

# 고속차량 KTX 고장예방 활동 소개 (제동관 압력 측정회로 개선)



| 강 기 석 |  
한국철도공사  
수도권철도차량관리단  
고속차량전기팀 팀장



| 전 순 배 |  
한국철도공사  
수도권철도차량관리단  
고속차량전기팀 팀원

## 1. 서론

고속차량 KTX는 20량 1편성으로 구성되어 있으며, 동력을 담당하는 모터블록은 각 동력차와 동력객차(1호 및 18호 객차)에 설치되어 있다. 모터블록에서 제동관 압력 측정에 문제가 있으면 소형회로차단기 CB-SI-DIS-01이 탈출되는 고장(코드 84-12-02)이 동력객차에 있는 모터블록에서만 많이 발생하는 현상을 유지보수 활동 중 확인하였다.

저속 견인 운전 중 제동관 기준 압력과 측정 압력의 차이로 공압제동 체결로 인접대차 완해불량 등의 고장이 발생하여 동력차 제동패널 내부의 혼합제동 전자변의 소자로 해당 대차의 제동손실 및 일시적 제동체결 현상으로 차륜에 손상을 일으킬 수 있다.

따라서 제동손실이나 차륜 손상을 일으킬 수 있는 문제점을 해결하기 위하여 고속차량에서 수집된 고장코드 정보를 분석하고 대책을 수립하였으며, 그 결과를 현차에서 직접 검증함으로써 대책이 적절하였다는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 그 과정을 여기서 소개하고자 한다.

## 2. 고장코드 84-12-02 검지 원칙<sup>1)</sup>

모터블록이 제동관의 감압( $\Delta P > 250 \text{ mbar}$ )을 검지하면, 그 모터블록에서 계전기 R-BP-DP-01이 여자된다. 인접 모터블록에 있는 계전기 R-BP-DP-01이 여자되지 못하거나

MPU/APU에서 계전기 R-BK-CO-02를 동작시키지 못하면, 이것은 로컬 모터블록에서 계전기 R-IS-DIS-01의 결합이 동작되었음을 의미한다.

이 불일치 검지는 열차속도가 40km/h이상이고(R-SP-MB-02 여자), 계전기 R-TT-BK-01이 견인(T) 위치로 구성되어 있으며 계전기 R-SW-MB-01이 여자된 상태일 때 활성화 된다. 불일치의 동작은 소형회로차단기 CB-SI-DIS-01의 탈출을 유발시켜 계전기 R-SI-DIS-01의 여자회로를 차단하여 이 계전기를 소자시킨다. 모터블록 컴퓨터(MBU)가 3초 동안(4번의 연속적인 고장) R-IS-DIS-01의 읽음이 있으면 고장코드를 저장한다.

- R-SI-DIS-01 불일치 알림 계전기
- R-BP-DP-01 제동관 감압 계전기
- R-BK-CO-02 공기제동 전환 계전기
- R-SW-MB-01 모터블록 전환 계전기
- R-TT-BK-01 견인제동 계전기

## 3. 관련회로 설명

모터블록이 관리하는 동력대차의 제동은 조건에 따라 전기제동, 혼합제동 및 공압제동으로 이루어진다. 특히, 동력대차의 제동패널은 혼합제동 때문에 객차 제동패널과는 다른 형태의 제동패널을 가지고 있다.

제동관 압력(BP)을 모니터링 하여 모터블록이 계산 처리

1) WVS No : K661-1-U5010-GL+T-004, Breakdown Guide OBCS MBU Complementary Major Fault Codes

하고 모터블록의 명령에 의해 제동 및 완해가 이루어진다.

모터블록은 자신이 관리하는 동력대차 패널의 BP 센서에 전원을 주어 다시 되돌아오는 전원의 전류(mA)를 측정하여 측정압력을 만든다. 모터블록은 또한 측정압력을 이용하여 2가지 압력을 더 만들어 3가지 압력을 가지고 제동관 감압을 인식한다.

- VMES\_PCG(측정압력): 0~5400 hPa

BP 센서에서 측정된 압력이 5 bars 일 때, 약 5000 hPa

- VPCG\_REF(기준압력): 4500~5400 hPa

모터블록에 전원 공급시 4500 hPa부터 시작하여 측정압력 VMES\_PCG가 4500 hPa에 도달했을 때, 기준압력 VPCG\_REF는 VMES\_PCG를 따라 상승한다. 이후 완해상태인 제동관 압력이 5 bars가 되면 측정압력 5000 hPa이 기준압력 5000 hPa로 된다.

※ 압력단위 : 1헥토파스칼 (hPa) = 100 Pa = 1 mbar

- Delta\_PCG(감압압력): 제동을 체결할 때처럼(제동관 감압) 제동관 압력이 빠르게 변화할 때, 기준압력은 고정되며 측정압력은 감압된 압력이 된다. 이때의 차이가 Delta\_PCG가 된다. 이 변수가 실제 모터블록의 제동처리에 사용되며, 제동관의 감압을 인식하고 감압의 양을 처리 제동력의 크기를 결정하는데 사용된다.

상용제동 및 비상제동 시에는 기준압력이 고정되어 Delta\_PCG가 계산되나, 과충기 해지와 같이 제동관 압력이 천천히 배출될 때는 기준압력이 측정압력과 같이 빠져 동일하므로 제동으로 인식되지 않는다.

#### 4. 고장발생 현황 및 분석

##### 4.1 고장현황

다음 표는 2006년4월부터 2007년 4월까지 발생한 제동관 압력 센서 측정오류로 인하여 발생된 것으로 추정되는 고장코드의 발생횟수이다.

인접대차의 완해불량의 경우, 실제로는 MB3, MB6에 문제가 있으나 인접 모터블록에서 감시해주는 코드이므로 인접 모터블록 MB2, MB5에 고장코드가 기록되었다.

##### 4.2 고장분석

CB-SI-DIS-01이 탈출되는 고장코드(84-14-02)와 관련된

표 1. 2006년4월부터 2007년 4월까지 발생한 제동관 압력 센서 측정오류로 인하여 발생된 것으로 추정되는 고장코드의 발생횟수

편성번호	CB-SI-DIS-01 발생횟수						인접대차 완해불량 발생횟수					
	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	MB6	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	MB6
KTX01							1					
KTX02											3	
KTX03				1			1		1			
KTX04												
KTX05						1					3	
KTX06						2					4	
KTX07												
KTX08						1					2	
KTX09	5		2		1			4				
KTX10								1				
KTX11			2					3				
KTX12												
KTX13												
KTX14								1				
KTX15											2	
KTX16			1					5				
KTX17								1				
KTX18											5	1
KTX19						3						
KTX20												
KTX21												
KTX22												
KTX23											4	
KTX24						2						
KTX25							2	6				
KTX26												
KTX27												
KTX28												
KTX29								7				
KTX30						1					11	
KTX31						2		3			2	
KTX32												
KTX33		3				2						
KTX34						1						
KTX35								2			2	
KTX36						2		9				
KTX37					3						11	
KTX38					1							
KTX39												
KTX40												
KTX41								4				
KTX42												
KTX43											6	
KTX44								6				
KTX45			2					3			7	
KTX46								5				
계	5	3	45	1	5	144	4	61	1		62	1

표 2. CB-SI-DIS-01이 탈출되는 고장코드와 관련된 컨텍스트

고장코드	841402	설 명
고 장 명 :	CB-SI-DIS-01 탈출	
CUR_SC	1202	견인 중
VRIEMD	230 mA	역조절 전자변을 카드에서 230mA 완해 요구
VMIEMD	0 mA	CB트립으로 혼합제동전자변 소자로 역조절 전자변 공급회로를 차단 0mA가 측정되었음
VMES_PCG	4782 hPa	BP 측정 압력
VPCG_REF	4962 hPa	BP 기준 압력
ESL11_DELTAPV	Yes	ESL11에서 감압으로 인식
ESL11_QDJM	Yes	VCB 투입상태
ESL12_VEQPCOMF	No	혼합제동전자변 소자 상태
DIAL1_QT_TTRANS	Yes	주간제어기를 견인 위치로 하였음
DIAL1_QCODP	Yes	기관사 패널의 리셋팅 압력스위치가 4.85bar 이상
ESL32_CQDV40	Yes	40Km/h 이상의 속도

컨텍스트를 보면 표 2와 같다.

제동관 압력 측정 변수를 실시간으로 확인할 수 있는 데쉬보드 프로그램을 만들어 고장코드가 생성된 KTX33호에 연결하여 상태를 확인하였다.

차량이 정상 기동상태에서 실시간으로 기준압력과 측정 압력을 확인한 결과 2가지 모두 그림 1과 같이 4782 mbar로 나타났으며, 동력객차 18호(TR18)에서 440V를 차단하였을 때는 그림 2와 같이 4944 mbar로 완해상태인 거의 5 Bar에 가깝게 나타났다. 다시 18호 객차의 440V를 투입하였을 때 측정압력이 하강하게 되는 것을 알 수 있었다. 이것은 고압회로 차단/투입에 의한 잡음으로 인하여 발생하는 현상으로 추정할 수 있다.

제동관 측정압력이 천천히 하강하게 되면, 과충기 해지에서처럼 기준압력도 같이 하강하여 Delta\_PCG가 허용 이내로 되어 특별한 문제가 발생하지 않는다. 그러나 운행 중에는 전차선 전압 주회로차단기 VCB를 절연구간 통과 시마다 차단/투입하게 됨에 따라 잡음으로 인하여 측정압력이 빠르게 하강하여 기준압력과 차이를 나타내는 Delta\_PCG가 250 mbar 이상이면, 고속으로 운행 중일 때는 단지 CB-SI-DIS-01만 탈출되며 혼합제동 전자변이 소자된다. 그러나 열차 출발 시 Delta\_PCG가 250 mbar 이상이면, 공압제동이 체결되며 인접대차 완해불량 고장코드 생성 및 혼합제동 전자변이 소자된다. CB-SI-DIS-01 탈출의 경우, 모터블록에서 제동 복귀 버튼을 취급하기 전까지 해

당 대차의 혼합제동전자변의 소자로 공압제동을 상실한다.

고압회로의 잡음이 영향을 주는지 한번 더 확인하기 위하여 주회로차단기(VCB)를 차단/투입하여 이때의 압력 변동 값을 측정하였다. 제동을 5bar로 완해 후, VCB가 투입된 상태에서 측정압력과 기준압력은 모두 4800 hPa이었으며 VCB를 차단한 후의 측정압력과 기준압력은 5000 hPa로 상승되었다. 이때 다시 VCB를 투입하였을 때 측정압력은 4800 hPa로 하강하였다. 그리고 동력객차(TR01, TR18)의 440V 및 저전압 72V를 차단하였을 때에도 측정압력이 동일하게 변화하는 현상을 확인하였으며, 이는 동력 객차 단자대 옆에 있는 변압기 및 CV-EP가 제동관 측정 회로에 영향을 미친다고 볼 수 있다.

반면에 동력차의 모터블록에서는 이런 현상이 발생하지 않지만, 동력객차의 모터블록에서만 나타나는 것으로 현차를 세심히 관찰한 결과 동력차 모터블록 제동관 압력 센서의 배선은 직접 MBU 랙에 연결되어 있으나 동력객차의 경우는 단자대를 거쳐 연결되어 있는 것을 발견하였다. 또한 단자대에 연결될 때 약 1.5m 정도의 배선이 실드의 보호를 받지 못하는 것을 확인하였다.

### 4.3 고장검증 및 대책

이 같은 고장의 경우, 약 1.5m의 배선이 실드의 보호를 받지 못하여 잡음의 영향으로 발생하는 것으로 배선을 직접 모터블록에 연결하는데 어려움이 있으므로 커넥터를 만들

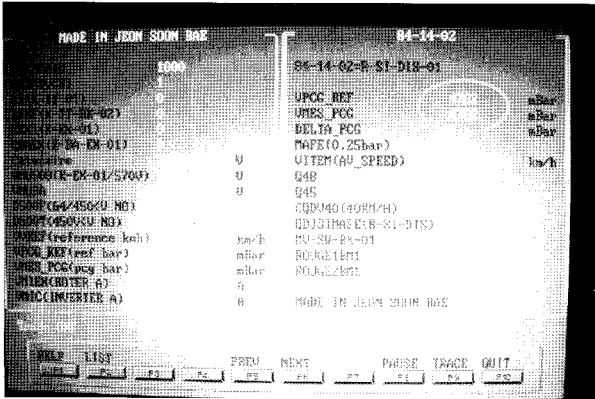


그림 1. 정상 기동상태에서 BP 5bar 완해상태그림

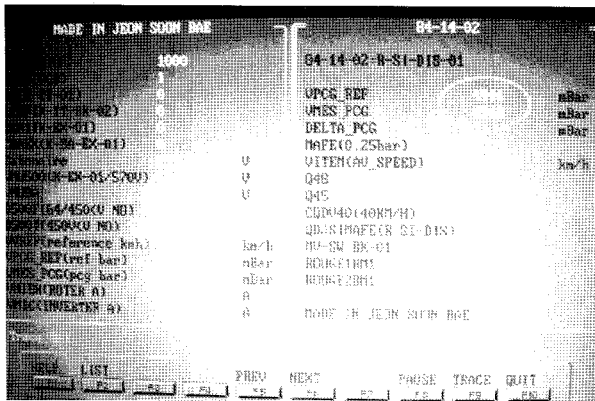


그림 2. 같은 조건에서 TR18의 440V OFF 상태

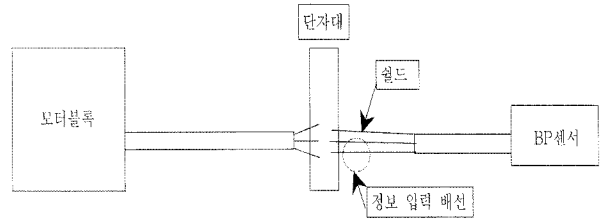


그림 3. 개선 전 배선 연결 개략도

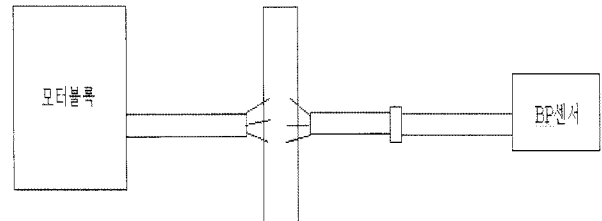


그림 4. 개선 후 배선 연결 개략도

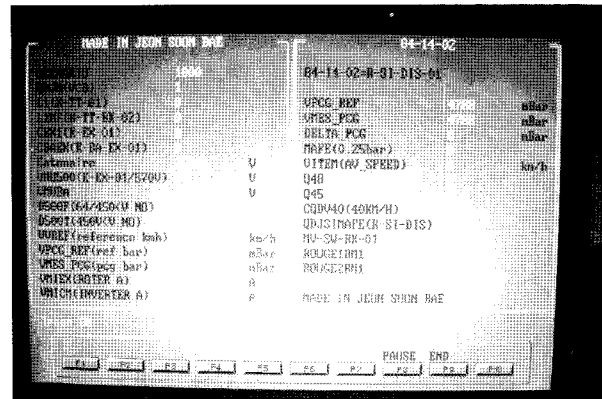


그림 5. 실드 케이블 설치 전 측정압력

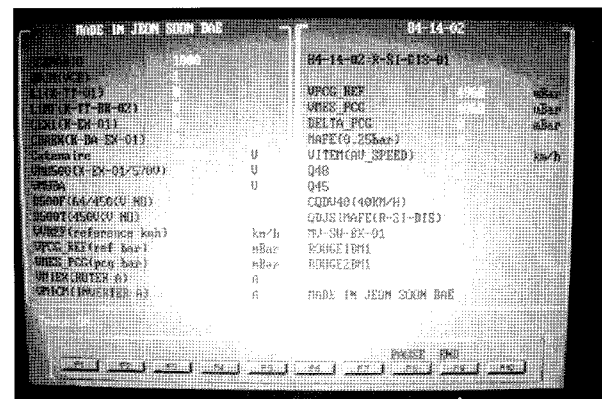


그림 6. 실드 케이블 설치 후 측정압력

어 실드 배선으로 단자대까지 연결하면 문제점이 해결될 것으로 판단되어 실드 케이블을 제작하여 연결 상태를 확인하였다.

고장이 발생하고 있는 KTX2 PC2 MB3를 대상으로 시험을 하였으며, 실드케이블을 연결하기전의 상태(그림 3)를 데쉬보드 프로그램으로 실시간 확인한 결과 차량이 기동되고 약 2분후 불량상태가 확인되었다. 차량에서 제동이 완해상태로 정상적일 경우 약 5000 mbar가 측정되어야 한다. 그러나 측정압력과 기준압력 모두 4788 mbar로 나타났다(그림 5).

다음으로 실드케이블을 연결하고(그림 4) 차량을 기동한 후, 제동을 5 bar로 완전히 완해하여 약 20분 동안 압력의 상태를 실시간으로 확인하였다. 이때 측정압력과 기준압력은 약 5 bar에 가까운 4968 mbar로 잡음의 영향을 받지 않

는 것으로 확인되었다.

## 5. 결론

동력객차에서 지속적으로 발생하고 있는 제동관 압력 측정회로와 관련된 고장(CB-SI-DIS-01 탈출, 고장코드 84-14-02)은 앞에서 살펴 본 것과 같이 동력객차의 모터블

록으로 입력되는 측정회로가 실드의 보호를 받지 못하여 발생한 것으로 확인되었다.

이러한 결론을 확인하기 위하여 실시간으로 변수를 볼 수 있는 데쉬보드를 만들어 측정압력과 기준압력 변화의 확인과 고장을 해결하겠다는 적극적인 자세로 유지보수를 수행함으로써 문제점을 해결 할 수 있었다. 그리고 KTX46 개 편성에 대하여 '07.7월부터 9월까지 제동관 압력 측정회로를 확인하고 개선하였다. ♪