

단상 MJ81 전기선로전환기 국산품의 현장설치시험

백종현^{1*}, 김용규¹
¹한국철도기술연구원

The Site Installation Test of Single-Phase MJ81 Switch Point Machine Localization

Baek Jong Hyen^{1*} and Kim Yong Kyu¹

¹Korea Railroad Research Institute

요약 본 논문에서는 단상 MJ81 전기선로전환기의 실용화를 위해 요구되는 현장설치시험을 수행한 결과를 기술하고 있다. 이러한 단상 MJ81 전기선로전환기는 경부고속철도 건설시에 프랑스 알스톰 및 코지프로부터 기술이전 받아 국산화한 3상 MJ81 전기선로전환기를 단상 220V를 사용하고 있는 국내 기존선에서도 선로 연변 전원설비의 변경 없이도 사용할 수 있도록 구동부의 성능 개선을 통해 공인인증시험을 통과한 제품이다. 한국철도기술연구원 및 삼성 SDS에서는 기존철도기술개발사업을 통해 기존선의 속도 및 안전성 향상을 위해 단상 MJ81 전기선로전환기를 국산화 하였으나 이의 실용화를 위해서는 연동장치와의 인터페이스 시험 뿐 아니라 실제 선로에서의 현장설치시험을 통해 성능을 입증하여야 한다. 본 논문에서는 이러한 시험을 진행한 과정과 함께 현장설치시험의 결과 분석을 통해 국산품인 단상 MJ81 전기선로전환기의 실용성을 입증하였으며, 입증된 결과를 바탕으로 2009년 2월 한국철도시설공단의 물량을 수주하여 현재 설치 중이다.

Abstract In this paper, we describe the performance results of the field installation test which is required to practicalize the single-phase MJ81 Switch Point Machine. This product has passed the certified test through performance improvement of driving parts in order to use 3 phase MJ81 Switch Point Machine, which is localized by taking over technology from Alstom and Cogifer when constructing Seoul-Busan rapid-transit railway, without change of the electrical equipment at track-side in domestic existing lines which single-phase 220V is used. KRRI and Samsung SDS have localized the single-phase MJ81 Switch Point Machine to improve the speed and safety of the conventional lines through the existing railway technology development project. For practicalization of this, we should, however, verify the performance through not only field installation test in real lines but also interface test with the interlocking. In this paper we verify the practicality of the domestic single-phase MJ81 Switch Point Machine through analysis on the performance result of the field installation test as well as the research contents for this test. Thereby, in Feb 2009 we have received an order from the Korea Rail Network Authority and are currently installing the single-phase MJ81 Switch Point Machine.

Key Words : Switch Point Machine, Single-Phase, MJ81, Driving Torque, Transition Force

1. 서론

분기기란 열차의 진로제어를 담당하고 있는 연동장치에서 주어지는 명령에 따라 열차가 통과할 운행 진로를 안전하게 구성할 수 있도록 선로방향을 좌, 우로 전환하

는 설비이며, 이러한 분기기를 전기적으로 전환시키는 장치를 전기선로전환기라 한다. 철도 고속화 분야 기술을 선도하는 프랑스에서는 대부분의 분기기에 MJ81 전기선로전환기를 사용하여 안전성과 신뢰성을 확보하고 있으며 기존선과 고속선 모두 동일한 유형의 전기선로전환기

본 논문은 국토해양부 “한국형 틸팅열차 신뢰성 평가 및 운용기술개발” 연구과제로 수행되었음.

*교신저자 : 백종현(jhbaek@krri.re.kr)

접수일 09년 08월 26일

수정일 09년 11월 30일

게재확정일 09년 12월 16일

를 사용함으로써 유지보수 인력 및 비용을 최소화하고 있다[1,2].

국내에서도 운행시간 단축과 수송용량 증대를 위해 경부고속철도를 건설하여 운영하고 있으며, 고속화된 철도의 안전성을 확보하고 정확성과 신속성으로 수송효율의 향상을 도모하기 위해 고속, 고밀도 운전을 위한 고속분기기와 신뢰성, 안전성, 유지보수성을 충분히 갖춘 전기선로전환기의 도입이 요구되었다.

이러한 필요성에 의해 경부고속철도에 사용되는 노스가동분기기는 KTX의 도입과 함께 삼표 E&C에 의해, 그리고 MJ81 전기선로전환기는 삼성SDS가 원천기술을 가진 프랑스의 Cogifer사와 Alstom사로부터 기술 이전을 받아 국산화하였다[1-4].

그러나 기존선의 경우에는 1960년대에 국철에 도입된 NS형 전기선로전환기를 사용함으로써 열차 속도의 고속화 및 안전성에 대한 신뢰성을 보장할 수 없으며, 잦은 유지보수 주기와 증량이 많이 나가 유지보수가 힘들다는 단점이 있다. 또한 전환시간이 길어 고속분기기에는 적용하기 어렵다. 국내 철도의 유지보수를 담당하고 있는 한국철도공사에서는 열차운행 횟수가 많아지면서 전기선로전환기의 유지보수를 위한 작업시간 확보도 어려울 뿐 아니라, 인력형편상 필수적인 열차감시원 배치에도 어려움을 겪고 있다. 따라서 기존선 속도 향상과 고속화에 따른 안전에 입각하여 소형, 경량이면서 신뢰성이 높은 전기선로전환기의 도입이 새롭게 요구되는 실정이다[1-4].

2. 국내 기존선의 전기선로전환기

국내에서 현재 사용되는 전기선로전환기는 기존선 구간의 AC 105/220V NS형과 NS형의 마찰 클러치 부분을 무보수 타입의 전자화로 개량한 NS-AM형, 그리고 고속선에서 사용하는 MJ81형이 있다. NS 유형은 마찰클러치를 사용하기 때문에 연간 2회에 걸쳐 클러치 조정 작업을 시행하여야 할 뿐만 아니라, 기온차가 심한 경우에는 장애 발생 정도에 따라 유지보수가 어렵기 때문에 열차 안전 운행에 많은 지장을 초래한다. 반면 고속선 및 기존선/고속선 연결부에서 사용하는 MJ81형은 장애 발생 빈도가 낮으며 낮은 소비 전력에도 불구하고 전환력이 우수한 장점을 갖는다[1,2].

기존선 전철화 및 선로 개량, 그리고 차상신호시스템 및 톨팅열차의 도입에 의해 열차 속도가 향상되고 필요시 일부 구간에서의 양 방향 운행을 실행할 경우 관련 분기기의 분기 속도는 매우 중요한 변수로 작용한다. 즉 기존 분기기의 분기 속도가 매우 제한적인데 비해 현재 고

속선에서 사용하는 고변 분기기의 경우에는 분기 속도 제한을 거의 받지 않으며 관련 설비의 유지보수 또한 년 2회로 주어진에 따라 향후 유지보수 관련 인력의 운용에도 효율적이다[1,5,6].

전기선로전환기는 장애발생빈도가 적고, 밀착 및 쇄정 검지 기능을 보유하고, 전환력 및 밀착력이 우수하고, 주요 부품이 모듈화되어 보수작업이 용이하며, 최소의 설치 공간을 필요로 하는 무보수형 전기선로전환기를 설치하는 것이 최적일 것이다. 따라서 차상신호시스템이 1단계로 도입되는 구간인 경부선, 호남선의 경우에도 속도 향상 및 고밀도 열차 운행이라는 전제 하에 안전성의 증가 및 밀착, 쇄정 동작의 신뢰성 향상을 위해 MJ81 전기선로전환기의 도입 여부를 검토한 결과 클러치 조정이 필요 없으며, 첨단 불밀착시 검지가 가능하고, 고변화 분기에 적용가능하며 안전, 밀착, 쇄정 및 유지보수 면에서 효율적이라는 것을 알 수 있었다. 다만 현재 기존선에서 사용하는 전압원이 단상 220V이기 때문에 MJ81 전기선로전환기 역시 단상 220V 전원에 적합하도록 개량하여야 한다는 문제점이 있다.

3. 단상 MJ81 전기선로전환기 국산화

MJ81형 전기선로전환기는 보통의 침목에 설치 가능하고 소형, 경량으로 유지보수가 간편하며, 전환력이 크고 전환시간이 짧아 국내의 모든 선로에 적용할 수 있으나, 국내 기존 선로에 공급되는 전원은 단상 220V로서 전원공급을 위해 전원설비의 교체 및 케이블 교체 작업이 요구된다. 따라서 기존의 NS형 전기선로전환기를 대체하는 새로운 전기선로전환기는 220V 단상용으로 국산화할 필요성이 있었다. 이러한 필요성에 의해 한국철도기술연구원 및 삼성 SDS에서는 기존철도기술개발사업을 통해 MJ81형 전기선로전환기에 사용 가능한 단상 220V 모터를 개발 완료한 후, 종합시험장치에 개발품을 장착하여 총 20만회에 달하는 내구성 시험을 수행하여 성공적으로 성능을 입증하였다. 이렇게 개발된 국산품과 국내외 다른 제품과의 비교를 자세하게 보여주고 있는 것이 다음의 표 1이며, 이와 관련된 자세한 내용에 대해서는 한국산학기술학회논문지 제10권 제3호에 게재된 “단상 MJ81 전기선로전환기 국산화를 위한 구동부 성능 개선” 논문에서 제시하였다[3,4].

[표 1] 국내의 전기선로전환기 기술 비교

정량적 평가항목	국산 단상 220V용 MJ81 전기선로 전환기	국산 NS형 및 NS-AM형 전기선로 전환기	프랑스 코지프 MJ81 전기선로 전환기
사용 전력원	AC220 단상	AC105/220 단상	AC220 단상 AC380 삼상
동작 전류	4A	8.5A	220V=4A 380V=1.5A
전환력	200~400kg	300kg(NS) 400kg(NS-AM)	200~400kg
전환 시간	4s	6s	5s
구동 방식	모터직접제어	콘덴서기동형 4극	모터직접제어
클러치	마찰	전자	마찰
동정	110~260mm	동작간:185mm 쇄정간 :130~185mm	110~260mm
밀착/쇄정 검지 기능	유	무	유
분기기	F8-F65	F8-F15	F18.5-F65
중량	91kg	350kg	91kg

4. 현장설치시험

개발된 단상 MJ81 전기선로전환기를 실용화하기 위해서는 앞에서 실시하였던 성능시험 및 내구성시험 이외에 실제 현장에 설치하여 동작상태 및 기능을 확인하여야 한다.

한편 삼표 E&C에서는 국산화 개발한 노스가동분기기의 기존선 실용화를 위해 2005년부터 경부선 황간역 22번 분기기에 노스가동분기기를 설치하여 현장시험 중이며, 이러한 노스가동분기기의 전환을 위해 프랑스 코지프의 단상 MJ81 전기선로전환기를 도입하여 설치하였다.

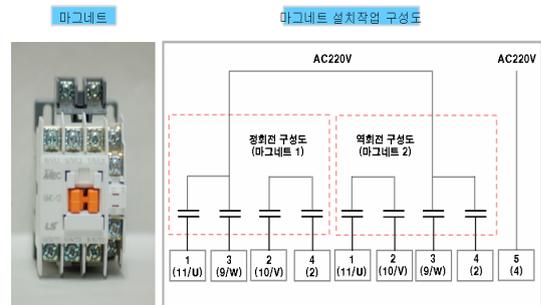
분기기와 선로전환기는 연동되어 동작하는 장치들로서 개발된 단상 MJ81 전기선로전환기의 현장설치시험을 위해서는 삼표 E&C의 경우와 같이 노스가동분기기를 같이 설치하여 시험하여야 한다. 따라서 국내에서는 유일하게 경부선 황간역 22번 분기기가 노스가동분기기로 설치되어 시험 중이기 때문에 여기에 설치된 프랑스 코지프의 단상 MJ81 전기선로전환기를 대체하여 현장설치시험을 진행하기로 한국철도공사와 협약을 체결하였다.

현장설치시험을 진행하기 위하여 2008년 7월 31일과 9월 2일 두 차례 경부선 황간역에 대한 현장실사를 진행하였으며, 그 결과가 다음의 표 2와 같다.

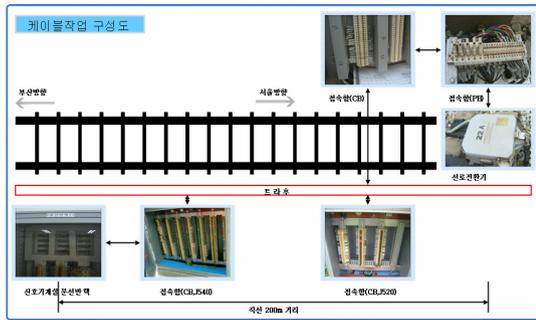
[표 2] 황간역 현장실사 결과

케이블 규격	회선 내역	CB(접속함)	PB (접속 함)	PM(선로전환)	회선 내역
		RA-RC		PM(11핀)	
CVVS 2mm ² * 12C	표시 회로 (R)출력 /반위	10 (P22a RKR+)	1(B+)	1(+)	표시 회로 (R)출력 /반위
		9 (P22a RKR-)	3(B-)	3(-)	
	표시 회로 (N)출력 /정위	8 (P22a NKR-)	5(A+)	5(+)	표시 회로 (N)출력 /정위
		7 (P22a NKR+)	7(A-)	7(-)	
	표시 전원 24V 입력	6(P22a c24)	13	8(-)	표시 전원 24V 입력
	5(P22a b24)	12	6(+)		
CVVS 5.5mm ² *4C	220V	4(P22a R/적색)	11	11(U)_Comm on	220V
		3(P22a S/녹색)	10	10(V)	
		2(P22a T/청색)	9	9(W)	
		1	-	10(V) - 2	
		-	-	9(W) - 4	

위의 표 2와 같이 현재 황간역에 설치되어 있는 코지프의 단상 MJ81 전기선로전환기는 모터 결선 3개로 분기기 제어기로 연결되나 국산화 개발된 단상 MJ81 전기선로전환기의 모터 결선은 4개로 분기기 제어기와 연결 결선이 맞지 않음을 확인할 수 있었다. 따라서 이를 위해 단상 MJ81 전기선로전환기에 아래의 그림 1과 같이 마그네트 2개를 설치하여 인터페이스하며, 그림 2와 같이 연동장치/분선반 랙에서 접속함(PB)까지 결선 2개를 증설하기로 하였다.



[그림 1] 마그네트 설치작업 구성도



[그림 2] 케이블 작업 구성도

4.1 연동장치와 사전인터페이스 시험

경부선 황간역에서 현장설치시험을 하기 위해 앞서 금년 2월 9일 황간역 현장과 동일조건으로 황간역에 설치되어 있는 연동장치의 제작사인 혁신전공 공장에서 황간역에 설치되어 있는 것과 동일한 연동장치와 사전인터페이스 시험을 하여 현장설치시험을 진행하는데 문제가 없음을 검증하였다.

사전인터페이스 시험 결과 정위 및 반위의 표시회로 출력은 정상적으로 표출되었으며, 표시전원 24V 입력 육안 확인도 정상적으로 확인되었다.

4.2 황간역 현장설치시험

사전인터페이스 시험의 결과 정상적으로 동작함을 확인하였기 때문에 금년 3월 10일 자정부터 익일 새벽 4시까지 경부선 황간역 구내 구간을 차단시키고 기존에 설치되어 있던 코지프의 전기선로전환기 결선을 풀어 국산 전기선로전환기에 연결시켜 현장설치시험을 시행하였다.

현장설치시험 결과 정위에서의 표시회로 출력은 220V로서 이상없이 동작함을 확인할 수 있었으나 반위에서의 표시회로 출력은 기존에 설치되어 있는 코지프 전기선로전환기와 국산 전기선로전환기의 회로도 구성이 상이하여 검증하지는 못하였다. 이러한 코지프의 전기선로전환기와 국산 전기선로전환기의 표시회로 출력을 비교한 것이 다음의 표 3이며 현장시험 진행과정은 다음의 그림 3에서 보여주고 있다.

[표 3] 표시회로 출력 비교

구분	표시회로	코지프	국산개발품
신호기계실	출력 (정위)	동작시 전압 220V	동작시 전압 220V
	출력 (반위)	동작시 전압 220V	동작시 전압 220V
접속함 (CB,PB)	출력 (정위)	동작시 전압 220V	동작시 전압 220V
	출력 (반위)	동작시 전압 380V	동작시 전압 220V



[그림 3] 현장설치시험 진행사진

4.2 황간역 현장설치시험 결과

[표 4] 현장설치시험 결과

구분	코지프	국산개발품	비고
마그네트	2개 사용	2개 사용	Cogifer 제품은 마그네트를 사용하지 않는 것으로 알고 있었으나 기계실 현장 점검 결과 2개의 마그네트 사용을 확인하였음.
콘덴서	1개 사용	2개 사용	Cogifer 제품은 정반위 회전을 위해 콘덴서를 1개 사용하고 있으며, 공동개발품은 같은 용도로 1개의 콘덴서를 사용하고, 모터의 기동토크 성능 향상을 위해 기동콘덴서와 Voltage Relay를 추가하여 총 2개의 콘덴서를 사용하고 있음.
동작 전압	정위 : 220V 반위 : 380V	정위 : 220V 반위 : 220V	고속선의 경우 정위, 반위 모두 동일한 380V 전압을 사용하고 있음.

결론 : 국산품은 코지프에서 사용하는 것과 동일한 수의 마그네트(2개)를 사용하기 때문에 외관상의 상이점이 없으며, 고속선과 같이 정위, 반위가 동일전압으로 동작한다.

앞에서도 제시하였지만 반위에서의 표시회로 출력이 코지프의 경우에는 380V가 나오고 국산품의 경우에는

정위에서와 같은 220V가 나오는 것을 알 수 있었다. 이러한 차이점을 보다 상세히 파악하기 위하여 황간역 연동장치부터 전기선로전환기까지 면밀히 점검해본 결과 코지프의 전기선로전환기 또한 국산품 전기선로전환기와 비슷하게 연동장치와 인터페이스되는 기계실에 마그네트 2개를 설치하여 운용중인 것을 확인할 수 있었다. 그러나 코지프 전기선로전환기의 경우 정위에서는 220V, 반위에서는 380V를 사용하는 특별한 사유를 찾지 못하였다. 다만 현재 경부고속철도에 사용되는 3상 MJ81 전기선로전환기의 경우 정위 및 반위 모두 380V가 표시됨에 비추어 볼 때 기본적으로는 정위시나 반위시에 동일한 전압이 표시되어야 한다고 판단된다. 이러한 결과를 정리한 것이 앞에서 보여준 표 4의 현장설치시험 결과이다.

5. 결론

본 논문에서는 경부고속철도에 사용되고 있는 3상 MJ81 전기선로전환기를 선로 연변에 단상 220V를 사용하고 있는 기존선에서도 사용할 수 있도록 MJ81 전기선로전환기용 단상모터를 개발하고 이를 이용하여 최종적으로 단상 MJ81 전기선로전환기를 국산화 개발한 이후 실용화를 위해 경부선 황간역에서 현장설치시험한 내용에 대해 제시하였다. 현재 국내 기존선에 사용되고 있는 NS 또는 NS-AM형 전기선로전환기를 MJ81 전기선로전환기로 대체한다면 기존 NS 또는 NS-AM형에 비해 유지보수에 필요한 작업시간과 인력을 최소 절반이상 줄임으로써 유지보수 비용의 50% 이상 절감 등, 유지보수성을 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 MJ81 전기선로전환기의 사용에 따라 기존 분기부의 제한속도에 더 이상 영향을 받지 않아도 되기 때문에 열차운행 효율과 철도수송능력을 향상시킬 수 있을 것이다.

개발된 단상 MJ81 전기선로전환기의 실용화를 위하여 경부선 황간역 구내 22a 분기기에 설치되어 있는 프랑스 코지프의 단상 MJ81 전기선로전환기를 국산화 개발된 전기선로전환기로 교체하여 시험함으로써, 실용화를 위한 신뢰성 및 안전성을 입증할 수 있었다. 특히, 한국철도시설공단에서 마산-삼랑진 구간 및 여수-순천 구간에 설치하기 위하여 2009년 2월에 발주한 단상 MJ81 전기선로전환기 100대를 삼성 SDS에서 수주하여 2009년 7월 납품하였고, 향후에도 지속적으로 개량이 이루어지기 때문에 앞으로는 기존선, 고속선에 관계없이 국산화된 단일기종의 전기선로전환기가 사용될 수 있을 것으로 예상된다. 이는 전기선로전환기는 물론 분기기에 있어서도 유럽의 철도 선진국과 같이 기존선과 고속선의 운영 및 유지

보수의 단일화가 구현될 수 있으며, 운영 및 유지보수 비용 절감과 관련 기술 축적의 구체적이며 체계적인 기회로 작용할 수 있음을 의미한다. 또한 기존선 고속화를 위한 선로 개량 및 텀팅열차 등의 투입에 따른 고속화에 맞춰 향후 국내 기존선에만 3,000여대의 단상 MJ81 전기선로전환기가 필요할 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 김용규, “MJ81 전기선로전환기” 한국철도기술연구원 한국철도기술 33호, 2002.
- [2] 신승권, 한성호, “기존선 고속화를 위한 고속신호시스템에 관한 연구” 한국철도기술연구원 한국철도기술 44호, 2003.
- [3] 백종현, 이창구, 설남오, “단상 MJ81 전기선로전환기 국산화를 위한 구동부 성능 개선” 한국산화기술학회 논문지 제10권 제3호. pp.535-541, 2009.
- [4] 김용규, 백종현, “기존선 속도향상을 위한 신호보안체계 최적구축방안 연구” 한국철도기술연구원 기존선 속도향상 실용기술개발 사업 5차년도 보고서. pp.429-485, 2005.
- [5] “철도신호용어편람” 철도청, 한국철도신호기술협회 용어편람. pp.210-211.
- [6] 백종현, 이창구, “기존선 속도 향상을 위한 발리스를 이용하는 열차간격제어 기술에 대한 연구” 한국산화기술학회논문지 제10권 제2호. pp.256-263, 2009.

백 종 현(Jong-Hyen Baek)

[정회원]



- 1995년 2월 : 전북대학교 제어계측공학과 학사
- 1997년 2월 : 광주과학기술원 메카트로닉스공학과 석사
- 2009년 8월 : 전북대학교 메카트로닉스공학과 박사
- 1997년 1월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 열차제어통신연구실 선임연구원

<관심분야>

현대제어, 지능형시스템, 시스템엔지니어링

김 용 규(Yongkyu Kim)

[정회원]



- 1987년 2월 : 단국대학교 전자공학 석사
- 1997년 7월 : Ph.D in Control Engineering from Institute National Polytechnique de Lorraine, France
- 1997년 12월 ~ 현재 : 한국철도기술연구원 열차제어통신연구실장

<관심분야>

자동제어, 지능형시스템, 제어계측