

## 트램의 국내 도입에 따른 비상대응체계 구축에 관한 연구

### A study on develop emergency response system via adoption of tram

백주현\*<sup>†</sup>, 이종석\*, 엄득중\*, 이진수\*

Joo-hyun Baek\*<sup>†</sup>, Jong-seok Lee\*, Diog-jong Yeum\*, Jin-soo Lee\*

**Abstract** First opened in 1898 after a tram disappeared because of the car-centered transportation policy is emerging as a means to resolve the current situation in the metropolitan transportation problems are ahead of the domestic adoption. Because the introduction of new transportation cause unexpected emergency situation, it is essential to prepare variety of emergency situation that establishing emergency response plan. Accordingly, in this study, leading to respond effectively to various emergencies that may occur in the tram operations, base on our previous work (A study on the accident characterization for emergency response procedures of tram accidents) we suggest emergency response plan through assumption of trams operating environment. Ultimately, establish a foothold ensuring the safety of tram operation to be introduced.

**Keywords :** Tram, Streetcar, Safety, Emergency response plan

**초 록** 1898년 최초 개통 후 승용차중심의 교통정책으로 인해 사라진 트램(노면전차)이 현재 대도시 교통문제를 해결하기 위한 수단으로 대두되며 국내도입을 앞두고 있는 실정이다. 새로운 교통수단의 도입은 예기치 못한 비상상황을 수반하기 때문에 다양한 비상상황에 효과적으로 대응하기 위한 비상대응 계획 수립은 필수적이다. 이에 따라 본 연구에서는 트램 운영시 발생할 수 있는 다양한 비상상황에 효과적으로 대응하기 위해 선행연구인 『트램 교통사고 비상대응절차 수립을 위한 사고특성 분석연구』 결과를 바탕으로 현재 구체화 되지 않은 국내 트램 운영환경을 가정하여 비상대응계획을 제시하였다. 최종적으로 본 연구를 통해 국내에 도입될 트램 운영의 안전성 확보에 교두보를 마련하고자 한다.

**주요어 :** 트램, 노면전차, 안전, 비상대응계획

## 1. 서 론

1898년 개통후 승용차중심의 교통정책으로 인해 1968년 전 노선이 폐선된 트램(노면전차)이 대도시 교통문제를 해결하기 위한 수단으로 떠오르고 있다. 2006년 무가선 트램 도입연구(하드웨어, 소프트웨어 구축)를 시작으로, 2011년에는 충북 오송 무가선트램 전용시험선이 준공되었고, 무가선 트램 차량 개발이 완료되었다. 새로운 교통수단의 도입은 예기치 못한 비상상황을 수반하기 때문에 다양한 비상상황에 효과적으로 대응하기 위한 비상대응계획 수립은 필수적이다. 이에 따라 본 연구에서는 트램 운영시 발생할 수 있는 다양한 비상상황에 효과적으로 대응하기 위해 선행연구인 『트램 교통사고 비상대응절차 수립을 위한 사고특성 분석연구』의 결과를 바탕으로 국내 트램 운영환경을 고려하여 트램 사고유형을 분류하고, 사고유형별 표준운영절차(SOP) 및 비상대응 매뉴얼을 제시하였다.

† 교신저자: 교통안전공단 철도항공교통안전본부 철도교통안전처 (baek@ts2020.kr)

\* 교통안전공단 철도항공교통안전본부 철도교통안전처

## 2. 국내·외 대중교통 비상대응체계 운영현황 분석

### 2.1 연구내용

철도와 버스의 특성을 모두 갖춘 트램 비상대응체계를 도출하기 위해 국내·외 대중교통 비상대응체계 구축현황 및 분석에 관한 연구내용인 국내 철도 비상대응체계, 호주와 미국의 철도 및 버스 비상대응 체계 법령 및 제도에 추가적으로 실제 운영되고 있는 트램 및 버스 비상대응체계를 분석하여 철도와 버스의 특성을 모두 갖춘 트램 도입에 따른 비상대응체계 수립의 기반을 다졌다.

#### 2.1.1 호주 트램 비상대응 체계 분석

호주 Sydney에 위치한 트램 운영사인 Sydney Tramway Museum의 보고서 STM 6034 [3] 를 분석한 결과는 'Fig. 1' 와 같다.

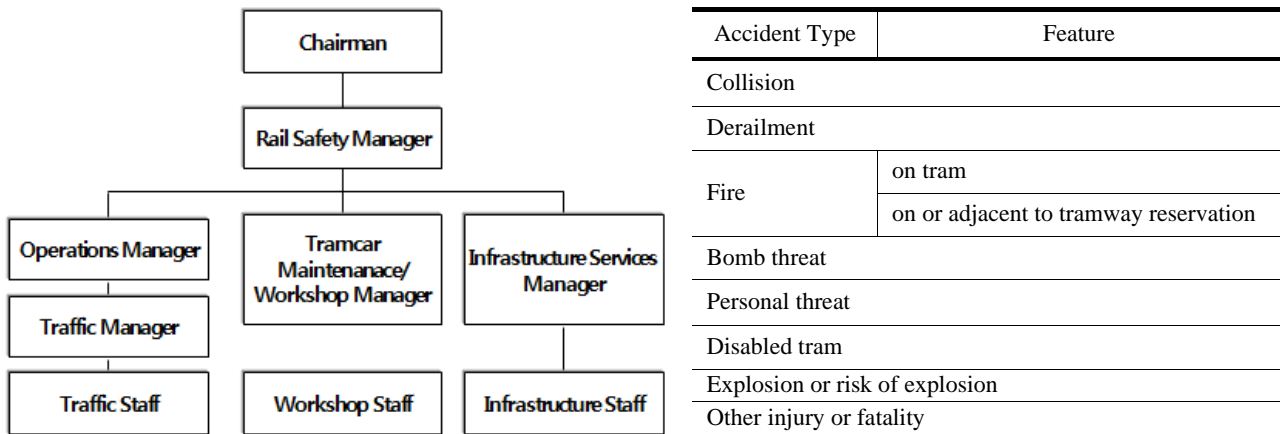


Fig. 1 Emergency response system and classification of emergency situation in Australian tram

#### 2.1.2 호주 버스 비상대응 체계 분석

호주 Queensland Bus Industry Council Inc. 에서 발간한 GIMP (Generic Incident Management Plan; a guide for QBIC Member) [4] 를 분석한 결과는 'Fig. 2' 과 같다.

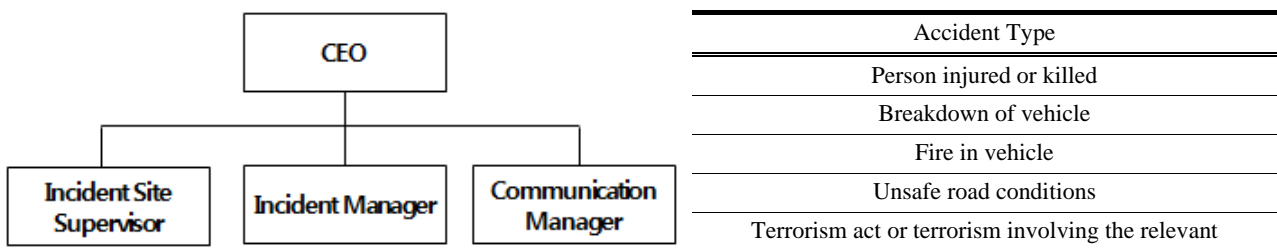


Fig. 2 Emergency response system and classification of emergency situation in Australian bus

#### 2.1.3 미국 트램 비상대응 체계 분석

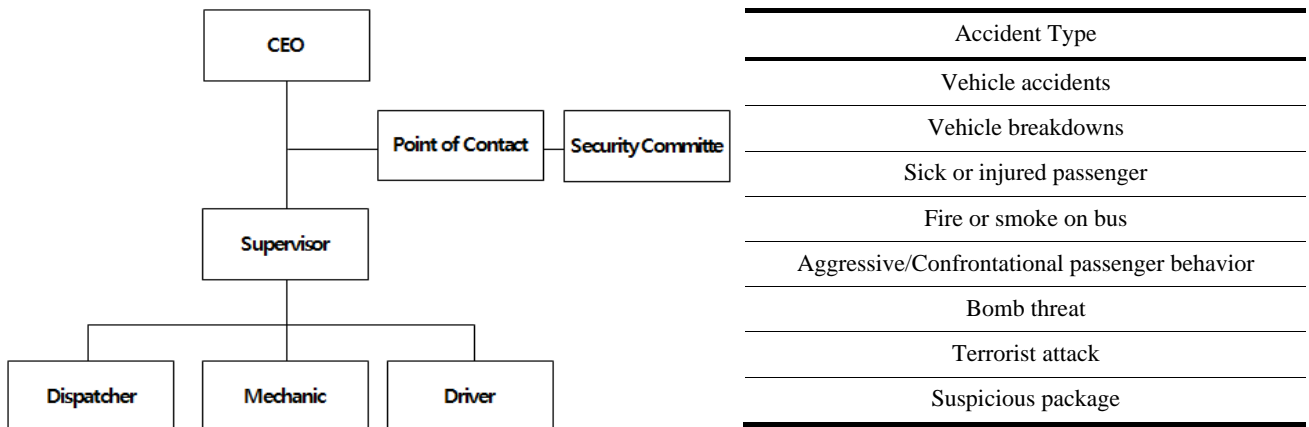
미국 Tucson에 위치한 트램 운영사인 Sun Link의 보고서 Operating and Maintenance Plan [5] 를 분석한 결과는 'Table 1' 과 같다.

**Table 1** Classification of emergency situation in American tram

Type	Feature
Accidents	Collision with persons, motor vehicles, buses, or other streetcars;
	Chemical spillage on adjacent to track or other object on track;
	Injury of passengers by hard stops, mobility device overturning and/or other similar situations;
	Derailment; and,
Incidents	Broken window, door, or other streetcar component.
	Operator sick or injured;
	Passenger sick or injured on board, or at a streetcar stop;
	Fire on, or smoke in, streetcar or adjacent to track;
	Disturbance on, or adjacent to, streetcar,
	Track anomalies;
	Unexpected door opening, etc;
	Bomb, hijacking, robbery or assault threat;
	Broken pantograph, contact wire down, etc; and,
	Car interior soiled or graffiti-ed.

### 2.1.4 미국 버스 비상대응 체계 분석

미국 American Bus Association and the United Motor-coach Association 발간한 SEPP (Security and Emergency Preparedness Plan Template) [6] 을 분석한 결과는 'Fig. 3' 와 같다.



**Fig. 3** Emergency response system and classification of emergency situation in American bus

## 2.2 시사점

분석결과에 따르면 트램은 비상대응체계 법령 및 제도가 별도로 존재하지 않고 철도에 포함되어 있다. 2017 년 국내에 도입될 트램 역시 국내 철도관련 법령이나 매뉴얼을 기반으로 비상대응계획을 수립해야 할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 국내 철도 운영사의 비상대응 체계 및 절차의 분석 결과를 준용하되 2.2.1 에 소개된 해외 트램 및 버스 비상대응체계와 사고유형 구분 그리고 비상대응절차 분석 결과를 적용해 트램 운영 규모 및 제반 여건에 맞게 비상대응체계를 수립하고자 한다.

### 3. 트램 비상대응체계 수립

#### 3.1 트램 사고 분류체계

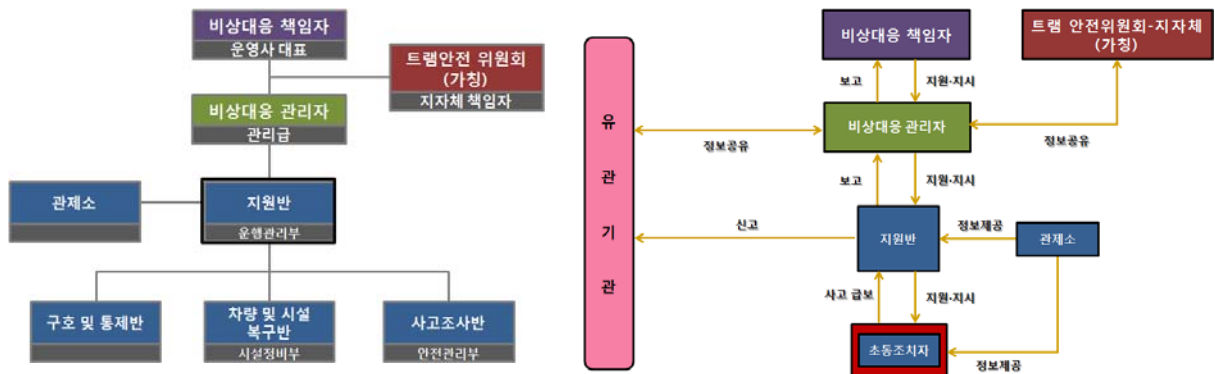
선행 연구인 Baek [1] 에 따라 트램은 궤도교통수단이지만 철도보다는 버스와 유사점이 많은 결론을 통해 해외 트램의 사고현황 특성과 2.2 를 통해 도출된 내용을 바탕으로 ‘Table 3’ 과 같이 트램 사고유형을 분류하였다.

**Table 3** Classification of emergency situation in tram (proposal)

Accident type	Feature	Location
Collision (C)	1 Collision with other tram	1 Main line section  2 Cross section  3 Station
	2 Collision with vehicle	
	3 Collision with pedestrian	
Derailment (D)	1 Derailment	
Fire (F)	1 Fire on tram	
	2 Fire on station	
	3 Fire on facility and etc.	
Nature disaster (N)	1 Heavy rain (flooded)	
	2 Heavy snow (isolated)	
	3 Earth quake	
Person sick or injured on board (P)	1 Passenger	
	2 Driver	
Terrorism (T)	1 Gas terrorism	
	2 An explosive terrorism	

#### 3.2 비상대응 매뉴얼 개발

국내 철도의 급보체계, 책임 및 역할, 사고대응절차를 기반으로 해외 트램 비상대응 체계와 트램 운영환경과 유사한 해외 버스 비상대응 체계를 적용하여 국내 트램 운영환경에 부합하도록 비상대응체계 및 급보체계를 정의하고 그에 따른 책임 및 역할과 대응절차 흐름도를 제시했다. 지면의 한계상 책임 및 역할과 대응절차 흐름도는 충돌의 경우만 수록하였다.



**Fig. 5** Emergency response system and reporting system in tram (proposal)

### 3.2.2 사고유형별 책임 및 역할, 대응절차 흐름도 (충돌)

C 충돌		상황전파	초기대응	대응조치	후속조치
신호관제센터	모니터링 · 특이사항 (정체, 위험요인) (정체, 위험요인) (장애물, 선로상태)	- 운전자 생존 여부 파악 - 운전자에게 상황전파 및 정보공유 - 조치사항 및 진로 지시 - 상황전파 · 상황전파, 구간위치 발견시간 · 교통상황, 사고처리 요청	- 사고복구현장 모니터링 · 사고복구현장 위험요인 파악 · 2차사고 예방 - 사고선로내 열차 우선신호 부여 - 사고선로내 열차 분기 및 진로 제어	- 사고모니터링 결과 보고	
초동조치자	유관기관 신고 및 · 통보 보고 · 충돌 위험 상태 · 사립건인 여부 · 트램건인 여부	- (차량정지, 시동정지) - 사고 안내방송 시작 - 사상자 구급차 또는 소방관 도착시까지 · 승객과 차량대에게 대기	- 승객과 함께 대피 - 사고조사관과 경찰에게 사고경위 진술	- 사고경위서 작성	
구호반	-	- 구급대 도착전 · 위독한 부상자 · 감리반 부상자 및 생존자 차량내 통제	- 구급대 도착후 · 지시에 따라 구호활동 · 부상자 호흡 지원 활동	- 환풍 및 대피용 승수단 이용 티켓 배포 - 운영정상화를 위한 현장 환경정리	
통제반	-	- 경찰 도착전 · 사고대 설치, 환풍기 설치 및 · 사고상황주변 위험요소 제거 · 현장 주변 인력 통제	- 경찰 도착후 · 지시에 따라 교통통제 · 여객유도 및 대피 안내	- 운영정상화를 위한 현장 환경정리	
지원반	-	- 비상대응체계 가동 · 기관차, 열차, 차량, 열차에 알림 · 사고복구현장 주변 위험요소 제거 · 사고복구현장 열차, 대제운전자 통제	- 대의협조를 통해 연계수송 및 대체교통수단 · 승객에 각종통지 지원 · 비상응원시간표 작성 및 갱신 · 열차 지연정보 및 복구진행정보 제공 · (대형사고)사망자, 부상자 응급병원 배정	- 사망자, 부상자의 신원 파악 및 실종자 · 유류 확인 · 사망자 장례를 포함한 유족지원 조치	
차량 및 시설복구반	-	- 소방관 도착전 · 트램건인 여부에 따라 크레인 및 · 기관차, 열차, 차량, 열차에 알림 · 복구예정시간 산정	- 소방관 도착후 · (건인불필요) 승객대피와 안전성이 확보된 이후 · 현장 복구방법 시험 · (건인불필요) 승객대피와 안전성이 확보된 이후 · 조사반과 협의 하에 차량 견인, 전용선로 · 복구 시작	- (필요시) 트램 견인 및 전용선로 안전성 · 확인 후 보고 - 운영정상화를 위한 현장 시설정리	
사고조사반	-	- 차량복구 시작전 · 현장보존 · 사진촬영	- 차량복구 시작후(안전성이 확보된 이후) · 현장 사고조사 실시 · 운전자, 승객, 제3자 진술서 확보 · 사고원인 규명 및 사고 분류화	- 사고조사보고서 작성 - 경찰과 정보공유	
유관기관	경찰관	-	- 승객 대피장소 탐색 · 교통통제 실시	- 출생한 대피장소로 승객 대피 - 사고경위조사	- 사고조사보고서 작성 - 사고조사반과 정보공유
	소방관 구급대	-	- 교통 통제전 · 위독한 부상자 인근병원으로 호송	- 교통 통제후 · 2차사고 예방	- 사망자, 부상자의 신원정보 지원반과 · 공유
	군	-	-	-	-
비상대응 책임자	-	- 안전위원회에 보고 · 충돌 위험 · 사립건인 여부 · 트램건인 여부	- 모두부서에서 비상상황 발령 · 안전위원회에 보고 · 복구예정시간 · 사고 심각도	- 복구 구급 지원 및 사고조사 결정권 행사 · 안전위원회에 보고 · 복구현황 · 사상자 · 대제교통수단(오정) · 대략적인 사고원인	- 비상상황 종료(운영정상화) 허가요청 · 안전위원회에 보고 · 경찰보고서를 포함한 사고조사보고서
트램안전 위원회	-	- 지시 및 상황대응방법 결정	- 지시 및 상황대응방법 결정	- 비상상황 종료(운영정상화) 결정 · 모든종료 토관 및 사고재발 방지 지시	

Fig. 6 Role and responsibility-collision (proposal)

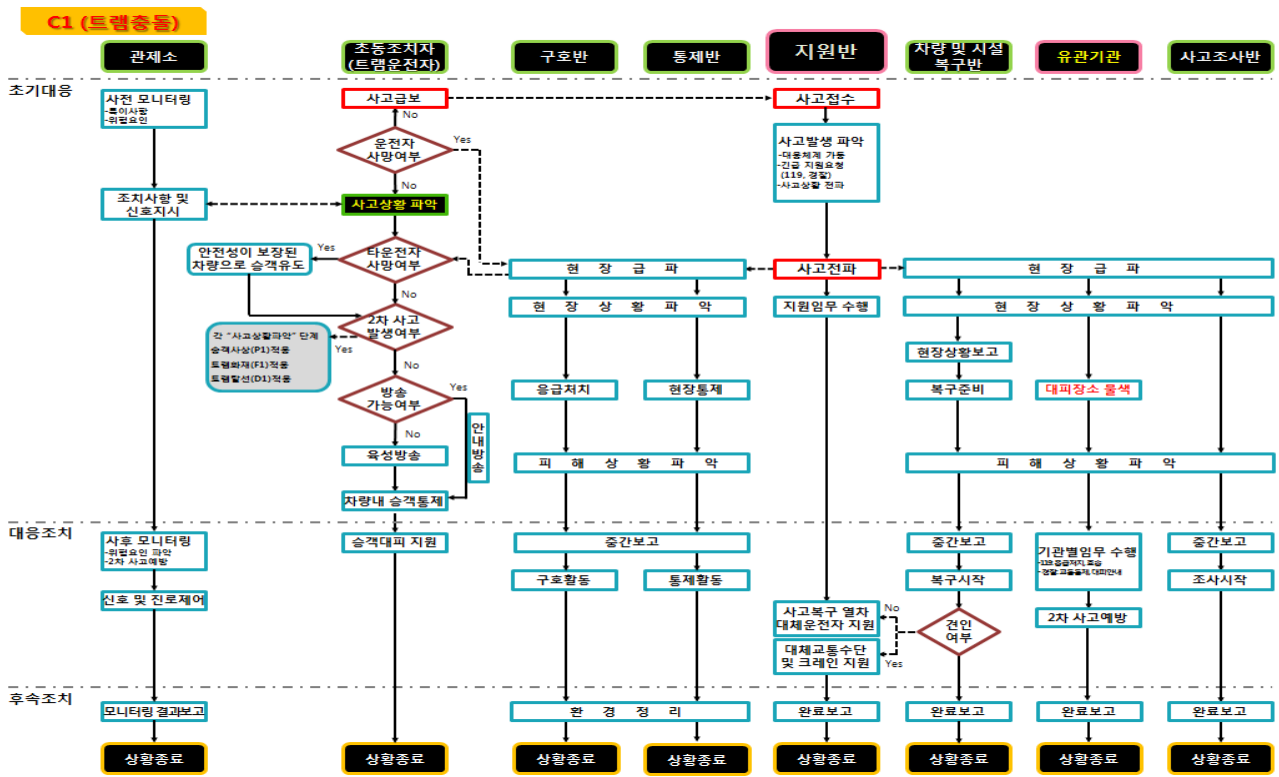


Fig. 7 Flow chart-collision (proposal)

## 4. 결 론

유럽을 비롯한 선진국에서는 일찌감치 친환경적이고 교통약자를 비롯한 이용자 중심의 트램을 교통수단으로 도입하여 도시재생활과 및 궤도교통중심의 대중교통체계 확립에 가시적 성과를 거두고 있는 것으로 알려졌다. 우리나라에서도 수도권 지자체 및 광역단체를 중심으로 고가 경전철을 대신하여 건설비가 저렴하고 평면·저상 환승이 가능한 트램의 도입을 적극적으로 고려하고 있는 실정이다. 하지만 새로운 교통수단의 도입은 반드시 교통사고와 같은 비상상황을 수반하기 마련이며, 국내에 처음 도입 예정인 트램 교통시스템의 운영시 발생할 수 있는 다양한 비상상황에 효과적으로 대응하기 위한 비상대응계획 수립은 필수적이라 할 수 있다. 비상대응계획의 수립은 비상상황시 트램 운영자를 비롯한 이해당사자들의 적절하고 신속한 대처로 사고의 진전을 최소화하고 국민의 사고피해를 방지하는 것을 최우선 목표로 삼고있다. 이에 따라 본 연구에서는 트램의 국내 도입에 앞서 트램 비상대응체계 수립을 위해 선행연구인 『트램 교통사고 비상대응절차 수립을 위한 사고특성 분석연구』와 더불어 『국내·외 대중교통 비상대응체계 구축현황 및 분석에 관한 연구』의 결과를 바탕으로 트램의 운영상황을 고려하여 트램 사고분류체계를 정립하고 이에 따른 트램 비상대응 매뉴얼(비상대응체계 및 급보체계, 사고 분류체계에 따른 책임 및 역할, 비상대응절차 흐름도)을 개발하였다.

본 연구에서 제시한 트램 비상대응체계는 트램 도입 이전 관련 규정이나 제도가 전무한 국내 환경에서 트램교통수단을 위한 비상대응계획 수립의 방향을 제시한 의미있는 연구라 사료된다. 다만, 트램이 국내에 도입되기 이전 상황이라 현황자료가 전무하고, 해외 선진국들과는 교통환경이 다른 국내 교통환경의 다양한 변수를 고려하여 비상대응체계를 제시하였기 때문에 향후에는 본 연구를 바탕으로 국내 트램 운영환경에서 발생할 수 있는 실제 상황들을 반영하여 비상대응 계획을 수립하여야 할 것으로 판단된다. 본 연구결과를 토대로 향후 트램 사고발생에 따른 비상대응체계에 관한 제도 및 규정이 구축된다면 트램이 보다 안전하고 신뢰를 줄 수 있는 새로운 교통수단으로서 가치를 인정받을 수 있을 것이라 기대된다.

## 후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(14RTRP-B067379-01)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] J.H. Baek, J.S. Lee, D.J. Yeum, J.H. Park, et al. (2015) A study on the accident characterization for emergency response procedures of tram accidents, *Spring symposium of the Korean Society for Railway*, Mokpo Korea, pp. 4-6.
- [2] Sydney Tramway Museum (2013) Emergency management procedures, Sydney Tramway Museum, STM6034.
- [3] Queensland Bus Industry Council Inc. Generic incident management plan(a guide for QBIC members), Queensland Bus Industry Council Inc., IMP.
- [4] Sun Link (2012) Operating and maintenance plan, Sun Link, Tucson urban corridor modern streetcar project.
- [5] American Bus Association and the United Motor-coach Association (2005) Security and emergency preparedness plan template, Department of Homeland Security.