

답면제동유니트 배기 지연 요인 분석 Analysis of Tread Brake Unit's Exhaust Delay

조홍덕[†]

Hong-Deok Jo[†]

초 록 철도차량에 적용된 기초제동장치는 크게 답면제동장치, 디스크제동장치가 있다. 답면 제동은 철도차량의 차륜의 레일과 접하는 면(답면)에 마찰재를 눌러붙여 제동하는 방식이다. 답면 제동 장치가 적용된 국내 전동차(Metro)에서 제동완해를 위해 제동압을 배기중 배기 지연 현상이 발생되고 있다. 본 논문은 전동차에 적용된 답면 제동 장치의 배기 지연 현상에 대한 요인을 분석하고, 제동 성능의 미치는 영향을 고찰해 보고자 한다.

주요어 : 답면제동, 배기 지연

1. 서 론

철도차량의 기초제동장치에는 답면제동장치와 디스크제동장치가 있으며, 국내의 전동차에는 이 두가지 기초제동장치를 혼합하여 적용하고 있다. 국내의 전동차에 적용된 답면제동장치는 제동작용시, 수직방향운동이 수평방향 운동으로 변환되며, 완해 시 수평방향 운동이 수직방향운동으로 변환된다. 답면제동장치에서 수직방향의 운동을 하는 웨지는 공기 압력에 의해 하강하고 수평방향의 운동을 하는 운동베어링은 이제 작동하여 증폭된 제동력을 전달한다. 답면제동장치의 제동완해시, 공기압력의 배기에 따라 운동베어링과 웨지의 스프링력에 의해 후퇴하며, 복귀 및 완해가 된다.

본 논문에서는 답면제동장치의 제동완해시, 배기 지연 현상을 발견하게 되었고 이러한 배기 지연 현상의 요인을 분석하고 제동 성능에 미치는 영향을 검토하였다.

[†] 현대로템, 철차연구2팀 (hd_jo@hyundai-rottem.co.kr)

2. 본 론

2.1 기초제동장치의 특징

2.1.1 디스크 제동장치(제동실린더)

제동실린더는 제동작용 시 공기 압력에 의해 피스톤이 수평방향 운동하고 그 힘이 제동 캘리퍼에 전달된다.

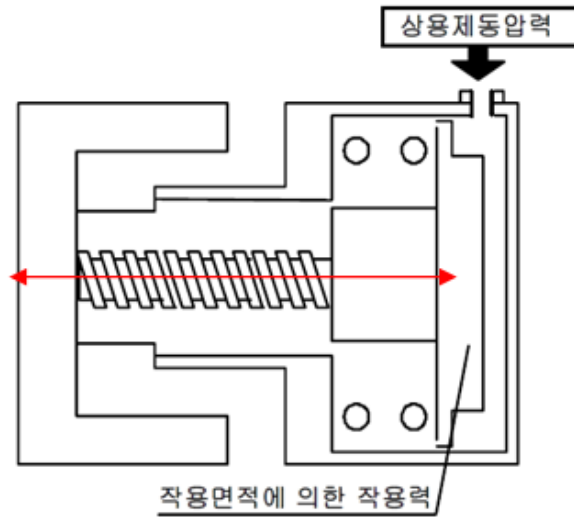


Fig. 1 디스크 제동장치

2.1.2 답면 제동장치(답면제동유닛)

답면제동유닛은 제동작용 시 수직방향운동이 수평방향 운동으로 변환되며 완해 시 수평 방향 운동이 수직방향운동으로 변환된다. 웨지는 공기 압력에 의해 하강하고 운동 베어링은 이에 작동하여 증폭된 제동력을 전달한다. 웨지는 특수한 형상으로 제작되며 위 그림은 단순화된 형태이다.

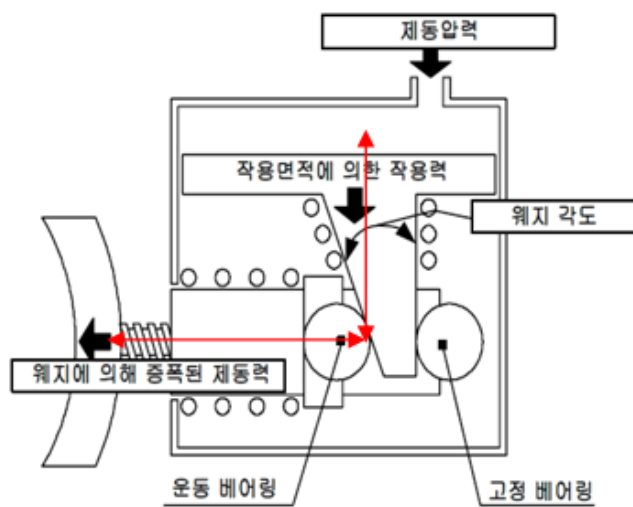


Fig. 2 답면 제동장치

2.2 현상 및 원인검토

2.2.1 발생 현상

Tc car(디스크 제동장치) 대비 M car(답면 제동장치)의 답면제동유니트에서 완해 뒤 정상적으로 배기 되다가 15kPa부근에서 배기지연되고 이후 최종 배기가 되는 현상이 발생되었다.

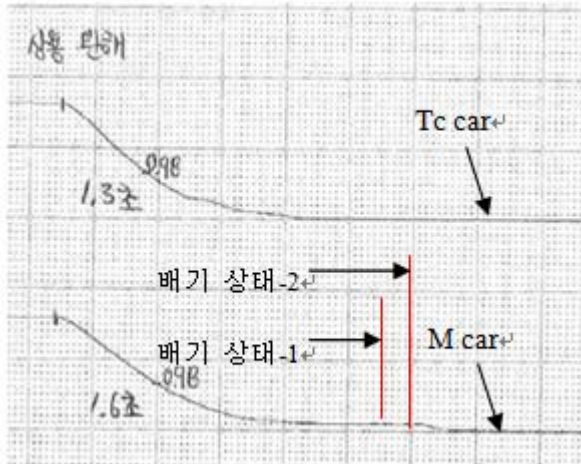


Fig. 3 상용 완해

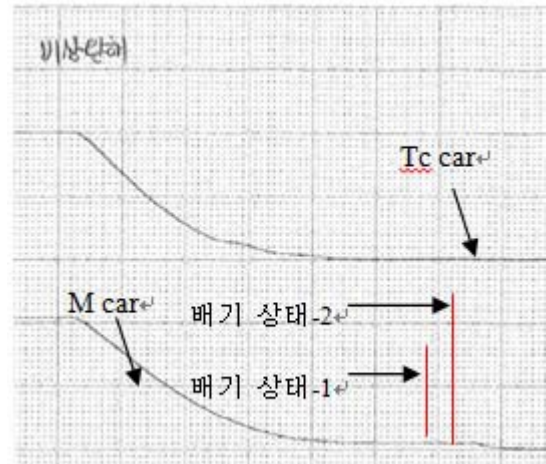


Fig. 4 비상 완해

실제 부산1호선 M car 차량에 장착된 답면제동유니트 움직임은 아래 그림처럼 완해가 시작 시 마찰재와 차륜에서 간격이 벌어지고 약간의 시간이 지난 후 최종 완해가 되었다.



제동 상태

배기 상태-1

배기 상태-2

Fig. 5 답면제동유니트 배기상태

2.2.2 제품 구조 검토

- (1) M car에 적용된 기초제동장치는 답면 제동 방식으로 압력을 전달받아 제동력으로 변환한다.
- (2) 답면제동유니트는 웨지(WEDGE) 증폭 방식으로 공압을 전달 받은 웨지(6)는 하강하면서 운동 베어링 (12)과 맞닿은 상태로 전진시킨다. 웨지의 구조적인 특징으로 출력을 증폭시켜 제동력을 발생시키며 스프링 (15)와 (10)에 의해 다시 운동 베어링 (12)은 웨지 (6)이

맞닿은 상태로 후퇴하며 복귀 및 완해가 되며 내부적으로 압력이 배기될 때 지연시키는 구조는 아니다.

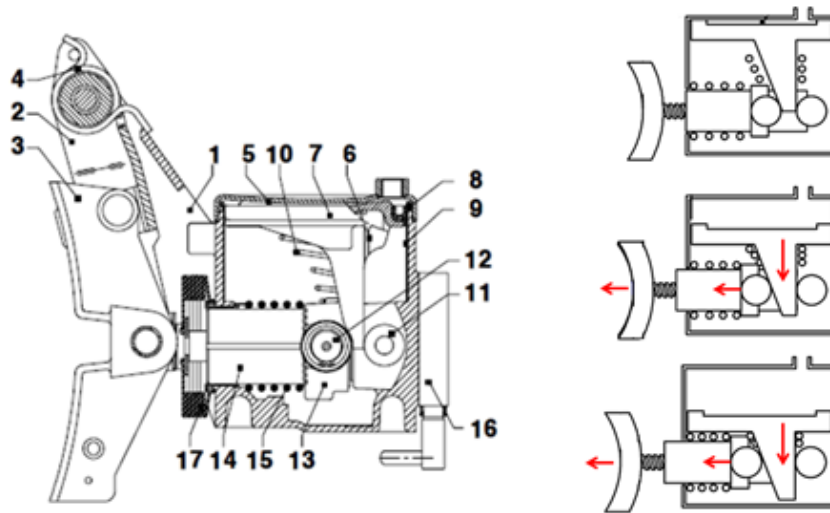


Fig. 6 답면제동유닛 구조

2.2.3 배기 지연 현상 재현 시험

(1) 시험 조건

○ 시험 조건-1

차량과 유사한 배기를 재현하기 위해 시험기를 구성하였고 다음과 같다.

(실제 차량에서는 배기 시 DUMP VALVE를 경유하여 BOU BC 배기포트에서 배기되며 배기포트에는 소음기가 설치된다.)

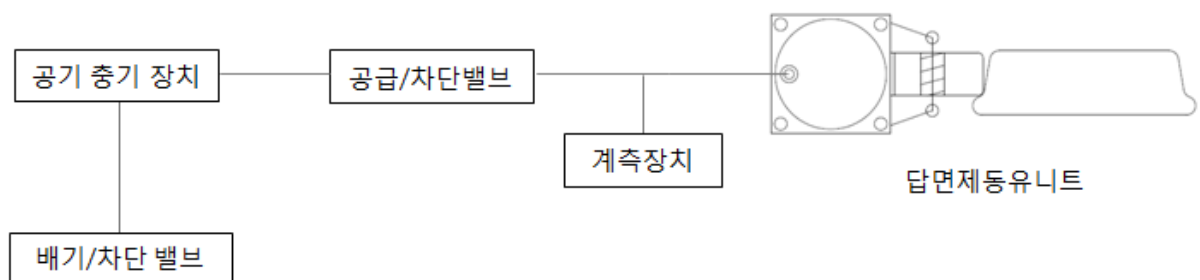


Fig. 7 완만 배기 시험 구성도

○ 시험 조건-2

비교적 급속한 배기를 재현하기 위해 시험 구성하였고 다음과 같다.
(볼 밸브를 상단에 설치하여 바로 배기가 될 수 있도록 하였다.)

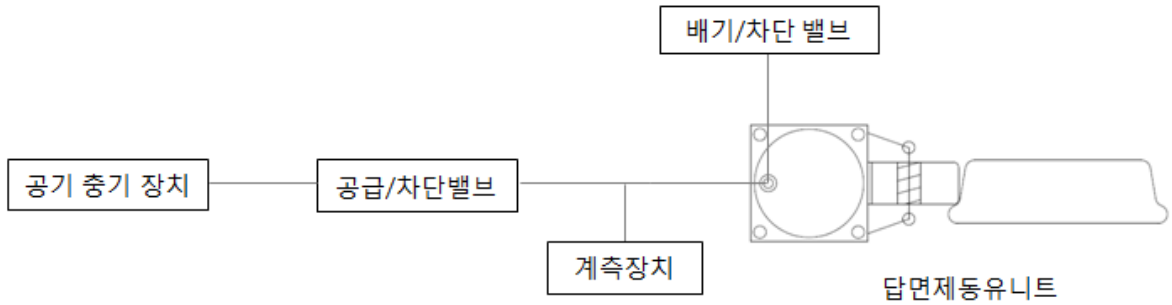


Fig. 8 급속 배기 시험 구성도

(2) 시험 결과

Table 1 시험 결과

	시험 결과-1	시험 결과-2
구성	완만 배기 조건 (차량 유사 조건)	급속 배기 조건
결과		
비고	배기지연 현상 확인 됨.	배기지연 현상 확인 안됨.

완만한 배기와 급속 배기 시험결과를 통해 완만한 배기가 1편성 시험 결과와 동일하게 나타남을 확인하였다. 또한 급속 배기 시험 결과에서는 답면제동유니트 자체가 배기를 지연시키는 요인이 아님을 확인하였다.

단, 시험 조건에서는 배기회로의 유무가 차이점이며 이는 배기포트 크기/위치, 배관길이, 밸브 구성 등에 따라 달라질 수 있다.

따라서 급속 배기가 아닌 이상 배기 지연 원인은 답면제동유니트의 제동/완해 작용 시 수평 방향과 수직 방향의 제동력 전달 과정에서의 기계적인 특징으로 볼 수 있으며 차량의 제동 성능과는 무관하다고 판단된다.

3. 결론

답면제동유니트에서 배기 지연 현상이 발생된 사항은 상기 그림 1,2 에서 알 수 있듯이 배기되는 순간부터 배기 상태직전까지 약 15kPa의 압력이 존재하고 그 이후 약 0.5초 정도 지연 후 최종적인 배기가 된다. 실제 차량에서 배기되는 순간부터 차륜과 마찰재간의 간격이 형성되고 그 이후 약 15kPa의 압력이 답면제동유니트에 존재하지만 인쇼트 압력보다 낮은 압력이기 때문에 (답면제동유니트 인쇼트 압력: 27.313kPa) 제동은 체결되지 않는 수준이다. 또한 M car의 상용제동 후 배기상태까지의 시험 사양은 "배기 시 98kPa까지 8초 이내 이어야 함" 과 부합하며 실제 최종 0kPa까지 배기 시간은 약 6.1~6.2 초이다.

시험 결과 완만한 배기 시 배기 지연 현상이 나타났고 급속 배기 시 답면제동유니트 자체가 배기를 지연시키는 요소가 아님이 확인되었으나 배기포트 크기/위치, 배관 길이, 밸브 구성 등의 조건에 영향을 받는다고 판단된다. 따라서 배기 지연은 제품의 기계적 특성 및 배기회로 구성 등이 주 원인이나 시험 사양이나 운행상에 문제될 수 있는 소지는 없다고 판단된다. 추가적으로 과거 차량의 검토 결과 동일한 현상이 나타났으며 향후 제동장치 설계 시 답면제동유니트에 배기 지연 현상을 개선하기 위해 본 논문내용에 대해 개선이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] H.N Shin (2015), Report of Thead Brake Unit's Exhaust Delay.