

연약지반 상의 철도보강노반 적용

Application of Reinforced subgrade for railways on soft ground

김웅진^{*†}, 김대상^{*},Ung Jin Kim^{*†}, Dae Sang Kim^{*}

초 록 철도보강노반 (Reinforced subgrade for railways, RSR)은 뒤채움을 선 시공하고 벽체를 후 시공하여 침하를 저감하는 철도 노반공법이다. 또한 건설 시 차지하는 용지의 면적이 일반 흙쌓기 사면에 비해 매우 적기 때문에 연약지반에 적용할 경우 지반개량을 줄일 수 있어 경제적 시공이 가능할 것으로 예상된다. 본 논문에서는 수치해석으로 연약지반 상 철도보강노반의 적용성을 평가하였다. 매립토와 퇴적 점토로 구성된 연약지반을 DCM으로 보강하고 상부에 RSR 옹벽을 시공하는 경우를 가정하여 수치해석 모델링을 수행하였다. 수치해석 결과 벽체 기초 하부까지만 개량하여도 개량률 54% 이상에서 RSR 옹벽의 침하 및 수평변위에서의 안정성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

주요어 : RSR, 연약지반, DCM, 개량율, 수치해석

1. 서 론

RSR 옹벽은 기준틀과 보강재를 이용하여 뒤채움을 선 시공하고 안정화 기간을 거친 후 벽체를 후 시공하는 철도노반 침하저감 공법이다. 연직형 구조물이기 때문에 건설 시 사용 용지를 최소화할 수 있어 연약지반에 적용할 경우 일반 흙쌓기 사면에 비해 개량해야 하는 지반면적을 크게 줄일 수 있다. 이러한 이유로 연약지반에 RSR 옹벽을 적용할 경우 경제적인 시공이 가능할 것으로 예상된다.

본 논문에서는 DCM 공법으로 연약지반을 개량한 RSR 옹벽의 적용성을 수치해석을 통해 확인하였다.

2. 본 론

2.1 수치해석 개요

수치해석은 유한요소해석 프로그램인 PLAXIS 8.0을 활용하여 수행하였다. Fig. 1과 같이 매립토 7 m, 퇴적 점토 10 m의 연약지반 상에 높이 8 m의 RSR을 건설하는 것으로 가정하여 수치해석 모델을 구성하였다. 수치해석에 사용된 지반정수는 Table 1 과 같다.

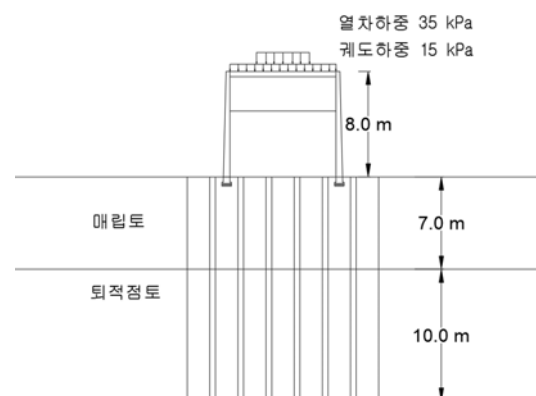


Fig. 1 Analyses section

RSR에 최적화된 연약지반 개량 사양을 검토하기 위하여 개량률과 개량폭을 달리하여 수치해석을 수행하였다. 개량율은 DCM 중심 거리와 RSR 폭을 고려하여 54%와 71%를 적

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

* 한국철도기술연구원 궤도노반연구팀

용하였다. 개량폭은 10.2 m와 14.5 m를 적용하여 RSR 기초하부까지 개량하는 경우와 양쪽 기초 외측으로 1분 씩을 더 개량하는 경우, 두 가지를 고려할 수 있도록 하였다. 수치해석 케이스를 정리하면 Table 2와 같다.

Table 1 Properties of materials.

| Materials | Properties | | | | |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| | Unit weights (kN/m ³) | Cohesions (kN/m ³) | Friction angles (°) | Elastic moduli (MPa) | Poisson's ratios |
| Backfill | 19 | 10 | 30 | 80 | 0.35 |
| Landfill | 18 | 5 | 28 | 15 | 0.35 |
| Sediment | 17 | 30 | 1 | 10 | 0.35 |

Table 2 Analyses cases

| Case no. | Improvement ratio | Improvement width |
|----------|-------------------|-------------------|
| 1 | 54% | 10.2 m |
| 2 | 54% | 14.5 m |
| 3 | 71% | 10.2 m |
| 4 | 71% | 14.5 m |

2.2 수치해석 결과

Fig. 2는 궤도 및 열차 하중 재하 시의 침하를 그림으로 나타낸 것이다. 개량율을 54%, 개량폭을 10.4 m로 적용한 케이스(Case1)에서 침하가 5.36 mm로 가장 크게 나타났다. 이는 콘크리트궤도에서의 허용잔류침하량 30 mm에 크게 못 미치는 값으로 DCM에 의해 RSR의 침하 안정성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

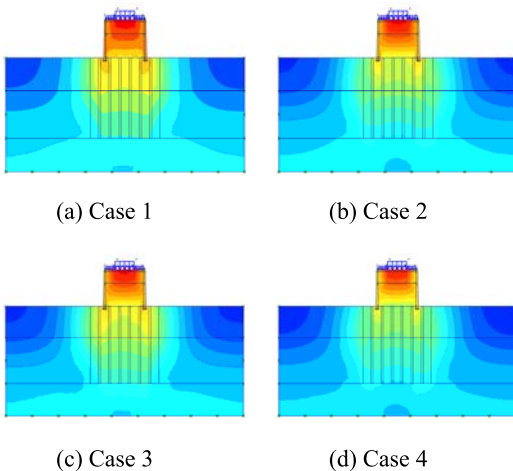


Fig. 2 Settlement under track and train load

궤도 하중 및 열차 하중 재하 시의 수평변위는 마찬가지로 Case 1에서 5.28 mm로 가장 크게 나타났다. 이는 RSR 높이의 0.07%의 수준의 값으로 옹벽 수평변위 허용 기준인 0.6% 이내로 나타났다.

각 케이스 별로 궤도 및 열차 하중 재하 시의 침하 및 수평변위를 Table 3에 정리하였다.

Table 3 Analyses results

| Case no. | Settlement (mm) | Horizontal displacement (mm) |
|----------|-----------------|------------------------------|
| 1 | 5.36 | 5.28 |
| 2 | 4.42 | 4.93 |
| 3 | 3.84 | 4.52 |
| 4 | 2.63 | 4.36 |

3. 결론

본 논문에서는 연약지반 상에 RSR 옹벽을 시공하는 경우 DCM 공법의 적용성을 수치해석을 통하여 검토하였다. 결론은 다음과 같다.

1) 개량율이 높을수록 개량폭이 넓을수록 RSR 옹벽의 침하 및 수평변위 제어 성능을 향상 시킬 수 있다.

2) 개량율 54%, 개량폭 10.4 m 적용 시에도 허용 기준 이내의 침하와 수평변위를 보여 벽체 기초 하부까지만 개량하여도 개량율 54% 이상에서는 안정성을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

- [1] Kim, D.S (2014) Stability evaluation of reinforced subgrade with short geogrid for railroad during construction, *J. Korean Geosynthetic Society*, Vol 13.4, pp.11-20.
- [2] Korea Railway Network Authority. (2013). *Railway design standard for roadbed*, Korea Railway Network Authority.
- [3] Korean ministry of Land, Infrastructure and Transport (2016) *Design Standard for Manmade Slope*, Korean ministry of Land, Infrastructure and Transport.