

지능형 사물인터넷 기반의 레일변위 관리시스템 적용성 평가

Application on Rail Displacement Monitoring System based on AIoT

유찬호*[†], 박준경*, 김원일*

Chanho Yoo*[†], Jun-Kyung Park*, Won-il Kim*

초록 혹서기의 폭염은 레일의 변형을 유발하는 좌굴현상을 발생시키는 위험요인이며, 이는 열차 운행속도에 큰 영향을 주기 때문에 유지관리 항목 중 중요한 요인으로 관리되고 있다. 본 연구에서는 레일온도 증가로 인한 좌굴현상을 방지하기 위해서 대기온도, 레일온도 및 레일변위를 관리 항목으로 설정하는 레일변위 관리시스템의 적용성을 확인하였다. 실규모 현장에서 대기온도와 레일온도를 측정하여 레일변위와의 상관성을 분석하였고, 레일 좌굴현상을 방지하기 위한 자동살수 장치와 통합된 지능형 사물인터넷 시스템의 적용성과 의사결정 지원을 위한 인공지능 모델의 적용성을 확인하였다.

주요어 : 레일변위, 살수, 온도, 인공지능, 지능형 사물인터넷

1. 서론

혹서기의 폭염은 레일의 온도를 상승시키고 이는 레일 좌굴을 유발하여 열차 운행의 지연을 유발할 수 있는 요인으로 보고되어 왔다. 한국철도공사 및 서울교통공사 등 열차의 운행 관리기관에서는 레일 온도 상승에 의한 레일 좌굴을 예방하기 위해 살수장치를 설치하고 레일 온도를 관리자가 직접 측정하여 살수장치를 가동시킴으로써 열차의 운행 지연을 예방하고 있다. 그러나 이러한 관리 방법은 사람이 직접 온도를 측정하고 살수장치를 가동시킴으로써 위험에 노출되는 등 열차사고의 위험성을 내포하고 있다.

본 연구에서는 레일 온도와 레일 변위를 측정하고 살수장치를 제어할 수 있는 지능형 레일변위 관리시스템의 적용성을 확인하기 위하여 실제 열차가 운행하고 있는 지상철 구간에서 실증하였다.

2. 본론

2.1 지능형 사물인터넷 레일변위 관리시스템

2.1.1 시스템의 구성

지능형 사물인터넷(AIoT) 센서노드와 제어노드로 구성되는 네트워크 시스템으로 구성하였다. 센서노드는 레일온도가 증가함에 따라 레일 좌굴이 발생하는 메커니즘을 고려해 온도센서와 변위센서를 이용하였고, 제어노드는 살수장치의 작동을 자동으로 제어할 수 있도록 시스템을 고안하였다. 센서노드와 제어노드를 통합 제어할 수 있는 게이트웨이에는 대기온도 측정센서를 연결함으로써 향후 대기온도와 레일온도의 상관관계를 분석할 수 있도록 시스템을 구성하였다.

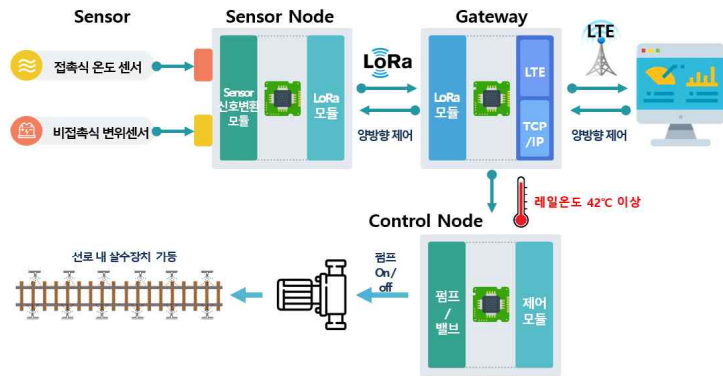
본 연구에서 실증을 통해 검증한 레일변위 관리시스템은 Fig.1에 나타내었다.

2.1.2 실증현장 구축

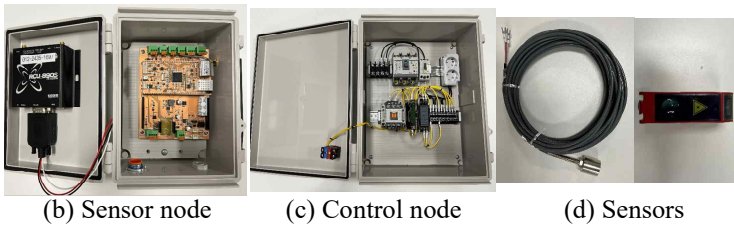
레일변위 관리시스템의 적용성 확인을 위하여 서울시 내 지상철 구간 4개소에 실증현장을 구축하였고, AIoT 시스템의 센서노드와 제어노드는 LoRa 방식의 무선통신 시스템을 구축

[†] 교신저자: 대림대학교 건설환경공학과
(2019049@daelim.ac.kr)

* 대림대학교 건설환경공학과



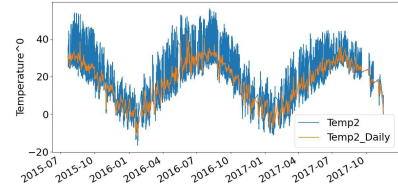
(a) AIoT Rail displacement monitoring system concept



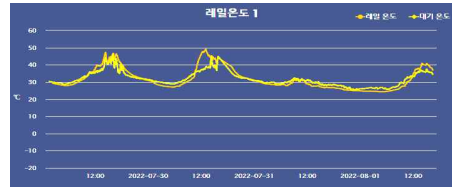
(b) Sensor node

(c) Control node

(d) Sensors



(a) Past temperature data



(b) Measurement result on rail temperature



(c) Measurement result on rail displacement

Fig. 1 AIoT Rail displacement monitoring system concept and devices **Fig. 2** Results of application on AIoT system

하고 실시간 시스템의 관리 및 제어가 필요한 게이트웨이는 LTE 방식의 통신을 적용하였다.

2.2 적용성 평가

레일변위 관리시스템의 적용성 평가는 실제 현장에서의 작동성과 과거 측정된 대기온도 및 레일온도의 경향성을 분석해 실증으로 구축한 데이터와의 유사성을 확인하였다.

Fig 2의 (a)에 나타난 바와 같이 과거 현장에서 직접 측정된 대기온도와 레일의 온도는 계절적특성을 잘 나타내는 것으로 확인되었으며, (b)의 본 연구를 통해 실증한 시스템에서 측정된 레일온도 및 대기온도 역시 유사성을 보이는 것으로 확인되었다.

시스템 적용성은 현장내에서 통신성과 제어성을 종합적으로 확인하였으며 실증 현장에서 설치한 온도센서 및 변위측정 센서 모두 우수한 작동성을 보이는 것으로 확인되었다(Fig. 2의 (c) 참조).

실증현장을 통해 확인한 레일변위 관리시스템은 작동성 측면에서는 우수한 적용성을 확인하였으나, 데이터의 품질 측면으로는 실증후 장기간의 검증을 통해 확인할 필요가 있음을 확인하였다.

3. 결론

본 연구를 통해 확인된 주요 내용을 요약, 정리하면 다음과 같다.

(1) 레일온도와 레일변위를 측정하기 위한 지능형 레일변위 관리시스템은 실제 운행조건에서도 우수한 작동성을 보이는 것으로 확인되었다.

(2) 실시간 측정결과 레일온도, 대기온도 및 레일변위는 무선통신 조건에서도 효과적으로 측정되고 있는 것으로 확인되었고, 과거 데이터와의 유사성도 확인되었다. 그러나 신뢰성 분석을 위해서 장기간의 검증이 필요할 것으로 판단된다.

후기

본 연구 수행에 많은 도움을 주신 서울교통공사 임, 직원 여러분에게 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 유찬호 (2022) 재난·재해 예방 센서·ICT 기술 Safe Signal, 대한토목학회지, 70(9), pp. 120-125.