮬레이션에 대한 성능 평가는 "차량방호안전시설 실물충돌시험 업무편람"을 참고한다.

2.5.3 현광방지시설

중앙분리대에 설치하는 방호울타리의 윗면에는 야간에 대향 차도에서 다가오는 차량의 전조등으로 인한 운전자의 눈부심을 막을 수 있도록 현광방지시설을 설치한다.

【설 명】

가. 설치 장소

현광(顯光)방지시설은 교통량, 설계속도, 도로 선형 등을 감안하여 필요하다고 인정되는 구간에 설치한다. 단, 다음의 항에 해당되는 도로 구간에는 설치하지 않을 수 있다.

- 중앙분리대의 폭이 7m를 초과할 경우
- 상하 차도의 중심 높이의 차이가 2m 이상일 경우
- 연속적으로 도로 조명을 설치하는 구간

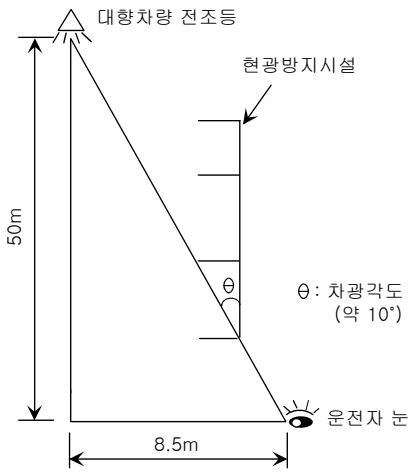
상하 차도의 높낮이 차이가 2m 정도가 되면, 방호울타리가 대향차 전조등의 불빛을 차단하는 역할을 하므로 현광방지시설을 별도로 설치하지 않을 수 있다.

중앙분리대의 폭이 좁을 경우(2m 이하)에는 현광방지시설이 전도되거나 탈락되면 2차사고가 유발될 수 있으므로 내구성이 높고, 차량 방호울타리 성능에 영향을 미치지 않는 제품이 설치될 수 있도록, 형식을 충분히 검토한다. 또, 적설 지역에서는 눈[雪]에 시설이 가릴 염려도 있으므로 적당한 형식을 검토한다.

현광방지시설의 차광각도는 눈부심의 영향이 가장 큰 추월차로 대 추월차로의 경우에 있어, 운전자의 눈과 대향차량의 전조등의 관계를 고려하여 약 10° 로 한다. 추월 차로 대 주행 차로일 경우는 이 이상의 차광 각도를 필요로 하지만, 완전 차광하게 되면 오히려 운전 시야를 좁히고 대향 차로에 대한 전망을 저해하는 등의 단점이 있으므로 부분 차광하는 것으로 한다.

그림 2.24는 추월차로 대 추월차로의 경우가 있어, 대향 차량 사이의 종방향 거리를 50m로 하고, 운전자의 눈과 대향차량의 전조등과의 횡방향 거리를 8.5m로 하는 경우의 차광각도를 보여 준다.

곡선반경, 편경사에 따른 현광방지시설의 설치는 표 2.13과 같다.



<그림 2.24> 차광 각도

<표 2.13> 현광방지시설 설치 구간

R (m)	편경사 (%)	종단경사 차 (%)					
		0	2	4	6	8	10
250	10	◎	◎	◎	◎	◎	◎
500	6	◎	◎	◎	◎	◎	◎
750	4		◎	◎	◎		
1,000	3		◎	◎	◎		
1,500	2		◎	◎	◎		
2,000	2		◎	◎			
3,000	2						
∞	2						

주) 1. ◎ : 현광방지시설 설치 구간
2. 종단경사 차는 상행선과 하행선의 경사의 차(%)임.

나. 설치위치

현광방지시설은 분리대에 설치되어 있는 방호울타리의 상단부 중앙에 설치한다. 그러나 방호울타리가 중앙분리대 양쪽으로 있을 경우에는 시거 확보, 차도 중심선의 높이와 편경사의 영향을 고려하여, 적정한 쪽의 방호울타리에 설치한다. 현광방지시설의 설치 높이는 포장면으로부터 현광방지시설의 상단부까지 1.4m를 표준으로 한다.

다. 재료

현광방지시설은 재료에 따라 금속재료형, 합성수지재료형으로 구분할 수 있다.
금속재료의 경우 녹이나 부식이 발생하는 재료는 한국산업규격(KS) 또는 동등 이상의 효과가 있는 방법으로 방청·방식 처리가 되도록 한다.
합성수지와 같은 비금속재료의 경우 인장강도시험(KS M ISO 527-2), 인장 파단 변형시험(KS M ISO 527-2), 쇼어 경도시험(KS M ISO 868), 밀도시험(KS M ISO 1183-1)등을 통해 재료 품질을 확인하며, 촉진내후성시험(KS M ISO 4582, KS M ISO 4892 등)을 통해 내구성을 확인한다.
현광방지시설 제작에 사용되는 자재는 한국산업규격(KS)에 적합한 재료와 처리작업을 한 제품을 사용한다. 한국산업규격(KS)에 해당하지 않는 자재를 사용할 경우, 한국산업규격(KS) 동등 이상의 품질을 확보하였음을 확인할 수 있는 제품을 사용한다.

라. 시공

- 현광방지시설의 차광 각도는 10° 정도로 한다.
- 현광방지시설은 열 팽창에 견딜 수 있는 구조로 제작해야 한다.
- 금속재료를 사용할 경우 광택도는 10%±3의 광도를 초과해서는 안 되며, 철재 절단 부분 및 용접 부분은 그라인더로 표면을 매끈하게 해야 하며 요철이 없어야 한다.
- 현광방지시설 제작 및 연결부 시공을 위해 볼트체결 (Bolting)할 경우 가급적 풀림방지 기능을 갖춘 제품을 사용한다. 단 주기적 점검을 통해 볼트풀림이 확인된 구간이나 대

형차량의 고속 운행 등으로 인하여 볼트풀림이 우려되는 구간에는 풀림방지 기능을 갖춘 제품의 사용 등 안전 확보 방안을 검토하여야 한다.

- 시거가 불량한 구간, 최소 곡선변경구간 또는 복합곡선구간 등 차량이탈 위험이 있는 곡선부 및 차량이탈사고가 잦은 구간 등 현광방지시설 탈락으로 2차사고 유발 우려가 있는 구간은 풀림 방지 기능을 갖춘 제품 사용, 금속재료형 현광방지시설의 본체간 와이어 연결, 합성수지재료형 또는 루버형 현광방지시설 설치 등의 조치를 검토하여야 한다.

2.5.4 개구부 설치

자동차 전용도로 등에서는 도로 보수 공사, 긴급 상황 처리 등을 위해 중앙분리대에 개구부를 설치한다. 일반도로에서 교통처리 등을 위해 좌회전이나 유턴(U-Turn)을 허용하는 경우에도 중앙분리대에 개구부를 설치할 수 있다.

【설 명】

고속도로와 자동차 전용도로 등에서 중앙분리대에 강성 방호울타리를 설치한 구간에는 개구부를 설치한다. 개구부는 일시적으로 대향 교통의 처리를 필요로 하는 보수공사 구간과 폭설 등 재난 시에 차량을 회차시키는 회차구간(세미 트레일러의 회전반경을 고려하여 15m 이상)으로 구분하며, 이 회차구간에는 재난 시 신속히 해체할 수 있는 방호울타리를 설치한다.

중앙분리대 개구부의 위치 선정시에는 평면선형의 곡선반경이 작은 곳을 피하여 시야가 가려지는 일이 없도록 한다. 개구부의 설치 위치는 원칙적으로 다음 각 항에 의해 결정된다.

- 곡선반지름이 600m 이상이고, 시야가 확보된 곳
- 터널, 인터체인지, 휴게소의 전・후

2.6. 시공

2.6.1 종별 시공 사항

방호울타리를 시공할 때는 교통의 안전과 다른 구조물에 대한 영향에 유의하여, 안전하고 확실하게 해야 한다.

【설 명】

방호울타리는 각 제품별 표준 설계도와 시방서대로 시공해야 하는 것은 물론이고, 본래의 방호울타리 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 본 지침에 따라 실시한 성능시험 결과 등을 참고하여 주의를 기울여 안전하고 확실하게 시행한다. 공용중인 도로에서 시공할 때는 보행자 등의 안전을 적극적으로 고려해야 한다.

각 형식별 시공은 다음 순서에 따라 설계도 및 시방서에 의하여 시행한다.

가. 가드레일

1) 시공 준비

종별 및 그 부품 수를 확인하고, 시공에 필요한 공구를 준비한다.

2) 지주의 설치

(1) 흙 속에 설치하는 경우

방호울타리의 지주는 원칙적으로 지면에 수직되게 설치한다.

지주를 흙 속에 설치하는 방법에는

① 지주의 설치 구멍을 파고 되메우는 방법

② 오거(auger) 등을 사용하여 반 정도 굴착하고 그 후 타입하는 방법

③ 처음부터 이를 타입하는 방법 등이 있으며 다음과 같은 사항을 주의한다.

①의 경우 : 설계도에 표시된 위치에 구멍을 파고 지주가 침하하지 않도록 설치 구멍의 저부를 충분히 다지고 지주를 설치하며, 토사로 되메운다. 이 때 되메우기 한 층의 두께는 10cm를 넘어서는 안 되며, 충분히 다진다.

②, ③의 경우 : 망치 또는 바이브로 파일 해머(vibro pile hammer) 등으로 설계도에 의하여 타입하며, 이 때 지주 머리가 손상하지 않도록 한다.

지주를 흙속에 매입할 때는 지하 매설물에 충분히 주의를 기울인다.

지주의 매입 방법에는 보통 지주 설치 구멍을 파고 되메우기하는 방법을 쓰고 있지만, 신설 도로 등에서 대량으로 설치하는 경우에는 길어깨 흙의 상태에 따라 처음부터 타입하는 방법이 좋고, 포장 면에 매입할 때는 지주 뿌리의 구속 조건이 콘크리트에 매설할 때와 같은 조건이 된 때가 있으므로 설치 방법에 대한 충분한 고려가 필요하다.

일반적인 성토 이외의 구간이나 원지반의 토질 상태가 지주의 충분한 매입이 어렵다고 판단될 때에는 케이싱을 이용하여 지주의 매입 깊이에 대해 미리 확인한 후 지주를 시공한다.

흙의 되메우기 다짐은 KS F 2312(흙의 다짐 시험 방법)에 의해 건조 밀도의 95% 이상의 밀도가 되도록 균일하게 다진다.

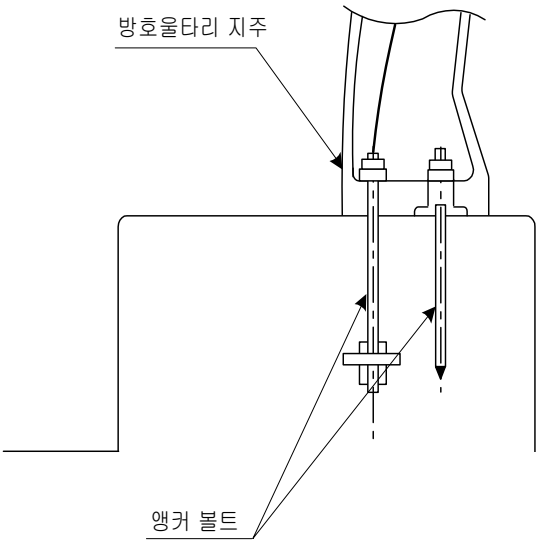
(2) 콘크리트 중에 설치하는 경우

앵커 볼트는 구조물의 콘크리트를 타설하기 전에 설계도와 사양서를 바탕으로 정확한 위치에 배치해 두어야 한다(그림 2.25 참조).

교량 연석에 콘크리트를 타설할 때 앵커 볼트가 움직이지 않도록 단단하게 고정시킨다.

연석을 타설할 때 앵커 볼트의 나사 부분에 콘크리트가 묻지 않도록 비닐 테이프 등으로 양생한다.

보차도 경계부에 설치할 경우에는 보차도 경계부의 구조가 교량 연석의 구조와 다르기 때문에, 연속기초 등을 이용하여 모멘트가 바닥판에 균등하게 작용하는 구조가 되도록 한다. 이 경우 바닥판의 허용 응력도에 대해서는 증가시킬 수 있다.



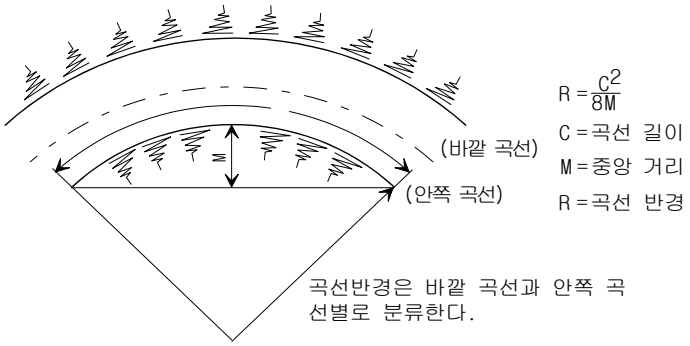
<그림 2.25> 베이스 플레이트 방식 정착 예

3) 연결쇠의 붙임

연결쇠는 설계도에 따라 지주에 연결쇠용 볼트로 붙인다.

4) 보 붙임

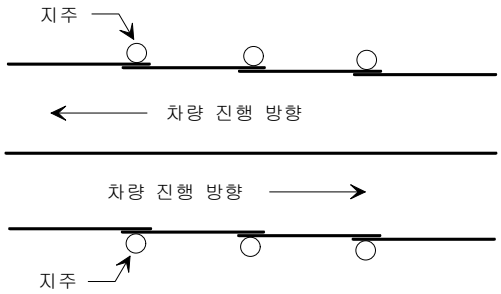
곡선 구간에 설치할 때 곡선반경이 작은 경우에는 미리 곡선으로 제작된 보의 사용이 필요하며, 반경의 산출 방법은 그림 2.26을 참고한다.



<그림 2.26> 곡선 구간의 곡선 반경 산출 방법

보를 그림 2.27과 같이 겹쳐 맞추고 볼트, 너트로 충분히 조여 붙인다. 보의 높이는 설계된 높이의 +3cm, -2cm 범위에 들어야 한다.

보의 겹 부침을 거꾸로 하면 가드레일의 기능상 좋지 않을 뿐만 아니라 차량이 가볍게 접촉하기만 하여도 차량에 손상을 입히기 쉬우므로 엄밀히 시공하여야 한다. 특히, 확장 및 개량 공사 시에 기존 방호울타리 보의 겹침부 붙임 상태를 확인하여 올바르게 해야 한다.



<그림 2.27> 보 붙임

5) 점검

시공 완료 후 다음 각 사항에 대하여 점검한다.

① 설계된 위치와 설치한 위치

② 차량 진행 방향에 대한 보의 겹이음 상태

③ 보의 높이

④ 볼트의 조임 상태

⑤ 도장

위치, 높이 및 불균형은 되메우기 할 때 조정한다. 높이를 조정할 때 상부를 직접 두들기면 파손되기 쉬우므로 주의한다.

이음 볼트의 탈락도 아울러 점검하여야 한다. 특히, 볼트와 너트는 보와 지주가 일체가 될 수 있도록 충분히 조여서 완전한 시공이 되도록 한다.

도장의 점검은 특히 보의 겹침부, 지주의 매입 부분 및 볼트, 너트의 조임부 위를 주의하여 점검하여야 한다. 이러한 부분의 시공 미흡으로 부식이 일어나 방호울타리의 기능이 조기에 떨어질 수 있다.

흙 속에 암거 등 구조물이 있어 지주 매입 깊이가 한정될 때에는 설치할 제품의 설계도와 다른 현장 조건이기 다르기 때문에 컴퓨터 시뮬레이션과 지주시험 등을 통해 검토한 후 암거 등에 영향을 주지 않도록 지주간격을 넓히거나 굴착하여 암거 위에 앵커 볼트를 사용하여 설치한다.

나. 가드 케이블

1) 시공 준비

종별 및 그 부품 수를 확인하고 시공에 필요한 공구를 준비한다. 시공에 필요한 공구는 가드레일과 동일하나 추가로 절단기(cutter), 시이징(sheathing)용 봉침을 준비하여야 한다.

2) 단부 지주의 설치

① 단부 지주를 흙 속에 설치할 때는 설계도에 의거, 단부 지주의 설치부를 굴착하고 충분히 다진 후 조약돌로 받치고 단부 지주를 소정의 위치 및 높이에 설치하고 콘크리트를 타설하며, 콘크리트가 충분히 양생된 후 흙을 덮는다. 이 때 되메우기 흙은 1층의 두께가 10㎝를 넘지 않도록 하고 충분히 다져야 한다.

단부 지주 기초는 그림 2.28을 참고로 한다.

② 단부 지주를 교량, 옹벽, 암거 등 콘크리트 구조물에 설치할 때는 설계도대로 해당 구조물의 콘크리트 타설에 앞서 단부 지주를 소정의 위치 및 높이에 설치하고 구조물 콘크리트와 함께 시공한다.

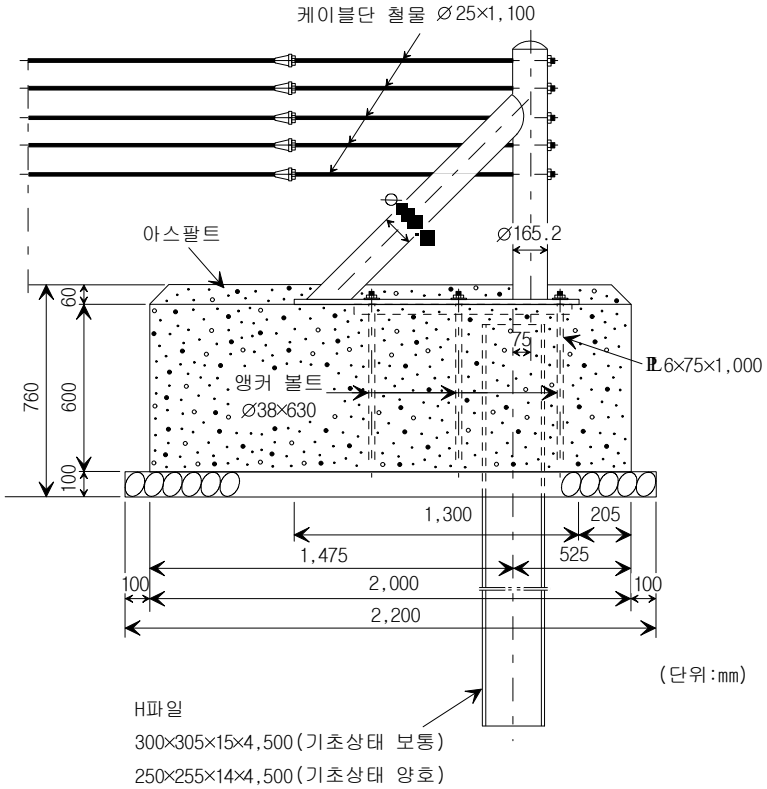
3) 연결쇠의 붙임

연결쇠의 붙임은 가드레일의 경우에 준한다.

4) 케이블의 붙임

케이블은 설계도에 따라 지주에 붙이도록 하고, 이 때 케이블은 비틀림 등이 일어나지 않도록 해야 하며, 아울러 일정한 장력을 주도록 하여야 한다. 케이블을 지주에 붙인 후 소정의 장력을 주고서 그 종류에 따라 U형 볼트로 조여서 고정하는 때도 있다.

케이블의 높이는 설계도에 표시된 높이의 +3cm, -2cm의 범위에 들어야 한다.



<그림 2.28> 가드 케이블 단부 지주의 기초 예

<표 2.14> 장력 및 지주 간격에 따른 케이블의 처짐

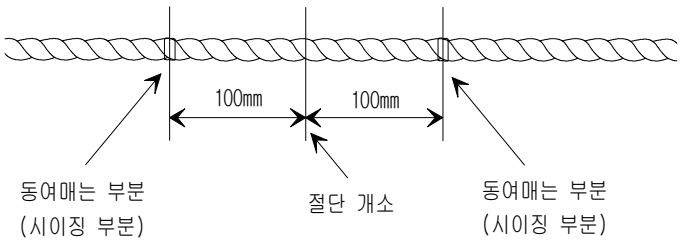
장 력 \ 지주 간격	5m	6m	7m
1t	6 ~ 8cm	8 ~ 10cm	10 ~ 12cm
2t	3 ~ 4cm	4 ~ 5cm	5 ~ 6cm

주) 처짐은 중앙 경간에 60kg을 재하하였을 때 수평선과의 처짐을 말함

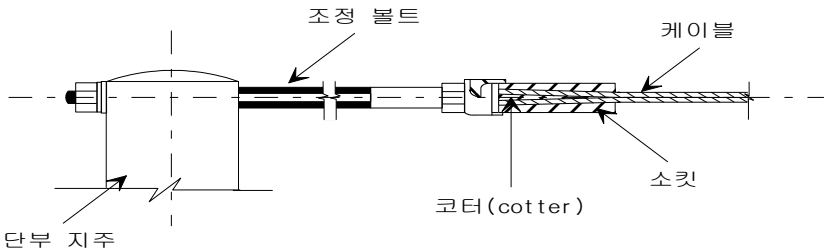
케이블의 인출은 드럼 재크(drum jack)로 작업하고 드럼에서 소정 길이의 케이블을 인출하여 시이징 후 절단기로 자른다.
절단된 케이블에 소킷을 끼우고 쐐기를 사용할 때는 선다발마다 풀고, 합금으로 처리할 때는 소선마다 풀어서 늘이고 난 후 쐐기를 끼우거나 합금을 흘려서 조정 나사에 연결하고 이 조정 나사를 단부 지주에 붙인다.

5) 점검

시공을 마친 후 다음 사항을 점검한다.
① 설계도에 표시된 위치와 설치된 위치
② 케이블의 초기 장력 및 비틀림 등
③ 단부 기초 및 주위의 상태
④ 도장



<그림 2.29> 가드 케이블의 절단



<그림 2.30> 가드 케이블과 단부 지주의 연결

다. 가드 파이프

가드 파이프 시공은 다음 순서에 따르고, 세부 내용은 가드레일의 경우에 준한다.

1) 시공 준비
2) 지주 설치
3) 연결쇠 붙임
4) 파이프 붙임
파이프 붙임은 설계도대로 지주에 붙이고, 파이프와 파이프의 이음은 볼트, 너트로 연결하며 균형이 잘 잡히도록 붙인다.
파이프의 높이는 설계도 높이의 +3cm, -2cm 범위에 들어야 한다.

5) 점검
시공이 완료되면 다음 사항에 대하여 점검한다.
① 설계도에 표시된 위치와 설치된 위치
② 보의 높이 및 균형
③ 볼트의 조임 상태
④ 도장

라. 박스형 보
박스형 보의 시공은 다음 순서에 따르며, 세부 내용은 가드레일에 준하여 시행한다.

1) 시공 준비
2) 지주 설치
3) 패들 붙임
패들은 설계도에 따라 지주에 패들용 볼트로 붙인다.

4) 보 및 이음부의 붙임
보 및 이음부는 설계도에 따라 지주에 붙인다.
보와 보의 이음은 볼트로 연결하고 요철이 없도록 붙이고, 보의 높이는 설계도에 표시된 높이의 +3cm, -2cm 범위에 들어야 한다.

5) 점검
시공 종료 후 다음 사항에 대하여 점검한다.
① 설계도의 위치와 설치된 위치
② 보의 높이 및 균형
③ 볼트 조임의 상태
④ 도장

마. 난간 및 보행자용 방호울타리
난간 및 보행용 방호울타리 시공은 설계도 및 시방서에 따른다. 보행자용 방호울타리 지주는 매립형 설치를 원칙으로 하며, 교량과 같이 지주 매립이 어려운 경우는 기초와 앵커볼트로 연결하여 설치할

수 있다. 그러나 보차도 경계부 연석 등과 같이 기초의 구조적 저항력이 부족한 환경에서는 앵커볼트로 시공해서는 안된다.

바. 콘크리트 벽형 강성 방호울타리

교량, 고가 등의 구조물 위에 강성 방호울타리를 설치할 경우에는 구조물과 방호울타리를 일체화시킬 필요가 있다.

강성 방호울타리의 시공법은 셋트폼 공법, 슬립폼 공법, 프리캐스트 공법 등이 있다. 셋트폼 공법은 일반적으로 시공되고 있는 현장 타설 공법이다. 최근에는 작업 합리화·인력 절감 등의 이유로 슬립폼 공법이나 프리캐스트 공법이 주류를 이루고 있다.

일체화 방법 중 셋트폼 공법이나 슬립폼 공법에서는 콘크리트 타설 전에 방호울타리 기초부에서 구조물 속의 철근이나 앵커 등을 이용하여 강재끼리 결합시키고, 그 후 콘크리트를 타설하는 방법 등이 일반적이다.

또, 프리캐스트 공법에서는 설치할 때 앵커 볼트 등으로 구조물과 방호울타리를 연결하여 일체화시키는 방법을 주로 사용한다.

참고로, 바닥판에 대한 영향 검토에서, 강성 방호울타리일 경우에는 차량의 충돌에 대해 거의 변형되지 않으므로 일반적인 설계에서 차량의 충돌 하중을 단순히 정하중으로 대신하고 있다. 따라서, 바닥판에 작용시키는 모멘트는 방호울타리 하단을 설계하는 데 사용한 작용 모멘트를 그대로 바닥판에 단부 모멘트로 가하도록 한다. 이 경우, 바닥판의 허용 응력도를 증가시킬 수 있다.

2.6.2 품질 관리 및 검사

방호울타리의 규격 및 품질은 설계도서와 본 지침에 적합하도록 하여 완전한 시공이 되도록 한다. 적용되는 규격 및 시험 방법은 한국산업규격(KS) 적용을 원칙으로 한다. 시공 완료 후 점검과 아울러 그 형식, 치수, 도장, 외관 및 수량에 대하여 검수를 하고, 제품의 성능 등급, 설치 연도·월·일 및 도로 관리기관 등을 표시한다.

【설 명】

가. 품질관리 및 검사

방호울타리의 품질관리 및 검사는 다음 각 항목에 규정된 바에 따라 수행한다.

① 방호울타리의 품질검사는 외관검사, 치수검사 및 부착량 시험으로 구분한다.

② 외관검사는 제품 모두에 대하여 실시하되, 도금되지 않은 곳, 흠, 변색 등 외관상 결격 유무를 공장에서 검사한다.

③ 치수검사는 방호울타리 200m분마다 또는 그 단수(端數) 마다 1회를 공장에서 검사하며, 그 허용오차는 설계도서와 재료 규정에 제시된 값의 범위로 한다.

④ 아연 부착량 시험은 일반적으로 전자식 막 두께를 써서 비파괴의 방식으로 시험하는 것을 원칙으로 하며, 특히 필요한 경우는 KS D 0201(용융 아연 도금 시험 방법)을 준용한다. 그러나 빔, 지주, 볼트, 너트 및 가드 케이블의 와이어 로프는 KS D 0201(용융 아연 도금 시험 방법)의 염화안티몬법에 따르는 것을 원칙으로 한다.

⑤ 막 두께에 의한 시험부재는 방호울타리의 연장 500m분 또는 그 단수마다, 염화안티몬법에 의한 시험부재는 300m분마다 1회를 시험해야 하며, 보의 경우 한 단면에 대하여 표면(表面) 6개소, 지주

에 대하여는 표면 3개를 측정해야 한다. 아연 부착량 시험은 KS D 0201(용융 아연 도금 시험 방법)을 준용하며, 검사는 방호울타리 100m분마다 또는 그 단수(端數)마다 1회를 시험하여야 한다. 이 때는 보는 한 단면에 대해 표면 6개소, 지주는 표면 3개소를 측정한다.

⑥ 제품의 포장, 운반 중에 일어나는 형상, 치수의 변화는 방지하여야 하며, 시공시 이를 바로 잡아야 한다. 또한 도금에 손상을 입히지 않도록 주의해야 하며, 미관상 유해한 결정이 있는 것은 즉시 교환하여야 한다.

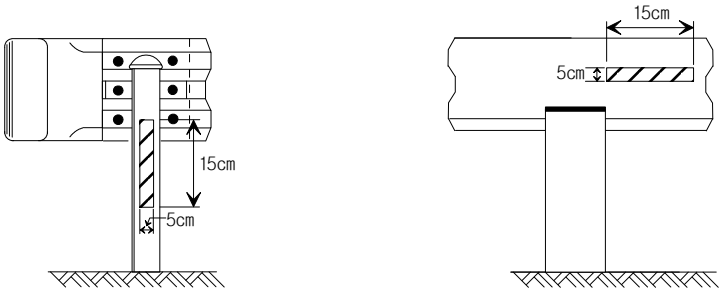
현장 반입 재료의 검수는 제품 선정시의 품질 검사 결과를 준용한다. 그러나 현장 재료에 대한 미비점이 있을 것으로 판단될 경우에는 품질 관리의 규정에 따라 시험을 다시 수행할 수 있다.

나. 설치 표시

가드레일, 가드 케이블 및 가드 파이프는 양쪽 단부 지주에 각각 2개소 이상 제품 설치 표시를 세로 방향으로 부착하고, 박스형 보는 각각 2개소 이상 단부 보에 가로 방향으로 부착한다.
크기는 5cm×15cm×0.1cm의 사각형 알루미늄 판넬로 하고 기재할 때는 위로부터 제품의 모델명, 성능 등급, 제작회사, 설치 년·월·일, 도로 관리기관 등을 순서대로 각인하고, 글자의 크기는 각각 22포인트 이상으로 하며, 설치표지는 리벳으로 견고하게 부착하여야 하며, 도로관리기관은 시공 후 부착 상태를 검사해야 한다.

【예 시】

모델명 : ○○○
성능등급 : SB2
제작회사 : ○○산업 주식회사
설치 년·월·일 : 2008. ○. ○
도로 관리기관 : ○○ 국도관리사무소



▨ 부분에 표시

<그림 2.31> 설치 표시

2.7. 유지 관리

2.7.1 점검

도로의 일상 순회 점검을 행할 때는 방호울타리의 외관도 함께 관찰하여 이상 유무를 확인토록 하며, 또 월 1회 이상 정기적인 점검을 실시하고, 호우, 강설 등 재해의 직후에도 도로 점검과 함께 방호울타리의 점검을 실시하여야 한다.

이 때 유의할 점은 다음과 같다.

가. 방호울타리

① 지주와 수평재의 부착 상황
② 지주의 침하 경사, 휨의 상황
③ 부식의 정도 및 도장 상태
④ 가드레일 및 가드 파이프의 수평재 변형 및 파손 상황
⑤ 박스형 보의 보 이음부 및 패들의 파손 상태
⑥ 케이블의 처짐 정도
⑦ 콘크리트 벽형 강성 방호울타리의 파손 또는 밀림 상태
⑧ 덧씌우기 등으로 설치 높이가 달라진 상태
⑨ 현광방지시설 손상 및 탈락 상태

나. 길어깨, 비탈면

① 길어깨, 비탈면 등의 상태
② 배수 시설 상황

【설 명】

방호울타리의 기능을 충분히 발휘하도록 일상 점검과 보수를 하여야 한다.

도로에 설치된 방호울타리가 손상을 입거나 미비한 상태로 방치될 때는 차량과 충돌시 그 역할을 충실히 수행하지 못하여 대형 사고가 발생하게 된다.

현재 도로 관리자는 도로 시설을 양호하게 유지하는 것이 사회적인 책임이 되고 있으므로, 항상 방호울타리가 초기의 상태를 발휘할 수 있게 상시 유지 관리 및 보수에 유의한다.

점검시는 각 형식의 특징을 충분히 이해하고 유의할 점을 미리 습득하여 둔다.

상시 도로 순회 점검시에도 차량 사고 등으로 인한 방호울타리의 높이 및 수평도 등이 잘못되고 있지 않는지 확인한다.

도로 위에 세워진 방호울타리 부근은 토사가 퇴적되어 있다던가, 그레이더(grader)로 인한 도로면 깎기가 과도하여 방호울타리의 소정 높이가 유지되지 못하는 때가 있어 기능이 불량하게 되므로 주의를 기울인다.

박스형 보는 보 이음 강도가 그 기능에 크게 영향을 미치므로 항상 볼트, 너트의 조임에 주의하고 느슨해 있으면 조여 준다.

가드 케이블일 때는 기후 변화에 따라 케이블의 신축이 있으며 케이블 장력이 그 기능에 큰 영향을 미치므로 케이블이 항상 일정한 장력을 유지할 수 있도록 한다.

적설 지대에서 방호울타리의 효과를 감소시킬 적설이 있을 때는 그 침강력으로 인한 파손을 방지토록 가드레일 및 가드 파이프의 수평재를 분해하고 케이블을 단부 지주에서 느슨하게 하는 것이 좋다.
호우, 지진, 기타의 원인으로 길어깨 및 비탈면에 붕괴 또는 균열이 발생하였을 때는 방호울타리의 기능이 완전히 발휘되기 어려우므로, 신속히 정상적인 길어깨 및 비탈면으로 복구시킨다.
제초가 불충분하면 길어깨가 일어나고 또 배수 불량으로 길어깨가 연약화되므로 제초, 배수 등에 유의한다.

2.7.2 보수 및 세척

가. 보수

방호울타리가 사고 및 재해로 변형 또는 파손 등이 생겨 그 기능을 충분히 발휘할 수 없게 되었을 때는 반드시 복구하도록 한다.
이때 재래 형식의 방호울타리는 될 수 있는 대로 본 지침에 맞는 것으로 교체시키도록 하는 것이 좋다.

나. 세척

방호울타리의 세척은 포장도로에서는 연 1~2회, 비포장도로에서는 월 1회 정도 시행하는 것이 좋다.

다. 도장

접촉 등으로 인한 상처보다는 도장이 떨어지면 그로 인하여 녹이 발생하게 되고 도막의 떨어짐이 심하게 되므로 신속하게 재도장토록 한다.

라. 제설

적설 지역에 설치된 방호울타리는 제설 작업을 할 때 손상을 입기 쉬우므로 제설 방법에 대하여 배려가 요망된다.

【설 명】

일상 순회 점검이나 정기 점검 등으로 방호울타리가 손상된 곳을 발견했을 때는 즉각 보수하여, 항상 방호울타리의 기능을 충분히 발휘할 수 있는 상황에 놓이도록 한다. 이 때 재래식을 교체할 필요가 있을 때는 될 수 있는 대로 본 지침에 준한 형식을 사용한다.
예를 들면, 파손의 상황에 따라서 모든 연속 구간을 신 형식으로 교체시키고, 재사용이 가능한 재래식은 수리용으로 확보하여 둔다.
또한, 여러 차례의 덧씌우기로 인하여 도로면과 방호울타리와의 고저 차가 심하게 변할 때는 그 기능이 회복되도록 높이를 조정하던가 외측에 새로운 방호울타리를 설치하는 등의 조치를 한다.
방호울타리는 먼지나 배기가스 등이 부착하여 더러워진 상태로 방치하면 부식의 원인이 되므로 세척한다.
오염 정도는 도로의 상황, 교통량 등에 따라 다르며, 관리 체제상으로도 세척 횟수를 일정하게 정하기는 곤란하나 일반적으로 포장도로는 연 1~2회, 비포장도로는 월 1회 정도 계획하면 무난하다.
세척 방법은 그 정도에 따라 정하여야 한다. 먼지, 진흙으로 더러워진 장소는 걸레나 솔 등으로 닦으면 되지만 배기가스 등으로 더렵혀진 곳은 솔 등으로 중성 세제를 사용하여 세척한다. 재 도장을

할 때는 녹을 완전히 제거한 후 바탕 처리로서 인, 산염 등에 의한 피복 처리를 시행한다.
도장은 현지에서 엷게 하여서는 안 된다. 또, 기상 조건에 따라 용제를 사용할 필요가 있을 때에는 담당 기술자의 지시에 따른다. 차량 등의 사고로 방호울타리가 변형된 것은 그 부재를 교환하며, 가벼운 손상은 속건성 보수용 페인트로서 그 부분을 재 도장한다.
제설 방법은 로우터리차 또는 쇼벨 로우더, 덤프 트럭 등으로 제설하는 것이 제일 좋고, 불도저, 그레이더 등으로 제설할 때는 측압 등으로 인하여 방호울타리에 손상을 입히기 쉬우므로 주의한다.

2.7.3 기록

방호울타리의 설치 및 관리 기록을 유지하고, 특히 방호울타리가 파손된 경우에는 파손 위치, 길이, 정도, 원인 등을 조사 · 기록하여 관리한다.

【설 명】
방호울타리의 설치 및 보수시에는 이에 관한 기록을 유지한다. 방호울타리가 파손된 경우에는 파손 위치, 길이, 정도, 원인 등을 면밀히 조사하여 기록용지에 기록하고 관리한다. 이 기록에 따라 도로의 구조, 교통 처리 등에 대해 검토하는 것은 도로관리상 중요한 일이다.

3. 충격흡수시설

3.1 기능 및 종류

3.1.1 기능

충격흡수시설은 주행 차로를 벗어난 차량이 도로상의 구조물 등과 충돌하기 전에 차량의 충격에너지를 흡수하여 정지토록 하거나, 차량의 방향을 교정하여 본래의 주행차로로 복귀시켜주는 기능을 한다.

【설 명】

충격흡수시설은 운전자의 과실 등에 의해, 차량이 주행차로를 벗어나 도로상의 구조물과 충돌할 위험이 있는 곳에 설치한다. 충격흡수시설의 기능은 차량의 충격에너지를 흡수하여 차량을 정지토록 하거나, 방향을 교정하여 안전하게 주행차로로 복귀시켜주는 것이다.

또한, 운전자가 위험물의 위치를 쉽게 파악하여 차량의 주행속도를 줄이거나, 차로 변경 등의 적절한 행동을 취할 수 있도록 하는 등의 부수적인 기능도 있다.

3.1.2 종류

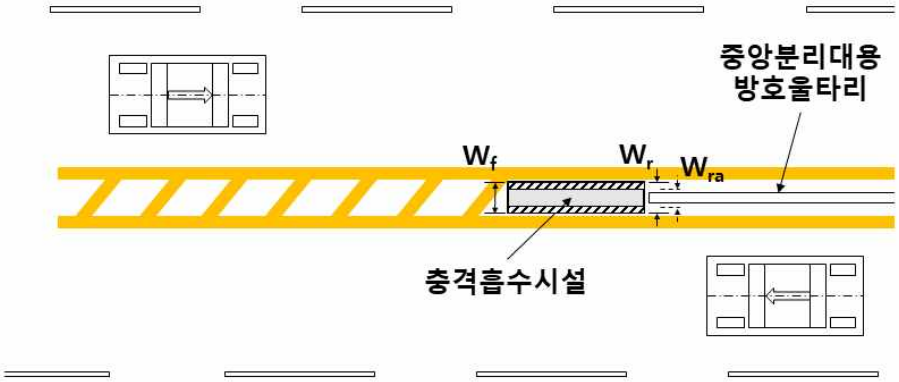
충격흡수시설의 종류는 용도에 따라 일반적인 충격흡수시설, 방호울타리 단부처리시설, 트럭 탈·부착용 충격흡수시설 등이 있다. 충격흡수시설은 기능에 따라 주행 복귀형과 주행 비복귀형으로 구분할 수 있고, 형태에 따라서는 일자형과 확장형으로 구분할 수 있다.

【설 명】

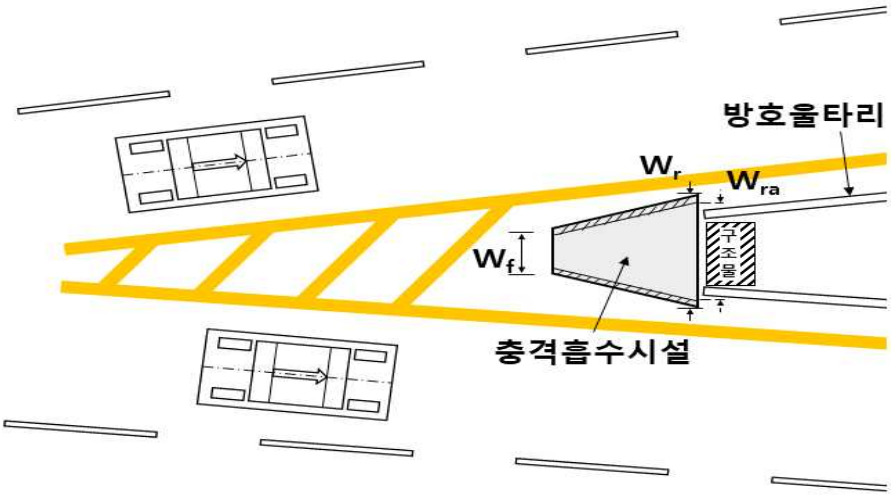
충격흡수시설의 종류는 용도에 따라 일반적인 충격흡수시설(Crash Cushion), 방호울타리 단부처리시설(End Treatment), 트럭탈부착형 충격흡수시설(Truck Mounted Attenuator : TMA) 등으로 구분할 수 있다.

충격흡수시설은 최근 기능성이 우수한 다양한 시설물이 개발되어 왔으며 성능 인증을 통한 적합한 제품 개발과 이의 적절한 활용이 필요하다. 충격흡수시설은 기능상 차이에 따라 주행 복귀형과 주행 비복귀형으로 구분한다. 주행 복귀형은 중앙분리대 단부나 분기점 등의 구조물 앞에 측면 충돌에도 주행의 연속성이 요구되는 지점에 설치하며, 주행 비복귀형은 교각, 교대, 요금소 등의 구조물 앞에 차량을 안전하게 정지시켜야 하는 지점에 설치한다. 충격흡수시설이 설치된 장소는 감속된 차량이 안전하게 정지할 수 있도록 충분한 여유공간이 있어야 한다.

일자형 충격흡수시설은 단면 폭이 전면부터 후면까지 일정한 시설로 주로 중앙분리대용 방호울타리 단부에 설치하며, 확장형 충격흡수시설은 전면에서 후면으로 갈수록 단면 폭이 확장되는 시설로 주로 분리대나 구조물 앞에 설치한다. 일자형 충격흡수시설 및 확장형 충격흡수시설의 설치 예는 그림 3.1과 같다.



(a) 일자형(Wf≥Wr인 경우)



(b) 확장형(Wf<Wr인 경우)

<그림 3.1> 충격흡수시설 종류

방호울타리 단부처리시설은 차량이 방호울타리의 끝 부분을 충돌할 때 차량의 거동이 불안하게 되거나 방호울타리의 단부가 차체를 관통할 수 있으므로 소형차 탑승자를 보호하기 위한 방호울타리와 연결하여 설치하는 충격흡수시설이다.

트럭탈부착형 충격흡수시설은 도로상의 공사구간, 사고처리 및 청소 등의 구간에 한시적으로 설치하며, 위험구간을 인지하지 못한 차량이 충돌할 경우 차량의 충격에너지를 흡수하여 차량을 안전하게 멈추게 하거나 차량의 방향을 복귀시켜 주는 기능을 갖추어야 한다.

3.2 설계 및 성능 기준

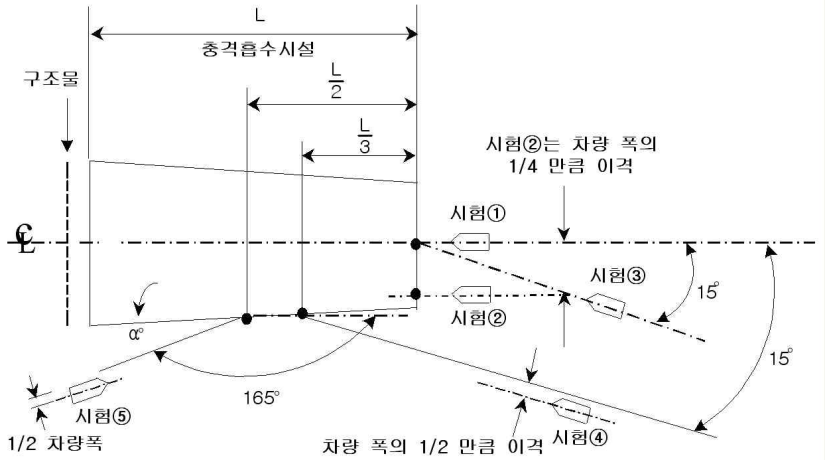
3.2.1 설계 기준

충격흡수시설은 탑승자와 충돌 차량을 효과적으로 보호할 수 있는 기능을 가져야 하며, 이러한 기능은 실물 충돌시험에 의해 평가한다. 실물 충돌 시험은 시설을 설치하고자 하는 도로의 설계속도와 기술수준 등을 고려하여 시설물의 등급을 정하고, 이에 따른 충돌시험 방법에 따라 시험을 실시한다.

【설 명】

충격흡수시설에 대한 충돌 시험은 그림 3.2, 표 3.1과 같이 CC1, CC2, CC3, CC4의 4개의 등급으로 구분하여 충돌시험을 실시한다.

구체적인 실물충돌시험 방법은 "차량방호안전시설 실물충돌시험 업무편람"을 참고한다.



*α<5°인 경우 시험 ⑤ 생략

<그림 3.2> 충돌 차량의 충돌 위치 및 충돌 방향(시험 ①~시험 ⑤)

주행 비복귀형(시험①, ②, ③ 합격제품)은 교각, 교대, 요금소 등의 구조물 앞에 차량을 안전하게 정지시켜야 하는 지점에 설치한다. 주행 복귀형(시험①, ②, ③, ④ 합격제품)은 분기점, 노측의 구조물 앞에 측면 충돌에도 주행의 연속성이 요구되는 지점에 설치하며, 주행복귀형(시험①, ②, ③, ④. ⑤ 합격제품)은 중앙분리대의 구조물과 연결방법을 검토한 후 중앙분리대 단부처리로 설치할 수 있다. 충격흡수시설이 설치될 장소는 감속된 차량이 안전하게 정지할 수 있도록 충분한 여유공간이 있어야 한다.

<표 3.1> 충격흡수시설 충돌 시험 조건

등 급	충돌 속도 (km/시)	차량 중량 (kg)	충돌 방법
CC1	60	900 1,300	시험 ① 시험 ④
CC2	80	900 1,300 900 1,300 1,300 1,300	시험 ① 시험 ① 시험 ② 시험 ③ 시험 ④ 시험 ⑤
CC3	100	900 1,300 900 1,300 1,300 1,300	시험 ① 시험 ① 시험 ② 시험 ③ 시험 ④ 시험 ⑤
CC4	120	900 1,300 900 1,300 1,300 1,300	시험 ① 시험 ① 시험 ② 시험 ③ 시험 ④ 시험 ⑤

주) 1. CC : Crash Cushion
2. 위 표는 주행 복귀형 충격흡수시설에 적용하며, 주행 비복귀형 충격흡수시설은 시험 ④, ⑤를 생략하지만, 주행 비복귀형 충격흡수시설로서 측면 충돌을 고려할 때에는 시험 ④를 수행한다.
3. 대향차로 주행차량이 중앙선을 넘어올 수 없는 구간에 설치할 경우에는 시험 ⑤를 생략한다.

3.2.2 성능 기준

충격흡수시설의 성능은 탑승자 보호성능, 충격흡수시설의 거동, 충돌 후 차량의 거동 등의 3가지 사항에 대하여 평가한다.

【설 명】
충격흡수시설이 제 기능을 올바르게 수행하기 위해서는 실물 차량 충돌 시험을 통해 성능을 검증받아야 하는데, 충격흡수시설의 성능은 탑승자 보호성능, 충격흡수시설의 거동, 충돌 후 차량의 거동 등의 3가지 사항에 대하여 평가한다.
구체적인 성능 평가 기준은 ‘차량방호 안전시설 실물충돌시험 업무 편람’에 따른다.

3.3 설치 장소 및 설치

3.3.1 설치 장소

충격흡수시설은 다음과 같은 차량의 충돌이 예상되는 장소 중 사고의 위험이 높은 곳에 설치한다.

가. 교각, 교대 앞
나. 연결로 출구 분기점의 강성구조물 앞
다. 강성 방호울타리 혹은 방음벽 기초의 단부
라. 요금소 전면
마. 터널 및 지하차도 입구
추가로 도로관리자가 사고의 위험이 높다고 판단되는 장소에 설치할 수 있다.

【설 명】
충격흡수시설은 교각 및 교대, 지하차도 기둥 등 차량의 충돌이 예상되는 장소 중 도로관리자가 사고의 위험이 높다고 판단되는 곳에 설치하여, 차량이 구조물과의 직접적인 충돌로 인한 사고 피해를 저감시키기 위한 목적으로 설치한다. 이처럼 차량의 충돌이 예상되는 장소에서는 충격흡수시설을 설치할 뿐만 아니라 차량을 구조물로부터 안전하게 유도하여 차량 충돌 사고를 예방할 수 있는 관련 시설의 설치가 필요한데, 이러한 장소에 설치하는 시인성 증진 관련 시설의 설치 방법은 통합 지침 제1편 시선유도시설 편의 5장을 참고한다.

가. 교각, 교대 앞

도로상의 교각, 교대에는 충돌하는 차량의 탑승자를 보호하고, 교량의 구조적 안전성을 유지하기 위하여 충격흡수시설을 설치한다.
교각의 폭은 다양하므로, 폭에 적합하면서 필요한 수행도가 발휘될 수 있는 시설물을 선정하여 설치한다. 단, 차량의 주행 차로와 충격흡수시설 사이의 측방 여유는 가능한 충분히 확보한다.

나. 연결로 출구 분기점

연결로 출구, 고가도로 등의 분기점은 설치 장소의 평균 주행속도를 고려하여 충돌 차량의 충격에너지를 흡수할 수 있도록, 시설물의 설계에 유의한다. 특별히 도로의 분기점은 운전자의 판단착오에 의해 구조물과의 잦은 충돌 사고가 예상되므로, 설치 장소별 도로·교통 특성을 충분히 고려하여 충격흡수시설을 설치한다. 그러나 분기점이라 해도 특별히 충돌시 탑승자의 안전에 위험이 되는 물체가 없고, 방호울타리의 변형공간이 충분한 경우 방호울타리 자체로 충격흡수능력을 발휘하도록 한다.

다. 강성방호울타리 혹은 방음벽 기초의 단부

강성 방호울타리나 방음벽 기초의 단부는 차량의 충돌시, 탑승자의 심한 부상이 발생할 소지가 높으므로, 충격흡수시설을 설치한다.

라. 요금소 전면

도로의 통행료를 징수하는 요금소 진입로는 차량들의 무리한 차로 변경 등으로 차량이 요금소 앞 구조물에 충돌하는 사고가 많다. 이런 장소에서는 비교적 차량들이 저속으로 주행하므로 이에 적합한 시설을 설치한다. 그러나 통행료 자동징수기가 설치되는 구간에서는 차량이 고속으로 주행하므로 주행속도를 고려하여 시설을 설치한다.

마. 터널 및 지하차도 입구

터널 및 지하차도 입구에 충격흡수시설을 설치하는 경우, 설치할 여유 공간이 확보되는지를 검토하고, 이에 따라 적합한 시설을 선정한다. 터널 갱구부 앞 등에서 시설 설치를 위한 공간이 충분히 확보되지 않은 경우에는, 터널 내부의 제설이나 유지관리에 지장을 초래하지 않는 범위에서, 접근부 도로에 설치된 노측용 방호울타리를 터널 안까지 연장하고, 터널 내벽에 완전히 부착하는 방안 등이 충돌 차량의 보호를 위해 고려될 수 있다.

3.3.2 설치

충격흡수시설은 다음의 사항을 고려하여 설치한다.

가. 충격흡수시설의 설치 공간
나. 설치 방향
다. 설치 장소의 시선유도
라. 충격흡수시설 후면 구조물

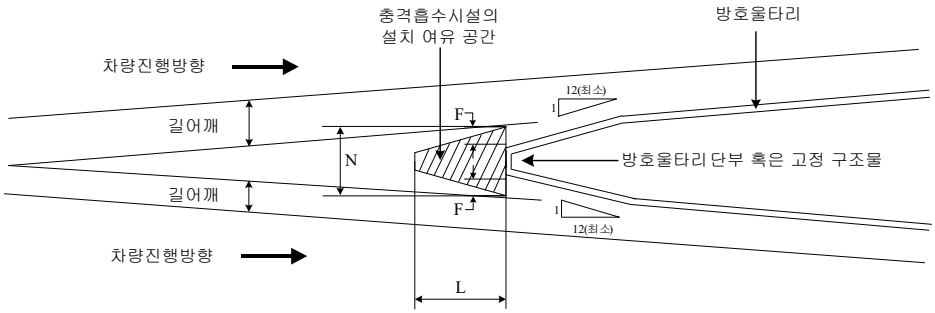
【설 명】

가. 설치 공간

충격흡수시설의 수행도를 보장하기 위해서는 도로나 구조물의 설계단계에서 충격흡수시설의 설치를 위한 충분한 여유 공간의 확보가 필요하다. 외국의 경우를 참고하여 충격흡수시설의 설치를 위한 여유 공간을 제시하면, 그림 3.3, 표 3.2와 같다.

그림 3.3은 연결로 출구 분기점에서 충돌 설계속도에 따라 충격흡수시설이 설치될 여유 공간의 길이와 폭을 제시하고 있으며, 이 값은 충격흡수시설이 설치될 수 있는 기타의 장소에서도 적용될 수 있다.

표 3.2의 설치 공간 제약 지점은 시설을 설치할 충분한 공간의 확보가 어려워 추가로 노력이 요구되는 지점을 말하며, 설치 공간 확보 지점은 해당 구간에 시설을 설치하기에 충분한 공간을 확보한 지점이다. 충격흡수시설의 수행도 측면에서는 표 3.2의 추천값을 취하는 것이 바람직하다.



출처 : Roadside Design Guide(AASHTO, 1996)

<그림 3.3> 연결로 출구 분기점에서의 시설 설치 여유 공간

<표 3.2> 충돌 설계속도에 따른 시설 설치 여유 공간

(단위 : m)

충돌 속도 (km/시)	충격흡수시설 설치를 위한 여유 공간								
	최 소 값						추 천 값		
	설치 공간 제약 지점			설치 공간 확보 지점					
	N	L	F	N	L	F	N	L	F
50	2	2.5	0.5	2.5	3.5	1	3.5	5	1.5
60	2	3.5	0.5	2.5	5.0	1	3.5	7	1.5
80	2	5	0.5	2.5	7.5	1	3.5	10	1.5
100	2	7.5	0.5	2.5	11.5	1	3.5	15	1.5
110	2	8.5	0.5	2.5	13.5	1	3.5	17	1.5

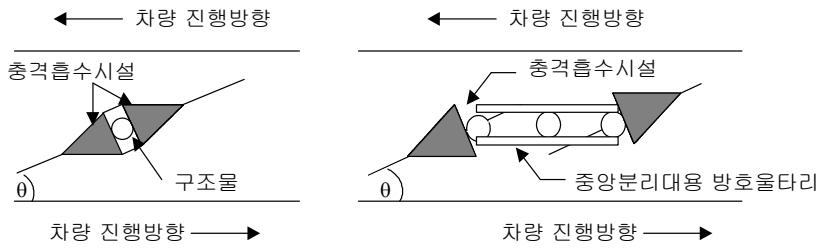
주) 1. 충돌속도 50, 80, 110km/시에서의 값들은 Roadside Design Guide (AASHTO, 1996)의 인용 내용임
2. 충돌속도 60, 100km/시에서의 값들은 보간법으로 산정

또한, 설치 공간은 충격흡수시설의 거동과 구성부재의 비산정도 및 충돌후 차량의 거동 등을 파악하여 후속차량, 인근차로 또는 대향차로의 주행차량에 영향을 미치지 않도록 설치 형식과 변형거리, 탈출거리 등급 선정에 주의하여야 한다.

나. 설치 방향

평탄한 지형의 광폭 중앙분리대 안에 있는 고정 물체나 중앙분리대용 방호울타리와 같은 시설물이 방호 대상물인 경우에는 그림 3.4의 (a)와 같이 설치하고, 노측에 있는 교각이나 교대, 노측용 방호울타리의 단부에 충격흡수시설을 설치할 경우에는 (b)와 같이 설치한다.
충격흡수시설이 설치되는 각도는 예상되는 충돌 각도와 같도록 하는 것이 바람직하며, 본 지침은 외국의 사례[1)]를 참고하여 차량 진행방향으로 10° 이하의 값을 제시하였다.

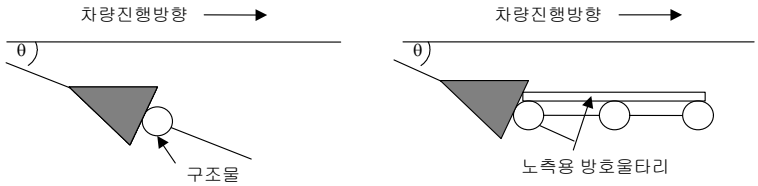
1) New Jersey DOT, Design Manual-roadway, 1994.



(1) 단일구조물인 경우　　(2) 방호울타리와 연계하여 설치한 경우

※ Θ는 10° 이하

(a) 중앙분리대에 설치한 경우



(1) 단일구조물인 경우　(2) 방호울타리와 연계하여 설치한 경우

※ Θ는 10° 이하

(b)노측에 설치한 경우

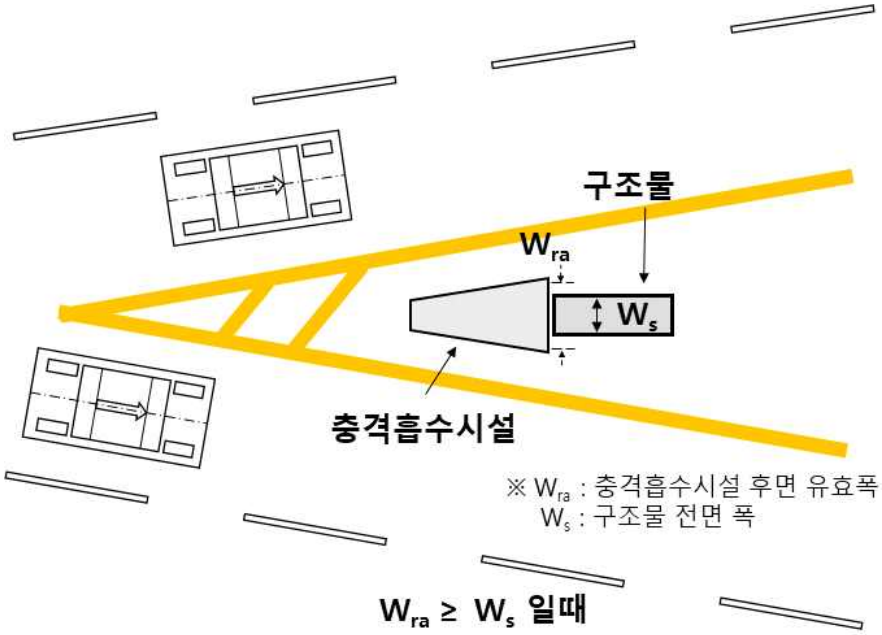
<그림 3.4> 충격흡수시설의 설치 방향

다. 설치 장소의 시선 유도

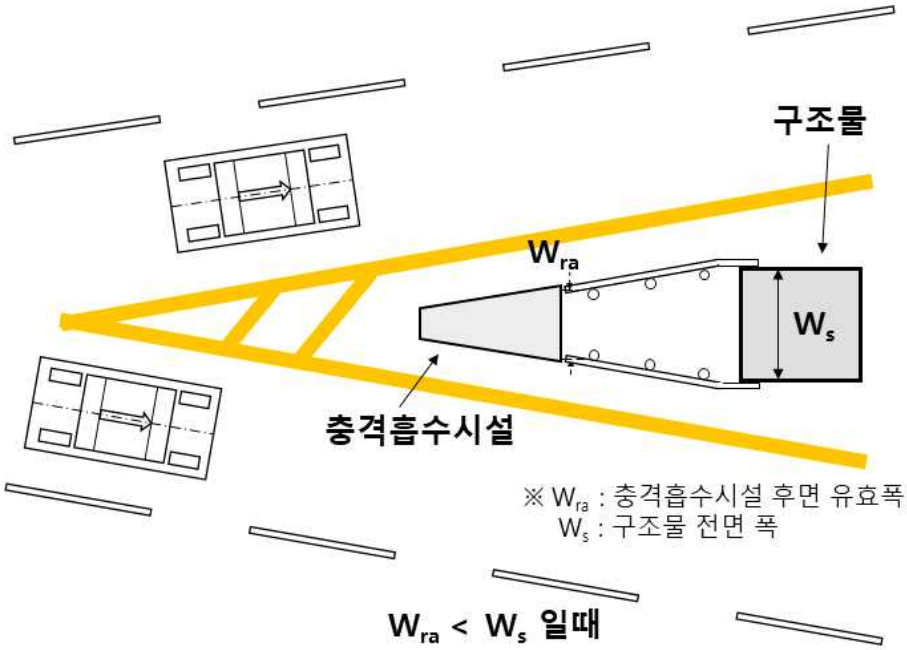
충격흡수시설은 기능상 운전자와 도로구조물을 보호하는 기능을 수행하지만, 경우에 따라 주행하는 운전자에게 장애물로 간주될 수 있다. 따라서 장애물 표적표지, 교통안전표지 등과 같은 적합한 시설을 충격흡수시설과 구조물 전방에 설치하여 운전자가 충분한 여유를 가지고 적절히 대응할 수 있도록 한다. 구체적인 적용에 대해서는 본 통합 지침 제1편 시선유도시설 편의 5장을 참고하도록 한다.

라. 충격흡수시설 후면 구조물

충격흡수시설을 설치할 때는 그림 3.5(a)와 같이 후면 구조물의 전면 폭과 같거나 큰 후면 유효폭을 가진 충격흡수시설을 설치해야 한다. 후면 구조물 전면 폭 이상의 후면 유효폭을 가진 충격흡수시설을 설치할 수 없는 경우 차량이 도로구조물과 직접 충돌하지 않도록 그림 3.5(b)와 같이 방호울타리와 충격흡수시설을 조합해 설치할 수 있다. 이 경우 방호울타리는 가급적 차량 진행방향과 나란하게 설치해야 하며, 방호울타리와 후면 구조물은 4.2 전이구간 처리방법에 따라 연결되어야 한다.



(a) Wra ≧ Ws 일 때



(b) Wra < Ws 일 때

<그림 3.5> 충격흡수시설 방호울타리 복합 설치 예

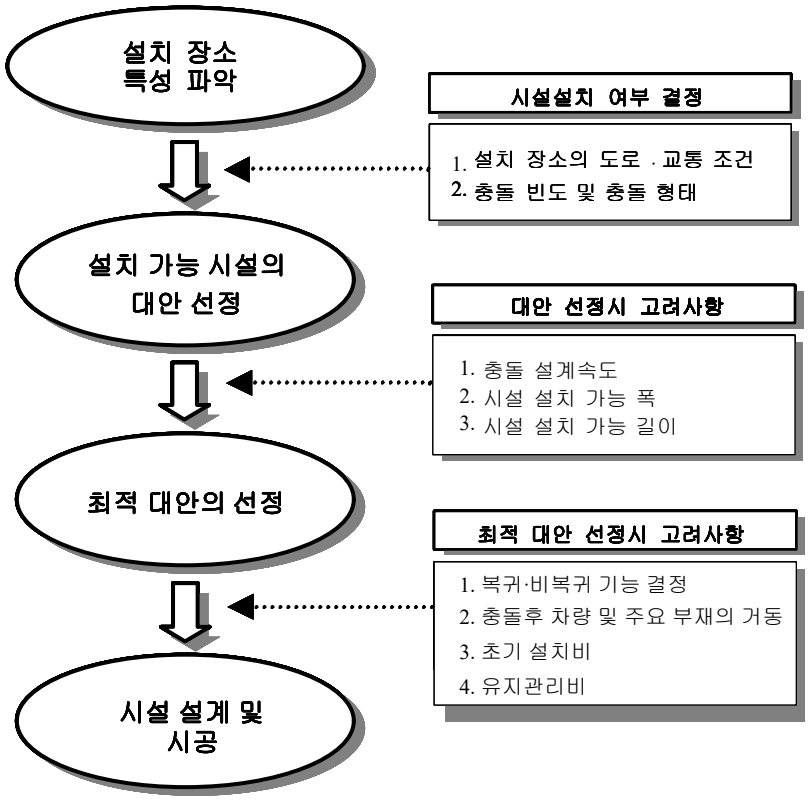
3.3.3 시설 선정

충격흡수시설은 다음 사항을 고려하여 선정한다. 가. 설치장소의 도로 · 교통 조건 나. 설치장소의 길이와 폭 다. 충격흡수시설의 수행도 라. 경제성(초기 설치비, 유지관리비 등)

【설 명】

충격흡수시설은 도로 선형 등과 같은 도로 조건, 충돌 설계속도 등과 같은 교통 조건, 설치 장소의 길이와 폭 등의 여유 공간, 충격흡수시설의 수행도, 초기 설치비, 유지관리비 등의 경제성을 면밀히 검토 후 행한다.

충격흡수시설의 선정 과정은 그림 3.6과 같다.



<그림 3.6> 충격흡수시설의 선정 과정

가. 설치장소 특성 파악

충격흡수시설 선정의 1단계로, 충격흡수시설을 설치할 장소의 도로·교통 조건 등을 조사한다.

설치 장소의 도로·교통 조건이란 도로의 선형이나 경사 등과 같은 도로의 기하구조 특성과 설치 구간의 충돌 설계속도를 예상하기 위한 주행속도 등과 같은 교통특성을 말한다.

특히, 차량 주행속도 등의 교통 조건은 설치할 충격흡수시설의 수행도를 결정할 때 고려되는 중요한 요소 가운데 하나이다.

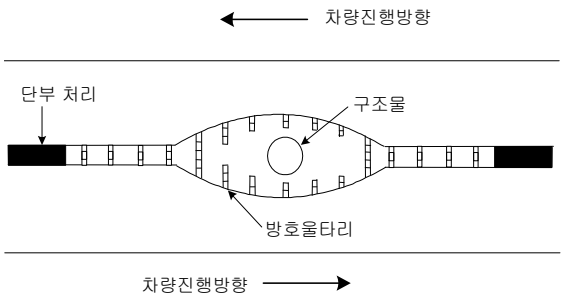
다음으로 고려될 요인은 충돌 빈도와 충돌 형태이다. 충돌 빈도가 높은 곳에서는 유지관리 및 보수가 용이한 시설을 선정하는 것이 유지관리에 드는 비용을 줄일 수 있다. 일반적으로 사고의 빈도가 높은 장소에서는 차량을 복귀시켜주는 기능을 가진 충격흡수시설의 설치가 바람직하다. 또한, 차량과의 경미한 접촉이 잦은 장소에서도, 가능한 한 주행 복귀형 충격흡수시설을 설치하는 것이 유지관리비의 절감 측면에서 바람직하다.

나. 설치 가능 시설의 대안 선정

충격흡수시설의 선정 2단계로, 충격흡수시설이 설치될 장소의 길이나 폭 등의 여유 공간을 확인하고 시설의 대안들을 선정한다.

우리나라와 같이 충격흡수시설의 설치를 위해 충분한 공간이 확보되지 못한 경우에 있어서는, 시설을 설치할 장소의 폭과 길이를 정확히 파악하는 것이 중요하다. 예를 들어, 고속도로 분기점 등 충격흡수시설을 설치할 여유 공간이 확보된 경우는 다양한 시설을 선정할 수 있으며, 충돌속도에 따라 설치 장소에 적합한 시설을 설계할 수 있다.

그러나, 도시부 도로 등과 같이 충격흡수시설을 설치할 충분한 여유 공간이 확보되지 못한 곳에서는 그림 3.7에 제시된 설치 사례와 같이 방호울타리를 설치하여 차량의 탑승자와 방호 대상물을 보호하는 방안이 고려될 수 있다.



<그림 3.7> 폭이 좁은 곳에서의 방호울타리 설치 예

다. 최적 대안의 선정

충격흡수시설이 설치될 장소의 설치 공간 특성 등 여러 조건을 고려하여 대안들을 선정한 후에는, 최적의 대안을 선정한다. 최적의 대안을 결정할 때에는 앞서 조사된 설치 장소의 도로·교통 조건, 설치 장소의 길이나 폭 등의 설치 공간 특성, 충돌 빈도 및 형태 등을 종합적으로 고려한다.

라. 시설 설계 및 시공

설치할 시설을 선정한 후, 도로관리자가 충격흡수시설을 설치할 때에는 해당 제품의 제작사에서 제시한 시방서를 토대로 현장 여건에 적합하게 특별 시방서를 작성하고, 시공자는 이에 부합하도록 시공한다.

시설의 설계 예로, 복귀형 충격흡수시설들 가운데는 충돌 설계속도에 따라 시설의 길이를 조정할 수 있는 시설이 있으며, 이러한 길이의 조정은 충격흡수시설 내 완충능력을 가진 단위체들을 조정함으로써 가능하다. 이와 같이, 설치 장소의 충돌 설계속도에 따라 충격흡수시설의 설계와 시공에 차이가 있으므로, 시설 설치 후 설치 장소 특성과의 적합성 여부를 면밀히 검토한다.

3.4 시공

3.4.1 일반 사항

충격흡수시설을 시공할 때는 교통의 안전과 다른 구조물에 대한 영향에 유의하여, 안전하고 확실하게 해야 한다.

【설 명】

충격흡수시설은 각 제품별 표준설계도와 시방서대로 시공해야 하는 것은 물론이고, 본래의 충격흡수시설 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 주의를 기울여 안전하고 확실하게 시행한다. 공용중인 도로에서 시공할 때는 작업원의 안전과 현 통행 교통에 지장을 초래하지 않도록 교통처리를 하면서 시공을 한다.

3.4.2 품질 관리 및 검사

충격흡수시설의 규격 및 품질은 설계도서와 본 지침에 적합하도록 하여 완전한 시공이 되도록 한다. 적용되는 재료의 규격 및 시험 방법은 한국산업규격(KS) 적용을 원칙으로 한다. 시공 완료후 점검과 아울러 그 형식, 치수, 도장, 외관 및 수량 등에 대하여 검수를 하고, 제품의 성능 등급, 설치 연도 · 월 · 일 및 도로 관리기관 등을 표시한다.

【설 명】

가. 품질관리 및 검사

충격흡수시설의 품질관리 및 검사는 외관검사, 치수검사 등을 설계도서에 규정한 바에 따라 수행한다. 제품의 포장, 운반 중에 일어나는 형상, 치수의 변화는 방지하여야 하며, 시공시 이를 바로 잡아야 한다. 또한 도금에 손상을 입히지 않도록 주의해야 하며, 미관상 유해한 결정이 있는 것은 즉시 교환하여야 한다.

현장 반입 재료의 검수는 제품 선정시의 품질 검사 결과를 준용한다. 그러나 현장 재료에 대한 미비점이 있을 것으로 판단될 경우에는 품질 관리의 규정에 따라 시험을 다시 수행할 수 있다.

나. 설치 표시

충격흡수시설의 제품 표시는 시설물의 상단 또는 옆면 중 눈에 잘 뜨이고 충돌시 파손이 일어나지 않는 곳에 부착한다.

크기는 5㎝×15㎝×0.1㎝의 사각형 알루미늄 판넬로 하고 기재할 때는 위로부터 제품의 모델명, 성능 등급, 제작회사, 설치 년·월·일, 도로 관리기관 등을 순서대로 각인하고, 글자의 크기는 각각 22포인트 이상으로 하며, 부착방법은 각 모서리 등에 리벳으로 처리한다.

【예 시】

모델명 : ○○○
성능등급 : CC1
제작회사 : ○○산업 주식회사
설치 년·월·일 : 2008. ○. ○.
도로 관리기관 : ○○ 국도관리사무소

3.5 유지 관리

충격흡수시설이 제 기능을 발휘할 수 있도록 주기적인 점검 · 유지 보수를 하고, 관련 기록을 유지한다.
점검 결과에 따라 보수나 대체가 필요한 경우 신속히 대응, 처리한다.

【설 명】
설치된 시설의 손상 여부를 확인하기 위해서는, 주기적인 점검을 실시한다.

가. 점검

점검은 시설물의 외관을 수시로 점검하고, 성능의 이상 유무를 확인하기 위하여 정기적인 점검을 실시하며, 호우, 강설 등 재해가 발생한 후에는 즉시 점검을 실시한다.
점검은 다음 사항에 유의하여 실시한다.

- 충격흡수시설의 손상 정도
- 충격흡수시설의 상태(방향, 높이)
- 시선유도시설 등 관련 시설의 이상 여부

나. 유지 관리 및 보수

충격흡수시설이 사고 또는 자연 재해에 의해 변형 또는 파손 등 기능 수행상 문제가 있다고 판단되었을 경우에는 즉시 복구한다.
충격흡수시설은 차량과의 충돌 후, 보수 및 교체가 있어야 수행도를 제대로 발휘할 수 있다.
파손이 경미한 경우에는 보수하고, 보수가 곤란한 경우엔 철거 후 다시 시공한다.
특히, 모래채움통과 같이 차량과 충돌 후 시설의 재활용이 불가능한 경우는, 반드시 시설을 교체하고, 보행자나 사람들에 의해 시설이 파손되었을 경우에는, 즉시 보수를 실시한다. 또한, 물을 이용하여 충격을 흡수하도록 제작된 제품은 동절기에 물이 결빙하지 않도록 소금을 첨가하는 등의 적절한 조치를 취한다.
카트리지로 충격을 흡수하도록 제작된 제품들은 각 카트리지의 소실, 파손 여부와 완충 패널의 충돌 여부를 확인하여, 시설이 적정 수행도를 발휘할 수 있도록 한다.
충격흡수시설의 시선유도를 위한 관련 시설의 도색 상태가 현저히 나빠졌을 때는 재 도색을 통해 시인성이 항상 유지될 수 있도록 한다.
충격흡수시설 주위의 예고 표지, 조명 시설 등이 파손된 경우에는 즉시 교체한다.

동절기의 제설 작업시 충격흡수시설이 손상을 입지 않도록 주의한다.

다. 기록

충격흡수시설의 시공 및 보수에 관한 기록을 유지한다. 충격흡수시설이 파손 또는 변형된 경우에는 파손 위치, 정도, 원인 등을 면밀히 조사하여 기록·관리하고, 다음 시공시 이를 반영하도록 한다.
시공시의 기록 사항은 다음과 같다.

- 시공 위치 및 간단한 주변 도로 현황
- 시공 일시, 시공 개시 및 종료 시각
- 충격흡수시설의 형식, 길이, 높이, 너비
- 교통량, 평균 주행속도(주간 1시간 정도)
- 기타 시공상 특이 사항

점검 및 보수시의 기록 사항은 다음과 같다.

- 위치, 점검 일시
- 파손 내용과 사유 및 변형 상태
- 도색 상태(탈색, 휘도 저하)
- 보수 일시

정기적으로 충격흡수시설 설치 장소에서 발생한 교통사고 기록을 파악하여, 해당 시설의 개선 여부를 검토하고 시행한다.

4. 단부처리 및 전이구간

4.1. 단부처리

4.1.1 일반 사항

단부처리시설은 주행로를 벗어난 차량의 충격에너지를 흡수하여 차량을 안전하게 멈추게 하거나 차량의 방향을 복귀시켜 주는 기능을 갖추어야 한다.

특별히 처리 되지 않고 노출된 방호울타리의 단부는 구조적 특성상 차량을 관통하여 탑승자에게 큰 위험요소이기 때문에 가능한 단부의 개소를 최소화해야 하며 성능평가를 거쳐 성능이 검증된 단부처리시설을 설치하도록 하는 것이 중요하다.

단부처리시설은 설치장소에 따라 중앙분리대용, 노측용, 교량용으로 구분 될 수 있으며 기능에 따라 약간의 차이를 보인다. 예를 들어 노측용과는 다르게 중앙분리대용 방호울타리에 설치되는 단부처리시설은 양방향 차로의 충돌방향을 모두 고려하여야 하고 부차적으로 방현기능, 운전자의 시야확보 등이 고려되어야 한다. 또한 교량난간에 설치되는 단부처리시설의 경우에는 교량난간의 구조적형태를 고려하여 설계되어야 한다.

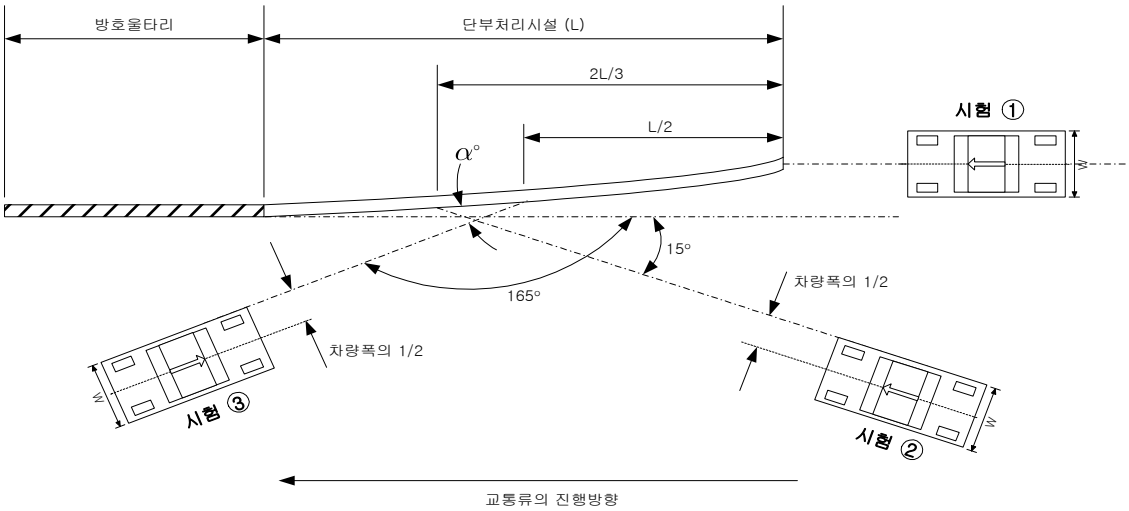
【설 명】

특별히 처리되지 않고 노출된 방호울타리 단부는 구조적 특성상 차량을 관통할 가능성이 높아 탑승자에게 큰 상해를 유발할 가능성이 높기 때문에 가능한 방호 대상 물체의 이동이나 도로 입출구의 제한 등의 방법으로 단부 개소를 최소화할 수 있도록 하고 설치된 단부처리 시설은 주행로를 벗어난 차량의 충격에너지를 흡수하여 차량을 안전하게 멈추게 하거나 차량의 방향을 복귀시켜 주는 기능을 갖추어야 한다.

방호울타리의 차량 진입측 단부는 그림 4.1과 표 4.1에 나타나 있는 단부처리시설 등급에 적합한 충돌시험에 의거 성능이 입증된 단부장치를 설계도면에 따라서 설치하는 것을 원칙으로 한다. 방호울타리의 단부처리시설은 그림 4.2와 같이 성토구간 전의 절토구간 또는 평지구간에 설치하는 것이 바람직하다.

방호울타리의 단부는 분리대 개구부 및 접속 도로와의 교차부 등에서 차량이 직접 지주에 충돌하거나 방호울타리에 스치는 것을 방지할 수 있도록 설치되어야 한다.

구체적인 성능 평가 기준은 "차량방호안전시설 실물충돌시험 업무편람"을 참고한다.

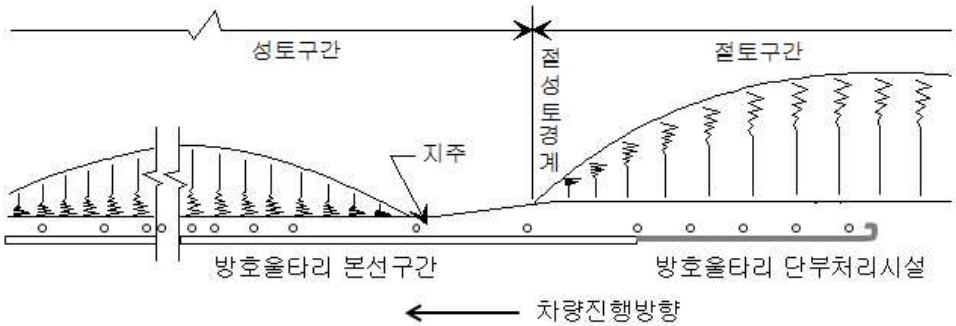


<그림 4.1> 충돌차량의 충돌위치 및 충돌방향

<표 4.1> 단부처리시설의 충돌시험 조건

시험 등급	충돌 속도 (km/h)	차량 중량 (kg)	충돌 방법	충돌 방향
ET1	60	1,300	시험 ①	정면충돌 (시설중앙)
			시험 ②	측면 15°충돌
			시험 ③	측면 165°충돌
ET2	80	1,300	시험 ①	정면충돌 (시설중앙)
			시험 ②	측면 15°충돌
			시험 ③	측면 165°충돌
ET3	100	1,300	시험 ①	정면충돌 (시설중앙)
			시험 ②	측면 15°충돌
			시험 ③	측면 165°충돌

주) 1. ET - End Treatment
2. 중앙분리대에 설치되는 단부처리시설의 경우 시험 ③을 수행하여야 하며 노측용이나 교량용 방호울타리의 경우에는 시험 ③을 생략한다. 단, 대향차로 주행차량이 중앙선을 넘어 침범할 수 있다고 판단되는 구간에는 시험 ③을 수행한다.
3. 곡선의 형상으로 설치되는 단부처리시설의 경우 시험 ③의 충돌지점의 접선과 교통류의 진행방향의 각도 α가 5°보다 작을 경우 시험 ③을 생략한다.



<그림 4.2> 방호울타리 단부처리시설의 설치 예

4.1.2 구조 및 형식

방호울타리의 단부 구조물의 강도는 일반 구간에 사용되는 방호울타리 강도와 거의 유사한 정도의 강성을 가져야 한다. 가. 단부 설치는 충분한 사전 계획하에 이루어져야 하며, 설치될 장소의 경사, 측방 여유폭, 방호 대상물의 상태 등을 충분히 감안하여 그 구조 및 형식을 결정한다. 나. 방호울타리의 단부는 실물충돌시험을 통하여 검증된 단부처리시설을 설치한다.

【설 명】

설치할 단부의 형식은 충분한 사전 계획하에 이루어져야 하며 설치될 장소의 경사, 측방 여유폭, 방호 대상물의 상태 등을 충분히 감안하여 결정한다.

단부처리의 구조 및 형식은 다양할 수 있으나 여기에서는 일반적인 사항을 기술한 것이다.

가. 노측용 방호울타리 단부처리

1) 가드레일의 단부처리

중요도가 상대적으로 떨어지는 도로에 설치되는 가드레일의 단부처리 형식은 크게 2가지 정도로 분류할 수 있으며, 기능에 부합하게 설치해야 한다.

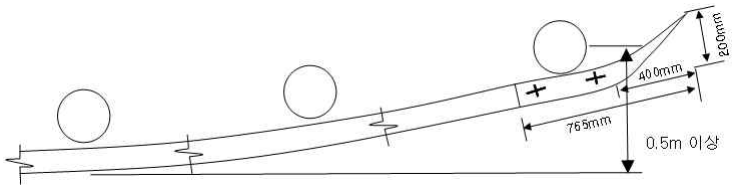
① 단부를 길 바깥쪽으로 구부리는 단부처리

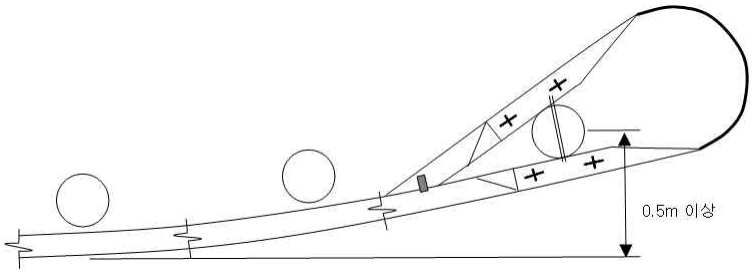
고속도로, 자동차 전용국도, 일반국도나 지방도중 도로 관리자가 필요성을 인정한 지점의 가드레일 단부는 앞에서 설명한 실물충돌시험을 통과한 제품으로 단부를 처리한다.

그러나 본선에 연결된 접속도로간 거리 짧고 실물충돌시험에 통과한 제품을 설치할 공간이 부족한 곳에서는 그림 4.3과 같이 단부를 길 바깥쪽으로 구부리는 단부를 설치한다.

이 형식의 경우는 방호울타리와 위험 물체 또는 비탈면의 시작점 사이의 거리가 불충분한 곳에 사용될 수 있다. 이런 장소는 방호울타리의 최대 충돌 변형 거리를 보장해줄 수 있는 여유가 없고, 성토부의 경사가 급한 장소가 대부분으로 차량이 단부를 뚫고 지나가는 경우에 차량의 전복을 피할 수 없게 된다.

이와 같이, 설치 장소의 조건상 단부처리의 형식 선정이 제한되는 곳에서는 가능한 일반 구간의 방호울타리를 충분히 연장하여 단부의 시작점을 방호하고자 하는 구조물로부터 멀리 떨어져 있도록 설계하는 것이 필요하다.

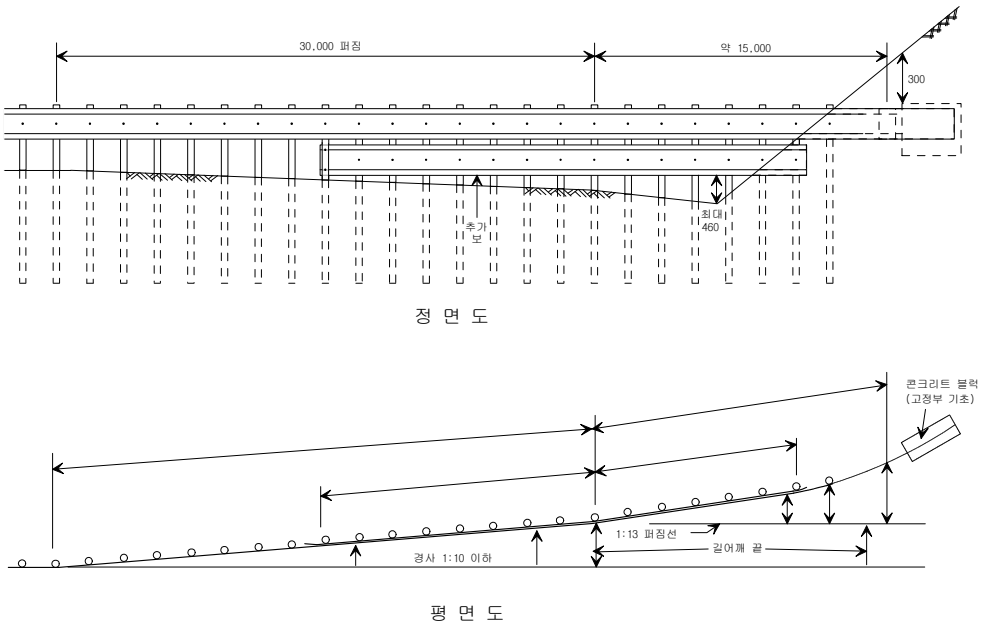




<그림 4.3> 단부를 길 바깥쪽으로 구부리는 단부처리 예

② 절토부에 고정하는 단부처리

방호울타리를 연장하여 인접한 절토부에 고정시키는 것은 그림 4.4과 같다.



(단위 : mm)

<그림 4.4> 절토부 고정 및 추가 보 설치 예

그림과 같이 방호울타리를 절토부에 고정하는 것이 가능한데, 이러한 처리 방법은 특별한 단부처리를 위한 구조 설계나 설치가 불필요하고 차량이 단부에 충돌할 가능성을 없애 준다.

그림 4.4에서 단부 부근에 이중으로 보를 설치하는 것은 지면에서 보 하단 사이가 46㎝ 이상이 되는 경우 차량이 보 밑으로 잠기는 현상이 우려되므로 이를 막기 위해 추가로 보를 설치하는 것이다. 이러한 단부처리는 방호울타리의 강성에 무관하게 추천될 수 있는 처리 방법이다.

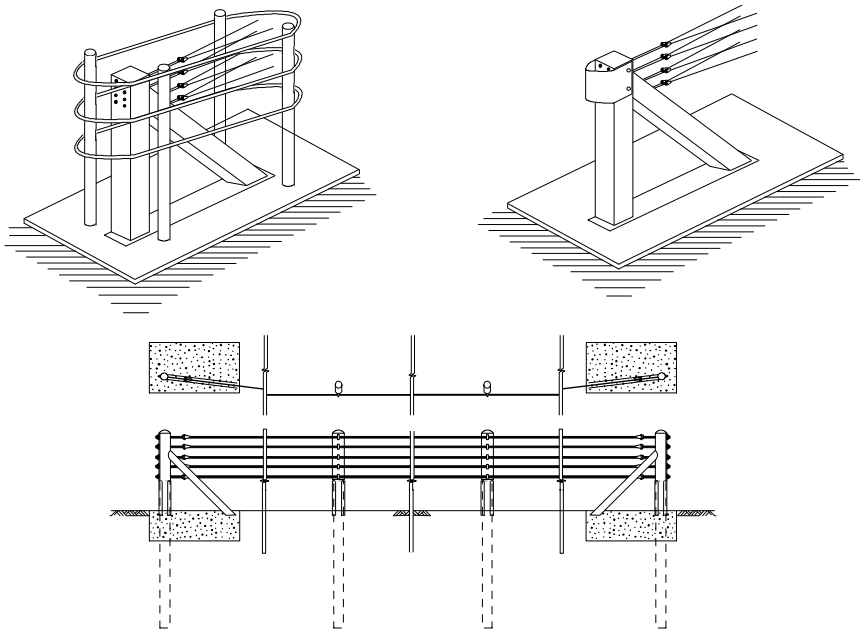
절토부에 고정시킨다는 설치상의 특수성으로 인하여 이러한 처리를 사용할 때는 방호울타리의 높이, 접근 경사가 충분히 고려되어야 한다.

즉, 방호울타리의 높이는 단부 시작점에서부터 절토부에 고정되는 점까지 일정하게 유지되어 차량을 복귀하는 기능을 수행하여야 한다. 또 다른 주의 사항은 포장단에서부터 방호울타리로의 접근 경사가 1 : 10보다 급해서는 안 된다. 만약 이상과 같은 주의해야 할 원칙들을 만족하지 못하는 상황이라면 다른 유형의 단부처리가 고려되어야 한다.

절토부에 고정한 다음에는 보를 지탱해주는 앵커의 강도를 고려해야 한다. 앵커의 적절한 인장 강도는 적어도 2t이 되어야 보가 절토부로부터 떨어져 나가 차량과 충돌되는 일이 발생하지 않는다.

2) 가드 케이블의 단부처리

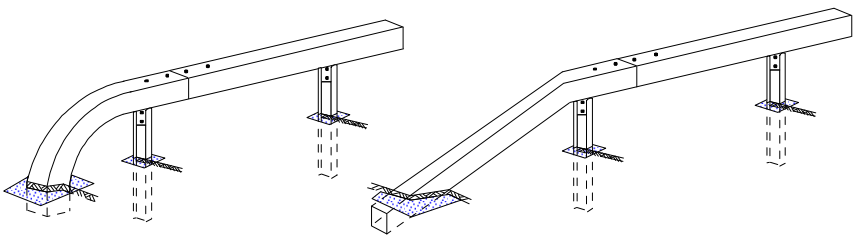
가드 케이블의 단부처리는 그림 4.5와 같다.



<그림 4.5> 가드 케이블 단부처리의 예

3) 박스형 보의 단부처리

박스형 보의 단부처리는 그림 4.6와 같다.



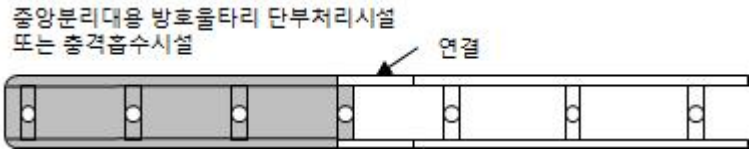
<그림 4.6> 박스형 보의 단부처리 예

나. 중앙분리대용 방호울타리 단부처리

중앙분리대용 방호울타리의 단부는 차량의 충돌시 탑승자와 차량에 치명적인 상해를 유발할 가능성이 크므로 완전하게 방호되어야 한다. 단부처리에 관한 일반적인 설치 지침은 다음과 같다.

- 단부의 개수는 가능한 적게 함.
  단부의 설치는 충분한 사전 계획하에 이루어져야 하며, 설치될 장소의 경사, 측방 여유폭, 방호울타리의 종류 등을 감안하여 단부의 구조 및 형식을 결정함.
- 방호울타리 단부는 차량과의 잦은 충돌이 예상되므로, 충격흡수가 가능한 구조를 가져야 함.

중앙분리대용 방호울타리의 단부처리 예는 그림 4.7과 같다.



<그림 4.7> 중앙분리대용 방호울타리의 단부처리시설 설치 예

방호울타리의 단부는 차량의 방호에 있어 단부 이외의 구간에 비해 기능상 취약한 부분이다. 특히, 단부를 일정한 경사를 유지하고 지면에 고착하는 경우는 차량이 단부를 타고 올라가 전도 또는 전복될 소지가 있다.

따라서 중앙분리대용 방호울타리 단부에는 실물충돌시험에 합격한 중앙분리대용 방호울타리 단부처리시설을 설치하거나, 또는 중앙분리대용 충격흡수시설을 방호울타리와 연결방법을 검토한 후 설치할 수 있다.

4.2 전이구간

강도가 다른 두 개 이상의 방호울타리를 연결하여 설치하는 전이구간에서는 차량이 상대적으로 강도가 낮은 방호울타리 안으로 빠져 들어가는 현상을 방지하기 위해 다음 각 항과 같은 특별한 주의가 필요하다.

가. 상이한 강성을 가진 방호울타리가 연결하여 사용되는 곳에서는 강성의 변화를 점진적으로 변화시켜 주어야 한다.

나. 전이구간의 설계조건은 방호울타리의 경우와 동일하다. 전이구간은 두 방호울타리 중 강도가 작은 것보다 작아서는 안 되고 강도가 큰 것보다 커서도 안 된다. 각 전이구간은 방호울타리 편에 설명한 바와 같이 승용차와 트럭을 이용한 두 종류의 충돌실험을 통과하여야 한다.

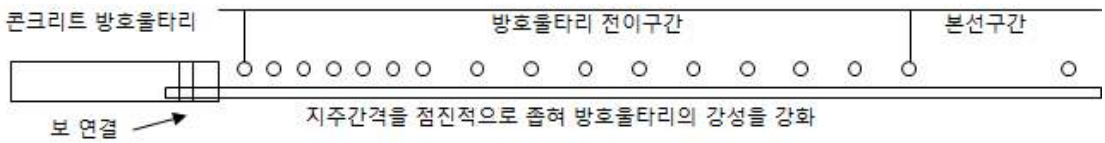
다. 전이구간의 성능조건은 방호울타리의 경우와 동일하다.

【설 명】

방호울타리의 전이구간은 실물충돌시험에 합격한 제품을 설치해야 하지만 이러한 방법이 적용되지 않는 도로에는 다음과 같이 전이구간으로 설치한다.

가. 강성과 연성 방호울타리의 연결

강성이 다른 방호울타리가 연속으로 설치 사용되는 곳에서는, 예를 들어 연성 방호울타리와 강성 방호울타리가 만나는 지점과 같은 경우에 강성이 서로 다른 방호울타리를 직접 연결하게 되면 차량이 연결 지점 안으로 빠져드는 현상이 발생하게 된다. 이러한 문제를 예방하기 위해서는 두 형식의 연결 지점 근처의 연성 방호울타리의 지주 간격을 줄여 강성을 점진적으로 증진시키는 방법을 사용할 수 있다.(그림 4.8 참조).



<그림 4.8> 강성과 연성 방호울타리의 전이구간 설치 예

또한 연성방호울타리 하단에 연석(강성방호울타리의 하부 돌출부와 같은 형상)을 설치하여 연결지점에서의 차량이 강성방호울타리의 연석에 의해 피해를 최소화하고, 1m보다 높은 강성 방호울타리의 시작부의 상단은 대형차 충돌시 차량 파손을 최소화하기 위해 설계단계부터 1 : 1.5(H : V)의 기울기의 경사면으로 설계하는 것이 바람직하다.

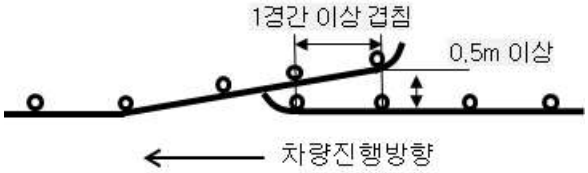
나. 교량용 방호울타리 전이구간

교량용 방호울타리는 전이구간으로 완벽하게 연결되어야 한다. 현장조건별 전이구간 처리방법은 그

림 2.8과 같으며, 방호울타리와 연결되지 않는 혼합형의 경우 교량용 방호울타리 단부는 1 : 2(H : V)의 경사로 교량면에 고정시킨다(그림 2.10).
강성 방호울타리를 교량용 중앙분리대용으로 설치할 경우, 교량의 신축을 고려하여 교량 전후 구간의 연성 방호울타리를 단부처리로 해서는 안 된다. 이곳은 강성 방호울타리를 접속 슬라브까지 설치하고 교량 전후 구간의 연성방호울타리와는 전이구간으로 연결한다.
또한 교량용 강성 방호울타리 신축이음구간의 단부는 그 간격이 좁기 때문에 강성 방호울타리 형상의 철판을 설치하고 차량 진행방향의 진입부 강성 방호울타리와 체결하고 진출부는 체결하지 않는다.

다. 종류가 다른 연성 방호울타리의 전이구간

방호울타리는 성능 및 시선 유도 상 가능한 한 연속하여 설치하는 것이 좋으므로 토공 구간의 방호울타리를 구조물에도 연속하여 설치하는 것이 좋다.
그러나 종류가 다른 연성 방호울타리의 전이구간 처리는 두 방호울타리 보의 인장강도보다 강한 변형단면의 보를 제작하여 연결하거나, 그림 4.9와 같이 1경간 이상이 겹치도록 설치할 수 있다.



<그림 4.9> 종류가 다른 연성방호울타리의 전이구간 설치 예

라. 기타 고려사항

부도로가 주도로의 교량 근처에 있는 경우 적절한 단부처리가 어려운 경우가 발생한다. 가장 바람직한 해결 방안은 교차로를 옮겨 설치하고 표준 전이구간을 설치하는 것이다. 재 위치하는 것이 불가능 한 경우에는 차량이 전복하거나 방호울타리를 뚫고 지나가는 것을 방지할 수 있는 충분한 강성을 가진 방호울타리나 충격흡수시설을 설치하여야 한다.

5. 트럭탈부착형 충격흡수시설(TMA)

트럭탈부착형 충격흡수시설(TMA)은 도로 상의 작업자 및 탑승자의 안전확보를 위해 작업용 차량에 탈부착하는 충격흡수시설을 말하며, 사용장소의 제한속도의 최고속도 및 기술수준 등을 고려하여 등급을 정하고 실물충돌시험에 의해 성능을 평가한다.

트럭탈부착형 충격흡수시설을 장착한 차량은 자동차관리법 및 자동차안전기준에 관한 규칙에 따라야 한다.

【설 명】

트럭탈부착형 충격흡수시설은 도로상의 작업구간, 사고처리 및 청소 등의 구간에 한시적으로 설치하며, 위험구간을 인지하지 못한 차량이 충돌할 경우 차량의 충격에너지를 흡수하여 차량을 안전하게 멈추게 하거나 차량의 방향을 복귀시켜 주는 기능과 탑승자를 충격으로부터 보호하는 기능을 갖추어야 한다.

트럭탈부착형 충격흡수시설은 실물충돌시험을 통한 성능평가를 거쳐 성능이 검증된 장치를 부착하며, 충돌시험과 동일조건의 작업차량에 적용하되 총중량은 시험차량과 같은 것을 적용하는 것이 바람직하다. 트럭탈부착형 충격흡수시설은 작업구간 제한속도의 최고속도보다 높은 충돌속도 등급의 제품을 부착한다.

트럭탈부착형 충격흡수시설을 장착한 차량은 자동차관리법 및 자동차안전기준에 관한 규칙에 따라야 한다.

구체적인 실물충돌시험 방법은 "차량방호안전시설 실물충돌시험 업무편람"을 참고한다.

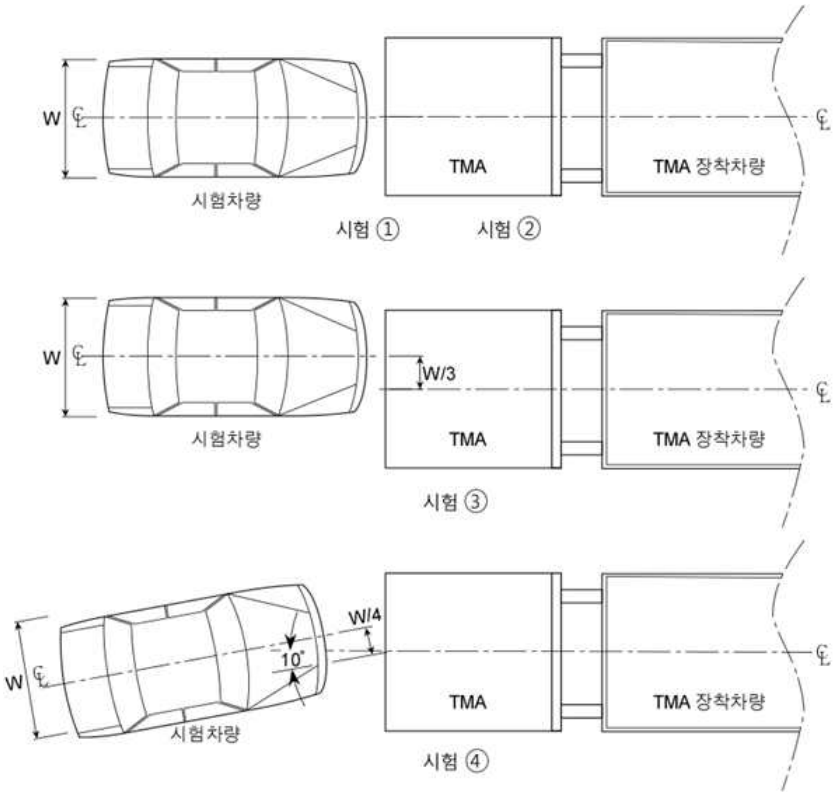
<표 5.1> 트럭탈부착형 충격흡수시설의 등급 및 충돌시험 조건

등급	충돌속도 (km/h)	차량중량 (kg)	충돌방법	충돌방향
(5톤)TMA1 및 (10톤)TMA1	60	900	시험 ①	중앙 정면
		1,300	시험 ②	중앙 정면
			시험 ③(선택)	1/3W offset 정면
			시험 ④(선택)	1/4W offset 10°
TMA2	80	900	시험 ①	중앙 정면
		1,300	시험 ②	중앙 정면
			시험 ③(선택)	1/3W offset 정면
			시험 ④(선택)	1/4W offset 10°
TMA3	100	900	시험 ①	중앙 정면
		1,300	시험 ②	중앙 정면
			시험 ③(선택)	1/3W offset 정면
			시험 ④(선택)	1/4W offset 10°

주1) TMA : Truck Mounted Attenuator

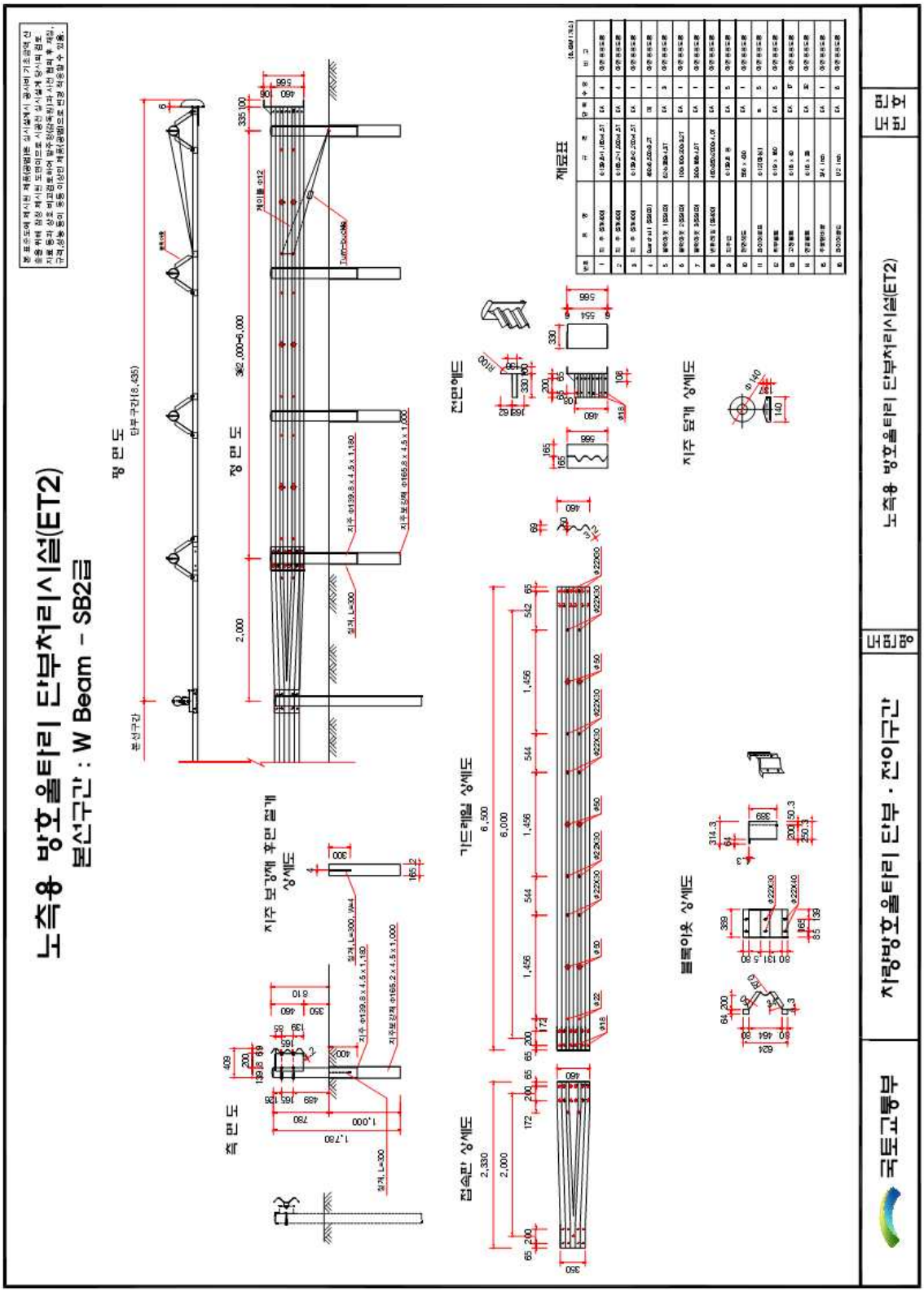
주2) 충돌시험방법은 시험 ①~시험 ④ 모두를 만족하는 것이 원칙이나, 현재의 기술수준을 고려하여 시험 ①과 시험 ②를 만족하는 경우에도 TMA로 사용가능

주3) 충돌시험용 장착차량의 중량은 10톤 이상이 원칙이나, TMA1 등급의 경우 5톤도 가능함. 5톤의 경우 (5톤)TMA1로 10톤 이상의 경우 (10톤)TMA1으로 구분함.

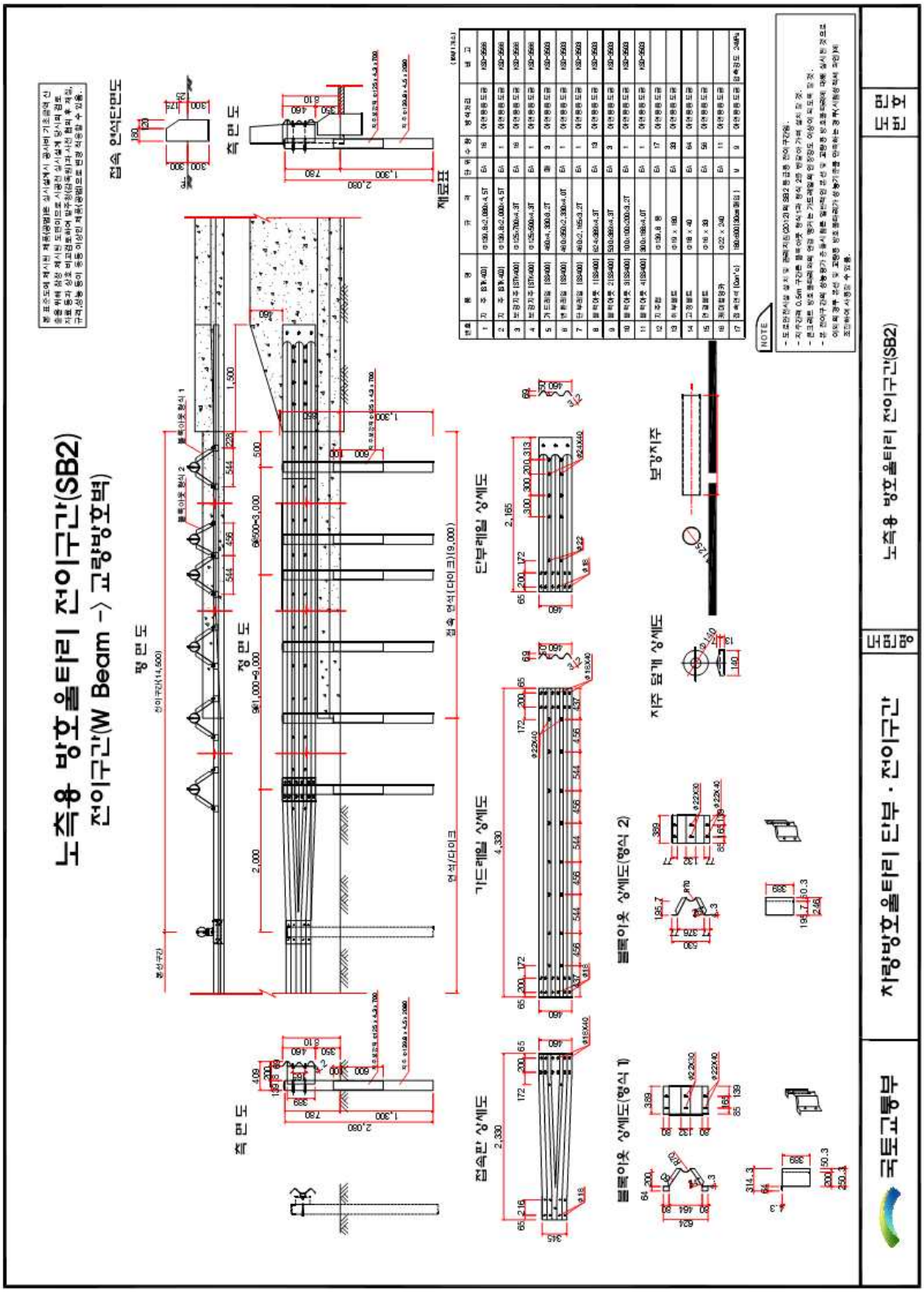


<그림 5.1> 충돌차량의 충돌위치 및 충돌방향

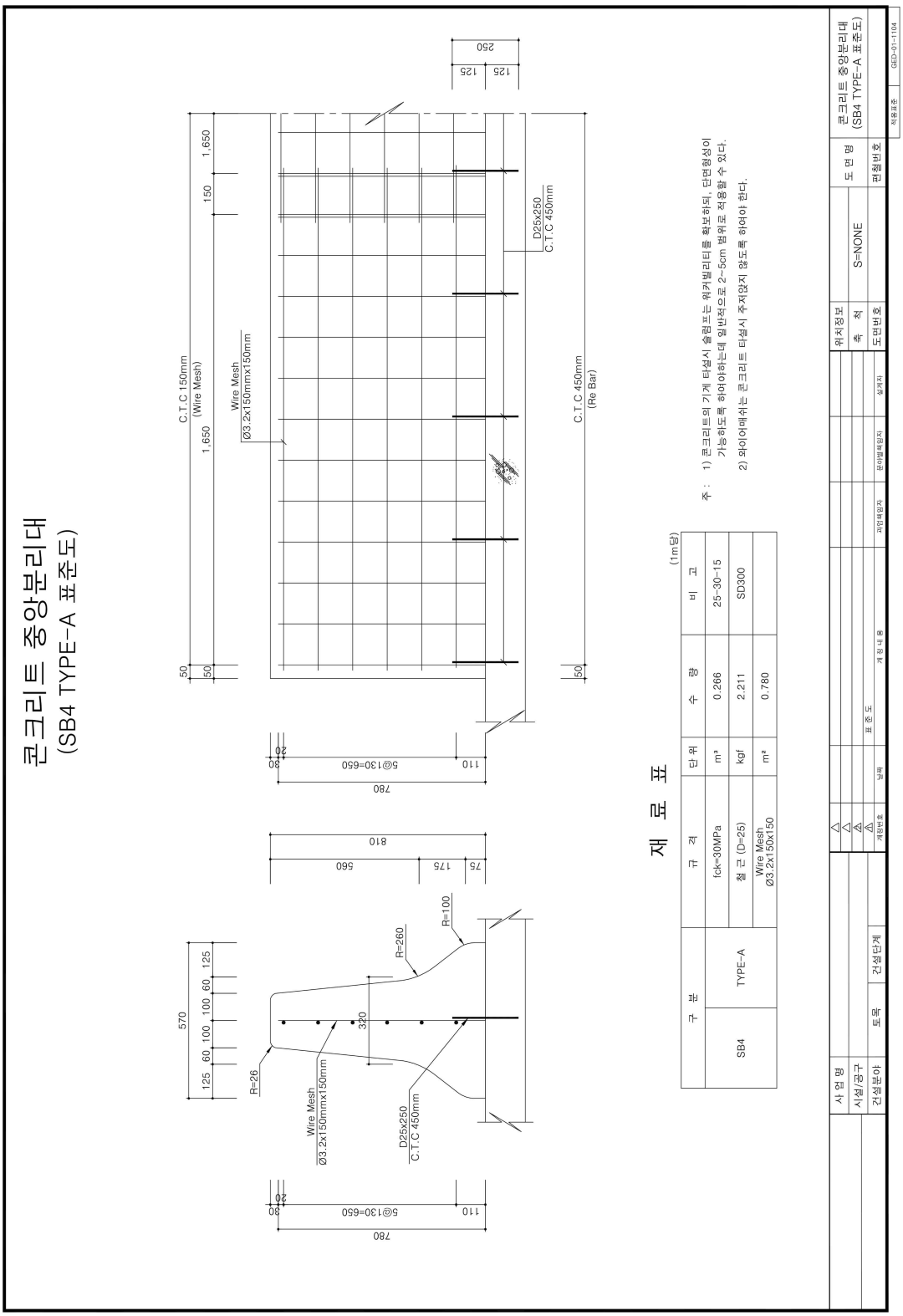
부록 1. 노측용 방호울타리 단부처리시설(ET2) 참고도면



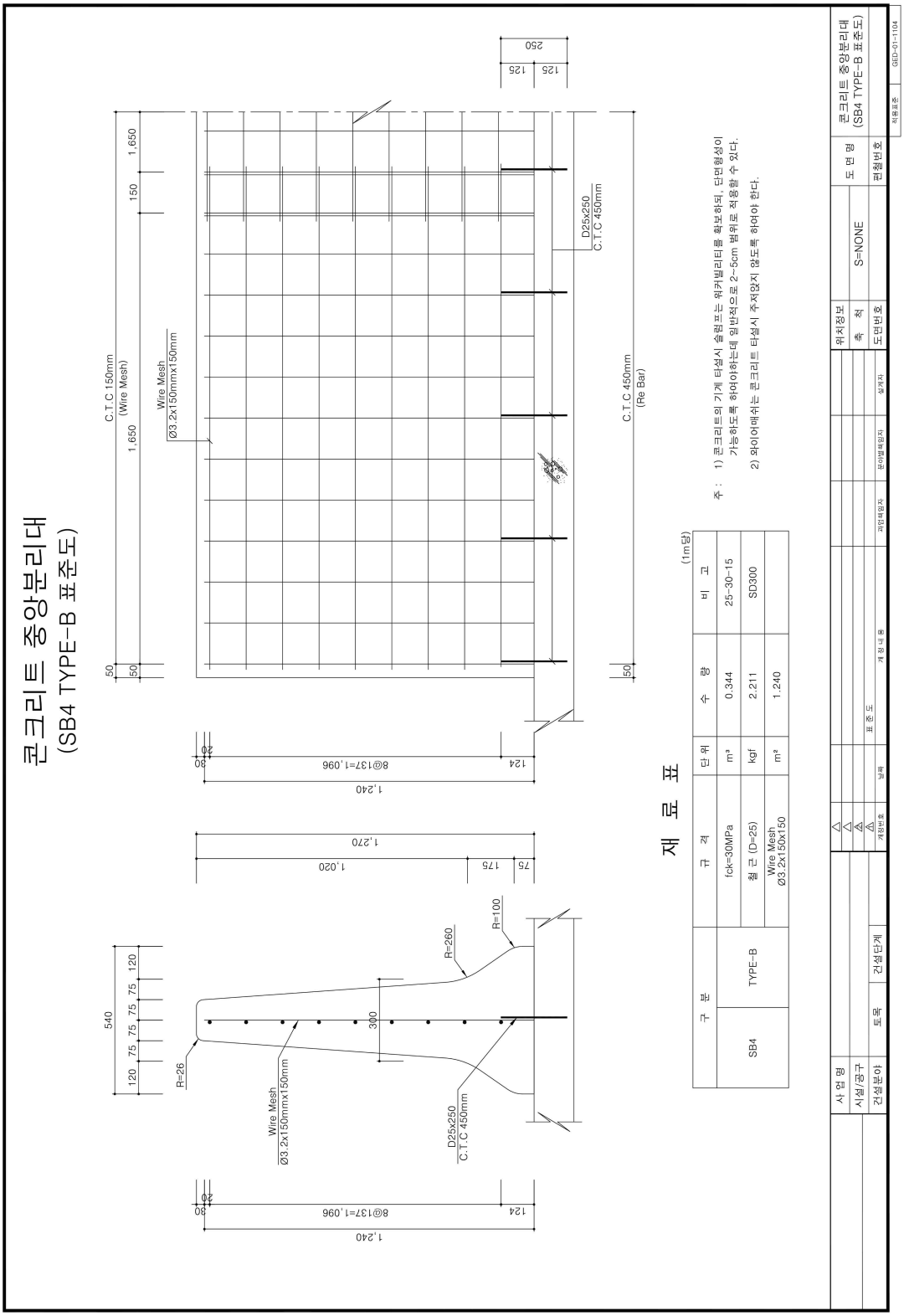
부록 2. 방호울타리 전이구간시설(SB2) 참고도면



부록 3. 콘크리트 방호울타리 TYPE-A 표준도(SB4 등급)



부록 4. 콘크리트 방호울타리 TYPE-B 표준도(SB4 등급)



부록 5. 표준도 적용

『'도로안전시설 설치 및 관리 지침』의 차량방호울타리 표준도 외에 실물 충돌시험을 통과한 SB5 등급 이상의 표준도는, 한국도로공사의 '고속도로 건설공사 표준도'를 적용할 수 있습니다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침, 2009
2. 건설교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지침(방호울타리 편), 1997
3. 건설교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지침(중앙분리대 및 충격흡수시설편), 1998
4. 건설교통부, 도로안전시설 설치 및 관리지침(교량용 방호울타리 및 조명시설편), 1999
5. 건설부, 도로안전시설 설치편람, 1989
6. 건설교통부, 도로공사표준시방서, 1996
7. 경찰청, 교통안전시설 실무 편람, 2000
8. 한국건설기술연구원, 차량방호 안전시설 WORKSHOP, 2000
9. 서울특별시, 교통안전관련 도로 부속시설 설치·유지관리 지침 2000. 9
10. 국토해양부, SMART Highway 안전시설 설치방안 연구, 2011
11. 한국도로공사, 소형차도로 차량 방호울타리 개발을 위한 연구용역, 2010
12. 日本道路協會, 防護柵設置要綱, 1982
13. 日本道路協會, 防護柵設置要綱・資料集, 1986
14. 日本道路協會, 防護柵設置基準・同解說, 2008
15. 日本道路協會, 車両防護柵標準仕様・同解說, 2004
16. AASHTO, *Roadside Design Guide*, 2011
17. AASHTO, *Manual for Assessing Safety Hardware*, Washington, D.C., 2009
18. European Committee for Standardization, *Road Restraint System*, 1997. 2
19. Michie, J. D., Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program*(NCHRP) Report 230*, TRB, Washington, D.C., 1981
20. H. E. Ross, JR., D. L Sicking, and R. A. Zimmer, *Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features*, *NCHRP Report 350*, TRB, Washington, D.C., 1993
21. Dr. Dean L. Sicking, I*mproved Procedures for Safety-Performance Evaluation of Roadside Features,* National Cooperative Highway Research Program *(NCHRP) Project 22-14(02)*, University of Nebraska-Lincoln, TRB, Washington, D.C., 2008
22. Highway design and traffic safety engineering handbook, (RUEDIGER LAMM, 1999)

도로안전시설 설치 및 관리지침 연혁(2024. 12월 기준)

지침 명	연 도	제정 및 개정	비고
도로안전시설 설치 및 관리지침 - 차량방호 안전시설 편-	1997. 2	방호울타리편 제정	
	1998. 10	중앙분리대 및 충격흡수시설 제정	
	1999. 9	교량용방호울타리 제정	
	2001. 7	차량방호안전시설 통합 제정	
	2002. 8	방호울타리 부분개정	
	2003. 7	충격흡수시설 부분개정	
	2008. 12	부분개정	
	2010. 5	보도용 방호울타리 및 연석 부분개정	
	2012. 11	설계속도 120km/h 방호울타리 등급, 성토부 방호울타리 충돌시험기준 및 설치기준, 단부 처리·전이구간 설치기준 등 부분개정	
	2014. 2	방호울타리 시공, 컴퓨터 충돌시뮬레이션, 트럭탈부착 충격흡수시설 기준 등 부분개정	
	2021. 6	방호울타리, 충격흡수시설 등 부분 개정	
	2022. 6	방호울타리 등급 및 적용 부분 개정	
	2024. 12	현광방지시설 설치기준 개정 등	