

안전 무결성 수준에 부합하는 PSD 조작반 취급 용이성 증진 방안 연구

A Study on the Improvement to Handling Ease of PSD Operation in Accordance with SIL

송재효*, 김철수**†

Jae-Hyo Song*, Chul-Su Kim**†

초 록 현재 국내에 설치되는 대부분의 PSD(Platform Screen Door)는 발주기관에 의해 ISA(Independent Safety Assessment)를 통한 SIL(Safety Integrity Level) 인증을 요구받고 있으며, PSD 시스템의 핵심 안전 기능은 최대 SIL 3의 안전 무결성 수준이 할당된다. 이 중 PSD 전체 가동문의 열림명령 송출 기능을 수행하는 장치인 PSD 조작반은 국제표준에 부합하기 위하여 안전측 이중계로 설계 및 제작된다. 해당 조작반은 역무실 및 승강장에 설치되어 비상시 또는 자동운전 불가 시 기관사 또는 역직원에 의해 수동으로 취급된다. 하지만 안전측 이중계 설계가 반영됨으로 인해 기관사 및 역직원에 의해 양손으로 동시에 조작되는 형태로 운영자의 취급 용이성이 감소되었다. 이에 안전 무결성 수준에 부합하는 PSD 조작반의 취급 용이성 증진 방안을 제시하였다.

주요어 : ISA, PSD, FTA, SIL, 독립 안전성 평가, 승강장 안전문, 고장목 분석, 안전 무결성 수준

1. 서 론

철도 안전설비인 PSD의 고장 및 오작동은 사고로 이어질 수 있기 때문에 시스템의 안전성 확보가 중요하다. 이를 위해 발주기관은 SIL 인증 등의 안전성 요구조건을 제시하고 있으며, 운영자가 사용하는 PSD 조작반의 경우, SIL 3 수준의 안전 무결성이 할당된다. 조작반의 SIL 3는 안전측 이중계 설계를 통해 달성되지만, 양손에 의한 동시 조작 형태로 운영자의 취급 용이성은 오히려 감소되었다. 따라서 본 연구에서는 IEC 62425 및 EN 50124-1에 기반하여 PSD 시스템의 핵심 안전 기능을 수행하는 PSD의 각 조작반 부품 해석과 SIL3 수준의 안전 무결성이 적용된 조작반 설계 및 고장목 분석(Fault Tree Analysis, FTA)을 이용한 SIL 입증을 통해 국제기준에 부합하는 PSD 조작반의 취급 용이성 증진 방안을 제시하고자 한다.

† 교신저자: 국립한국교통대 철도차량시스템공학과(chalskim@ut.ac.kr)

* 국립한국교통대 SMART 철도시스템학과

2. 본 론

2.1 국내 PSD 장치별 SIL 요구조건 조사

2020년부터 2025년까지 약 5년간 국내 PSD 프로젝트에서 요구된 안전 무결성 수준은 최대 SIL 3이며, 장치별 수준은 아래와 같다.

Table 1 국내 PSD 장치별 SIL 요구조건

명칭	SIL
연동제어부	3
역무실 조작반	3
개별제어반	2
지상 무선장치	1
승강장 조작반	3
승무원 조작반	3
정위치정차검지장치	3
출입문검지장치	1

2.2 국내 안전측 이중계 부합 PSD 조작반 조사

현재 국내에서 SIL 3 인증을 획득하여 운영중인 PSD 시스템의 조작반은 안전측 이중계 설계가 적용되어 있으며, 각 PSD 조작반의 형태는 아래 그림과 같다.

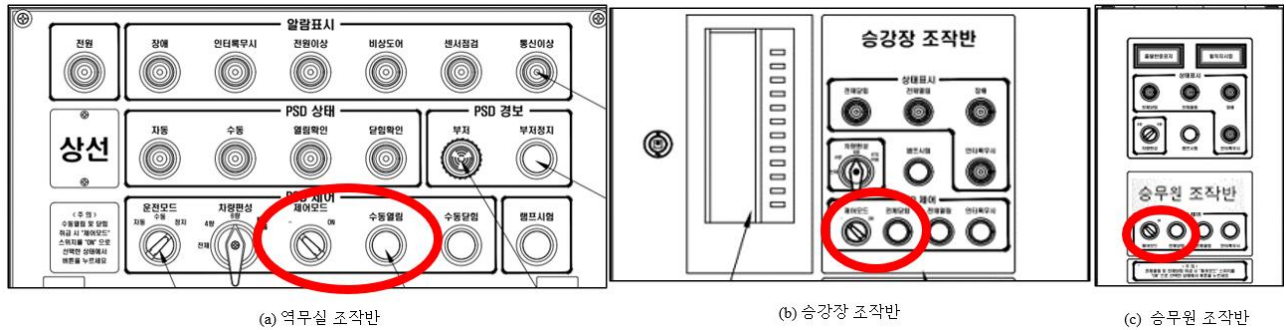


Fig. 1 국내 안전측 이중계 부합 PSD 조작반 형태

2.3 PSD 조작반의 취급 용이성 증진 방안

2.3.1 조작반 취급 용이성 증진의 필요성

현재 국내 SIL인증 PSD 시스템의 조작반은 위 그림과 같이 제어모드(선택) 스위치와 수동열림(푸쉬) 버튼으로 구성되어 있다. 이는 의도치 않은 열림명령의 발생을 SIL3 수준으로 저감하기 위한 안전측 이중계 설계로써 AND 구조로 설계되어 양손으로 동시에 취급하는 형태이다. 하지만 비상상황 등 즉각적인 PSD 열림 조치가 수반되어야 할 상황에서 취급의 용이성이 한손 취급에 비해 감소된다. 따라서 용이성을 증진하고 안전측 이중계에 부합한 조작반 개발이 필요하다.

2.3.2 취급 용이성 증진 방안 제시

PSD 조작반의 안전측 이중계 열림 취급은 국제규격의 요구조건에 따라 공통원인고장(CCF)을 고려하여 서로 다른 부품인 선택 스위치와 푸쉬버튼으로 각각 구성된다. 해당 구성을 통합하여 복귀형 선택 푸쉬버튼을 적용하면 비상시 신속한 취급이 가능하다.

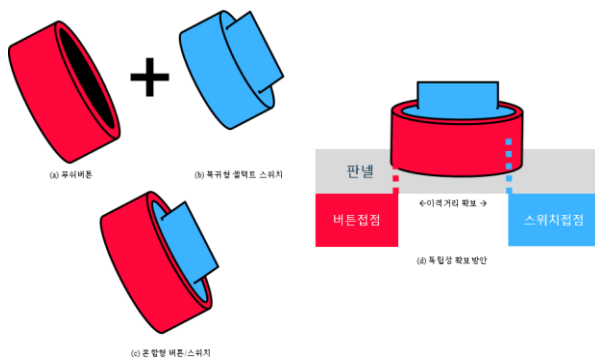


Fig. 2 안전측 이중계 부합 버튼/스위치(안)

2.3.3 국제규격 부합화 방안 제시

해당 구성은 SIL3 인증을 위해, 통합된 하나의 부품이 아닌 개별 부품으로 설계되고 시스템 내에서 각각의 기능을 수행해야 하며, 독립성을 입증하기 위하여 EN 50124-1을 준수해야 한다. 따라서 Fig.2의 (d)와 같이 각 조작반 후면에 충분한 전기적 절연거리를 확보하여 설계하는 방안을 제시한다.

3. 결 론

PSD 시스템의 각 조작반은 핵심 안전 기능을 구현하는 장치로써 비상시 기관사 및 역직원 등 운영자에 의해 취급될 수 있다. 따라서 국제규격에 부합하는 버튼/스위치의 개발은 운영자의 취급 용이성을 증진하여 비상시 신속한 대응을 통해 시스템의 안전성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

단, 해당 부품의 개발 및 설계는 비용적인 측면이 충분히 고려되어야 하며 각 부품에 대한 내구성 및 환경시험 등이 수반되어야 한다. 또한 새로운 방식의 조작반 취급에 대한 운영자 교육방안에 관해서는 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] IEC 62425 (2007) Railways applications Communications, signaling and processing systems.
- [2] EN 50124-1 (2017) Railway applications - Insulation coordination.