

신에너지 바이모달 트램 차량 시스템 상세설계

The detail design of Bi-modal Vehicle System

*임송규¹, #목재균², 장세기³, 윤희택⁴

*S. G. Leem¹(sgleem@krii.re.kr), # J.K. Mok² (jkmok@krii.re.kr) , S.K.Jang³ (seky@krii.re.kr), H.T.Yoon⁴ (htyoon@krii.re.kr)
1,2,3,4 한국철도기술연구원

Key words : Bi-modal vehicle VCU(Vehicle Control Unit), AWS algorithm, Composite of sandwich, CNG hybrid system

1. 서론

트램은 자가 승용차의 선호와 도로교통의 정체로 인해 전세계적으로 대부분 폐지되고 일부 노선만이 운행되었으나, 최근에는 차량의 저상화, 진동, 소음, 승차감, 접근성, 환승 편의성, 정시성, 경제성, 환경친화성 등이 향상된 개량형 트램이 개발되어 기존 트램노선의 개량화와 신규노선의 신설이 이루어지고 있는 추세이다. 도로를 주행케도로 이용하므로 궤도, 역설비, 신호시스템 등 인프라의 단순화가 가능하여 건설비를 획기적으로 절감할 수 있는 트램은 기존의 철제차륜 트램과, 고무타이어를 주행륜으로 사용하면서 전용궤도와 일반도로를 모두 주행할 수 있는 고무차륜 트램(바이모달 트램)으로 분류된다.

신에너지 바이모달 수송시스템 연구개발에서는 철도의 정시성과 친환경성, 버스의 유연성을 결합한 CNG 하이브리드 구동형 바이모달 트램 차량과 수소연료전지 구동형 바이모달 트램 차량의 개발을 목적으로 하고 있으며, 아울러 차체 경량화 기술, 현가장치 및 구동시스템 기술, 추진시스템 기술, 연료전지 적용 기술 등 핵심기술 개발을 병행하고 있다. 본 논문에서는 바이모달 트램 차량에 적용된 핵심 부품의 상세 설계 기술을 논하고자 한다.

2. 세부 연구 내용 분류

본 연구과제에서 적용된 트램 차량의 핵심기술을 분류하면 우선 무인자동운전시스템, 독립 구동형 전체 차륜 시스템, 경량화 복합소재차체 시스템, CNG 하이브리드 시스템으로 크게 나눌 수 있다. 이들 핵심 부품 기술은 이번 연구를 통해 개발되어지고 있으며 향후 국가 성장 동력으로서 기술력 확보에 기여할 수 있을 것이라고 본다.

3. 개발 트램 차량의 핵심부품 설계

개발 트램 차량의 주요 핵심 부품을 아래에 나타내었다.

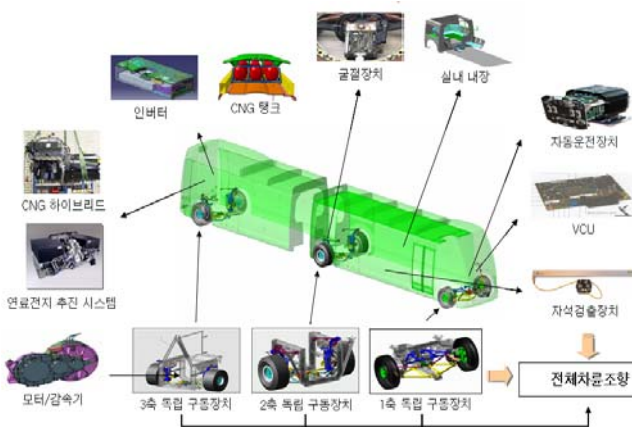


Fig. 1 Lineup of Bi-modal Vehicle

(1) 무인자동운전시스템설계

무인 자동 운전 시스템은 트램 전용 도로에 설치된 자석의 자기장을 인식하여 트램 차량의 운영 경로를 판단한다. 트램 차량의 VCU(Vehicle Control Unit)에는 트램 차량의 위치 정보와 정거장의 위치, 현재 위치의 속도 등 트램 차량의 운행정보가 저장되어 있다. 외부 인식 센서들로부터 차량의 여러 정보를 VCU가 입력 받아 트램 차량을 운행하며 외부 인식 센서들은 자석검출장치, GPS인식 장치, 자이로 센서등이 있고 VCU에서 차륜운전장치에 신호를 주어 속도에 따른 조향각을 설정한다. 아래 그림에서 보면 자석이 매설된 도로 위는 자기장이 분포하며 이 신호는 차체 바닥에 부착된 센서가 인식을 함으로서 주행을 하게 된다.

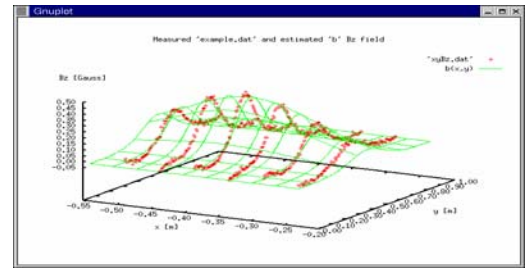


Fig. 2 Track information using the combination of magnetic markers

위의 자기장 신호와 GPS 신호, 내부 입력 프로그램에 의해 아래의 운행경로를 따라 트램 차량이 주행하게 된다.

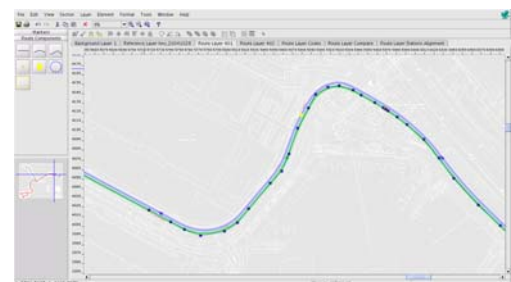


Fig. 3 Expected driving path of Bi-modal Vehicle

(2) 독립 구동형 전체 차륜 시스템 설계

바이모달 트램 차량은 전차륜이 독립적으로 조향이 가능하며 그에 따른 각각의 구동 모터와 감속기어장치가 있다. 전체 차륜 조향장치 상세 설계 시 차량의 주행 상황 정보(Input)를 이용해 2, 3축의 조향각(Output)을 결정하는 AWS 알고리즘을 설계해야 한다.

Fig. 4 Schematic of AWS algorithm

뿐만 아니라 트램 차량의 운행 안전성과 조정성의 확보를



위해 트램 차량의 속도에 따라 조향각을 조정하는 2, 3축의 실린더는 선형적인 변위를 가져야 한다.

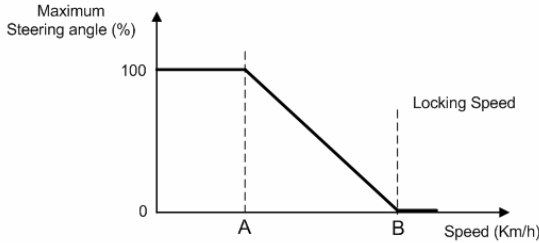


Fig. 5 AWS angle displacement as speed of vehicle

AWS 알고리즘 개발과 조향각도 설계 검토 및 동역학적 해석 개발 되었으며 향후 이를 이용하여 다물체 동역학 모델로서 AWS 알고리즘을 검증하고 차량주행상황을 예측할 것이며 AWS ECU 개발에 이용할 것이다. 트램 차량의 구동 서스펜션은 하나의 모듈로 제작된 복합소재차체에 마운팅 되어 있고 전체 조향이 가능하도록 상세 설계가 이루어 지고 있다.

(3) 경량화 복합소재차체 설계

트램 차량에 적용될 복합소재는 샌드위치 패널이 적용될 것이다. 복합소재는 에너지 효율 극대화 측면에서 차량의 경량화에 필수적인 요소이며 신소재 복합재를 이용한 차량 제작 기술 관심을 불러일으킬 수 있다. 국외는 적층 복합재 또는 샌드위치 복합재를 적용한 도시형 이동차량 연구개발 및 상업 운행 중이다. 적용될 샌드위치 복합재는 단일 부재로 된 재료나 복합재료보다 높은 굽힘 강성 및 강도를 가지며 피로, 부식 저항에 우수하다. 그러나 저속 충격, 즉 무거운 하중의 충격에 대해 견딜 수 있는 검증이 필요하나 고속 충격에 우수하여 차량 충돌 시 실내 승객 안전 확보에 기여할 수 있으며 차체 손상은 일반 굴절 차량보다 작다.

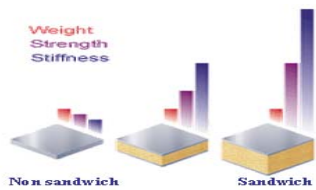


Fig. 6 Characteristics of composite sandwich panel

(4) CNG 하이브리드 시스템 설계

바이모달 트램 차량용 CNG 하이브리드 시스템은 플러그인 하이브리드 시스템을 사용한다. 이 시스템은 보조동력원 즉, 2차 전지 또는 슈퍼커패시터에 충전된 전기에너지로만 모터를 구동하는 일종의 전기자동차로서, 이러한 시스템에서의 엔진 및 발전기는 보조동력원의 충전상태(SOC : State Of Charge)유지를 위해 충전하는 역할만 수행하게 된다. 다음 그림에서 보는 바와 같이 SOC수준이 높을 때는 전기자동차모드(EV Mode)로 운행하다가 보조동력원의 SOC가 일정수준보다 떨어질 경우에는 엔진을 작동시켜 충전모드(Charging Mode)로 전환한다. 충전모드일 경우에는 엔진의 최고효율점이 될 수 있으며 차량의 운행이

끝난 경우에는 심야전기를 이용하여 충전할 수도 있다.

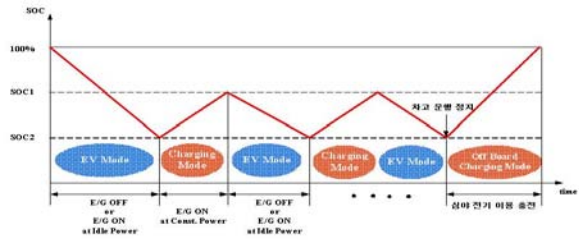


Fig. 7 Strategy of driving of plug-in hybrid propulsion

4. 향후 연구 목표

다음 차년도에 트램 차량의 MOCK-UP을 이용하여 승차감 해석을 수행할 예정이며, 트램 차량 운행에 있어서 그에 따른 환경평가 기준을 정립함으로써 개발된 트램 차량의 환경적 평가를 할 수 있을 것이다. 복합소재차체와 국산화 탱크 모듈의 평가기준에 대해서도 평가 기준을 제시함으로써 앞으로의 개발된 트램의 안전성을 확고히 할 수 있을 것이며 트램 차량의 동적 게이지와 트램 차량과의 전용궤도 인터페이스 사양을 개발함으로써 추후 트램 차량의 궤도 주행 여건을 수립할 예정이다.

5. 결론

독립 현가형 구동시스템과 전체차륜조향시스템으로 인해 자동정밀정차가 가능하고 CNG 하이브리드와 연료전지 추진시스템으로 인한 친환경성, 복합소재 차체로 인한 연비절감등 많은 장점을 가진 바이모달 트램 차량은 향후 2009년 선보일 것으로 예상된다.

후기

이 논문은 국가핵심교통사업의 신에너지 바이모달 저상굴절 차량 개발 과제('03 ~ '09) 제4차년도 연구결과의 일부입니다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, 신에너지 바이모달 트램 차량의 개발과 미래전망, 2007.05.
2. 한발대, 금속재와 적층판 면재를 갖는 샌드위치 판넬의 저속 충격 특성 비교연구, 2007.05.
3. 아주대, 바이모달 저상굴절 차량의 전차륜 조향장치 특성에 관한 연구, 2007.05.
4. 한국철도기술연구원, 신에너지 바이모달 저상굴절 차량 개발 3차년도 보고서, 2006.04