도로안전시설 설치 및 관리 지침

1998. 10.

건설교통부

※ 본 자료의 페이지 수는 원 자료와 다를 수 있습니다.

주관
수 행 기 관 : 한국건설기술연구원
연구책임자 : 강원의
참여연구원 : 수석연구원 노관섭
참여연구원 : 수석연구원 김연복
참여연구원 : 연구원 김용석
참여연구원 : 연구원 김현석
참여연구원 : 연구원 김형수
참여연구원 : 연구원 오병훈
협동
수 행 기 관 : 공주대학교 토목공학과
참여연구원 : 객원연구원 고만기
참여연구원 : 객원연구원 김기동

도로안전시설 설치 및 관리 지침

- 중앙분리대 편 -

1998-10

주관기관 건설교통부

주관
수 행 기 관 : 한국건설기술연구원
연구책임자 : 강원의
참여연구원 : 수석연구원 노관섭
참여연구원 : 수석연구원 김연복
참여연구원 : 연구원 김용석
참여연구원 : 연구원 김현석
참여연구원 : 연구원 김형수
참여연구원 : 연구원 오병훈
협동
수 행 기 관 : 공주대학교 토목공학과
참여연구원 : 객원연구원 고만기
참여연구원 : 객원연구원 김기동

1. 총칙

1.1 목적

본 지침은 중앙분리대의 설치 및 관리에 관한 일반적 기준을 정하는 데 목적이 있다.

[설명]

중앙분리대는 '도로의 구조・시설 기준에 관한 규정 제 7 조'에 의하여 차로를 왕복방향별로 분리하기 위해 설치하는 시설로, 중앙선 침범사고를 예방하는 기능을 갖고 있다.

본 지침은 중앙분리대의 기능, 설치장소, 형상, 중앙분리대의 폭 및 구조, 설치, 시공 및 유지관리에 관한 기술적인 사항을 정한 것이다.

1.2 적용 범위

본 지침은 도로의 구조・시설 기준에 관한 규정에 의한 중앙분리대의 설치 및 관리에 대하여 적용한다.

본 지침은 도로법 제 11 조에서 정하고 있는 도로 중 4 차로 이상의 자동차 전용도로와 일반도로에 적용함을 원칙으로 한다.

[설명]

본 지침은 중앙분리대의 설치 및 관리에 관한 기술적인 사항의 일반적 기준을 제시한 것이다. 따라서, 도로관리자는 이를 토대로 도로의 기능, 도로・교통 조건 및 지역 조건 등을 감안하여 적합한 중앙분리대를 설치해야한다.

본 지침은 중앙분리대의 적합한 설계 기준의 마련을 위해 현장 실험 조사와 구조 해석 등의 연구를 수행하고, 그 결과를 토대로 작성되었다.

또한, 교통 여건의 변화에 부응하기 위하여 새로 연구 개발된 사항에 대해 실무자들이 참고할 수 있도록 기술하였으며, 본 지침에서 규정한 것 이외의 유사 중앙분리대용 시설 또는 신제품에

대해서는 별도의 규정이 있기까지 본 지침의 근본 취지를 벗어나지 않는 범위 내에서 적용할 수 있다. 본 지침에서 제시하고 있는 조건과 다른, 특수한 경우에서의 적용은 본 지침의 기본 개념을 토대로 하여 특수 조건에 적합한 중앙분리대를 개발·적용할 수 있다. 단, 이 경우에도 본 지침에서 정한 수행도(遂行度) 기준을 만족시켜야한다.

1.3 용어의 정의

중앙분리대는 차로를 왕복방향별로 분리하고, 측방여유를 제공하기 위해 확보된, 띠 모양의 도로 횡단면 구성 요소로, 분리대와 측대로 구성된다.

[설명]

중앙분리대는 왕복방향으로 통행하는 차량들이 대향차도 쪽으로 이탈하는것을 방지하고, 측방여유를 확보하여 통행의 안전과 원활한 교통흐름을 유지하기 위해 설치하는 시설이다.

중앙분리대는 도로의 횡단면 구성 요소의 하나로, 분리대와 측대로 구성된다.

중앙분리대의 형상은 도로의 중간에 일정한 여유공간을 확보하여, 그 안에 방호울타리나 연석 등의 시설을 설치하거나, 왕복방향별 차로의 완전한 분리를 위해 충분한 폭을 갖도록 한 것이다.

본 지침에 사용된 용어의 정의는 다음과 같다.

● 광폭 중앙분리대 : 운전자의 심리적인 측면과 공간적인 측면에서 왕복방향별 차로의 완전한 분리가 가능할 정도의 폭을 제공하는 중앙분리대의 형식으로, 나무 등을 심어 녹지로서의 역할도 함.

● 방호울타리 : 주행중 진행 방향을 잘못 잡은 차량이 도로 바깥쪽, 대향차도 또는 보도 등으로 이탈하는 것을 방지하는 시설임.

● 방호울타리형 중앙분리대 : 분리대에 방호울타리를 설치한 형식의 중앙분리대를 말함.

● 분리대 : 차로를 왕복방향별 또는 동일방향별로 분리하기 위하여 설치하는 도로의 부분임.

● 시선유도봉 : 운전자의 시선유도를 목적으로 설치하는 봉 모양의 시선유도시설을 말함.

● 연석형 중앙분리대 : 분리대에 잔디 등을 심고 연석을 양쪽으로 설치한 형식의 중앙분리대를

말함.

● 측대 : 운전자의 시선을 유도하고 측방여유를 확보하며, 도로포장단(道路鋪裝端)의 파손을 막기 위해 차도에 접속하여 중앙분리대 또는 길어깨에 설치하는 띠 모양의 부분을 말함.

● 표지병 : 노면표시를 보완하여, 야간 또는 우천시에 운전자의 시선을 명확히 유도함으로써, 교통안전 및 원활한 소통을 도모하기 위해 도로 표면에 설치하는 시설임.

● 현광방지시설 : 대향차도에서 다가오는 차량의 전조등으로 인한 운전자의 눈부심을 방지하기 위해 설치하는 시설임.

2. 기능 및 종류

2.1 기능

중앙분리대의 주 기능은 왕복방향의 교통류를 분리하여 차량의 중앙선 침범을 예방하는 것이다.

[설명]

중앙분리대는 왕복방향의 교통류를 분리하여 차량 통행의 안전성이 유지되도록 하고, 측방여유를 확보함으로써 운전자에게 심리적 안정감을 제공함과 동시에 운전자의 시선을 유도하는 기능 등을 한다.

중앙분리대는 위험 상황에 노출된 차량이 대향차도를 침범하지 않고, 본래의 차로로 회복할 수 있는 공간을 제공하는 것이 바람직하나, 분리대가 넓어서 발생될 수 있는 불법 유턴(U-turn) 등 불안전한 행위를 유발하는 경우도 있으므로, 설치 지점의 도로・교통조건을 충분히 고려한다.

중앙분리대의 기능을 요약・정리하면 다음과 같다.

● 중앙선 침범에 의한 교통사고를 방지함.

● 위험 상황에 노출된 차량이 본래의 차로로 돌아갈 수 있기 위한 대피장소로 사용됨.

● 연석형 중앙분리대 등은 녹지를 제공하여 운전자의 심리적 안정감과 쾌적감을 제공함.

● 운전자의 시선을 유도함.

● 측방여유의 제공으로 교통용량 증대에 기여함.

● 현광방지시설을 설치하여 야간에 대향차도에서 다가오는 차량의 전조등으로 인한 눈부심을 막아 줌.

● 평면 교차로가 있는 도로에서, 회전 차로로 전용이 가능함.

● 경우에 따라 유턴의 방지로 교통의 혼잡을 줄임.

● 향후 추가적인 차로 건설에 대한 유연성을 제공함.

2.2 종류

중앙분리대는 분리대 시설물의 종류에 따라서 방호울타리형, 연석형, 광폭 중앙분리대로 구분한다.

● 방호울타리형은 차량의 대향차도로의 진입을 막기 위해 분리대에 방호울타리를 설치한 형식을 말한다.

● 연석형은 분리대에 잔디 등을 심고, 연석을 양쪽에 설치한 형식을 말한다.

● 광폭 중앙분리대는 운전자가 대향 차량의 영향을 받지 않을정도의 너비를 제공하고, 잔디나 나무를 심어 녹지를 확보하는 형식을 말한다.

[설명]

중앙분리대는 충분한 폭을 확보하여 방호울타리 등과 같은 시설이 설치되지 않도록 하는 것이 교통 안전 측면에서 볼 때 바람직하다. 그러나 우리나라의 경우 중앙분리대를 위한 충분한 용지 확보가 어려운 상황으로, 부득이 방호울타리나 연석 등을 이용한 중앙분리대가 일반적으로 설치되고 있다.

가. 방호울타리형 중앙분리대

방호울타리형 중앙분리대는 경우에 따라 교통에 장애물이 될 수 있으므로, 도로의 기능이나 설계속도 등의 도로・교통조건을 충분히 고려하여 설치한다.

분리대에 설치할 수 있는 방호울타리의 종류로는 콘크리트 벽형 강성 방호울타리, 분리대용 가드 레일, 분리대용 박스형 보, 분리대용 가드 케이블이 있다.

우리 나라의 자동차 전용도로 등과 같은 고규격의 도로에는 콘크리트 벽형 강성 방호울타리가 일반적으로 설치되어 있으며, 일반도로에는 가요성(可橈性, flexible) 방호울타리인 가드 레일이 주로 설치되어 있다.

나. 연석형 중앙분리대

연석형 중앙분리대는 주로 도시부 도로에서 회전 차로와 연계하여 설치하는 형식으로, 잔디 등을 심고 이를 연석으로 지지한 구조로 되어 있다. 연석형은 연석의 높이와 경사에 따라 차량이 넘어갈 수 있는 형식과 넘어갈수 없는 형식으로 구분되며, 표면의 모양에 따라서 볼록형과 오목형으로 구분된다.

다. 광폭 중앙분리대

광폭 중앙분리대는 운전자가 심리적으로 대향 차도의 차량들과 완전히 분리되었다고 느낄 정도로 큰 중앙분리대 폭을 가진 형식이다. 주로 미국 등 도로 용지의 확보가 쉬운 곳에서 사용되는 형식으로, 가장 이상적인 중앙분리대라 할 수 있다.

3. 설치 장소

가. 4 차로 이상의 자동차 전용도로에는 적정 규모의 중앙분리대를 반드시 설치한다.

나. 4 차로 이상의 일반도로에는 도로・교통조건을 고려하여, 적합한 중앙분리대를 설치한다.

[설명]

차로 수가 4 차로 이상인 자동차 전용도로에는 도로의 구조・시설 기준에관한 규정에서 정하는 중앙분리대를 반드시 설치한다.

4 차로 이상의 일반도로에는 도로·교통조건을 고려하여 안전하고 원활한 교통을 확보할 수 있도록 중앙분리대를 설치하며, 다음의 구간에는 방호울타리형 중앙분리대의 설치를 고려한다.

● 설계속도 70km/시 이상인 일반도로에서 다음에 해당하는 구간

- 3% 이상의 종단구배가 계속되는 구간

- 평면 곡선반지름이 1.000m 미만인 구간

● 설계속도가 70km/시 미만인 일반도로에서 선형이 열악하여, 중앙분리대의 설치가 필요하다고 인정되는 구간

● 도시부 도로 가운데 주행속도가 높아 위험한 구간

일반도로는 도로의 기능상 부분적 접근이 허용되므로 분리대를 설치하는경우 교차로의 운영, 기하구조, 보행자 등을 충분히 고려한다. 일반도로에서 방호울타리형 중앙분리대의 설치에 대한 상세한 내용은 본 지침 5 장 설치편에 제시되어 있다.

도시부의 4 차로 이상 일반도로에서 주행속도가 높고, 중앙선 침범에 의한 교통사고가 많은 곳이나 많을 것으로 예상되는 곳에는 방호울타리형 중앙분리대를 설치한다.

4. 폭 및 구조

중앙분리대의 폭 및 구조는 도로의 설계속도, 시가화의 정도, 경제성, 도로의 기능 등을 충분히 고려하여 선택한다.

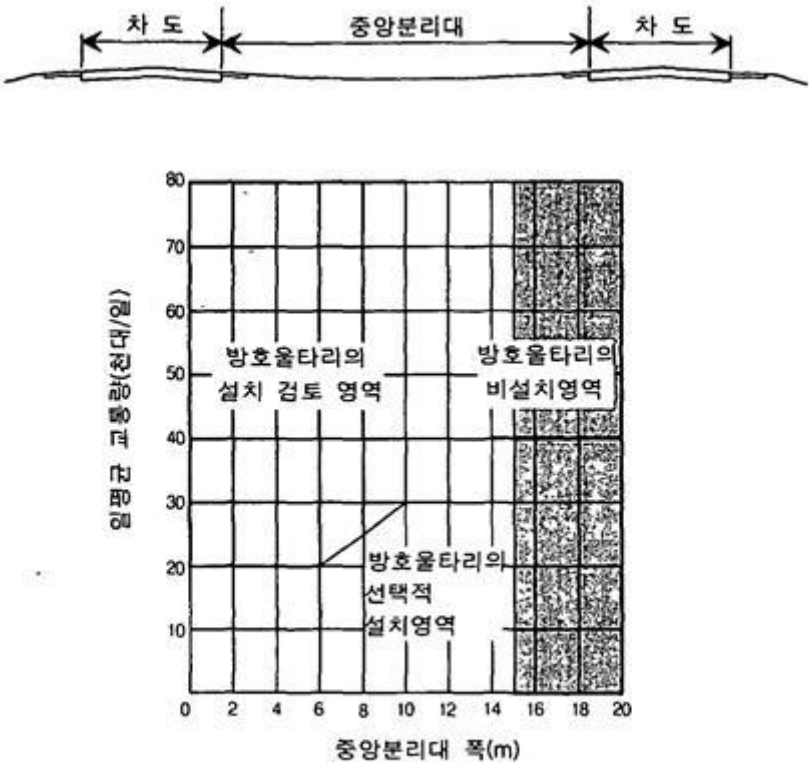
[설명]

중앙분리대의 폭은 가능한 넓게 하는 것이 차량이 본래의 차로로 회복할 수 있는 여유공간을 제공하고, 탑승자의 안전을 보장하는 측면에서 바람직하다.

우리 나라는 국토 여건상 충분한 폭의 확보가 어려워, 부득이 분리대용 방호울타리 등의 시설 설치가 일반화되었다. 그러나, 중앙분리대 내에 설치하는 방호시설물도 경우에 따라 교통에 장애물이 된다. 또한 시설의 설치 및 유지관리비가 많이 들고, 시설물에 대한 보수 작업시 교통 소통 및 작업자의 안전 측면에서도 바람직하지 못하다. 따라서, 중앙분리대에 시설을 설치하는

경우는 설치지점의 도로·교통조건을 면밀히 검토하여 차량의 안전이 우선적으로 확보될 수 있도록 한다.

일반적으로 중앙분리대의 폭이 10m 이상이면 위험을 피하기 위해 중앙분리대로 들어온 차량이 본래의 차로로 회복할 수 있는 여유공간이 확보되었다고 간주한다. 그림 4.1 은 중앙분리대의 폭과 교통량에 따른 방호울타리설치의 적용 범위를 보여준다.



*출처: AASHTO, Roadside Design Guide, 1996.

그림 4.1 중앙분리대 폭, 교통량에 따른 방호울타리의 적용 범위

4.1 폭

중앙분리대의 폭은 도로의 구조·시설기준에 관한 규정 제 7 조에 의하며, 중앙분리대의 구성 요소별 제원은 표 4.1 에 제시된 값 이상으로 한다. 중앙분리대의 구성 요소는 그림 4.2 와 같다.

표 4.1 중앙분리대의 구성 요소별 제원

(단위 : m)

구 분 \ 구성 요소		중앙분리대	분리대	측 대
고속국도	표준값	4.00	3.00	0.50
	최소값	3.00	2.00	0.50
도시고속도로	표준값	3.00	2.00	0.50
	최소값	2.00	1.00	0.50
일반도로	표준값	2.25	1.25	0.50
	최소값	1.50	0.50	0.50

주) 최소값은 용지가 제약되어 표준 폭의 확보가 어려운 곳이나 길이 100m 이상의 터널, 길이 50m 이상의 교량 또는 고가도로에 적용하는 값임.

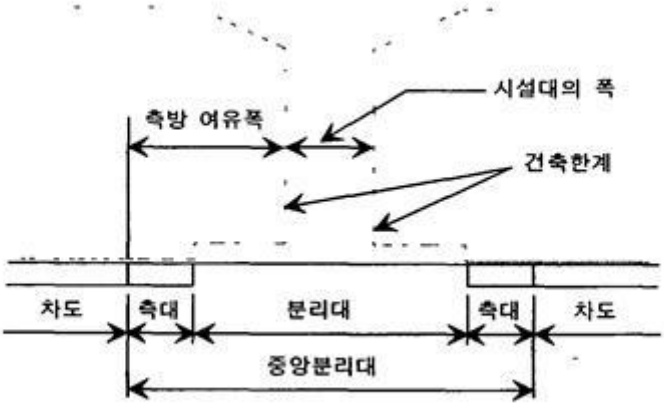


그림 4.2 중앙분리대의 구성 요소

[설명]

중앙분리대는 분리대와 측대로 구성되며, 중앙분리대 구성 요소의 제원은 표 4.1 과 같다.

중앙분리대는 도로의 횡단면 구성 요소로서의 기능과 도로안전시설로서의 기능이 복합된 것으로, 최소값의 적용보다는 표준값을 선택하는 것이 바람직하다. 특히, 주행속도가 높은 고속국도 등에서는 가능한 넓은 폭을 제공하는것이 통행의 안전성을 고려할 때 바람직하다.

가. 고속국도, 도시고속도로

고속국도 등의 주행속도가 높은 도로에서는 도로의 구조・시설기준에 관한 규정에 제시된 표준값 이상으로 하는 것이 교통안전과 운영을 고려할 때 바람직하다.

고속국도의 중앙분리대의 표준폭은 4.0m 로 하고, 부득이 표준폭의 확보가 어려운 곳이나 길이 100m 이상의 터널, 길이 50m 이상의 교량 또는 고가도로에서는 폭을 최소 3.0m 까지 줄일 수 있다.

도시고속도로는 표준폭을 3.0m 로, 용지의 확보가 어려운 곳이나 100m 이상의 터널, 길이 50m 이상의 교량 또는 고가도로에서는 폭을 최소 2.0m 까지 줄일 수 있다. 단, 구조물 구간과 그 전후 구간 사이의 횡단면 구성 요소는 가능한 연속성을 유지하도록 하는 것이 바람직하므로, 100m 미만의 터널이나, 50m 미만의 교량, 고가도로에서는 중앙분리대의 폭을 축소하지 않는다.

고속국도, 도시고속도로에서 분리대에 시설을 설치하는 경우는 콘크리트벽형 강성 방호울타리나 철제 방호울타리형 중앙분리대 등을 설치하며, 연석형 중앙분리대는 차량이 연석을 넘어 대향 차도를 침범할 소지가 있으므로 설치하지 않는 것이 바람직하다.

나. 일반도로

일반도로에서는 중앙분리대의 표준폭을 2.25m 로, 최소폭을 1.5m 로 하였다. 도로의 구조・시설 기준에 관한 규정에 의하면, 일반도로에서 중앙분리대의 최소폭을 1.5m 로 규정하고 있으나, 측대 0.5m 와 건축한계를 고려한 폭(0.25m)을 제외하면, 분리대에 방호울타리 등의 시설을 설치할 수 있는 공간을 확보할 수 없다.

그러나, 본 연구의 현장조사 결과, 50cm 의 측방여유로도 교통운영에 큰 지장을 줄 것이라고 판단하기 어렵고, 일본의 경우 일반도로에서 50cm 의 측방여유(측대 0.25m, 건측한계를 고려한 폭 0.25m)를 확보하고 중앙분리대에 방호울타리 등의 시설을 설치하여 운영하고 있다. 따라서, 측방여유폭으로 50cm 를 확보한 일반도로에서, 시설대에 폭 50cm 이하의 시설을 설치하는 경우에는 중앙분리대로서 안전상에 큰 무리가 없을 것으로 판단된다.

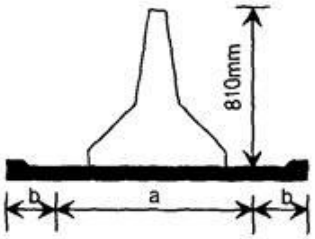
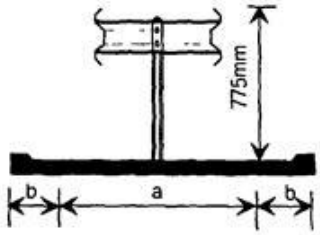
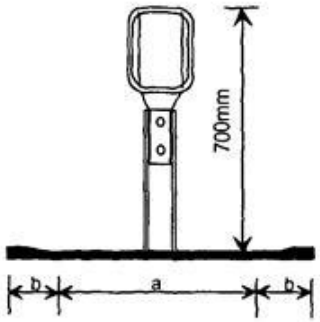
일반도로에서 중앙분리대를 설치하는 경우의 측대 폭은 교통운영과 안전측면에서 그 적정 제원에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다.

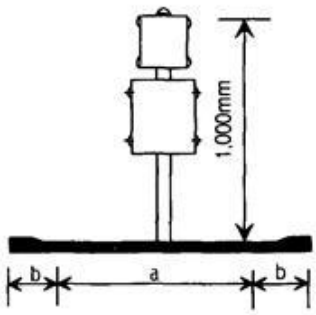
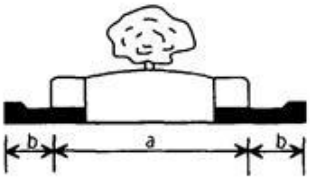
일반도로에서 회전 차로와 연계하여 연석형 중앙분리대를 설치하는 경우에 최소폭은 3.0m 가 되도록 한다.

도로의 구조・시설 기준에 관한 규정에 의하면, "차선을 왕복방향별로 분리하기 위하여 노면표시를 하는 경우 각 노면표시의 간격은 30 센티미터 이상으로 한다"라고 제시되어 있으나, 교통 운영과 안전을 고려한 왕복방향별 차로의 분리를 위해서는, 보다 넓은 노면표시의 설치가 바람직하다. 참고로, 미국의 경우, 분리도로로 간주될 수 있는 중앙분리대의 최소폭을 1.2m 로 제시하고 있다.

각주 001)

그림 4.3 은 분리대 시설물에 따른 중앙분리대 구성 요소의 제원을 도로의 종류에 따라 제시하고 있다.

형 식	형상 및 높이	중앙분리대		설치장소
		분리대(a) (m)	측대(b) (m)	
콘크리트 벽형 강성 방호울타리		3.0 (2.0)	0.5	고속국도
		2.0 (1.0)	0.5	도시고속도로
가요성 방호울타리 (가드 레일의 예)		3.0 (2.0)	0.5	고속국도
		2.0 (1.0)	0.5	도시고속도로
		1.25 (0.5)	0.5	일반도로
가요성 방호울타리 (박스형 보의 예)		3.0 (2.0)	0.5	고속국도
		2.0 (1.0)	0.5	도시고속도로
		1.25 (0.5)	0.5	일반도로

형 식	형상 및 높이	중앙분리대		설치장소
		분리대(a) (m)	측대(b) (m)	
가요성 방호울타리 (가드 케이블의 예)		3.0 (2.0)	0.5	고속국도
		2.0 (1.0)	0.5	도시고속도로
		1.25 (0.5)	0.5	일반도로
연석형		1.25	0.5	일반도로
		2.0	0.5	일반도로 (회전 차로와 연계되는 경우)

주: ( )의 값은 최소값

그림 4.3 분리대 시설물에 따른 중앙분리대 제원 및 설치장소 구분

4.2 구조

중앙분리대는 차량이 주행차로를 벗어나 대향차도로 이탈하는 것을 방지하는 기능을 수행할 수 있는 구조적 특성을 갖추어야 한다.

[설명]

중앙분리대는 방호울타리, 연석 등의 물리적 시설을 설치하여 차량이 대향차도로 이탈하는 것을 방지하는 형식과, 충분히 넓은 폭을 통하여 중앙분리대 내에 차량을 안전하게 정지시켜 줌으로써 대향차도 이탈을 방지하는 광폭 형식으로 대별된다. 물리적 시설을 설치하는 중앙분리대 중에서 방호울타리형은 차량을 본래의 차로로 복원시키는 기능을 수행할 수 있는 구조적인 특성을 갖추어야 한다.

우리 나라의 경우, 용지에 대한 제약으로 방호울타리형 중앙분리대와 연석형 중앙분리대가 주로

사용되고 있다. 따라서, 본 지침에서는 방호울타리형, 연석형 중앙분리대를 중심으로 구조 기준을 제시하고, 광폭 중앙분리대는 외국에서 설치・운영되는 구조를 소개한다.

가. 방호울타리형 중앙분리대

우리 나라에서 일반적으로 사용하는 방호울타리형 중앙분리대는 가드 레일 등 가요성 방호울타리형과 콘크리트 벽형 강성 방호울타리로 대별된다.

방호울타리형은 충분한 폭의 중앙분리대가 확보되지 못한 곳에서, 차량의 대향차도로의 이탈을 방지하는 것에 비중을 두고 설치하는 형이다.

따라서, 방호울타리형 중앙분리대는 차량이 방호울타리에 충돌할 때의 피해 정도가 대향차도의 차량과 충돌에 의한 피해 정도와 비교할 때, 작다는 측면에서 설치하는 형식으로, 시설의 설치시 탑승자의 안전성 측면에서 신중한 구조적인 검토가 이루어져야 한다.

분리대용 방호울타리의 구조 및 설치는 '도로안전시설 설치 및 관리지침-방호울타리편(건설교통부. 1997. 2.)'에 명시되어 있으며, 본 지침에서는 중앙분리대용 방호울타리에 관한 내용만을 발췌, 정리하였다. 따라서, 방호울타리의 종별 기호(Am. Bm) 등 본 지침에서 사용한 용어 및 기타 설치에 관한 상세한 내용은 '도로안전시설 설치 및 관리지침-방호울타리편(건설교통부,1997. 2.)'을 참조한다.

1) 분리대용 가드 레일

분리대용 가드 레일은 우리 나라에서 가장 일반적으로 사용되는 형상으로 그 구조 제원은 표 4.2 와 같다.

분리대용 가드 레일은 양면 보를 가진 가드 레일을 사용한다. 이것은 지주에 붙인 연결쇠의 양측에 보를 붙인 것으로 보가 지주로부터 차도 쪽으로 돌출되어 있기 때문에 차량이 지주와의 충돌시, 지주가 차량 충격으로 인해 넘어짐으로써 발생되는 보 중심 높이의 저하를 방지한다. 또한, 양측의 보는 연결쇠로 연결되어 있어 보 전체로서의 강성이 높고, 보 재의 변형이 완만하여 차량의 방향 전환이 부드럽게 이루어질 수 있다. 이러한 경향을 한층 높이기 위하여 지주의 강도는 최소한도로 작게 한다. 그리고 큰 변형시는 충돌 쪽과 반대 쪽의 보가 지면에 닿고, 연결쇠를 통하여 충돌 쪽의 보를 지지하게 되므로 안전성이 높다.

분리대용 가드 레일의 구성은 그림 4.4 와 같다.

표 4.2 분리대용 가드 레일의 구조 제원

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

주 1) 괄호 안의 수치는 교량, 옹벽, 암거 등의 콘크리트에 설치할 때의 경우이다

주 2) 보 중심 높이는 분리대 지표면으로부터의 높이를 말한다.

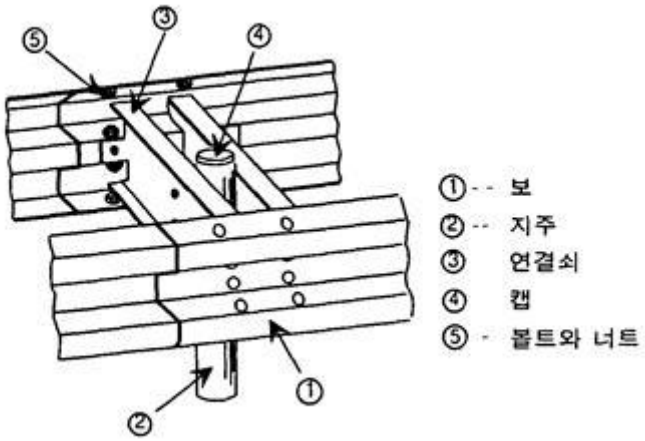


그림 4.4 분리대용 가드 레일의 구성

보 외측 간격을 확보하는 연결쇠의 표준 형태 및 치수는 각각 그림 4.5, 표 4.3 과 같다.

중앙분리대의 폭 제약으로, 보 외측 간격을 75cm 로 하기 곤란할 때에는 50cm 까지 보 외측 간격을 좁히는 것이 가능하나, 이 때에는 지주를 강화하여 방호울타리의 기능 저하를 보완한다. 이 때의 예는 표 4.4 와 같다.

교각 등 구조물에서 양면형의 사용이 불가능할 때는 노측용 방호울타리와 같은 강도로 하고, 가능한 한 지주와 방호울타리 면의 간격을 넓게 한다.

노측용 방호울타리를 사용할 경우에 시설 구조 및 설치의 기준은 '도로 안전시설 설치 및 관리지침-방호울타리편 (건설교통부, 1997. 2.)'의 관련 사항을 참조한다.

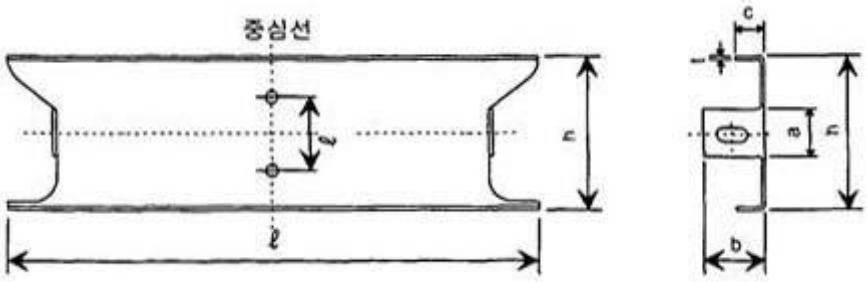


그림 4.5 가드 레일의 연결쇠

표 4.3 분리대용 가드 레일의 연결쇠 치수

항 목 \ 종 별		Am	Bm	허용 오차
h	높 이(㎜)	200	160	±1.5%
c	폭 (㎜)	50	50	±1.5㎜
t	두 께(㎜)	4.5	4.5	±10%
ℓ	전 길 이(㎜)	730	730	±10㎜
ℓ_1	볼트 구멍 간격(㎜)	100	100	-
a	구부리는 폭 (㎜)	70	70	-
b	구부리는 길이(㎜)	85	85	-

표 4.4 분리대용 가드 레일의 구조 제원(보 외측 간격이 작은 경우)

제원 \ 종별	보				지 주			연결쇠		보 중심 높이 (㎝)	최대 지주 간격 (m)	보 외측 간격 (㎝)
	폭 (㎜)	코루게이션 (㎜)	두께 (㎜)	단면적 (㎠)	바깥지름 (㎜)	두께 (mm)	매입깊이 (㎝)	부재 단면 (㎜)	두께 (㎜)			
Am	350	75	4.0	18.7	139.8	4.5	165 (40)	200×50	4.5	60	4.0 (2.0)	50
Bm	350	50	3.2	13.1	114.3	4.5	150 (40)	160×50	4.5	60	4.0 (2.0)	50

주 1) 괄호 안의 수치는 교량, 옹벽, 암거 등의 콘크리트에 설치할 때의 경우이다.

주 2) 보 중심 높이는 분리대 지표면으로부터의 높이를 말한다.

2) 분리대용 박스형 보

박스형 보는 폭이 좁은 분리대용 방호울타리로 개발된 것으로, 그 기본적인 설계 개념은 보를 강하게 하고 지주는 약하게 하는 것이다. 시설의 특징은 보 강성이 크므로 변형이 완만하고, 하중의 분산과 충돌한 차량의 유도성이 좋으며, 강도도 크다. 또한, 지주는 보와 이탈이 가능하여 충돌한 차량이 접촉되어도 지주는 보로부터 쉽게 분리되거나 구부러져, 충돌한 차량에 주는 충격이 적고, 보의 강성이 높아 지주가 쓰러져도 보의 높이는 저하되지 않으므로 차량이 넘어갈

확률이 적다.

그러나, 도로의 설계속도를 초과하여 주행하는 차량이 많은 현실을 감안하면. 분리대의 폭이 좁은 경우 쓰러진 보와 지주가 대향 차도로 넘어가 2 차 사고가 발생할 가능성이 있다. 또한, 보의 구조상 내부에 부식이 발생할 소지가 있으므로 적용시 충분한 검토가 필요하다.

분리대용 박스형 보의 구조 제원은 표 4.5 와 같으며, 조립 후 상태는 그림 4.6 과 같다.

보의 표준 형태 및 치수는 그림 4.7, 표 4.6 과 같다.

표 4.5 분리대용 박스형 보의 구조 제원

제원 / 종별	보			지주			보 중심 높이 (cm)	최대 지주 간격 (m)
	치수 (mm)	두께 (mm)	단면적 (cm²)	치수 (mm)	매입 깊이 (cm)	보강판 (mm)		
Am	□-200×200	4.5	34 6	H-125×60×6×8	150 (40)	PL-4.5×300 ×500(-)	60	2.0
Bm	□-200×150	4.5	30.1	H-100×50×5×7	150 (40)	PL-4 5×300 ×500(-)	60	2 0

주 1) 괄호 안의 수치는 교량, 옹벽, 암거 등의 콘크리트에 설치할 때의 경우이다

주 2) 보 중심 높이는 분리대 지표면으로부터의 높이를 말한다.

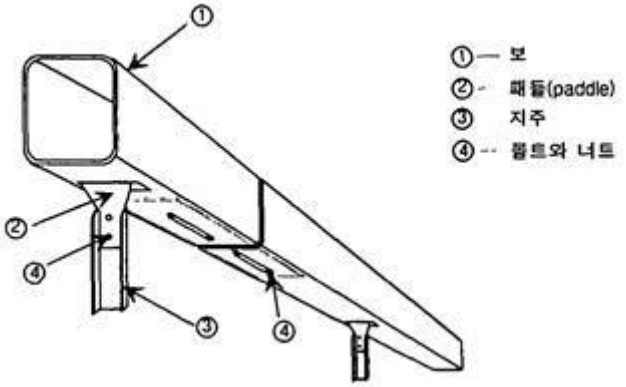


그림 4.6 분리대용 박스형 보의 구성

지주의 단면 상태는 구조상 지주에 직접 차륜(車輪)이 충돌하므로, 차륜의 손상을 적게 하기 위하여 차량의 진행 방향에 대하여는 약한 강도를 갖는 반면, 보의 직각 방향에 대하여는 충분한 강도를 갖도록 한다. 따라서, 이와같은 특성을 지닌 지주로 H 형강을 채택하였다. 또, 지주에는 보강판을 붙인다. 이는 보의 직각 방향 지지력을 증가시키기 위한 것이며, 판의 붙임 위치는 저항 모멘트가 최대가 되도록 하였다. 지주의 형태와 치수는 그림 4.8 및 표 4.7 과 같다.

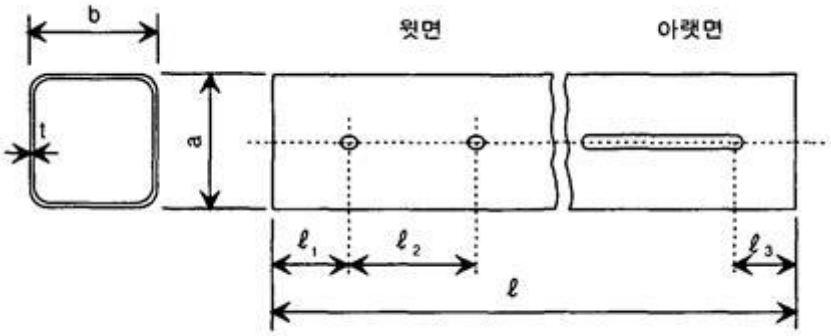


그림 4.7 박스형 보의 표준 형태

표 4.6 박스형 보의 치수

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

지주 간격이 넓을수록 경제적이지만, 변위량, 유도성 등 기능적인 측면을 고려하여 흙 속에 매설할 때나 구조물 구간에 매설할 때는 다같이 2m 로 하였다.

박스형 보의 이음 구조는 보의 휨 응력을 충분히 전달함과 동시에, 축선장이 변하는 큰 휨 변형을 받을 때나 소성 범위까지의 변형을 생기게 할 때의 인장력을 전달하는 구조라야 한다. 이음 구조로서는 그림 4.9 와 같은 예가 있다.

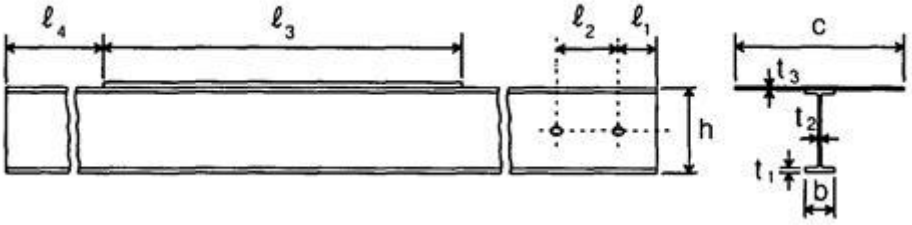
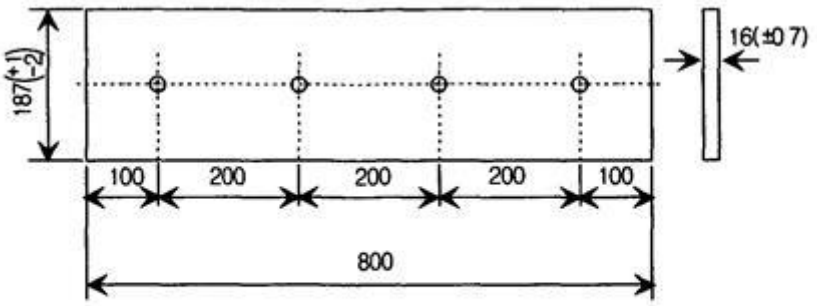


그림 4.8 박스형 보의 지주 형태

표 4.7 박스형 보 지주 치수

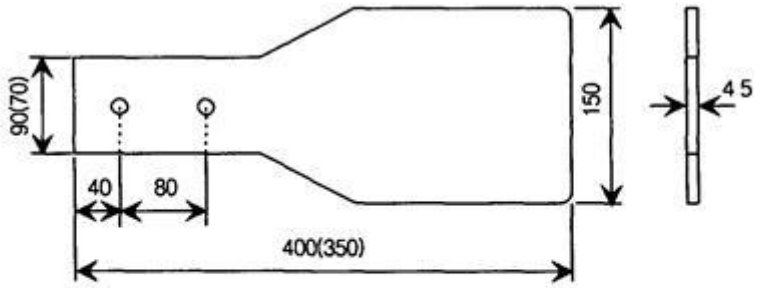
항 목 \ 종 별			Am	Bm	허용 오차
지주	b	변의 길이(㎜)	60	50	±3㎜
	h	높 이(㎜)	125	100	±3㎜
	t_1	두 께(㎜)	6	5	±1㎜
	t_2	두 께(㎜)	8	7	±1.5㎜
보강판	ℓ_1	길 이(㎜)	40	40	-
	ℓ_2	길 이(㎜)	80	80	-
	ℓ_4	길 이(㎜)	650	650	-
	c	폭 (㎜)	300		-
	ℓ_3	길 이(㎜)	500		-
	t_3	두 께(㎜)	4.5		-



(단위 mm)

그림 4.9 박스형 보 이음 예

패들의 형상은 기능상 보와 지주의 이탈을 쉽게 하고 차량에 손상을 적게주도록 한다. 그 예는 그림 4.10 과 같다.



(단위 mm)

주) ( )내 수치는 종별 Bm에 적용

그림 4.10 패들의 예

3) 분리대용 가드 케이블

분리대용 가드 케이블의 구조 제원은 표 4.8 과 같다.

표 4.8 분리대용 가드 케이블의 구조 제원

제원 / 종별	케이블			중간 지주			연결쇠		단말 지주			케이블단 철물		최하단 케이블 높이 (cm)	최대 지주 간격 (m)	케이블 외측 간격 (mm)
	케이블 본수 (개)	인장력 (t)	케이블 간격 (cm)	바깥지름 (mm)	두께 (mm)	매입깊이 (cm)	폭 (mm)	두께 (mm)	바깥지름 (mm)	두께 (mm)	매입깊이 (cm)	막대기지름 (mm)	전장 (cm)			
Am	8	2	17	114.3	4.5	150 (40)	250 420	4.5	139.8	4.5	50	25	120	44	6.0 (4.0)	536
Bm	6	1	17	114.3	4.5	150 (40)	520	3.2	114.3	4.5	45	25	100	44	6.0 (4.0)	536

주 1) 괄호 안의 수치는 교량, 옹벽, 암거 등의 콘크리트에 설치할 때의 경우이다.
주 2) 최하단 케이블의 높이는 분리대 지면에서의 높이를 말한다.
주 3) 종별 Am형의 연결쇠 폭의 위의 수치는 상단 연결쇠, 아래 수치는 하단 연결쇠의 수치를 말한다.

분리대용 가드 케이블의 조립 후 상태는 그림 4.11 과 같다.

분리대용 가드 케이블의 특징은 지주 중심에서 연결쇠 표면(Am 에서 하단연결쇠)까지의 거리를 250mm 로 크게 한 것이다. 이 때문에 충돌한 차량이 직접 지주와 접촉하는 것을 방지하고, 지주가 경사진 경우 반대쪽 연결쇠가 지면에 닿아 전도를 방지하는 효과를 발휘하게 되어 충돌한 차량이 부드럽게 이탈할 수 있다.

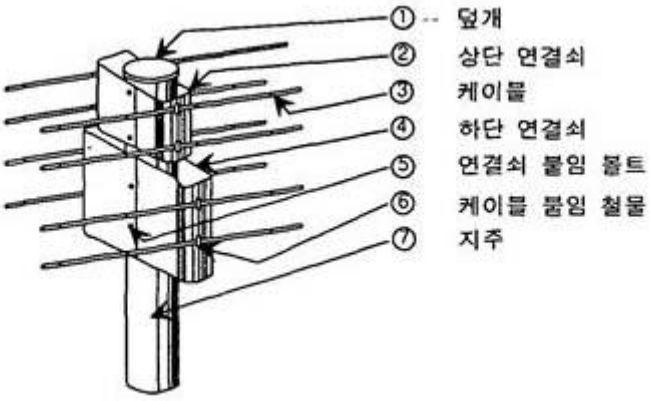


그림 4.11 분리대용 가드 케이블의 구성

중간 지주에는 연결쇠 붙임용 볼트 구멍을 정해진 위치에 뚫는다. 단, 최상단 구멍 위치는 지주 상단으로부터 50mm 로 한다.

간격은 케이블 본 수, 지주의 지름, 매입 깊이와 밀접한 관계가 있다. 간격이 크면 경제적이기는 하지만, 기능적인 사항을 고려하여 최대치를 6m 로 하였다. 단, 콘크리트에 설치할 때는 4m 로 한다. 그리고 곡선부나 흙에 매입할 때 혹은 지내력이 없는 장소에 설치할 때에는 지주 간격을 좁혀야 한다.

단부 지주의 표준 형태는 그림 4.12 와 같으며, 치수는 표 4.9 와 같다.

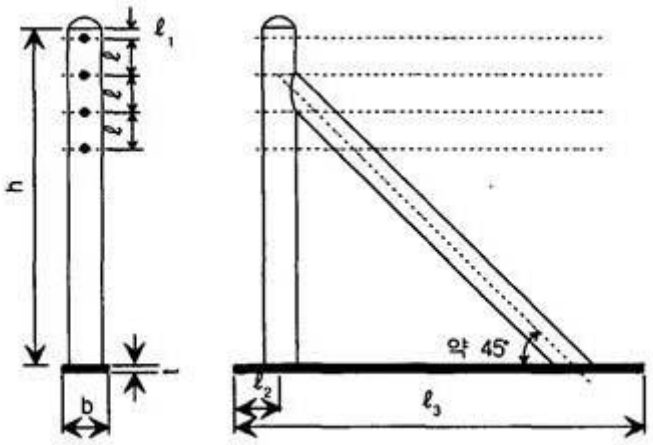


그림 4.12 분리대용 가드 케이블의 단부 지주

표 4.9 분리대용 가드 케이블 단부 지주 치수

항 목 \ 종 별		Am	Bm	허용 오차
ℓ	구멍 간격(㎜)	170	170	-
ℓ1	- (㎜)	50	50	-
ℓ2	지주 위치(㎜)	200	100	-
b	폭 (㎜)	200	150	-
t	판 두 께(㎜)	9	6	±10%

주) h 및 ℓ3는 방호울타리의 지상 높이에 따라 결정한다.

연결쇠 및 지주와 방호울타리면의 간격은 지주가 넘어질 때 케이블의 높이가 낮아져서는 안 된다는 것과, 하단 연결쇠의 하단이 지면에 접함으로써 방호울타리의 저항을 크게 한다는 것 등을 고려하여 정한 것이다.

케이블은 편면이 4 개, 양면에서 8 개가 되며, 승용차가 충돌할 때는 견고한벽이 되어 유연성 있는 형식의 방호울타리로서의 기능이 적어지므로, 상단 2 개의 케이블용 연결쇠의 장출량을 적게 하여 승용차에 대하여는 하단 2 개의 케이블이 작용하고, 트럭 등 중차량에 대하여는 하단 2 개의 케이블 연결쇠가 변형함에 따라 편면 4 개의 케이블이 동시에 작용하는 구조로 하였다. 종별 Bm 에 대하여는 종별 Am 의 하단 연결쇠와 같은 장출량으로 하고, 편면 3 개의 케이블을 동일한 연결쇠에 붙이는 구조로 하였다.

연결쇠의 조립은 그림 4.13 과 같고 그 표준 상태는 그림 4.14 와 같으며, 그 수치는 표 4.10 과 같다.

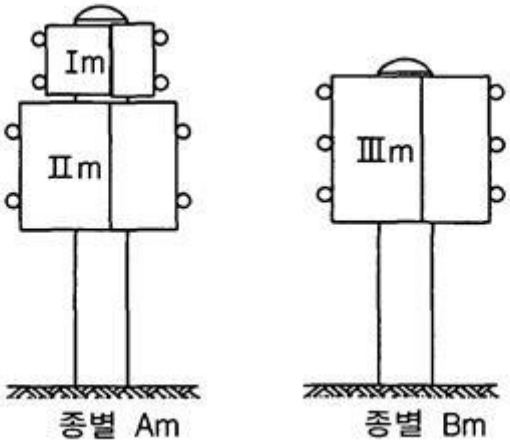


그림 4.13 분리대용 가드 케이블의 연결쇠 조립

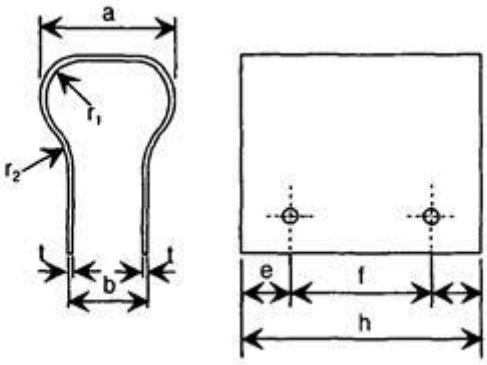


그림 4.14 분리대용 가드 케이블의 연결쇠

케이블 간격은 충돌한 차량의 하중 전달이 각 케이블에 균등하게 작용하도록 한다.

분리대 중앙에 교각 등이 있어서, 양면형을 사용할 수 없을 때는 분리대 방호울타리의 한 쪽만을 사용하고, 지주의 바깥 지름 및 두께는 노측용의 규격 이상의 것을 사용한다. 그러나 케이블 본수가 노측용보다 1 개 적어지므로 그 강도를 보충하기 위하여 지주 간격은 4m 미만으로 한다. 노측용 가드 케이블을 사용할 경우에 시설 구조 및 설치의 기준은 '도로안전시설 설치 및 관리지침-방호울타리편(건설교통부. 1997. 2.)'의 '제 4 장 구조 제원과 재료'의 관련사항을 참조한다.

표 4.10 분리대용 가드 케이블의 연결쇠 치수

항 목	종 별	Ⅰm형	Ⅱm형	Ⅲm형	허용 오차
a	- (㎜)	170	170	170	±3
b	- (㎜)	129	129	129	-
h	폭 (㎜)	250	420	520	-1㎜
e	- (㎜)	40	50	40	-
f	볼트 간격(㎜)	130	200	330	-
t	두 께(㎜)	4.5	4.5	4.5	-5%
r_1	- (㎜)	55	55	55	-
r_2	- (㎜)	80	80	80	-

4) 콘크리트 벽형 강성 방호울타리

콘크리트 벽형 강성 방호울타리는 우리 나라의 경우 고속국도에서 많이 사용되고 있다. 과거에는 대부분 NJ 형을 사용하였으나 1996 년에 한국도로공사는 '콘크리트 중앙분리대 방호벽 설계 기준 검토'에서 NJ 형, F 형, 단일 경사형 등의 3 종의 비교 분석을 수행하고 이 결과에 따라 F 형을 채택하여 적용해 나가고 있다. 이들 형식의 구조는 그림 4.15 와 같다.

NJ 형은 1960 년대 미국 New Jersey 주에서 개발되어, 우리 나라에서는 1980 년대 남해 고속도로에서 설치하기 시작하여 전 노선에 대부분 적용해왔다.

F 형은 NJ 형의 계속적인 대형사고 발생으로 이를 보완하기 위하여 1977 년 미국 연방 도로청(FHWA)에서 개발하여, 현재 표준화되어 사용되고 있다.

단일 경사형은 1990 년대 미국 텍사스 교통연구소(TTI : Texas Transportation Institute)에서 제안한 것으로, 현재 그 실용성에 대한 연구가 수행되고 있다. 대형차량의 충격으로 인해 대향 차도로 밀리거나 전도되어 2 차 사고가 발생하는 것을 방지하기 위해, 이들 형식의 하단부에는 돌기(key) 또는 앵커(anchor)를 설치 한다.

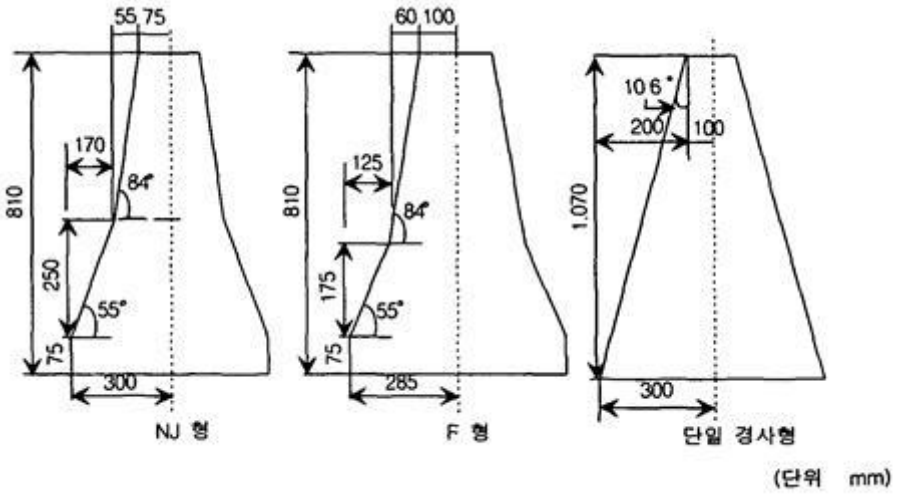


그림 4.15 분리대용 콘크리트 벽형 강성 방호울타리의 종류

나. 연석형 중앙분리대

연석형 중앙분리대는 주로 설계속도가 60km/시 이하인 도시부 도로 등에서 미관 등을 고려하여 설치하는 형으로, 주로 좌회전 차로의 제공이나 향후 차로 확장에 쓰일 공간의 확보를 목적으로 설치한다.

연석은 구조상 노면배수에 대해 도수제(導水堤) 역할을 하며, 차량이 대향차도로 넘어감을 억제하는 기능을 한다.

특히, 연석의 중앙에는 잔디나 수목을 심어 녹지공간을 제공하며, 운전자의 심리적 안정감에도 기여한다.

연석은 차량의 충돌시, 차량을 본래의 주행방향으로 복원해줄 수 있는 기능이 미약하므로, 주행속도가 높은 도로에서의 사용은 바람직하지 못하며, 차량이 대향차도로 이탈하는 것을 방지할 목적으로는 방호울타리형 중앙분리대를 설치하는 것이 바람직하다.

연석에는 자동차가 넘어갈 수 있는 형태와 넘어갈 수 없는 형태의 2 가지형식이 있다.

(그림 4.16 참조)

일반적으로 전자는 폭이 넓은 중앙분리대, 후자는 폭이 좁은 중앙분리대에 사용된다.

설계속도가 낮은 도로에서 중앙분리대의 폭이 좁고, 방호울타리를 설치하지 않은 구간이나 교량, 고가 등에서는 높이 20~25cm 의 연석을 설치한다. 연석형 중앙분리대에 추가로 방호울타리를 설치하는 구간에는 방호울타리의 기능을 저하시킬 소지가 있으므로, 충분한 구조적 검토가 필요하다.

중앙분리대에 사용되는 분리대의 표면형상은 오목형(凹型). 볼록형(凸型)이있다.

(그림 4.17 참조)

오목형은 배수 때문에 넓은 분리대에. 볼록형은 좁은 중앙분리대에 사용되고 있다. 분리대의 표면은 잔디를 입히는 것과 포장을하는 것이 있다. 잔디는 미관상 좋고 차도와의 색상조화도 좋으나 유지관리 비용이 많이 드는 단점이 있다.

우리 나라에서는 충분한 폭의 중앙분리대를 확보하는 것이 어렵기 때문에 볼록형 중앙분리대 표면에 잔디를 심는 형식이 주로 사용되어 왔으나, 주행속도가 높은 도시부 외곽도로 등에서 차량이 연석형 중앙분리대를 넘는 경우가 있다. 따라서, 이런 곳에는 교통사고 자료를 면밀히 검토한 후 방호울타리형 중앙분리대를 설치함으로써 차량의 대향차도 이탈을 방지한다.

주행속도가 비교적 낮은 시가지 도로에서는 도시의 감각과 지형의 조화를 고려하여 분리대의 표면에 잔디를 입히는 형식의 분리대를 사용하고 있으며, 이는 환경 친화적인 도로 및 도시 공간의 조성을 위해 적극 권장되는 형식이다.

(a) 넘어갈 수 없는 형식의 연석　　(b) 넘어갈 수 있는 형식의 연석

그림 4.16 연석의 형식

(a) 오목형 중앙분리대(연석설치)　　(b) 볼록형 중앙분리대(연석설치)

그림 4.17 연석형 중앙분리대의 형식

연석형 중앙분리대에 나무를 심을 경우 차량 통행에 방해가 없도록 하고, 특히, 교차로에서는 차량의 회전을 위한 충분한 시계가 확보되도록 한다.

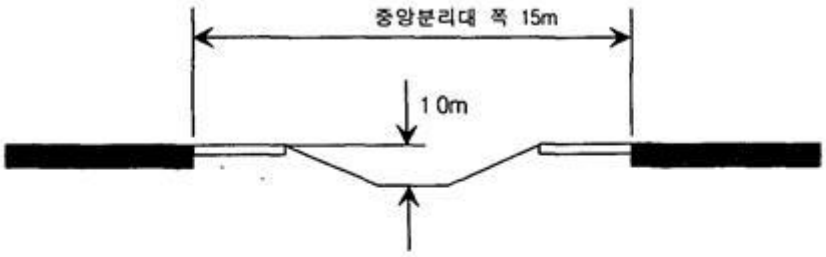
다. 광폭 중앙분리대

광폭 중앙분리대는 폭이 12m 이상으로, 중앙이 오목한 형상을 가지고 있다. 광폭 중앙분리대는 특별히 배수 측면에서의 검토가 요구되며, 광폭 중앙분리대의 구배는 1 : 6(수직높이 1 에 대한 수평길이의 비)이 바람직하다.

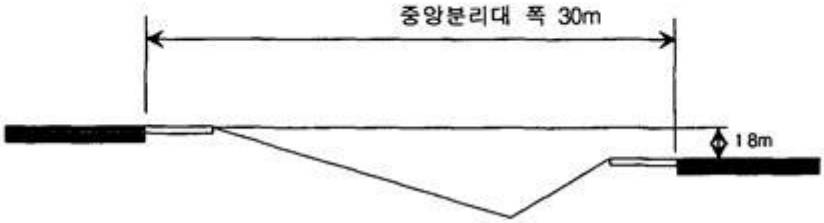
각주 002)

지형 조건상 양방향 차로가 완전히 분리될 수 있는 충분한 용지가 확보된 경우에서는 광폭 중앙분리대의 사용이 바람직하며, 중앙분리대의 시종점 처리에 유의한다.

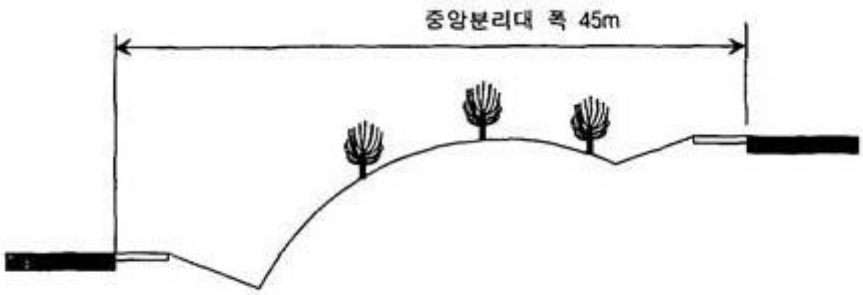
참고로, 미국의 광폭 중앙분리대의 형상은 그림 4.18 과 같다. 그림의 a)는 왕복 차도가 동일한 수평면 상에 있으며, 배수를 위해 중앙분리대의 중앙을 1m 의 깊이로 판다. 그림의 b)는 중앙분리대의 폭이 30m 이며, 왕복 차도가 높낮이의 차이를 가지고 있다. 이러한 형은 주로 구릉지 등에서 주위 환경과 조화를 유지하는 경우에 고려될 수 있는 형이다. 그림의 c)는 중앙분리대 폭 45m 로 왕복 차도가 완전히 분리되는 구조로 구배가 심한 구릉지 등에서 b 형과 마찬가지로 주위 환경과 조화를 유지하기 위해 고려되는 형으로, 중앙에는 식재를 하여 녹지공간을 제공하는 형식이다.



a) 오목형(왕복 차도에 높낮이 차가 없음)



b) 오목형(왕복 차도에 높낮이 차가 있음)



c) 왕복 차도가 완전히 분리

그림 4.18 광폭 중앙분리대의 예

5. 설치

5.1 설치 일반

중앙분리대는 설치지점의 도로·교통조건을 충분히 조사하여, 시설이 제 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 한다.

특히, 일반도로에서는 교차로 등 도로 주변의 도로·교통조건을 충분히 감안하여 설치하며, 시거, 교차로의 기하구조나 운영에 유의하여 설치한다.

[설명]

중앙분리대는 설치지점의 교통량, 설계속도, 도로 선형 등의 도로·교통조건을 면밀히 검토 후 설치하여, 시설이 제 기능을 발휘할 수 있도록 한다.

특히, 일반도로는 교차로 등 중앙분리대의 연속적인 설치가 이루어지지 못하는 곳이 많으므로, 이런 곳에서는 적절한 시거의 확보와 회전 차량 등과의 마찰을 최소화하기 위한 노력이 필요하다.

가. 방호울타리형 중앙분리대

방호울타리형 중앙분리대는 시점과 종점에 대한 처리가 중요하다. 시점과 종점은 충분히 먼

거리에서 운전자에게 인지되어 적절한 대응이 수행되도록 해야 하며, 주·야간의 충분한 시인성을 확보하기 위해 표지병, 시선유도봉과 같은 시선유도시설을 설치한다. 표지병 등의 시선유도시설은 고속구간에서는 설치간격을 넓게, 저속구간에서는 설치간격을 좁게하여 설치한다.

일반도로의 교차로와 단로부에서의 방호울타리형 중앙분리대의 설치 표준도는 그림 5.1 과 같다. 교차로에서 중앙분리대의 시종점은 회전차량과 중앙분리대와의 마찰을 줄이고, 운전자가 충분히 시설의 위치를 파악할 수 있도록 하기 위해, 분리대 시설과 회전차로 제공을 위한 테이퍼 시점 사이에 여유거리 5~10m 를 두고 시설을 설치한다.

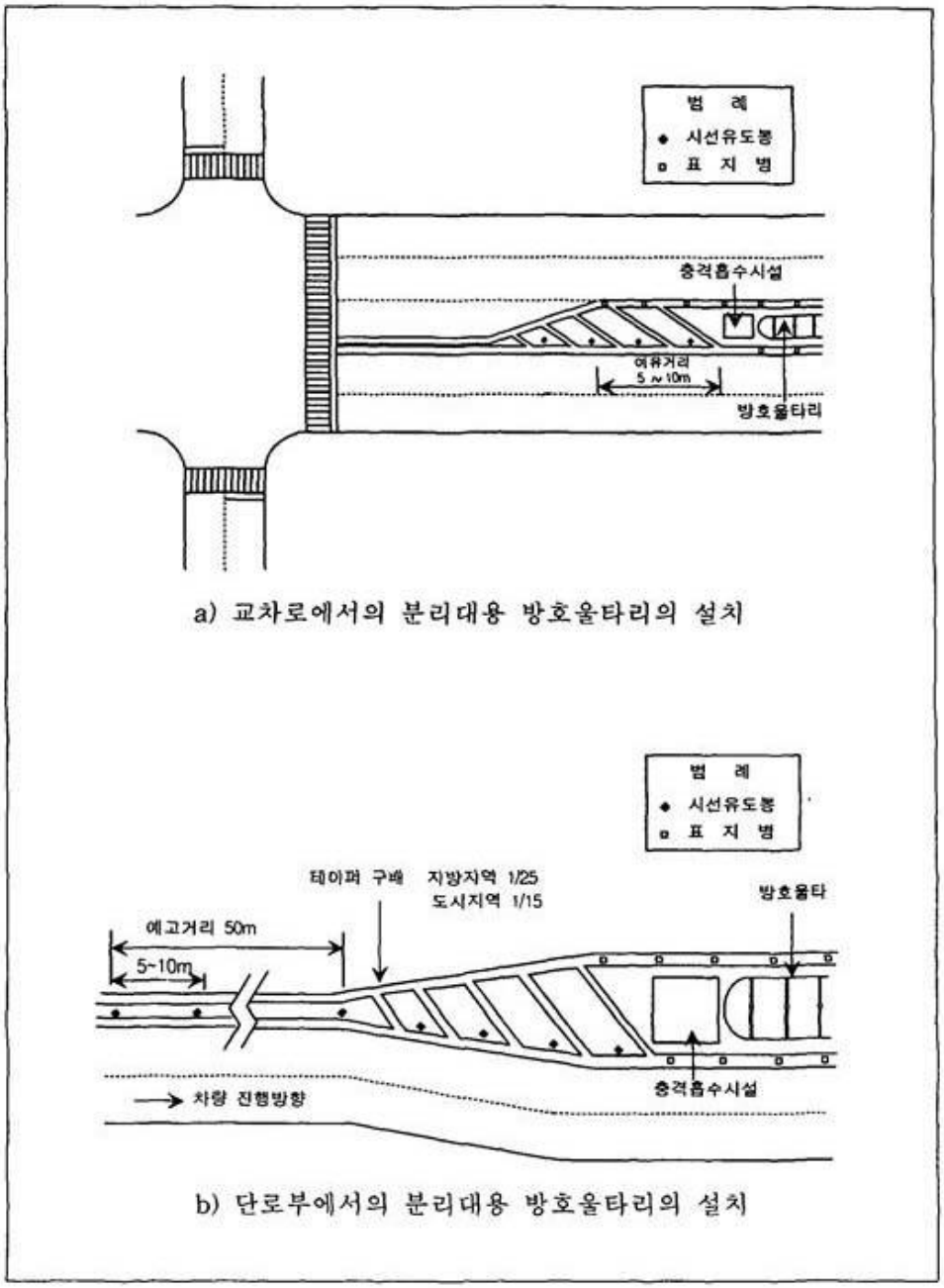


그림 5.1 방호울타리형 중앙분리대의 설치 표준도

1) 단부 처리

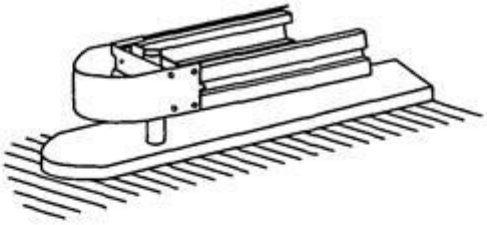
방호울타리형 중앙분리대의 단부는 차량의 충돌시 탑승자와 차량에 치명적인 상해를 유발할 가능성이 크므로 완전하게 방호되어야 한다. 단부 처리에관한 일반적인 설치 지침은 다음과 같다.

● 단부의 개수는 가능한 적게 함.

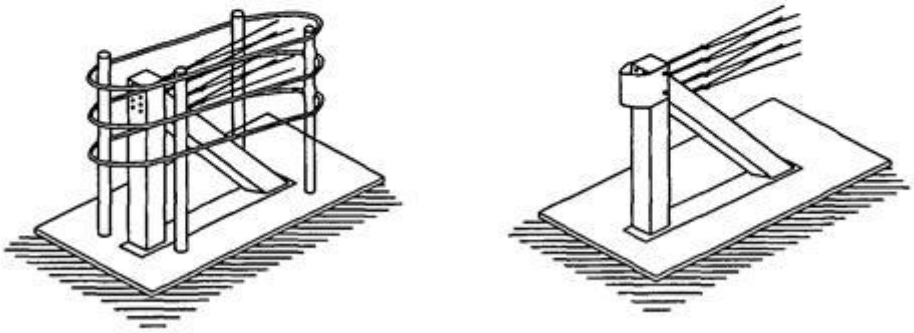
● 단부의 설치는 충분한 사전 계획하에 이루어져야 하며, 설치될 장소의 구배, 측방 여유폭, 방호울타리의 종류 등을 감안하여 단부의 구조 및 형식을 결정함.

● 방호울타리 단부는 차량과의 잦은 충돌이 예상되므로, 충격흡수가 가능한 구조를 가져야 함.

방호울타리형 중앙분리대의 단부 처리의 표준 형상은 그림 5.2 와 같다.



(a) 분리대용 가드 레일 단부



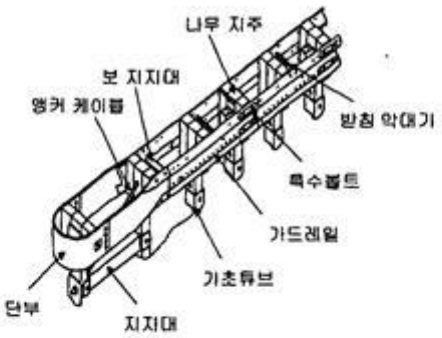
(b) 분리대용 가드 케이블 단부

그림 5.2 단부 처리의 표준 형상

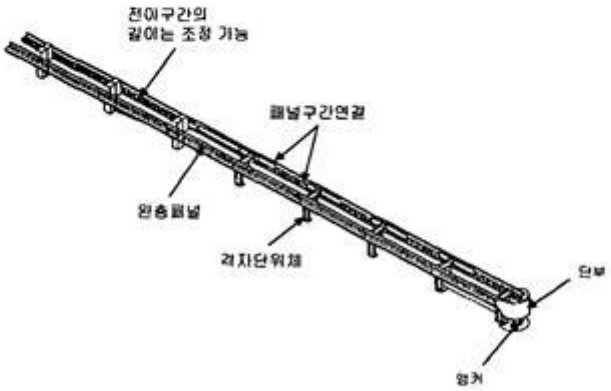
방호울타리의 단부는 차량의 방호에 있어 단부 이외의 구간에 비해 기능상 취약한 부분이다. 특히, 단부를 일정한 경사를 유지하고 지면에 고착하는 경우는 차량이 단부를 타고 올라가 전도 또는 전복될 소지가 있음이 제시되었다. 따라서, 방호울타리의 단부는 구조적으로 기능을 보완하거나 충격흡수시설과 연계하여 설치하는 것이 바람직하다.

외국에서 검증되고 사용중인 단부용 충격흡수시설로는 CAT(Crash Cushion Attenuating Terminal),

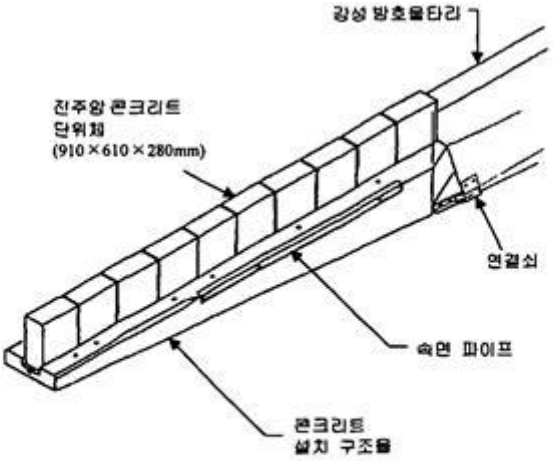
Brakemaster, ADIEM 등이 있으며, 시설의 구조는 그림 5.3 과 같다. 자세한 사항은 본 지침의 충격흡수시설편을 참조하기 바란다.



a) CAT(Crash Cushion Attenuating Terminal)



b) Brakemaster



c) ADIEM

그림 5.3 외국의 단부용 충격흡수시설의 예

2) 시거를 고려한 설계

방호울타리형 중앙분리대의 설치는 곡선구간에서 운전자의 시거를 제약하는 요소로 작용될 수 있다. 따라서, 곡선구간에서 방호울타리형 중앙분리대의 설치는 사전에 충분한 정지시거가 확보되었는지의 여부를 확인하는 것이 필요하다.

평면곡선의 설계에서 일반적으로 사용되는 시계(視界)는 곡선의 현(弦) 방향이며, 적용하는 정지시거는 곡선부 안쪽 차로의 중심선을 따라 측정한 거리이다. 그림 5.4 는 평면곡선에서의 시계를 보여준다.

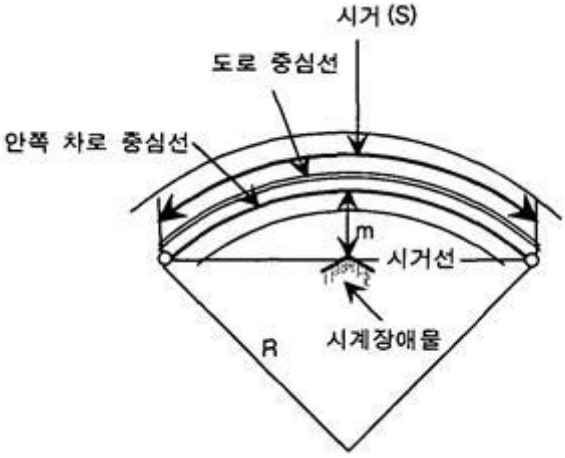


그림 5.4 평면곡선의 시계

곡선에서 정지시거를 확보하기 위해 필요한 시거 확보 폭 즉, 곡선부 안쪽차로의 중심선에서부터 시계 장애물(본 지침에서는 중앙분리대의 중심)까지의 최단거리는 식 5-1 과 같고, 이 식을 통해 정지시거 S 를 만족하는 최소곡선반지름을 산출한다.

$$m = R\left(1 - \cos\frac{28.65\ S}{R}\right) \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (\text{식 } 5\text{-}1)$$

여기서,

m : 시거 확보 폭(안쪽 차로 중심선과 시계 장애물까지의 최단거리)

R : 평면 곡선반지름

S : 시거

방호울타리형 중앙분리대가 설치된 고속국도, 도시고속도로, 일반도로에서 정지시거를 만족하는 최소 곡선반지름을 산정하기 위한 제원은 표 5.1 과 같으며, 이 값을 적용하여 방호울타리형

중앙분리대의 설치를 위한 최소 곡선반지름을 본 지침에 제시된 중앙분리대 폭의 표준값과 최소값을 적용하여 구한 값은 표 5.2 와 같다.

표 5.1 최소 곡선반지름 산출을 위한 도로별 설계 요소 제원

도로 구분		설계속도 (km/시)	요구 정지시거 (m)	1차로 폭 (m)	중앙분리대 폭 (m)		시거 확보 폭[a] (m)
고속국도	평지	120	280	3.5	표준값	4.0	3.75
					최소값	3.0	3.25
	산지	100	200		표준값	4.0	3.75
					최소값	3.0	3.25
도시고속도로		100	200	3.5	표준값	3.0	3.25
					최소값	2.0	2.75
일반도로		80	140	3.5	표준값	2.25	2.88
					최소값	1.5	2.50
		70	110	3.25	표준값	2.25	2.75
					최소값	1.5	2.38
		60	85	3.25	표준값	2.25	2.75
					최소값	1.5	2.38

주) a : 시거 확보 폭 = $\frac{\text{1차로 폭} + \text{중앙분리대 폭}}{2}$

표 5.2 정지시거를 고려한 최소 곡선반지름

도로 구분	설계속도(km/시)	중앙분리대 폭(m)		최소 곡선반지름(m)
고속국도	120	표준값	4.00	2,700
		최소값	3.00	3,000
	100	표준값	4.00	1,300
		최소값	3.00	1,600
도시고속도로	100	표준값	3.00	1,600
		최소값	2.00	1,900
일반도로	80	표준값	2.25	900
	80	최소값	1.50	1,000
	70	표준값	2.25	600
	70	최소값	1.50	650
	60	표준값	2.25	350
	60	최소값	1.50	400

나. 연석형 중앙분리대

연석형 중앙분리대는 분리대에 식재를 하는 경우가 많다. 따라서, 식재를 하는 경우에는 교차로의 시거, 차량 통행의 지장성 여부, 유지관리 대책이 필요하다. 특히, 좌회전 차로로 이동하는 차량과 연석과의 접촉을 줄이기위해, 그림 5.5 와 같이 테이퍼 시점으로부터 2~3m 의 여유거리를 두고 설치하는 것이 바람직하다.

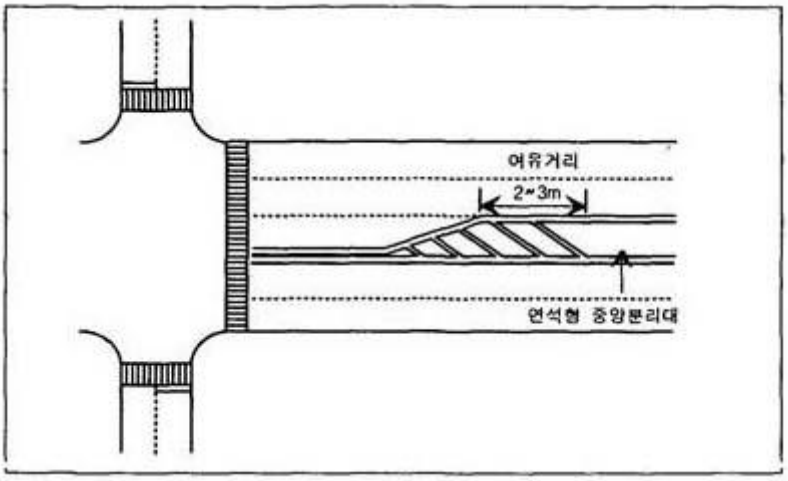


그림 5.5 교차로에서의 연석형 중앙분리대의 설치

1) 보행자 횡단방지 울타리와의 조합 설치

도시부 시가지 도로에서, 연석형 중앙분리대가 보행자의 무단횡단에 대한 대피장소로 잘못 사용되는 경우에는, 분리대에 보행자의 무단횡단을 막기 위한 횡단방지 울타리를 적용할 수 있다. 이 경우에 횡단방지 울타리는 보행자의 횡단을 방지하는 것으로 설치의 목적을 달성할 수 있으므로, 특별한 구조적인 강성을 필요로 하지 않는다. 단, 도시의 미관을 충분히 고려해서 설치한다.

연석형 중앙분리대에 보행자의 횡단방지 울타리의 설치는 그림 5.6 과 같으며, 차로로부터 횡단방지 울타리까지는 충분한 측방여유를 확보하는 것이 교통운영과 안전 측면에서 바람직하다.

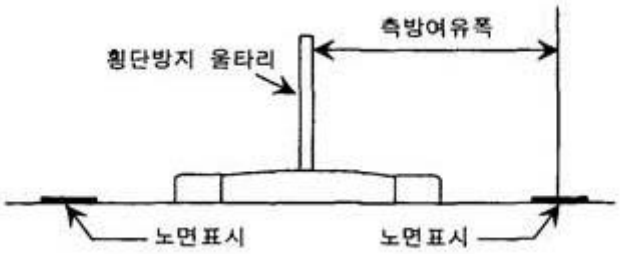


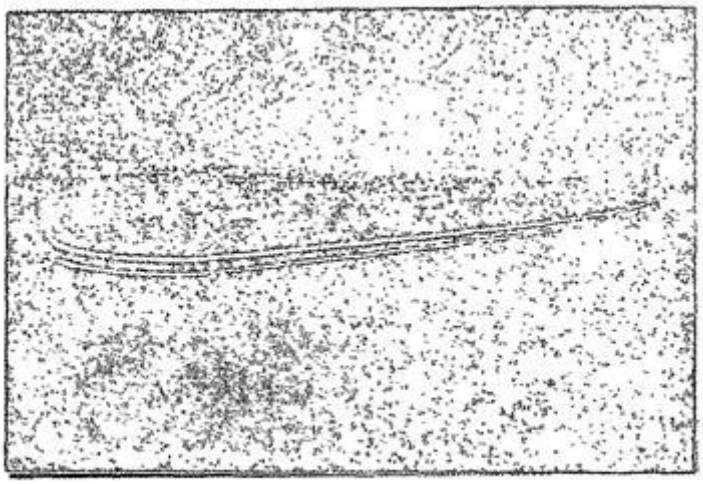
그림 5.6 연석과 횡단방지 울타리의 연계 설치

2) 시인성

조명시설이 없는 도로구간에 설치된 연석형 중앙분리대는, 대향차도의 차량 전조등으로 인한 실루엣 현상으로 운전자에게 충분한 시인성을 제공하지 못하며, 주행방향의 인접 차로까지도 잘 보이지 않게 되어 이에 대한 대응책이 필요하다. 따라서, 조명시설이 없는 도로구간에 연석형 중앙분리대를 설치하는 경우는 경계석을 반사 도료나 테이프 등을 이용하여 충분한 시인성이 확보되도록 하는 것이 바람직하며, 표지병 등 시선유도시설을 이용하여 시인성을 높이는 방안을 강구한다.

다. 광폭 중앙분리대

광폭 중앙분리대는 시종점의 처리 및 배수 측면에서의 세심한 배려가 필요하다. 사진 5.1 은 교각 등의 구조물이나 두 교량 사이의 공간에 차량이 진입하는 것을 막기 위해 설치하는, 가드 레일을 응용한 광폭 중앙분리대의 시종점 처리 사례이다. 이 시설은, 차량이 시설의 정면으로 충돌하는 경우는 차량의 충격에너지를 흡수하여 정지시켜 주는 기능을 하고, 측면으로 차량이 충돌하는 경우는 일반 가드 레일과 동일하게 본래의 차로로 복원시켜주는 기능을 한다.



* 출처 AASHTO, Roadside Design Guide, 1996

사진 5.1 광폭 중앙분리대의 시종점 처리 사례

5.2 개구부 설치

자동차 전용도로 등에서는 도로 보수 공사, 긴급 상황 처리 등을위해 중앙분리대에 개구부를 설치한다.

일반도로에서 교통처리 등을 위해 좌회전이나 유턴(U-Turn)를 허용하는 경우에도 중앙분리대에 개구부를 설치할 수 있다.

[설명]

고속국도에서 중앙분리대 개구부는 일시적으로 대향 교통의 처리를 필요로하는 보수공사와 기타 도로관리에 필요한 경우에 사용하고, 주로 사용되는 덧씌우기 공사의 경우를 고려해서 표준간격을 2km 로 하였다.

중앙분리대 개구부의 위치 선정시에는 곡선반지름이 작은 곳을 피하여 시야가 가려지는 일이

없도록 한다.

고속국도에서 중앙분리대 개구부의 설치 위치는 원칙적으로 다음 각 항에 의해 결정한다.

- 곡선반지름이 600m 이상이고, 시야가 확보된 곳

- 터널, 인터체인지, 휴게소의 전・후

5.3 관련 시설의 설치

중앙분리대를 설치하였을 때는 통행 안전을 위하여 중앙분리대의 시작과 끝을 알리는 교통안전표지를 설치한다.

야간에 중앙분리대의 시인성을 위해, 방호울타리의 측면 또는 상부에 시선유도표지를, 지면에는 표지병 등의 시선유도시설을 설치한다.

[설명]

일반도로에 중앙분리대를 설치하는 경우에는, 운전자가 중앙분리대를 사전에 확인하고 적절한 행위를 취할 수 있도록 안전 표지 및 운전자의 시선유도를 위한 시설의 설치가 필요하다.

5.3.1 관련 안전표지 및 시선유도시설 설치

중앙분리대와 관련한 안전표지로는, 중앙분리대의 시작과 끝을 알리기 위해, 중앙분리대가 시작 또는 끝나는 지점 50~200m 의 도로의 우측에 중앙분리대 시작을 예고하는 교통안전표지 113 번과 중앙분리대 끝남을 예고하는 교통안전표지 113-1 을 설치한다.

(그림 5.7 참조)

단, 도로구조상 중앙분리대 시설이 안전 표지를 설치하지 않더라도 안전거리 밖에서 명확히 시인되고 특히 야간에 위험이 없을 때는 설치하지 않아도 된다.

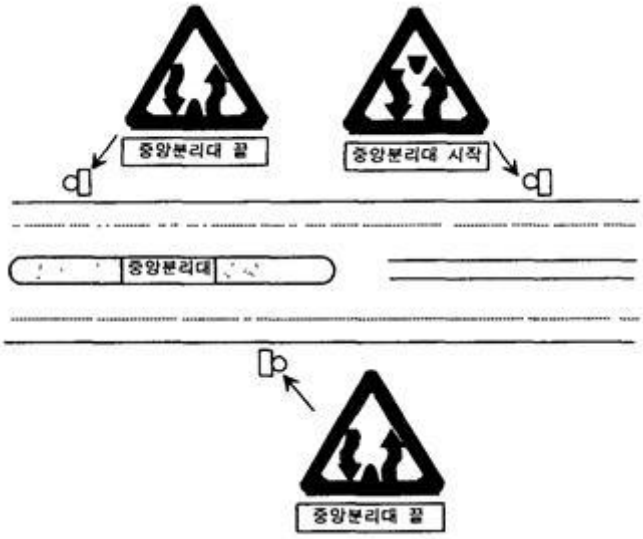


그림 5.7 중앙분리대 시작, 끝 표지의 설치 예

방호울타리형 중앙분리대의 시종점부의 시인성을 위해 일반적으로 방호울타리의 단부에 반사도료나 테이프를 설치하거나, 장애물 표적장치를 부착한다.

(그림 5.8 참조)

단. 장애물 표적장치 등의 시설을 지주형으로 제작하여 지면에 고정하면 차량의 충돌시 운전자에게 상해를 제공할 소지가 있다. 따라서, 이런 시설은 방호울타리에 부착하여 설치함으로써 운전자에게 상해를줄 가능성을 배제한다. 충격흡수시설이 단부 앞에 설치된 경우에는 충격흡수시설 정면에 반드시 반사체를 부착하여 시인성을 유지한다.

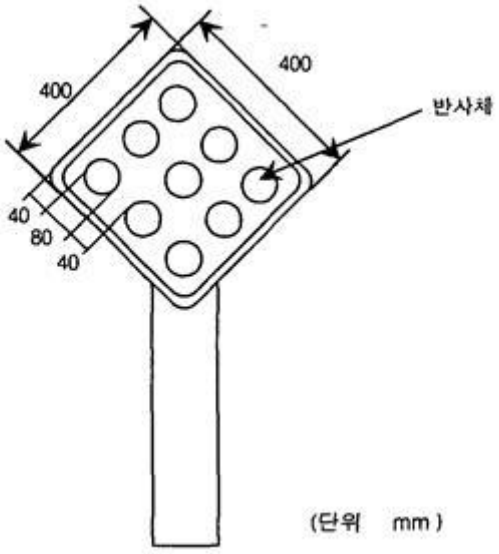


그림 5.8 장애물 표적장치

5.3.2 현광방지시설

가. 기능

현광방지시설은 야간에 대향 차도에서 다가오는 차량의 전조등으로 인한 운전자의 눈부심을 막아주는 기능을 한다.

나. 설치 장소

현광방지시설은 교통량, 설계속도, 도로 선형 등을 감안하여 필요하다고 인정되는 구간에 설치한다. 단, 다음의 항에 해당되는 도로 구간에는 설치하지 않을 수 있다.

- 중앙분리대의 폭이 7m 를 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 설치하지 않을 수 있다.

중앙분리대의 폭이 좁을 경우(2m 이하)에는 현광방지시설이 넘어지면 이것이 차도에서 장애물로 작용할 수 있으므로, 형식을 충분히 검토한다. 또, 적설 지역에서는 눈[雪]에 시설이 가릴 경우도 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 차도에 대한 전망을 저해하는 등의 단점이 있으므로 부분 차광하는 것으로 한다.

그림 5.9 는 추월차로 대 추월차로의 경우에 있어, 대향 차량 사이의 종방향거리를 50m 로 하고, 운전자의 눈과 대향차량의 전조등과의 횡방향 거리를 8.5m 로 하는 경우의 차광각도를 보여 준다.

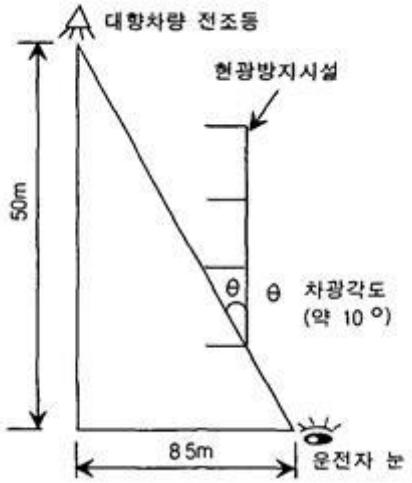


그림 5.9 차광 각도

곡선반지름, 편구배에 따른 현광방지시설의 설치는 표 5.3 과 같다.

표 5.3 현광방지시설 설치 구간

R (m)	편구배 (%)	종단구배 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						

◎ : 현광방지시설 설치 구간

주) 종단구배 차는 상행선과 하행선의 구배의 차(%)임.

다. 설치 위치

현광방지시설은 중앙분리대의 중앙에 병설한다.

중앙분리대 양쪽에 방호울타리가 있을 경우에는 시거 확보. 차도 중심선의 높이와 편구배의 영향을 고려하여, 적당한 쪽의 방호울타리의 지주에 설치한다. 현광방지시설의 설치 높이는 포장면으로부터 1.4m 를 표준으로 한다.

라. 구조

현광방지시설로는 주로 방현망 형식이 사용되고, 재료에 따라 팽창 메탈(expanded metal)형,

루버(louver)형, 합성수지형으로 구분한다.

1) 팽창 메탈형

팽창 메탈(expanded metal)형 현광방지시설의 구조 제원은 표 5.4 와 같다.

표 5.4 팽창 메탈형 현광방지시설의 구조 제원

(단위 : mm)

종 류		제 원	관련 규격
방현망		496×3,592×1.6	KS D 3601 (팽창 메탈) KS D 8308 2종 HD Z35
지주	일 반	ϕ50.8×586×1.4	KS D 3566 SPS 400 KS D 8308 2종 HDZ 35
	개구부	ϕ50.8×657×1.4	
프레임		30×44×1.6	KS D 3566 SPS 400 또는 KS D 3503 SS 400 KS D 8308 2종 HDZ 35
지주 받침대	일 반	130×180×4.0	KS D 3503 SS 400 KS D 8308 2종 HDZ 35
	개구부	200×200×4.0	
연결쇠		100×100×2.3	KS D 3503 SS 400 KS D 8308 2종 HDZ 35
지주 덮개		ϕ54.8×16×1.2	KS D 3512 2종 SCP 2
볼트, 너트, 와셔		ϕ10×25	KS D 3706 STS 304(일반)
			KS D 3706 STS 304(개구부)
앵커볼트		ϕ10×90	KS D 3706 STS 304

팽창 메탈형에 사용할 재료는 다음 각 항에 규정된 것이어야 한다.

● 현광방지시설에 사용하는 방현망의 재질은 KS D 3601(익스펜디드 메탈) XS 에 적합하고, 두께는 1.6mm 판을 다이아몬드형의 그물 구조로 만든다.

● 지주의 재질은 KS D 3566(일반 구조용 탄소강관) SPS 400 이상의 것으로, 강관의 외경은 50.8mm, 두께는 1.4mm 의 것으로서 품질이 균일해야 한다.

● 지주의 덮개는 KS D 3512(냉간 압연강재) 2 종 SCP 2 이상의 것으로, 두께는 1.2mm 로 프레스 또는 이와 유사한 기계에서 성형한 제품을 사용한다.

● 프레임의 재질은 KS D 3503(일반 구조용 압연강재) SS 400 또는 KS D 3566(일반 구조용 탄소 강관) SPS 400 이상으로 한다. 두께는 1.6mm 이상의 것으로 하고 하단부는 우수가 들어가지 않도록 봉합하고 구멍이 가공되어 있어야 한다.

● 프레임과 프레임을 연결하는 연결쇠(bracket)는 KS D 3505(일반 구조용 압연강재) SS 400 또는 동등 이상의 것으로, 두께는 2.3mm 이어야 한다.

● 현광방지시설에 사용하는 지주 연결쇠(base bracket)의 재질은 KS D 3503(일반 구조용 압연강재) SS 400 이상의 것으로, 두께는 4.0mm 이어야 한다.

● 볼트, 너트 및 기타 부품은 KS D 3706 STS 304 또는 동등 이상의 것으로 한다.

2) 루버형

루버형에 사용할 재질은 아래 각 항의 규정에 맞아야 한다.

● 루버의 재질은 KS D 3501(열간 압연 연강판 및 강대) SHP 1 이상의 것으로, 두께 1.2mm, 폭 190mm 를 S 형으로 성형한 것으로 한다. 또, 양단 루버의 재질은 KS D 3501(열간 압연 연강판 및 강대) SHP 1 이상의 것으로, 두께 2.3mm, 폭 190mm 를 S 형으로 성형한 것이어야 한다.

● 지주의 재질은 KS D 3566(일반 구조용 탄소 강관) SPS 400 이상의 것으로, 강관의 외경은 50.8mm, 두께는 1.4mm 의 것으로서 품질이 균일하여 사용상 결함이 없어야 한다.

● 프레임의 재질은 KS D 3530(일반 구조용 경량 형강) SSC 41 이상의 것으로 한다.

● 볼트, 너트 및 기타 부품은 KS D 3706 STS 304 또는 동등 이상의 것으로 한다.

3) 합성수지형

합성수지형의 용도별 구조 제원 및 규격은 표 5.5 와 같다.

표 5.5 합성수지형 현광방지시설의 구조 제원

용 도	종 류	제 원(mm)	재 질
토공용	지주	ϕ50×600×310×T	합성수지
	차광판	120×509×3T	합성수지
	프레임	40×50×3500×3T	합성수지
	중간지주	50×50×600×5T	합성수지
	고정핀	ϕ6×190L	합성수지
	앵커볼트세트	M10×90L	스테인레스
	앵커볼트세트	M8×75L	스테인레스
교량용	지주	ϕ50×600×310×T	합성수지
	차광판	120×509×3T	합성수지
	프레임	40×50×3500×3T	합성수지
	지지대	63×63×6T	합성수지
	고정핀	ϕ6×190L	합성수지
	앵커볼트세트	M10×90L	스테인레스
개구부용	지주	ϕ50×600×310×T	합성수지
	차광판	120×509×3T	합성수지
	프레임	40×50×3500×3T	합성수지
	중간지주	50×50×600×5T	합성수지
	연결쇠	286×3.2T	아연도금철판
	고정핀	ϕ6×190L	아연도금철판
	볼트, 너트, 와샤	M10×90L	스테인레스
	볼트, 너트, 와샤	M8×75L	스테인레스

합성수지형 현광방지시설의 재료별 품질 기준은 표 5.6 과 같다.

표 5.6 합성수지형 현광방지시설의 품질 기준

구 분	지 주	프레임	차광판
밀도(g/cm^3)	0.940 이상	1.510 이상	0.900 이상
인장강도(kg/cm^2)	240 이상	300 이상	210 이상
신장률(%)	1,000 이하	250 이하	600 이하
듀로미터경도(HDD)	60 이상	60 이상	60 이상

마. 시공

1) 시공 일반

● 현광방지시설의 차광 각도는 10˚ 정도로 한다.

● 현광방지시설은 열 팽창에 견딜 수 있는 구조로 제작해야 한다.

2) 팽창 메탈형 및 루버형 제작

● 광택도는 10%±3 의 광도를 초과해서는 안 된다.

● 스프링 와셔는 경강 선재로 하며, 특히 스프링 와셔는 5 회 압축한 후 높이가 두께의 5/3 배 이상이어야 한다.

● 철재 절단 부분 및 용접 부분은 그라인더로 표면을 매끄럽게 하여야 하며 요철이 없어야 한다.

● 완성된 제품은 안전하게 현장까지 운반, 하차하여야 하며, 적당한 보호재로 포장하여 파손 및 손상이 일어나지 않도록 한다.

3) 합성수지형 제작

● 차광판 두께는 3mm 로 일정하고, 뒤틀림 등의 변형이 발생해서는 안되며, 상하 프레임에 고정핀을 삽입하여 조립식으로 제작한다.

● 지주 고정에 사용하는 앵커볼트, 너트는 녹 발생이 없는 스테인레스 재질의 제품으로 KS 규격품을 사용한다.

● 지주 연결쇠와 프레임 등은 유지보수가 용이하도록 조립식으로 제작한다.

4) 방식처리

● 지주, 팽창 메탈, 와셔는 용융 아연 도금한다. 그러나 나사부는 도금후 나사홈이 유지되도록 손질한다. 본 규정에 명기되지 않은 사항 및 관련된 사항에 대해서는 KS D 8308(용융 아연 도금), KS D 9521(용융 아연 도금 작업 표준)에 따른다.

● 재료의 아연 부착량은 KS D 8308(용융 아연 도금) 2 종 HDZ 35 로 하고 도금면은 매끄러워야 한다.

● 지주의 절단면(상, 하부)에 대해서는 도금하지 않고 고농도 아연계 도료를 바를 수 있다.

● 도금의 마무리는 전 제품에 대하여 가능한 균일하게 마무리되어야 하고, 광택에 심한 차이가 있어서는 안 된다.

● 제품에 도금되지 않은 부분이 있으면 재 도금한다.

● 각 제품을 취급할 때, 제품의 도금에 손상을 입히지 않도록 주의한다.

6. 시공

가. 방호울타리형 중앙분리대

1) 가요성 방호울타리

가요성 방호울타리인 분리대용 가드 레일, 박스형 보, 가드 케이블에 대한 시공 지침은 '도로안전시설 설치 및 관리지침-방호울타리편(건설교통부, 1997.2.)'을 참조한다.

2) 콘크리트 벽형 강성 방호울타리

콘크리트 벽형 강성 방호울타리는 프리캐스트(precast)나 현장 콘크리트 타설로 한다.

콘크리트 벽형 강성 방호울타리의 시공시 주의 및 점검해야 할 사항은 다음과 같다.

● 콘크리트 벽형 강성 방호울타리의 기초는 포장 표면으로부터 최소한 20cm 이상의 두께로 설치해야 하며, 분리대와 결합을 강화하기 위해 보강철근을 설치 한다.

● 콘크리트 벽형 강성 방호울타리를 슬립폼(slip form)에 의해서 시공할수 있으며, 표면 홈의 직경이 1.5cm 이상일 경우는 슬립폼 장비를 정비한다. 완성된 콘크리트 벽형 강성 방호울타리를 조정하기 위해, 물을 사용해서는 안 되며, 콘크리트 벽형 강성 방호울타리용 콘크리트를 칠 경우 슬럼프 값을 2.5cm 이하로 한다.

● 수축줄눈은 6m 이하 간격으로 일정하게 설치한다. 수축줄눈의 형상은 절삭 줄눈이나 성형타입 형식으로 하고, 폭 6mm, 깊이 5cm 로 한다. 줄눈을 설치하기 위해 콘크리트를 자를 때는 콘크리트가 건조 수축으로 인한 균열이 발생하기 전에 하며, 콘크리트를 자를 때는 다른부분에 손상을 입지 않을 정도로 충분히 경화된 후에 실시한다. 줄눈의 절삭 깊이는 포장 표면에 손상을 방지하기 위해서 포장 표면에 가까운 곳으로 갈수록 얇게 한다. 시공줄눈은 콘크리트 절단기로 잘라서 설치한다. 팽창줄눈은 기성 팽창줄눈재를 사용해서 시공하며, 폭은 2cm 로 하고 시공줄눈으로도 사용한다.

● 콘크리트 벽형 방호울타리의 상단부의 요철은 3m 직선자로 점검한다. 점검은 중앙분리대의 중심을 따라 연속적으로 전장에 걸쳐 실시해야하며, 직선자를 반 이상 겹쳐서 실시한다. 직선자로 측정해서 6mm 이상 요철이 발생한 부분은 제거하고 다시 시공한다. 또한, 요철이 6mm 이하가

되도록 장비를 정비한다.

나. 연석형 중앙분리대

분리대의 토사는 잔디 식재 및 수목 식재에 알맞은 것으로 한다. 연석은 프리캐스트 콘크리트 연석, 현장 타설 콘크리트 연석, 아스팔트 콘크리트 연석, 돌 연석을 사용할 수 있다.

1) 프리캐스트 콘크리트 연석

● 연석 블럭은 설치 전에 깨끗이 청소해야 하고, 운반이나 취급중에 손상된 것을 사용해서는 안된다.

● 바닥 모르타르는 고르게 편 후, 규정된 높이와 일치되도록 한다. 이음부에는 1 : 2 용적 배합의 시멘트 모르타르를 채워서 마무리하고, 바닥모르타르는 1 : 3 용적 배합(시멘트 잔골재)된 시멘트 모르타르를 사용한다.

2) 현장 타설 콘크리트 연석

● 콘크리트의 배합기준

o 설계 휨강도 : σ_{28}=35kg/㎠

o 골재의 최대 치수 : 25mm(기계 시공시 19mm)

o 슬럼프 : 5cm 이하

o 공기량 : 4.5±1%

● 터폐기

터폐기를 하여야 할 경우에는 연석이 설계도에 제시된 구배 및 높이에 맞도록 해야 하며, 규정된 기초 재료를 깔고, 잘 다져서 평활하게 한다.

연석이 놓여질 기초가 보조기층 또는 기층면 위인 경우에는 설계도에 표시된 형상대로 다듬는다.

● 콘크리트 포설

콘크리트를 포설하기 전에 보조기층 또는 기층면은 소량의 물을 살포하여 습윤 상태가 되도록 한다.

콘크리트 포설 한 층의 높이는 10cm 를 넘지 않도록 하며, 수평층으로 콘크리트를 쳐야 하고, 공극이 발생하지 않도록 진동다짐기 또는 승인된 기계를 사용하여 다짐한다.

● 기계 시공

현장 타설 큰크리트 연석은 자주식 기계(self-propelled machine)를 사용하여 시공할 수도 있으며, 이 때 기계에 균일하고 연속적으로 콘크리트를 공급해야 한다. 성형 후의 연석은 변형을 일으키지 않고 소정의 단면을 유지시킬 수 있어야 하며, 표면이 매끄러워야 한다. 표면의 추가 손질은 기계 시공 후 바로 실시한다.

● 줄눈

팽창줄눈은 맞댐줄눈 구조로 하고 수직으로 절단하여 설치한다. 줄눈 폭은 설계도에 표시한 대로 정확하게 시공한다.

줄눈채움재(줄눈판)는 연석 콘크리트를 칠 때 시공하고 마무리 작업중에 손상을 받지 않도록 주의하여 시공한다.

수축줄눈은 6m 간격을 원칙으로 하며, 설계도에 표시된 소정의 치수로 정확히 시공하되 콘크리트 포장에 연하여 설치하는 연석의 줄눈은 콘크리트 포장의 줄눈과 일치시켜야 한다. 수축줄눈은 승인을 얻은 콘크리트 절삭기로 시공하며, 별도의 지시가 없는 한 줄눈 폭은 6mm 로 한다. 줄눈을 끊을 때는 이미 만들어진 연석 표면에 손상을 주는일이 없도록 주의한다. 수축줄눈에는 줄눈 재료를 채울 필요가 없다.

● 마무리면

콘크리트 연석의 높이에 대한 허용 시공 오차범위는 ±1.5cm 이며, 마무리면은 길이 3m 직선자를 대었을 때 최요부(最凹部)의 깊이가 3mm 이상 되어서는 안 된다.

● 양생 및 보호

습윤양생을 할 때에는 양생 기간을 3 일로 할 수 있으며, 양생 기간에 연석이 손상을 받지 않도록 보호한다.

● 되메우기 및 뒤채움

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

3) 아스팔트 콘크리트 연석

● 기초의 준비

아스팔트 콘크리트 연석을 설치하려고 하는 기초가 이미 양생되었거나, 오래된 시멘트 콘크리트 기층이거나, 아스팔트 기층 또는 표층 위인 경우에는 기초면을 압축 공기 등으로 불어서 깨끗이 청소한다.

표면이 잘 건조되면 연석을 설치하기 직전에 택코트를 실시한다. 이때, 연석 바깥으로 택코트 재료가 살포되지 않도록 주의한다.

● 포설

아스팔트 콘크리트 연석은 규정된 기계로 시공한다.

기계는 설계도에 표시된 소정의 형상이 얻어질 수 있도록 제작할 수 있고, 조절이 가능한 것이어야 한다. 포설시 혼합물의 온도는 작업 및 기상조건에 따라 규정된 온도에서 ±10℃를 초과할 수 없다.

기계에서 배출되는 혼합물은 재료의 분리가 일어나지 않도록 하고, 적당한 다짐도와 표면 형상이 되어야 한다.

기계가 포장면 가장자리를 따라 작동하는 동안 적당히 지지를 시켜야하고, 사전에 실을 당기거나 선을 그어 선형이 정확히 유지되어야 한다.

완성된 아스팔트 콘크리트 연석이 심하게 균열이 발생하였거나, 충분한 다짐도를 얻지 못했을 때, 혹은 소정의 선형과 구배 및 횡단면에 일치하지 않는 경우에는 제거하고 다시 시공한다.

● 이음

아스팔트 콘크리트 연석은 가급적 빈번한 이음을 피한다. 혼합물 포설이 장기간 중단되었을 때는 연석의 끝 부분을 수직으로 절단하여, 다음 작업이 시작되기 전에 절단된 표면에 가열된 아스팔트를 얇게칠하여 연속적인 접합상태가 되도록 한다.

● 양생 및 보호

완성된 아스팔트 콘크리트 연석은 적어도 12 시간 동안은 손상을 받지 않도록 보호한다.

4) 돌 연석

● 기초의 준비

돌 연석의 기초를 위한 재료는 표면에 요철이 없도록 하며, 연약하고 적합하지 못한 재료는 제거하고 양질의 재료로 교체한다.

● 설치

돌 연석은 앞면 모서리가 설계도에 명시된 선과 높이가 되도록 하고, 연석 밑의 모든 공간은 적합한 재료로 채우고 다져야 한다.

● 줄눈

돌 연석의 줄눈간격은 설계도에 정한 치수대로 정밀하게 시공되어야하고, 줄눈채움과 돌 연석 사이의 공간은 동일한 배합의 모르타르로 채워야 한다. 연석이 시멘트 콘크리트 포장과 접촉되어 시공될 때 연석의 줄눈은 포장의 팽창줄눈과 동일선상이어야 하며, 두께는 포장줄눈과 같은 팽창줄눈 채움재로 채워야 한다.

● 되메우기

줄눈 모르타르의 강도가 충분히 확보된 후가 아니면, 되메우기 위한 흙을 반입해서는 안 된다.

7. 유지 관리

중앙분리대가 제 기능을 발휘할 수 있도록 주기적인 점검·유지보수를 하고, 관련 기록을 유지한다.

점검 결과에 따라 보수나 대체가 필요한 경우 신속히 처리하도록 한다.

[설명]

가. 점검

통상 순회점검을 통하여 이상 유무를 확인하며, 다음 항목에 주의하여 점검 한다.

1) 중앙분리대의 파손 여부

차량과의 충돌에 의해 분리대 내의 시설이 파손되었는지를 점검한다.

2) 관련 시설 점검

중앙분리대의 시인성 확보를 위해 설치된 시선유도시설 등의 파손 여부를 점검한다.

나. 보수

분리대 내 시설물이 파손되었을 경우 즉시 조치를 한다. 파손상태가 간단한 경우에는 보수하고, 보수가 곤란한 경우엔 철거 후 다시 시공한다.

시인성을 높이기 위한 시선유도시설 등의 반사성능이 낮아진 경우, 시인성이 항상 유지될 수 있도록 교체한다.

다. 기록

중앙분리대의 시공 및 보수에 관한 기록을 유지한다. 분리대 내 시설이 파손된 경우에는 파손 위치, 정도, 원인 등을 면밀히 조사한후, 기록・관리하여 다음 시공시 반영한다.

시공시의 기록 사항은 다음과 같다.

- 시공 위치 및 간단한 주변 도로 현황
- 시공 일시, 시공 개시 및 종료 시각
- 중앙분리대의 구조
- 교통량, 교통 개방 일시
- 수급자
- 기타 시공상 특이 사항

점검 및 보수시의 기록 사항은 다음과 같다.

- 위치, 시공 일시, 점검 일시

● 파손 상태

● 보수 일자

정기적으로 중앙분리대 설치 구간에서 중앙분리대와 관련한 교통사고 기록을 파악하여 개선 여부를 검토하고 시행한다.

개정 일람표

도로안전시설 설치 및 관리 지침(중앙분리대 편) 제정/1998년 10월

개정 회수	일 자	내 용	비 고

도로안전시설 설치 및 관리 지침

- 충격흡수시설 편 -

1998-10

주관기관 건설교통부

주관

수 행 기 관 : 한국건설기술연구원

연구책임자 : 강원의

참여연구원 : 수석연구원 노관섭

참여연구원 : 수석연구원 김연복

참여연구원 : 연구원 김용석

참여연구원 : 연구원 김현석

참여연구원 : 연구원 김형수

참여연구원 : 연구원 오병훈

협동

수 행 기 관 : 공주대학교 토목공학과

참여연구원 : 객원연구원 고만기

참여연구원 : 객원연구원 김기동

1. 총칙

1.1 목적

본 지침은 도로안전시설 중 충격흡수시설의 설치 및 관리를 적정하게 시행하기 위한 일반적인 기술기준을 정하는 데 목적이 있다.

[설명]

충격흡수시설은 도로의 구조·시설 기준에 관한 규정 제 30 조에 의하여 설치하는 도로의 부속시설이다.

본 지침은 충격흡수시설의 기능, 종류, 형식선정, 설치 및 유지 관리에 관한 기술적인 사항을 정한 것이다.

1.2 적용 범위

본 지침은 도로의 구조·시설 기준에 관한 규정에 의한 충격흡수시설의 설치 및 관리에 적용한다.

본 지침은 도로법 제 11 조에서 정하고 있는 도로에 적용함을 원칙으로 하되, 기타 도로에도 준용할 수 있다.

[설명]

도로관리자는 본 지침의 기술적 기준에 의하여 관할 도로의 기능, 도로·교통 조건 등을 감안하여 충격흡수시설을 설치해야 할 장소를 판단하고, 적합한 기능을 갖춘 시설을 설치한다.

본 지침에서 규정한 시설 이외의 유사 충격흡수시설 또는 신제품은 부록에서 제시하는 평가 기준과의 적합성을 검토한 후 적용해야 한다.

본 지침에서 제시하고 있는 조건과는 다른 특수한 경우에서의 적용은 본 지침의 기본 개념을 토대로 하여, 특수 조건에 적합한 충격흡수시설을 개발·적용할 수 있다. 단, 이 경우에도 본 지침에서 정한 평가 기준을 만족시켜야 한다.

1.3 용어의 정의

충격흡수시설은 주행 차로를 벗어난 차량이 고정된 구조물 등과 직접 충돌하는 것을 방지하여, 교통사고의 치명도를 낮추는 시설이다.

[설명]

충격흡수시설 설치의 주목적은 차량이 고정된 구조물과 충돌시, 차량을 정지시키거나 방향을 교정하여 탑승자의 안전을 확보하는 것이다. 부차적으로는 차량과 장애물의 충돌 후 발생할 수 있는 2 차 사고를 예방하고, 교각 등과 같은 도로의 주요 구조물을 보호하는 역할을 한다.

본 지침에서 사용된 용어의 정의는 다음과 같다.

● 복원형 충격흡수시설(redirection type crashcushion) : 차량을 본래의 주행차로 방향으로 복원해주는 기능을 가진 충격흡수시설을 말함.

● 비복원형 충격흡수시설(non-redirection type crashcushion) : 차량의 충격을 시설이 완전히 흡수함으로써, 차량이 정지하도록 하는 기능을 가진 충격흡수시설을 말함.

● 충돌 설계속도 : 충격흡수시설을 설계시, 차량이 충돌할 경우의 예상되는 속도를 의미하며, 일반적으로 설치 구간의 평균 주행속도를 적용함.

2. 기능 및 종류

2.1 기능

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

[설명]

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 복원시켜주는 것이다.

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

2.2 종류

충격흡수시설의 종류를 용도에 따라 구분하면 다음과 같다.

가. 일반적 충격흡수시설

1) 헥스폼 샌드위치(Hex-Foam Sandwich System)

2) G-R-E-A-T(Guardrail Energy Absorbing Terminal)

3) 쿼드기드(Quadguard System)

4) CIAS(Connecticut Impact Attenuating System)

5) REACT350(Reusable Energy Absorbing Crash Terminal)

6) LMA(Low Maintenance Attenuator)

7) 모래채움통(Sand Barrel)

8) 하이드로 셀 클러스터(Hi-dro Cell Cluster)

9) 쇠사슬망 장치(Dragnet)

10) 불노즈(Bullnose Attenuator)

나. 단부처리용 충격흡수시설

1) CAT(Crash Cushion Attenuating Terminal)

2) Brakemaster

3) ET-2000(Extruder Terminal)

4) ADIEM(Advanced Dynamic Impact Extension Module)

5) N-E-A-T(Non-Redirective Energy-absorbing Terminal)

6) TREND(Transition End Treatment)

다. 특수목적용 충격흡수시설

1) 충격 방호벽(Cushion Wall)

2) 트럭부착용 충격흡수시설(Truck Mounted Attenuator)

주) 여기에 소개된 제품은 그 성능이 검증되어 선진국 등지에서 활용되고 고유명사화된 것으로, 외국에서도 명칭은 원문 그대로 사용하고 있다. 각 제품에 대한 상세한 특성은 본 지침의 부록 2 에서 소개하였다.

[설명]

충격흡수시설은 차량의 충격에너지를 흡수하는 방법이나 기능상의 차이에 의해서도 구분될 수 있다.

충격흡수시설은 에너지를 흡수하는 방법에 의해서 관성형, 비관성형으로 구분할 수 있다. 관성형은 운동량 보존의 법칙을 적용한 형식으로, 차량의 충격에너지를 시설로 전이시켜, 차량을 정지시킨다. 대표적인 예로는 모래채움통이 있다. 비관성형은 시설의 변형을 통해 충격에너지를 흡수하는 원리를 이용한 것으로, 대부분의 충격흡수시설이 이 원리를 적용하고 있다.

충격흡수시설은 기능상 차이에 따라 복원형과 비복원형으로 구분할 수 있다. 복원형은 충돌차량이 주행차로를 이탈하여 고정된 구조물과 충돌하는경우, 차량을 본래의 주행차로로 복원시켜 주행의 연속성이 유지되도록 하는 기능을 수행한다.

(그림 2.1 참조)

복원형 충격흡수시설은 초기 설치비용이 많이 드는 반면, 유지관리 비용이 적게 드는 장점이 있기 때문에 잦은 충돌 사고가 예상되는 곳에 사용하는것이 바람직하다. 그러나 경우에 따라, 차량이 복원된 후에 2 차 사고 등의 발생 소지가 있으므로 설치장소를 선정시 주의를 기울여야 한다.

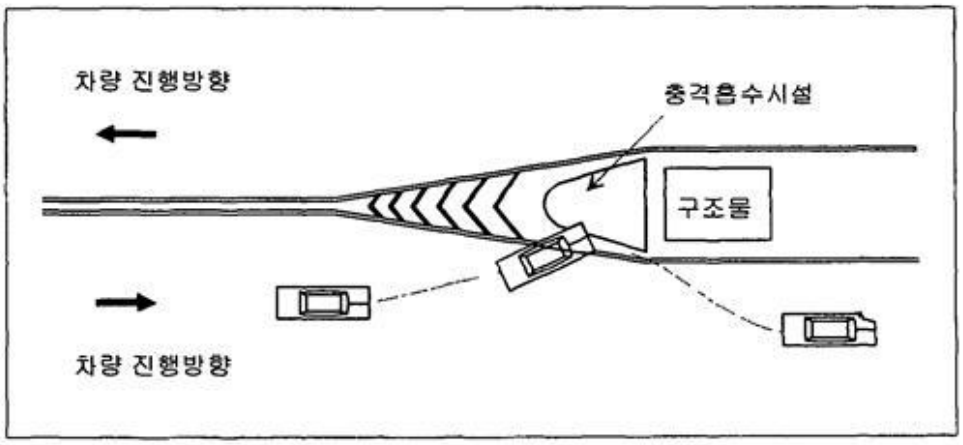


그림 2.1 복원형 충격흡수시설의 수행 예

비복원형 충격흡수시설은 차량 충돌시 차량의 충격에너지를 점진적으로 감소시켜, 차량을 안전하게 정지토록 하는 기능을 가지고 있다.

(그림 2.2 참조)

비복원형은 복원형에 비해 초기 설치비가 적은 반면, 잦은 충돌이 예상되는 장소 등에서는 시설의 잦은 교체로 인한 노무비 등 유지관리비가 많이 드는 단점이 있다.

또한, 비복원형 충격흡수시설이 설치된 장소는 감속된 차량이 안전하게 정지할 수 있도록 충분한 여유공간이 있어야 한다.

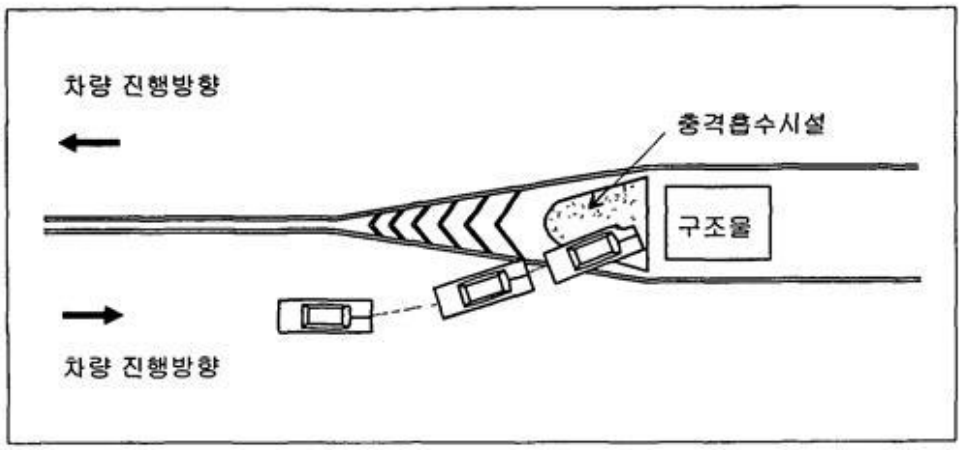


그림 2.2 비복원형 충격흡수시설의 수행 예

2.3 시설 선정

충격흡수시설은 다음 사항을 고려하여 선정한다.

■ 설치장소의 도로・교통 조건

■ 설치장소의 길이와 폭

■ 충격흡수시설의 수행도

■ 경제성(초기 설치비, 유지관리비 등)

[설명]

충격흡수시설의 선정은 도로 선형 등과 같은 도로 조건, 충돌 설계속도 등과 같은 교통 조건, 설치 장소의 길이와 폭 등의 여유 공간, 충격흡수시설의 수행도, 초기설치비, 유지관리비 등의 경제성을 면밀히 검토한 후 행한다.

충격흡수시설의 선정 과정은 그림 2.3 과 같다.

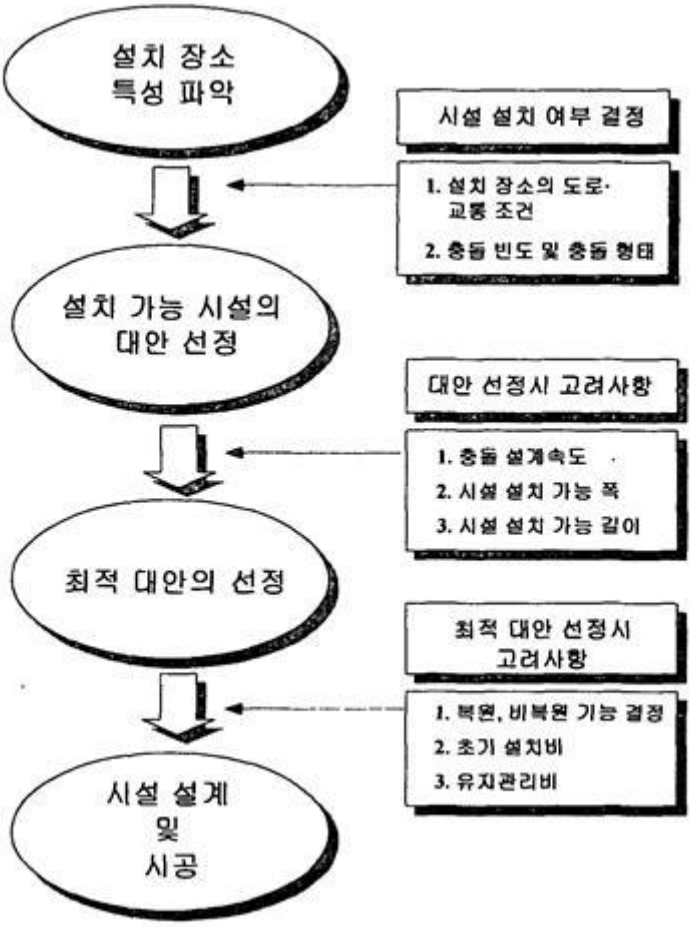


그림 2.3 충격흡수시설의 선정 과정

가. 설치 장소 특성 파악

충격흡수시설 선정의 1 단계로, 충격흡수시설을 설치할 장소의 도로・교통조건 등을 조사한다.

설치 장소의 도로・교통 조건이란 도로의 선형이나 구배 등과 같은 도로의 기하 구조 특성과 설치 구간의 충돌 설계속도를 예상하기 위한 주행속도등과 같은 교통특성을 말한다.

특히, 차량 주행속도 등의 교통 조건은 설치할 충격흡수시설의 수행도를 결정할 때 고려되는 중요한 요소 가운데 하나이다. 예를 들어, 하이드로 셀 클러스터와 같은 시설은 70km/시 이하의 속도로 충돌하는 차량을 방호하는 수행도를 갖고 있다.

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

나. 설치 가능 시설의 대안 선정

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

우리 나라와 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 여유공간이 확보된 경우는 다양한 시설을 선정할 수 있으며, 충돌설계속도에 따라 설치 장소에 적합한 시설을 설계할 수 있다.

그러나, 도시부 도로 등과 같이 충격흡수시설을 설치할 충분한 여유 공간이 확보되지 못한 곳에서는 그림 2.4 에 제시된 설치 사례와 같이 방호울타리를 설치하여 차량의 탑승자와 방호 대상물을 보호하는 방안이 고려될 수 있다.

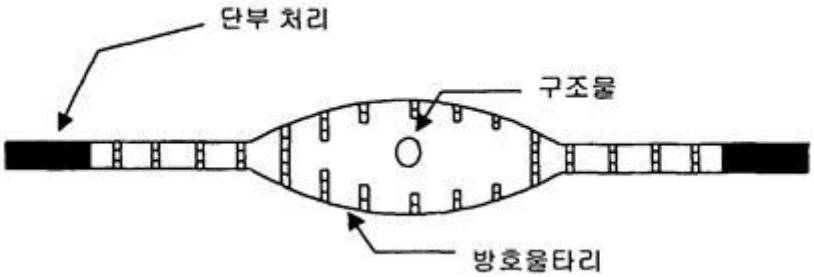


그림 2.4 폭이 좁은 곳에서의 방호울타리 설치 예

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 특별시방서를 작성하고, 시공자는 이에 부합하도록 시공한다.

시설의 설계 예로, 복원형 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. 설치 장소

충격흡수시설은 다음과 같이 차량의 충돌이 예상되는 장소에 설치한다.

■ 교각, 교대

■ 연결로 출구 분기점

■ 방호울타리 단부

■ 고속도로 톨게이트

■ 터널 및 지하차도 입구

■ 도로표지, 조명시설 등의 각종 지주

■ 옹벽, 곡선부 내리막 구배 구간

■ 기타 차량과의 충돌로 인해 인명과 시설을 보호해야 할 필요가 있는 장소

[설명]

가. 교각, 교대

도로상의 교각, 교대에는 충돌하는 차량의 탑승자를 보호하고, 교량의 구조적 안전성을 유지하기 위하여 설치함을 원칙으로 한다.

교각의 폭은 다양하므로, 폭에 적합하면서 필요한 수행도가 발휘될 수 있는 시설물을 선정하여 설치한다. 단, 차량의 주행차로와 충격흡수시설 사이의 측방여유는 가능한 충분히 확보한다.

나. 연결로 출구 분기점

연결로 출구 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 적극적으로 설치한다.

다. 방호울타리 단부

방호울타리의 단부는 차량의 충돌시, 탑승자의 심한 부상이 발생할 소지가 높으므로, 단부 처리용 충격흡수시설을 적극 설치한다.

라. 고속도로 톨게이트

고속도로 톨게이트 진입로는 차량들의 무리한 차로 변경 등으로 차량이 톨게이트 앞 구조물에 충돌하는 사고가 많다. 이런 장소에서는 비교적 차량들이 저속으로 주행하므로 이에 적합한 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.

바. 도로표지판, 조명시설 등의 각종 지주

도로표지, 조명시설 등의 지주가 설치되어있는 장소는 일반적으로 노측용 방호울타리를 이용하여 차량과의 직접 충돌을 효과적으로 방지할 수 있다. 특히, 차량이 노측용 방호울타리를 통과하여 2 차 사고의 발생 소지가 있는 장소와 방호울타리의 설치가 곤란한 지점의 경우에는 충격흡수시설을 설치할 수 있다.

사. 옹벽 및 곡선부 내리막 구배 구간

옹벽 및 곡선부 내리막 구배 구간에서는 충격방호벽 등과 같은 충격흡수시설이 적용될 수 있다.

특히, 곡선부 내리막 구배 구간에는 비교적 차량의 주행속도가 높아 운전자의 시야에 제약이 있는 경우가 많고, 충돌 사고가 빈번히 발생할 소지가 높으므로, 충격흡수시설의 적극적인 설치가 필요하다.

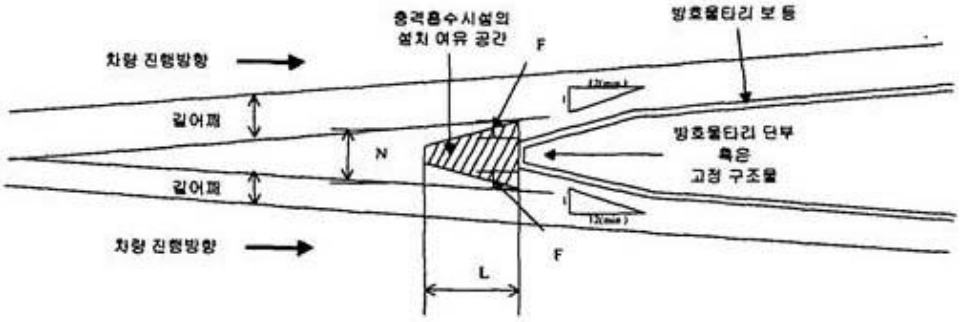
4. 설치

충격흡수시설은 다음의 사항을 고려하여 설치한다.

- 설치 공간
- 설치 방향
- 설치 장소의 시선유도

4.1 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 4.1, 표 4.1 과 같다. 그림 4.1 은 연결로 출구 분기점에서 충돌 설계속도에따라 충격흡수시설이 설치될 여유 공간의 길이와 폭을 제시하고 있으며, 이 값은 충격흡수시설이 설치될 수 있는 기타의 장소에서도 적용될 수 있다.



출처 : AASHTO, Roadside Design Guide, 1996.

그림 4.1 연결로 출구 분기점에서의 시설 설치 여유 공간

표 4.1 충돌 설계속도에 따른 시설 설치 여유 공간

단위(m)

충돌 설계속도 (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
80	2	5	0.5	2.5	7.5	1	3.5	10	1.5
110	2	8.5	0.5	2.5	13.5	1	3.5	17	1.5
130	2	11	0.5	2.5	17	1	3.5	21	1.5

출처 : AASHTO, Roadside Design Guide, 1996.

표 4.1 의 설치 공간 제약 지점은 시설을 설치할 충분한 공간의 확보가 어려워 추가로 노력이 요구되는 지점을 말하며, 설치 공간 확보 지점은 해당구간에 시설을 설치하기에 충분한 공간을 확보한 지점이다. 충격흡수시설의 수행도 측면에서는 표 4.1 의 추천값을 취하는 것이 바람직하다.

4.2 설치 방향

평탄한 지형의 광폭 중앙분리대 안에 있는 고정 물체나 중앙분리대용 방호울타리와 같은 시설물이 방호 대상물인 경우에는 그림 4.2 의 (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

각주 003)

를 참고하여 차량 진행방향으로 10° 이하의 값을 제시하였다.

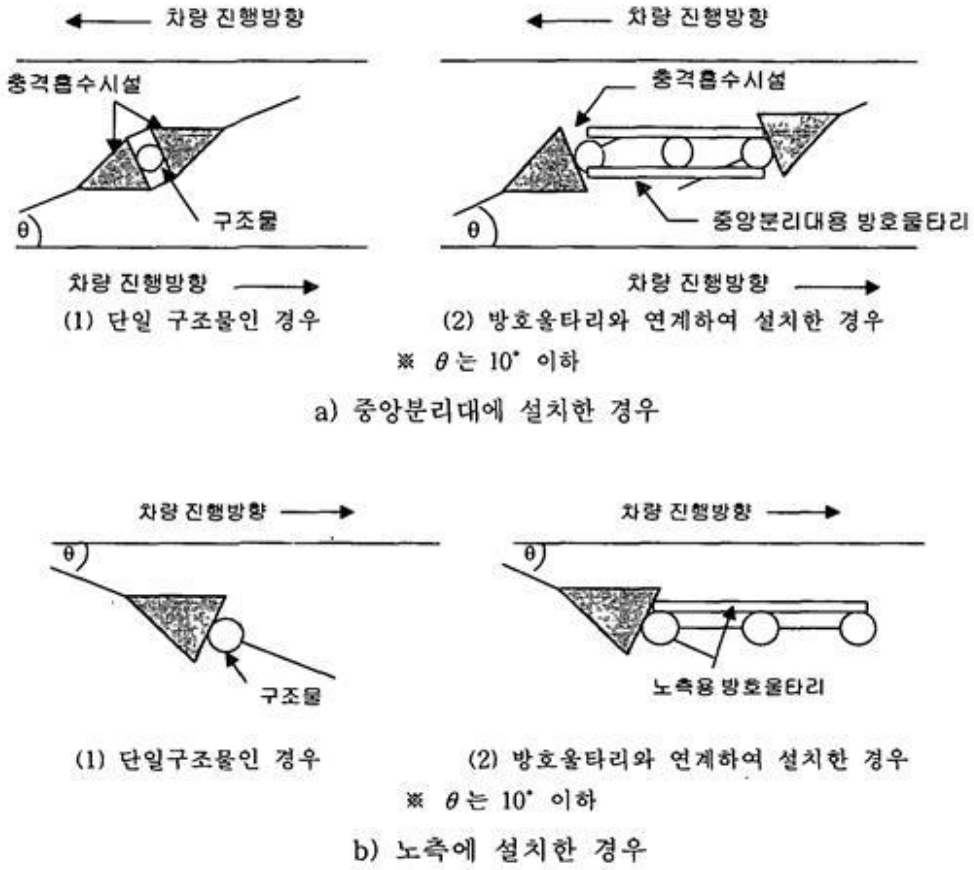


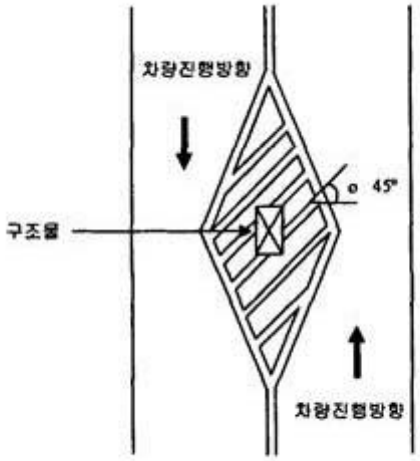
그림 4.2 충격흡수시설의 설치 방향

4.3 설치 장소의 시선 유도

충격흡수시설은 기능상 운전자와 도로 구조물을 보호하는 기능을 수행하지만, 경우에 따라 주행하는 운전자에게 장애물로 간주될 수 있다. 따라서, 장애물 표적표지와 같은 적절한 안전표지를 충격흡수시설 전방에 설치하여 운전자가 충분한 여유를 가지고 적절한 대응을 할 수 있도록 한다.

가. 노면 표시

도로의 중앙에 장애물이 있는 경우는, 노면표시 605 번 노상장애물 표시를 그림 4.3 과 같이 장애물을 중심으로 황색선이 양측 교통을 분리하도록 설치한다.



출처 : 경찰청, 교통안전시설 실무 편람, 1996.

그림 4.3 노상장애물 표시 설치 예

또한, 운전자가 충격흡수시설 설치 여부를 확인할 수 있도록 표지병 등 시선유도시설을 설치하여 노상 장애물의 존재에 대한 적절한 대응을 취할 수 있도록 유도한다.

나. 구조물 도색

구조물 자체의 시인성을 높이기 위해서는 다음과 같이 도색으로 처리한다. 도색은 도료나 재귀반사체 등을 이용하여 시행한다.

1) 교각, 교대

교각, 교대에는 그림 4.4 와 같이 도색한다.

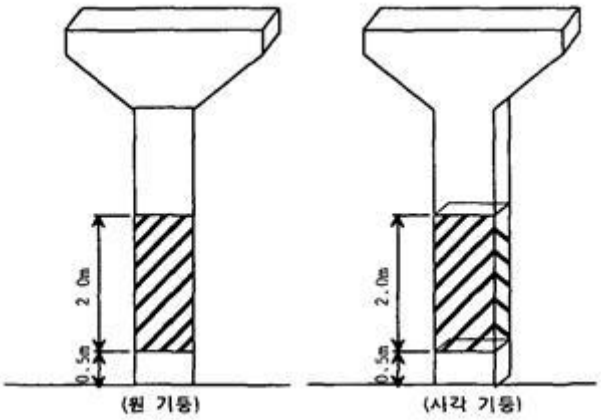


그림 4.4 교각, 교대의 도색 예

2) 지하차도 기둥

지하차도 기둥에 기초가 있을 경우 기초부 상단에 표시하며, 기초가 없을 경우 노면에서 1m 상단에 표시하며, 그림 4.5 와 같이 주행방향의 전면에 도색한다.

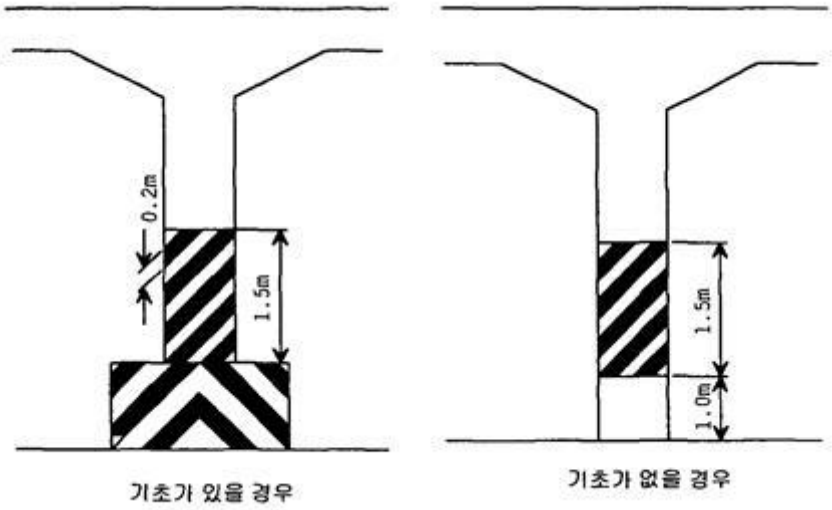


그림 4.5 지하차도 기둥의 도색 예

3) 터널 입구

터널 입구에는 그림 4.6 과 같이 도색한다.

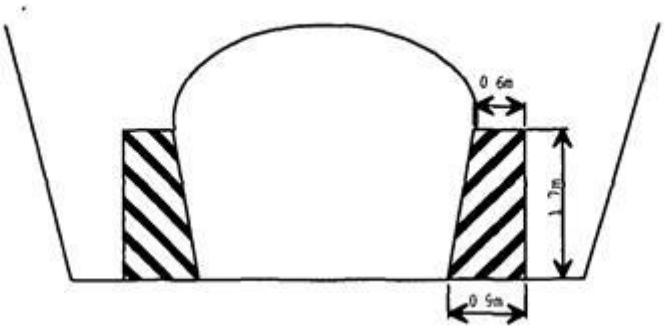


그림 4.6 터널 입구의 도색 예

4) 고속도로 톨게이트

고속도로 톨게이트에는 그림 4.7 과 같이 도색한다.

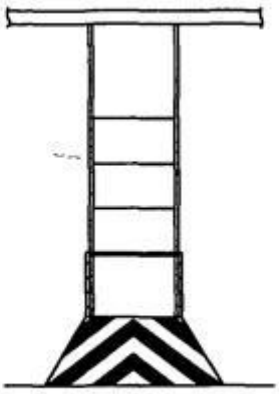


그림 4.7 고속도로 톨게이트의 도색 예

5) 전주 및 기타 구조물

전주 및 기타 구조물에는 그림 4.8 과 같이 도색한다.

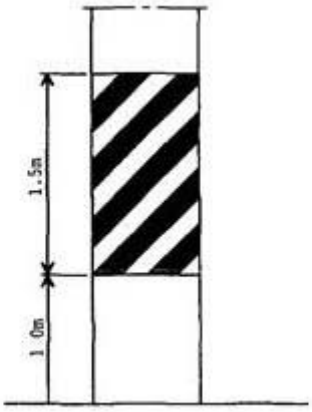


그림 4.8 전주 및 기타 구조물의 도색 예

5. 유지 관리

충격흡수시설이 제 기능을 빌휘할 수 있도록 주기적인 점검·유지보수를 하고, 관련 기록을 유지한다.

점검 결과에 따라 보수나 대체가 필요한 경우 신속히 대응, 처리한다.

[설명]

설치된 시설의 손상여부를 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, 파손여부와 완충패널의 충돌 여부를 확인하여, 시설이 적정 수행도를 발휘할 수 있도록 한다.

충격흡수시설의 시선유도를 위한 관련시설의 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 반영되도록 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 1 시간 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.

부 록

부록 1. 충격흡수시설의 실물 충돌실험 평가 기준 1.1 실험 개요 충격흡수시설은 주행 차로를 벗어난 차량이 주위의 고정물과 직접 충돌하는 것을 방지하여, 교통사고의 치명도를 낮추는 시설이다.

충격흡수시설은 탑승자를 효과적으로 보호할 수 있는 기능을 가져야 하며, 이러한 기능은 실물 충돌실험에 의해 평가된다.

충격흡수시설의 수행도에 관한 현 기준인 '도로안전시설 설치 편람(건설부, 1989.)'은 충격흡수시설의 성능기준을 제시하고는 있으나, 충돌실험 조건과 평가 기준이 구체적으로 명시되지 않아, 성능기준의 활용이 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

따라서, 본 지침은 제 외국의 기준 등을 참고하여, 충격흡수시설의 실물 충돌실험에 관한 보다 구체적인 기준을 제시하고자 한다.

본 기준에서는 도로관리자가 설치 장소의 도로・교통조건이나 경제성 등을 감안하여

충격흡수시설을 선정할 수 있도록 하기 위해, 충격흡수시설의 수행도에 따라 시설 등급을 구분할 수 있도록 기준을 제시하였다. 단, 탑승자의 안전에 관한 기준은 절대값을 제시하여 반드시 기준을 만족하는 시설이 사용될 수 있도록 하였다.

본 기준은 향후에 교통사고 등에 대한 지속적인 연구를 통해 우리 나라의 교통환경에 보다 적합한 평가 기준으로 발전되어야 할 것이다.

1.2 평가 항목과 충돌 조건 가. 평가 항목

충격흡수시설의 성능은 다음의 평가 항목에 의거하여 검증한다.

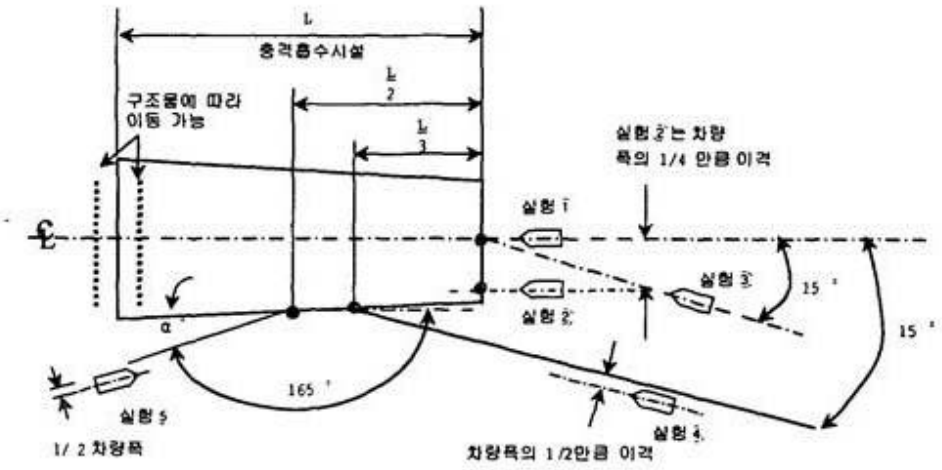
- 탑승자 안전
- 충격흡수시설의 충돌 후 거동
- 차량의 충돌 후 거동

나. 충돌 조건

충격흡수시설의 실물 충돌실험 조건은 다음 부록-표 1.1 과 같다.

부록-표 1.1 충격흡수시설 실물 충돌실험 조건

실험 구분	충돌 방향, 충돌 위치	차량 총중량(kg)	속도 (km/시)	충돌 위치 및 방향 해설도
실험 ①-1 실험 ①-2	정면, 시설 중앙	800 1,500	80 80	부록-그림 1.1의 실험 ①
실험 ②	정면, 중앙에서 차량 폭의 1/4	800	80	부록-그림 1.1의 실험 ②
실험 ③	정면(단부), 15°	1,500	80	부록-그림 1.1의 실험 ③
실험 ④	측면, 15°	1,500	80	부록-그림 1.1의 실험 ④
실험 ⑤	측면, 165°	1,500	80	부록-그림 1.1의 실험 ⑤



* $\alpha < 5°$ 인 경우 실험⑤ 생략

부록-그림 1.1 충돌 차량의 충돌 위치 및 충돌 방향(실험 ① ~ 실험 ⑤)

충격흡수시설의 수행도 평가는 시설의 종류(복원형, 비복원형)에 따라 부록-표 1.2 와 같이 구분하여 실시하며, 충격흡수시설의 수행도에 따라 A 와 B 로 나누어, 도로관리자가 설치 장소의 도로・교통조건이나 경제성 등을 감안하여 시설을 선정할 수 있도록 하였다.

부록-표 1.2 충격흡수시설의 종류별 충돌 실험

수행도 구분	종류	충돌 실험					
A	복원형	실험 ①-1	실험 ①-2	실험 ②	실험 ③	실험 ④	실험 ⑤*
	비복원형	실험 ①-1	실험 ①-2	실험 ②	실험 ③	-	-
B	복원형	-	실험 ①-2	실험 ②	-	실험 ④	-
	비복원형	-	실험 ①-2	실험 ②	-	-	-

주) * : 차량이 제시된 충돌 접근방향으로 진입할 수 없는 경우 생략 가능함.

1.3 평가 기준 가. 탑승자 안전

탑승자의 안전은 ASI(Acceleration Severity Index), THIV(Theoretical Head Impact Velocity), PHD(Post-impact Head Deceleration)를 계산하여 평가하며, 이 지수들의 설명과 계산은 부록 1.6 절에서 제시하였다.

충격흡수시설은 탑승자의 안전을 위하여 ASI, THIV 및 PHD 를 계산하여 부록-표 1.3 과 같은 조건을 만족하여야 한다.

부록-표 1.3 탑승자 안전지수

탑승자 안전지수		
ASI ≤ 1.0	THIV ≤ 44km/시 (실험 ①, ②, ③) THIV ≤ 33 km/시 (실험 ④, ⑤)	PHD ≤ 20g ($g=9.8m/sec^2$)

나. 충격흡수시설의 거동

충격흡수시설의 거동은 다음의 평가 기준을 만족하여야 한다.

● 충격흡수시설의 어느 부분도 차량의 콤파트먼트(compartment)를 관통하지 말아야 한다. 또한, 탑승자에게 큰 부상을 줄 수 있는 차량 콤파트먼트의 변위도 없어야 한다.

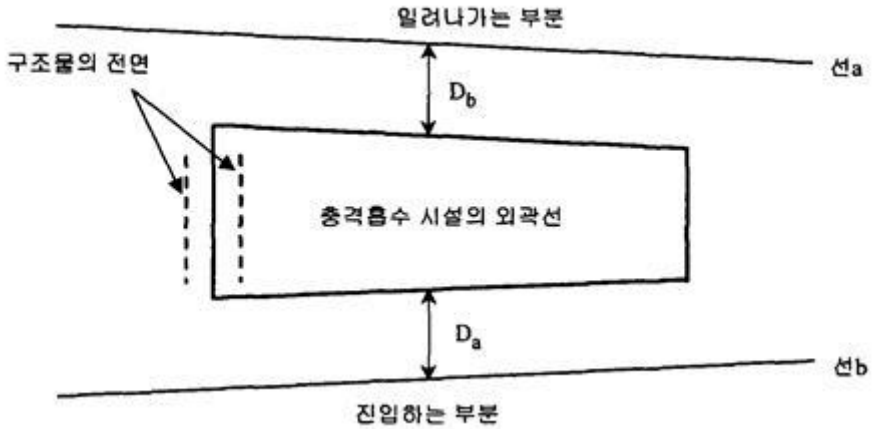
● 기능상 요구되는 경우를 제외하고는, 시설물의 주요 부분이 분리되거나 인접 차로를 침범해서는 안 된다. 차량과의 충돌 후, 무게 2kg 이상의 충격흡수시설 부재가 놓이는 최종 위치 D_{a}, D_{b}의 범위에 따라, 충격흡수시설의 등급을 D1~D4 까지 구분하였다.

(부록-그림 1.2 참조)

(부록-표 1.4 참조)

실험보고서에는 이 등급을 기록함으로써 도로관리자가 현장 여건에 부합하는 수준의 시설을 선택하여 설치할 수 있게 한다.

● 변형된 충격흡수시설이 부록-그림 1.2 의 점선으로 표시된 구조물의 전면에 접근해서는 안 된다.



부록-그림 1.2 충격흡수시설의 변형 한계

부록-표 1.4 충격흡수시설의 변형 정도에 따른 등급

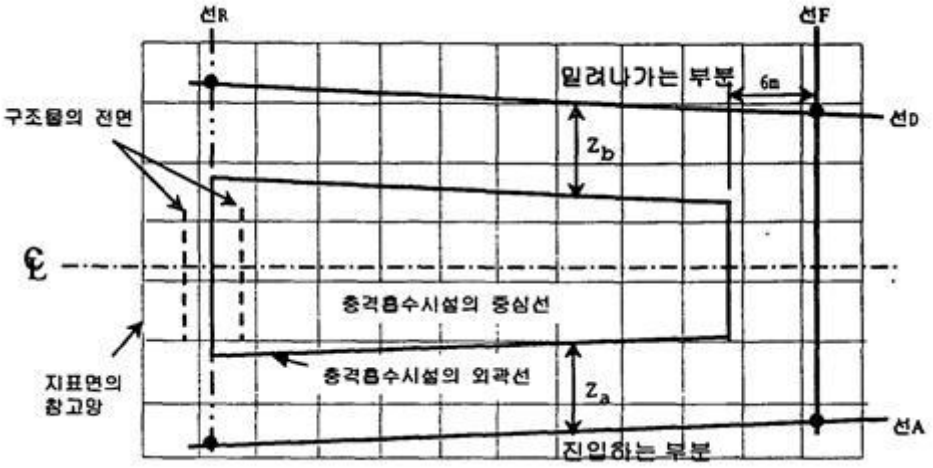
단위(m)

충격흡수시설의 등급	변형 수준	
	D_a	D_b
D1	0.5	0.5
D2	1.0	1.0
D3	2.0	2.0
D4	3.0	3.0

다. 차량의 충돌 후 거동

차량이 충돌 중에는 약간의 Yawing, Rolling, Pitching 이 있더라도 충돌 후에는 지면에 바로 서 있어야 한다.

충돌 후 차량의 거동에 대한 평가는 부록-그림 1.3 과 같이, 충격흡수시설의 외곽과 외곽에서 일정 거리를 두고 그은 경계선을 통해 이루어진다.



부록-그림 1.3 가상의 탈출 박스

그림에서, 충격흡수시설의 외곽 경계선 'F'는 충격흡수시설의 중심선에 수직하고, 충격흡수시설 박스 앞 6m 에 위치한다. 경계선 'A'와 'D'는 충격흡수시설 외곽의 양 측면에 수평한 선으로, 충격흡수시설 외곽과 이 선 사이의 거리인 Z_{a}와 Z_{b}도 평가 항목에 포함되어 있다.

경계선 'R'은 충격흡수시설의 중심선에 수직하고, 충격흡수시설의 끝을 나타낸다.

차량의 충돌 후 거동에 대한 평가는 다음과 같다.

● 어느 경우라도 고정물의 전면을 나타내는 점선으로 충돌 차량이 진입해서는 안 된다.

● 충돌실험에 따라 실험시, 어느 경우에도 차량의 바퀴가 부록-표 1.5 에 제시된 충격흡수시설 외곽 주위의 경계선 A, D, F, R 에 접근해서는 안 된다(단, 경계선에 접근할 때 차량중심의 접근속도가 충돌 속도의 10% 이하일 때는 제외).

부록-표 1.5 충격흡수시설 탈출 박스 경계선

실험 종류	탈출 박스 경계선
실험 ①	F, A, D, R
실험 ②, ③, ④	F, A, D
실험 ⑤	A

● 충격흡수시설의 외곽에서 경계선 C 와 D 까지의 거리인 Z_{a}와 Z_{b}의 거리에 따라 충격흡수시설의 등급을 다음 부록-표 1.6 과 같이 Z_1 , Z_2 로 구분한다.

(부록-그림 1.3 참조)

실험보고서에는 이 등급을 기록함으로써 도로관리자가 현장 여건에 부합하는 수준의 시설을 선택하여 설치할수 있게 한다.

부록-표 1.6 차량의 탈출 범위에 따른 충격흡수시설의 등급

단위(m)

충격흡수시설의 등급	Z_a	Z_b
Z_1	4	4
Z_2	6	6

1.4 충돌실험장 가. 일반 사항

실험장은 평평하고, 구배는 2.5% 이하이어야 한다. 충돌 차량을 필요한 속도로 가속시킬 수 있어야 하며, 포장이 되어 있어야 한다. 충돌실험시에는 물, 얼음 등이 실험에 지장을 주어서는 안 된다.

충돌 후 차량의 궤적을 관찰하기 위해 포장 부위를 예상되는 충돌 지점으로부터 폭 15m, 길이 40m 이상 연장하여 설치한다.

나. 충돌실험차량

충돌실험차량은 현재 국내에 판매되고 있는 차량을 선정하여 실험하고, 충돌실험차량이 앞서 언급한 충격흡수시설의 외곽 경계선을 완전히 통과하기 전에는 브레이크나 기타의 수단을 통해 운동을 제한해서는 안 된다.

다. 충돌 부위

충돌 부위는 최악의 충돌 조건을 부여하도록 선택하며, 설계에서 민감하게 취급된 부분을 포함시킨다. 일반적으로, 부록-그림 1.1 의 기준을 준수한다.

라. 실험 자료의 기록

1) 실험 전

● 실험 상태의 차량 중량, 중심

● 차량 안과 바깥 사진

● 충격흡수시설의 설치 현황 사진

2) 실험 자료

● 차량 충돌 속도

● 충돌 차량의 접근 경로

● 필요시 차량의 탈출 속도

● 선형 가속도 및 각속도

● 충돌 후 10~15 분 후 변위 계측

● 고속 촬영기록(차량의 거동과 충격흡수시설의 거동을 살필 수 있도록 배치된 고속 카메라 이용)

● 부록-그림 1.3 의 탈출 박스에 차량의 앞바퀴가 접근할 때의 차량 중심 이탈 속도

3) 실험 후

● 충격흡수시설의 파손

● 보고서에 참고할 추가 사진

● 대기 온도

마. 차량 운동의 계측

실험 차량에는 진행방향과 진행방향에 수직인 방향의 가속도를 측정할 수 있도록, 최소 2 개의 가속도계를 설치하고, 각속도를 측정할 수 있는 센서를 부착한다.

세 개의 센서는 차량의 중심에 근접한 곳의 블럭에 같이 부착한다. 요각은(Yaw angle) 오차범위 ±4˚ 에서 사진 기록으로부터 혹은 각속도를 적분해서 구한다. 샘플링 간격이 50ms(milliseconds) 이상이어서는 안 된다.

차량이 최초로 안전시설에 접촉하는 순간을 포착할 수 있도록 Event Indicator 를 설치하는 것이 좋다.

바. 촬영

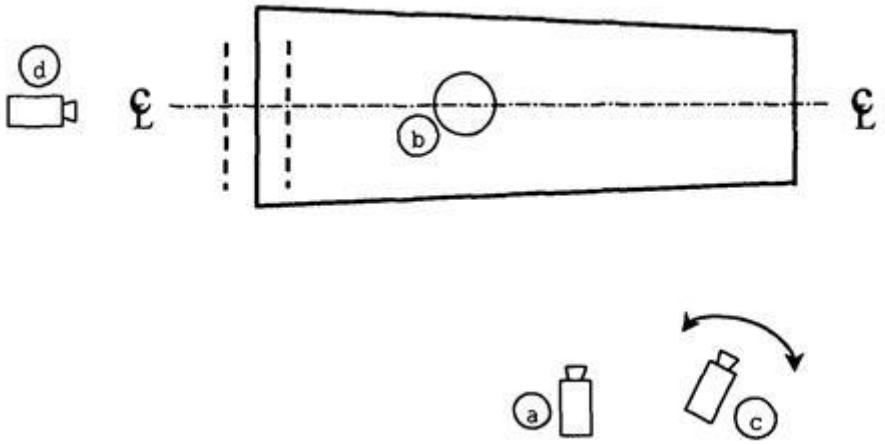
촬영은 충돌 전후 차량과 충격흡수시설의 거동을 충분히 관찰할 수 있게한다. 고속카메라는 최소 초당 200 프레임의 성능을 가져야 한다. 최소한 2 대의 고속카메라와 1 대의 일반카메라를 다음과 같이 배치한다.

● 충격흡수시설의 중심선에 수직한 고속카메라 1 대(부록-그림 1.4 의 ⓐ)

● 충돌 전 6m 지점으로부터 충돌 후 충격흡수시설의 성능을 평가할 수 있는 거리까지 촬영이 가능한 지상 고속카메라 1 대(부록-그림 1.4 의 ⓑ)

● 회전이 가능한 고속 카메라로 차량의 진행을 촬영할 수 있는 카메라(부록-그림 1.4 의 ⓒ)

● 충돌 차량의 앞에서 충돌 차량의 롤링(Rolling), 수직운동, 관통 등을 측정할 수 있는 고속카메라 1 대(부록-그림 1.4 의 ⓓ, 선택적임)



부록-그림 1.4 충돌실험 기록을 위한 카메라의 배치도

1.5 탑승자 안전지수의 계산 가. ASI(Acceleration Severity Index)

1) ASI 의 개념

ASI 는 시간에 대한 무차원의 스칼라양으로 차량의 임의점에서 항상 양의값을 가지며, 1 보다 클수록 그 점에서의 탑승자 위험도는 커진다.

ASI 는 다음 공식으로 계산한다.

$$ASI(t)=\left[\left(\frac{\bar{a}_x}{\hat{a}_x}\right)^2+\left(\frac{\bar{a}_y}{\hat{a}_y}\right)^2+\left(\frac{\bar{a}_z}{\hat{a}_z}\right)^2\right]$$

여기서, hat{a}_{x}, hat{a}_{y}, hat{z}_{x}, : x, y, z(차축 좌표계)축 방향의 한계 가속도로,

안전띠 착용시 hat{a}_{x},=12g, hat{a}_{y}=9g, hat{a}_{z}=10g

overline{a}_{x}, overline{a}_{y}, overline{a}_{z} : 충돌 지점의 시간 간격 50ms 에 대한 평균 가속도

$$\overline{a_x}=\frac{1}{\delta}\int_t^{t+\delta}a_x dt\ ,\quad \overline{a_y}=\frac{1}{\delta}\int_t^{t+\delta}a_y dt\ ,\quad \overline{a_z}=\frac{1}{\delta}\int_t^{t+\delta}a_z dt$$

2) ASI 의 계산과정

● 절차 1 : 3 축의 가속도를 초당 S 회 계측

$$\begin{array}{l} {}^1a_x,\ {}^2a_x,\ \cdots,\ {}^{k-1}a_x,\ {}^ka_x,\ {}^{k+1}a_x,\ \cdots,\ {}^Na_x \\ {}^1a_y,\ {}^2a_y,\ \cdots,\ {}^{k-1}a_y,\ {}^ka_y,\ {}^{k+1}a_y,\ \cdots,\ {}^Na_y \\ {}^1a_z,\ {}^2a_z,\ \cdots,\ {}^{k-1}a_z,\ {}^ka_z,\ {}^{k+1}a_z,\ \cdots,\ {}^Na_z \end{array}$$

● 절차 2 : δ=0.05 초 동안의 표본수 m 을 계산

m=INT(0.05 x S), INT(R)은 R 에 가장 가까운 정수임.

● 절차 3 : 평균 가속도 계산

$${}^k\bar{a}_x=\frac{1}{m}\left({}^ka_x+{}^{k+1}a_x+{}^{k+2}a_x+\cdots+{}^{k+m}a_x\right)=\frac{1}{m}\sum_{j=k}^{k+m}{}^ja_x$$

$${}^k\bar{a}_y=\frac{1}{m}\left({}^ka_y+{}^{k+1}a_y+{}^{k+2}a_y+\cdots+{}^{k+m}a_y\right)=\frac{1}{m}\sum_{j=k}^{k+m}{}^ja_y$$

$${}^k\bar{a}_z=\frac{1}{m}\left({}^ka_z+{}^{k+1}a_z+{}^{k+2}a_z+\cdots+{}^{k+m}a_z\right)=\frac{1}{m}\sum_{j=k}^{k+m}{}^ja_z$$

● 절차 4 : ASI 를 시간의 함수로 계산

$${}^kASI=\left[\left({}^k\bar{a}_x/12\right)^2+\left({}^k\bar{a}_y/9\right)^2+\left({}^k\bar{a}_z/10\right)^2\right]^{1/2}$$

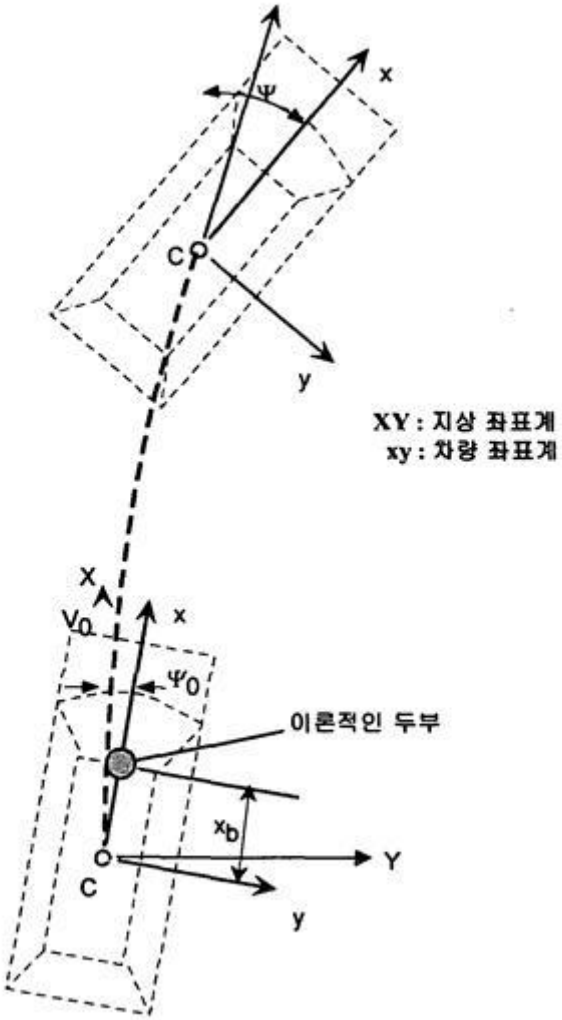
● 절차 5 : k 개의 ASI 값들 중에서 최대값을 구한다.

$$ASI=\max\left({}^kASI\right)$$

나. THIV(Theoritical Head Impact Velocity)와 PHD(Post-impact Head Deceleration)

1) THIV(Theoritical Head Impact Velocity)

THIV 는 차량이 안전시설에 충돌할 때 탑승자의 충격 위험도를 평가하기위한 지수이다. 차량이 구조물에 접하는 순간 차량은 병진 운동을 하기 때문에 차량과 탑승자의 머리는 같은 평면상에서 일정 속도 V_{0}를 갖는다고 가정할 수 있다. 충돌이 진행되는 동안 충돌 차량은 평면상에서만 운동한다고 가정할 수 있다. 차량이 전복되지 않는 한 차량의 Yawing, Rolling, Pitching 은 시설의 수행도를 판단하는 데 있어 주된 관심사항이 아니며, 극단적인 수직운동은 육안 혹은 필름 분석으로 합격 여부를 처리할 수 있다.



부록-그림 1.5 지면에서 차량의 구성

THIV 의 계산에는 아래와 같은 두 가지 좌표를 사용한다.

(부록-그림 1.5 참조)

C_{xy}는 차량 좌표계로 x 는 종방향, y 는 횡방향을 나타낸다.

C 는 차량 중심 부근점으로 두 개의 가속도계와 yaw rate sensor 를 부착하여, \ddot{x}_{c},

\ddot{y}_{c}, \ddot{φ}를 계측한다.

OXY 는 지상 좌표계로, X 축은 속도 V_{0}와 동일한 방향이고, O 는 C 의 초기위치와 일치한다.

X_{c}(t)와 Y_{c}(t)는 C 의 지상 좌표이고, X_{b}(t), Y_{b}(t)는 두부의 지상 좌표이다.

(1) 차량의 운동

시간 t = 0 에서의 초기 조건은 다음과 같이 표현된다.

X_{c} = 0

Y_{c} = 0

φ = φ_{0}

X_{c} = V_{0}

Y_{c} = 0

φ = 0

요각(Yaw angle) φ 를 지상에 설치된 카메라의 기록으로부터 구하거나, 측정한 각속도 φ 를 적분하여 구한다.

$$\phi(t) = \int_0^t \dot{\phi} dt + \phi_0$$

그 다음 φ 를 이용하여 차량가속도 \ddot{x}_{c}, \ddot{y}_{c}를 다음과 같이 지상좌표계 XY 의 가속도로 바꿀 수 있다.

X_{c} = x_{c}cosφ - y_{c}sinφ

Y_{c} = x_{c}sinφ + y_{c}cosφ

차량 속도와 위치는 다음과 같이 적분하여 구한다.

$$\dot{X}_c = \Delta\dot{X}_c + V_0 \ , \ \ \Delta\dot{X}_c = \int_0^t \ddot{X}_c dt$$

$$\dot{Y}_c = \Delta\dot{Y}_c \ , \ \ \Delta\dot{Y}_c = \int_0^t \ddot{Y}_c dt$$

$$X_c = \int_0^t \Delta\dot{X}_c dt + V_0 t$$

$$Y_c = \int_0^t \Delta\dot{Y}_c dt$$

(2) 지상좌표계에 대한 이론적인 두부의 운동

시간 t=0 에서의 초기 조건은 다음과 같이 표현된다.

X_{b} = x_{b}cosφ_{0} = X_{0} , Y_{b} = x_{b}sinφ_{0} = Y_{0}

X_{b} = V_{0} , Y_{b} = 0

두부가 등속운동을 계속한다면,

X_{b} = V_{0}t + X_{0}

Y_{b} = Y_{0}

(3) 차량 좌표계에 대한 이론적인 두부의 운동

차량 좌표계에 대한 두부의 상대속도는 다음과 같이 구할 수 있다.

v_{x}(t) = -ΔX_{c}cosφ - ΔY_{c}sinφ + y_{b}dot{φ}

v_{y}(t) = ΔX_{c}sinφ - ΔY_{c}cosφ - x_{b}dot{φ}

차량 좌표계에 대한 두부의 위치 좌표는 다음과 같이 구할 수 있다.

x_{b}(t) = ΔX_{b}cosφ + ΔY_{b}sinφ

y_{b}(t) = -ΔX_{b}sinφ + ΔY_{b}cosφ

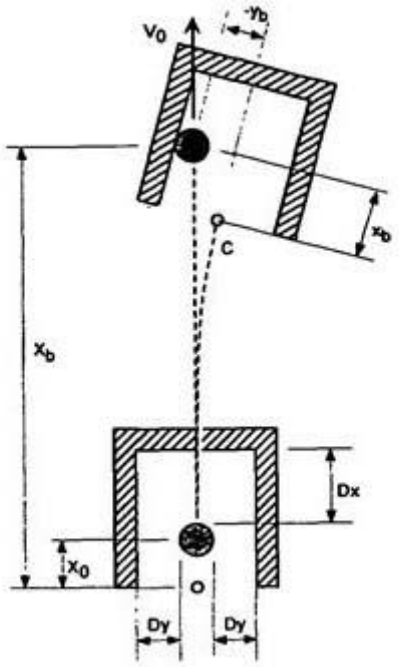
여기서, $\Delta X_b = X_0 - \int_0^t \Delta\dot{X}_c dt$

$\Delta Y_b = Y_0 - \int_0^t \Delta\dot{Y}_c dt$

(4) 비행시간

차량 안에서 두부가 충돌하는 면은 xy 면에 수직이라고 본다.

최초 두부의 위치로부터 충돌면까지의 거리(Flail 거리)는 종방향을 D_{x}, 횡방향을 D_{y}로 하여, 각각 $D_{x} = 0.6m$, $D_{y} = 0.3m$ 로 한다.



부록-그림 1.6 두부가 왼쪽 벽에 충돌하는 경우

두부의 비행시간은 두부가 위의 부록-그림 1.6 에서처럼 가상의 충돌면 3 곳 가운데 어느 한 지점에 부딪친 시간으로, 다음 식을 만족하는 T 중 최소값이 된다.

$x_{b}(T) = D_{x} + x_{0}$, $y_{b}(T) = D$, 또는 $y_{b}(T) = -D_{y}$

(5) THIV 의 계산

앞에서 계산한 두부 비행시간 T 로부터 THIV 는 다음과 같이 구한다.

$THIV = [v^2_{x}(T) + v^2_{y}(T)]^{1/2}$

여기서, v_{x}, v_{y}는 차량 좌표계에 대한 두부의 상대속도

2) PHD(Post-impact Head Deceleration)

PHD 는 충돌 후 ($t > T$)로 계측된 $\ddot{x}_{c}$, $\ddot{y}_{c}$의 10ms 평균 가운데 최대값으로, 다음과 같이 계산한다.

$PHD = MAX(< \ddot{x}_{c} > ^2 + < \ddot{y}_{c} > ^2)^{1/2} , t > T$

여기서, $< \ddot{x}_{c} >$, $< \ddot{y}_{c} >$ 는 10ms 평균 가속도임.

다. THIV 와 PHD 의 계산 절차

● 절차 1 : 차량 가속도(\ddot{x}, \ddot{y}) 및 각속도(\ddot{φ})를 초당 S 회 계측하여 저장한다. 기록된 자료를

$$ {}^{k}\ddot{x}_c,\ {}^{k}\ddot{y}_c \text{ 및 } {}^{k}\ddot{\phi}\ (k = 1, 2, \cdots, N) $$

라 정한다. 파일의 자료간 시간 간격

$$ h = {}^{k}t - {}^{(k-1)}t = 1/S $$

이다. 예를들어, S 가 500 이면 h 는 2ms 가 된다.

● 절차 2 : 계측된 φ 를 적분하여 φ 를 얻는다.

$$ {}^{1}\phi = \phi_0\ ,\quad {}^{2}\phi = {}^{1}\phi + h\frac{{}^{1}\dot{\phi} + {}^{2}\dot{\phi}}{2}\ ,\ \cdots,\quad {}^{k+1}\phi = {}^{k}\phi + h\frac{{}^{k}\dot{\phi} + {}^{k+1}\dot{\phi}}{2} $$

● 절차 3 : 지상 좌표계 XY 에 대한 차량 가속도를 구한다.

$$ {}^{k}\ddot{X}_c = {}^{k}\ddot{x}_c \cos {}^{k}\phi - {}^{k}\ddot{y}_c \sin {}^{k}\phi $$
$$ {}^{k}\ddot{Y}_c = {}^{k}\ddot{x}_c \sin {}^{k}\phi + {}^{k}\ddot{y}_c \cos {}^{k}\phi $$

● 절차 4 : 지상 좌표계에 대한 차량 가속도를 적분한다.

$$ {}^{1}\Delta\dot{X}_c = V_0,\quad {}^{k+1}\Delta\dot{X}_c = {}^{k}\Delta\dot{X}_c + h\frac{{}^{k}\ddot{X}_c + {}^{k+1}\ddot{X}_c}{2} $$
$$ {}^{1}\Delta\dot{Y}_c = 0,\quad {}^{k+1}\Delta\dot{Y}_c = {}^{k}\Delta\dot{Y}_c + h\frac{{}^{k}\ddot{Y}_c + {}^{k+1}\ddot{Y}_c}{2} $$
$$ {}^{1}\Delta X_b = X_0,\quad {}^{k+1}\Delta X_b = {}^{k}\Delta X_b - h\frac{{}^{k}\Delta\dot{X}_c + {}^{k+1}\Delta\dot{X}_c}{2} $$
$$ {}^{1}\Delta Y_b = 0,\quad {}^{k+1}\Delta Y_b = {}^{k}\Delta Y_b - h\frac{{}^{k}\Delta\dot{Y}_c + {}^{k+1}\Delta\dot{Y}_c}{2} $$

● 절차 5 : 탑승자 머리의 상대 위치와 상대 속도의 시간 이력을 계산한다.

$$ {}^{k}x_b(t) = {}^{k}\Delta X_b \cos {}^{k}\phi + {}^{k}\Delta Y_b \sin {}^{k}\phi $$
$$ {}^{k}y_b(t) = -{}^{k}\Delta X_b \sin {}^{k}\phi + {}^{k}\Delta Y_b \cos {}^{k}\phi $$

$$ {}^{k}v_x(t) = -{}^{k}\Delta\dot{X}_c \cos {}^{k}\phi - {}^{k}\Delta\dot{Y}_c \sin {}^{k}\phi + {}^{k}y_b\ {}^{k}\dot{\phi} $$
$$ {}^{k}v_y(t) = {}^{k}\Delta\dot{X}_c \sin {}^{k}\phi - {}^{k}\Delta\dot{Y}_c \cos {}^{k}\phi - {}^{k}x_b\ {}^{k}\dot{\phi} $$

● 절차 6 : 다음 세 식을 만족시키는 j 중 최소값을 구한다. (j=min(j))

$$'x_b = D_x + X_0 \quad \text{또는} \quad 'y_b = D_y \quad \text{또는} \quad 'y_b = -D_y$$

● 절차 7 : THIV 를 계산한다.

$$THIV = [\ 'v_x^2 + 'v_y^2\ ]^{1/2}$$

● 절차 8 : 10ms 의 평균 <^{k}\ddot{x}_{c}> 및 <^{k}\ddot{y}_{c}> 를 계산하여, 다음과 같이 최대값을 PHD 로 한다.

$$PHD = MAX(<\ddot{x}_c>^2 + <\ddot{y}_c>^2)^{1/2} \quad , \quad t > T$$

부록 2. 충격흡수시설의 제품 특성 세계 각국에서 일반적으로 검증되어 사용중인 충격흡수시설 제품의 특성을 소개하면 다음과 같다.

2.1 일반적 충격흡수시설 가. 헥스폼 샌드위치(Hex-foam sandwich)

제품 특성 : 설치 장소의 폭이 0.9m 이상인 비교적 넓은 장소에 설치하는 시설이다. 차량의 충돌시 내부에 있는 카트리지

각주 004)

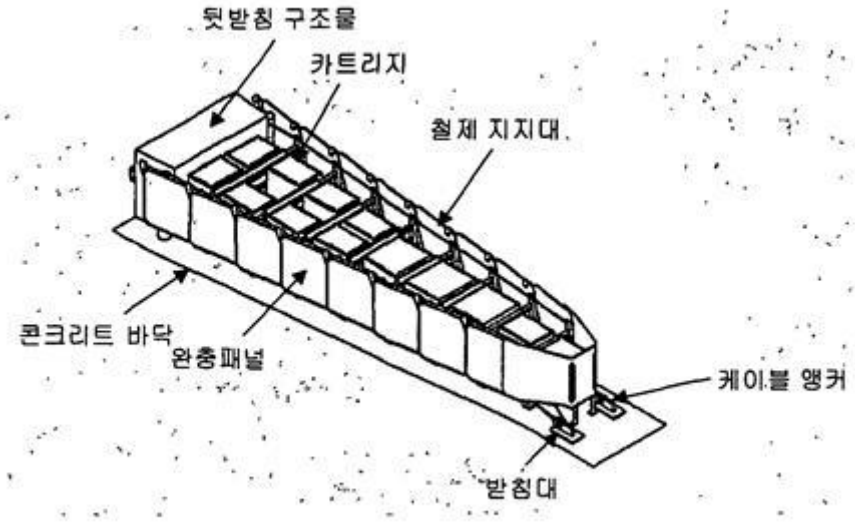
가 부서지면서 충격에너지를 완화시키는 원리를 이용한 시설이며, 차량의 측면 충돌시 완충패널을 통하여 차량을 본래의 주행차로로 복원시켜준다. 카트리지에는 폴리우레탄 거품을 채운 두께 25mm 의 6 각형 판지가 십자모양으로 교차되어 배열된 구조로 되어 있으며, 카트리지를 완충패널이 지지하고있다. 시설의 지지를 위해 앵커볼트를 지면에 부착하여 고정시킨 후 설치한다.

(부록-그림 2.1 참조)

시설의 표준 폭으로 0.9, 1.6, 2.0m 가 있다.

출처 Energy Absorption System사 제품 설명서

부록-사진 2.1 헥스폼 샌드위치



출처 : 참고자료[14]

부록-그림 2.1 헥스폼 샌드위치

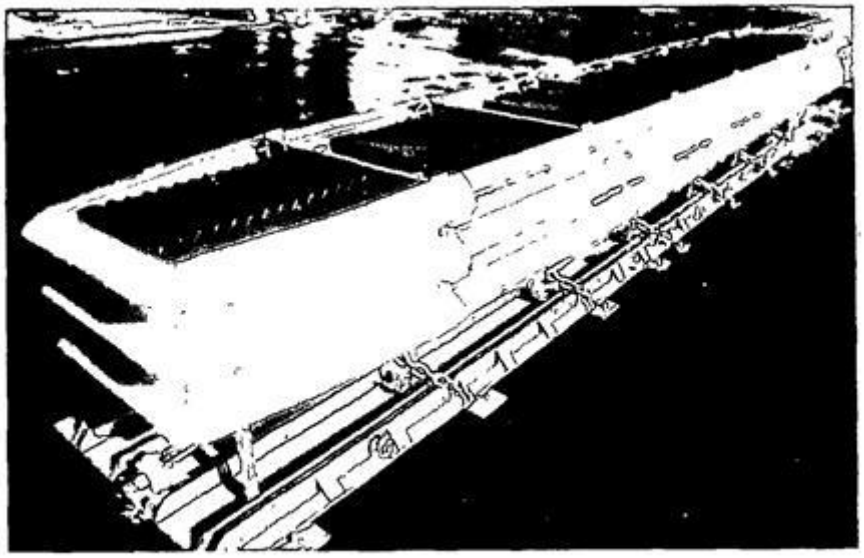
나. G-R-E-A-T(Guardrail Energy Absorbing Terminal)

제품 특성 : 일반적으로 폭이 좁은 곳에 사용할 수 있도록 개발된 제품이다. 헥스폼 샌드위치와 같이 카트리지가 부서지면서 충격에너지를 흡수하는 원리를 이용한 시설이며, 차량의 측면 충돌시 완충패널이 차량을 본래의 주행차로로 복원시켜준다.

(부록-그림 2.2 참조)

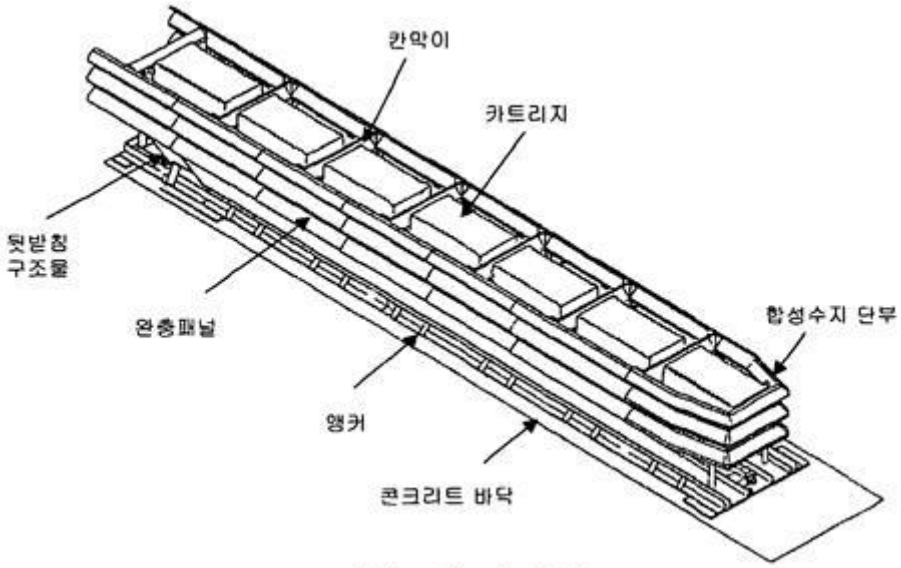
카트리지를 주름진 철제 완충패널이 지지하는 구조로 되어 있으며, 시설 정면에는 합성수지 단부가 부착되어 충격완충 기능을 하고 있다. 시설의 적절한 수행도를 위해 바닥에 콘크리트를

설치하고, 시설 단부에는 설치 제품에 맞는 앵커를 설치한다. 제품의 표준 폭으로 0.61, 0.76, 0.91m 가 있다.



출처 : Energy Absorption System사 제품 설명서

부록-사진 2.2 G-R-E-A-T



출처 : 참고자료[14]

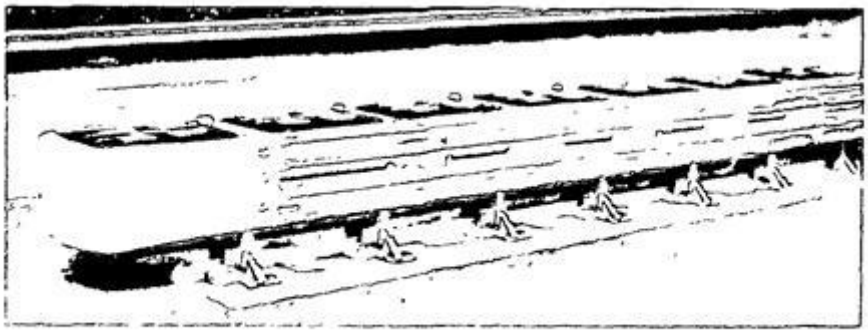
부록-그림 2.2 G-R-E-A-T

다. 쿼드가드(Quad guard)

제품 특성 : 일반적으로 폭이 좁은 방호물 앞에 설치할수록 고안되었으며, 카트리지가 부서지면서 충격에너지를 흡수하도록 개발되었다. 비교적 사고의 빈도가 높은 위험지점에 설치하는 것이 좋으며, 충돌 설계속도에 따라 길이를 조절할 수 있는 장점이 있다. 카트리지를 주름진 철제 완충패널이 지지한 구조이며, 시설 정면에는 합성수지 단부가 부착되어있다. 실용화된 제품의

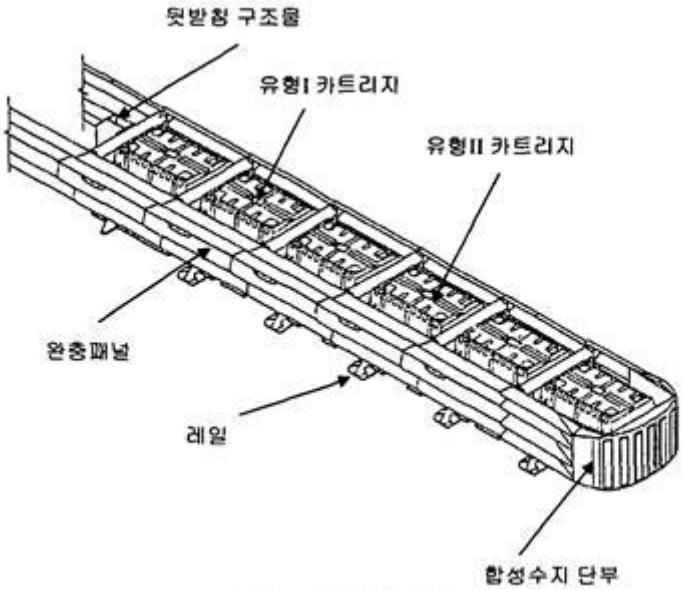
표준 폭으로 0.61, 0.76, 0.91, 1.75, 2.28m 가 있어 다양한 공간에 선택적으로 설치 가능하다.

(부록-그림 2.3 참조)



출처 : Energy Absorption System사, 제품 설명서

부록-사진 2.3 쿼드가드



출처 : 참고자료[14]

부록-그림 2.3 쿼드가드

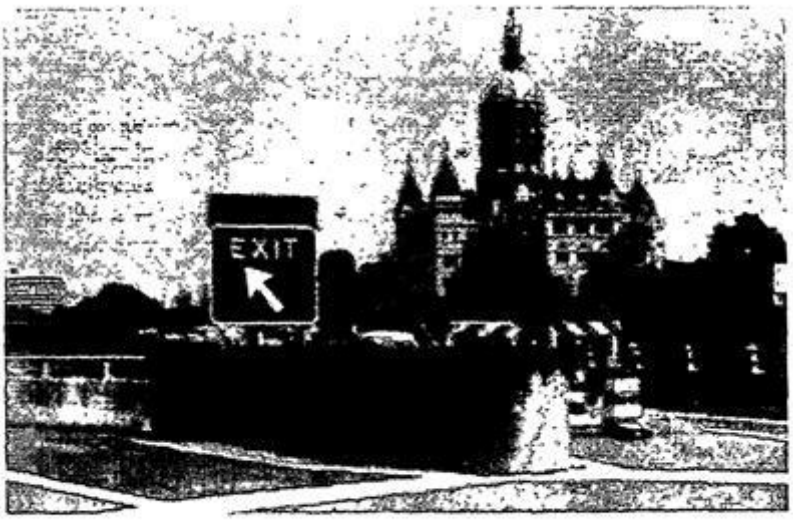
라. CIAS(Connecticut Impact Attenuating System), NCIAS(Narrow Connecticut Impact Attenuating System)

제품 특성 : 이 시설은 원통형의 강철 실린더가 압축되어 파괴됨으로써, 충격에너지를 흡수하는 원리를 이용한 시설이다. 초기 비용과 유지관리비가 저렴하며, 설계가 단순한 장점을 가지고 있다. 또한, 충돌 후에 경미하게 부서진 실린더는 다시 사용할 수 있어 경제적이다. 두께가 얇은 강철 실린더로 구성되어 있으며, 실린더의 압축 파이프와 철제지지대로 차량의 복원이 이루어진다.

(부록-그림 2.4 참조)

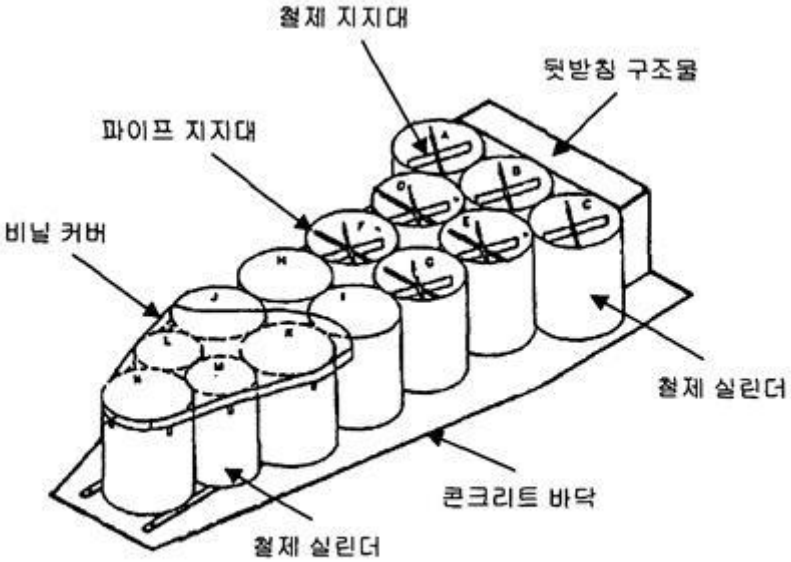
(부록-그림 2.5 참조)

CIAS 와 NCIAS 는 차량의 정면, 측면 충돌에 대해 차량을 정지시킬 수 있으며, 시설 후면에 충돌할 경우에만 차량을 주행차로로 복원시켜준다. CIAS 는 시설의 설치 공간이 충분히 확보된 곳에 설치할 수 있도록 개발된 제품이며, NCIAS 는 중앙분리대 단부와 같이 시설 설치 가능 폭이 제한 받는 곳에 설치할 수 있도록 개발되었다.



출처 : 참고자료[13]

부록-사진 2.4 CIAS

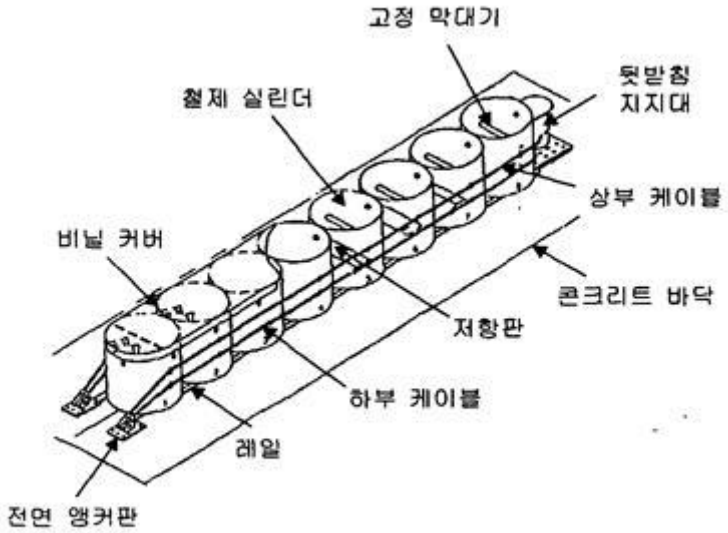


출처 . 참고자료[14]

부록-그림 2.4 CIAS

출처 : 참고자료[13]

부록-사진 2.5 NCIAS



출처 : 참고자료[14]

부록-그림 2.5 NCIAS

마. REACT350

제품 특성 : NCIAS 와 유사한 구조이나, 완충 재질로 철제 실린더 대신 고밀도의 폴리에틸렌 실린더를 사용하여, 차량과의 충돌 후에도 위치와 모양을 곧 회복하여 재활용할 수 있도록 개발되었다. 폴리에틸렌 실린더, 실린더의 압축 파이프로 차량을 복원시킨다.

(부록-그림 2.6 참조)

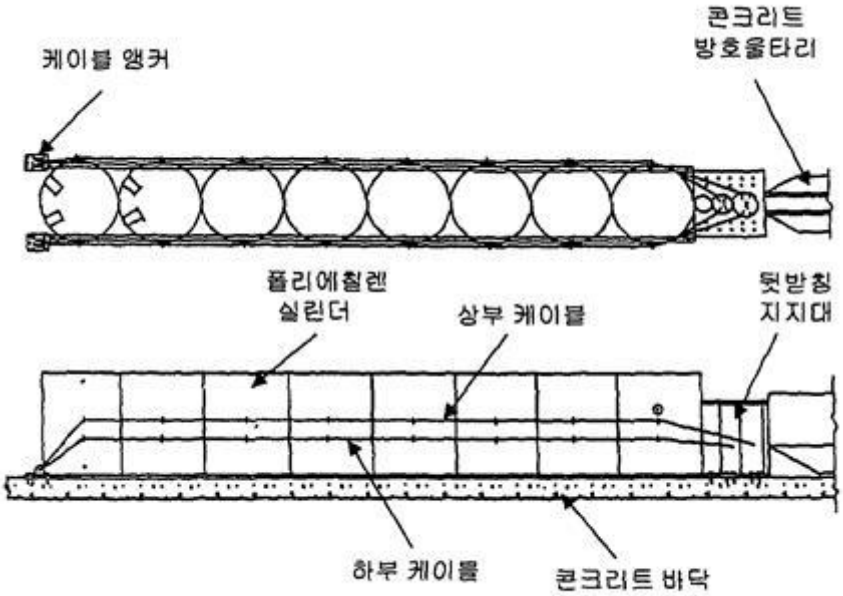
충돌 설계속도에 따라 실린더 수를 부록-표 2.1 과 같이 배열시킬 수 있다.

부록-표 2.1 충돌 설계속도에 따른 REACT350 의 설계

충돌 설계속도(km/시)	실린더 수	시설의 길이(m)
100	9	9.35
90	6	6.60
70	4	4.48

출처 : Roadway Safety Service사 제품 설명서

부록-사진 2.6 REACT350



출처 · 참고자료[14]

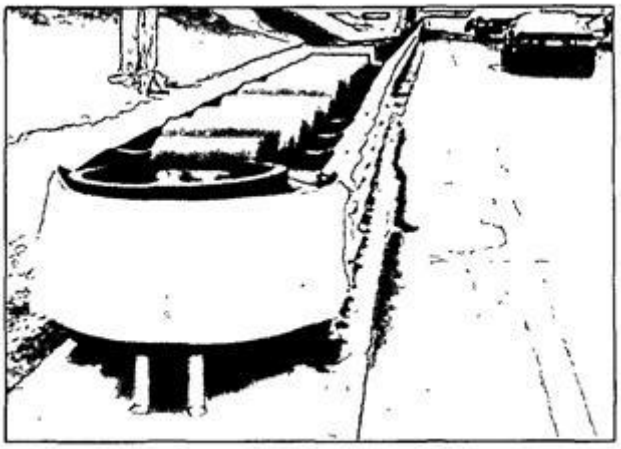
부록-그림 2.6 REACT350

바. LMA(Low Maintenance Attenuator)

제품 특성 : 일반적으로 충돌이 잦고, 폭이 좁은 장소에 주로 설치한다. 재사용이 가능한 재료로 정면 충돌시 수리가 간단하고 유지비가 저렴하나, 측면 충돌시 손상된 단위체의 수리비가 고가인 단점이 있다. 탄성실린더를 이용하여 차량의 충격에너지를 흡수하도록 제작되었으며, 부록-그림 2.7 에서와 같이 완충패널은 Thrie 보

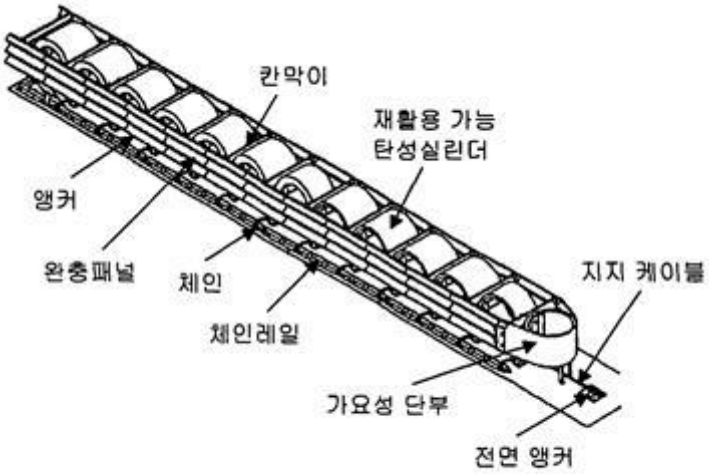
각주 005)

를 사용한 구조로 되어있다.



출처 . Energy Absorption System사, 제품 설명서

부록-사진 2.7 LMA



출처 참고자료[14]

부록-그림 2.7 LMA

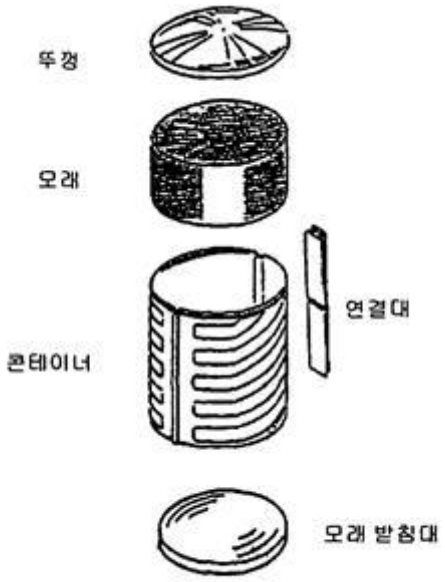
사. 모래채움통

제품 특성 : 모래채움통은 충돌 차량의 충격에너지를 모래통으로 전이시켜, 충격을 분산시키는 원리를 이용한 시설이다.

이 시설은 운동량 보존의 법칙을 이용하여 설계된 것으로, 표준 모래통의 적절한 배치를 통해서 시설 적용의 유연성을 가질 수 있다.

모래채움통은 차량의 복원 기능이 없는 비복원형 충격흡수시설로서, 충돌이 잦은 곳에서는 시설의 유지보수 빈도가 높아지므로 설치하기에 적합하지 않다.

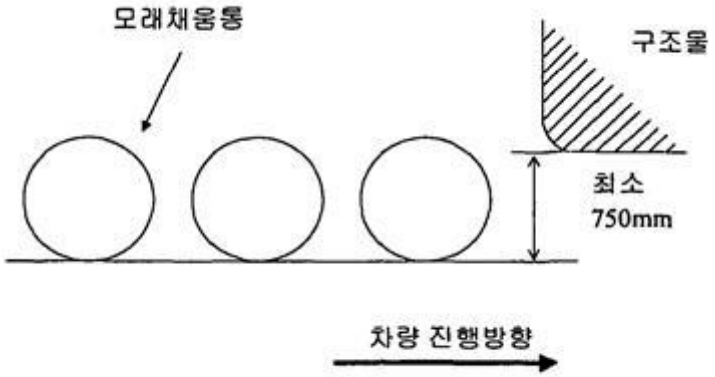
표준 모래채움통의 높이와 지름은 대략 0.91m 정도이며, 사용되는 모래채움통의 질량은 90, 180, 320, 640, 960kg 등이 있다(부록-그림 2.8 참조).



출처 : 참고자료[14]

부록-그림 2.8 모래채움통

차량과 충돌시, 충격에너지를 모래채움통이 분산시켜줌으로써 별도의 뒷받침 구조물이 필요 없다. 모래채움통의 배열에 있어, 뒷부분에 설치된 모래채움통에 대해서는, 차량이 장애물의 모퉁이 부분 쪽으로 접근하는 경우에 대비하여 설계한다. 특히, 배열의 마지막 열(장애물 앞)에 위치한 모래채움통의 폭은 부록-그림 2.9 와 같이 방호 대상물의 폭보다 크게 하여, 차량이 구조물과 직접 충돌하는 것을 막아야 한다.

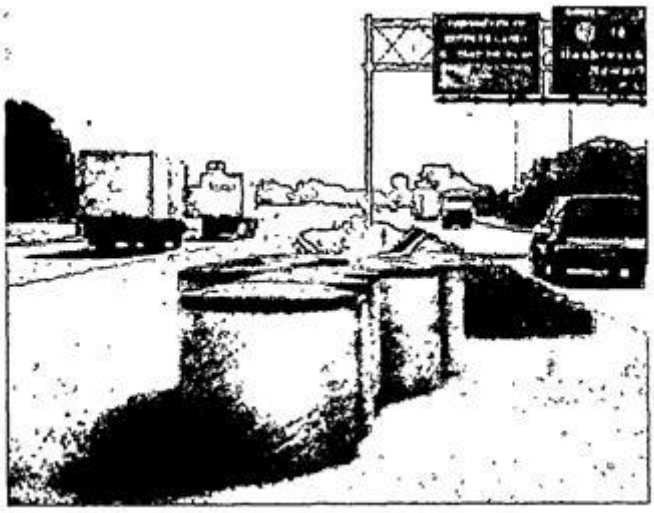


출처 : 참고자료[13]

부록-그림 2.9 모래채움통의 설치 위치

또한, 충돌 차량이 모래채움통 배열의 후미에서 구조물 모퉁이 방향으로 진행한다면, 모래의 중량을 적절히 조절하여, 급격한 충격이 차량에 가해지지 않도록 설치한다. 예를 들어, 차로 쪽에 여유 공간이 있다면 가벼운 모래채움통을 차로 쪽에 배치하고 구조물 쪽으로는 점진적으로 모래채움통의 중량을 늘려가며, 설계하는 것이 바람직하다.

모래채움통과 구조물 사이에는 일정 공간을 둠으로써, 분산된 모래나 깨어진 조각들이 쌓여 차량이 이를 타고 넘어가는 2 차 사고 위험의 발생소지를 막는다.



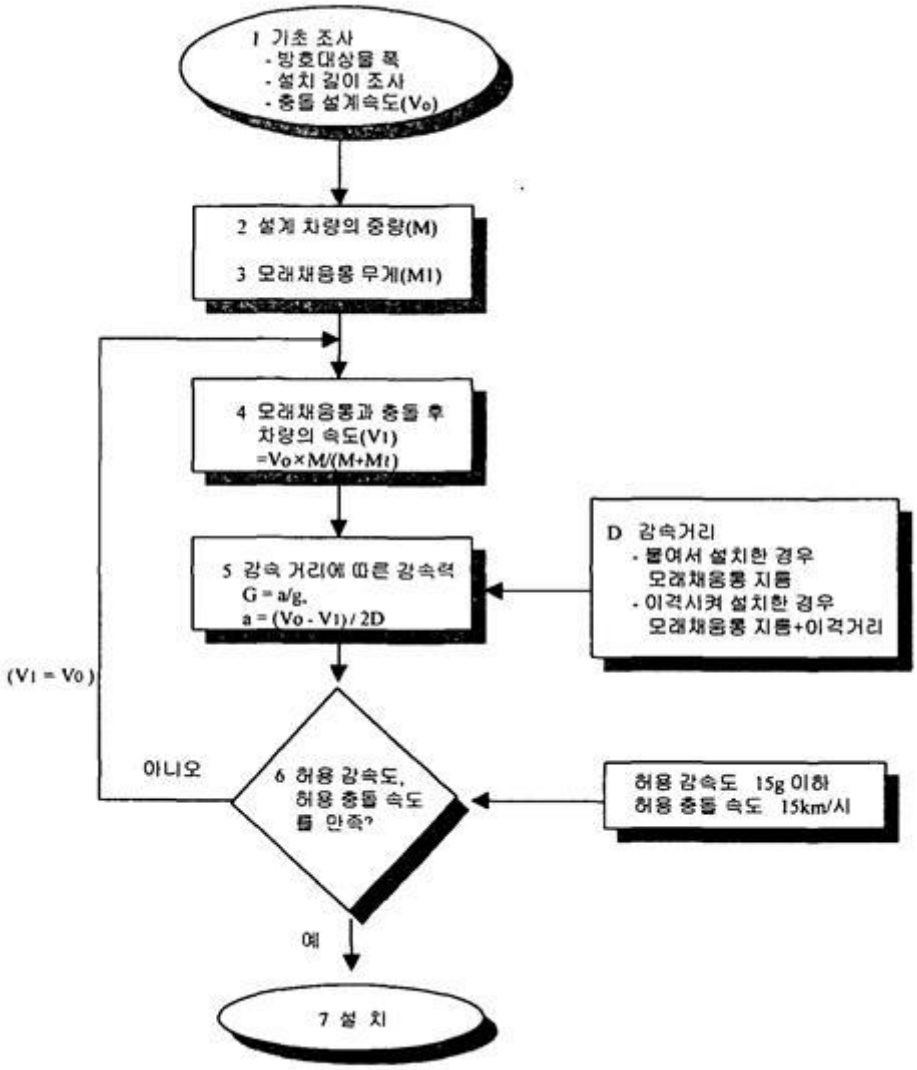
출처 : Roadway Safety Service사 제품 설명서

부록-사진 2.8 모래채움통

모래채움통은 부록-그림 2.10 과 같은 절차를 통해 설계할 수 있다. 주요설계변수는 차량과 모래채움통의 중량, 설계속도, 감속거리, 허용 감속도등이다.

V_{0}의 충돌 속도로 제 1 열의 모래채움통과 충돌한 차량은, 모래의 무게에 의하여 속도 V_1 까지 줄어들게 된다. 속도 V_1 까지 줄어드는 데 필요한 감속거리는 모래채움통과 붙여서 설치한 경우 모래채움통의 지름이 되고, 이격시켜 설치한 경우는 모래채움통의 지름에 이격거리를 합한 값이 된다. 제 1 열의 모래채움통에 충돌한 차량의 허용 감속도는 15g 이하가 되어야하며, 충돌 속도가 15km/시 이상인 경우는 제 2 열의 모래채움통을 설치한다. 이때에는 제 1 열의 모래채움통과 충돌하여 감속된 충돌 속도 V_1 이 V_{0} 가 된다.

동일한 방법으로 제 2, 3 열 등을 배열하고, 설치된 모래채움통에 의해 충돌속도가 15km/시 이하로 줄어들게 되면, 차량은 흩어진 모래와의 마찰로 인해 정지하게 된다.



부록-그림 2.10 모래채움통 설계 절차

이 설계과정을 통해 충돌 설계속도가 100km/시, 차량의 중량이 2,000kg 인 경우 모래채움통의 설치 예는 부록-표 2.2, 부록-그림 2.11 과 같다.

부록-표 2.2 모래채움통 설계 사례

2,000kg(M_0)						
$M_1(kg)$	$V_0(m/s)$	$V_1(m/s)$	$D(m)$	$a(m/s^2)$	G	$t(s)$
90	27.8	26.6	1	32.56	3.32	0.037
90	26.6	25.5	1	29.82	3.04	0.038
180	25.5	23.4	1	51.30	5.23	0.041
320	23.4	20.1	1	70.05	7.15	0.046
640	20.1	15.3	1	86.36	8.81	0.057
640	15.3	11.6	1	49.56	5.06	0.075
1,280	11.6	7.0	1	41.94	4.28	0.108
1,920	7.0	3.6	1	18.36	1.87	0.188

$$V_1 = \frac{MV_0}{M+M_1}$$

M = 차량 중량
V_0 = 충돌 초기속도
M_1 = 모래통 중량
V_1 = 모래통 열에 충돌 후 차량의 속도

$$a = \frac{V_0^2 - V_1^2}{2D}$$

D = 감속 거리
a = 감속도

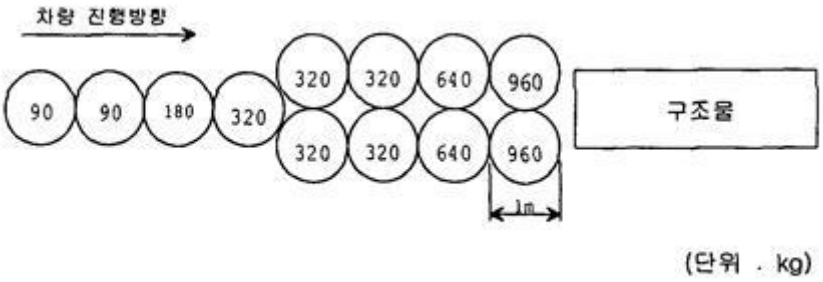
$$G = \frac{a}{g}$$

g = 중력가속도
G = 감속력

$$t = \frac{V_0 - V_1}{a}$$

t = 사건 발생 시점

부록-그림 2.11 과 같이 여유 공간에 따라 모래채움통의 배열을 적절히 조절할 수 있다. 가능한 구조물에 접근할수록 점진적으로 무게를 늘리는 것이 바람직하다. 아울러, 구조물 바로 앞의 모래채움통은 차량이 구조물에 부딪히는 것을 방지하기 위하여 비교적 무거운 모래채움통을 설치하는 것이 좋다.



(차량 중량 2,000kg, 충돌 설계속도 100km/시)

부록-그림 2.11 모래채움통 설치 사례

모래채움통은 모래의 밀도 1,600kg/㎥에 근거한 표준 질량을 담을 수 있는 크기여야 한다. 모래의 함수비는 3% 이하여야 하며, 굳어서 덩어리가 되지 않도록 청결한 모래를 사용한다.

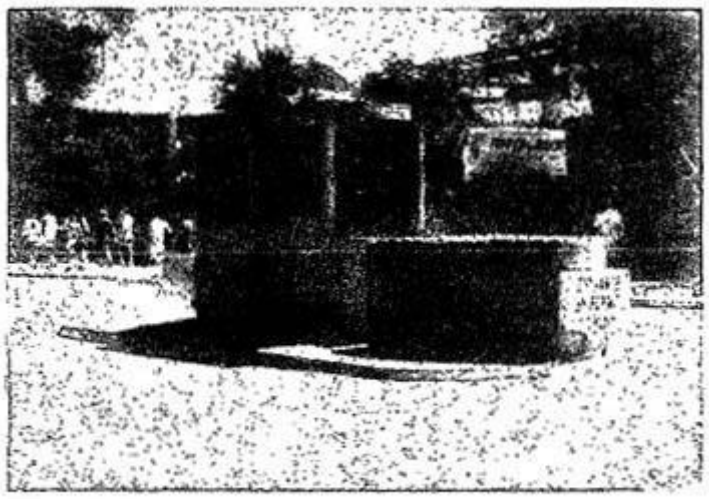
실험결과에 의하면 동결된 모래는 모래채움통의 수행도를 감소시키며, 차량과 충돌시 20m 정도나 날아갈 수 있는 커다란 동결된 모래덩어리를 만들어낸다. 따라서, 모래에 암염을 약간 섞어 습윤 모래의 동결을 방지한다. 암염(巖鹽)을 혼합하는 비율은 기후에 따라 약간 다르지만 보통 5~ 10%를 혼합한다.

아. 하이드로 셀 클러스터(Hi-Dro Cell Cluster)

제품 특성 : 일반적으로 충돌 설계속도 70km/시 이하에서 효과적인 수행도를 나타낸다. 차량의 충돌시 원형 실린더 안에 있는 물이 밖으로 분출됨으로써 충격에너지를 완화시키는 원리를

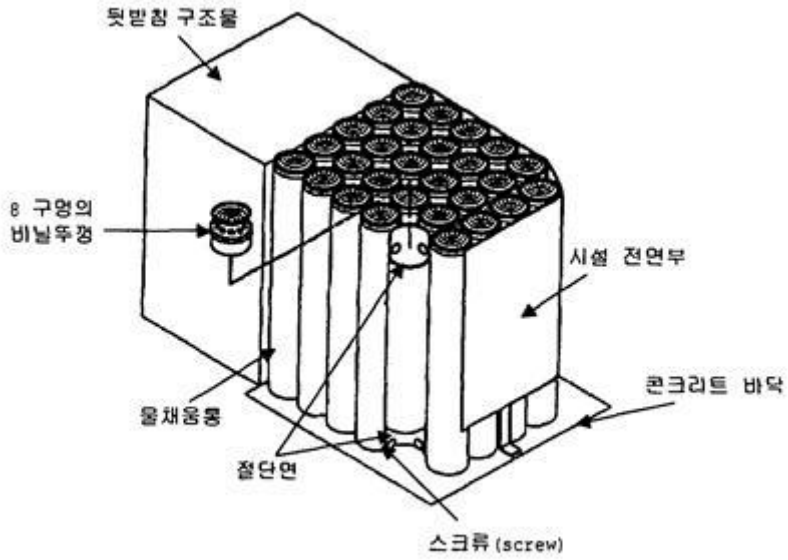
이용한 시설이다. 충돌후엔 원형 실린더에 물을 다시 채우는 것으로 시설을 복원할 수 있어, 잦은 충돌이 예상되는 곳에 설치하는 것이 바람직하다. 직경 150mm 의 원형관을 겹쳐 묶은 구조로 되어 있으며, 후면에 시설을 지지하는 구조물이 필요하다.

(부록-그림 2.12 참조)



출처 · 참고자료[13]

부록-사진 2.9 하이드로 셀 클러스터



출처 · 참고자료[14]

부록-그림 2.12 하이드로 셀 클러스터

자. 쇠사슬망 장치(Dragnet)

제품 특성 : 충돌 차량의 전면을 철망으로 감싸서 막는 방법으로, 차량의 운동에너지를 흡수하는 원리를 이용한 시설이다. 이 시설은 차량의 진입을 방지할 목적으로 개발된 제품으로, 진입을

금지시킨 도로 구간, T 형 교차로 등에 사용할 수 있다. 이 시설은 고정용 지주, 에너지 흡수용 철망으로 구성되어 있다. 이 시설은 정면충돌이 예상되는 곳이나, 차량의 충돌 속도가 높을 것으로 예상되는 장소에 설치할 수 있다. 시설물 뒤에는 여유 공간을 충분히 확보한다(부록-그림 2.13 참조)

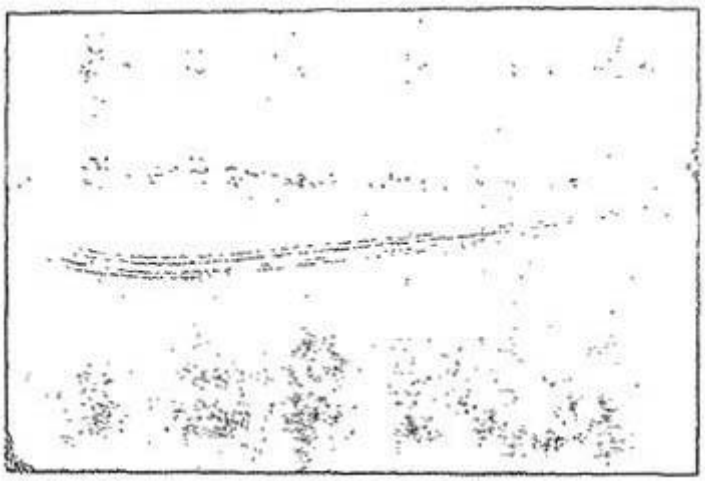
출처 : 참고문헌[1]

부록-그림 2.13 쇠사슬망 장치

차. 불노즈(Bullnose Attenuator)

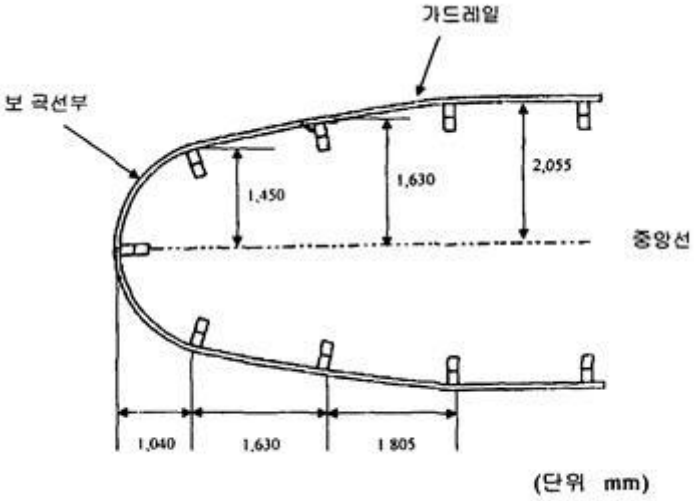
제품 특성 : W 보형 가드 레일을 이용한 시설로, 차량의 측면충돌에 대해서는 노측용 가드 레일과 동일한 수행도를 발휘하며, 정면충돌에 대해서는 차량이 가드 레일을 통과하여, 가드레일 안쪽에서 안전하게 정지할수 있도록 해준다. 이 시설은 지형이 완만한 구배를 갖는 연결로 출구분기점 등에 주로 설치한다. 가드레일을 포물선형으로 벌려놓은 구조로 되어있으며, 최근 W 보 대신 Thrie 보를 이용한 불노즈는 무게중심이 높은 차량의 방호에 효과적인 것으로 소개되고 있다.

(부록-그림 2.14 참조)



출처 : 참고자료[13]

부록-사진 2.10 불노즈



출처 참고자료[14]

부록-그림 2.14 불노즈

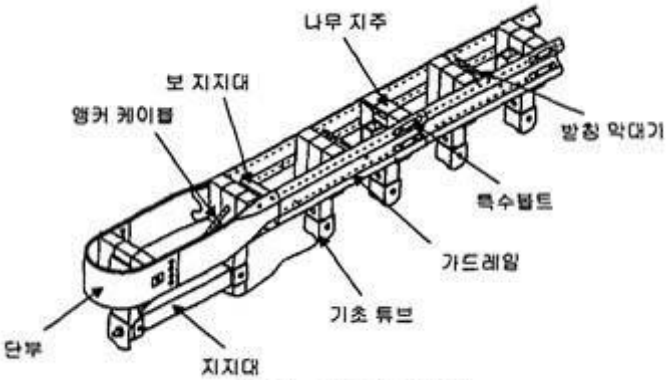
2.2 단부 처리용 충격흡수시설 가. CAT(Crashcushion Attenuating Terminal)

제품 특성 : 일반적으로 강성 혹은 W 보 방호울타리의 단부를 방호하도록 개발된 제품이다. 이 시설은 단계적으로 차량의 충돌에너지를 흡수하여 충돌 차량이 안전하게 정지할 수 있도록 설계되었다. 또한, 비복원형 시설이므로 차량이 안전하게 정지할 수 있도록 여유 공간이 확보된 곳에 설치한다. 시설물의 구조는 충격흡수용 보, 쉽게 부서지도록 설계된 지주, 케이블 앵커로 구성되어 있다.

(부록-그림 2.15 참조)

출처 : 참고자료[13]

부록-사진 2.11 CAT



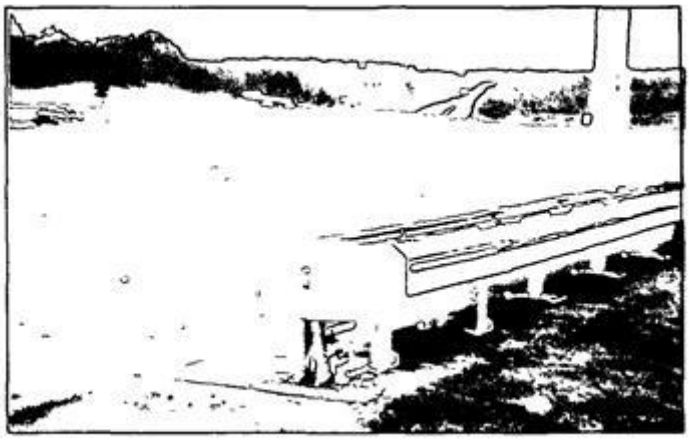
출처 : 참고자료[14]

부록-그림 2.15 CAT

나. Brakemaster

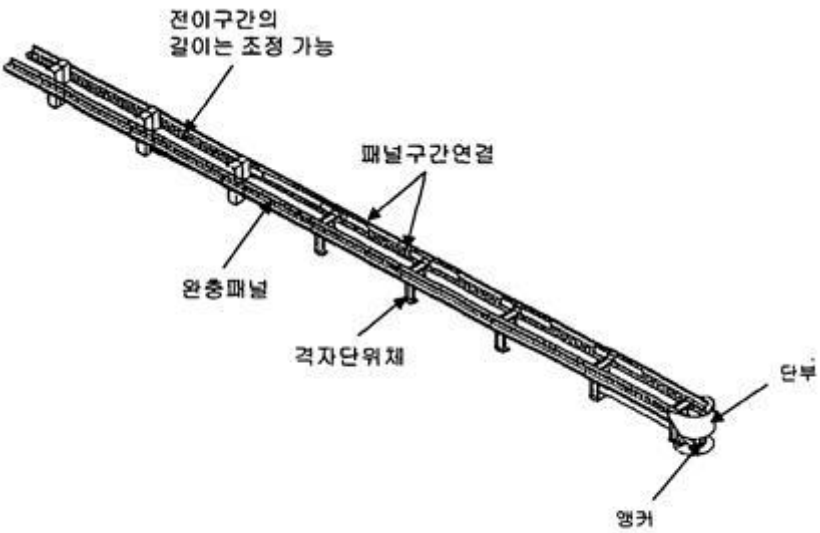
제품 특성 : 사고 빈도가 낮은 곳에 설치하는 시설이며, 시설물의 폭은 0.487m 로서 시설의 설치 공간이 제한된 장소에 적합하다. 따라서, 중앙분리대용 방호울타리 단부, 폭이 좁은 교각 등에 설치가 효과적이다. 설치 및 보수가 용이하며, W 보 구조로 별도의 콘크리트 받침이 필요치 않다.

(부록-그림 2.16 참조)



출처 : Energy Absorption System사, 제품 설명서

부록-사진 2.12 Brakemaster



출처 : 참고자료[14]

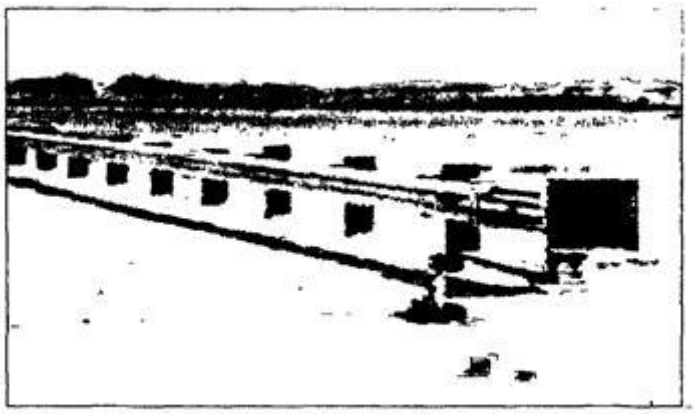
부록-그림 2.16 Brakemaster

다. ET-2000(Extruder Terminal)

제품 특성 : 일반적으로 방호울타리와 연계하여 사용하며, 방호울타리형 중앙분리대의 단부 혹은 노측용 방호울타리의 단부에 설치하도록 개발되었다. 특히, 전면의 완충구조물은 정면 충돌시 차량의 충격에너지를 적절히 흡수할 수 있도록 고안되었으며, 시설의 재사용이 가능하고 수리 및 설치가 용이하다.

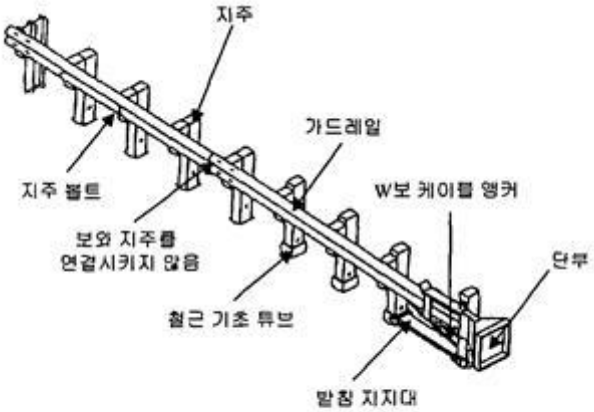
이 시설의 구조는 케이블 앵커와 차량의 충돌시 충격에너지를 흡수하는 부분과 차량의 방향을 주정해주는 부분으로 구성되어 있다.

(부록-그림 2.17 참조)



출처 Roadway Safety Service사 제품 설명서

부록-사진 2.13 ET-2000



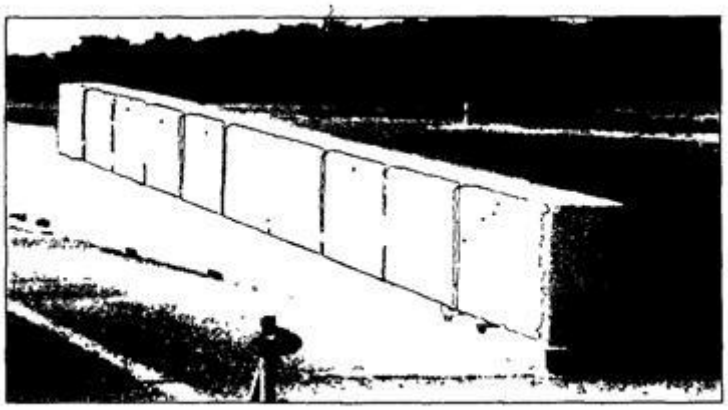
출처 : 참고자료[14]

부록-그림 2.17 ET-2000

라. ADIEM

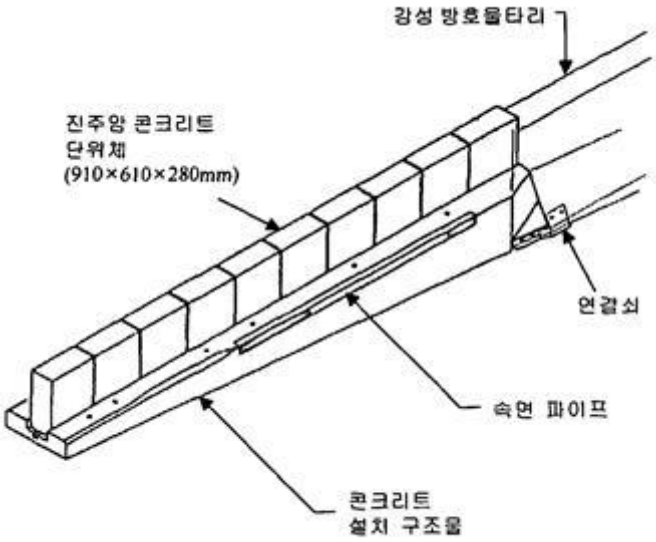
제품 특성 : 강성 방호울타리의 단부에 사용되는 시설로 설치 비용이 저렴하고, 높은 구조적 수행도를 가진 시설이다. 경량콘크리트의 단위체들로 구성되어 있으며, 쉽게 부서질 수 있도록 제작되었다. 또한, 콘크리트의 강도 조정이 가능하다.

(부록-그림 2.18 참조)



출처 : Trinity Industry Company사 제품 설명서

부록-사진 2.14 ADIEM



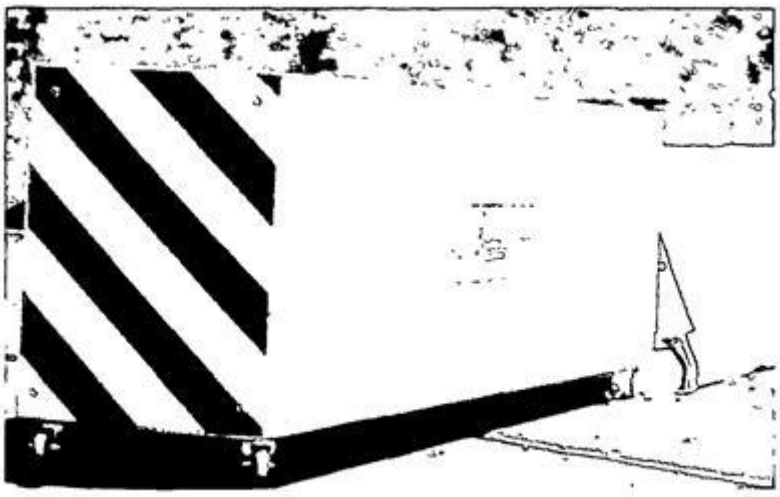
출처 · 참고자료[14]

부록-그림 2.18 ADIEM

마. N-E-A-T

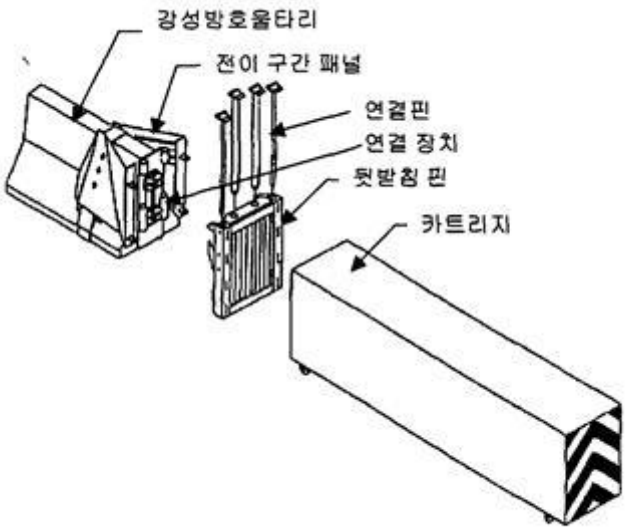
제품 특성 : 측면 충돌이 많은 임시작업장의 단부 처리에 사용된다. 운반이 용이하며, 충돌 후 청소 및 보수가 용이하다. 중량이 175kg, 길이 3.0m 인 간단한 구조로 되어 있어, 비교적 공간이 충분치 않은 곳에 설치하며, 콘크리트 받침대가 필요 없다.

(부록-그림 2.19 참조)



출처 : Energy Absorption System사 제품 설명서

부록-사진 2.15 N-E-A-T



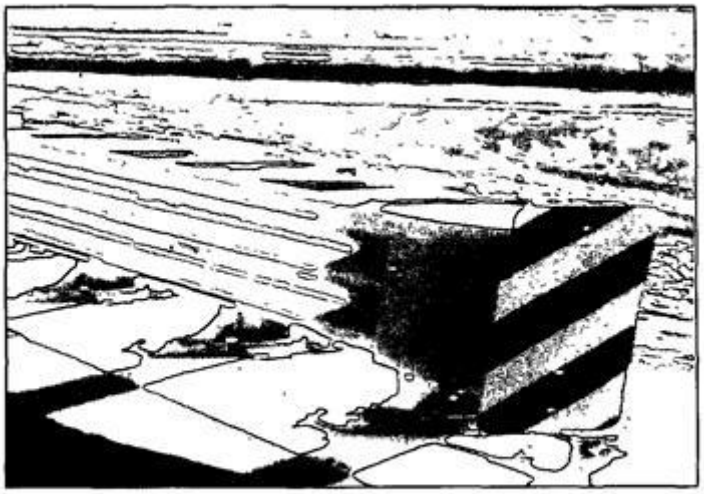
출처 참고자료[14]

부록-그림 2.19 N-E-A-T

바. TREND(Transition End Treatment)

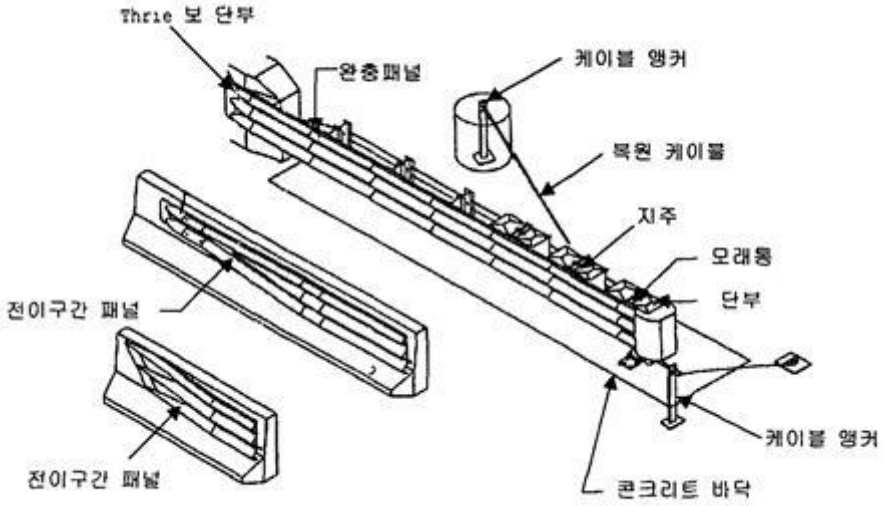
제품 특성 : 강성 방호울타리의 단부나 교량난간의 단부 처리에 사용한다. 파편이 흩어지지 않아 보수가 용이하고, 부재의 재사용률이 높다. 얇은 완충패널과 모래 박스로 구성되어 있으며 길이는 6.1m 이고, 폭은 각각 0.381m 이다.

(부록-그림 2.20 참조)



출처 : Energy Absorption System사 제품 설명서

부록-사진 2.16 TREND



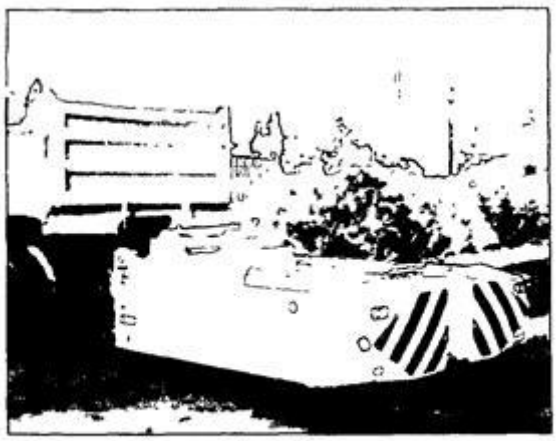
출처 · 참고자료[14]

부록-그림 2.20 TREND

2.3 특수 목적용 충격흡수시설 가. 트럭 부착용 충격흡수시설(Truck Mounted Attenuator)

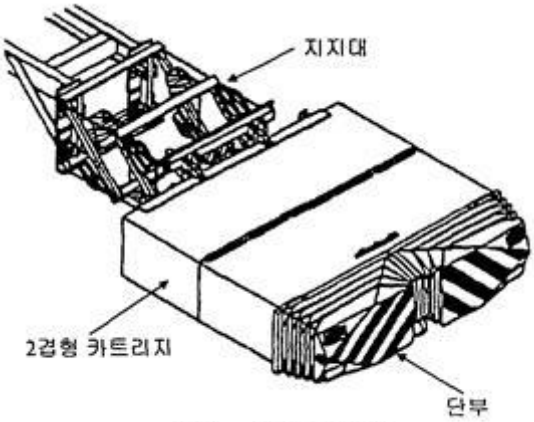
제품 특성 : 도로 및 도로변에서 작업을 하는 중량 4.5 톤 이상의 트럭 후단에 장착하여, 작업 인부, 작업장, 작업용 트럭 등 도로상 작업 구간에서의 차량 충돌 피해를 줄이기 위해 사용한다. 충격을 흡수하는 카트리지와 뒷받침 구조물 및 차량 부착장치로 구성되어 있으며, 카트리지는 알루미늄과 같은 가벼운 소재를 사용하고, 너비는 트럭의 폭만큼 넓다. 장착 후 지면으로부터 높이가 0.28~0.33m 유지되도록 한다.

(부록-그림 2.21 참조)



출처 : Energy Absorption System사 제품 설명서

부록-사진 2.17 트럭부착용 충격흡수시설



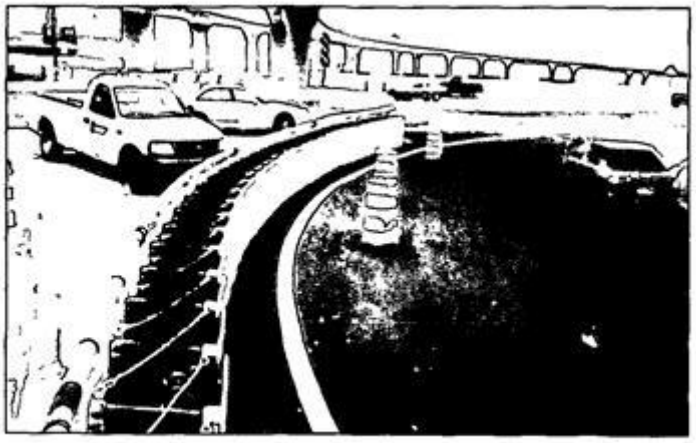
출처 참고자료[14]

부록-그림 2.21 트럭부착용 충격흡수시설

나. 충격방호벽(Cushion Wall)

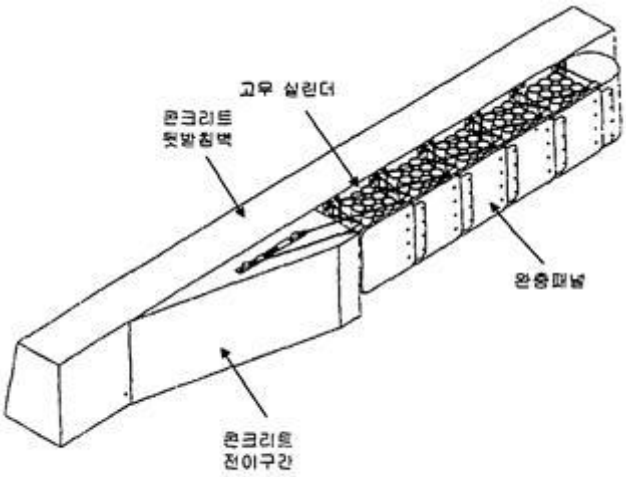
제품 특성 : 측면 충돌이 잦은 급곡선 구간에 설치할 수 있도록 개발된 제품이다. 고무 실린더가 두꺼운 외벽에 둘러 싸여 있는 구조로 되어있으며, 표준제품의 높이와 폭은 0.63m, 0.94m 이고, 길이는 방호물의 길이에 맞추어 결정할 수 있다. 시설을 지지할 뒷받침 구조물은 충돌 속도와 각도, 차량 중량에 따라 충돌시 방호벽을 통해서 전해지는 부하를 충분히 견딜 수 있는 철근 콘크리트 벽으로 되어있다.

(부록-그림 2.22 참조)



출처 : Energy Absorption System사 제품 설명서

부록-사진 2.18 충격방호벽



출처 참고자료[14]

부록-그림 2.22 충격방호벽

2.4 충격흡수시설의 유지관리 사항 충격흡수시설의 유지관리를 위한 정기 점검시, 조사 항목을 정리하면 다음 부록-표 2.3 과 같다.

부록-표 2.3 충격흡수시설의 유지관리 사항

충격흡수시설	정기 점검 사항	충돌 후 점검 사항	재고관리 점검사항
하이드로 셀 클러스터	· 물채움통 내의 물의 채움 상태	· 젖은 노면으로 인한 차량의 미끄럼 발생 가능성 점검 및 조치	· 물채움통의 재고가 항상 있어야 함. · 물이 결빙하는 것을 막기 위해 염화칼슘을 비축
헥스폼 샌드위치, G-R-E-A-T	· 카트리지의 손실 점검	· 손상된 카트리지는 반드시 새 것으로 교체	· 카트리지 등 교체 부품의 재고 확인
모래채움통	· 모래량의 주기적 점검	· 합성수지 통의 파편은 즉시 수거	· 모래 · 합성수지 통
CIAS	-	· 철제 실린더 손상시 교체	· 철제 실린더 재고 확보
불노즈	-	· 보, 지주의 손상시 교체	· 보, 지주의 재고 확보
쇠사슬망 장치	-	· 충격흡수용 릴 (reel)의 손상시 교체	· 충격흡수용 릴 (reel)의 재고 확보
LMA	-	· 탄성 실린더 손상시 교체	· 완충패널 등 재고 확보
CAT	· 케이블 인장 상태 주기적 점검	· 노즈, 레일 부품, 목재 지주를 교체.	· 레일 부품, 목재 지주
Brakemaster	-	· 대부분의 부품 교체 확보	· 완충 패널 등 재고 확보

개정 일람표

도로안전시설 설치 및 관리 지침(충격흡수시설 편) 제정/1998년 10월

개정 회수	일 자	내 용	비 고

<한국건설기술연구원 보고서 목록>

보급처 : 건설정보사 (02)717-3396~7

http://www.gunsulbook.co.kr

분야	번호	제 목	발간년도	가격	비고
구조	1	RC 구조물 보수, 보강재에 관한 조사연구	97	10,000	
	2	강교량의 피로설계 기준에 관한 연구	97	9,000	
	3	강구조물 용접부 피로특성 조사 시험	99.12	6,000	
	4	구조물에서의 강도설계법 적용에 관한 연구	95	6,000	
	5	국내 쇄석골재의 화학반응성 연구	93	5,000	
	6	대형구조물 모형실험 정착을 위한 연구	99.12	15,000	
	7	보강구조물의 안정성 평가 기술개발	97	8,000	
	8	외부프리스트레스트를 도입하는 구조물의 설계 및 시공에 관한 연구	95	12,000	
	9	장대교량의 설계 및 시공에 관한 연구	95	15,000	
	10	장스팬 건축구조 시스템에 관한 연구	96	7,000	
	11	지진피해를 받은 구조물의 보수, 보강공법	94	10,000	
	12	콘크리트 교량가설 특수공법 설계, 시공, 유지관리 지침	94	20,000	
	13	프리캐스트 P.S 콘크리트 교량의 설계에 관한 연구	92	8,000	
도로	1	도로 곡선부의 안정성 향상을 위한 평면선형 설계지침 연구	98	6,000	
	2	도로교통량 자동감지방안 연구	93	6,000	
	3	도로의 횡방향 마찰계수와 곡선반경에 관한 연구	97	6,000	
	4	비용절감을 위한 도로재료 연구사업 (1-2-A 단계)	99.12	5,000	
	5	비용절감을 위한 도로재료 연구사업 (개질 아스팔트의 물성연구)	97	8,000	
	6	비용절감을 위한 도로재료 연구사업 (마샬배합 아스팔트혼합물의 거동특성연구)	98	9,000	
	7	시험시공(포장) 및 사후관측	99.12	6,000	
	8	연속류 도로의 한국형 모의실험 프로그램 개발 (I)	94	6,000	
	9	연속류 도로의 한국형 모의실험 프로그램 개발 (II)	95	4,000	
	10	연속류 도로의 한국형 모의실험 프로그램 개발 (III)	96	7,000	
	11	우리나라 연속철근 콘크리트 포장의 초기거동 및 균열패턴에 관한 연구	93	5,000	
지반	1	동결심도 및 포장체 온도분포 조사	99.12	5,000	
	2	동결토의 특성과 동토지역에서의 말뚝기초 연구	93	5,000	
	3	섬유혼합 보강토 연구	94	5,000	
	4	연약지반 수직배수공법 효율개선을 위한 전기, 화학적기법의 응용에 관한 연구	96	6,000	
	5	정적반복 재하식 Mr. 시험법	92	5,000	
	6	지반조사자료의 D/B 구축과 시스템 운영에 관한 연구	99.12	12,000	
	7	지하생활 공간개발 요소기술 연구 - 지반굴착분야 (III)	95	7,000	
	8	지하생활 공간개발 요소기술 연구 - 지반굴착분야 (IV)	96	9,000	
	9	지하생활 공간개발 요소기술 연구 - 지반굴착분야 (V)	97	10,000	
	10	폐기물 매립시설의 설계·시공 기술에 관한 연구	98	11,000	
	11	플라이애쉬계 지반개량제로 처리된 점토의 결정구조 및 투수특성 연구	97	4,000	
	12	해사사용시 염화물이 Con'c 내구성에 미치는 영향 조사연구	99.12	5,000	
수자원	1	강우예보의 시공간 특성을 고려한 홍수예보 모형의 개발	95	6,000	
	2	강우예보의 시공간 특성을 고려한 홍수예보 모형의 개발 (II)	96	5,000	
	3	다목적댐의 용수공급능력 평가방법의 개선	94	5,000	
	4	댐붕괴파 해석을 위한 수치기법 개발	99.12	6,000	
	5	미계측 유역의 홍수유출특성에 관한 비교연구	94	7,000	
	6	1999년 8월 임진강유역 대홍수	99	15,000	
	7	시험유역의 운영 및 수문특성 조사연구	95	7,000	
	8	시험유역의 운영 및 수문특성 조사연구 (II)	96	5,000	
	9	시험유역의 운영 및 수문특성 조사연구 - 1997년 설마천 시험유역	97	9,000	
	10	시험유역의 운영 및 수문특성 조사연구 - 1998년 설마천 시험유역	98	10,000	
	11	시험유역의 운영 및 수문특성 조사연구 - 1999년 설마천 시험유역	99.12	11,000	
	12	이차원 하천모형의 개발	95	6,000	
	13	이차원 하천모형의 개발 (II)	96	6,000	
	14	지하수 이용 및 보존방안 연구	93	6,000	
	15	평창강유역의 수문특성 조사	91	6,000	
	16	평형하상경사 결정방법의 개발	93	7,000	
	17	하천식생에 의한 수리특성 예측모형 개발	99.12	8,000	
	18	항구적 가뭄대책을 위한 수자원 확보 및 이용방안 연구	96	6,000	

분야	번호	제 목	발간년도	가격	비고
정보관리	1	건설공법 자료집 - 도로포장분야	95	11,000	
	2	건설기술 도서분류 표준화 연구	94	6,000	
	3	건설기술 심의자료 전산화방안 연구 (III)	95	6,000	
	4	건설정보 가이드	98.12	12,000	
	5	인터넷 건축정보 웹사이트	96.12	20,000	
	6	인터넷 미국·유럽·일본 건설정보 웹사이트	98.12	15,000	
환경	1	Green Town 개발사업 (III) - 환경부분	98	8,000	
	2	Green Town 개발사업 (IV) - 환경부분	99.12	8,000	
	3	상수도 시설의 이용 합리화 방안 연구 (II)	96	7,000	
	4	유류오염토양 현장 복원기술 개발	98	5,000	
	5	지하생활공간 개발요소기술 연구 - 오·배수처리 및 에너지 합리화 이용기술	97	8,000	
	6	처리수 재이용 방안에 관한 연구	94	7,000	
	7	포기조 및 토양탈취상을 이용한 하수처리장 악취에 제거 연구	93	6,000	
	8	하수관거의 부식에 관한 연구	94	6,000	
	9	환경모범도시 건설을 위한 기반기술 개발에 관한 연구 (II)	96	9,000	
건설관리	1	건설 생산성 향상을 위한 설계·시공정보 통합관리 시스템 개발 (I)	96	5,000	
	2	건설 생산성 향상을 위한 설계·시공정보 통합관리 시스템 개발 (II)	97	6,000	
	3	건설 생산성 향상을 위한 설계·시공정보 통합관리 시스템 개발 (III)	98	5,000	
	4	건축공사 자동화를 위한 공법개선에 관한 연구	94	5,000	
	5	건설공사 품질관리 개선방안(품질시스템)연구 및 건설분야 ISO9000 Guide Line	98	11,000	
	6	건설공사 품질향상을 위한 부실요인 조사	93	6,000	
	7	건설기술 수준 지표개발 및 장기발전 방향	93	7,000	
	8	건설사업관리제도 활성화 연구 (I) - 시방서·설계기준 등 건설공사기준 국제화 연구	98	9,000	
	9	건설사업관리제도 활성화 연구 (II)	99.12	10,000	
	10	건설사업에 있어서 규격화·표준화에 관한 연구 (I)	98	6,000	
	11	건설사업에 있어서 규격화·표준화에 관한 연구 (II)	99.12	6,000	
	12	건설사업의 절차규정에 관한 연구	91	5,000	
	13	건설시장 개방에 대비한 분쟁 및 클레임 방지대책에 관한 연구	95	13,000	
	14	건설클레임 예방을 위한 불가항력의 체계화 연구	97	8,000	
	15	국가시설을 위한 GIS 이용기초 연구	93	6,000	
	16	입찰참가 자격 평가지원 시스템 개발 (I)	95	4,000	
	17	입찰참가 자격 평가지원 시스템 개발 (II)	96	5,000	
	18	정부예산편성시 건설공단 단지기준 조사 연구	91	6,000	
	19	토목공사의 분할체계를 통한 공사관리 합리화 방안	91	6,000	
건축	1	Green Town 개발사업 (II) - 건축분야	97	9,000	
	2	Green Town 개발사업 (III) - 건축분야	98	9,000	
	3	Green Town 개발사업 (IV) - 건축분야	99.12	8,000	
	4	건축물의 최적유지관리 모형개발	94	6,000	
	5	공동주택 바닥난방 시스템의 성능개선 연구 (I)	95	7,000	
	6	공동주택 바닥난방 시스템의 성능개선 연구 (II)	96	10,000	
	7	공동주택의 열성능향상 방안에 관한 연구 (I)	93	6,000	
	8	공동주택의 열성능향상 방안에 관한 연구 (II)	94	6,000	
	9	공동주택의 주거생활 향상을 위한 설계 및 공급체계 개선방안 연구 (I)	94	5,000	
	10	공동주택의 주거생활 향상을 위한 설계 및 공급체계 개선방안 연구 (II) - 거주자 요구에 대응한 평면개발 및 설계수법 연구	95	6,000	
	11	공동주택의 주거생활 향상을 위한 설계 및 공급체계 개선방안 연구 (III) - 새로운 주거환경개발 및 공급체계 개선방안	96	7,000	
	12	공동주택의 표준화 시공지침 개발연구	98	11,000	
	13	Green Town 개발사업 (III) - 도시·건축 설비분야	99.12	10,000	
	14	기존 건축물의 유지관리 지침 개발	95	18,000	
	15	저소득층을 위한 공동주택 공급방안 연구	91	6,000	
	16	주택부품 시스템에 관한 연구 (I)	97	6,000	
	17	주택부품 시스템에 관한 연구 (II)	98	9,000	
	18	지하생활 공간개발 요소기술 연구 (IV) - 건축설비계획 기준 및 관리지침	97	9,000	
	19	지하생활 공간요소 기술개발 연구 (III) - 유지관리체계	96	8,000	
	20	지하생활 공간요소 기술개발 연구 - 건축계획 및 시설지침	95	10,000	
	21	철근콘크리트 건축물의 공장생산 및 현장조립 기술개발	98.12	8,000	
	22	철근콘크리트 건축물의 공장생산 및 현장조립 기술개발	99.12	10,000	
	23	콘크리트 구조물의 철근부식도에 관한 연구조사	99.12	8,000	

분야	번호	제 목	발간년도	가격	비고
기전	1	Green Town 개발사업(I) - 기전설비분야	97	8,000	
	2	Green Town 개발사업(II) - 기전설비분야	98	9,000	
	3	기압 급수시스템의 적용을 위한 설계 및 제어기법 연구	95	4,000	
	4	건물의 에너지 소비량 해석 및 경제성 평가기법에 관한 연구	89	6,000	
	5	건물전력 수요제어 시스템에 관한 연구	93	5,000	
	6	건설기계 반자동 장치개발 (VIII) - 불도저의 반자동화	00.3	9,000	
	7	건설기계 반자동 장치개발(I)	92	7,000	
	8	건설기계 반자동 장치개발(II)	93	8,000	
	9	건설기계 반자동 장치개발(III)	94	7,000	
	10	건설기계 반자동 장치개발(IV) - 아스팔트 피니셔의 반자동화	95	6,000	
	11	건설기계 반자동 장치개발(VII) - 불도저의 자동화	98	8,000	
	12	도로터널의 환기시스템 연구	91	6,000	
	13	사무소 건물의 전기설비용량 산정에 관한 연구	91	5,000	
	14	사무소 건물의 조명에너지 절감기법에 관한 연구	94	5,000	
	15	소각로 성능향상을 위한 제어기법 및 장치개발	95	6,000	
	16	엽파이프 응용 도로용설 시스템 연구	92	5,000	
	17	저공해 이동식 소각시스템의 활용방안 및 연소모델 연구	94	6,000	
	18	전기설비의 고장사고 예방 및 진단기법에 관한연구	96	6,000	
	19	전기설비의 보수지원용 진단 프로그램 개발	97	8,000	
	20	지하생활 공간요소 기술개발연구 - 전원설비분야	95	5,000	
	21	지하생활 공간요소 기술개발연구(IV) - 조명설비	96	6,000	
	22	지하주차장 환기시스템 개발	89	5,000	
	23	폐열회수 고효율 난방시스템 연구	93	5,000	
공통	1	(미국·일본)건설기술 특허정보(도로·교량)	95.12	25,000	
	2	'97 도로교통량 통계연보 (I,II)	98	40,000	
	3	'98 도로교통량 통계연보 (I,II)	99	40,000	
	4	'99 도로교통량 통계연보 (I,II)	00	55,000	
	5	건물의 결함 (결함의 유형, 검사, 진단 및 보수)	95.12	25,000	
	6	건설기술 특허정보(건축물분야)	96	20,000	
	7	건설기술 특허정보(발명특허)	95.12	25,000	
	8	건설시장개방에 대비한 기술개발전략 연구용역(V) - 건설공사 계약서류 선진화방안	96. 8	10,000	
	9	건설용어 동의어 및 관련어집	96	20,000	
	10	건설정보 분류체계 메뉴얼	96	15,000	
	11	경제적인 PS교량 건설공법에 관한 연구	88.12	28,000	
	12	고도처리와 재이용	95.12	16,000	
	13	고속도로 교량의 내진설계 지침 / 한국도로공사	96.12	25,000	
	14	교량 계획사례에 관한 연구	90.12	7,000	
	15	구조물 기초의 보수 및 보강공법	86.12	7,000	
	16	도로교통 운영개선 실무서	93.10	20,000	
	17	도로기술 자료집 (상, 하)	92	60,000	
	18	도로포장 설계법 비교연구	88.12	15,000	
	19	도로포장설계 입력변수의 산정기법에 관한 연구	89.12	14,000	
	20	말뚝기초의 설계 및 시공관리 개선방안	89.12	12,000	
	21	말뚝기초의 문제점과 그 대책 (일본지반공학회)	95.12	10,000	
	22	사용자를 위한 유지관리 매뉴얼	97.11	6,000	
	23	세계의 건설프로젝트 매니지먼트(그 이론과 실제)	95.12	16,000	
	24	연구연보 '94	94	10,000	
	25	연구연보 '95	95	10,000	
	26	연약지반 천층 안정처리 연구	88.12	8,000	
	27	자동차도로의 랜드스케이프 계획	96.12	13,000	
	28	전기설비공사 시공감리지침 (일본지반공학회)	95.12	17,000	
	29	주택단지 상수도 설계지표에 관한 연구	89.12	12,000	
	30	지하 공동구의 설계·시공에 관한 연구	88.12	18,000	
	31	지하굴착 보조공법의 설계와 시공에 관한 연구	89.12	12,000	
	32	철골철근콘크리트조 배근지침(안)·동해설	96.12	12,000	
	33	콘크리트 탄성 연결체에 관한 연구	88.12	13,000	
	34	토질기초 설계 및 해석용 소프트웨어의 조사개발	88.12	14,000	
	35	한중 및 서중 콘크리트의 시공 지침을 위한 연구	86.12	16,000	

<건설교통부 발간물 목록>

번호	제 목	발간년도	금 액	비고
1	도로교 표준시방서	99.9	15,000	
2	도로교 표준시방서 부록 (하중-저항계수 설계편)	96.5	34,000	
3	콘크리트 표준시방서해설 + 콘크리트 구조설계기준	99	45,000	
4	건축공사 표준시방서	99.5	60,000	
5	도로공사 표준시방서	96.10	18,000	
6	토목공사 일반 표준시방서	96.5	18,000	
7	터널표준시방서 + 터널설계기준	99.5	19,000	
8	하천공사 표준 시방서	99.2	22,000	
9	도로설계편람(I) - 도로계획, 안전시설, 터널, 부대시설	2000	40,000	
10	도로부대시설 표준도 (표준도I,II, 보고서, CD)	98.12	60,000	
11	도로암거 표준도 (표준도, 보고서, CD)	98.12	45,000	
12	도로옹벽 표준도 (표준도, 보고서, CD)	98.12	50,500	
13	환경친화적 도로건설 요령	98.12	19,000	
14	아스팔트포장 설계 · 시공요령(도로포장설계시공지침 中 아스팔트분야개정판)	97.10	17,000	
15	도로교 하부구조 설계요령	97.12	15,000	
16	도로유지보수요령	97.12	12,000	
17	건축전기설비공사 표준시방서	94	10,000	
18	건설공사 품질 및 규격관리 실무편람	94	15,000	
19	건설공사 가시설물 안전점검 편람(I) - 일반사항	95	8,000	
20	건설공사 가시설물 안전점검 편람(II) - 건축공사	95	15,000	
21	건설공사 가시설물 안전점검 편람(III) - 토공사	95	10,000	
22	건설공사 가시설물 안전점검 편람(IV) - 교량공사	95	10,000	
23	교량관리체계개선	95	25,000	
24	교량관리체계개선 표준공법 개요도	95	8,000	
25	교량관리체계개선 교량 점검자를 위한 교육교재	95	9,000	
26	교량관리체계개선 교량유지관리지침(안)	95	9,000	
27	교량관리체계개선 보수 · 보강공법 검토서	95	10,000	
28	교량구조물의 보수 · 보강공법 편람	95	18,000	
29	공사시방서 작성요령	97.11	9,000	
30	건설공사 기준운영체계 구축방안 연구	97.10	12,000	
31	실적공사비축적 및 적용방안 연구보고서 (1차분)(수량산출기준포함)	97.10	20,000	
32	실적공사비축적 및 적용방안 연구보고서 (2차분)	98.8	7,000	
33	토목공사 수량 산출기준 지침서	98.10	10,000	
34	시설물유지관리지침	97.8	15,000	
35	건설공사 설계도서 작성기준	98	25,000	
36	폐기물 매립지 차수재 개발	95.12	10,000	
37	도로공사장 교통관리지침	96.4	9,000	
38	도로안전시설 설치 및 관리지침 -시선유도시설 편-	95.12	7,000	
39	도로안전시설 설치 및 관리지침 -방호울타리 편-	97.2	7,000	
40	도로안전시설 설치 및 관리지침 -미끄럼방지포장, 과속방지턱편-	97.8	7,000	
41	도로안전시설 설치 및 관리지침 -중앙분리대, 충격흡수시설편-	98.10	7,000	
42	도로안전시설 설치 및 관리지침 -교량용방호울타리, 조명시설편-	99.9	7,000	
43	도로안전시설 설치 및 관리지침 -도로전광표지 편-	99.11	7,000	
44	'97 도로교통량 통계연보 (I, II)	98.4	40,000	
45	'98 도로교통량 통계연보 (I, II)	99.4	40,000	
46	'99 도로교통량 통계연보 (I, II)	00.4	55,000	
47	강도로교 용접 및 도장요령	98.10	17,000	
48	지하굴착공사 안전관리 편람	96	19,000	
49	도로공사 설계서 표준안	96	22,000	
50	강 도로교 상세부 설계지침	97	20,000	
51	공사시방서	98	40,000	
52	강도로교 시공 · 검사 실무 요령	95	9,000	
53	건축법규 변천사 (I, II)	98.5	80,000	
54	건축행정편람	99.9	52,000	
55	공동주택의 표준화 시공지침 개발연구	98.6	11,000	
56	건설기술관리법령 연혁	99.2	25,000	

참 고 문 헌

분야 : 중앙분리대 편 건설부, **도로안전시설 설치 편람**, 1989

건설부, **도로의 구조 · 시설 기준에 관한 규정 해설 및 지침**, 1990

건설교통부, **도로안전시설 설치 및 관리지침(방호울타리편)**, 1997

건설교통부, **도로공사 표준시방서 ,** 1996

한국도로공사, **도로설계요령 ,** 1992

한국도로공사, **고속도로공사 전문시방서 ,** 1998

경찰청, **교통안전시설 실무 편람 ,** 1996

日本道路協會, **道路構造令の解說と運用 ,** 1993

AASHTO, **Roadside Design Guide ,** 1996

AASHTO, **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets ,** 1994

건설부, **도로안전시설 설치 편람 ,** 1989

분야 : 충격흡수시설 편 건설부, **도로의 구조・시설 기준에 관한 규정 해설 및 지침 ,** 1991

한국도로공사, **도로설계요령 ,** 1992

한국도로공사, **충격완화시설 개발 연구 ,** 1994

경찰청, **교통안전시설 실무 편람 ,** 1996

日本道路協會, **道路構造令の解說と運用 ,** 1983

日本 建設省 土本研究所, **衝突實驗施設を用いた緩衝施設の效果 ,** 1989

TRB, **Safety Appurtenances and Utility Accommodation , TRR 970** 1986

TRB, **Roadside Safety , TRR 1258** 1990

TRB, **Recommended Procedure for the Safety Performance Evaluation of Highway Feature , NCHRP Report 350** 1993

AASHTO, **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets ,** 1994

New Jersey DOT, **Design Manual-roadway ,** 1994

AASHTO, **Roadside Design Guide ,** 1996

FHWA, **Design Construction and Maintenance of Highway Safety Features and Appurtenances ,** 1997

European Committee for Standardization, **Road Restraint Systems-Parts 1: Terminology and General Criteria for Test Methods ,** 1995

final draft

European Committee for Standardization, **Road Restraint Systems-Parts 3: Crash Cushion-Performance Classes , Impact Test Acceptance Criteria and Test Methods** 1997

도로안전시설 설치 및 관리 지침

- 중앙분리대 편 , 충격흡수시설 편 -

■ 행정간행물 등록번호 / 42000-58710-67-9806
■ 발 행 일 / 1998. 10.
■ 발 행 처 / 건설교통부
■ 연구기관 / 한국건설기술연구원
경기도 고양시 일산구 대화동 2311
TEL : (0344)922-0501(대)
■ 보 급 처 / 건설정보사
서울특별시 용산구 갈월동 71-6
TEL : (02)717-3396 • 7
FAX : (02)717-3398

무단복제를 禁함.

값 7,000원