

견인차-피견인차-주행차량의 3중 추돌사고 해석

조재웅*, 김유진*

*공주대학교 기계자동차공학부

e-mail : jucho@kongju.ac.kr

Analysis on Triple Rear-end Collision between Wrecker, Towed Car and Driving Car

Jae-Ung Cho*, Eugene Kim*

*Dept. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University

요 약

사고 현장에서 사고 차량을 옮기거나 주차위반 차량을 견인사업소로 이동시키기 위해 주로 이용되고 있는 리프트식 견인차는 피견인차의 구동방식에 따라 차량의 전부 또는 후부를 들어 올려 구동 바퀴로 이동할 수 있도록 하는 특수차량이다. 본 논문에서는 견인중인 견인차와 이송중인 전륜 피견인차 및 일반 주행 중인 차량 사이에서 일어날 수 있는 3중 추돌사고를 일반적인 3중 추돌사고와 비교하여 견인 중에 발생하는 추돌사고가 얼마나 위험한지를 직접 확인한다. 각 차량은 CATIA를 이용하여 모델링하고 이를 상용 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 통하여 피견인차의 후부를 주행 차량이 들이 받는 추돌을 시뮬레이션한다. 또한 견인차가 피견인차를 들어 올려 발생하는 피견인차의 각도에 따른 추돌의 영향을 해석한다.

1. 서론

오늘날 자동차 홍수의 시대에서, 생각할 수 없을 정도로 많은 자동차 사고는 필연적이다. 매년 전 세계적으로 수많은 사람들이 자동차 충돌사고에 의해 다치거나 목숨을 잃고 있다[1-3]. 이러한 현 시대에서 사고처리를 위해 꼭 필요한 견인차의 필요성은 두말할 필요가 없을 정도이다. 하지만 견인차 역시 차량이므로 견인차 주행 중에 발생할 수 있는 추돌사고를 쉽게 간과할 수만은 없다. 언론을 통한 각종 보도에서도 견인작업 중인 견인차와 주행차량간의 추돌사고 또는 견인차의 피견인 차량 이송중의 주행차량과의 추돌사고 소식은 왕왕 접할 수 있다. 이러한 견인 중 추돌사고는 일반적인 추돌사고와는 달리 견인차와 주행차량 사이에 피견인차가 존재하며, 이 피견인차는 자립주행이 불가능하기 때문에 자동차의 전부 또는 후부가 들려진 채로 이동한다는 차이가 있다.

본 논문에서는 이렇게 발생 가능한 견인 중 3중 추돌사고의 위험성을 보다 이론적으로 명시하기 위하여 일반적인 3중 추돌사고와 비교하여 견인 중의 사

고의 위험성을 증명하며, 견인차가 피견인차를 들어 올림과 동시에 발생하는 피견인차의 주행 각도가 추돌 후 어떠한 영향을 미치는지를 해석한다. 연구 방법으로는 견인차, 피견인차, 주행차량의 외형은 CATIA로 모델링하고 이를 ANSYS를 통하여 일반적인 추돌사고 유형(피견인차 주행각도 0°) 및 견인 중 추돌사고 유형(피견인차 주행각도 각 5°, 10°)을 시뮬레이션 하여 그 영향을 비교한다.

2. 모델 및 해석

2.1. 연구 모델

본 연구는 일반 주행 및 견인 주행 중 추돌사고들로서 피견인차 주행 각도가 0°, 5° 및 10°의 경우에 대하여, 견인중인 차량과 피견인차 및 뒤에서 주행중이던 일반 주행차량이 추돌했을 때의 각 차량에 미치는 영향을 확인하는 것이다. 결과를 보다 간단히 해석하기 위하여 견인차량은 차량 전반부를 제외하고 피견인차를 끌고 가는 트레일러 부분만을 모델링하였으며, 나머지 피견인 및 주행차량은 차체 외형만 일체화 하여 단순화 시켜 모델링 하였다. 해석

의 원활함을 위해 모델링은 1/24 축소모델을 사용하였고 고속충돌 영역인 60Km/h의 속력을 1/24하여 700mm/s의 속력을 가중시켰다[4]. [그림 1]은 이 어셈블리 모델을 유한요소해석을 할 수 있도록 많은 요소와 절점으로 분리한 것이다. 이때 보다 원활한 Mesh작업을 위해 급격히 각이 진 부분은 ANSYS의 부가기능인 Virtue Cell로 합쳐주었다. 이렇게 작업한 모델 어셈블리의 요소 및 절점의 수는 각각 4692개 및 12904개였다. 본 해석에서 사용할 모델의 재료로는 ANSYS에서 제공하는 Johnson-Cook Strength에 의한 AISI 4340 STEEL을 사용하였으며 [5], 이에 대한 물성치는 [표 1]에 나타내었다.



[그림 1] 모델 어셈블리 요소 및 절점

[표 1] STEEL 4340 물성치

Property	Value
Young's Modulus	2.1×10^5 MPa
Poisson's Ratio	0.31
Density	7.85×10^{-6} kg/mm ³
Thermal Expansion	1.7×10^{-5} 1/°C
Tensile Yield Strength	1550 MPa
Tensile Ultimate Strength	1855 MPa

그림 [2]에서 보이는 바와 같이 가장 앞에 위치하는 견인차 트레일러의 전반부 B지점이 고정되도록 하여 앞 차는 정지되어 있고[6], 맨 뒤의 주행차량 A는 700mm/s의 속도로 움직이도록 설정시켰다.

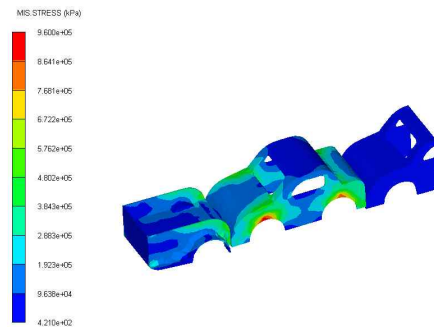


[그림 2] 구속 및 속도조건

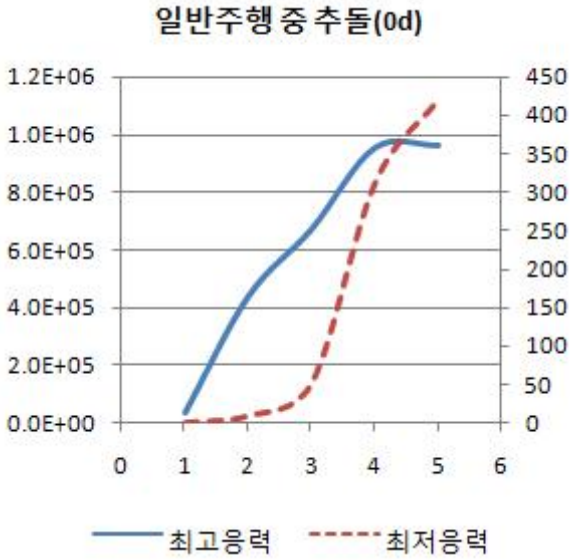
2.2. 해석 결과

일반 주행 중 추돌인 피견인차 주행 각도가 0°인 경우와 견인 주행 중 추돌인 피견인차 주행 각도가 5° 및 10°의 경우에 대하여 충돌 직후 5ms경과 시간에서의 해석 결과를 피견인차의 주행 각도에 따라 각각 비교한다. 응력(Stress)은 단위 면적당 작용하는 힘(N/mm² 또는 MPa)을 나타내며 본 논문에서 응력은 차체가 충돌하여 발생한 힘이 앞의 차체에 어느 정도 작용하는지를 확인하기 위한 지표로서 사용된다.

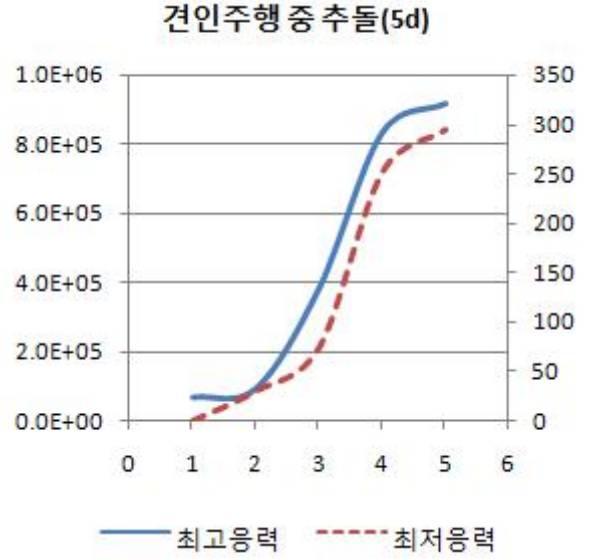
다음의 그림 [3]은 5ms경과 시간에서의 일반 주행 중의 추돌 시 견인차 후부 및 피견인차에 어떠한 영향이 생기는지를 나타내고 있다. 5ms후에는 응력이 견인차 및 피견인차에 고르게 분포되면서 각각 최저 응력 0.312MPa, 0.424MPa, 최고응력 915.9Mpa, 960MPa이 발생하며 67.08에서 864.1MPa의 응력이 분포하게 된다. 그림 [4]는 각 시간 경과별 최고 및 최저 응력의 변화를 그래프화 한 것으로 최고 응력이 시간이 지남에 따라 비교적 선형적으로 증가하고 있음을 확인할 수 있다.



[그림 3] 5ms의 시간 경과에 따른 일반 주행 중 추돌에서의 응력의 등고선



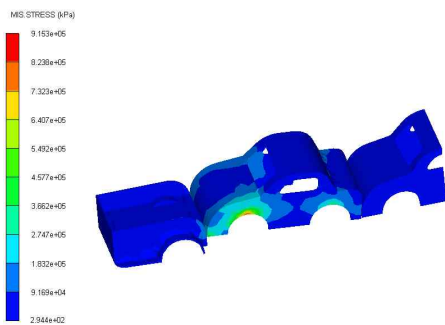
[그림 4] 일반 주행 중 추돌시 시간 경과에 따른 응력변화



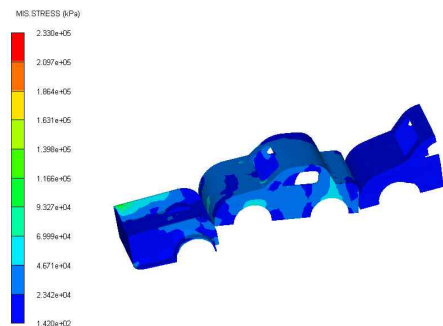
[그림 6] 견인 중 추돌(5°)시 시간 경과에 따른 응력변화

그림 [5]는 피견인차가 5°의 각으로 견인될 때의 케이스로서 충돌되고 5ms 후에는 최고응력 915.3MPa이 발생했으며 최저 응력은 0.294MPa로 나타났다. 응력의 분포는 91.69에서 823.8MPa 사이에서 이뤄졌다. 그림 [6]은 5ms동안의 최고 및 최저 응력의 변화 추이를 확인할 수 있는 그래프로서, 최고응력을 살펴보면 앞서 설명했듯이 응력이 일정하다가 어느 순간 갑자기 증가하는 모습을 확인할 수 있다.

[그림 7]은 피견인차가 10°의 각으로 견인되는 경우의 시뮬레이션을 나타내고 있다. 충돌되고 5ms 후에는 다시 최고 응력값이 증가하여 233MPa로 나타나고 최저응력은 증가하여 0.142MPa로 나타났다.



[그림 5] 5ms의 시간 경과에 따른 견인 중 추돌(주행각 5°)에서의 응력의 등고선

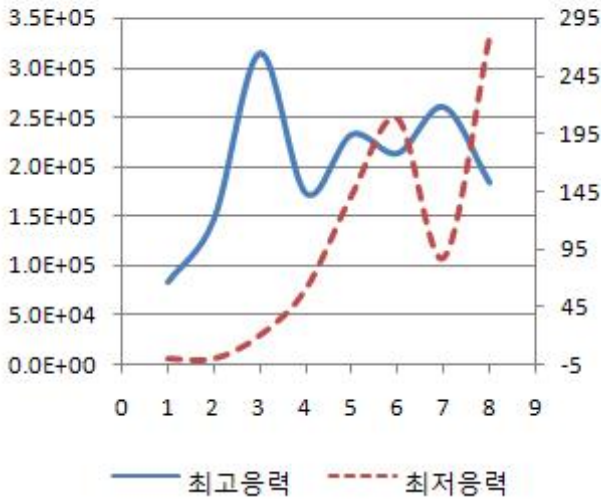


[그림 7] 5ms의 시간 경과에 따른 견인 중 추돌(주행각 10°)에서의 응력의 등고선

이 경우에 있어서 시간경과별 추이를 보다 정확히 확인하기 위해 6ms~8ms 후의 응력분포를 추가로 확인하였다. 그 후 각 시간 경과별 최고, 최저 응력이 어떻게 변화하는지를 [그림 8]에 나타내었다. 그래프를 보면 바로 확인할 수 있듯이, 최고 및 최저 응력이 증가 및 감소를 반복하고 있음을 확인할 수 있다.

참고문헌

견인주행 중 추돌(10d)



[그림 8] 견인 중 추돌(주행각 10°)시 시간 경과에 따른 응력변화

3. 결론

본 연구는 견인중인 견인차와 이송중인 전륜 피견인차 및 일반 주행 중인 차량 사이에서 일어날 수 있는 3중 추돌사고를 비교하고 시뮬레이션하여 본 바, 해석된 연구결과는 다음과 같다.

1. 일반 주행 중 3중 추돌사고의 경우, 차체 전체적으로 발생하는 응력은 충돌하는 시간에 따라 선형적으로 증가하며 이는 충돌시간과 차량의 피해 정도는 단순하게 비례한다는 것을 의미한다.
2. 견인 주행 중 3중 추돌사고의 경우, 피견인차가 5°의 각으로 견인될 때의 경우로서 응력이 일정하다가 어느 순간 갑자기 증가하는 모습을 확인할 수 있다.
3. 견인 주행 중 3중 추돌사고의 경우, 피견인차가 10°의 각으로 견인되는 경우로서 최고 및 최저 응력이 증가 및 감소를 반복하고 있음을 확인할 수 있다.

후기

“본 연구는 지식경제부 지정 공주대학교 자동차의장 및 편의부품 지역혁신센터의 지원에 의한 것입니다.”

- [1] 김현영 외 4명, “후방 충돌 시 자동차 시트용 라운드 리클라이너의 충돌 안전성 평가”, 한국자동차공학회 심포지움(자동차 구조 안전 및 CAE), pp. 60-66, 11월, 2005.
- [2] Xuesong Wang 외 1명, “Temporal and spatial analyses of rear-end crashes at signalized intersections”, Accident Analysis and Prevention, 38, pp. 1137-1150, 4월, 2006.
- [3] Xuedong Tan 외 3명, “Characteristics of rear-end accidents at signalized intersections using multiple logistic regression model”, Accident Analysis and Prevention, 37, pp. 983-995, 5월, 2005.
- [4] 한인환, “차량 저속 추돌의 연속 접촉력 모델”, 한국자동차공학회논문집, 제14권, 제4호, pp. 181-191. 7월, 2006.
- [5] 강우중 외 3명, “동적 구성방정식을 적용한 자동차 차체 구조물의 충돌 특성 분석”, 한국자동차공학회 추계 학술대회 논문집, 1호, pp. 913-918, 1월, 2000.
- [6] 김영만 외 3명, “저속 후방 추돌에 의한 편타성 상대 연구”, 한국자동차공학회 추계 학술대회논문집, Vol. 2, pp. 890-895, 10월, 2004.