

우리나라 세미트레일러 제원의 기준 개선

Improvement of Semi-trailer Design standard for Road Geometry

이석기* · 김영록** · 노관섭*** · 정준화****

Lee, Suk Ki · Kim, young Rok · Noh, Kwan Sub · Jeong, Jun Hwa

1. 서론

도로에는 매우 다양한 형태의 자동차가 운행되고 있으며, 각각의 형태에 따라 도로를 설계한다는 것은 매우 복잡하기 때문에 국내에서는 세가지의 설계기준 자동차(소형자동차, 대형자동차, 세미트레일러)를 규정하고 이들 제원을 정하고 있다.

설계기준 자동차는 교차로의 회전반경이나 하중에 따른 포장구조 결정 및 교통량에 따른 차로수 결정 등과 같은 도로 설계 과정에서 설계기준 자동차를 무엇으로 정하느냐에 따라 해당 시설의 규모(규격)가 정해진다. 특히 대형자동차와 세미트레일러의 통행이 빈번한 도로에서의 설계기준 자동차의 선정은 매우 중요하다.

최근 국제적인 교류 확대와 수송량 증대 및 물류비용 절감을 피하기 위하여 화물의 대형화, 중량화 경향이 있어 세미트레일러의 경우 최대 6축의 자동차까지 등장하게 되었다.

일반적으로 자동차 등록사업소에 등록되어 있는 세미트레일러는 견인차인 트랙터와 피견인차인 트레일러가 따라 등록되기 때문에 이 조합에 따라 3축에서 6축까지 다양한 축수의 조합이 가능하다. 현장조사의 결과 이중 현재 가장 많이 사용되고 있는 세미트레일러의 축수는 트랙터와 트레일러의 조합으로 5축(트랙터 3축, 트레일러 2축)임을 알 수 있었다.

본 연구에서는 현재 주류로 운영되고 있는 5축 세미트레일러가 기존 설계기준 자동차(4축 세미트레일러)로 설계된 평면교차로에서 발생할 수 있는 문제점을 살펴보고 설계기준 자동차의 재선정을 통한 도로설계기준에 대한 재정립을 제안한다.

하지만, 설계기준 자동차 중 세미트레일러는 현재 주류를 이루며 운행되고 있는 것과는 차이가 있음을 알 수 있었다. 기존에는 4축의 형태이지만, 실제로는 5축의 형태를 가진 세미트레일러가 운행되고 있다. 세미트레일러 축 수에 따라 회전반경에 차이가 있으며, 결과적으로 도로설계 자체에 변화를 가져올 수 있다는 점에 착안하였다.

구체적으로 기존의 설계기준 자동차(4축 세미트레일러)와 5축 세미트레일러의 차량 제원과 회전반경 등을 비교해 보았고, 교차로 가각부와 교통섬 관련 회전궤적을 비교하여 현행 도로 설계의 문제와 개선 방안을 제시하였다.

2. 연구 방법

2.1 기존 문헌고찰

기존 도로 설계기준 자동차는 견인차 2축, 피견인차 2축인 4축의 형태를 가지고 있다. 견인차의 경우 조향의 1축과 구동의 1축으로 구성되어 있다. 하지만, 화물의 대형화에 따라 40ft(12.192m)의 컨테이너를 적

* 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원 · oksk@kict.re.kr - 발표자
** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원 · busbay.kict.re.kr
*** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 수석연구원 · ksn0@kict.re.kr
**** 정회원 · 한국건설기술연구원 도로연구부 수석연구원 · Jhjeong@kict.re.kr



재하여 견인함에 따라 안전성과 성능을 고려하여 견인차가 3축의 형태가 주류를 이루어 가고 있다.

각 국가별 제시된 세미트레일러의 제원상 길이의 차이는 있지만, 그림 1과 같이 기본적으로 일본 및 국내 설계기준 자동차는 4축이며 EU, 스위스, 미국의 경우 5축을 채택하고 있다. 기존의 국내 설계기준 자동차는 일본 설계기준 자동차와 자동차 제원 및 최소 회전반경이 유사한 것으로 나타났다.

EU의 경우 EU각료의사회가 1984년 12월 19일에 채택한 “도로운송차량의 중량, 치수 및 기타 기술적 특성에 관한 각료이사회지령”에서 정해진 결과에 따라 국내법 제정 등의 조치가 의무화되어 총 길이는 15.5m로 통일된 기준을 갖고 있다.

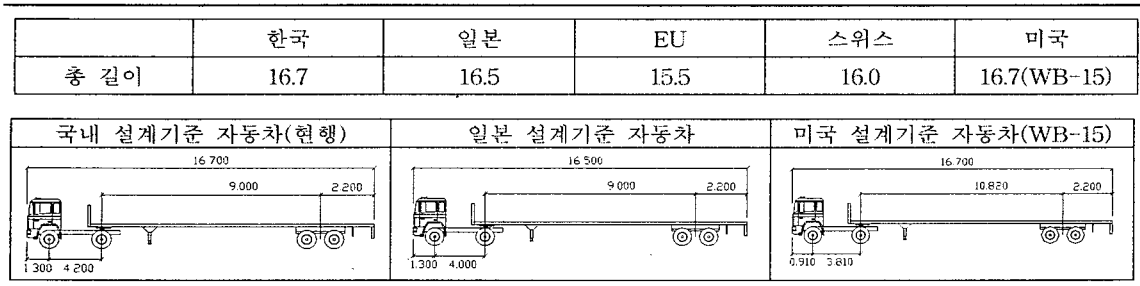


그림 1. 국내·외 세미트레일러의 길이 비교(단위 : m)

2.2.세미트레일러 현황조사

현재 국내 세미트레일러의 등록대수는 정확한 통계치는 알 수 없지만, 트랙터 부분과 트레일러 부분의 조합에 따라 4축~6축까지 경우의 수가 발생한다. 따라서, 실제 운행되고 있는 세미트레일러를 조사해보아야 통용되는 다수의 세미트레일러 축수와 총 길이 등의 제원을 파악할 수 있다.

현장조사 대상지는 세미트레일러의 유·출입이 빈번한 경인 제2고속국도의 안현분기점 부근을 선정하였다. 2005년 9월 20일 오후 5시~6시 사이에 조사한 해당 구간의 시간당 교통량은 안현분기점에서 인천방면이 2,625대이고 세미트레일러 교통량은 5축만이 측정되었고 288대로 나타났다.

반대 방향인, 인천방면에서 안현분기점 방향의 경우 시간당 교통량이 5,940대로 나타났으며, 세미트레일러 교통량은 4축이 12대, 5축이 168대, 6축이 60대로 나타났다.

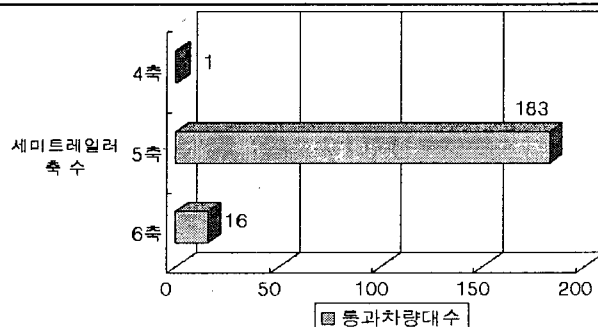


그림 2. 세미트레일러 축수에 따른 통과자동차대수

따라서, 총 200대의 세미트레일러 중 축별로 구분한 결과 4축의 경우 1대, 5축의 경우 183대, 6축의 경우 16대로 나타났다. 결과적으로 현장에서 운행 중인 세미트레일러의 주종은 5축으로 판단할 수 있고, 90%를 상회하는 것으로 나타났다. 이는 설계기준 자동차로 쓰이고 있는 4축 세미트레일러의 제원과는 다른 제원의 자



동차가 주종을 이루는 것이어서 주목할 필요가 있다.

2.3 설계 세미트레일러 기준 안 제시

현장조사 결과 현재 운행되고 있는 대다수의 세미트레일러는 그림 3과 같이 트랙터 3축, 트레일러 2축이 조합된 5축의 세미트레일러이며, 그 제원은 기존 설계기준 자동차보다 전장은 30cm 크고, 피견인차(트레일러)의 커플러(연결부)에서 트레일러 축까지의 길이가 1.5m 크다. 하지만 견인차(트랙터)의 축거리는 40cm 감소하였다.

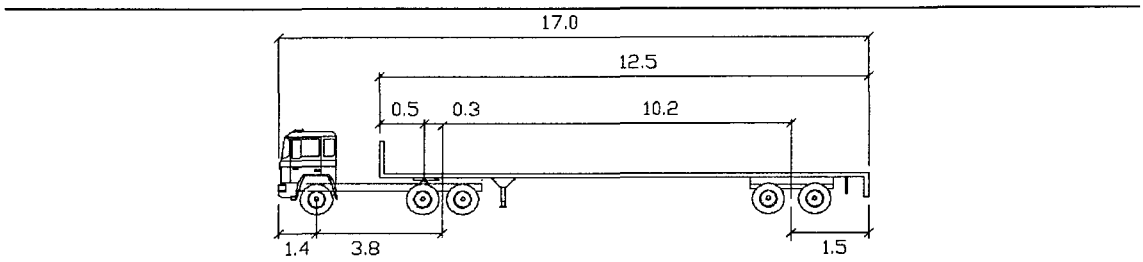


그림 3. 5축 세미트레일러(단위:m)

현행 설계기준 자동차 중 세미트레일러는 4축의 형태로서 최소 회전반경은 12.0m인 반면, 현장에 주로 운용 중인 5축의 세미트레일러의 최소회전반경은 13.5m이다.(그림 4)

결과적으로, 4축의 세미트레일러 보다는 5축의 세미트레일러가 회전시 곡선부 가각부를 잠식하면서 주행하게 되어 있다. 이러한 결과는 세미트레일러의 전체적인 길이의 증가뿐만, 아니라 특히, 피견인차(트레일러)의 축거리가 기존보다 1.5m 증가함에 따른 결과라고 볼 수 있다. 다른 측면에서는 구동축이 2개로 증가함에 따라 회전시 바퀴와 노면간의 마찰이 증가하여 견인차(트랙터) 자체의 회전 반경이 증가할 가능성도 가지고 있다.

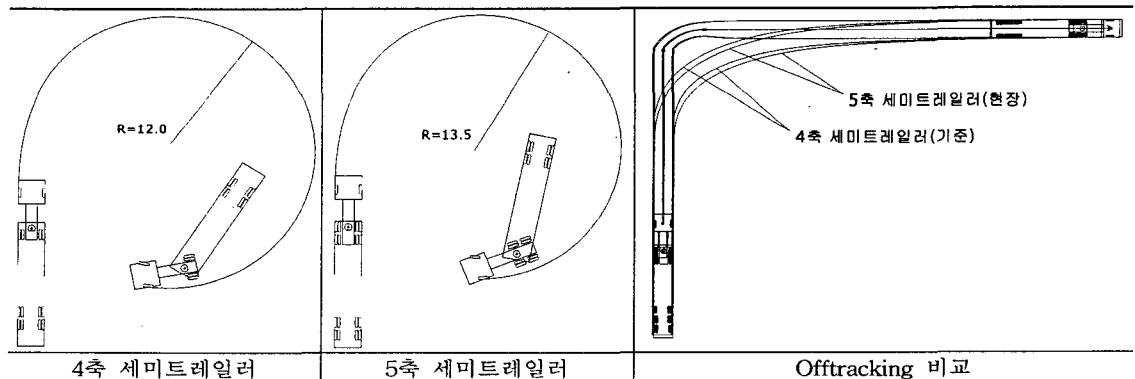


그림 4. 최소 회전반경 및 Offtracking 비교

3. 5축 세미트레일러를 설계에 적용할 경우

‘도로의 구조·시설기준에 관한 규칙’에 제시된 세미트레일러를 설계기준에 적용할 경우, 관련 설계 요소 기준으로는 도로의 폭원, 곡선부의 확폭, 교차로의 설계, 종단경사, 시거 등이 있다. 본 연구에서는 현장에서 주류로 운용 중인 5축 세미트레일러 제원을 이들 설계 요소에 적용할 경우 발생할 수 있는 문제점을 검토해 보았는데 우선적으로 교차부에서 회전할 때 가각정리 부분과 교통섬 또는 노면표시 영역 상의 잠식문제를



검토해 보았다.

그림 5는 일반국도의 전형적인 도류화 교차로에서 세미트레일러의 회전반경을 나타낸 것이다. 상위도로는 4차로 국도급이며, 하위도로는 2차로 국도로 4 : 1 : 4(36 : 9 : 36)의 비율로 삼심곡선을 이용하여 회전 각각부의 곡선반경을 설정하였다. 4축 세미트레일러의 경우, 하위도로에서 상위도로로 우회전 진입시 별다른 문제 없이 돌아 나가는 것을 알 수 있다. 하지만, 5축 세미트레일러의 경우에는 회전 우각부의 연석을 넘어 최대 1.2m까지 침범하는 것을 볼 수 있다. 물론, 운전자의 운전 기술에 따라 자동차의 회전 반경을 상황에 알맞게 조정하며 돌아나갈 수도 있겠지만, 안전과 소통측면에서 문제가 발생할 수 있다.

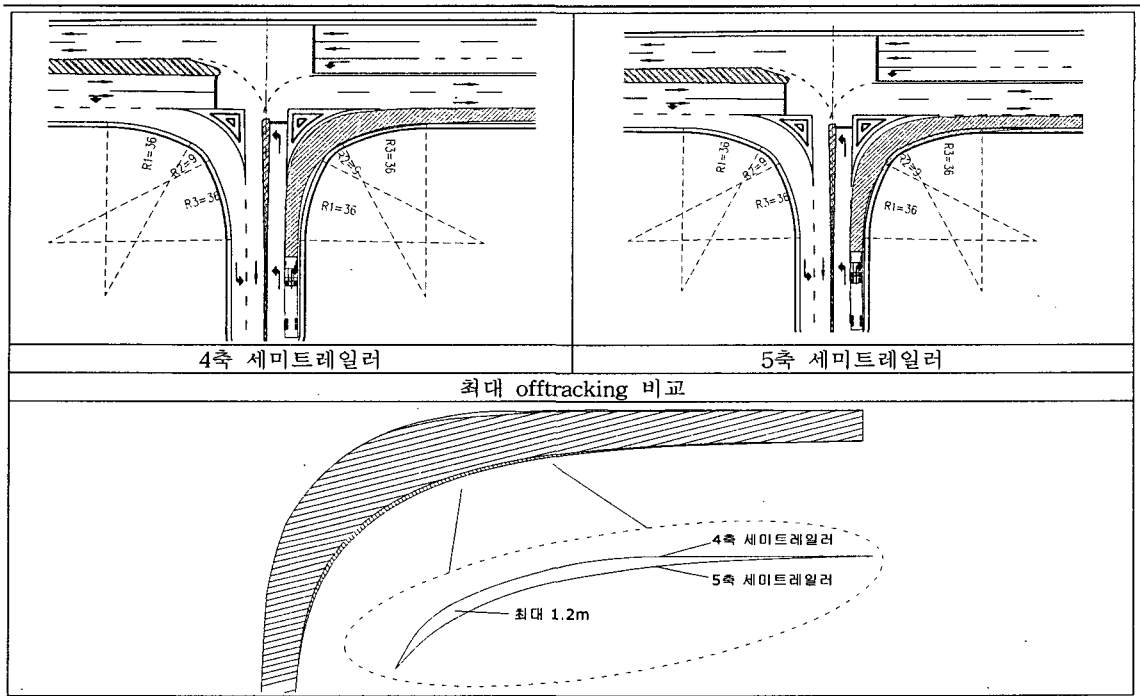


그림 5. 세갈래 직각교차로의 offtracking

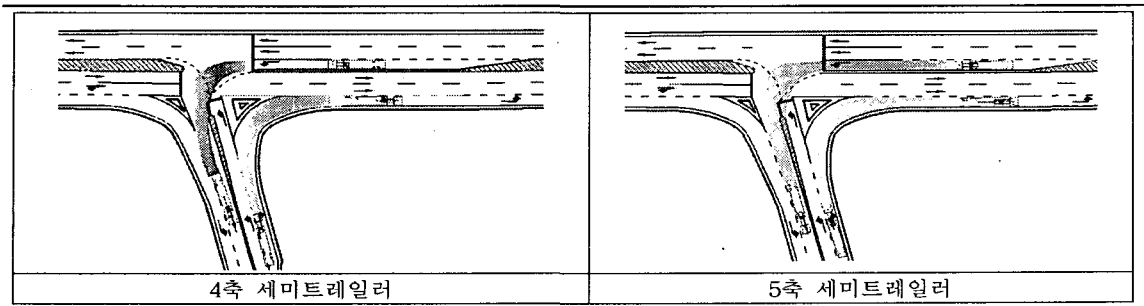


그림 6. 세갈래 사각(75°) 교차로의 offtracking

75°의 사각교차로의 경우, 4축의 세미트레일러는 큰 문제가 없으나, 5축 세미트레일러는 상위도로에서 하위도로로 좌회전 진입시 주행 궤적이 대향차선을 침범하는 것을 알 수 있으며, 하위도로에서 좌회전 대기자



동차와 충돌 할 수 있어 안전상 문제가 있다.(그림 6) 이 경우, 그림 7과 같이 부도로에 물방울 교통섬과 삼각 교통섬을 설치하면 세미트레일러가 원활히 회전하며 돌아나갈 수 있다.

삼각 교통섬은 보행자의 대피장소의 역할을 하는 도로안전시설 중의 하나이다. 하지만 세미트레일러의 안쪽 뒷바퀴는 교통섬의 일부를 잠식하고 회전하는 경향을 보인다. 따라서, 물방울 교통섬과 삼각 교통섬이 조합된 교차로에서는 교통섬의 잠식이 없는 좌회전 궤적을 보인다.

물방울 교통섬에는 연석을 이용한 큰 물방울 교통섬과 노면표시를 이용한 작은 물방울 교통섬이 있다. 큰 물방울교통섬의 경우는 부도로에 교차로 진입각을 줌으로써 기하구조적으로 부도로에서 교차로로 진입하는 자동차가 과속을 하지 못하도록 제어하는 기능도 가지고 있다.

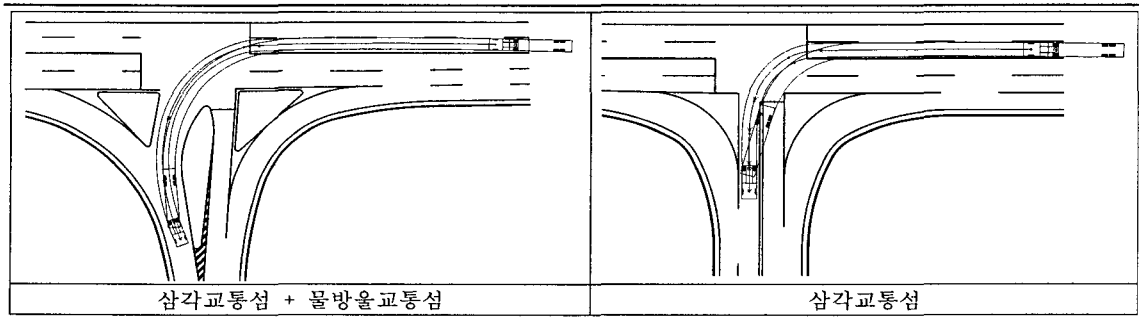


그림 7. 교차로 기하구조별 세미트레일러 좌회전 궤적

4. 결론 및 향후 연구과제

설계기준 자동차는 도로 설계나 안전시설에 대한 설치에 있어서 기본적으로 고려되어 진다. 하지만, 종래의 도로설계에 있어서 설계기준 자동차에 대한 재고찰은 미흡했다. 따라서, 설계기준 자동차중 세미트레일러가 실제로 운행중인 있는 점과는 차이가 있다는 것에 착안하여, 실제 다수로 운행중인 5축의 세미트레일러로 설계기준 자동차의 제원이 검토되어야 하며, 그 경우 발생할 수 있는 문제를 고찰하였다.

기존의 설계기준 자동차인 4축의 세미트레일러보다 5축 세미트레일러 전장이 30cm 크지만, 견인차(트랙터)의 축거는 오히려 기존의 4축 세미트레일러(4.2m)보다 5축 세미트레일러 축거(3.8m)가 짧다. 하지만, 커플러에서 트레일러의 뒷바퀴축까지의 길이는 5축의 세미트레일러가 10.2m로 4축의 세미트레일러보다 1.2m가 길다. 이 때문에 기존의 4축 세미트레일러보다는 5축 세미트레일러의 최소 회전반경이 1.5m가 증가하였으며, 평면교차로에서 좌·우회전 실험결과, 4축의 세미트레일러와 비교하면 회전반경이 증가하여 연석을 넘거나 대향차로를 침범하는 주행 결과가 나타났다. 따라서, 전체 세미트레일러의 90%이상을 차지하는 5축의 세미트레일러를 새로운 설계기준 자동차로 정하는 문제를 적극 검토할 필요가 있으며, 이 경우 교차점과 연결로 설계시 보완할 수 있는 방안을 정립해야 한다. 평면교차로의 경우 삼각 교통섬에 물방울 교통섬을 설치하는 방안은 그 대안의 하나이다.

본 연구에서 미흡했던 부분은 연구 결과가 현장실험이 아닌 프로그래밍상에서의 회전반경 및 Offtracking 값을 제시한 것이며, 이 결과는 현장 실험과는 다소 차이가 있을 것으로 생각된다. 이후 본 논문을 발전시켜, 5축의 실제 세미트레일러를 이용하여 최소 회전반경 및 교차로에서의 회전, 회전교차로에서의 회전 등과 같은 실험을 거쳐 발생할 수 있는 문제를 검토해야 한다. 더 나아가서 5축의 세미트레일러가 새로운 설계기준 자동차로 선정된다면, 도로 설계기준에 대한 전체적인 제원 검토 및 변경이 필요할 것으로 생각된다.



참고문헌

1. 건설교통부(2004), 평면교차로 설계지침.
2. 건설교통부(2000), 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침.
3. 건설교통부(2002), 도로시설 및 설계 기준 개선 방안 연구.
4. 김우현(2002), 도로평면곡선부에서 편경사를 고려한 동적 궤도이탈모형개발 및 적용에 관한 연구, 서울 시립대학교 박사학위논문.
5. 백종대(2001), 평면곡선부에서의 Offtracking 산정모형 개발에 관한 연구, 서울시립대학교 석사학위논문.
6. UMTRI(1993), Effect of Large Trucks on Traffic Safety and Operations.(Final Report)
7. UMTRI(1985), Impact of Specific Geometric Features on Truck Operations and Safety at Interchanges.
8. AASHTO(2001), A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.