

# HAZOP기법을 이용한 도시철도차량의 위험상황에서 비상방송시스템의 대응동작 연구

## A Study on the Correspondence Behavior of Emergency Broadcasting System in Hazard Situation of Urban Railway Vehicle Using HAZOP Method

노지호\*, 온정근\*†

Ji-Ho Noh\*, Jung-Ghun Ohn\*\*

**초 록** 철도차량의 비상상황에서 방송장치와 비상조명장치가 정상적으로 동작하도록 요구되고 있다. 그럼에도 철도차량의 탈선, 충돌, 단선 등과 같은 사고가 발생하면 방송장치가 정상적으로 동작하지 못하는 상황이 발생할 수 있다. 이러한 비상상황에서 방송장치나 조명장치가 동작하지 않을 경우에 동작할 수 있는 비상시스템을 개발하였으며, 비상방송시스템이 동작해야 하는 위험상황을 결정하기 위해서 시스템 오류를 분석하는 기법 중 HAZOP을 이용하였으며 도시철도차량에 일어날 수 있는 위험상황에 대한 시나리오와 원인을 도출하여 비상방송 시스템의 대응동작을 연구하였다.

**주요어** : HAZOP, 비상방송시스템, 위험분석, 대응동작, 시스템분석도구

### 1. 서 론

철도시스템은 매우 안전한 시스템임에도 불구하고, 철도차량의 운영에 있어서 간단한 고장 및 오류뿐만 아니라 충돌, 탈선, 화재 등과 같은 대형 사고까지 다양한 철도사고가 일어날 수 있다. 이러한 철도 사고가 발생하였을 때 안전한 상황으로 전환과 2차피해 방지 및 신속한 복구를 위하여 승객과 승무원의 적절한 대응이 필요하다.

철도시스템의 비상 상황이 발생하였을 때, 방송시스템은 승무원과 승객의 대응을 도울 수 있도록 정상 동작이 이루어져야 하는데, 위험 상황에 따라 방송시스템의 동작이 불가능한 경우가 발생할 수 있어 비상방송시스템이 필요하다. 본 논문에서는 HAZOP기법을 이용하여 도시철도차량의 위험 상황을 분석하였으며, 이에 따른 비상방송시스템의 대

응 동작을 연구하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 HAZOP 기법

HAZOP(Hazard and Operability study)은 인력 또는 장비의 위험이 나타내는 문제를 식별하고 평가하기 위해 복잡한 계획 또는 기존 프로세스 또는 작업을 체계적으로 검사하는 방법이다. 한 시스템이 계획 또는 설계된 방향으로 동작이 변수 목록과 안내단어에 따라 나타나는 원인과 가능성을 도출할 수 있어 시스템 개발에 있어서 설계된 시스템의 의도되지 않은 오류를 사전에 검출하고 분석하는 기법으로 널리 사용하고 있다.

#### 2.2 도시철도차량의 위험 분석

HAZOP기법을 적용하면 철도시스템의 운영에 있어서 변수에 따라 발생할 수 있는 위험상황을 도출할 수 있다. Table 1과 같이 위험상황을 일으킬 수 있는 사고원인을

\*† 교신저자: 한국철도기술연구원  
(jgohn@krri.re.kr)

변수조건으로 선언하였다. 철도차량의 운영 환경조건은 차량기지에서 출고, 역 플랫폼 진입/진출, 승객의 승/하차, 운행, 회차로 구분하였다. 안내단어는 As well as를 비롯 하여 여러 상황의 안내단어로 구분되는데, 안내 단어에 따라 사고원인의 발생현상이 달라지지 않아 이상동작이 일어나는 현상을 뜻하는 안내단어인 As well as만 적용하였다. 이러한 조건을 바탕으로 HAZOP기법을 적용한 도시철도차량의 위험상황의 원인과 결과를 도출 하였으며, Fig. 1은 HAZOP기법을 적용한 위험 상황 도출에 대한 결과이다.

**Table 1** Variable condition of HAZOP

사고원인	상세분류
재난	홍수, 지진, 화재
신호	차상신호, 지상신호, 신호등, 분기기
전력	외부전력(전차선, 변전 등)
궤도	궤도, 노반
차량	동력, 전력, 제동, 출입문, 제어장치
시설	터널, 플랫폼, 스크린도어
인재	승무원, 역무원, 유지보수, 승객, 테러

위험 상황	위험	원인	원인	위험	위험	위험	위험	위험	위험
비상방송	비상방송 안됨	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장
비상방송	비상방송 지연	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장
비상방송	비상방송 불명확	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장	비상방송 장치 고장

**Fig. 1** Development of emergency situation for rolling stock using HAZOP technique

**2.3 비상방송시스템의 대응동작**

철도차량의 위험상황에서 비상방송시스템의 대응동작 여부에 대하여 결정하기 위해서는 위험상황이 발생하는 결과를 환경조건과 사고원인에 따라 분류하였다. 그 결과 Fig. 2와 같이 차량의 전복, 파손, 탈선, 추돌, 충돌 등과 같은 도시철도차량의 일부가 파손하는 경우에 기존방송장치가 동작하지 않을 수 있으며, 그

상황에서 비상방송 시스템이 대응해야 한다는 결과를 얻을 수 있다.

위험 상황		원인	위험	비상방송 대응동작	비상방송 대응동작
재난	지진	신호지반 변동	전복 탈선 (인물선 단독)	1. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
				○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
	지진에 의한 진동	2. 비상 상황 발생(인물선 소위)		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○			
궤도	궤도 단선	3. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		
		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○			
승객	테러	폭발물	4. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		
승객	테러	폭발물	5. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		
차량	전력시스템	과부하	6. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		
차량	화재	타입내 화재	7. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		
승객	테러	폭발물	8. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		
신호	궤도회로	절류신호 오류	9. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		
차량	제동장치	제동장치 동작불능	10. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		
신호	분기기	분기기 오작동	11. 비상 상황 발생(인물선 소위)	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○		

**Fig. 2** Results for the corresponding operation status of the emergency broadcast system

**3. 결론**

HAZOP기법을 이용하여 도시철도시스템의 위험상황과 사고원인을 도출하고 그 결과 분석을 통하여 기존방송장치가 동작하지 않는 상황을 판단함으로써 비상방송시스템이 대응 동작해야 하는 위험상황을 도출할 수 있었다.

향후, HAZOP을 이용한 위험 분석결과를 통하여, 비상방송장치의 적절한 대응방안과 절차 및 범위에 대하여 추가 연구를 진행할 수 있을 것으로 판단된다.

**후기**

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(16RTRP-B122906-02)에 의해 수행되었습니다.

**참고문헌**

[1] J.G. Ohn (2018) Report on module specifications and performance verification of emergency broadcasting equipment and lighting, *Ministry of Land, Infrastructure and Transport*, 12, pp. 1-5.

[2] Wikipedia (2017) Hazard and operability study, *WIKIPEDIA: The Free Encyclopedia*. (한국철도학회 정기학술대회 Full Paper - Template 작성일: 2018.2.7)