

NS 선로전환기 배선세트 개선에 관한 연구 A Study on improvement of NS Points-wiring set

박건원*, 송중호**†, 김동주*

Gunwon Park*, Joongho Song**†, Dongju kim*

Abstract NS points is a critical equipment being used in the worldwide railway signal field from 1960's to until now. (above-ground and tunnels). Wiring sets that make up the electrical circuit of this points diverter should be maintained in the best interface condition in accordance with the interlocking device's latest electronization and modernization. But the structural defect of the connection and difficulty of maintenance in internal devices(wiring harness, the circuit controller and a control relay connected part) of NS points make caused failure that can not be normal behavior often occurs.

Maintenance time due to the above disorders was soon raised the need for improvements to interfere with normal traffic.

Keywords : NS points, Wiring set, Control Relay

초 록 NS 선로전환기는 1960년대부터 현재까지 국내·외 철도현장(지상부 및 터널)에서 사용 중인 철도신호의 주요장치이다. 이러한 선로전환기의 전기적인 회로를 구성하고 있는 배선세트는 최근 전자·첨단화 되고 있는 연동장치의 기술발전과 함께 최적의 인터페이스 상태를 유지 하여야 한다. 하지만 기존 NS 계열의 선로전환기 내부장치(배선세트, 회로제어기 및 제어계전기 접속부분)는 접속부의 구조적 결함과 유지보수가 곤란하여 선로전환기를 정상 동작시킬 수 없는 장애가 종종 발생한다.

위와 같은 장애로 인한 고장조치 시간은 곧 정상적인 열차소통에 지장을 줌으로 이에 대한 개선의 필요성이 제기되었다.

주요어 : NS 선로전환기, 배선세트, 제어 계전기

1. 서 론

NS 선로전환기는 실외에 설치되는 장치로서 온도, 진동, 결로의 영향을 받을 수 있는 등 환경이 취약한 곳에 위치하여 선로전환기 내부회로의 접점이 부식되거나 진동에 의해 전기적, 기계적인 오 동작을 유발할 수 있는 취약점을 가지고 있으며, 선로전환기 불일치가 발생하면 열차제어정보(Telegram, 속도코드 등) 즉, 목표거리 정보는 해당 선로전환기가 위치한 분기부를 통과할 수 없게 제한되며, 이때 기관사는 신호원의 수신호를 통해 25km/h 이하로 ATP 방호가 되지 않는 수동운전(Yard Mode)을 하므로 정시운행에 막대한 지장을 초래하고 그 결과로 열차를 이용하는 승객에게 불편을 줄 뿐만 아니라 위험요인(Hazard)에 노출 될 수 밖에 없다.

본 연구에서는 철도의 정시운행 및 안전확보 요구조건을 충족시키기 위하여 NS 선로전환기 배선세트 개선에 대하여 제안하였으며 유지보수자의 업무효율 향상과 고장예방으로 안전하고 원활한 열차운행에 목적을 두고 연구를 수행하였다.

**† 교신저자: 서울과학기술대학교 전기정보공학과(joongho@seoultech.ac.kr)

* 서울메트로 기술본부 신호사업소

2. 본 론

2.1 연구개발의 이론적 배경

선로전환기는 열차의 진로를 바꾸기 위하여 하나의 선로에서 두 개 이상으로 분리되거나 합쳐지는 지점에 설치된 분기기의 방향을 전환하는 기기로서 철도시스템 중에서 열차 운행상 가장 위험한 개소로 관리되고 있다. 우리나라의 전기선로전환기는 1960년대 말 일본에서 도입되어 현재까지 40년이 넘도록 사용하고 있으며 고속철도 구간에는 MJ81형 선로전환기와 유압으로 작동되는 하이드로스타 선로전환기가 도입되었으며 일반선의 선로전환기도 새로운 형태로 개발이 진행되고 있으나 국내 NS 계열 선로전환기는 2014년 기준 10,482대(92%)로 절대적인 점유율을 보이고 있다.

2.1.1 연동장치와 NS 전기 선로전환기 인터페이스

철도신호시스템의 연동장치는 국내·외 제품이 두루 설치되어 있으나 첨단 전자소자(컴퓨터)의 기술발전에 따라 계전연동장치에서 전자연동장치로 변화하고 있으며, 자동운전에 따른 안전성 및 정밀도 요구가 높아지고 있다.

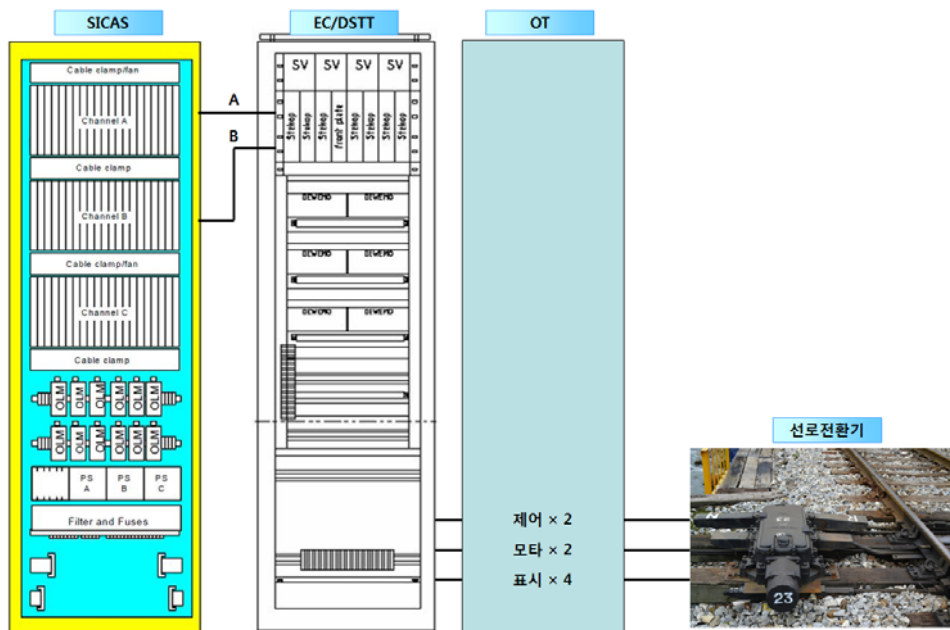


Fig. 1 Electronic interlocking device ↔ NS Points

2.1.2 선로전환기 회로

(1) 제어회로

조작자의 요구내용을 받아 전동기의 기동조건을 구성하는 회로

(2) 동력회로

제어계전기와 회로제어기의 접점을 통해 유도전동기 모터에 전원을 공급 및 차단하는 회로

(3) 표시회로

선로전환기가 정위 혹은 반위방향으로 전환된 위치를 취급자나 관련기기에 전달하는 전기적 회로를 말하며 이 조건으로 신호장치의 자동화와 열차운전의 중앙 집중제어시스템이 가능하게 되었다. 그러므로 선로전환기의 표시회로는 어떠한 오차도 허용할 수 없는 신뢰성이 요구된다.

2.1.3 선로전환기 불일치(지상)

선로전환기의 밀착이 불량하여 설정되지 않거나 전기회로가 불량 할 경우 표시정보는 무정보 상태가 된다. 이 경우를 선로전환기가 불일치 되었다고 한다.

- (1) OOC¹ : 정지상태 표시회선 2선 동시 단선
- (2) ING : 정지상태 표시선 1선 분리 또는 접지된 경우, 전환명령 후 두선 무 표시

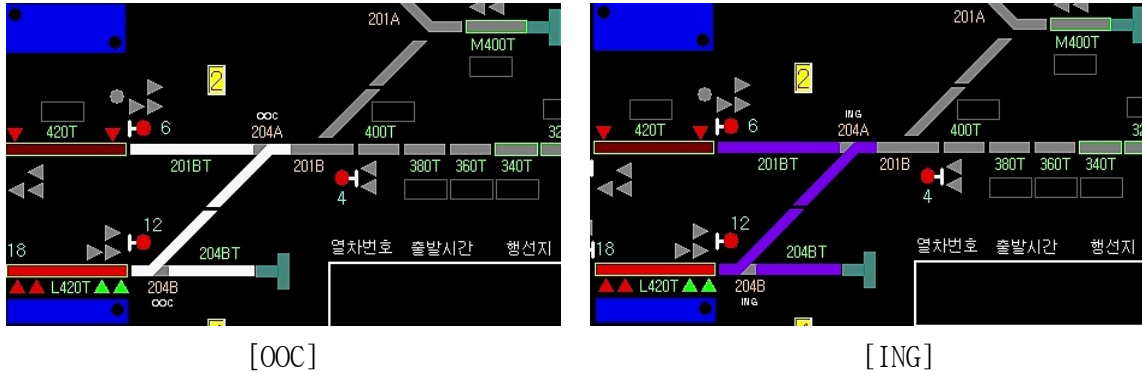


Fig. 2 NS Points trailed

2.1.4 선로전환기 불일치가 열차운행에 미치는 영향

선로전환기 불일치가 발생하면 신호제어정보(Telegram, Speed code, 지상자 등)는 열차가 분기부를 통과할 수 없게 목표거리를 감소시키며, 기관사는 수신호를 통해 수동운전(Yard Mode)으로 25km/h 이하로 ATP 보호 없이 비상운전 한다.



[목표거리(운행) 제한]

[Yard 모드 기관사 수동운전]

Fig. 3 Vehicle MMI Stop and Yard mode

2.1.5 선로전환기 불일치 발생 유형

○○철도운영기관 ○호선의 최근 5년간(2010~2014년) 선로전환기 불일치 발생원인을 보면 회로 결함이 28건으로 전체의 58.3%로 가장 큰 비중을 차지한다.

Table 1 ○Line 2010~2014 NS Points trailed

Division	Sum	Circuit fault	Actuator fault	Unexplained	Etc	Remark
Sum	48	28	9	3	8	
Percentage	100%	58.3%	18.7%	6.3%	16.7%	

¹ ooc : out of correspondence

2.2 NS 선로전환기 배선세트 구조적 결함

NS 선로전환기 제어계전기와 회로제어기의 전기적 접속부인 배선세트 짝판은 선로전환기 함체 바닥 면에 취부 되어 아래와 같은 구조적 결함을 가지고 있다.

2.2.1 배선세트 짝판 결함

- (1) 기계적 동작이 이루어지는 간류(Actuator) 옆에 위치하여 주유과정에서 이물질 유입
- (2) 실외 온도변화에 따른 결로현상으로 수분이 유입되어 절연과괴

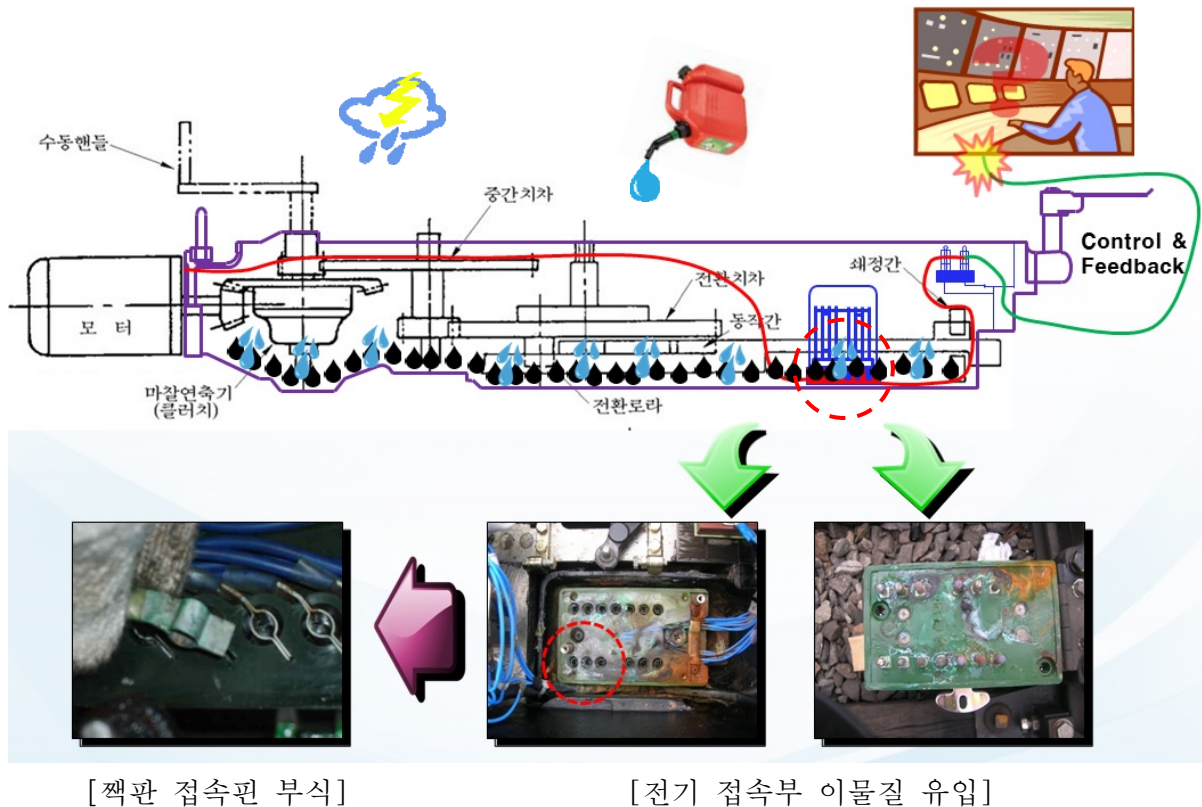


Fig. 4 NS Points structural defects

(3) 배선세트의 짝판 결합부(접속핀)가 선로전환기 바닥에 있어 쌍동 선로전환기의 경우 동력회로 32개, 표시회로 48개, 제어회로 4개 총 84개의 점검이 불가능한 취약부분이다

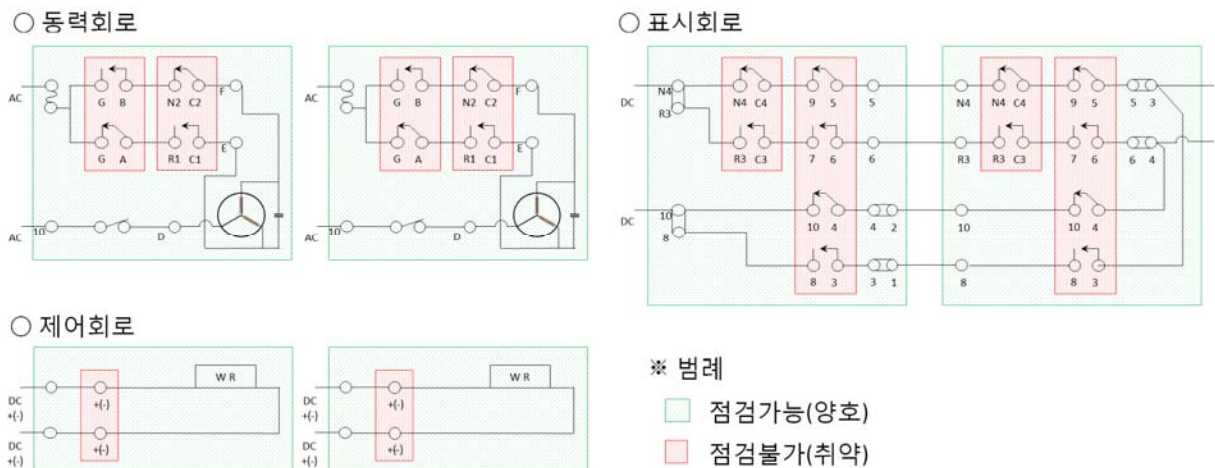


Fig. 5 Vulnerability of NS Points-wiring set.

2.3 연구개발

NS 선로전환기 배선세트의 개선사항을 도출하였다. 또한 연구개발 단계에서는 분석단계에서 도출된 개선사항을 적용하여 NS 선로전환기 배선세트의 결함을 제거하는 기술방안을 제시하였다.

2.3.1 NS 선로전환기 배선세트 짝판 개선

(1) 간류(Actuator) 주유과정에서 이물질 및 결로에 의한 수분이 유입되어도 양호한 전기회로를 유지할 수 있도록 기존 짝판 접속부를 상부로 이동하여 구조개선

(2) 측정단자가 없어 점검이 불가능했던 기존 짝판을 와고(Wago)형 커넥터로 개선

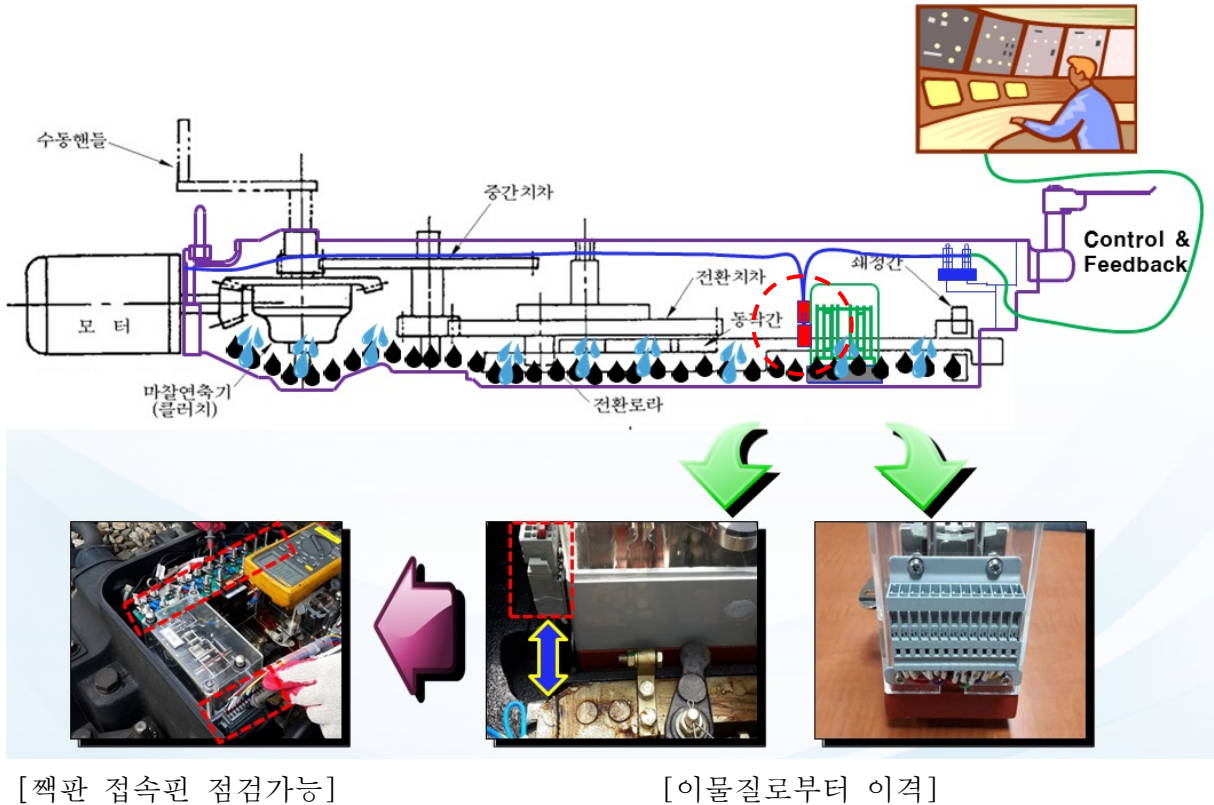


Fig. 6 Improvement of NS Points-wiring set.

2.3.2 효과분석

쌍동 선로전환기의 경우 기존 배선세트는 84개(74%)의 접속개소가 점검불가 및 취약부인이었으나 개선된 배선세트는 84개소를 포함한 114개소 모든 접속개소가 점검이 용이하고 및 전기회로 구성에 적합하도록 구조가 개선되었다.

Table 2 Points-wiring set to improve results

Division	Sum		Power circuit		Control circuit		Indication circuit		Remrak
	Vulne rable	Good	Vulne rable	Good	Vulne rable	Good	Vulne rable	Good	
Before Improvement	44	32	16	8	4	4	24	20	
After Improvement	-	76	-	24	-	8	-	44	

연구개발품의 신뢰성 확보를 위해서 6개월간의 설계 및 제작과정을 거쳐 ○○철도운영기관 ○호선 자동운전 시스템(Distance to go)의 지상부 선로전환기에 2014년 8월에 시제품을 설치하여 현재까지 1년간 운영 중에 있으며, 오류 없이 안정적으로 동작하고 있다.

3. 결론

2000년대 이전 ATS, Speed step ATC 시스템에 사용되는 연동장치는 수 초대의 선로전환기 표시회로 단절 등 순간적인 장애(Temporary abnormal states)가 발생하였을 경우 운영자가 감지하지 못하고 지나치거나 알았다 하더라도 보수자가 그 원인을 파악하기 전에 표시회로가 다시 복구 되었다면 열차는 정상 운행되었다. 하지만 최근 도입되는 자동·무인운전 시스템(Distance to go, CBTC)에서는 기존 시스템보다 높은 신뢰성을 요구하고 있어 선로전환기의 표시회로 단절은 단 1초도 허용하지 않으며(IXLs is not allowed) 단절 이후에 표시회로가 정상이었다 하더라도 연동장치는 계속 고장으로 처리하여 보수자가 리셋(Reset)을 하거나 운영자가 선로전환기를 정해진 절차에 의해 전환시키는 등의 조치(reset switch press or switch operate manually)를 취한 후에야 정상동작 시킬 수 있다.

NS 선로전환기 내부회로에서 회로고장이 발생했다고 판단될 경우 보수자는 초동 조치로써 제어계전기 또는 회로제어기를 교체하는 것이 철도신호에서 일반적인 보수방법이다. 하지만 이러한 조치는 배선세트(잭판)의 기능이 정상적인 것을 전제로 하기 때문에 배선세트(잭판)가 불량이라면 제어계전기 또는 회로제어기를 교체했어도 고장현상은 해소되지 않아 보수자를 당황하게 하기 쉬우며, 여러 시행착오 끝에 배선세트(잭판) 불량을 감지하였다 하더라도 배선세트(잭판) 교체는 1개소에 1시간 이상이 소요됨은 물론 한치에 오차도 허용되지 않는 고난위 작업이기 때문에 열차운행 중 조치는 쉽지 않아 고장이 발생하기 전 선로전환기 표시회로의 안정적 유지는 매우 중요하다 할 수 있겠다.

본 논문에서는 1960년대 국내에 처음 도입되어 10,482대(92%)로 가장 많이 사용하고 있는 NS 계열 선로전환기의 구조적 결함에 따른 표시회로 문제점에 대하여 원인분석을 통해 해결방법을 제시하였으며, 더 나아가 연구개발을 통해 시제품을 제작하여 기존 NS 계열 선로전환기 업그레이드 사례를 소개하였다.

철도신호시스템의 지속적인 발전을 위해서 본 연구에 의해 개발된 NS 선로전환기 배선세트가 국내 철도운영기관에서 적용 된다면 보다 안정적인 신호시스템 구성과 더불어 효율적인 유지보수가 이루어져 철도이용 승객 서비스 증대 및 유지보수비용 절감 등의 효과가 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- (1) 서울메트로, 신입사원교재, “선로전환장치”
- (2) 한봉석, 박재영, 최중환 공저, (2014), 철도신호
- (3) MJ81 선로전환기 기술사양(삼성SDS)
- (4) 서울특별시 도시철도공사 신호.PSD분야 응급조치 및 유지보수 매뉴얼