

남북철도 연결을 위한 철도노반 동상방지층 검토

Review of Anti-frost layer for roadbed for connecting North and South Korean Railway

오테환*, 노병국**, 양인동**, 백진호**, 안승우*

Tae Hwan Oh*, Byoung Kck Roh**, In Dong Yang**, Jin Ho Baek**, Seung Woo Ahn*

초 록 대한민국 국정과제로 수행중인 한반도 신경제지도구상(국정과제 90)과 신북방정책(국정과제 98)으로 인하여 남북 간 철도 연결 및 현대화 사업에 관한 사회적 관심이 증대되고 있다. 북한은 남한에 비하여 산악지형이 많으며 동절기 기후의 경우 남한은 영하 10~25℃로 관측되고 북한의 경우 영하 25~40℃로 관측되어 큰 기온 차이를 보이고 있다. 동절기 기간 동안 기온이 영하로 내려가는 지속일수가 길어지게 되면 철도노반의 동상피해를 초래 할 수 있으므로 북한지역의 동상방지층에 대한 추가검토가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 북한지역의 최신기후자료 반영을 통한 추후소별 동결지수 산정과 국내 철도설계기준의 북한지역 적용방안을 검토하고자 한다.

주요어 : 남북철도, 동결지수, 동상방지층, 철도설계기준

1. 서론

최근 남북 간 철도 연결 및 현대화 사업에 관하여 사회적 관심이 증대되고 있으며, 남북철도 연계 시 물류망 형성에 따른 경쟁력이 강화될 것으로 예상된다.

북한지역 철도건설 시 북한의 환경조건을 반영한 관련기준의 적립이 우선적으로 진행되어야 한다. 그러나 현재 우리나라 철도노반 설계에 적용중인 ‘철도설계기준 및 편람’은 북한처럼 영하 40℃까지 관측되는 극한지역의 동상방지에 대한 구체적인 설계방안이 제시되어 있지 않다.[1]

이에 본 연구에서는 동상방지층 설계조건인 주요 인자인 동결지수와 동결지수선도를 최신 기상자료를 반영하여 재 산정 하였으며, 이를 활용하여 동결심도와 동상방지층에 대한 국내 철도노반 설계기준의 북한지역 적용성을 검토하였다.

2. 본론

2.1 국내 철도설계기준 분석

철도노반 설계기준은 도로 동상방지층 설계지침(국토해양부, 2012)에서 발표한 20년간의 기상자료를 바탕으로 제시된 동결지수 값을 사용하고 있다. 철도의 동상방지층 역할을 수행하는 강화노반 두께 기준은 Table 1과 같이 열차속도에 따라 산정하였고 동상방지 목적으로 지역별 동결심도를 고려하여 설계에 반영하도록 철도설계지침 및 편람에 수록되었다. 하지만 동상방지층에 대한 세부적인 기준작성이 필요한 실정이다.

‘국내 포장도로의 동결상태 조사 및 유지관리(2016)’에서는 1981~2016년도의 기상자료를 활용하여 30년, 20년, 10년 동결지수 변화추이를 연구하였다. 해당 연구결과 동결지수가 2005년까지 줄어드는 모습을 보이다가 최근 10년간 상승하는 모습을 보이고 있다. 이는 지구 온난화의 영향으로 동결지수의 변화도 주요하지만 이상기온으로 인한 갑작스러운 겨울철 추위도 동결지수 산정에 영향을 주는 것을 볼 수 있다.[2]

이에 따라 본 연구에서는 이상기온으로 인

* (주)케이알티씨

** 한국철도시설공단

한 동결지수의 변동폭에 안정성과 철도의 유지 보수 특수성을 고려하여 최근 30년 기상자료를 바탕으로 북한지역 동결지수를 산정하였다.

Table 1 강화노반 설계기준(KR-CODE)

궤도조건	자갈·콘크리트 궤도		
	200km 이하	300km 이하	400km 이하
평지/암반	200mm	300mm	400mm

1.2 북한지역 동결지수 산정

동결지수산정은 미공병단 TM 5-818-2 Air Force AFM 88-6 Chap.4에서 제시한 절차에 의해 누가 온도·일 곡선그래프를 통하여 산정하였다.

동결지수는 기상청에서 제공하는 북한지역 26개 측우소의 기상자료로 1989 ~ 2019년(30년)의 일평균기온자료를 바탕으로 가장 추운 3개년을 선정하여 측후소별 동결지수를 산정하였으며, fig 1.과 같이 한반도 동결지수선도를 작성하였다.

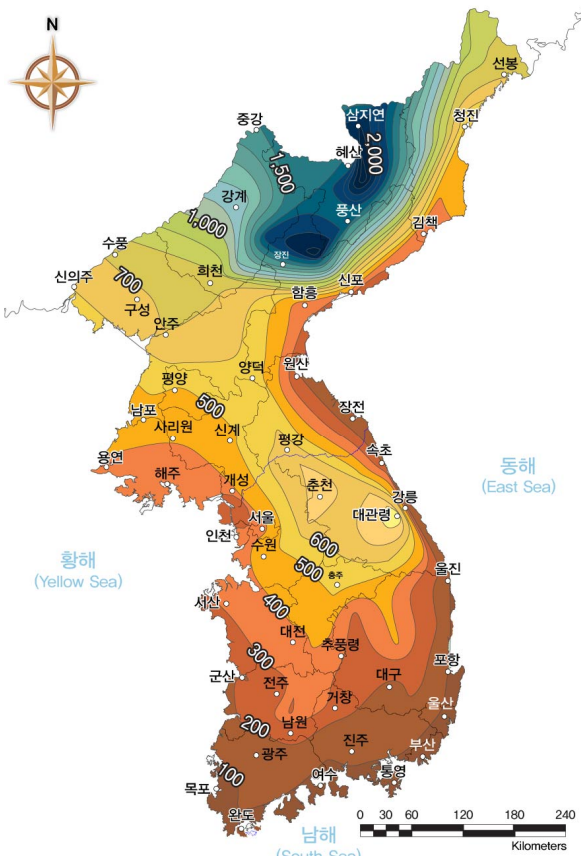


Fig. 1 최근30년간 기상자료를 반영한 동결지수선도

1.3 북한지역 동결심도 산정

최대 동결심도 산정식은 철도설계기준 및 편람에 제시된 식 $Z=C\sqrt{F}$ 와 보정상수 (Table 2)로 산정하였다.

북한지역 동결심도 산정결과 Table 3과 같이 해안 및 내륙지역은 400~1,500mm, 산악지역의 경우 1,500~2,500mm으로 산출되었으며, 해당 값은 현재 국내 철도설계 기준에서 적용중인 강화노반(동상방지층) 두께를 크게 상회하는 것을 확인하였다.

Table 2 동결지수별 보정상수

동결지수 (°C·일)	100 미만	100 ~ 200	200 ~ 300	300 ~ 400	400 ~ 500	500 ~ 600	600 이상
보정상수 (C)	27.3	30.2	35.6	42.1	48.1	53.0	59.1

Table 3 북한지역 측후소 별 동결심도

동결심도(mm)	지명 (측후소 위치)
400 미만	장전 (관동지역)
400~1,000	용연 외 6 개소 (북부 해안지역)
1,000~15,000	신의주 외 6 개소 (관서 내륙지역)
1,500~2,000	선봉 외 5 개소 (관서, 관북 산악지역)
2,000 이상	삼지연 외 4 개소 (관북 산악지역)

3. 결론

북한 한냉지역의 동결심도를 고려한 동상방지층 두께, 노상토 세립분(0.08mm) 함유량, 배수체계 등 철도설계기준 제·개정이 필요하며, 북한기후와 유사한 춘천~속초, 강릉~제진 철도건설 사업 시 개정된 동상방지층 설계기준 적용검토가 필요하다.

후 기

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

참고문헌

- [1] 김문수(2016) 북한지역 기후조건에 따른 철도노반 동상방지에 관한 연구
- [2] 한국건설기술연구원(2016) 국내 포장국도의 동결상태 조사 및 유지관리