

## AUGT 안전요구사항에 따른 안전설비 연구

**김유호\***                      이훈구\*\*                      이수환\*\*                      이영호\*                      황현철\*\*\*  
 (주)에이알텍\*              우송철도대학원\*\*              우송철도대학원\*\*              (주)에이알텍\*              한국철도기술연구원

### Study of safety facilities for AUGT safety requirements

Kim, You-Ho\*              Lee, Hoon-Goo\*\*              Lee, Soo-Hwan\*\*              Lee, Young-Ho\*              Hwang, Hyeon-Chyeol\*\*\*  
 ARTech co., Ltd\*              Woosong University\*\*              Woosong University\*\*              ARTech co., Ltd\*              Korea Railroad Research Institute\*\*\*

**Abstract** - Recently interior of a country have been innovated driverless LRT(lightweight railway train) that has a virtue of reduction of payroll cost, decrease of headway and improvement of speed. But, if driverless LRT will be happened a accident, response capacity considerably have low. And then passenger will have feel fear. This thesis had examination a IEC 62267 : AUGT safety requirement and analyze safe facilities of the inside and outside of the country. Later on, this result will have not only increase economics, reliability, convenience and safety but also set standardization standard.

#### 1. 서 론

도시의 발전은 교통 정체와 빈번한 교통사고 및 심각한 환경문제가 발생하게 되었고 이러한 문제점은 수송능력, 정시성, 친환경성, 에너지 효율성 및 안정성이 특징인 도시철도로 해결되었지만[1] 건설비, 차량의 고가화 및 운영비로 인하여 지방재정의 적자가 문제점[2]이 추가로 발생하였고, 국내 자치도시에서는 경량전철을 도입하고 있는 추세이다. 또한, 지금 세계는 인건비의 절감, 운전시각의 축소, 주행속도향상의 장점이 있는 경량전철의 무인운전시스템을 구현하기 위하여 박차를 가하고 있고[3] 국내에서도 이러한 기술적 조류에 맞추어 용인경전철, 부산3호선 반송선, 김해-부산 경전철 등 자동운전 또는 무인운전시대가 도래하고 있으나 사고 발생시 대처능력이나 승객들의 두려움이 새로운 문제점으로 대두되고 있으며 IEC 62267 : AUGT 안전요구사항의 분석과 국외 해외의 안전설비의 검토를 통하여 경량전철 무인운전에 대한 경제성, 신뢰성, 편리성 및 안전성을 도모하고 더 나아가서 국내 경량전철의 적용성에 대해서 표준화기준을 제안하고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 IEC 62267 : AUGT안전요구사항의 검토

IEC/PAS 62267 : AUGT(Automated Urban Guided Transport) Safety Requirement는 독립적인 가이드웨이 상에서 운행되는 자동도시 철도교통시스템에서 기관사나 승무원의 부재를 보완하기 위하여 안전요구사항을 다루는 IEC(International Electrotechnical Commission) 표준규격이다. 이 규격은 WG(Working Group)40에서 2000년 10월 10일부터 연구하기 시작하여 2009년 7월 31일까지 진행될 예정[4]이며 이 규격에 대하여 검토하였다.

##### 2.1.1 적용범위

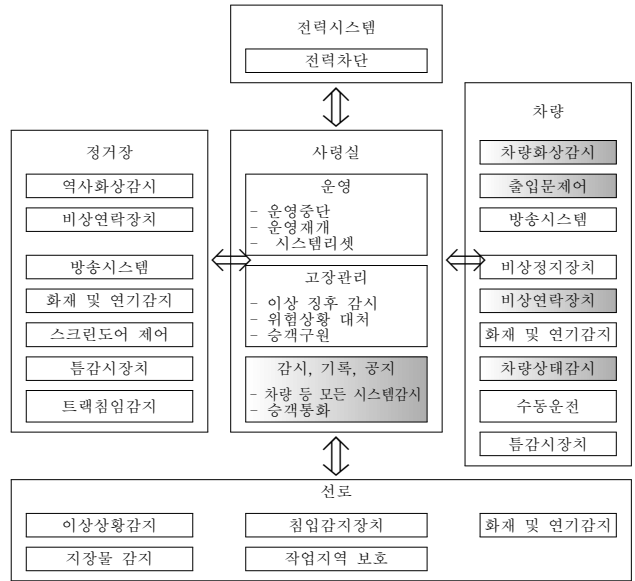
이 규격에 적용되어지는 열차의 등급은 DTO(Driverless Train Operation-무기관사 열차운전)과 UTO(Unattended Train Operation-무인열차운전으로) 규정하고 있으며 다음과 같은 종류의 수송시스템에는 적용되지 않는다.

- 공항, 쇼핑센터, 유흥지와 같은 특별허가 지역 내부 전용으로 운행하는 소형케도열차(APM).
- 일반적으로 승객들이 같은 장소에서 타고 내리도록 단일 정거장을 갖춘 놀이기구(탈것)와 열차 서비스.
- 케이블 구동식 시스템.
- 광센서, 자기센서 또는 이와 유사한 장치/시스템이 설치된 전자유도 차량을 갖춘 시스템.
- 일반적으로 기존 교통시스템에서 DTO 또는 UTO시스템으로 업그레이드하는 경우 제외범위이지만 관할권을 보유한 안전당국의 지시에 따라 적용 할 수도 있다.
- 운용 중인 기존 DTO 또는 UTO시스템을 확장하거나 개량을 할 경우 관할권을 보유한 안전 당국이 그 변경을 유효한 것으로 결정할 경우에만 적용한다.

##### 2.1.2 DTO 및 UTO의 시스템 개요

DTO 및 UTO의 시스템의 개략적인 흐름은 표 1[5]과 같다.

〈표 1〉 DTO 및 UTO의 시스템 개요



■ UTO에는 적용되는 안전요구사항

##### 2.1.3 위험분석 및 보호수단

기관사의 임무를 DTO 또는 UTO 시스템으로 대체할 경우 발생할 수 있는 위험상황은 표 2와 같다.

〈표 2〉 DTO 및 UTO 측면에서의 위험상황

순번	기관사의 임무를 DTO/UTO 시스템으로 대체할 수 있는 기능	DTO/UTO 측면에서 고려되어야 할 위험상황
1	선로위에서 승객들과의 충돌을 방지하기 위한 가이드웨이 감시기능	승객이 승강장의 가장자리로 근접하고 있는 상황
		승객이 승강장을 벗어나 가이드웨이를 근접하고 있는 상황
		역간선로의 안전구역 안에 이미 들어가 있는 직원에게 열차가 접근하고 있는 상황
2	승객관승감시 및 승하차문 제어기능	역간선로 상에 이미 들어가 있는 무단 침입자에게 열차가 접근하고 있는 상황
		대피 상황에서 선로 쪽으로 향하는 승객에게 열차가 접근하고 있는 상황
3	승객관승을 감시하여 열차사이 또는 승강장과 열차사이에 인명상해를 예방하는 기능	승객이 승강장에서 열차의 차량들 사이로 추락하는 상황
		승객이 차량과 승강장의 가장자리 사이로 추락하는 상황
4	가이드웨이를 감시하여 장애물과의 충돌을 예방하는 기능	가이드웨이 위의 장애물과 충돌하는 상황
5	비상사태탐지 및 관리하는 기능	열차내부의 화재/연기가 발생하는 상황
		열차가 가이드웨이를 벗어나 탈선하는 상황
		외부적 사건(홍수, 지진 등)이 발생하는 상황
		DTO/UTO 시스템이 고장나는 상황
		자체적으로 대피해야 할 상황

또한, 위에서 도출한 위험상황을 경감하기 위해서는 4종류의 보호수단이 필요할 것으로 연구하였고 위험상황별 안전설비는 표 3과 같다.

- 위험상황을 방지하도록 설계된 기기와 시설을 이용하는 사고예방.
- 위험상황의 탐지와 사고방지.
- 승객을 위한 경고설비.
- 운전절차, 법규 및 규칙의 이행.

**<표 3> 위험상황별 안전설비의 고려**

순번	DTO/UTO 측면에서 고려되어야 할 위험상황	위험상황에 대비가능 한 안전설비들
1	승객이 승강장의 가장자리로 근접하고 있는 상황	승강장 도어, 승강장 펜스, 경고선, 탐지장치, 직원감시, 비상정지스위치, 규칙, 직원감시, 비상호출설비 등
2	승객이 승강장을 벗어나 가이드웨이를 근접하고 있는 상황	승강장측의 도어 탐지장치, 승강장 도어, 직원감시, 규칙, 비상정지스위치, 탐지장치, 승강장 펜스, 비상호출설비, 방송설비, 조장원 감시 등
3	역간선로의 안전구역 안에 이미 들어가 있는 직원에게 열차가 접근하고 있는 상황	직원 교육훈련, 작업 중 열차자동운전 방지, 직원 통신기기 등
4	역간선로 상에 이미 들어가 있는 무단 침입자에게 열차가 접근하고 있는 상황	가이드웨이 격리, 법규, 무단침입 방지표지 등
5	대피 상황에서 선로 쪽으로 향하는 승객에게 열차가 접근하고 있는 상황	규칙, 직원통신기기, 전원스위치 차단에 의한 열차정지장치 등
6	열차에 승객이 끼어서 끌려가는 상황	승하차문 안전장치, 방송설비, 비상호출설비, 출입문 닫기 전 방송, 차상 비상정지버튼, 승강장 비상정지버튼, 규칙, 직원감시 등
7	승객이 승강장에서 열차의 차량들 사이로 추락하는 상황	열차의 차량사이의 방벽설치, 현장 탐지장치, 승강장도어, 승강장 펜스, 차량사이에 차상 탐지장치, 열차의 도어마킹, 승강장 하부 피난소 등
8	승객이 차량과 승강장의 가장자리 사이로 추락하는 상황	설계 규칙, 차상 갭 필터, 승강장 갭 필터, 차상 탐지장치, 승강장 탐지장치, 직원 감시, 승강장 하부 피난소, 차상 비상정지장치, 승강장 비상정지스위치, 공중통신설비, 도어 닫힘 방송, 정각/시각적 경고 등
9	가이드웨이 위의 장애물과 충돌하는 상황	차상 장애물탐지장치, 규칙, 탐지장치, 차상 비상정지장치 등
10	열차내부의 화재/연기가 발생하는 상황	차상 화재/연기 탐지장치 설치, 비상호출장치, 차상 비상정지장치, 현장 화재/연기 탐지장치, 대피구조계획, 차상 자동소화기, 승강장 자동소화기, 차상 환기장치, 터널 환기장치 등
11	열차가 가이드웨이를 벗어나 탈선하는 상황	탈선탐지시스템, 차상 비상정지장치, 비상호출장치, 규칙 등
12	외부적 사건(홍수, 지진 등)이 발생하는 상황	특정 설계, 규칙, 법규, 절차, 직원 교육훈련, 특정 탐지장치, 비상호출장치 등
13	DTO/UTO 시스템이 고장나는 상황	열차 자동 시험 및 진단, 인력에 의한 구조, 승객 거동 감시, 비상호출응답관리, 비상구조 계획 등
14	자체적으로 대피해야 할 상황	비상호출응답관리, 출입문 개방 탐지, 규칙 등

**2.2 국내·외 안전설비의 조사**

앞 절에서는 IEC 62267 : AUGT 안전요구사항의 조사 및 검토에 대하여 기술하였다. 이 절에서는 앞에서 검토한 안전설비에 대하여 국내·외의 안전설비들을 조사하였다.

**2.2.1 국외 안전설비**

국의 안전설비는 일본의 가나자와 시사이드라인(UTO)과 후코오카의 나나쿠바선(DTO)을 조사하였다. 1989년에 개통한 시사이드라인은 AGT(고무차륜)경전철로 ATO신호방식의 UTO로 운영[6] 중에 있고 안전설비는 비상정지버튼, 스크린도어, 차내 방송통보기, 감시카메라 등이 있으며 그림 1과 같다.



**<그림 1> 시사이드라인 안전설비**

2005년에 개통한 나나쿠바선은 LIM형 경량전철로 ATC/ATO신호방식의 DTO로 운영[7] 중에 있고 안전설비로는 승강장 스크린도어, 비상정지버튼, 선로 침입방지장치, 승객 대피통로 등이 있으며 그림 2와 같

다.



**<그림 2> 나나쿠바선 안전설비**

**2.2.3 국내의 안전설비**

현재 국내에는 DTO 또는 UTO로 운영 중인 자동차시철도교통시스템은 없는 상황이고 부산3호선 방송선, 용인경전철, 김해-부산 경전철은 건설공사 단계이므로 IEC62267의 제외범위에 해당되지만 공항에서 내부 전용으로 운영 중인 인천공항 스타라인의 안전설비를 조사하였다. 인천공항 스타라인은 2008년에 개통된 AGT(고무차륜)경전철로 ATC/ATO 신호방식의 DTO로 운영 중에 있으며 안전설비로는 승강장 스크린 도어, 차내 소화설비, 비상용 핸드, 선로 침입방지장치, 차내 화재감지기, 비상통화장치 등이 있으며 그림 3과 같다.



**<그림 3> 인천공항 스타라인 안전설비**

**3. 결 론**

부산 3호선 방송선, 용인경전철, 부산-김해 경전철 등 건설비 및 운영비가 저렴한 DTO 또는 UTO방식의 경량전철을 건설하고 있으며 인천 2호선, 대구 3호선, 광명경전철 등 DTO 또는 UTO방식의 경량전철을 도입할 예정에 있으나 안전에 대하여 새로운 문제로 대두되고 있는 실정이다. 국외에서는 이러한 문제를 감지하여 2000년부터 IEC WG(Workong Group)40에서 안전요구사항에 대하여 연구하기 시작하여 2009년 4월에 표준화된 규격을 만들었다. 국내에서도 이러한 실정을 감안하여 한국건설교통평가원 경량전철시스템실용화사업의 위탁과제로 “안전요구사항 조사 및 국내 경량전철 적용성 연구”를 시작하였고 IEC 62267를 검토하고 국외의 안전설비 및 안전요구사항을 조사하였다. 이를 검토하고 국내 실정에 맞게 적용하여 국내시장에서 신교통산업으로 발전하고 있는 경량전철에 대한 경쟁력, 신뢰성, 편의성 및 안정성을 도모하고 국내 표준화기준을 마련할 예정이다.

감사의 글 : 본 논문은 국토해양부가 출원하고 한국건설교통평가원에서 위탁 시행한 경량전철시스템실용화사업의 결과입니다.

**[참 고 문 헌]**

- [1] 한국철도기술연구원, “도시철도시스템 기술의 이해”, 515쪽, 2008년
- [2] 이덕영외 3명, “경량전철의 이해”, 293쪽, 2008년
- [3] 정락교외 2명, “경량전철 무인운전을 위한 신호제어시스템”, 철도웹진, 20호, 1999년
- [4] <http://www.iec.ch>
- [5] 한국철도기술연구원, “무인운전 경전철시스템의 국제표준화 동향”, 60쪽, 2008년
- [6] <http://cafe.daum.net/jtrain>
- [7] <http://subway.city.fukuoka.jp>