

고속선 선로전환기 기술 사양 분석

Technical Specifications Analysis of Point Machine used in High Speed Line

김용규*†, 박채옥**, 신영인**, 김성진*, 김정태*, 전혜연*, 윤용기*

Yong-Kyu Kim*†, Chae-Ok Park**, Young-In Shin**, Sung-Jin Kim*, Jung-Tae Kim*, Hye-Yeun Chun*, Yong-Ki Yoon*

초 록 철도신호장치 장애의 주요 원인으로 분석되는 선로전환기는 운영 및 유지보수 측면에서 시설 분야와의 인터페이스 고려와 함께 많은 시간을 필요로 하는 안전설비로 분류된다. 경부고속선 분기기와 함께 분기기에 전환력을 공급하기 위해 국외 도입된 고속선 선로전환기는 단일 선로전환기 구조의 전기식과 다중 선로전환기 구조의 유압식이 설치되어 있다. 본 논문은 국내외 고속선에 사용하는 선로전환기의 기술 사양에 대해 조사, 분석하였다. 이는 고속선 선로전환기 관련 장애 요인 및 특성을 분석할 수 있는 주요 요인으로 선로전환기 관련 장애 발생 빈도의 최소화, 전환력 및 밀착력의 적합성, 운영 및 유지보수 작업의 용이성 등을 검토하기 위한 기본 자료로 활용될 수 있으며, 고속선용 신규 선로전환기 개발을 위한 개발 요구사항 구성에 확대 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

주요어 : 열차제어시스템, 분기기, 선로전환기, 전환력, 밀착력

1. 서 론

유럽은 철도 운영 및 유지보수 효율성을 위해 양방향 열차 운행 개념을 도입하여 속도 제한없이 안전하게 열차의 운행 방향 변경을 위해 고속분기기를 개발하였다. 관련 기술은 200m 크기의 F65 고변 분기기까지 고속철도에 설치되었다. 반면 일본은 안전 측면에서 상행선과 하행선이 완전히 분리된 열차 운영 특성을 통해 단순히 승객의 승하차를 위한 승강장 진출입 및 적정 장소에서의 차량 운행 방향 변경 개념만 고속분기기에 적용하였다. 그 결과, 고속분기기는 독일 BWG와 프랑스 Cogifer에서 제작한 노스 가동형이 대표적인 고속분기기로 주어지며, 선로전환기는 BWG 고속분기기에 독일 Siemens S700K, 오스트리아 VAEE 하이드로스타를, Cogifer 고속분기기에 프랑스 Alstom MJ81를 접목하여 전세계에 공급되고 있다[1].

2. 고속선 선로전환기 기술 사양 분석

선로전환기의 기술사양 분석은 국내 고속선에 사용하는 MJ81, 하이드로스타와 독일에서 주로 사용하는 S700K에 대해 사용 전압원, 전환력, 동정, 전환시간, 제어회로 전압원, 동작전류, 모터 전환속도 및 소비 전력, 동작 온도, 방진, 방수, 진동, 충격, 내구성 등을 검토하였다.

사용 전압원은 선로전환기를 구동하는 전기모터의 전압원으로 하이드로스타는 3상 380V와 유압 취급을 위해 사용하는 유압펌프 모터가 단상 220V를 사용함에 따라 2개의 전원을 필요로 한다. S700K는 3상 400V/230V로 구성되며, MJ81은 3상 380V를 적용한다.

전환력은 분기기의 전환을 위해 선로전환기에 의해 분기기에 공급된 힘으로 하이드로스타는 선로전환장치에 의해 생성된 유압을 오일의 전환 쇄정 실린더에 주입 후, 각각의 피스톤에 순차적으로 유압을 전달함으로써 각각의 유압 피스톤에 전달된 힘의 합은 6개의 쇄정장치를 사용하는 F46의 경우, 최대 전환력 30,000N이 요구된다. S700K는 다중 설치된 선로전환기를 통해 분기기에 전환력을 공급함에 따라 각각의 선

† 교신저자: 한국철도기술연구원 열차제어통신 연구실(ygkim1@krri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 열차제어통신연구실

** 한국철도공사 전기본부

로전환기 전환력은 5,500 ± 500N이지만, 6개의 선로전환기를 사용하는 F46의 최대 전환력은 33,000N으로 계산된다. MJ81은 다중 선로전환기 대신 동력전달장치로 철관장치를 사용하며 전환력은 3,923N으로 주어진다.

동정은 분기기 텅레일의 밀착을 조절하는 밀착조절간에서 텅레일과 기본 레일 사이의 개방간격으로 정의된다. 동정값 계산은 밀착쇄정장치 위치에서 텅레일을 좌측 또는 우측으로 이동시 기준점과 이동점 간에 측정된 거리와 분기기의 유형에 의존하는 고유값(R)인 분기기 쇄정량을 합한 값으로 하이드로스타 동정값은 160mm 이하 고정, S700K의 동정값은 150mm, 220mm 고정, MJ81은 110~260mm로 조절 가능한 형태로 구성된다.

전환시간은 선로전환장치 모터의 동작 시간이 아닌 분기기가 완전히 전환될 때까지의 시간으로 하이드로스타는 5.4초, S700K는 동정 길이에 따라 150mm 동정 5초, 220mm 동정 6초, MJ81은 최대 부하시 4.2초를 필요로 한다.

제어회로용 전압원은 선로전환기 제어를 위해 사용하는 전압원으로 하이드로스타는 AC15 (230V/3A), DC13(110V/1A), S700K, MJ81은 가장 보편적인 제어회로용 전압원 24V DC를 사용한다.

동작전류는 선로전환기의 모터를 구동시키는 전류로 하이드로스타는 3.7/6.4A, S700K는 공칭 전류 2A와 함께 전환 초기전류 8A, MJ81은 최대 하중에 대해 2.0A 이하로 전류를 제한하였다.

모터 전환속도 및 소비 전력은 적용 모터의 특성에 대부분 의존한다.

동작 온도는 선로전환기가 설치된 선로변 환경에 따라 선로전환기의 안정적인 동작을 허용하는 온도 범위로 하이드로스타는 -35~+70℃ 관련 온도시험은 EN50125-3 규격을, S700K는 -30~+70℃, 시험 규격은 제시하지 않았다. MJ81은 -40~+70℃로, 관련 시험은 IEC60068 규격의 저온, 고온, 온도 사이클, 고온 고습 규격을 사용하였다.

방진, 방수는 선로변 설비에 대한 일반적인 기준으로 IP65와 관련 시험규격 IEC60529을 적용하였다.

진동 및 충격은 자갈도상보다 콘크리트 도상에서 매우 크게 발생한다. 하이드로스타는 진동 및 충격 시험에 IEC60068-2-6와 IEC60068-2-29

규격을 적용하였다. S700K는 진동 및 충격 관련 내용이 사양에 제시되지 않았다. MJ81은 각각 IEC60068-2-64, IEC60068-2-27 규격과 시험 기준 IEC62498-3을 적용하였다.

내구성은 정격전압의 최대부하 상태에서 정해진 전환 횟수 이상을 연속 전환해도 선로전환기 구성품에 이상이 없어야 하는 것으로 정의된다. 하이드로스타는 관련 자료가 확인되지 않았으며, 설비 점검 간격 최소 6개월, 유지보수 매 8년, 선단 쇄정장치 장애율 $8.96 \times 10^{-12}/h$, 중앙 쇄정장치 장애율 $8.87 \times 10^{-12}/h$, 밀착 검지기 장애율 $6.51 \times 10^{-12}/h$ 를 제시하였다. S700K는 전환 횟수 대신 고장 발생시 복구에서 다음 고장까지의 평균 시간인 MTBF(Mean Time Between Failure) 550,000hours를 내구성으로 제시하였다. MJ81은 전환 횟수 200,000회를 규정화하였다. 그 외의 선로전환기 특성인 선로전환기의 중량 및 몸체 크기는 제작사에서 사용한 모터 유형과 적용 기술 개념에 따라 상이하게 주어진다.

3. 결론

선로전환기 관련 열차 지연 장애 및 열차 탈선 사고는 신호 설비 장애의 주요 원인중 하나로 관련 장애는 경부고속선 동대구-부산 콘크리트 도상에 도입된 하이드로스타에서 매우 심각한 형태로 발생하였다. 이에 따라, 본 논문은 고속선 선로전환기의 특성을 분석하였다. 연구 결과는 400km/h급 고속선에 적용할 선로전환기 개발 사양의 기본 자료로 활용될 수 있으며, 또한 고속철도 콘크리트 도상 구간에 적절하게 대응 가능한 새로운 선로전환기 개발을 위한 사용자 요구사항 분석 참고 자료로 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Y.K. Kim, I.M. Byun, S.J. Kim, Y.S. Song, J.T. Kim, Y.K. Yoon (2023), Analysis of Switching Current and Switching Time of Electric Point Machine for diagnosis and Monitoring of Turnout State, *Journal of the Korean Society for Railways*, 26(9), pp. 681-691.