한국산학기술학회논문지
Vol. 10, No. 3, pp. 535-541, 2009

단상 MJ81 전기선로전환기 국산화를 위한 구동부 성능 개선

백종현[1*], 이창구[2], 설남오[3]
[1]한국철도기술연구원, [2]전북대학교 전기전자컴퓨터공학부, [3]서남대학교 전기전자통학과

The Driving Part Performance Improvement for Single-Phase MJ81 Switch Point Machine Localization

Jong-Hyen Baek[1*], Changgoo Lee[2] and Nam-O Seul[3]
[1]**Korea Railroad Research Institute**
[2]**Division of Electric-Electronic-Computer, Chonbuk National University**
[3]**Division of Electric & Electronic, Seonam University**

요 약 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.

Abstract In this paper, we present the improvement on the performance of driving part for single-phase MJ81 switch point machine which has been developed for localization. The single-phase motor's specification and reliability for speed and safety improvement of conventional line was investigated in "Development project for Speed-up on Conventional Line". We systemized the test procedure for single-phase motor by investigating the feasibility for localization and the specification of function and performance. Also, we developed appropriate technology and proved the durability of the single-phase driving motor by executing synthesis test over 200,000 times.

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

1. 서론

분기기란 연동장치에서 주어지는 명령에 따라 열차가 통과할 운행 진로를 안전하게 구성할 수 있도록 선로의 방향을 좌, 우로 전환하는 설비이며, 이를 전기적으로 전환시키는 장치를 전기선로전환기라 한다. 철도의 고속화 분야에서 기술을 선도하는 프랑스에서는 대부분의 분기기에 MJ81 전기선로전환기를 사용하여 안전성과 신뢰성을 확보하고, 기존선과 고속선 모두 동일한 유형의 전기선로전환기를 사용함으로서 유지보수 인력 및 비용도 최소화하고 있다[3,4].

국내 기존 철도 선로용량이 포화상태에 이르면서 이의 해결을 위해 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

본 논문은 국토해양부 “한국형 틸팅열차 신뢰성 평가 및 운용기술개발” 연구과제로 수행되었음.
*교신저자: 백종현(jhbaek@krri.re.kr)
접수일 09년 01월 02일 수정일 (1차 09년 03월 13일, 2차 09년 03월 19일) 게재확정일 09년 03월 23일

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, 주요 부품의 호환성도 확보하였다[1,4].

그러나 기존선의 경우에는 열차 운행 속도가 고속화되는 추세에도 불구하고, 1960년대에 국철에 도입된 NS형 전기선로전환기를 사용함으로서 열차 속도의 고속화 및 안전성에 대한 신뢰성을 보장할 수 없으며, 잦은 유지보수 주기와 중량이 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[1,2,3].

2. 기존 전기선로전환기 기술

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

일반적으로 MJ81과 침목형은 간류의 수가 적어 기계작업 및 유지보수가 용이하나 NS형은 년 2회 이상 클러치 조정을 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 신호 시스템 영향 등을 충분히 고려해야 한다.

MJ81형, 침목형 등은 3상 전원을 사용함에 따라 전원 관련 추가 설비가 요구되지만 전환 시간이 짧고 단상 전원으로 인해 발생되는 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 1] 유형별 전기선로전환기 특성[1]

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

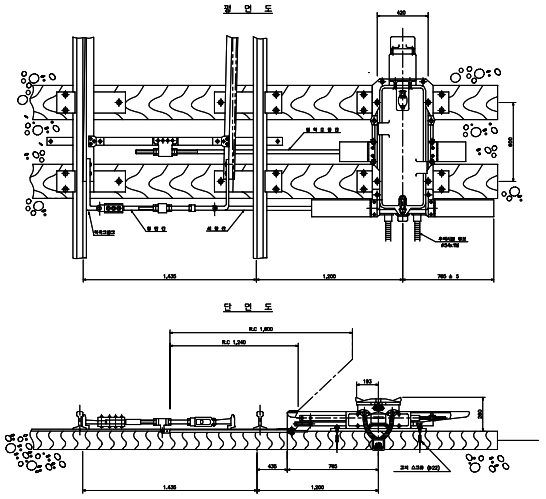
[표 2] 유형별 전기선로전환기 장단점[1]

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

2.1 NS형 전기선로전환기

NS형 전기선로전환기는 국내 기존선 구간에서 가장 많이 사용되고 있는 전기선로전환기로 콘덴서 기동 유도

전동기, 자기유지형 제어계전기, 감속치차, Fraction 클러치, 기계식 3위식 회로제어기, 전환쇄정장치 및 수동으로 전기선로전환기를 작동할 수 있는 수동전환장치로 구성된다. 기본레일에서 전기선로전환기 중심까지의 거리는 1,200mm로 다음의 그림 1과 같이 설치된다.



[그림 1] NS형 전기선로전환기 설치도[1]

2.2 NS-AM형 전기선로전환기

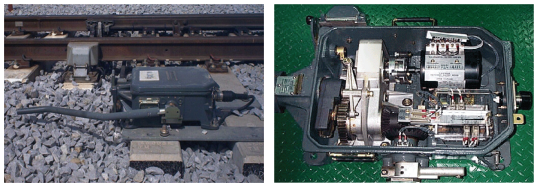
NS-AM형 전기선로전환기는 NS형의 문제점인 온도 변화에 민감한 Fraction 클러치를 마그네틱 클러치로 교체함으로서 신뢰도 향상은 물론 과부하 또는 전환시 장애가 발생하면 모터를 보호할 수 있도록 개량된 형태이다. 주요 구성 요소는 대부분 NS형과 비슷하며 일부 부품의 경우에는 유지보수의 효율성을 높이기 위해 개량된 형태를 가지고 있다. 이러한 선로전환기의 가장 큰 특징은 전동기의 출력을 전환기에 전달하는 과정에서 선로전환기 전환 종료시 기구에 과격한 충격을 주지 않도록 전동기 관성에너지를 흡수하고 분기부의 과부하 또는 장애발생시 전동기가 소손되는 것을 보호하기 위하여 전동기와 작은 우산형 기어 사이에 영구 자력을 이용한 비접촉 방식의 마그네틱 클러치를 설치하였다는 점이다.

2.3 MJ81 전기선로전환기

MJ81 전기선로전환기는 경부고속선 및 기존선/고속선 연결부에 설치된 전기선로전환기로 1981년에 개발되었다. 경부고속전철 건설과 관련하여 프랑스의 Eukorail로부터 기술 이전 받아 삼성 SDS에서 국산 MJ81을 2000년부터 제작하고 있다. MJ81의 기계부는 안전을 위해 모터 결함이 발생하거나 조정 시에 차상신호 시스템에 의해 열차를 정지시킬 수 있는 특수 쇄정 열쇠의 동작을 필요로 한다. 특수 쇄정 열쇠가 전기선로전환기 쇄정부에 삽입된 후에는 비상 수동 전환 손잡이에 의해 동작을 실행할 수 있는 수동/자동 전환 스위치를 수동 위치에 고정함으로서 이들 시스템을 조정할 수 있으며 첨단부 밀착 검지 및 쇄정기에서 고장이 발생할 지라도 텅 레일의 개방을 허용하지 않는 기계적인 쇄정 장치에 의해 전기선로전환기의 쇄정을 보완하도록 설계되어 있다. 전기부는 MJ81에 전력을 공급하는 전력원, 제어 및 검사를 목적으로 사용하는 내부 전환 스위치인 커넥터, 그리고 추운 계절에 MJ81의 동작을 원활히 하기 위해 사용하는 열 저항으로 주어진다. 열 저항은 반드시 설치할 필요는 없으나, 주로 습기가 많은 겨울에 MJ81 내부에 습기가 발생하는 것을 방지하기 위해 설치된다. 국내에서 제작된 MJ81은 경부고속전철과 관련하여 프랑스로부터 기술을 이전 받음으로서 동일한 특성을 가지며, 상세 사양은 표 3과, 설치 및 내부구조는 그림 2와 같다[1,4].

[표 3] MJ81 전기선로전환기 사양[1, 4]

	SNCF			국산 MJ81 시험값			
인가 부하(daN)	200			380			
결선 방법	△		Y	△			Y
사용 전압 (V)	220	200	380	220	210	200	380
평균 전류 (A)	3	2.6	1.35	2.9-1.5	3.0-1.4	2.9-1.3	1.2-0.9
전환 시간(s)	4.7	≤4.5	4.4	3.52	3.56	3.59	3.47
권선 허용 선로저항(Ω)	21	18	50	조절 가능			



(a) MJ81 설치 예 (b) MJ81 내부 구조

[그림 2] MJ81 전기선로전환기[1, 4]

2.4 국내에서 사용 중인 전기선로전환기

국내에서 현재 사용하는 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[1,4].

기존선 전철화 및 선로 개량, 그리고 차상신호시스템 및 틸팅열차의 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 고속선에서 사용하는 고번 분기기의 경우에는 분기 속도 제한을 거의 받지 않으며 관련 설비의 유지보수 또한 년 2회로 주어짐에 따라 향후 유지보수 관련 인력의 운용에도 효율적이다[3].

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, 고번화 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 개발

3.1 개발사양

3.1.1 일반사양

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 혹한·혹서의 기후에서도 사용될 수 있어야 한다[1].

3.1.2 기술사양

- 치　　수 : 가로 = 700mm, 세로 = 476mm, 높이 = 215mm
- 무　　게 : 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

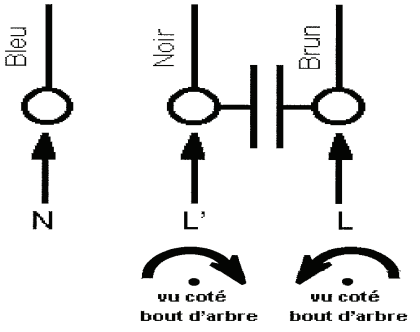
3.2 개발일정

- 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

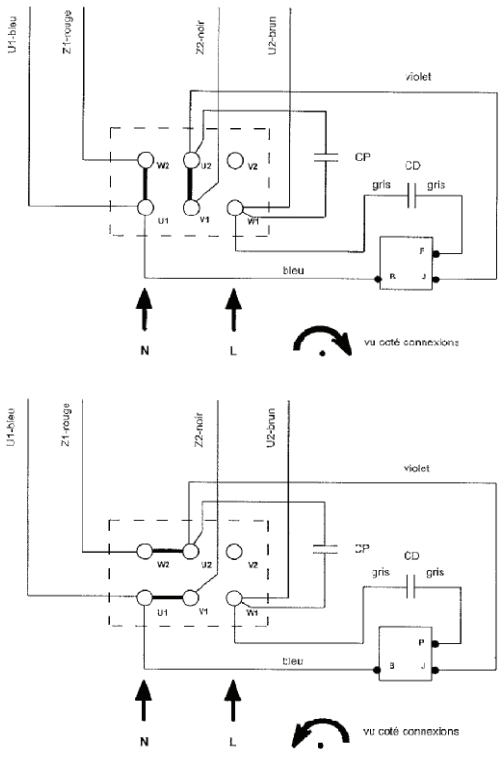
3.3 개발품의 성능

3.3.1 개선사항

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



[그림 3] Cogifer용 단상 3선식[1]



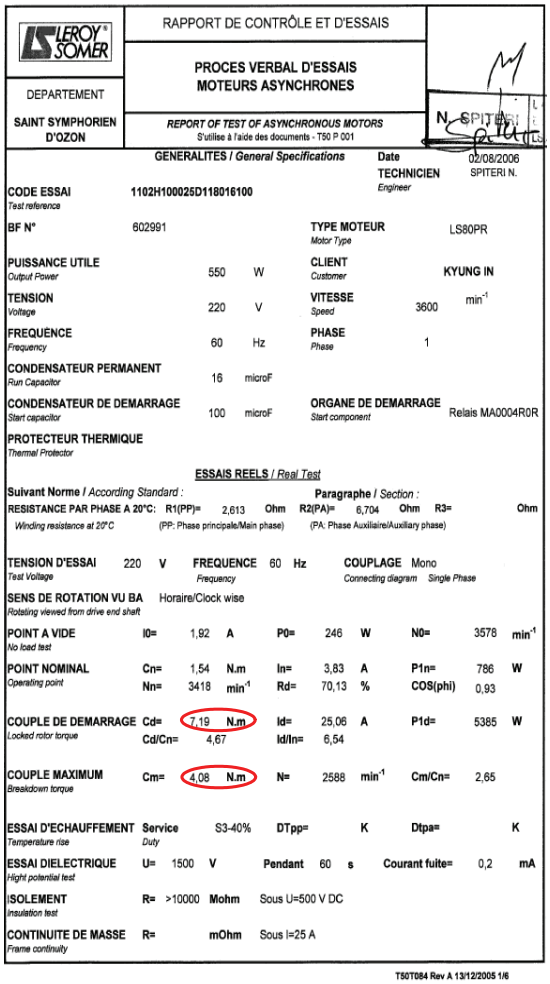
[그림 4] 개발품의 단상 4선식[1]

3.3.2 개발품의 우수성

프랑스 Cogifer사에서 사용하고 있는 모터와 본 논문에서 개발된 모터와의 특성을 비교한 결과를 표 4에서, 단상 4선식 모터의 시험성적서는 그림 5에서 보여주고 있으며, 개발품이 기존 프랑스 Cogifer사에서 사용하고 있는 모터보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

[표 4] 개발품의 우수성[1]

구분	Cogifer 모터	개발된 모터	비고
전원케이블	단상3선	단상4선	개발품은 모터 성능 향상을 위해 단상 4선식을 사용함으로써 3상 수준의 높은 기동토크 특성 적용
콘덴서	Permanent Capacitor 사용	Permanent Capacitor 사용	
	기동콘덴서 미사용	기동콘덴서를 Voltage Relay와 함께 사용함으로서 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			



LEROY SOMER

RAPPORT DE CONTRÔLE ET D'ESSAIS

PROCES VERBAL D'ESSAIS MOTEURS ASYNCHRONES

REPORT OF TEST OF ASYNCHRONOUS MOTORS

S'utilise à l'aide des documents - T50 P 001

DEPARTEMENT: SAINT SYMPHORIEN D'OZON

GENERALITES / General Specifications

Date: 02/08/2006

TECHNICIEN / Engineer: SPITERI N.

CODE ESSAI / Test reference: 1102H100025D118016100

BF N°: 602991

TYPE MOTEUR / Motor Type: LS80PR

PUISSANCE UTILE / Output Power: 550 W

CLIENT / Customer: KYUNG IN

TENSION / Voltage: 220 V

VITESSE / Speed: 3600 min-1

FREQUENCE / Frequency: 60 Hz

PHASE / Phase: 1

CONDENSATEUR PERMANENT / Run Capacitor: 16 microF

CONDENSATEUR DE DEMARRAGE / Start capacitor: 100 microF

ORGANE DE DEMARRAGE / Start component: Relais MA0004R0R

PROTECTEUR THERMIQUE / Thermal Protector

ESSAIS REELS / Real Test

Suivant Norme / According Standard :

Paragraphe / Section :

RESISTANCE PAR PHASE A 20°C / Winding resistance at 20°C: R1(PP)= 2,613 Ohm (PP: Phase principale/Main phase) R2(PA)= 6,704 Ohm (PA: Phase Auxiliaire/Auxiliary phase) R3= Ohm

TENSION D'ESSAI / Test Voltage: 220 V

FREQUENCE / Frequency: 60 Hz

COUPLAGE / Connecting diagram: Mono / Single Phase

SENS DE ROTATION VU BA / Rotating viewed from drive end shaft: Horaire/Clock wise

POINT A VIDE / No load test	I0=	1,92	A	P0=	246	W	N0=	3576 min-1
POINT NOMINAL / Operating point	Cn=	1,54	N.m	In=	3,83	A	P1n=	786 W
	Nn=	3418	min-1	Rd=	70,13	%	COS(phi)	0,93
COUPLE DE DEMARRAGE / Locked rotor torque	Cd=	7,19	N.m	Id=	25,06	A	P1d=	5385 W
	Cd/Cn=	4,67		Id/In=	6,54			
COUPLE MAXIMUM / Breakdown torque	Cm=	4,08	N.m	N=	2588	min-1	Cm/Cn=	2,65

ESSAI D'ECHAUFFEMENT / Temperature rise: Service / Duty S3-40% DTpp= K Dtpa= K

ESSAI DIELECTRIQUE / Hight potential test: U= 1500 V Pendant 60 s Courant fuite= 0,2 mA

ISOLEMENT / Insulation test: R= >10000 Mohm Sous U=500 V DC

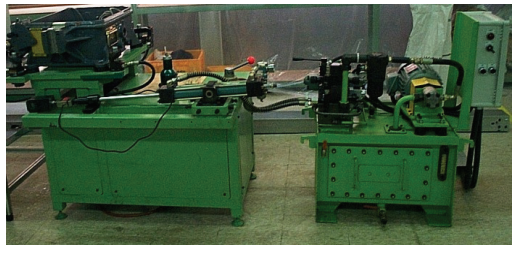
CONTINUITE DE MASSE / Frame continuity: R= mOhm Sous I=25 A

T50T084 Rev A 13/12/2005 1/6

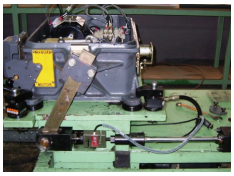
[그림 5] 단상 4선식 모터의 시험성적서

4. 단상 전기선로전환기 시험

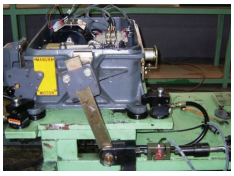
4.1 시험장비를 이용한 자체 성능시험



[그림 6] 시험장비에 전기선로전환기 설치[1]



[그림 7] 개발품의 성능시험 장면[1]



[그림 8] 개발품의 성능시험 전후 토크 측정 장면[1]

4.2 공인인증시험

개발품의 성능 인증을 위해 철도용품의 공식 품질인증 기관인 한국철도기술연구원의 인증시험을 통과하였다.

가) 1차 성능시험 : 내구성 시험 전 현재의 성능 상태를 알기 위하여 성능시험을 실시한다.

나) 무부하시험 : 정격의 1.1배 전압을 가하여 무부하 상태에서 선로전환기를 2,000회 (매분 5-6회 비율) 이상 연속 전환시켜도 각부에 이상이 없어야 한다.

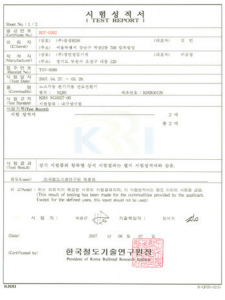
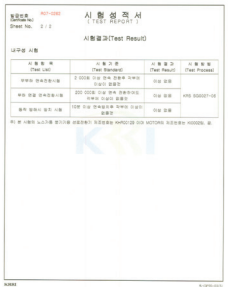
다) 2차 성능시험 : 무부하시험의 조건에서 성능시험을 실시한다.

라) 부하시험 : 정격전압에 400㎏f ± 10%(단상 360㎏f ± 10%)의 부하를 걸어 선로전환기를 200,000회 (매분5-6회 비율)이상 연속 전환하여도 각부에 이상이 없어야 한다.

마) 3차 성능시험 : 부하시험의 조건에서 성능시험을 실시한다.

바) 동작방해시험 : 정격에 있어서 동작간의 동작을 방해한 상태로 10분 이상 연속 방치하여도 각부에 이상이 없어야 한다.

사) 4차 성능시험 : 동작방해시험의 조건에서 성능시험을 실시한다.

[그림 9] 단상 MJ81 전기선로전환기 인증시험 성적서

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 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[1].

개발된 단상 MJ81 전기선로전환기를 실용화를 위하여 경부선 황간역 구내 22a 분기기에 설치되어 있는 프랑스 Cogifer의 단상 MJ81 전기선로전환기를 국산화 개발된 전기선로전환기로 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.

참고문헌

[1] 김용규, 백종현, “기존선 속도향상을 위한 신호보안체계 최적구축방안 연구” 한국철도기술연구원 기존선 속도향상 실용기술개발 사업 5차년도 보고서. pp.429-485. 2005.

[2] “철도신호용어편람” 철도청, 한국철도신호기술협회 용어편람. pp.210-211.
[3] 신승권, 한성호, “기존선 고속화를 위한 고속신호시스템에 관한 연구” 한국철도기술연구원 한국철도기술 44호. 2003.
[4] 김용규, “MJ81 전기선로전환기” 한국철도기술연구원 한국철도기술 33호. 2002.

백 종 현(Jong-Hyen Baek) **[정회원]**

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

<관심분야>
현대제어, 지능형시스템, 시스템엔지니어링

이 창 구(Changgoo Lee) **[정회원]**

- 1981년 2월 : 전북대학교 전기공학과 학사.
- 1983년 1월 ~ 1991년 12월: 한국전자통신연구원 선임연구원.
- 1991년 2월 : 전북대학교 전기공학과 박사
- 1992년 2월 ~ 현재 : 전북대학교 대학원 전자정보공학부 교수

<관심분야>
현대제어, 퍼지제어, 지능형시스템

설 남 오(Nam-O Seul) **[정회원]**

- 1991년 2월 : 전북대학교 일반대학원 전기공학과 (공학석사)
- 1998년 2월 : 전북대학교 일반대학원 전기공학과 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 서남대학교 산학협력단 단장
- 1997년 3월 ~ 현재 : 서남대학교 전기전자동학과 교수

<관심분야>
제어계측, 원격제어