

도로 작업구간용 트럭탈부착형 스마트 충격흡수장치(TMA) 개발

주재웅*, 장대영**, 안성기*

*(주)한국배리어

**한국도로공사 도로교통연구원

e-mail:khc8800@naver.com

The Development of SMART Truck Mounted Attenuator Using work on the road

Jae-Woong Joo*, Dae-Young Jang**, Seong-Kee An*

*Korea Barrier

**Korea Expressway Corporation

요 약

본 논문에서는 도로의 작업구간 및 유지보수 현장에서 작업차량의 후부에 장착하는 트럭탈부착형 충격흡수장치(TMA)를 개발하고자 하였다. TMA는 작업차량에 충돌하는 주행차량에 대하여 충돌에너지를 흡수하여 상호간의 충격을 완화해주는 기능을 갖는다. TMA는 도로의 주행속도에 따라 60km/h, 80km/h, 100km/h 등급으로 구분되며, 등급에 따라 적합하게 사용되어야 한다. 또한 실차 충돌시험을 통해 성능이 검증된 제품만을 사용하도록 규정(도로안전시설 설치 및 관리지침-차량방호 안전시설 편, 국토교통부, 2014)하고 있다.

본 연구에서는 60, 80km/h 등급의 트럭탈부착형 충격흡수장치(TMA)를 개발하고 실차충돌시험을 통해 성능을 검증하여 시험성적서(국토부)를 획득하였다.

1. 서론

최근 5년간 고속도로 유지관리 작업장에서 발생한 교통사고 건수는 총135건(연평균 약 27건)이고 치사율은 23.5% 수준(일반 교통사고의 2배 이상)으로 매우 높은 수준이다.

도로의 작업구간 및 유지보수 현장에 사용하는 작업차량 및 사인보드카에 주행차량이 충돌하였을 경우 작업자와 운전자에게 치명적인 상해를 입힌다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 선진 외국에서는 90년대부터 작업차량에 부착하는 충격흡수장치를 다수 개발하여 폭넓게 사용하고 있다. 우리나라의 경우 2014년에 트럭탈부착형 충격흡수장치(TMA)에 대한 성능시험기준이 처음으로 제정되었으며, 국내에서 개발된 제품(60km/h등급)은 4개뿐이고, 80, 100km/h 등급(TMA3)에 사용할 수 있는 제품은 외국에서 고가(100km/h용 약 8천만원)에 수입하여 사용하고 있으므로 국내 개발이 필요한 실정이다.

2. 실차 충돌시험을 통한 TMA 개발

2.1 TMA의 성능기준

국토부에서 ‘도로안전시설 설치 및 관리지침-차량방호 안전시설 편, 2014’과 ‘차량방호 안전시설 실물충돌시험 업무편람, 2015’을 개정하면서 트럭탈부착형 충격흡수시설(TMA)에 대한 성능평가 기준이 국내에서 처음으로 도입되었다. 실물 차량충돌시험을 수행하여 지침에서 규정한 성능기준에 만족한 제품만이 도로 현장에 사용할 수 있도록 한 것이다.

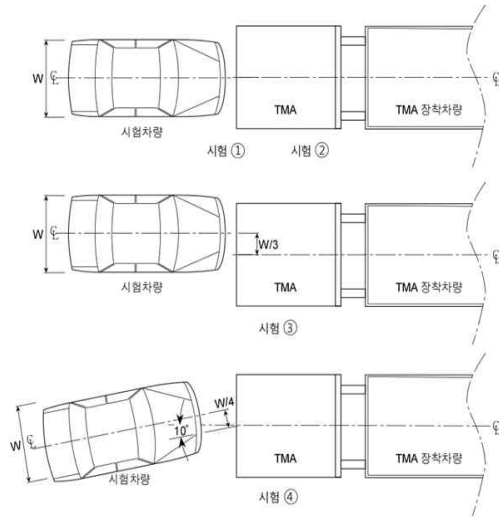
TMA는 탑승자의 안전성을 평가하기 위하여 탑승자 충돌속도(THIV)와 가속도 지수(ASI)를 계산하여 표 1의 평가기준 한계 값에 만족하여야 한다.

[표 1] 탑승자 보호성능 평가기준

기준 항목	단 위	한계 값
가속도 지수(삼축 가속도) ASI	-	1.9
탑승자 충돌속도(중·횡방향)THIV	km/h	44
충돌 후 탑승자 최대 가속도 PHD	g	20

그림 1은 각 충돌방법에 따른 충돌차량의 충돌위치 및 충돌방향을 나타낸 것이고 표 2는 시험등급별 충돌시험 조건을 나타낸 것이다. TMA의 목적은 대형차량의 방호성능을 위한 것이기 보다는 소형차량이 작업구간의 시설물, 작업자 및 작업 차량과 충돌할 경우 차량이 전도 등의 이상거동을 예방하

고, 탑승자 및 작업자의 안전을 확보하기 위한 시설이므로 차량의 중량은 900kg 및 1,300kg의 승용차로 하였다.



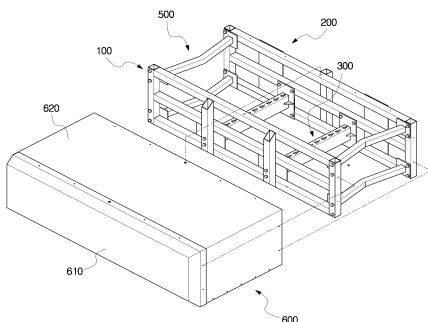
[그림 1] 충돌차량의 충돌위치 및 충돌방향

[표 2] 등급 및 충돌시험 조건

등급	충돌속도 (km/h)	차량중량 (kg)	충돌방법	충돌방향
TMA1	60	900	시험①	중앙 정면
			시험②	중앙 정면
		1,300	시험③ (선택)	1/3W offset 정면
			시험④ (선택)	1/4W offset 10°
TMA2	80	900	시험①	중앙 정면
			시험②	중앙 정면
		1,300	시험③ (선택)	1/3W offset 정면
			시험④ (선택)	1/4W offset 10°
TMA3	100	900	시험①	중앙 정면
			시험②	중앙 정면
		1,300	시험③ (선택)	1/3W offset 정면
			시험④ (선택)	1/4W offset 10°

2.2 TMA의 기술 개요

본 논문에서 개발한 TMA는 특허등록(특허 제10-2075007호)이 완료되었으며 특허에 적용된 기술은 차량의 충돌에너지를 흡수하는 구조적 메카니즘에 관한 것이다. 그림 2는 개발한 TMA의 조립도를 나타낸 것으로 전면프레임, 후면프레임, 사이드바, 사각의 찢김 철판, 버스터, 커버 등으로 구성되어 있다.



[그림 2] 차량탈부착형 충격흡수시설 조립도

본 개발품은 ‘찢김 하중을 이용한 트럭탈부착형 충격흡수 시설’로 유도홀이 있는 일정두께의 찢김 철판을 Buster가 찢으면서 차량의 충돌하중을 일정하게 흡수하여 충돌에너지를 소산시키는 충격흡수시설이다. 사각의 찢김 철판은 후면프레임에 고정하였으며, Buster는 전면프레임에 고정하여 충격흡수장치의 전면에서 차량이 충돌하였을 때, 전면프레임에 고정된 Buster가 찢김 철판을 찢으면서 충돌에너지를 흡수하는 구조로 기존 제품에 비해 간단하고 단순한 충돌에너지 흡수 능력을 갖춘 충격흡수장치이다.

본 제품은 기존의 제품에 비해 무게가 가볍기 때문에 장착 차량(트럭, 사인보드카 등)에 탈·장착이 용이하고 장착 후 운행성이 좋으며, 무게감에 의한 조향성 및 연비 절감의 장점을 갖는다. 또한 비교적 복잡한 구조의 기존 제품과 다르게 단순하면서 효과적인 충돌에너지 흡수 메카니즘을 갖추고 있다.

2.3 TMA의 개발 내용 및 성능검증

TMA의 개발을 위해 다음과 같은 절차와 내용을 수행하여 제품 개발을 완료하였다.

○ 제품 TMA 개념 및 디자인 설계

- 국내·외 TMA 개발현황 및 시장조사, 작업구간 작업장의 교통사고 유형 조사

- TMA 장착차량 규격 및 수량 조사, 저비용 고효율의 TMA 개념설계

○ 설계안에 대한 구조검토 및 해석 실시

- TMA 구조해석 및 흡수 메카니즘 최적화, 최종 설계안 확정

○ 설계안 시제품 제작 및 제품 실용화 작업

- TMA 시제품 제작, 시제품의 상용화 검토, 시제품의 성능평가를 위한 준비

○ 시제품 성능평가 및 분석, 제품 수정안 도출

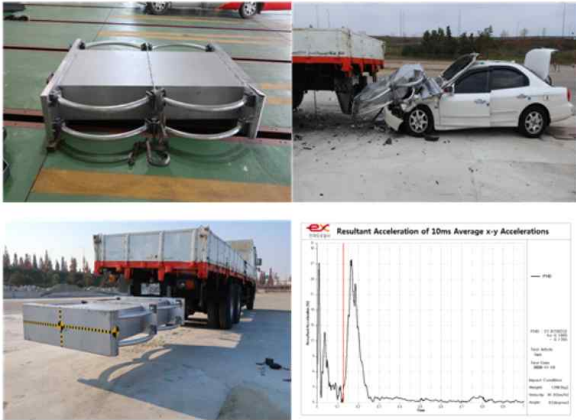
- 시제품의 성능검증을 위한 실차충돌시험 실시, 성능분석 통한 제품의 보완점 수정

- 저비용 고효율의 TMA1등급 제품 개발 완료

충격흡수시스템에 대한 검증으로 TMA1등급(60km/h)에 대한 실차충돌시험을 수차례 수행하였으며, 공인 성능시험을 통한 시험성적서를 획득하여 개발 완료하고 TMA2등급(80km/h)은 최종 예비 실물차량 충돌시험을 통해 안전성 검증을 확인하였다.



[그림 3] 차량탈부착형 충격흡수시설(TMA1) 충돌시험



[그림 4] 차량탈부착형 충격흡수시설(TMA2) 충돌시험

2.4 TMA의 개발에 따른 기대효과 및 실용화

본 제품을 개발함으로써, 도로 작업장의 치명적인 교통사고를 경감시키고 도로 상의 작업자 및 탑승자를 보호하는 효과를 기대할 수 있다. 작업구간에서의 교통사고를 사망에서 중상으로, 중상에서 경상으로 경감시킴으로써, 교통정책으로 인한 사회적 비용과 교통사고의 치명률을 줄일 수 있을 것이다.

본 제품은 한국도로공사 및 공공기관, 도로안전관리 회사의 작업차량에 부착되어 현장 실용화가 완료된 상태이다.



[그림 5] 차량탈부착형 충격흡수시설(TMA) 실용화 사진

3. 결론

최근 5년 동안 고속도로 유지관리 작업장에서 발생한 교통사고 건수는 총135건(연평균 약 27건)으로 사망 43명, 부상 140명의 사상자가 발생하였다. 고속도로 유지관리 작업장 교통사고의 치사율은 23.5% 수준(일반 교통사고의 2배 이상)으로 차량 운전자 12명, 공사 관계자 31명이 사망했고 고속도로 작업장 교통사고 사망자는 일반 산재사고 사망자의 3.9배이다. 현재 고속도로의 고속주행 환경상 각종 보수, 보강 작업 시 교통흐름에 제한을 주는 작업구간 내에 발생하는 교통사

고 저감대책이 필요한 시점이고 저감대책 중 가장 효과가 뛰어난 대책은 교통사고를 예방해주는 도로안전시설물을 설치하는 것이다.

고속도로 및 국도의 작업구간에는 작업차량, 사인보드카 등 작업에 필요한 차량과 다수의 작업자가 있다. 주행차로를 벗어난 차량이 작업구간으로 침입할 경우 작업을 위해 정차되어 있는 차량이나 사인보드카의 후미에 충돌하여 주행차량의 운전자가 사망하는 사례가 적잖게 발생되고 있으며, 작업자가 사망하는 사례도 빈번히 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 본 연구를 통해 고속도로 및 국도의 작업장에서 발생하는 교통사고를 심각성을 경감시키기 위한 작업트럭이나 사인보드카에 장착하는 트럭탈부착형 충격흡수시설(Truck Mounted Attenuator)을 개발하였다.

참고문헌

- [1] 국토부, 2014, “도로안전시설 설치 및 관리지침-차량방호 안전시설 편”
- [2] 국토부, 2015, “차량방호 안전시설 실물충돌시험 업무편람”
- [3] NCHRP Report 350 “Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features”. National Cooperative Highway Research Program, NATIONAL ACADEMY PRESS Washington, D.C. 1993.
- [4] BS EN, “Performance Classes, Impact Test Acceptance Criteria and Test Methods for Safety Barriers”. British Standard, CEN. 2010.