

중형저상버스용 새시프레임의 굽힘 및 비틀림 특성

Bending and Torsional Stiffness of Chassis Frame for Medium-Sized Low Floor Bus

*#김연수¹, 문경호²

*#Y. S. Kim(yskim@krii.re.kr)¹, K.H.Moon²

^{1,2} 한국철도기술연구원 바이모달수송시스템연구단

Key words : Medium-Sized Low-Floor Bus, Chassis Frame

1. 서론

국도해양부에서는 교통약자의 이동 편의성 증대를 위하여 대중교통을 이용하기 편리한 여러 가지 시설투자를 하였고, 특히 승하차를 위한 계단이 없는 저상버스를 널리 보급하기 위해서 국가연구개발사업을 통해 저상버스 표준모델을 개발하고, 사양을 고시하였다.^(1,2) 그러나 이미 운행 중이거나 향후 보급 계획에 있는 저상버스는 대형(차량길이 11m 이상)이므로 도로 폭이 충분하지 않은 지역(도로 폭이 좁은 마을버스 노선, 농어촌 노선 등)에서 운행하기에는 부적합 면이 있을 수 있다. 더욱이 저상버스의 연료로 사용하는 천연압축가스(CNG)는 충전시설이 도시에 집중되어 있기 때문에 농어촌 및 산간지역에서는 연료보급이 용이하지 못한 실정이다.

최근 들어 좁은 도로에서도 운행가능하면서 교통약자에게 이동편의를 제공할 수 있는 중형저상버스에 대한 관심이 커지고 있다. 그러나 중형저상버스에 대한 국내 보급률은 현재 전무한 상태이며, 일반 고상버스의 축소형으로서 농어촌 지역 및 마을버스 형태로 운행 보급되고 있다. 일반 중형버스는 단단고가 일반 고상버스처럼 계단이(two step) 있어 교통약자가 이용하기에는 불편함을 가지고 있다. 따라서 도시의 마을버스 노선과 농어촌 노선의 교통약자들이 쉽게 이용할 수 있는 중형 저상버스의 개발 필요성이 대두되고 있다. 본 논문에서는 도시지역에서 CNG를 연료로 사용하는 중형저상버스와 농어촌 지역에서 경유를 연료로 사용하는 중형저상버스에 모두 사용 가능하도록 설계된 새시프레임에 대한 굽힘과 비틀림 특성을 분석하였다.

2. 중형저상버스

Table 1은 도시형과 농어촌형 중형저상버스의 주요사양을 요약한 것이며, Fig. 1과 2는 설계된 중형저상버스의 외형과 시스템 배치도(system layout)를 보여준다.

Table 1 Specifications of the designed medium-sized low-floor bus

items	urban district model	rural district model
dimensions (L×W×H)	7.2×2.2×3.3 [m]	7.2×2.2×3.3 [m]
minimum turning radius	7.8 [m]	7.8[m]
maximum gradient	24%	27%
low-floor ratio	45.2% (320mm)	45.2% (320mm)
passenger capacity	30 persons	27 persons
propulsion engine	CNG (5.9L, 197ps)	Diesel (3.8L, 170ps)
exhaust	Euro 5	Euro 5



(a) urban district model



(b) rural district model

Fig. 1 Exterior styling of the medium-sized low-floor bus

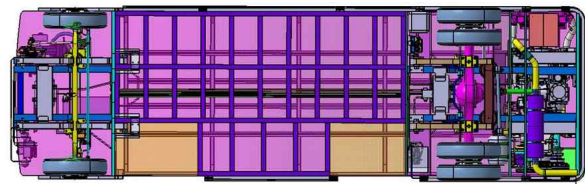


Fig. 2 System layout (bottom view) of the medium-sized low-floor bus

3. 굽힘 및 비틀림 특성

Fig. 3은 도시형과 농어촌형 중형저상버스에 모두 사용 가능한 새시프레임을 보여주며, Table 2는 새시프레임의 재질인 SAPH 440의 기계적 물성치를 보여준다.⁽³⁾ 또한 Table 3은 새시프레임의 굽힘 및 비틀림 특성해석을 위해 필요한 중형저상버스의 파라미터를 보여준다.

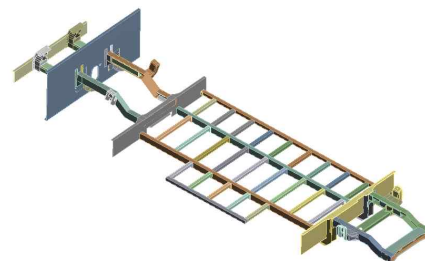


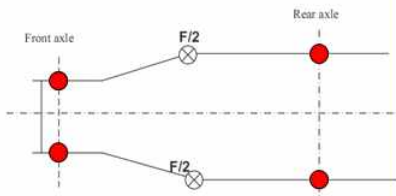
Fig. 3 Chassis frame of the medium-sized low-floor bus

Table 2 Mechanical materials properties of the chassis frame

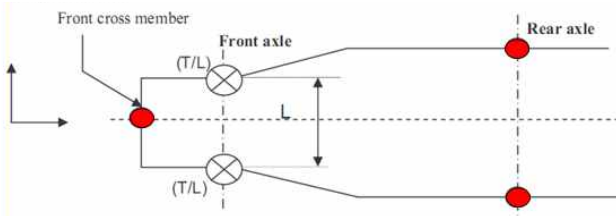
materials properties	metric
density	7.85 e-6 kg/mm3
tensile strength (ultimate)	440 MPa
tensile strength (yield)	305 MPa
young's modulus	210. GPa
poisson's ratio	0.3

Table 3 Vehicle parameters for the medium-sized low-floor bus

max. vehicle weight [kg]	wheelbase [mm]	center height of gravity [mm]	axle load [kg]		tire distance [mm]	
			front	rear	front	rear
7,980	4,900	660	3,567	4413	1,820	1,675



(a) bending analysis



(b) torsional analysis

Fig. 4 Boundary condition for bending and torsional analysis

Fig. 4는 설계된 새시프레임의 굽힘 및 비틀림 강성 해석을 위한 경계조건을 도식적으로 보여준다. 또한 식 (1)과 (2)는 각각 굽힘강성(S_b)과 비틀림강성(S_t)에 대한 계산식이며, F 는 새시프레임에 작용하는 힘, δ_b 는 굽힘하중에 의한 처짐량, δ_t 는 토크에 의한 처짐량, T 는 새시프레임에 작용하는 토크를 의미한다.

$$S_b = \frac{F}{\delta_b} \tag{1}$$

$$S_t = \frac{T}{\delta_t} \tag{2}$$

Table 4는 유한요소해석을 통해 분석된 새시프레임의 굽힘강성과 비틀림강성의 결과를 나타낸 것이다. 설계된 중형저상버스용 새시프레임은 충분한 굽힘 강성과 비틀림 강성을 갖는 것으로 분석되었다. 그러나, 설계된 새시프레임이 중형저상버스에 사용되기 위해서는 충분한 강도, 강성, 내구성을 갖는지에 대한 검증이 추가로 요구된다.

Table 4 Analysis results for bending and torsional stiffness

load cases	deflection[mm]	Stiffness
bending stiffness – point load	5.2	3848.5 N/mm
bending stiffness – surface load	3.6	5559 N/mm
torsional stiffness	0.240	152.0 KN-m/Deg

4. 결론

도시형과 농촌형 중형저상버스 모두에 사용 가능하도록 설계된 새시프레임의 굽힘강성과 비틀림 강성을 유한요소해석을 통해 분석하였다. 그 결과, 설계된 중형저상버스용 새시프레임은 충분한 굽힘 강성과 비틀림 강성을 갖는 것으로 분석되었다.

후기

본 논문은 국토해양부와 한국건설교통기술평가원의 지원 하에 수행된 교통핵심기술개발 결과의 일부입니다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, "신에너지 바이모달 저상궤절차량개발 연구보고서(저상버스 표준모델)," 연구보고서(03-교통핵

심 B01), 2008.

2. 국토해양부, "저상버스 표준모델에 관한 기준," 국토해양부 공고 제2008-707호, 2008.
3. 기술표준원, "자동차 구조용 열간 압연 강판 및 강대," KS D 3519, 2008.