

한국인 표준체형을 고려한 보행자 더미 개발

신동한*(부산대 대학원 기계설계공학과), 김광훈(부산대 대학원 기계설계공학과)
 손권(부산대 기계공학부)

Development of Pedestrian Dummies with Korean Anthropometric Data

D. H. Shin*(Mech. Design Eng., PNU), K. H. Kim(Mech. Design Eng., PNU)
 K. Son(School of Mechanical Eng., PNU)

ABSTRACT

It is necessary to have a model that describes the anthropometry of the crash victim with a sufficient accuracy. Koreans, however, do not have their own pedestrian dummies to be used in pedestrian collision tests. They have to use European and American dummies for their safety analysis. In this study scaled pedestrian dummies were constructed by using MADYMO. The dummies represent Korean average males and females aged from 25 to 29. The scaled Korean dummies and MADYMO human models were used to obtain and compare the pedestrian dynamic behaviors and injury criteria during the impact events.

Key Words : Pedestrian (보행자), Korean Dummy (한국인 인체모델), Injury (상해), Anthropometry (인체측정)

1. 서론

자동차 산업의 발달로 인해 교통사고에 의한 인명피해가 지속적으로 증가하고 있다. 그 중에서도 차대 보행자 사고에 의한 보행자 사망자수는 유럽에서 전체 교통사고 사망자수의 20%, 미국은 13%, 우리나라는 무려 40%에 이를 정도로 상당한 비중을 차지하고 있다. 최근에는 전 세계적으로 차대 보행자 사고 시 보행자의 안전 문제가 대두되고 있으며, 보행자의 피해를 감소시키기 위한 안전 기준 제정이 이루어지고 있다.

EURONCAP에서는 보행자 상해를 판정하기 위하여 임팩터를 사용하고 있다. 이러한 임팩터는 보행자가 정면으로 차량을 보고 서있는 자세만을 고려하고 있어, 실제 차대 보행자 사고의 다양한 유형이 배제 되어 있다는 것이 문제점이다. 또한 실제 더미를 이용한 상해치 평가에서도 마찬가지이다. 보행자 충돌 실험에 주로 사용되는 더미 모델은 모두 서구인의 표준 체형을 기준으로 하고 있다. 그러나 우리나라 사람의 체격은 서구인과는 많은 차이가 있어, 보행자 거동해석을 위한 충돌시험과 컴퓨터 시뮬레이션 결과는 상이할 것으로 추측된다.

따라서 본 연구에서는 스케일링 기법을 이용하여 한국인 표준 체형을 고려한 25~29세의 평균 남성과 여성 보행자 충돌 모델을 구성하였다. 평균 여성과 남성의 모델을 각각 5퍼센타일과 50퍼센타일 더미 모델로 정의하였다. MADYMO를 이용하여 차량을

단순하게 모델링 하고, 실제 보행중인 자세를 가진 모델이 차량과 40 km/h의 속도로 충돌할 경우에 대하여 보행자의 거동해석과 충돌상황에서의 상해 정도를 알아보았다.

2. 보행자 충돌 시뮬레이션

2.1 차량충돌 조건

보행자 충돌해석을 위해 차량의 모델, 차량 충돌 속도, 보행자 모델 및 종류, 보행자의 보행자세 등을 선정해야 한다. 보행자에 대한 차량충돌 조건은 Table 1과 같다. 차량의 전체 모델을 사용하여 해석하는 것보다 보행자와 충돌이 예상되는 본넷 부분과 범퍼 부분만을 고려하는 것이 효과적이기 때문에 Fig. 1과 같이 차량 모델을 다물체로 단순화 하였고 다른 부분은 제거하였다.

Table 1 Pedestrian collision condition

항 목	설 정 값
초기 속도	40 km/h
정지 속도	0 km/h
충격 시 속도	30 km/h
노면 마찰 계수	0.6

2.2 보행자 모델

차량과 충돌 시 보행자의 거동을 분석하기 위해 인체 모형으로 스케일링을 통한 한국인 모델(Fig. 1)과 MADYMO에서 제공하는 인체 모델을 사용하여

단순 상해치를 비교하였다. 차량 충돌 시 보행자의 초기 자세를 차량의 범퍼 중앙에 위치하도록 하고 팔과 다리를 움직이며 걷고 있는 경우에 대해 보행자 거동해석을 수행하였다.

스케일링은 모든 길이 단위에 똑같은 인자를 사용하는 단순기법과 x, y, z 방향에 따라 다른 스케일링 인자를 적용하는 고등기법이 있다. 본 논문에서는 x, y, z축 방향에 따라 각각 다른 스케일링 인자를 사용하였고, 인체 요소에 따라 서로 다른 스케일링 인자를 사용하였다. MADYMO에 포함된 MADYSCALE을 사용하여 35개의 인체 자료를 입력함으로써 일련의 스케일링 과정이 이루어진다^{1,2}.

2.3 상해치 결과 비교

보행자 충돌 시 주요 상해부위는 무릎, 어깨, 가슴, 머리 등이며, 이 중 머리의 상해는 생명과 직결된다. 충돌 테스트에서 일반적으로 머리의 상해 정도를 나타내는 값으로 HIC(Head Injury Criteria)를 사용한다. 머리 상해치의 한계값은 1000이며, 이값을 넘는 경우 심각한 중상을 입게 되는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 동일 차량에 대해 더미 모델과 인체 모델의 HIC값과 최대가속도 값을 비교하였다³. Table 2는 한국인 더미 모델과 MADYMO 인체 모델의 HIC값과 최대가속도를 나타낸다.

여성에 해당되는 5퍼센타일의 더미 모델과 인체 모델의 HIC값이 각각 569와 901로 범규에서 규정하는 값을 초과하지 않았지만, 남성에 해당되는 50퍼센타일의 더미 모델과 인체 모델에서는 모두 1000을 초과하였다. 한국인 더미 모델은 남녀 간의 상해치 차이가 휴먼 모델의 남녀 차이보다 크게 나타났다. 반면에 최대가속도는 인체 모델이 더미 모델의 차보다 크게 나타났다.

이를 통해 서구인의 체형을 고려한 인체 모델을 통해 한국인의 보행자 충돌 해석을 하기에는 무리가 있음을 알 수 있다.

3. 결론

HYbridIII 더미를 스케일링하여 한국인 더미 데이터베이스를 만들고 40 km/h의 속도로 보행자와 충돌하는 상황에서 각각의 더미에 대한 상해 정도를 인체 모델과 비교하였다. 그 결과 보행자 충돌해석 시뮬레이션에 있어서 5퍼센타일의 스케일링된 더미 모델과 인체모델은 범규로 규정된 상해치에 대체적으로 만족하였지만, 50퍼센타일의 모델에서는 모두 상해치가 초과되었다. 50퍼센타일의 경우 스케일링된 더미의 체중이 인체 모델보다 적으므로 가속도가 증가하여 상해치가 증가하는 경향을 보였다. 반면, 5퍼센타일의 모델의 경우 한국인의 표준체형이 인체 모델에 비해 신장과 중량이 큰 것으로 나타나 반대의 결과가 나왔다.

이를 보완하기 위해 보다 다양한 연령대별로 더미에 대한 체계적인 연구가 필요하다.

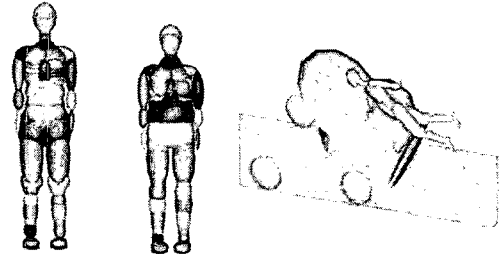


Fig. 1 Scaled Korean pedestrian dummies and MADYMO simulation

Table 2 Comparison of HICs

모델 분류	HIC	최대가속도(G)
5퍼센타일 더미 모델	569	135
50퍼센타일 더미 모델	1635	167
5퍼센타일 인체 모델	901	151
50퍼센타일 인체 모델	1140	117

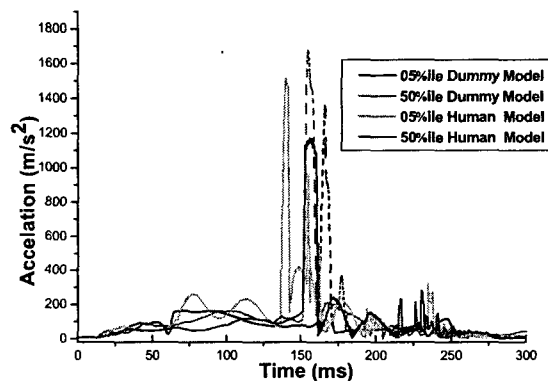


Fig.2 Time history of head acceleration

참고문헌

1. Park, S. J., Park, S. C., Kim, J. H. and Kim, C. B., "Biomechanical Parameters on Body Segments of Korean Adults," International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 23, pp. 23~31, 1999.
2. TNO Automotive, MADYMO Database Manual 3D Version 5.4, TNO Automotive, 1999.
3. Matsui, Y., Wittek, A. and Konosu, A. "Comparison of Pedestrian Subsystem Safety Tests Using Impactors and Full-Scale Dummy Test," SAE Paper 2000-01-2202.