

# 산악트램 적용을 위한 차량 연결기 기술 동향 분석.

## The investigation on technological trends of vehicle-articulation-systems for the application to mountain trams

연제훈\*, 서승일\*†

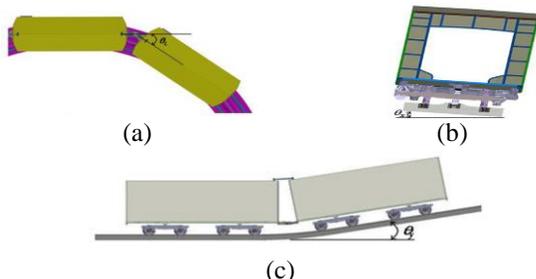
Jea Hoon Yeon\*, Sung-il Seo\*†

**초 록** 산악트램은 급경사 및 급곡선이 있는 산악지형에서 운행되기 때문에, 산악트램의 연결기는 가동 각도 범위가 넓고, 편기에 의한 연결점간 거리변화도 흡수 할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 한국형 산악트램 연결기 개발을 위해 기존의 일반 전동차 및 트램에 사용되는 연결기의 구조와 가동 각도 범위를 검토하였다. 일반 열차 연결기는 완충기가 있어 연결점간 거리변화 흡수가 가능한 장점이 있었으며, 볼 조인트 형식의 산악트램용 하부 연결기는 가동 각도 범위가 더 넓은 장점이 있었다. 따라서, 한국형 산악트램의 연결기는 이러한 두 구조의 장점을 융합한 연결기를 적용한다.

**주요어** : 산악트램, 연결기, 회전각도, 급구배, 급곡선

### 1. 서론

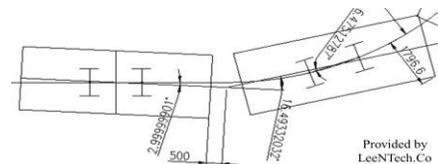
산악트램은 급경사 및 급곡선이 있는 험준한 산악지역에서 관광목적으로 운행되는 차량이다[1]. 현재 연구개발이 진행중인 한국형 산악트램의 경우 최소 곡선 반경 10m, 180% 이상의 급경사를 주행할 수 있어야 한다[1]. 따라서, 산악트램의 연결기는 Fig. 1과 같이 3축 방향 회전 범위( $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ )가 충분히 크며 [1], Fig. 2와 같이 편기에 의한 연결점간 거리변화도 흡수 할 수 있어야 한다.



**Fig. 1** (a)Yaw, (b)Roll, (c)Pitch rotation [1]

† 교신저자: 한국철도기술연구원 차량융합기술 연구실(siseo@krri.re.kr)

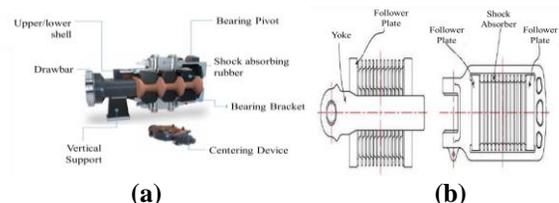
\* 과학기술연합대학원대학교 한국철도기술연구원 스쿨 교통시스템공학 박사과정 (jhy18@krri.re.kr)



**Fig. 2** Deviation of the car body from the centerline

### 2. 철도차량 연결기 구조 및 성능 검토

일반 철도차량의 연결기는 고무 완충기가 있는 Draw gear에서 연결기의 꺾임과 연결점간 거리변화를 흡수한다[2]. 보통 고무 완충기는 EFG-3 타입이나 더블 타입이 사용되는데 EGF-3 타입은 Fig. 3(a)와 같이 베어링 피봇과 베어링 브라켓에, 더블 타입은 Fig. 3(b)와 같이 요크에 베어링이 있어 연결기의 꺾임을 흡수 하며[2], 그 범위는 보통 Table 1의 Ordinary train과 같다[3]. 비틀림 흡수각은 구조상 Pitch angle과 같을 것으로 판단된다.

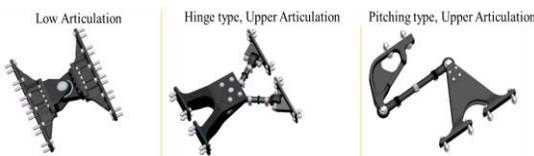


**Fig. 3** (a)EFG-3 Type Draw gear(recitation)[2] and (b) Double type draw gear [2]

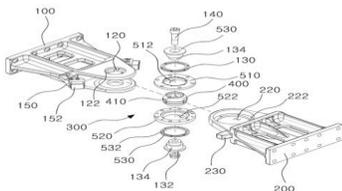
트램의 연결기는 Fig. 4와 같이 상부와 하부 연결기로 구성되는데, 차체 하단에 설치되는 하부 연결기는 고무 완충기가 없어 연결점간 거리변화 흡수가 어려우며, Table 1의 Ordinary tram과 같이 좌우 회전은 허용하지만 상하 방향 및 비틀림 회전은 제한적이다[4,5]. 일반 트램 하부 연결기의 구조는 Fig. 5의 연결기 분해도[6]와 유사할 것으로 판단된다. 그러나, 한국형 산악트램 연결기는 Table 1의 Required Angle과 같이 더 큰 회전각을 흡수 할 수 있어야 하는데, 이를 위해 Fig. 6과 같이 볼 조인트 구조의 하부 연결기가 개발된 바 있으며[1], Table 1의 Mountain Tram과 같이 일반 철도차량 및 트램의 연결기들 보다 더 넓은 회전 범위를 가진다[1]. 차체 지붕에 장착되는 상부의 연결기는 좌우 회전만 가능한 힌지 타입, 좌우 회전 및 차량 전후 방향의 병진 운동이 가능한 피칭 타입 등이 있다[4,5].

**Table 1** Comparison of articulation system [1,3,4].

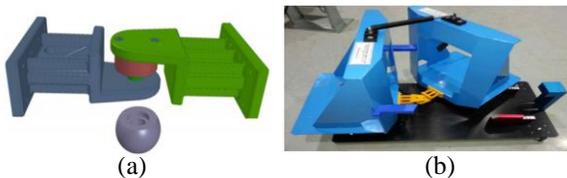
Contents	Articulation of			
	Required Angle[1]	Mountain Tram[1]	Ordinary Train[3]	Ordinary Tram[4]
Yaw angle	±42°	±51°	±45°	±38°
Pitch angle	±10.3°	±11°	±6°	±6.5°
Roll angle	±4.6°	±8°	-	±6.5°



**Fig. 4** Articulation for trams [4]



**Fig. 5** Low articulation for mountain tram [6]



**Fig. 6** (a) Lower articulation[1] and (b) Entire articulation for Korean mountain trams [1]

### 3. 결론

일반 열차의 연결기는 완충기가 있어 편기에 의한 연결점간 거리변화를 흡수 할 수 있으나, 회전 가동 범위가 산악트램 연결기 기준에 못 미치는 단점이 있다. 반면, 산악열차 연결기는 볼 조인트 방식을 채용해 회전 가동 범위는 더 넓으나, 연결점간 거리변화를 흡수하지 못한다. 따라서, 한국형 산악트램용 연결기는 일반 열차 연결기의 완충기와 산악트램의 볼 조인트 구조의 장점을 융합하는 것으로 적용한다.

### 후 기

국토교통부 산악벽지용 친환경 전기열차 기술 개발 사업의 연구비 지원으로 수행 되었습니다.

### 참고문헌

- [1] 서승일, 문형석 (2018) 급곡선 급경사 운행 산악트램의 대차 및 차체 연결 구조 개발, *한국산학기술학회 논문지*, 19(7), pp. 275-282.
- [2] 박종현, 김진성, 김응석, 한금태 (2019) EFG형식(전단변형방식) 피봇형 고무완충기 핵심 원천 기술개발 최종보고서, *국토교통부 국토교통과학기술진흥원*.
- [3] 최경수 기자 (2013.07.08) 철도차량 연결장치 종류, 특징, 구조 및 성능, *itrail news*, [https://www.itrailnews.co.kr/mybbs/bbs.html?mode=view&bbs\\_code=pds&bbs\\_no=2254](https://www.itrailnews.co.kr/mybbs/bbs.html?mode=view&bbs_code=pds&bbs_no=2254). \*첨부자료: 이남희 (2013.07.08) 철도차량 연결장치, 한국철도공사 일반차량정비센터.
- [4] JOINTECH VEHICLE SYSTEM, ARTICULATION SYSTEM FOR TRAMS, <http://www.auto-jointech.com/en/product/rail/Tram/2017/0410/129.html>.
- [5] Lee, J. I., Jang, S. C., Eom, K., Lee, J. Y., & Kim, K. J. (2011). The Application of Articulation Systems based on the Number of Carbody Modules of the Low-Floor Tram. In *Proceedings of the Korean Society for Railway Conference*, pp. 842-848.
- [6] 서승일, 문형석, 이승영 (2018) 산악철도차량용 연결기 구조, 국내 특허 등록번호 (Republic of Korea Patent No.):1018453450000.