

무급유식 주공기압축기 모듈 7호선 전동차 취부 적합성 검토 Oilfree air compressor module line7 electric vehicle attachment compliance Review

황문세*, 윤화현*†, 김용욱*, 최용각**, 정희현**

Hwang MoonSe*, Yoon HwaHyun*†, Kim yongWook*, Choi YongGak**, Jung HeeHun**,

초 록 서울교통공사에서 운영하고 있는 7호선 전동차에 국가연구개발과제 “도시철도 차량용 주공기압축기 모듈개발 및 표준화 연구”의 개발 시제품인 무급유식 왕복동타입의 주공기압축기를 취부하고자 한다. 주공기압축기 개발 시제품을 전동차에 부착하기 위하여 전동차 하부 언더프레임에 미치는 영향을 분석을 하고자 구조해석을 수행 후 안전율에 대하여 검토하였다.

주요어 : 주공기압축기, 언더프레임, 안전율, 전동차

1. 서 론

서울교통공사에서 운영하는 7호선 전동차에 국가연구개발과제를 통해서 개발한 무급유식 왕복동타입의 주공기압축기(이하 주공기압축기)에 대하여 전동차에 취부를 하기 위하여 적합성 검토를 수행하였다. 적용규격은 ISO 898-1:2009(1:2009 Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel -Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes) 및 BS EN 12663-1:2010(Railway application - Structural requirements of railway vehicle bodies)을 적용하였다. 해석을 수행하기 위해서 방향 및 하중조건에 대하여 정의, 해석 모델, 해석 수행 정보, 안전율에 대한 평가 기준을 수립후 해석을 수행하였다.

주공기압축기 모듈 취부 적합성 해석에 기본조건을 아래와 같이 정의 하였다.

- 1) 축방향은 그림 1과 같이 정의
- 2) 주공기압축기 모듈의 무게는 465kg
- 3) 각축방향 하중조건은 BS EN 12663-1 의 6.5 항 category iii에 따라 x축 $\pm 3g$, y축 $\pm 1g$, z축 $\pm 2g$ (각 방향에 중력 z축 1g 조합)를 적용
- 4) 차량의 언더 프레임 재질은 STS301L-LT, 모듈의 상부 프레임 재질은 SS400 이며 각 재질의 물성치는 Table 1. 과 같다.

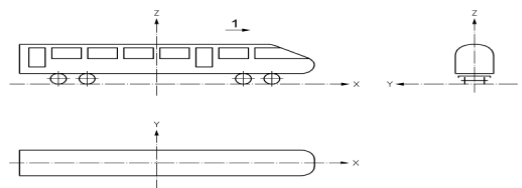


Fig. 1 Axial Definition

2. 본 론

2.1 해석

2.1.1 방향 및 하중조건 정의

† 교신저자: 서울교통공사 도시철도연구원 (yoonhh@seoulmetro.co.kr)

* 서울교통공사 도시철도연구원

** 서울교통공사 차량본부 차량계획처

Table 1. Frame Material properties

프레임항목	재질	yield Stress	Tensile Stress
차량언더프레임	STS301L-LT	216[MPa]	550[MPa]
모듈 상부프레임	SS400	250[MPa]	435[MPa]

2.1.2 해석모델

현차시험 차량에 취부예정인 주공기압축기의 모듈의 상부프레임과 모듈이 취부되는 차량의 언더프레임에 대한 구조해석을 수행후 안전을 검토

2.1.3 해석수행 정보

- 1) 해석 수행 프로그램 : Solid works 2017 simulation professional
- 2) 프레임 메쉬정보 그림 3 참조

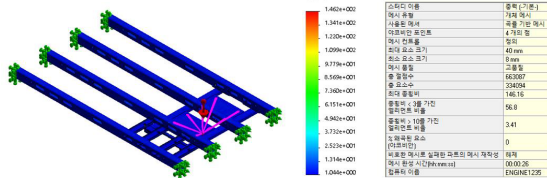


Fig. 2 Mesh information for frame analysis

2.1.4 안전에 대한 평가기준

구조해석으로부터 도출된 프레임의 응력을 기준으로 전동차의 언더프레임, 모듈의 상부프레임의 안전율은 다음과 같이 계산하였다.

- 1) 프레임에 대한 안전율

$$R.F_{yield} = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_{frame}}$$

σ_{yield} = 프레임 재료의 항복응력,

σ_{frame} = 응력해석시 프레임에 분포하는 최대응력

2.2 해석결과

2.2.1 프레임 해석 결과

Table2. Compressor Module upper frame analysis result

모델 종류	MJRC 모듈 상부 프레임 (SS400 항복응력: 250MPa)	
	최대응력 [MPa, Von Mises]	안전계수 [R.F]
Case 1 (+X:3g)	124.10	2.0
Case 2 (-X:3g)	112.11	2.2
Case 3 (+Y:1g)	98.24	2.5
Case 4 (-Y:1g)	87.47	2.9
Case 5 (+Z:2g)	66.36	3.7

Case 6 (-Z:2g)	110.15	2.3
----------------	--------	-----

Table3. Electric Vehicle lower frame analysis result

모델 종류	차량 언더 프레임 (STS301L-LT 항복응력: 216MPa)	
	최대응력 [MPa, Von Mises]	안전계수 [R.F]
Case 1 (+X:3g)	64.36	3.4
Case 2 (-X:3g)	80.24	2.7
Case 3 (+Y:1g)	68.11	3.2
Case 4 (-Y:1g)	69.22	3.1
Case 5 (+Z:2g)	51.85	4.2
Case 6 (-Z:2g)	91.50	2.5

2.3 고찰

해석결과 각 하중 조건 전반적으로 차량의 언더프레임보다 주공기압축기 모듈의 상부프레임에 더 높은 응력이 작용 확인 하였으나 주공기압축기의 모듈의 안전계수는 2.0이상, 차량 언더프레임의 안전계수는 2.5이상으로 프레임의 구조적인 측면에서는 문제가 없을것으로 판단됨.

3. 결론

프레임 해석결과 주공기압축기 모듈 상부프레임은 안전계수 2.0이상 전동차의 언더프레임은 안전계수 2.5이상으로 나타남. 따라서, 주공기압축기 모듈 전동차 취부시 전동차 언더프레임에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

후기

본 논문은 국토교통부의 재원으로 미래철도 기술연구사업(19RTRP-B108686-05)의 연구비로 지원받아 수행하였으며 이에 감사드립니다.