

단순입체교차로에서의 도로안전시설에 관한 연구

- 방호울타리를 넘어 지하차도로 떨어진 버스사고사례를 중심으로 -

김완기 · 강성모 · 안병준 · 윤대권*

동국대학교 안전공학과 · *교통사고조사기술원

1. 서 론

본 논문에서는 실제로 발생된 교통사고 사례를 바탕으로 지하차도가 설치된 단순입체교차로에서 차량용 방호울타리의 설치기준의 문제점과 대책을 모색하고자 한다.

단순입체교차로는 교차부에 단순한 지하차도(Underpass)나 고가차도(Overpass)를 설치하여 일정방향의 교통류를 분리시키고 지상부의 일반적인 평면교차를 형성시키는 입체교차 시설을 말하는데¹⁾, 단순입체교차로에 설치되어 있는 많은 도로안전시설 중 차량용 방호울타리는 상단부의 평면교차로에서 아랫부분의 지하도로 추락하는 사고를 방지하며 차량을 정상진행방향으로 복원시켜주는 매우 중요한 안전시설이다.

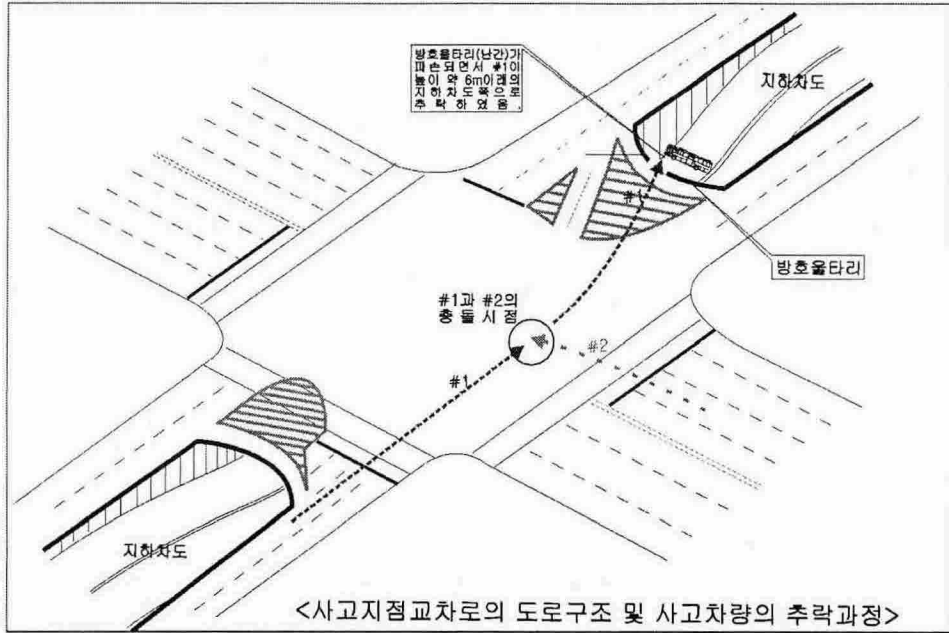
하지만 실제로 2003년도에 발생한 사고사례를 보면, 지하도가 설치된 단순입체교차로의 상단부에 설치된 평면교차로에서 사고양차량은 최초 1차 충돌을 하고 한 차량이 지하차도로의 추락방지를 위해 설치된 차량용 방호울타리쪽으로 이동되면서 방호울타리를 넘어 지하차도로 추락한 사고이다.

이와 같이 차량용방호울타리의 설치가 단순입체교차로와 같은 특수한 장소에서는 현재의 설치기준으로는 그 기능을 다하지 못하고 있어 대형교통사고로 이어지는 경우가 많다. 따라서 방호울타리를 넘어 지하차도로 떨어진 버스사고사례를 중심으로 현재의 방호울타리 설치기준과 설치장소의 타당성을 분석해 보고, 단순입체교차로에서의 차량이탈방지대책을 모색해 보았다.

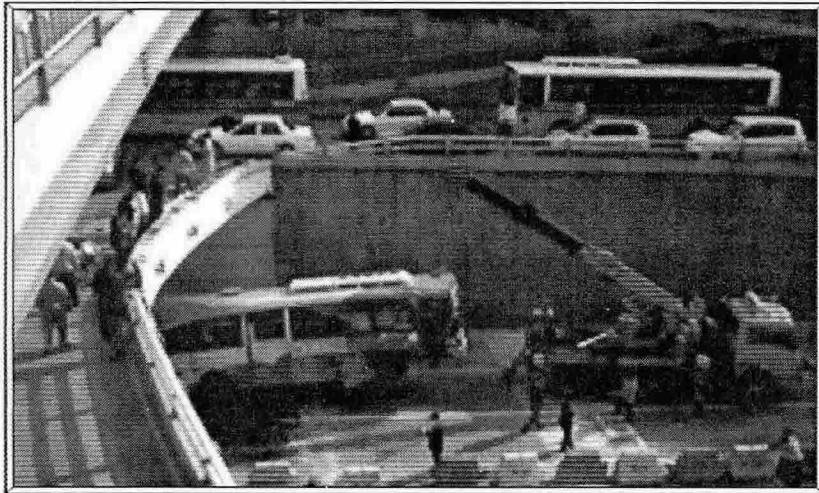
2. 단순입체교차로에서 발생한 교통사고 사례 분석

2003년도 경기도의 어느 단순입체교차로에서 발생한 교통사고로서 위 사고지점은 지하차도가 설치된 단순입체교차로의 상단부에 있는 평면교차로에서 버스대 버스가 교차로상에서 1차 충돌을 하고 그 자리에 정지하지 않고 다시 전방으로 이동되어 지하차도 추락방지용 방호울타리를 넘어 2차 지하차도로 추락한 사고이다.

본 사고는 방호울타리가 제기능을 다하지 못해 대형사고로 이어진 사례이며, [그림1]과 [그림2]는 사고의 상황을 나타낸 것이다.

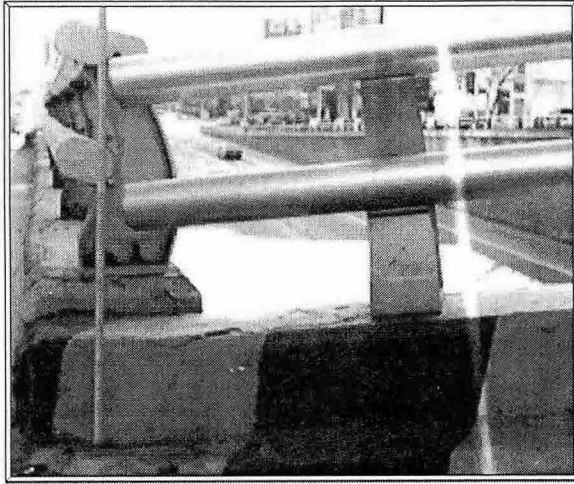


[그림 1] 교통사고 사례

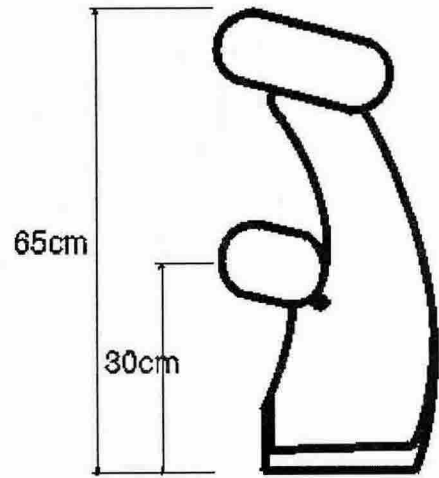


[그림 2] 사고당시의 모습

위 그림과 같이 사고지점의 구조특성상 지상부의 교차로 가장자리 중앙부분(버스추락지점)에는 지하차도와의 높이차(약 6m)가 발생하기 때문에 지상의 교차로를 통과하는 차량이 주행 경로를 벗어나 진행하다가 지하차도쪽으로 추락할 가능성이 매우 큰 구조로 설치되어 있으며, 사고지점의 방호울타리는 다음과 같다.



[그림3] 사고지점에 설치된 방호울타리



[그림4] 방호울타리의 단면도

[그림3]과 같이 사고지점에 설치된 방호울타리는 지하차도와의 경계면에 난간형 방호울타리만을 설치한 상태이다. 그러나 일반적인 방호울타리(난간, 가드레일, 강성방호울타리 등)의 성능기준은 충돌각도(방호울타리와 차량이 충돌하는 각도)를 15° 로 하여 충격도(impact severity)를 정한 것이기 때문에 이 사고지점에서와 같이 직진하던 차량이 지하차도의 경계면과 큰 각도($50\sim 60^\circ$ 이상)로 정면충돌할 가능성이 있는 지점에서는 방호울타리만으로는 추락방지를 위한 안전한 방호효과를 발휘할 없는 상태이다.

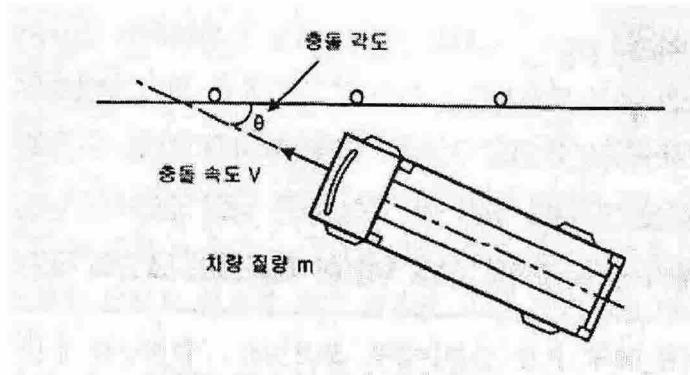
3. 방호울타리의 설치기준과 문제점

3.1 방호울타리의 설치기준

방호울타리의 종별은 설치위치 및 기능에 따라 노측용, 분리대용, 보도용 및 교량용으로 나누며, 시설물의 강도에 따라서는 가요성 방호울타리와 강성 방호울타리로 구분된다²⁾.

방호울타리는 시설물 사용 목적과 설치 구간의 도로 및 교통조건, 지형조건 및 기술수준 등을 종합적으로 고려하여 설계 조건을 정하고 이에 부합한 시설물이 되도록 설치하는데, 방호울타리의 적용 등급을 산정하여 설치한다.

이러한 등급은 시설물의 강도를 기준으로 구분하여 시설물의 강도를 차량 충돌시에 갖는 운동에너지인 충격도(IS ; Impact Severity)로 정의한다. 등급은 총 7가지의 등급으로 나누어지며, 등급으로 구분하기 위한 실험은 도로안전시설 설치 및 관리지침에 따르면 15° 의 각도에서 충격도를 산정하여 방호울타리의 등급을 산정한다.



$$IS = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{V}{3.6} \cdot \sin \theta \right)^2$$

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

[그림5] 충격도 산정

자료 : 건설교통부, 도로안전시설 설치 및 관리 지침, pp.10, 2001.

3.2 현행 설치기준의 문제점

앞에서 살펴본 현행 설치기준은 [그림5]에서와 같이 방호울타리와 차량간의 각도를 15°로 하여 충격도를 산정하고 위 산정결과를 바탕으로 설치한다.

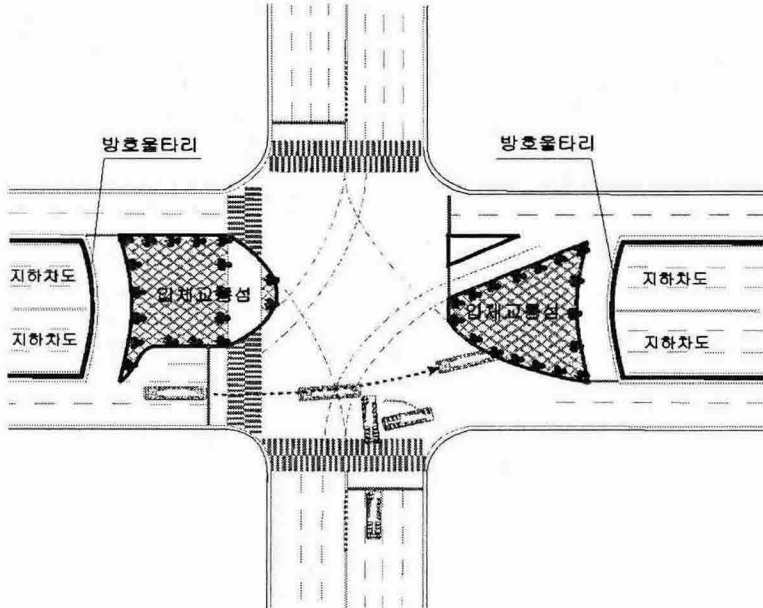
일반 도로에서는 차량과 방호울타리와의 충돌시 각도가 15°를 넘는 경우가 많지 않아 차량이 방호울타리를 넘어 차도를 이탈하는 경우가 많지 않다. 하지만 충돌각도가 15°이상이 되는 지점도 많은데, 이러한 지점에도 충돌각도 15°의 각도로 실험된 방호울타리가 설치되어 본 사고 유형과 같이 약 50°이상의 각도로 대형버스가 충돌할 경우에 방호울타리는 지하차도로 추락하는 상황을 예방할 수 없다.

또한 우리나라의 단순입체교차로의 방호울타리의 설치는 본 사고지점의 형태와 거의 비슷한 형태로 대부분 설치되어 있으며, 이러한 지점은 매우 위험한 도로환경임에도 불구하고 별다른 안전시설이 없어 항상 사고에 노출되어 있는 것이 현실이다.

이러한 상황에 대해 도로안전시설물의 규격과 설치에 대해 규정하고 있는 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」에도 본 사고지점과 같이 특수한 장소에 별도로 설치해야 하는 규정을 고려하지 않고 있어 향후에도 본 사고사례의 유형과 같은 사고가 발생할 가능성이 매우 높다.

4. 개선 대책

4.1 평면교차로에 입체도류화 등 시설개선



[그림6] 단순입체교차로에 입체교통섬 설치

본 사고지점과 같이 단순입체교차로의 상단부 평면교차로는 대체적으로 면적이 넓다. 교차로의 면적이 넓은 경우 차량통행의 혼란을 초래하여 잦은 접촉사고가 발생한다. 따라서 일반적으로 교차로의 면적이 넓은 경우에는 교차로에 교통섬이나, 유도차선을 설치하는 등 도류화를 시켜 각 방향으로 회전하는 차량의 주행경로를 명확히 지시하여 원활하고 안전한 이동을 유도한다.

대부분의 단순입체교차로에는 U턴 차선을 두고 있으며, U턴 지점에는 안전을 위해 안전지대를 설치해 놓은 경우가 많다. 하지만 이러한 안전지대는 노면표시로만 되어 있는 것이 일반적이다. 본 사고사례 역시 노면표시로 되어 있는 안전지대를 넘어 방호울타리에 충격하고 지하차도로 추락한 사고임을 고려해보면 방호울타리의 시설개선이 없어도 교차로내에 입체교통섬을 설치할 경우 이와 같이 사고로 지하차도쪽으로 이동하는 차량을 입체교통섬이 미연에 방호하여 적절한 안전대책이 될 수 있을 것으로 보이며, 교차로내 원활한 교통흐름에도 크게 도움이 될 것으로 보인다.

4.2 규정 및 관리지침 개선

방호울타리와 관련된 규정은 건설교통부의 「도로안전시설 설치 및 관리 지침」에서 그 내용을 확인할 수 있다.

지침서와 규정에 따르면 방호울타리의 강도실험은 방호울타리와 차량의 충돌각도를

15°에서 충돌하였을 경우 차량이 이탈되지 않도록 하여 제작하기 때문에 15°이상의 큰 각도로 충돌할 수 있는 도로환경에서는 방호울타리가 제기능을 다하지 못해 차량이 차도 밖으로 이탈하여 2차 대형사고를 유발시킬 가능성이 매우 높다. 따라서 방호울타리의 설치 장소 중 본 사고와 같이 충돌각도가 15°이상이 되는 지점에 방호울타리를 설치할 경우를 대비하여 15°이상의 각도로 실험하여 견딜 수 있는 방호울타리도 만들 필요가 있으며, 특히 차로를 이탈하여 2차 대형사고가 발생할 수 있는 지점의 방호울타리의 강도를 강하게 할 필요가 있다. 또한 규정에서 위험한 구간에 대한 특별 안전대책을 규정화 하여 대형사고 유발지점이나 사고 잦은 지점의 특별한 안전대책도 필요하겠다.

5. 결 론

본 연구는 단순입체교차로에서 방호울타리를 넘어 6m이하의 지하차도로 추락하여 대형교통사고로 이어진 사고사례를 들어 도로안전시설인 방호울타리의 문제점을 제시하고 안전대책을 제시한 것이다.

현재 우리나라 대부분의 단순입체교차로에는 본 사고유형과 같이 방호울타리를 설치할 때 적당한 규격과 도로환경에서 발생할 수 있는 사고유형에 따른 충격강도를 갖지 못한 것이 많아 제기능을 하지 못해 항상 대형사고에 노출되어 있는 도로가 많다.

따라서 각종 교통안전시설이나 도로안전시설에 대해 규정하고 있는 법규와 위험한 구간에도 일반 도로구간의 시설기준 그대로 적용되고 있어 규정의 보완이 절실히 필요하며, 또한 현재 노면표시로 되어 있는 안전지대를 입체교통섬으로 설치하여 방호울타리와 충돌되기 전에 차량을 입체교통섬이 방호해주어 더욱 안전하게 사고차량이 차도밖으로 이탈되는 사고를 방지하여 대형사고 발생을 안전하게 방지할 수 있을 것으로 본다.

감사의 글

본 연구의 사고사례는 교통사고조사기술원에서 조사한 자료를 참조하여 수행하였습니다..

참고문헌

- 1) 대한토목학회, 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙-해설 및 지침, pp.336, 2000.
- 2) 건설교통부, 도로안전시설 설치 및 관리 지침, pp.10, 2001.
- 3) 한국도로공사, 도로설계요령-도로안전 부대시설 및 환경, 2001.