

캐나다 무인 운전 전동차 제동 시스템 고찰

Study on Brake System of Canada RAV Rapid Transit

유현규* 최철한** 은정일***
Ryu, Hyeon-Gyu Choi, Cheol-Han Eun, Jung-Il

ABSTRACT

The optimal braking control system is determined according to the required operating condition, for example brake rate. On that reason each train has its own various special features. This paper describes a study on the Brake Control System of Canada RAV Rapid Transit which also has various special features, to help comprehensive concept of brake control system including Cross Brake Control System and Guaranteed Emergency Brake Rate.

1. 서 론

전동차(EMU)는 계획된 속도 및 시간표에 따라 정해진 구간을 운행해야 하므로 필요에 따라 그 속도를 제어 할 필요가 있으며, 비상시에는 신속하게 완전한 정지를 할 수 있어야 한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 설치 된 공기 제동 시스템은 19세기 초에 처음 사용 되었으며 그 기본적인 개념은 최근까지도 많은 차량에 적용 되고 있다. 하지만 차량 중량 및 속도의 증가와 더불어 제동 시스템을 구현하는 방식과 이를 구성하는 각각의 장치들은 비약적인 발전을 거듭 해 오고 있다. 또한 각각의 차량마다 선로 조건, 역간 거리등 그 운행 조건이 상이하므로 특정한 제동 시스템이 모든 상황 및 차량에서 우월한 성능을 보장하는 것은 아니며 각 차량마다 고유한 특성을 가진 시스템이 설계, 적용 되고 있다.

본 논문에서는 공기 제동 시스템의 주요한 요소인 공기 공급 시스템 및 제동제어 시스템을 중심으로 캐나다 무인 운전 전동차의 적용 사례의 살펴보고 이를 통해 일반적인 철도 차량의 공기 제동 시스템 및 교차 제동 제어(Cross Brake Control System), 비상 제동 보증 감속도(Guaranteed Emergency Brake Rate)등의 제동 개념에 대한 이해를 돕고자 한다.

* 주식회사 로템 제품개발팀 책임연구원

E-mail :hg.ryu@rotem.co.kr

TEL : (031)460-1368 FAX : (031)460-1789

** 주식회사 로템 제품개발팀 책임연구원

*** 주식회사 로템 제품개발팀 주임연구원

2. 본 문

2.1 공기 제동 장치의 구조

일반적인 전동차(Electric Multiple Unit)의 공기 제동 장치는 그림 1에서 보는 것과 같이 제동 전자 제어기(Brake Control Electronics), 제동 제어 장치(Brake Control Unit), 제동 실린더(Disk Brake Cylinder)등으로 구성 되어 있다. 제동 전자 제어기는 제동 지령 및 응하중 신호를 받아 소요 제동력을 계산하여 인버터에 전기 제동을 지령한다. 이때 발생한 전기 제동이 소요 제동을 만족하지 않으면 제동 전자 제어기는 부족한 제동력을 제동 제어 장치를 통하여 공기 제동으로 대체하게 되며 이와 같은 방식을 혼합 제동이라 한다.

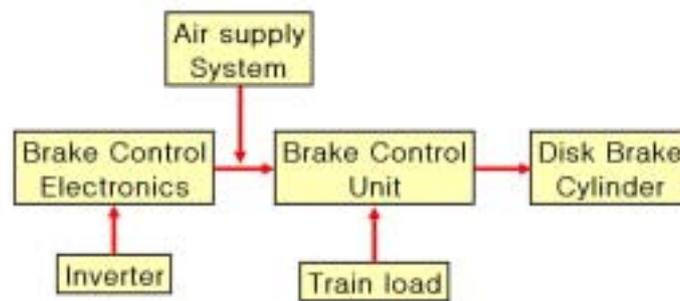


그림 1 전동차의 제동 장치 개략도

전기 제동은 빠른 응답 속도와 에너지의 효율적인 이용이 가능한 점에서 전동차의 제동에 많은 부분을 담당하고 있지만 저속에서는 제동력이 작용하지 않는 단점으로 인하여 공기 제동과 필수적으로 연동 되어야하며 캐나다 무인 운전 전동차의 경우도 상기의 기본적인 방식이 적용 되었다. 그러나 기존의 전동차에서 공기 제동 시 발생할 수 있는 느린 응답 속도 향상 시키고 공기 제동력의 보다 정밀한 제어가 가능한 방식이 설계, 적용 되었다.

2.1 공기 공급 시스템(Air Supply System)

안정적인 공기 제동을 위하여 제동에 필요한 충분한 압축공기를 제공하는 공기 공급 시스템은 공기 제동의 기본 요소이다. 캐나다 무인 운전 전동차의 경우 기본 시스템은 공기 압축기(Air-compressor), 공기 건조기(Air-Dryer), 안전 밸브(Safety Valve)등으로 구성 되어 있어 일반적인 전동차와 유사하지만 공기 압축기의 경우 OILLESS TYPE의 피스톤식을 적용하였다. 피스톤식 공기 압축기는 국내 차량에 적용 된 스크류식 압축기에 비해 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

1) 오일을 사용하지 않음으로 오일내의 응축수가 발생하는 상황을 고려하지 않고 압축기를 가동 할 수 있어 최소 가동률을 10% 정도로 유지 할 수 있다. 스크류 방식의 공기 압축기의 경우 최소가동률을 30%정도 유지해야하며 이것은 공기 소요량에 따른 탄력적인 압축기의 운영에 어려움이 있었다.

2) 오일의 주기적인 관리 절차가 필요 없으며 소모품(오일)의 비용을 절감 할 수 있고 친 환경적이

라는 측면에서 스크류 방식에 비해 보다 발전 된 형태라고 할 수 있다.

3) 유분 분리기, 오일 필터등의 장치가 필요 없으므로 기존 대비 30~40%의 중량 절감 효과가 있다.

4) 유지 보수가 편리하며 소모품들이 대부분 기계적 마모품들이므로 교환 주기가 기존 방식에 비해 크게 향상 되었다.

2.2 제동 제어 시스템(Brake Control Equipment)

일반적으로 공기 제동 제어 시스템은 제동 전자 제어 장치(Brake Control Electronics)와 제동 제어 장치(Brake Control Unit)로 구성된다. 캐나다 무인 운전 전동차의 경우 차량 당 1set의 제동 전자 제어 장치와 2set의 제동 제어 장치로 구성되어 있으며 상기의 구성 방식은 시스템적인 측면에서 캐나다 무인 운전 전동차의 공기 제동 시스템의 가장 큰 특징이다.

제동 제어 장치는 전공 변환 밸브(EP Converter), 비상 제동 밸브(Emergency Brake Magnet Valve), 응하중 밸브(Load Limit Valve), 릴레이 밸브(Relay Valve)등으로 구성 되어 있으며, 제어에 사용되는 각종 압력 센서류 및 압력 측정구등이 설치되어 하나의 제동 제어 장치로 구성 된다.

전공 전환 밸브는 공기 공급 시스템에서 생성된 압축공기를 이용하여 충기와 배기를 반복하며 제동 전자 제어 장치의 신호를 받아 제동에 필요한 압력을 생성한다. 이때 각각의 공기 스프링(Air Bag)에서 측정된 응하중 정보는 평균압 밸브를 거쳐 압력 센서를 통해 전자 제어 장치로 승객 하중에 대한 정보를 전달하여 보다 효과적인 제동력이 확보 될 수 있도록 한다.

2.3 교차 제동 제어 방식(Cross Brake Control System)

일반적으로 전동차의 제어는 차량당 제동제어를 기본으로 한다. 즉, 각각의 차량마다 제동제어 장치가 1set씩 설치되어 차량마다 측정된 응하중에 따라 제동 신호를 만족 할 수 있도록 하는 것이다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 캐나다 무인 운전 전동차 공기 제동 제어 시스템은 차량당 2set의 제동 제어 장치 적용하였을 뿐만 아니라 2set의 제동장치가 전위, 후위 대차를 각각 교차로 제어하는 시스템을 채택하고 있다. 즉 그림 2와 같이 제동제어장치-1은 전위 대차의 2번과 4번, 후위 대차의 1번 과 3번을 제어하고, 제동제어장치-2는 전위대차의 1번과 3번 후위대차의 2번과 4번을 각각 대각으로 제어 하고 있다.

	일반 전동차	캐나다 무인 운전 전동차	비고
상용 제동 감속도	1m/s ²	1.2m/s ²	
비상 제동 감속도	1.25m/s ²	1.8m/s ²	
비상 제동 보증 감속도	-	0.8m/s ²	접착 계수 0.08이상

표 1 제동 형태별 감속도 비교

표 1과 같이 캐나다 무인 운전 전동차는 모든 제동 상태에서 일반 전동차에 비해 짧은 제동 거리를 가지고 정지 할 수 있도록 설계되었으며 차량 당 2set의 제동 제어 장치를 설치하고 이를 교차로 제어 함으로써 한개의 제동 제어 장치의 고장 또는 제동 배관의 파손등의 비상 상황에서도 다른 한개의 제동 제어 장치로 일정한 제동력을 각축에 전달 할 수 있으며 이는 일정량 이상의 제동 감속도를 보증 할 수 있는 시스템을 구축하였다.

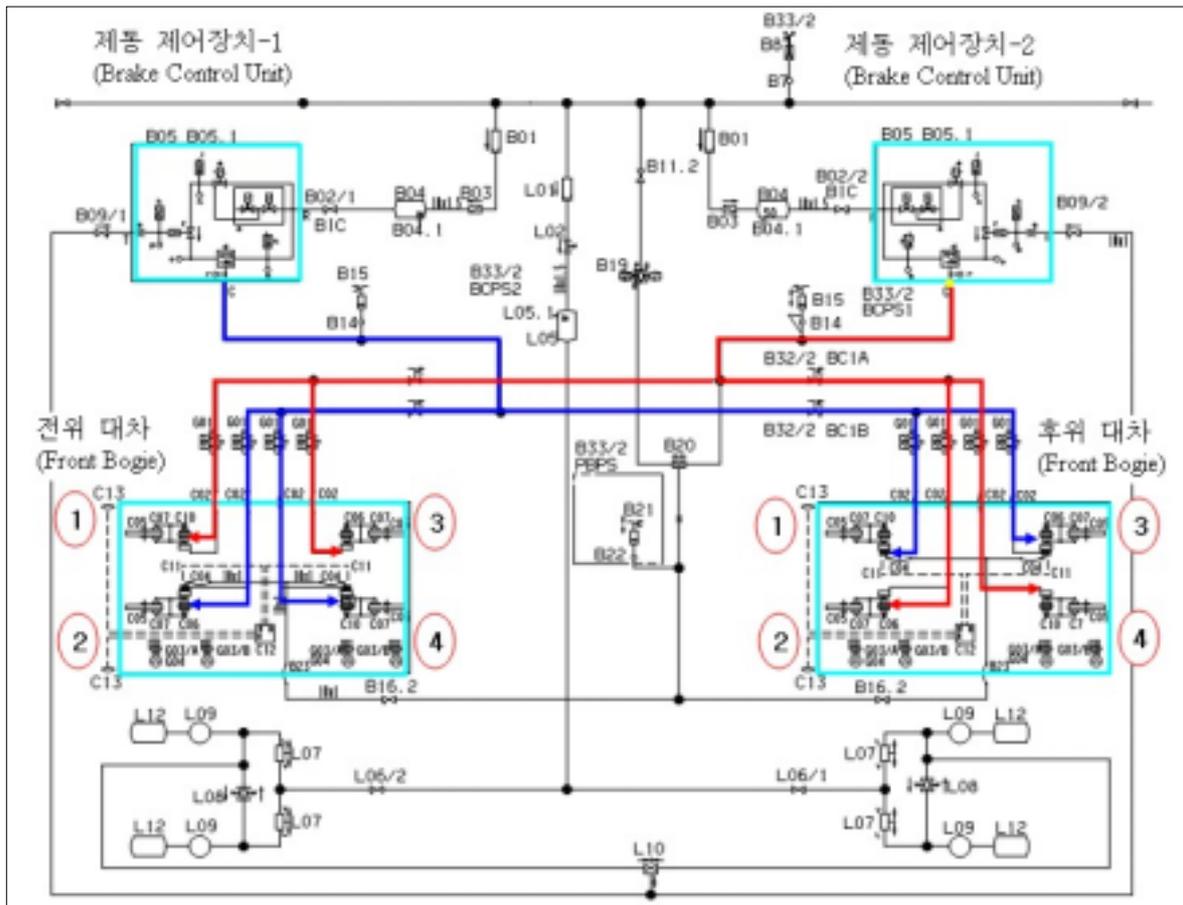


그림 2. 교차 제동 시스템의 개략도

3. 결론

전동차의 안전한 운영을 위하여 원활한 제동 작용은 무엇보다 중요하며 캐나다 무인 운전 전동차의 경우도 이러한 추세에 맞추어 공기 제동의 체결 및 완해의 응답 속도를 향상시키고 정위치 정차 등의 신뢰성을 확보하였으며 예기치 못한 비상 상황에서도 차량이 요구하는 제동력을 보증하는 시스템을 구성하였다. 최근의 전동차는 자동운전과 무인운전의 증가와 더불어 보다 정밀한 제동 제어를 요구하고 있다. 또한 이를 구성하는 장치들도 고효율, 유지 보수의 편리성등을 강조하며 서비스 비용을 최소화 하려는 방향으로 발전 하고 있으므로 캐나다 무인 운전 전동차와 같은 시스템은 앞으로 많은 차량에 적용 될 것으로 예상 된다.