

배터리와 보강재의 위치변화에 따른 OLEV 차체 동적강성 비교 Comparison on a Dynamic Stiffness of OLEV car body to a change of position on a battery and a stiffener

신경호* · 김규학* · 이용훈* · 임홍재†

Shin Kyung Hoo, Kyu Hak Kim, Yong Hoon Lee, Hong Jae Yim

1. 서론

현재까지 개발된 전기자동차는 구동에 필요한 전력을 배터리에만 의존하기 때문에 배터리의 중량 및 부피에 의한 문제가 발생되어 차량 설계 시 많은 어려움이 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 대안으로 주행 중 도로에서 전력을 공급받아 배터리를 충전, 급전설비가 없는 구간에서 배터리만으로 주행하는 온라인 전기자동차(On-Line Electric Vehicle: OLEV) 방식이 주목받고 있다.

그러나 온라인 전기자동차의 경우도 여전히 배터리 및 보조 장치들이 필수적이며, 온라인 전기 버스의 경우 배터리 및 보조 장치들의 무게는 여전히 차량설계에 문제점이 되고 있다. 특히 기존의 온라인 버스 관련 연구는 배터리, 모터의 성능 향상에만 집중되어 있어 구성요소의 무게와 위치변화에 대한 차체강성과 같은 차량 해석이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 온라인 전기차의 구성 요소 중 배터리의 위치 변화에 대한 버스 차체의 강성 변화를 해석하기 위하여 모두 10가지 모델을 생성하여 비교해석을 수행하였다. 이 중 기본 모델은 온라인 자동차의 모터, 배터리, 레귤레이터 등의 구성 요소가 후륜에 위치한 기존 온라인 버스를 선택하였다. 배터리의 위치 변화에 대한 강성을 파악하기 위해 배터리의 위치를 차량의 지붕위로 이동시킨 모델을 비교 모델로 선택하고 배터리 위치에 따라 모두 9개의

모델을 생성하고 이에 대한 해석을 수행한다. 그리고 배터리가 버스의 상층부에 이동되었을 때 지붕위로 이동할 때 위치변화에 따른 굽힘 및 비틀림의 동적강성 값을 비교하여, 배터리를 이동시켰을 때 차량의 동적강성을 확보 할 수 있는 위치를 찾는다.

2. 유한요소 모델 생성 및 해석

동적강성 해석을 위한 온라인 전기자동차의 모델은 Fig 1.과 같은 버스를 대상으로 하였다. 온라인 전기 자동차에 추가되는 주요 구성요소는 Fig 2.와 같이 차량의 후륜에 대부분 위치하고 있으며, 구성요소의 질량은 모터 350kg, 배터리 500kg, 레귤레이터 120kg, 24V DC/DC 50kg을 사용하였다. Fig 3.의 자동차의 주요 구성요소들을 배치한 유한요소 기본 모델은 47,530개의 요소로 구성되었고



Fig 1. The On-Line Electric Vehicle

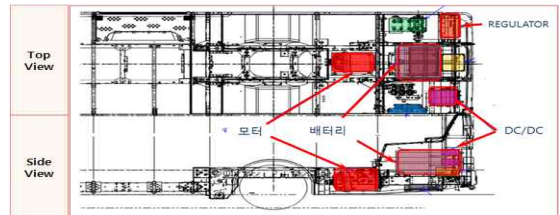


Fig 2. Component position of OLEV

† 교신저자; 국민대학교 자동차공학과
E-mail : hjyim@kookmin.ac.kr
Tel : (02) 914-8812, Fax : (02) 910-5037

* 국민대학교 자동차공학 전문대학원

3. 비교 모델 생성 및 해석

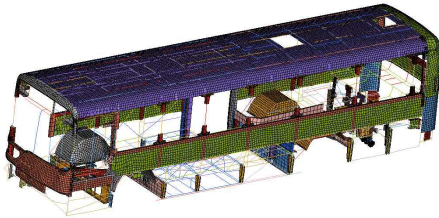


Fig 3. Finite Element Mode of OLEV

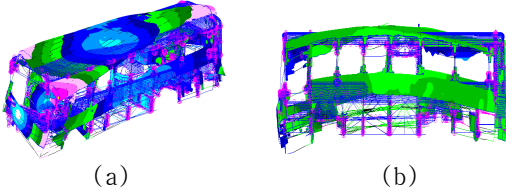


Fig 4. Resonance frequency of OLEV (a) 1st Torsion mode (b) 1st Bending Mode

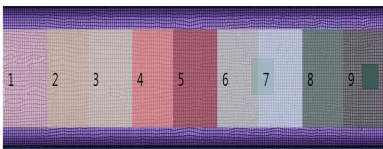


Fig 5. Geometrical model of 9 case models

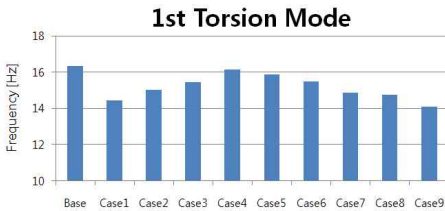


Fig 6. 1st torsion mode of 9 case models

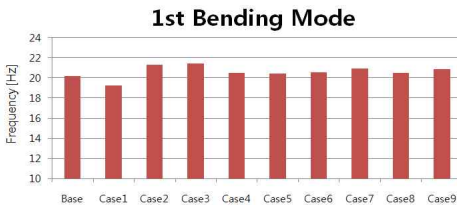


Fig 7. 1st bending mode of 9 case models

기본 모델을 대상으로 고유진동수 해석을 수행하였다. 해석 결과 Fig 4.와 같이 약 16Hz에서 1차 비틀림 모드가 나타났고, 약 20Hz에서 1차 굽힘 모드가 나타나는 것을 확인하였다. 일반 승용 차량은 굽힘과 비틀림 모드가 대부분 20Hz~30Hz 사이지만 버스 차량의 경우 일반 승용차에 비하여 차량의 가로 길이가 상대적으로 길어 비틀림과 굽힘 모드의 공진 주파수가 낮게 나타나는 것을 확인 할 수 있다.

배터리의 위치변화가 버스의 동강성에 미치는 영향을 확인하기 위하여 Fig 5.와 같이 버스 지붕에 형성된 프레임을 기준으로 총 9 곳을 선정했다. 해석은 MSC.Nastran을 사용하였고 기본 모델과 9개 비교 모델의 고유진동수 해석 결과를 Fig 6. 7과 같이 그래프로 나타내었다.

Fig 6.은 기본 모델과 9개 비교 모델의 비틀림 모드 그래프로 기본 모델의 고유진동수가 비교 모델의 고유진동수 보다 대부분 높은 것을 알 수 있다. Case 4의 경우 고유진동수가 기본 모델이 1.2% 높은 것을 확인 할 수 있다. 이러한 결과를 통하여 배터리를 Case 4와 같이 위치시키는 경우 차량의 비틀림 강성은 유지하면서 배터리 위치를 이동시킬 수 있음을 알 수 있다. Fig 7.은 기본 모델과 9개 비교 모델의 굽힘 모드 그래프로 비교 모델의 고유진동수가 기본 모델의 고유진동수 보다 대부분 높은 것을 알 수 있다. Case 3의 경우는 고유진동수가 기본 모델보다 5.7% 높은 것을 확인 할 수 있다. 이는 배터리를 차량의 지붕위로 움직이는 경우 Case 3의 위치로 이동하는 것이 차량의 굽힘 강성 확보에 더 유리함을 알 수 있다.

4. 결 론

온라인 자동차에서의 배터리 및 보조 장치들은 핵심적 부품으로 이를 고려한 차체 설계 시 위치 및 무게로 인한 많은 문제점과 어려움을 가지고 있다.

이러한 문제점에 대한 방안으로 배터리의 위치가 차량의 후륜에서 지붕위로 이동시켜 기존의 차체 동강성과 비교, 해석하였다.

해석 결과 500kg의 배터리를 차량의 지붕위로 이동시키는 경우 Case 4의 위치가 기본 모델 위치에서의 비틀림 강성이 1.2%로 배터리의 위치 변화 이후에도 비틀림 강성이 확보됨을 알 수 있다. 굽힘 강성의 경우 Case 3로 이동함으로써 굽힘 강성이 기본 모델 위치에서보다 5.7% 증가시킬 수 있었다.

이러한 결과를 통하여 배터리를 차량 지붕위로 이동시키는 경우 온라인 자동차의 후륜에 질량이 집중되는 것을 방지하고 차량의 강성 또한 증가시킬 수 있는 것을 확인 하였다.

후 기

본 논문은 지식경제부에서 시행한 지식경제 기술혁신사업 지원으로 수행되었습니다.