

단상 MJ81 전기선로전환기의 국산화 개발

백종현*, 김용규**, 신덕호***, 이강미****

한국철도기술연구원*, 한국철도기술연구원**, 한국철도기술연구원***, 한국철도기술연구원****

The Localized Development of Single Phase MJ81 Switch Point Machine

Jong-Hyen Baek*, Young-Kyu Kim**, Ducko Shin**, Kang-Mi Lee**

Korea Railroad Research Institute*, Korea Railroad Research Institute**,*****

Abstract - 본 논문에서는 단상 MJ81 전기선로전환기 국산화를 위한 구동부의 성능 개선 및 이의 시험에 대한 내용을 기술하고 있다. 한국철도기술연구원 및 삼성 SDS에서는 기존철도기술개발사업을 통해 기존선의 속도 및 안전성 향상을 위해 단상 모터 규격 및 신뢰성 등의 검토를 실시하였으며 국산화 개발의 타당성 검토 및 기능과 성능 규격을 제정하여 이에 따른 시험 절차를 체계화하였다. 또한 이와 병행하여 MJ81형 전기선로전환기에 사용 가능한 단상 220V 모터를 삼성SDS와 공동으로 개발 완료한 후, 종합시험장치에 개발품을 장착하여 총 20만회에 달하는 내구성 시험을 수행하여 성공적으로 성능을 입증하였다.

1. 서 론

국내 기존 철도 선로용량이 포화상태에 이르면서 속도향상을 통한 운행시간 단축과 수송용량 증대가 필요하게 되었다. 2004년에 개통된 경부고속철도는 이러한 운행시간 단축과 수송용량 증대를 위한 선구적인 역할을 담당하게 되었으며, 이를 계기로 타 교통수단과의 경쟁력 측면에서 우위를 확보하게 되었다. 이렇게 고속화된 철도의 안전성을 확보하고 정확성과 신속성으로 수송효율의 향상을 도모하기 위해서는 고속, 고밀도 운전을 위한 고속분기기와 신뢰성, 안전성, 유지보수성을 충분히 갖춘 전기선로전환기의 도입이 요구되었고 국내의 경우, 고속철도에 사용되는 노스가동분기기는 KTX의 도입과 함께 (주)삼표 강원에 의해, 그리고 관련 전기선로전환기(MJ81)는 (주)삼성SDS가 원천기술을 가진 프랑스의 Cogifer사와 Alstom사로부터 기술 이전을 받아 국산화하였으며, 이러한 과정에서 성능 개선은 물론, 주요부품의 호환성도 확보하였다. 그러나 기존선에서는 열차운행속도가 고속화되는 추세에도 불구하고, 1960년대에 도입된 NS형 전기선로전환기를 사용함으로써 열차 속도의 고속화 및 안전성에 대한 신뢰성을 보장할 수 없으며, 잦은 유지보수 주기와 중량이 많이 나가 유지보수가 힘들다는 단점이 있다. 또한 전환시간이 길어 고속분기기에겐 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 속도향상과 고속화에 따른 안전에 입각하여 소형, 경량이며 신뢰성이 높은 전기선로전환기의 도입이 새롭게 요구되는 실정이다.

2. 기존 전기선로전환기 기술

전기선로전환기는 표 1과 같이 NS, NS-AM, MJ81, 침목형 등으로 분류할 수 있으며, 표 2에서는 이들의 장단점에 대해 설명하였다.

〈표 1〉 유형별 전기선로전환기 특성

구분	한국	일본	프랑스	스웨덴
형식	NS	NS-AM	MJ81	침목형
사용전력	AC105/220 단상	AC105/220 단상	AC220/380 삼상	AC220단상, AC220/380 삼상
동작전류	8.5A	8.5A	220V=4A 380V=1.5A	2.5A
전환력	300KG	400KG	200-400KG	200-1000KG
전환시간	6	6	5	4.4-5.5
구동방식	콘덴서 기동형 4극	콘덴서 기동형 4극	모터 직접 제어	비동기형
클러치	마찰	전자	마찰	전자
동정	동작간:185 쇄정간:130-185	동작간:185 쇄정간:130-185	110-260	60-160
밀착/쇄정 검지기능	무	무	유	유
분기기	F8-F15	F8-F15	F18.5-F65	-
중량	350kg	350kg	91kg	400kg

일반적으로 MJ81과 침목형은 간류의 수가 적어 기계 작업 및 유지보수가 용이하나 NS형은 년 2회 이상 클러치 조절을 실행해야 한다는 단점이 있다. 사용전원 및 전환시간의 경우, NS형은 단상용으로 계전기실에서 공급되는 신호용 전원을 그대로 사용함에 따라 별도설비가 필요 없지만 전환시간이 길며 단상에 의한 소비전류 증가 및 원격제어에 따른 전압강하, 기수 고조파에 의한 신호시스템 영향 등을 충분히 고려해야 한다. MJ81형, 침목형 등은 3상 전원을 사용함에 따라 전원 관련 추가 설비가 요구되지만 전환 시간이 짧고 단상 전원으로 인해 발생하는 문제점이 대부분 제거된다. 또한 제어 및 표시 기능 면에서 NS형은 기존 연동장치의 변경 없이 사용 가능하지만 MJ81, 침목형 등은 제어 및 표시 방법이 기존 방식과 상이하기 때문에 연동장치의 제어 회로 및 설비가 일부 보완되어야 한다.

〈표 2〉 유형별 전기선로전환기의 장단점

종별	일반 특성	유지보수 특성
MJ81	- 고변화 분기기에 적합 - 보통 침목에 설치 가능	- 1중 작업에 유리 - 경량, 방수 구조로 설치 및 유지 보수 용이
침목형	- 전환력이 크고 전환 시간이 짧음 - 설치, 조정이 난해함	- 1중 작업에 유리 - 중량 및 구성기의 복잡성으로 인해 유지보수에 불리
NS형 NS-AM형	- 고속용은 구조변경 필요 - 간류 구조변경 필요 - 장대 침목 필요	- 년 2회 클러치 조절이 필요 - 간류가 많아 1중 작업에 불리 - 중량, 방수 문제 유발 - 설치 및 유지보수에 불리

3. 단상 MJ81 전기선로전환기 국산화 개발

3.1 개발사양

선로전환기는 교류전원을 공급받은 전기 모터에 의하여 동작하며, 궤도 콘크리트 도상이나 스위치 블레이드를 지탱하는 침목위에 설치한다. 또한 이동 가능한 최대의 위치로 이동하여 밀착을 방해하지 않는 스위치 블레이드를 동작 시키는 구조로 되어야 한다. 수동동작은 수동제어 방식에 의하여 가능하여야 하며, 사용 가능한 전압은 단상 AC 220V이다. 선로전환기는 휴한·혹서의 기후에서도 사용될 수 있어야 한다.

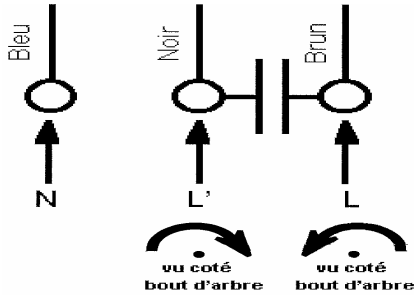
- 치 수 : 가로 = 700mm, 세로 = 476mm, 높이는 = 215mm
- 무게 : 91kg (lever포함)
- 절연 강도 : 2000V 60Hz
- 전환 거리 : 최소 110mm
- 정격 부하 : 200kg(최대 이동 거리 260mm)
- 최대 부하 : 360kg(최대 이동 거리 260mm)
- 공급 전류 : 단상 AC
- △ 결선 전기 모터 : 220V

3.2 개발일정

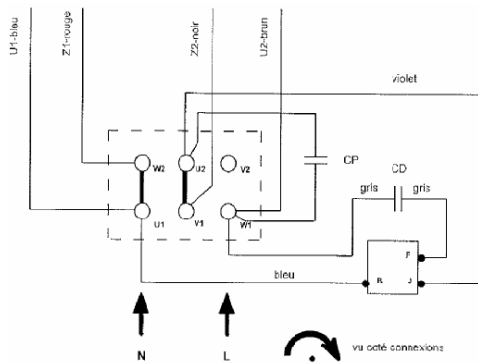
- 2002년 : 기존제품 분석 및 단상 모터 개발업체 선정
- 2003년 : 1차 시제품 개발, 성능 불합격
- 2004년 : 2차 시제품 개발, 성능 불합격
- 2005년 : 3차 시제품 개발, 성능 불합격
- 2006년 : 4차 시제품 개발, 성능 합격에 따른 기존 MJ81 구조변경 및 시험장비 개선
- 2007년 : 내구성 시험완료 및 한국철도기술연구원의 성능인증 획득
- 2009년 : 연동장치와 사전인터페이스 시험 및 현장 기능 확인시험

3.3 개발품의 성능

프랑스 Cogifer사의 단상 MJ81 전기선로전환기는 그림 1과 같이 분기기의 정/반위를 위해 사용되는 콘덴서를 채용하여 단상 3선식이며, 개발된 단상 MJ81 전기선로전환기는 그림 2와 같이 정/반위를 위한 콘덴서 외에 기동콘덴서를 전압 릴레이와 함께 사용함으로써 기동 토크의 최대화를 이루는 단상 4선식으로 구성하였다.



〈그림 1〉 Cogifer용 단상 3선식



〈그림 2〉 개발품의 단상 4선식

프랑스 Cogifer사에서 사용하고 있는 모터와 본 논문에서 개발된 모터와의 특성을 비교한 결과를 표 3에서 보여주고 있으며, 개발품이 기존 프랑스 Cogifer사에서 사용하고 있는 모터보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

〈표 3〉 개발품의 우수성

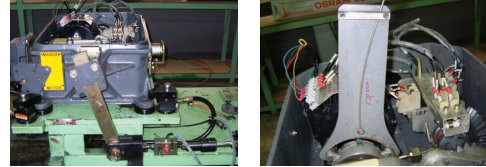
구분	Cogifer 모터	개발된 모터	비고
전원케이블	단상3선	단상4선	개발품은 모터를 성능을 위해 4선식을 채용함으로써 기존 수준의 기동토크 성능 적용
콘덴서	Permanent Capacitor 사용 기동콘덴서미사용	Permanent Capacitor 사용 기동콘덴서를 Voltage Relay와 함께 사용함으로써 기동 토크 최대화	
기동토크	1.70 N.m	7.19 N.m	
최대토크	3.89 N.m	4.08 N.m	
결론 : 개발된 모터가 프랑스 Cogifer 모터보다 성능이 우수함			

4. 단상 MJ81 전기선로전환기 성능시험

개발품의 성능 인증을 위해 철도용품의 공식 품질인증기관인 한국철도기술연구원의 인증시험을 통과하였다.



〈그림 3〉 개발품의 성능시험 장면



〈그림 4〉 개발품의 성능시험 전후 토크 측정 장면



〈그림 5〉 단상 MJ81 전기선로전환기 인증시험 성적서

5. 결 론

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 내용에 대해 설명하였다. 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 Cogifer의 단상 MJ81 전기선로전환기를 국산품으로 교체하여 시험하기로 Korail과 협약을 체결하였으며, 현장 설치시험을 통해 전자연동장치와의 인터페이스 시험을 비롯한 다양한 시험과 시운전을 통해 실용화를 위한 신뢰성 및 안전성을 입증할 수 있을 것으로 예상된다. 특히, 한국철도시설공단에서 전라선 남부 구간에 설치하기 위하여 2009년 2월에 발주한 단상 MJ81 전기선로전환기 100대를 본 논문에서 설명된 국산품으로 삼성 SDS에서 수주하였기 때문에, 향후 기존선, 고속선에 관계없이 국산화된 단일 기종의 전기선로전환기가 사용될 수 있을 것으로 예상된다. 이는 전기선로전환기는 물론 분기기에 있어서도 유럽의 철도 선진국과 같이 기존선과 고속선의 운영 및 유지보수의 단일화가 구현될 수 있으며, 운영 및 유지보수 비용 절감과 관련 기술 축적의 구체적이며 체계적인 기회로 작용할 수 있음을 의미한다[1]. 또한 기존선 고속화를 위한 선로 개량 및 틸팅열차 등의 투입에 따른 고속화에 맞춰 향후 국내 기존선에만 3,000여대의 단상 MJ81 전기선로전환기가 필요할 것으로 예상된다.

〈감사의 글〉

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