

철도운행선 횡단 굴착공사가 도상침하에 미치는 영향에 관한 연구

A Study on the Effects of Track Subsidence in the Excavation under Railway

백영제*†, 양훈혁*, 정규경*, 김만철**, 조국환***, 박용걸***

Young-je Paek*†, Hun-Hyuk Yang*, Kyu-Kyung Jeong

Man-Cheol Kim**, Kook-Hwan Cho***, Yong-Gul Park***

Abstract If you proceed with the excavation at various crossing lines or operate a railway line runs adjacent section subsidence, and affects driving safety and ride comfort of a structure displacement on the track by track irregularity has occurred train. In this study, drilling while observing by installing a contact sensor in construction zones directly above gravel ballast intended for sidewalk installation work across the bottom of Seoul Metropolitan Rapid Transit Line 8 ground segment lines in a non-excavation drilling technique (UPRS) for about 8 months step-by-step the settlements were the cause of the subsidence measured by.

Keywords : railway line, excavation, gravel ballast, subsidence

초 록 철도 운행선로를 횡단하거나 운행선 인접구간에서 각종 굴착공사를 진행할 경우 지반침하, 구조물 변형 등 선로에 변위가 생기며 궤도틀림이 발생하여 열차의 운행안전 및 승차감에 영향을 주게 된다. 이에 본 연구에서는 서울도시철도 8 호선 지상구간 선로하부를 비개착굴착공법(UPRS)으로 횡단하는 보도설치공사를 대상으로 공사 구간 직상부 자갈도상에 접촉 센서를 설치하여 약 8 개월 동안 주기적으로 관찰하면서 굴착단계별로 침하량을 측정하여 침하의 원인을 분석하였다.

주요어 : 운행선, 굴착, 자갈도상, 침하

1. 서 론

철도 운행선로를 횡단하거나 운행선 인접에서 각종 굴착공사를 진행할 경우 지반침하, 구조물 변형 등 여러 가지 원인에 의해 선로에 변위가 생기며 궤도틀림이 발생하여 열차의 안전운행 및 승차감에 영향을 주게 된다. 이에 본 연구는 서울도시철도 8호선 지상구간 선로하부 지하보도 설치공사를 대상으로 공사구간 직상부 자갈도상에 접촉식 센서를 설치하여 실시간 계측을 통해 굴착단계별로 변위를 측정하여 굴착공사가 도상침하에 미치는 영향을 분석하였다.

*† 교신저자: 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도건설공학과 석사과정(pyj@smr.t.co.kr)

* 동양대학교 일반대학원 철도토목학과 석사과정

* 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도안전공학과 박사과정

** 한국철도기술연구원 책임연구원

*** 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도건설공학과 교수

*** 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도건설공학과 교수

2. 본 론

2.1 UPRS공법(Upgraded Pipe Roof Structure) 개요

서울도시철도 8호선 선로에 사용된 굴착공법은 비개착 굴착공법인 UPRS공법으로 소형강관을 다발로 중첩되게 제작하여 지반으로 압입 후 강관 내부를 굴착하여 철근콘크리트로 강관 내부를 보강, 강관다발구조체를 형성하고 가설 지보재 및 구조물을 설치하는 공법이다. Fig.1은 UPRS공법에 대한 모식도이다.



Fig. 1 UPRS Process Overview

본 연구는 8호선 모란역~모란기지간 인입선 및 출고선 자갈도상에서 모니터링을 수행하였으며, Fig.2는 현장 전경을 나타낸다



Fig.2 View site of line No.8

2.2 현장 측정

2.2.1 계측기 설치 현황

도상 변위를 측정하기 위하여 도상침하계 4개를 설치하여 약 8개월 동안 실시간 자동 계측을 실시하였다. 계측현황은 Table.1과 같고 Fig.3은 계측기 설치 그림이다.

Table. 1 present condition of measurement

명 칭	설치목적	수량	측정빈도	측정범위
도상침하계	도상 수직 침하 측정	4개소	1회/주	0.001mm



Fig.3 View of measurement

2.2.2 관리 기준

현장계측 관리기준은 서울지하철 9호선 시공계측관리 표준 시방서에 정한 기준치로서 Table. 3과 같다.

Table. 3 management standard of design

계측기	1차관리기준(안전)	2차관리기준(주의)	3차관리기준(위험)
도상침하계(자동)	7.0mm	10.0mm	15.0mm

2.3 측정 결과 및 분석

2.3.1 굴착준비 단계

강관다발구조체 거치를 위한 발진기지과 도달기지, 가시설 말뚝을 시공하는 시기에는 도상 침하가 거의 발생하지 않은 것으로 측정되었다. 이는 노반에 수직으로 이루어지는 작업으로 자갈도상에 직접적인 영향이 없는 것으로 분석되었다.

2.3.2 굴착 단계

강관다발체를 유압으로 노반 속으로 압입 후 강관 속의 토사를 굴착하는 시기에는 도상 침하량이 1차 관리기준치에 근접하는 3~5mm로 측정되어 6회의 궤도보강공사를 실시하였다. 침하 원인은 강관과 지반의 마찰 저항에 의한 공극 발생 및 강관 추진시 노반 성토재(암 버력) 낙하에 의한 과굴착으로 분석되었다.

2.3.3 굴착완료 단계

강관다발체가 노반을 완전히 관통하는 시기에는 노반이 안정화되면서 도상침하가 기준치 이내로 수렴되는 것으로 측정되었다. 이는 도상침하 개소에 대하여 강관 다발체 주변 그라우팅 작업과 자갈도상 다지기 작업 등을 시행한 결과로 분석되었다.

3. 결론

본 연구는 운행선로 하부 횡단 굴착공사가 도상침하에 미치는 영향을 분석하고자 약 8개월 동안 실시간 자동계측을 통하여 도상침하량을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 8호선 건설당시 성토노반 시공이력 부재, 지하보도 설치공사 설계시 시추 위치 제약(운행선에서의 조사 한계)에 의한 지반정수 산정 오류가 있었다.

(2) 또한 강관 추진시 선단부에서 성토노반 재료인 암 버력(20~40cm)의 낙하로 인한 과굴착이 침하의 주요 원인이었다.

선로횡단 굴착공사는 도상침하에 직접 영향을 주어 열차운행 및 선로유지관리에 취약개소가 되는 것을 실험적으로 입증하였다. 향후 비개착 굴착공법의 과(선행)굴착에 대한 근본적인 대책이 마련되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Esveld(2002년), "Modern Railway Track", Netherland
- [2] 조국환(2016년), "암반공학", 서울과학기술대학교 철도전문대학원 건설공학과 교재
- [3] 박용걸(2015년), "철도시설물 계측 및 평가", 서울과학기술대학교 철도전문대학원 철도 건설공학과 교재
- [4] 사사범(2012년), "선로공학", pp.509-515, BG북갤러리
- [5] 한국지반공학회(2015.07.), "여수대로 확장공사로 인한 도시철도 8호선 시설물 및 열차 운행 안정성 확보를 위한 설계적정성 자문 및 연구보고서" pp.12-18
- [6] 제이경인연결고속도로(주)(2016.2.), "제2경인연결(안양~성남간) 고속도로 민간투자사업 지반조사보고서(여수대로확장공사)