

장항선 선로 법면에 건설된 철도보강노반의 장기 침하계측

Long-term Settlement Measurement of Reinforced Subgrade Constructed on Slope of Jang-Hang line Railway

김웅진*[†], 김대상*, 이동호** , 노병국***

Ungjin Kim * , Dae Sang Kim *[†], Dong Ho Lee ** , Byung Kuk Roh ***

Abstract The long-term measurements (9 months) was performed to evaluate the settlement of the reinforced subgrade constructed on the slope of Jang-Hang Line and interlocking settlements of the adjacent tracks. The reinforced subgrade with 11m wide was constructed on the railway slope which had been damaged by rain fall. The ground of the foundation of the rigid face wall was replaced with cement-mixed gravels to improve the bearing capacity and reduce settlements. The measurement points were 1 on the ground, 4 on the surface of the subgrade, 12 on the adjacent tracks. From the analysis of measurement data, the estimated final residual settlement was 10mm. It was found that the periods for settlements to converge were 1 month for the ground, 1.5 months for the surface.

Keywords : Reinforced subgrade, Settlement measurement, Railway slope, Interlocking settlement

초 록 장항선 법면에 시공된 철도보강노반의 시공 중 및 시공 후 침하와 근접 선로의 연동침하를 연구하기 위한 계측을 수행하였다. 강우로 유실된 철도 법면 사공간을 활용하여 폭 11m의 철도보강노반을 건설하였다. 시공 시에는 지지력 증가 및 침하 저감을 위해 강성벽체 기초부의 연약지반을 시멘트 처리된 자갈로 치환하여 시공하였다. 침하의 측정은 원지반 1개소, 지표 4개소, 인접한 기존 선로상에 12개소의 계측점을 설정하여 9개월 동안 측정하였다. 최종 침하량을 평가하고 잔류침하량을 10mm로 가정하였을 때 침하 수렴에 소요된 기간은 원지반 1개월, 지표침하 1.5개월로 평가되었다.

주요어 : 철도보강노반, 침하 계측, 철도 법면, 연동침하

1. 서 론

토공을 선 시공한 후 벽체를 후 시공하는 특징을 가지고 있는 철도보강노반은 토공에서의 잔류침하를 최소화 할 수 있다는 장점 뿐만 아니라, 높이의 35% 수준의 짧은 보강재를 사용하기 때문에 철도 법면을 활용하여 시공을 할 수 있다는 장점이 있다. 철도 법면에 철도보강노반을 시공할 경우 기존 법면의 굴착량을 최소화 하면서 추가 용지를 확보할 필요 없이 철도 선로 증가를 위한 노반을 건설할 수 있다. 본 연구에서는 장항선 철도 법면에 실물 철도보강노반을 시공하고 침하를 장기 계측하여, 노반의 침하와 그 시공에 따른 인접 기존선로의 연동침하를 연구하였다.

*[†] 교신저자: 한국철도기술연구원 고속철도 연구본부(ujkim@krri.re.kr)

** 한국철도시설공단 수도권본부

*** 한국철도시설공단 충청본부

2. 본 론

2.1 철도 법면을 활용한 철도보강노반 시공

2.1.1 시공 개요

장항선 주포역 인근 철도의 수해로 유실된 법면 구간에서 철도보강노반의 시공을 수행하였다. 높이 7m의 철도보강노반을 40m 시공하였으며, 수해복구와 더불어 노반 상부에 폭 11m의 추가 용지를 확보하였다.

2.1.2 철도보강노반의 설계 및 시공

설계는 한국철도기술연구원에서 개발한 DRSpwall 프로그램을 사용하였다. 대표단면을 Fig.1과 같이 선정하여 노반의 안정성을 검토한 결과 전도 안전율 1.924, 활동안전율 2.097, 원호활동안전율 1.525으로 기준 안전율 1.5이상을 만족하는 것으로 나타났다. 설계에 사용된 토질 정수 및 보강재의 물성은 Table 1과 같다. 단보강재의 길이는 높이의 40%를 적용하여 2.8m로 시공하였고, 지지력 및 원호활동 저항력 증가와 침하 저감을 위해 강성벽 기초의 하부는 시멘트 처리된 자갈로 원지반을 치환하여 시공하였다.

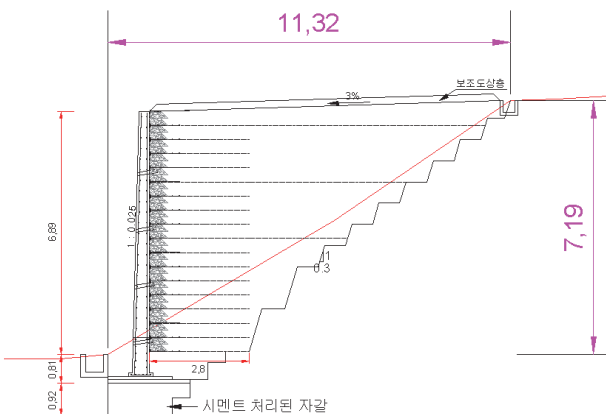


Fig. 1 Design section



Fig. 2 View after construction

Table 1 Material properties applied on design

Materials	Properties
Backfill	$\gamma=19\text{kN/m}^3$, $\phi=30^\circ$
Ground	$\gamma=18\text{kN/m}^3$, $\phi=29^\circ$, $c=15\text{kN/m}^2$
Geogrid	Design Strength $T_k=60\text{kN/m}$

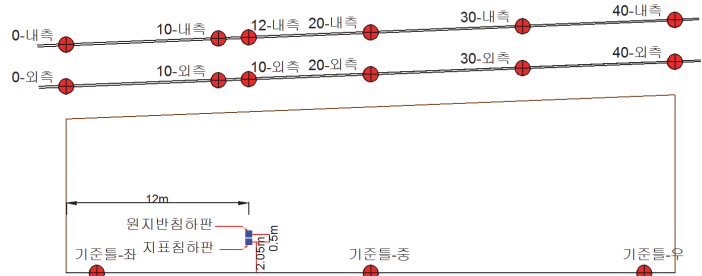


Fig. 3 Measurement Points

2.2 장기 침하 계측

2.2.1 침하 계측 개요

성토시공 완료 후 노반의 침하와 인접 기존 선로의 연동침하를 계측하기 위해 장기 침하계측을 수행하였다. 노반 외부에 기준점을 두고 수준측량을 활용하여 침하를 계측하였으며, 2013년 11월부터 2014년 8월까지 9개월간 계측을 수행하였다. 측정위치는 원지반 1개소, 지표 4개소, 인접 기존 선로상 12개소를 측정하였다. Fig.3은 침하 측정위치를 나타낸 그림이다.

2.2.1 침하 계측 결과

Fig.4는 원지반 침하판과 지표 침하판의 침하를 비교한 그래프이다. 원지반의 침하는 28.7mm, 지표의 침하는 43.1mm로 지표의 침하량이 14.4mm 더 큰 값이 계측되었다. 벽체 시공 후에는 시공 전에 비해 원지반 7mm, 지표 15mm의 침하가 더 발생하였다. 벽체시공전의 침하를 기준으로 최종 침하와 잔류 침하를 쌍곡선법과 아사오카법으로 추정한 값은 Table 2와 같다. 잔류침하를 10mm로 가정하였을 때 원지반과 지표의 침하 수렴에 소요된 기간은 Fig.4와 Table 2로부터 각각 1개월, 1.5개월로 평가되었다.

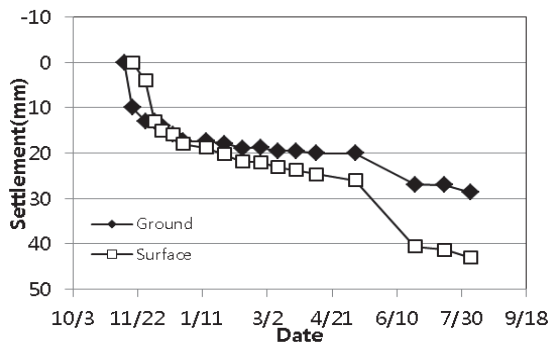


Fig. 4 Settlements of ground and surface

Table 2 Estimation of total settlement and

Contents		Ground	Surface
Estimated residual settlement(mm)	Hyperbolic	22.03	27.26
	Asaoka	19.75	25.41
Settlements(mm)		19.54	23.73

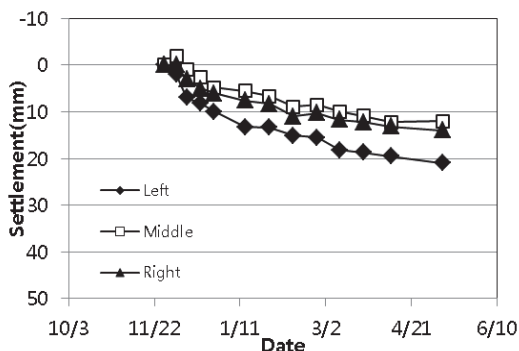


Fig. 5 Settlements of reference frame

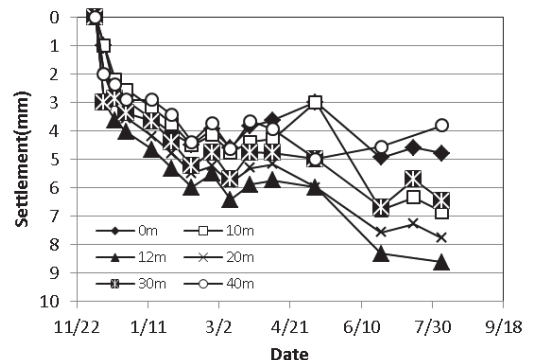


Fig. 6 Settlements of adjacent tracks

Fig.5는 성토체 전면의 기준틀에서 계측된 침하를 나타낸 그래프로 좌측, 중앙, 우측의 침하는 각각 21.0mm, 12.0mm, 14.0mm로 계측되었다. 이는 지표 침하의 49%, 28%, 33%에 해당하는 값으로 벽체 기초하부의 지반이 시멘트 처리된 자갈로 치환되었고, 배수층의 재료가 자갈로 시공되었기 때문에 지표 침하판의 침하보다 낮은 침하를 보인 것으로 판단된다.

Fig.6은 인접선로의 외측(시공된 노반에서 가까운 측)의 침하계측 결과이다. 좌측에서 12m 지점에서 8.6mm로 가장 큰 침하량을 보였다. 국내에서 적용되는 허용 잔류침하 기준인 자갈레도 100mm, 콘크리트 레도 30mm에 비해 매우 작은 값을 보여 시공 이후에도 인접한 기존선로는 안정한 것으로 평가되었다.

3. 결론

장항선의 철도 법면을 활용하여 철도 법면을 시공하고 9개월간 침하를 계측하고 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다

- (1) 원지반의 침하는 28.7mm, 지표의 침하는 43.1mm로 나타났다. 최종침하를 추정하고 잔류침하를 10mm로 가정했을 때, 각각 침하 수렴에 소요된 기간은 1개월, 1.5개월로 평가되었다.
- (2) 성토체 전면의 기준틀에서는 벽체 기초하부 지반의 시멘트 처리된 자갈로 치환하고 배수층 재료를 자갈로 시공하였기 때문에 지표에서보다 적은 침하가 발생하였다.
- (3) 인접한 기존선로의 침하계측결과 최대 8.6mm의 침하를 보여 국내 허용잔류침하 기준(자갈레도 100mm, 콘크리트레도 30mm)보다 적은 침하를 보였으므로 기존선로는 안정한 것으로 평가되었다.

참고문헌

- [1] Korea Railway Network Authority (2011) *Railway design standard(roadbed)*
- [2] K.H. Kim, D.S. Kim, S.Y Park, J.S Park, et al. (2011) A Study on the Behavior during Constructing of Rigid Reinforced Roadbed to apply for the Slab Track, *conference of the Korean society for railways*, pp. 298-309.
- [3] Tatsuoka, F., Tateyama M., Uchimura T., Koseki J. (1997) Geosynthetic-reinforced soil retaining walls as important permanent structures(1996-1997 mercer Lecture), *Geosynthetics International*, 4(2), pp. 81-136
- [4] Tatsuoka, F. (2008), "Recent Practice and Research of Geosynthetic-Reinforced Earth Structures in japan" *Journal of GeoEngineering*, 3(3), pp. 77-100.