

강릉선 온도계측에 따른 장대터널 동결범위 예측

Prediction of Long Tunnel Freezing Distance according to Temperature Measurement in Gangneung Line

Measurement in Gangneung Line

이세희*, 조국환*†, 김용완**, 박종원**, 백진호**

Sehee Lee*, Kook-Hwan Cho*†, Yong-Wan Kim**, Jong-Won Park**, Jin-Ho Baek**

초 록 국내 동절기 기후 특성상 동결융해 작용으로 인해 구조물 및 지반에 내제되었던 물의 상변화로 최대부피 약 9% 팽창과 용해를 반복하게 되어 구조물 및 지반의 강성을 저하시키게 된다. 이와 같은 동절기 피해현상은 국내 강원 및 경기도 북부 지역에서 주로 발생하며, 해당지역의 일반 및 고속선 등 철도시설물 운영의 저해로 인해 열차속도 저감 및 궤도 유지보수 등의 비용이 상당히 소요되고 있다. 따라서 본 연구에서는 강릉선 철도시설물 내 동절기 피해가 발생한 00터널을 대상으로 터널 입구에서 중심지점까지 계측하였으며, 외기온도에 따른 터널 내부온도 변화 및 동결범위를 검토하였다.

주요어 : 터널, 외기온도, 동결범위, 내부온도, 강릉선

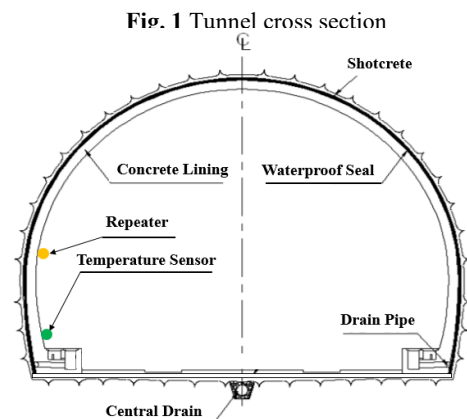
1. 서 론

국내 기후 특성상 동절기 기후시 강원지역과 경기 북부지역에 위치한 터널의 동결피해가 주로 발생하였으며 이에 유지보수 비용 또한 상당히 소요되고 있다. 터널의 경우 구조 특성상 타 인프라에 비해 외기온도로부터 동결영향을 받는 범위가 입출구에서부터 한정됨에 따라 외기온도조건별 터널유동경향을 파악한다면 동절기 피해저감을 위한 효과적인 설계가 가능하다. 특히 장대터널의 경우 유동장이 길어질수록 외기온도에 따른 열전달 한계가 발생함으로써 터널 중심에서 내부온도와 터널 표면온도는 거의 일치하게 된다. 본 연구에서는 장대터널을 대상으로 온도계측을 수행하였으며, 외기온도에 따른 터널 내부온도 변화 및 동결범위를 검토하였다.

2. 현장계측 및 동결깊이 검토

2.1 현장계측 개요

강릉선 철도시설물 내 동절기 피해가 발생한 00터널을 대상으로 외기온도에 따른 터널 내부온도 경향을 검토하기 위하여 Fig. 1과 같이 온도계측기를 터널 측벽부에 설치하였다. 해당 터널의 연장은 8.263km로 터널 입구부터 중심지점인 3.270km까지 센서 및 데이터로거를 Fig. 2와 같이 구축하였으며, '19.02월부터 약 1년간 터널 지점별 온도를 계측하였다.



† 교신저자: 서울과학기술대학교 철도전문대학 철도건설공학과(khcho@seoultech.ac.kr)

* 서울과학기술대학교 철도전문대학 철도건설공학과

** 국가철도공단 인재개발연구원 기술연구처

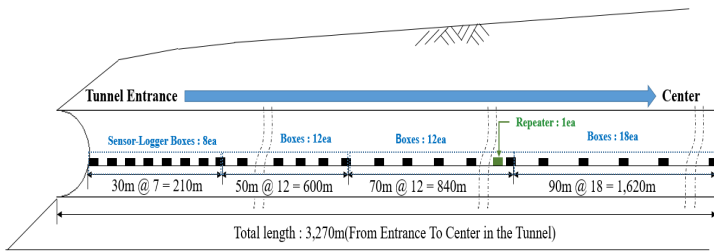


Fig. 2 Tunnel longitudinal section

2.2 터널 내부온도 경향

강원권 지역의 경우 최저기온이 -12.0°C 까지 저하되었으며, Fig. 3과 같이 외기온도로 인해 터널 입구에서 중심부에 가까워질수록 내부온도는 비선형으로 점차 상승하는 그래프를 나타내었다. 영하온도 범위의 경우 외기온도가 낮아질수록 증가하였으며, 터널 입구에서 최소 570m ~ 최대 1,480m까지 터널 내부온도가 0°C 이하로 저하되는 경향으로 나타났다.

2.3 외기온도별 동결깊이 검토

터널 동결관련 한국도로공사 도로교통연구원 (2013)자료에 따르면 일평균 기온이 약 -7.0°C 이하로 2 ~ 3일간 지속될 경우 배수관이 동결되는 현상이 관찰되었다[2]. 따라서 외기온도 -7.0°C 이하에서는 터널 라이닝 배면의 지하수 동결이 시작된다는 전제하에 외기온도별 터널 내부온도를 검토한 결과, 동결깊이는 -8.5°C 일 때 입구에서부터 20m까지 피해가 우려된다. 또한 외기온도가 낮아질수록 피해범위는 증가하였으며 -12.0°C 일때는 최대 270m까지 배수구 동결발생 우려가 있는 것으로 판단된다. 강원권 도로터널의 경우 200 ~ 300m까지 동결피해가 발생함에 따라 철도 터널 또한 유사한 조건하에 피해가 예상된다.

3. 결론

본 연구에서는 강릉선 철도시설물 내 동절기 피해가 발생한 00터널을 대상으로 터널 입구에서 중심지점까지 계측하였으며, 외기온도에 따른 터널 내부온도 변화 및 동결깊이를 검토하였다. 그 결과 외기온도로 인해 터널 입구에서 중심부에 가까워질수록 내부온도는 비선형으로 점차 상승

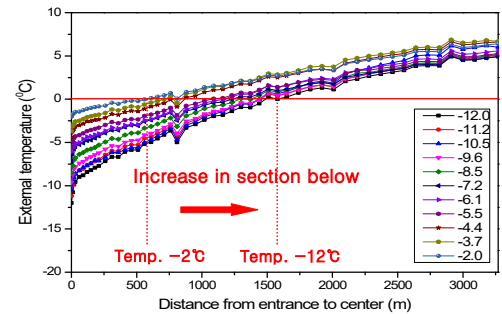


Fig. 3 Internal temperature distribution in the tunnel

하는 그래프를 나타내었다.

동결범위의 경우 외기온도 -7.0°C 이하에서는 터널 라이닝 배면의 지하수 동결이 시작된다는 전제하에 외기온도별 터널 내부온도를 검토한 결과, 외기온도가 -8.5°C 일 때 터널 입구에서부터 20m 깊이까지 배수구 동결이 우려되며, 최저 -12.0°C 일 때는 최대 270m까지 배수구 동결발생 우려가 있는 것으로 판단된다. 강원권 도로터널 또한 200 ~ 300m 범위 내 배수구 동결현상이 발생함에 따라 피해우려구간에 대한 동결범위대책 등이 필요할 것으로 요구된다.

후 기

본 연구는 한국철도시설공단의 연구비지원 (북한철도 연결을 위한 노반 건설기준 제개정 연구 용역)으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] Yunus A. Cengel (2008), *Introduction to Thermodynamics & Heat Transfer*, Interscience, Korea, pp. 146-197 .
 [2] Korea Highway Corporation Researcher(2013), A Study on the antifreeze of concrete lining according to the temperature drop in the tunnel.