

# 시뮬레이션을 이용한 트램 운용 프로파일에 대한 RAMS 목표의 적정성 평가

## A Study on the adequacy of RAMS Objectives for Tram Operation Profile using Simulation

유재윤\*, 김희욱\*, 이성종\*\*, 김종운\*†

Jae Yoon Yoo\*, Hee Wook Kim\*, Seong Jong Lee\*, Jong Woon Kim\* †

**초 록** 철도 운용 정책에 대한 적정성 평가는 다양하게 수행될 수 있으며, 이는 새로운 노선 또는 시스템을 운용하기 전 필수적인 단계이다. 본 논문에서는 국내에 도입 예정인 무가선 트램의 운용 프로파일에 대한 RAMS 측면에서의 적정성을 평가하였다. 트램 도입을 계획 중인 지방자치단체의 운용 프로파일 자료를 수집하고 이에 대한 대표 프로파일을 선정하였으며, 유사장치의 예방정비 정보를 기준으로 철도 전용 RAMS 시뮬레이션 소프트웨어인 NemoSim<sup>4R</sup>을 이용해 시뮬레이션을 수행하였다. 이 때 예방정비의 평활화와 운용 편성 수에 대한 민감도 분석을 실시하였다.

**주요어** : 트램, 운용 프로파일, RAMS, IEC TR 62278-3, 시뮬레이션, NemoSim<sup>4R</sup>

### 1. 서 론

트램을 도입하는 각 지방자치단체의 운용 프로파일이 RAMS 측면에서 적정한지를 평가할 필요가 있다. 규격 IEC 62278-3(2010)의 RAMS 요구사항에 명시되어 있는 프로파일 항목들을 기준으로 국내 운용 계획 자료를 수집하였다[1]. 그리고 이에 대해 철도 전용 RAMS 시뮬레이션 소프트웨어인 NemoSim<sup>4R</sup>을 이용해 민감도 분석을 수행하여 적정성을 평가하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 운용 프로파일 항목

IEC TR 62278-3의 운용 프로파일 항목 중 일부는 Table 1과 같다. 이는 차량에 대해 정확하게 이해하고 RAMS 성능에 영향을 미치는 모든 요소들을 확인하기 위함이다.

**Table 1** Items of operation profiles

항목	세부 항목
임무 프로파일	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 경로</li> <li>▪ 상업 속도</li> <li>▪ 연장</li> <li>▪ 정거장 수</li> <li>▪ 역간 거리</li> <li>▪ 연간 운용 시간 및 거리</li> </ul>
경로 프로파일	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 터널/고가교 수</li> <li>▪ 누적 터널 거리</li> </ul>
운용 조건	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 평균 속도</li> <li>▪ 최고 속도</li> </ul>
유지보수 조건	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 유지보수 계획</li> <li>▪ 유지보수를 위한 구역의 위치</li> </ul>

#### 2.2 대표 운용/유지보수 프로파일 정의

##### 2.2.1 운용 프로파일 정의

실제 운용 계획을 가진 17개 노선에 대해 운용 프로파일의 항목에 해당하는 자료를 조사하여 평균 노선을 Table 2와 같이 선정하였다.

**Table 2** Operation profiles of representative line

프로파일	대표값	프로파일	대표값
연장(km)	13.19	첨두시 수요(명)	1,810
정거장 수(개)	14.59	최소 소요 편성 수(대)	11.2
역간 거리(km)	0.97	예비편성	1.5

† 교신저자: 네모시스 주식회사  
(jwkim@nemosys.kr)

\* 네모시스 주식회사

\*\* GMTECH

프로파일	대표값	프로파일	대표값
		수(대)	
왕복 운전시분(분)	67.67	일 운행 횟수(회)	172
운행속도 (km/h)	24.47	연간 열차 운행거리(km)	1,618,786
첨두시격(분)	6.63	연간 열차 운행시간(시간)	66,162

### 2.2.2 유지보수 프로파일 정의

유사 시스템을 운영하는 OO의 철도차량 유지관리 규정을 기준으로 정기검사에 대한 예방정비 수행 내용을 Table 3과 같이 정의하였다.

**Table 3 Maintenance profiles**

검사 항목(주기)	내용
7 일 검사	경정비 담당, 주요부품에 대한 작동상태 및 기능 점검
3 개월 검사	경정비 담당, 주요부품에 대한 작동상태 및 기능 점검, 국부적인 분해 검사
3 년 검사	중정비 담당, 주요부품 분해검사 및 시험
6 년 검사	중정비 담당, 영구 결합부분을 제외한 부품 분해검사 및 시험

## 2.3 시뮬레이션 수행

### 2.3.1 Case 1. 예방정비 시점 평활화

예방정비 시점의 평활화를 통해 트램이 서비스 운행에 투입되는 시간의 변화를 확인하였다. 13편성에 대해 예방정비 일정을 그룹의 수에 따라 3가지 유형으로 구분하여 트램의 가용도와 정시율에 대한 시뮬레이션 결과를 Table 4와 같이 비교하였다. 그룹의 수가 늘어남에 따라 가용도는 일정하고 정시율은 증가하였다. 이는 예방정비를 통한 정비시간을 일정하고, 평활화를 통해 트램의 비가동시간을 최소화할 수 있으므로 정시율은 증가한다고 할 수 있다.

**Table 4 Simulation result of case 1**

구분	그룹 수	가용도(%)	정시율(%)
유형 1	1	81.23	93.92
유형 2	2	81.23	94.11
유형 3	4	81.24	94.39

### 2.3.2 Case 2. 편성 수 변화

트램의 총 편성 수를 변화해가며 가용도와 정시율에 대한 시뮬레이션 결과를 Table 5와 같이 비교하였다. 총 편성 수가 증가할수록 가용도는 감소하였고 정시율은 증가하였다. 이는 총 편성 수의 증가로 인해 예방정비 수행 시간이 증가하여 가용도는 감소하였다고 볼 수 있다. 또한 정시율은 증가하다가 일정하게 수렴함을 확인할 수 있는데 이를 통해 추가 편성이 불필요한 시점을 확인할 수 있다.

**Table 5 Simulation result of case 2**

편성 수	가용도(%)	정시율(%)
13	81.23	93.92
14	81.09	95.53
15	81.04	96.74
16	80.01	97.61
17	80.90	98.20
18	80.82	98.60
19	80.70	98.71
20	80.62	98.73

## 3. 결 론

본 연구에서는 트램의 대표 노선에 대한 운영 프로파일을 조사하고 이에 따른 RAMS 측면에서의 적정성을 평가하였다. 두 가지의 예제 실험을 통해 예방정비 시점의 평활화를 통한 정시율 증가와 편성 수의 변화를 통한 적정 RAMS 목표값에 따른 적정 편성 수를 산출하였다.

## 후 기

본 논문은 국토교통부 철도기술연구사업 “무가선 저상 트램 실증 사업” 연구단 3세부 “국내 표준 운영 및 유지보수 모델 개발” 과제에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] IEC 62278-3(2010) (Railway applications – Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety – Part 3: Guide to the application of IEC 62278 for rolling stock RAM)