

철도보강노반의 최적 말뚝 기초 시공 및 성능평가

Optimum pile foundation construction and performance evaluation of Reinforced Subgrade for Railways

김웅진*[†], 김대상*, 최희영**

Ung-Jin Kim *[†], Dae-Sang Kim *, Hee-young Choi *

Abstract While constructing the reinforced subgrade for railways(RSR), settlement of soft ground under embankment has negative effects to stabilization of embankment. Because of this, foundation construction method was studied that improving soft ground under embankment of RSR with cast-in-situ concrete pile. The 0.4m diameter cast-in-situ concrete piles were arranged in 1 row under concrete wall foundation of RSR. Length of piles varied according to thickness of soft layer to consider economic design. After constructing embankment of RSR, performance of foundation was Evaluated measuring settlement of ground and surface. During same measurement period, settlements were 3.57mm at ground and 2.77mm at surface. It is confirmed that cast-in-situ concrete piles have the effect of consolidation settlement reduction.

Keywords : RSR, Foundation, Soft ground, Cast-in-situ concrete pile, settlement

초 록 철도보강노반의 토체 시공 시 하부에 연약지반이 존재하는 경우 원지반의 지속적인 침하는 상부 토체의 안정화에 부정적인 영향을 준다. 본 연구에서는 현장타설 무근 콘크리트를 적용하여 철도보강노반 하부 지반을 개량하는 기초 시공 방법에 대한 연구를 수행하였다. 철도보강노반의 시공 시 벽체 기초하부에 직경 0.4m의 무근 콘크리트 말뚝을 1열로 배열하여 시공하였다. 말뚝의 길이는 연약층의 깊이에 따라 조절하였다. 토체 시공 후 원지반과 지표의 침하를 계측하여 기초의 성능을 평가하였다. 동일한 계측기간동안 원지반에서 3.57mm, 지표에서 2.77mm의 침하가 발생하였다. 현장타설 무근 콘크리트 기초를 설치하는 경우 압밀침하 저감효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

주요어 : 철도보강노반, 기초, 연약지반, 현장타설 무근 콘크리트 말뚝, 침하

1. 서 론

철도보강노반(Reinforced subgrade for railways. 이하 RSR)은 기준틀과 토목섬유를 이용하여 토체를 선 시공하고 벽체를 후 시공하는 공법으로 벽체 시공 전 토체의 안정화를 유도하는 공법이다. RSR의 하부에 연약지반이 존재하는 경우 원지반의 지속적인 침하는 상부 토체의 안정화에 영향을 줄 수밖에 없다. 특히 시공기간이 길지 않은 경우 벽체 시공을 위하여 빠르게 토체를 안정화 시킬 필요가 있으므로 RSR에 적합한 원지반 개량 방법에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 현장타설 무근 콘크리트로 기초를 형성하여 RSR의 토체를 시공하고 침하를 측정하여 그 성능을 확인하였다.

† 교신저자: 한국철도기술연구원 광역도시교통연구본부(ujkim@krri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 광역도시교통연구본부

** 국토교통부 철도시설안전과

2. 본 론

2.1 기초의 기본 개념

RSR의 지반에서의 잔류침하를 저감하는 방안으로 계획 깊이까지 오거를 이용하여 지반을 천공하고 무근콘크리트를 타설하여 말뚝을 생성하는 기초 시공방식을 적용하였다. 연약지반 내에 콘크리트 말뚝을 형성하여 상부 하중을 하부의 양호한 지반층으로 전달하여 하중을 분산하고, 연약층의 압축성을 개선할 수 있다. 압밀 침하를 발생시키는데 시간이 소요되는 기존의 공법에 비해 간단한 시공을 통하여 빠르고 효과적으로 지반의 잔류침하를 저감할 수 있다. 특히 연약층 두께가 두꺼워 치환이 용이하지 않은 연약지반의 잔류 침하저감에 효과적일 것으로 기대된다. 기초의 시공 순서는 Fig.1과 같다.

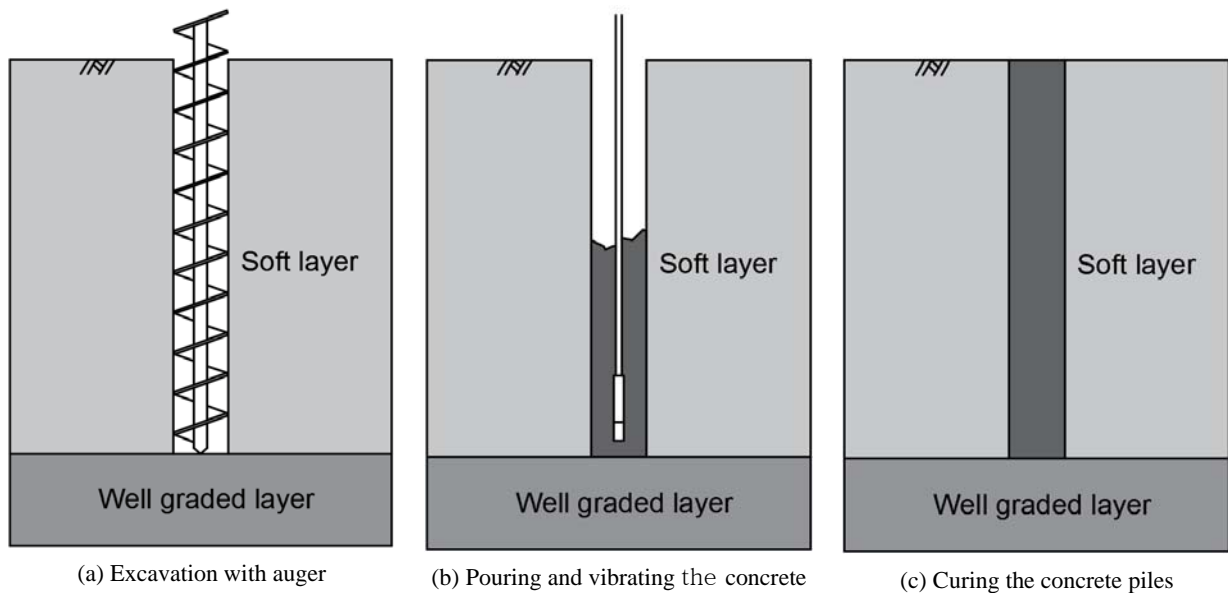


Fig. 1 Construction process of cast-in-situ pile

2.2 기초의 시공

교대접속부의 RSR 적용구간에 콘크리트 벽체의 기초하부를 보강하기 위하여 본 기초를 적용하였다. RSR의 벽체 기초하부의 지반에 Fig.2(a)와 같이 1.7m의 점토질 모래층과 2.3m의 점토층이 존재하여 RSR 벽체자중에 의한 잔류침하가 우려되므로 본 기초를 적용하여 벽체기초 하부를 보강하였다. 교대에서 멀어질수록 점토층의 두께가 얇아지는 것을 확인하였으므로 교대 인접에서 7m 구간까지는 직경 0.4m, 길이 2.0m의 말뚝을 수평간격 1m로 배치하였고, 그 이후의 9m 구간에는 길이 1.5m의 말뚝을 수평간격 1m로 배치하였다. 기초 시공위치는 Fig.2와 같고, Fig.3은 기초를 시공하는 모습이다.

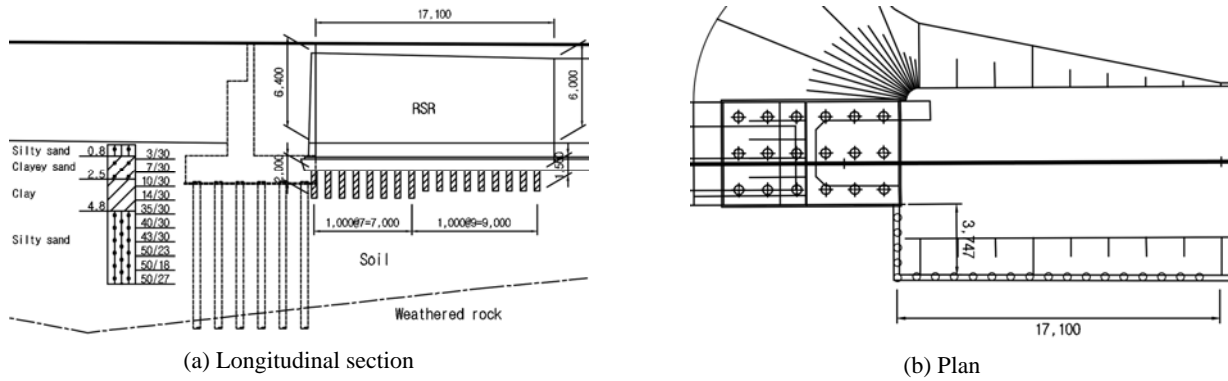


Fig. 2 Location of cast-in-situ piles



(a) Boring



(a) Concrete Pouring

Fig. 3 View of foundation construction

2.3 침하계측

2.3.1 계측 개요

기초 적용에 따른 RSR의 침하저감 효과를 확인하기 위하여 RSR 지표 및 원지반의 침하를 계측하였다. 지표 측정은 성토체의 외측을 측정하여 지반보강의 영향을 받는 위치로 선정하였고, 성토부의 내측 원지반에 침하판을 설치하여 지반보강을 하지 않은 원지반의 침하를 측정할 수 있도록 하였다. Fig.4는 계측점의 위치를 나타낸다.

2.3.3 계측 결과

Fig.5는 RSR의 성토 시공 완료 후 56일 동안 침하를 계측한 계측결과를 보여준다. 원지반의 침하는 8.35mm가 발생하였다. 초기 7일간의 침하가 4.35mm가 발생하였고, 이후 지속적으로 침하가 증가하는 압밀침하의 경향을 보였다. 지표의 침하는 시공상의 문제로 원지반 침하계측 시작일에서 12일 후에 계측이 시작되었다. 계측기간 동안의 침하는 2.77mm가 발생하여 동 기간의 원지반 침하량인 3.57mm에 비해 78%의 침하량을 보였다. 2.77mm의 침하 중 2.06mm의 침하가 계측 초기 5일간 발생한 것으로 미루어 보았을 때, 이후 발생하는 압밀침하는 원지반에 비해 작은 수준으로 예상된다. 계측 결과로부터 현장타설 무근 콘크리트 기초에 의한 침하 저감 효과를 확인할 수 있었고, 경제적인 지반 보강 방법으로서 적용성을 확인할 수 있었다.

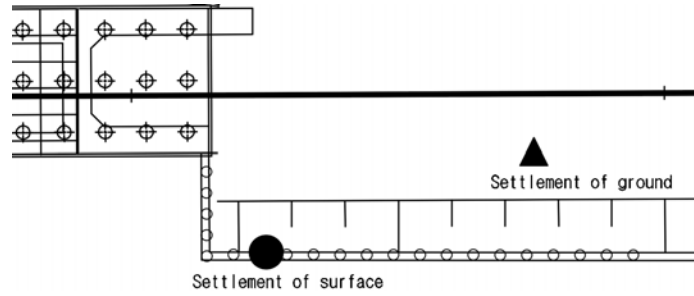
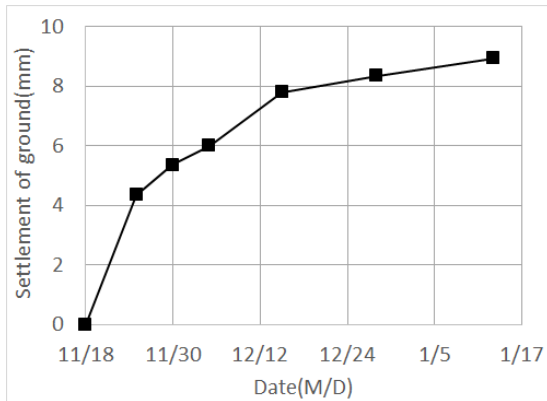
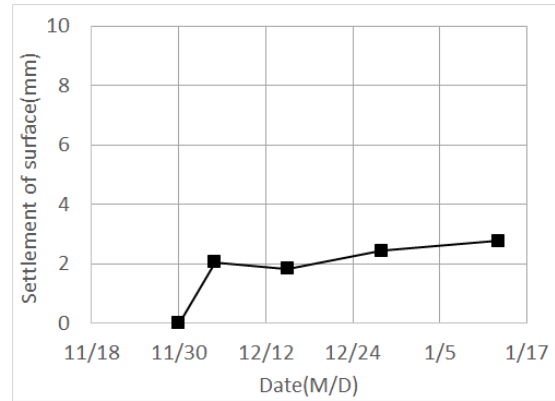


Fig. 4 Location of settlement measurement point



(a) Settlement of ground



(b) settlement of surface

Fig. 5 Result of settlement measurement

3. 결론

본 연구에서는 철도보강노반의 하부 연약지반을 현장타설 무근 콘크리트 말뚝 기초로 보강 및 시공하고, 원지반과 지표의 침하를 측정하였다. 성능평가의 결과는 다음과 같다.

1) 철도보강노반의 하부에 연약지반이 존재하는 경우 현장타설 무근 콘크리트 말뚝 기초를 적용하여 빠르고 효과적으로 연약지반을 개량할 수 있다.

2) 현장타설 무근 콘크리트 말뚝 기초를 적용하는 경우 연약지반의 압밀침하를 감소시킬 수 있는 것을 확인하였다. 추후 장기계측 데이터가 누적되면 지반 개량의 효과를 보다 정확하게 확인할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

[1] D. S. Kim, S. H. Hwang, U. J. Kim, Y. K. park, S. Y. Park(2013) Evaluation of Design Characteristics in the Reinforced Railroad Subgrade Through The Sensitivity Analysis, *Journal of the Korean Geosynthetics Society*, Vol.12, NO.3, pp.15-22.

[2] Dong, P, Qin, R, Chen, Z (2004) Bearing capacity and settlement of concrete-cored DCM pile in soft ground, *Geotechnical & Geological Engineering*, 22(1), pp. 105.