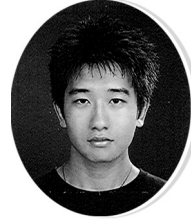


‘트럭 부착용 충격흡수시설(TMA)’의 해외사례 및 국내적용방안 연구



박준영



장명순

I. 서론

이용자중심의 도로환경이 부각되면서 새로운 도로건설과 더불어 도로 유지관리의 중요성이 커지고 있다. 도로 유지관리를 위한 작업차량은 잠재적으로 교통사고에 노출되어 있으며 한번 사고가 나면 일반적으로 대형사고로 번지게 되는 실정이다. 이와 같은 경우에 대비해 해외에서는 트럭 부착용 충격흡수 시설(TMA: Truck Mounted Attenuator)을 사용 중에 있으며, 관련업체들의 적극적인 개발연구를 통해 다양한 형태의 TMA가 만들어지고 있다.

본 연구에서는 TMA에 대해 소개하고 국내 도로유지관리차량 사고현황 및 사고사례, 해외의 다양한 TMA의 사례를 살펴보는 동시에 국내 적용방안에 대해 알아보고자 한다.

II. TMA 소개 및 도입 필요성

1. TMA

TMA란 도로상에 서행 또는 정지해 있는 작업차

량(특수차량)의 후단에 설치할 수 있는 충격완화시설로서 충돌차량의 운전자와 작업차량의 운전자 그리고 작업 중인 공사인원을 보호 할 수 있는 안전시설이다. TMA는 ‘Truck Mounted Attenuator’의 줄임말이며 ‘트럭 부착용 충격흡수시설’로도 불린다.

1) TMA의 제원 및 구성

도로안전시설 설치 및 관리 지침(건설교통부, 1998)에서 미국의 Energy Absorption System社의 트럭 부착용 충격흡수시설을 처음 소개 하였으며 제원에 대한 정확한 수치는 제시되지 않았으나, 너비는 트럭의 폭만큼 하고 높이는 지면으로부터 0.28m~0.33m가 유지되도록 함을 설명하고 있다. 국내에서 개발된 IBH社의 TMA(TCC60K)를 <그림 1>에 소개하였으며, TMA의 제원은 설계속도 60km/h, 너비 1.58m, 높이 0.815m, 길이 1.28m이다.

2) 작동원리

TCC60K는 60km/h 주행속도에서 충돌하는

박준영 : 한양대학교 교통공학과 석사과정, steaua93@paran.com, 직장전화:031-407-3540, 직장팩스:031-400-4239
장명순 : 한양대학교 교통공학과 교수, hytran@hitel.net, 직장전화:031-407-3540, 직장팩스:031-400-4239



〈그림 1〉 국내 IBH社에서 개발한 TMA

중량 900kg의 차량 탑승자를 보호하기 위한 시설로서 충격을 흡수하는 카트리지와 뒷받침 구조물 및 차량 부착장치, 스테인레스 인장선(인장력을 가진 Wire)으로 구성되어 있다. 차량의 충돌에 의한 Wire의 소성변형을 이용하여 힘의 방향을 수평 방향에서 수직방향으로 전환시킴과 동시에 에너지의 흡수 및 충격을 경감시키도록 변위를 확보하는 원리이다.

많아 그 심각성은 크다고 볼 수 있다.

TMA의 설치목적은 작업차량에 부딪히는 차량의 운전자를 보호하는 것이 주된 기능이지만, 작업인부 및 작업차량 운전자를 보호하기 위함도 있으므로 그 필요성은 더욱 크다고 할 수 있다. TMA는 차량의 충격에너지를 흡수하여 정지하도록 하거나, 차량의 방향을 교정하여 주행차로로 복귀시켜줌으로써 공사구간의 안전성을 향상시킬 수 있다.

2. 도로유지관리차량 사고현황 · 사고사례

2) 사고사례

1) 사고현황

도로의 도로유지관리차량과 관련된 사고유형은 두가지로 구분된다. 첫째, 작업 중인 차량에 자동차가 충돌했을 시 작업차량에 부딪힌 차량의 운전자가 부상당하는 경우가 있고 둘째, 작업 중인 인부들이 부상당하는 경우가 있다. 도로유지관리차량과 관련된 사고는 한번 사고가 나면 최소 중상에서부터 최대 사망에 이르는 대형사고로 이어지게 된다. 대형사고의 대표적인 예로는 도로상의 작업

도로교통공단의 1991년부터 2004년까지 사고 자료에 따르면 전체 교통사고 건수는 3,569,887건이며 그 중 도로작업에 관련된 사고는 총 20,871건으로서 전체 교통사고의 약 0.6%이다. 14년간의 통계에서 0.6%정도의 수치는 작아 보일 수 있지만 사고유형이 경미한 사고가 아닌 대형사고인 경우가

〈표 1〉 국내 도로유지관리차량 관련 사고사례

날짜	내용	위치
09.4.16	차선도색작업중인 4.5톤 트럭을 뒤에서 관광버스가 추돌해 1명 사망(운전자), 30명 부상(초등학생)	영동고속도로 이천톨게이트 부근
08.8.11	고속도로 작업차량을 2.5톤 트럭이 추돌해 트럭 운전자 중상	광주~무안 고속도로
04.7.28	화물차량이 작업차량에 추돌해 3명 사망	대진고속도로
02.5.9	트레일러가 도색차량 추돌해 5명 부상	남해고속도로
02.4월	화물차가 도색차량 덮쳐 2명 사망	올림픽대로

구간 전방에서 작업차량을 발견하고 급브레이크를 밟으면서 차가 앞으로 쏠려 작업차량과 충돌 후 차량이 작업차량의 밑으로 들어가는 경우가 있다. 도로유지관리차량과 관련된 대표적인 사고사례를 <표 1>에 소개하였다.

III. 해외 입법사례 및 다양한 TMA

1. 해외 입법사례

아직까지 TMA 장착이 실용화 되지 않은 국내와는 다르게 해외에서는 TMA의 연구가 활발히 진행 중이며 미국, 사우디아라비아, 영국 등의 나라에서는 TMA의 장착을 의무화하여 사용 중에 있다.

미국의 경우 캘리포니아 교통부(CA, Ministry of Transportaion)에서 발행한 ‘Protection of

Workers’에서 TMA 장착을 의무화 하고 있으며, 영국에선 영국 교통부에서 발행한 ‘Traffic Signs Manual’의 Chapter 8에 TMA 장착을 의무화 하고 있다. 사우디아라비아의 경우 1988년 9월 사우디아라비아에서 TMA의 사용이 의무화되었음 이 미국 ‘National Development’지에 게재되었으며 사우디아라비아의 교통부에서 발행한 ‘Work Zone Traffic Control’에서도 고속도로 작업차량의 TMA 장착을 의무화 하고 있다.

2. 해외의 다양한 TMA

현재 TMA를 사용하고 있는 나라는 약 20개국 정도이며 대부분 도로환경이 잘 발달되어 있는 나라이다. 쾌적한 도로환경을 위해서는 도로유지관리작업이 필수적이며, 이를 위해 일을 하는 인부들의 안

Vorteq TMA Trailer



Safe-Stop 180



LS-Pro TMA



Scorpion



<그림 2> 미국의 다양한 TMA

전과 차량이 부딪혔을 경우 차량의 운전자를 보호하기 위해 TMA를 도입한 것이다. 특히 미국은 안전시설을 전문제작하는 여러 업체에서 NCHRP350의 실험기준에 맞게 경쟁적으로 TMA에 관련된 연구를 하고 있으며 다양한 모델이 상용화 되고 있다. 또한 외국으로의 수출도 많이 하고 있어 다른 나라에서도 미국의 기준으로 TMA를 적용시키고 있는 실정이다.

1) 미국의 TMA

TMA에 관한 연구를 오래전부터 해온 미국에서는 많은 기업들이 다양한 모델들을 내놓아 각 주의 교통부에서 사용 중이며 현재는 더 안전하고, 사용하기 편리하고, 색다른 디자인의 모델을 개발하려 노력하고 있다. 미국이 아닌 다른 해외에서는 TMA 관련 연구 인프라가 구축이 잘 안되어 있기 때문에 미국 업체들이 수출을 통해 많은 이윤을 남기고 있다. 대

표적인 회사로는 Renco社, Trinity社, Traffix Devices社, Energy Absorption SYS社 등이 있으며 <그림 2>에 사례를 제시하였다.

2) 미국을 제외한 해외의 다양한 TMA

캐나다, 아일랜드, 네덜란드, 일본, 남아프리카 공화국, 사우디아라비아, 호주, 영국 등의 나라에서 TMA가 쓰이고 있으며, 이들 나라의 대부분은 미국의 TMA제작업체의 상품을 수입하여 사용하고 있다. <그림 3>에 대표적인 4개 국가의 사례를 제시하였다.

IV. 국내 적용을 위한 성능평가

TMA는 차량방호안전시설 중 하나라고 할 수 있으며, 우리나라는 2008년에 개정된 '도로안전시설 설치 및 관리지침 -차량방호 안전시설편-'을 성

아일랜드의 Solvere LTD社
(미국 Trinity社의 MPS-350을 수입)



네덜란드의 JD Nederland社
(미국 Barrier社의 U-MAD를 수입)



캐나다의 Lecol社
(미국 Energy Absorption SYS社의 Alpha TMA를 수입)



일본
(건설성국도공사사무소, 건설성산형공사사무소)



<그림 3> 해외의 다양한 TMA

능기준으로 사용하고 있다. 유럽에서는 1998년도 만들어진 CEN기준을, 미국에서는 1993년도에 만들어진 NCHRP 350 기준을 개정하여 사용 중이다. TMA는 일반적인 충격흡수시설(Crash Cushion)과 달리 미국 업체들이 주로 연구 및 생산 중이기 때문에 NCHRP 350 기준에 맞추어 실험을 통과한 TMA가 일반적으로 쓰이고 있다. TMA의 성능기준은 TMA에 특화된 기준이 있는 것이 아니라 각국의 충격흡수시설 성능기준에 따르고 있으며, 본 연구에서는 국내에서 개발된 TMA의 성능실험 수치를 바탕으로 우리나라와 미국의 성능기준과 비교하여 국내 적용방안에 대해 알아보았다.

차량방호 안전시설 성능기준에 쓰이는 지수에는 THIV와 PHD가 있다. 탑승자 충돌 속도(THIV : Theoretical Head Impact Velocity)란 차량이 차량방호 안전시설에 충돌할 때 탑승자의 충돌 위험도를 평가하기 위한 지수로서 탑승자의 머리를 자유 비행하는 물체로 보고 차량이 시설물과 충돌하여 머리가 차량 내부공간의 가상 면에 부딪힐 때까지 이동하는 속도를 뜻한다. 탑승자 가속도(PHD : Post-impact Head Deceleration)는 차량의 1차 충돌로 인해 발생하는 2차 충돌, 즉 탑승자가 차량 내부공간의 가상 면에 부딪힌 후에 머리가 받게 되는 가속도 중에서 최대값을 의미한다.

현재 우리나라에서는 소수의 교통안전시설 개발 업체들이 TMA를 개발하고 있으며, 본 연구에서는 IBH社에서 개발한 TCC60K를 대상으로 실험을 진행하여 적용방안을 알아보았다. 교통안전공단 자동차성능연구소에서 성능기준 실험을 시행하였으며 차량중량은 900kg, 차량속도는 60km/h



〈그림 4〉 TMA 실험모습

이다. 실험결과 THIV값은 42.4kph, PHD값은 10.8G's로 나타났으며 국내 및 미국의 탑승자보호 성능기준에 만족하는 결과를 보였다(〈표 2〉). 실험사진을 〈그림 4〉에 제시하였다.

V. 결론 및 향후연구

도로유지관리를 위해 노상에서 작업 중인 인부 및 차량 사고는 대부분 대형사고로 이어지기 때문에 그 심각성은 크다고 할 수 있다. 해외에서는 이미 약 30년 전부터 TMA를 개발, 연구 중에 있으며 그 효과가 입증되어 도로가 발달한 여러 국가들에서 널리 사용되고 있다.

우리나라는 약 3천4백km 연장의 고속도로와 총 10만km가 넘는 도로망을 보유하고 있으며, 도로연장의 증감률이 하락하는 추세임을 감안한다면 도로유지관리의 필요성은 더욱 절실하다 할 수 있다.

TMA는 작업차량에 추돌한 차량의 운전자를 보호하기 위한 기능만이 아닌 공사구간의 작업 인부들을 보호하는 기능까지 갖추고 있다. 작업인부들

〈표 2〉 TMA 성능실험 결과

구분	우리나라		미국			TCC60K 실험결과
	충격흡수시설 성능기준(1)		충격흡수시설 성능기준(2)			
차량중량(kg)	900	1300	700	820	2000	900
속도(kph)	60	60	70	70	70	60
THIV(kph)	44	44	44	44	44	42.4
THIV(m/s)	12	12	12	12	12	11.8
PHD(G's)	20	20	20	20	20	10.8

의 최소한의 안전을 보호해주기 위해서라도 TMA의 도입은 필요하다. 우선 TMA에 관한 정확한 시험기준이 확립되어야 하며 법 개정에 의한 작업차량의 TMA장착이 단계적이고 체계적으로 이루어져야 한다. 또한 추돌 사고차량의 대부분이 대형차량임을 미루어 볼 때 대형차량을 기준으로 더 다양한 TMA의 개발이 필요하다. 그리고 다양한 사고 상황별 사례에 대한 실험을 통해 양질의 TMA 개발 연구가 필요하다.

충격흡수시설의 성능기준지표가 국내에만 국한되어 있어 국내업체의 기술을 수출할 수 없는 문제점도 개선되어야 한다. 현재 국내 충격흡수시설의 성능기준(1)은 미국(2) 및 유럽(3)의 기준과 유사하게 만들어져 있지만, 실제로 어느 한 곳의 기준에도 적합하지 못하다. 국내 안전시설 제작업체들이 제품을 수출하고 싶을 경우, 제품성능시험을 국외에서 받아야 하는데 그 비용이 부담스러워 기술력 및 경제성 면에서 우수한 제품들이 국내에서만 사용되고 있다. 양질의 안전시설 개발과 국외로의 수출을 위한 발판이 마련하기 위해서 국내 성능 기준을 미국과 유럽의 기준을 동시에 만족시키는 방향으로 향후 개정이 필요하겠다.

마지막으로 작업차량에 TMA의 부착을 의무화하는 방안에 대해 검토가 필요하다. 선진국의 의무화 사례를 검토하고 공사구간의 사고 심각도를 분석하여 국내 상황에 맞도록 제도적으로 뒷받침되어야 한다.

도로의 유지보수는 필수적인 것이며 이로 인해 도로에서는 작업차량과의 사고위험이 항상 존재한다. TMA의 도입은 운전자들의 부상을 최소화시키고 작업하는 인부들이 안전하게 작업할 수 있는 환경을 조성하여 도로 안전성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 안전한 도로환경 구축을 위해 TMA에 대해 전문가들이 많은 관심을 가지고 체계적으로 도입할 필요가 있겠다.

참고문헌

1. 국토해양부(2008), “도로안전시설 설치 및 관리 지침-차량방호안전시설편”.
2. H.E.Ross, D.L.Sicking, R.A.Zimmer, J.D.Michie (1993), “NCHRP Report 350-Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features”, Transportation Research Board.
3. European Committee for Standardization(2000), “Road Restraint Systems- Part3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions”.
4. John F. Carney III, Charlse E. Dougan, Eric C. Lohrey(1996) 『NCFRP Report 350 Crash Test Results for Connecticut Truck-Mounted-Attenuator』, Transport Research Record 1528.
5. 임팩트블랙홀社 홈페이지, <http://www.ibh.co.kr/>.