

비개착터널 CMR공법의 앵커력 도출을 위한 실험적 연구

An Experimental Study on Anchor Force Derivation of Non-open cut Tunnel CMR Method

김진환*, 정혁상*[†], 윤환희*, 사공명**, 이형훈***

Jin Hwan Kim*, Hyuk Sang Jung*[†], Hwan Hee Yoon*, Myung Sagong**, Hyoung Hoon Lee***

초 록 비개착공법으로 시공된 터널의 지표침하 및 변형 등이 발생하는 원인은 주로 강관압입 시 발생하고 있으며, 이에 관련된 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 압입 완료 후 비개착터널 내부 굴착 시 발생하는 거동특성, 응력이완범위, 지반조건 및 다양한 앵커력 도입 시 발생하는 침하량 등에 관한 연구는 미비한 실정이다. 본 연구는 비개착공법 중 CMR공법을 활용하여 사질토의 지반조건에 따라 앵커력 도입 시 발생하는 지표침하 분석을 위해 실내모형실험을 수행하였다. 그 결과 사질토 지반에서의 CMR공법 적용 후 상대밀도에 따른 침하량은 미미하지만 양호한 지반일수록 침하량이 감소하는 경향을 보였고, 느슨한 지반조건을 기준으로 각각의 앵커력을 분석한 결과 0.8kN씩 증가할 때 최대침하량이 약 45%정도 감소하였다.

주요어 : 비개착터널, 앵커력, CMR공법, 지표침하, 지반조건

1. 서 론

국내 도심지 용적 특성상 지상구조물의 신설 제한으로 인해 상부구조물의 영향을 주지 않고 안전하게 시공할 수 있는 비개착공법의 필요성이 대두되고 있다(Kim et al., 2013). 비개착공법 적용 시 지표침하 및 변형 등이 발생하는 원인은 주로 강관 압입 시 발생하고 있다. 그러나 압입 후 내부 굴착 시 발생하는 지표침하 및 변형 등도 간과해서는 안 될 문제이다.

이에 본 연구에서는 강관 압입 완료 후 발생하는 지표침하 및 변형 등을 분석하기 위해 사질토지반의 상대밀도를 통한 지반상태를 구성하였으며, 사진계측을 통해 다양한 앵커력을 도입하여 단계별 굴착 시 발생하는 최대 침하량을 분석하였다.

2. 본 론

2.1 실험과정

본 연구에서는 일본에서 활용 되고 있는 CMR(Concrete Modular Roof)공법을 적용 하였으며(Um 2000), Fig.1 으로 구성된 실내실험 토조에 3D프린터를 이용해 CMR빔을 제작하였고, 강선을 삽입 하여 세그먼트 당 0.8kN, 1.6kN, 2.4kN을 도입하였다. 사질토 지반상태를 모사하기 위해 상대밀도 실험결과에 따라 강사장치를 이용하여 토피고를 조절하였다. 또한 총 6단계에 걸쳐 단계별 굴착 실험을 진행하였다. 강사 후 상부지반에 사진계측을 위한 타겟을 설치하여 단계별 굴착 시 발생하는 침하량을 계측하였으며, 계측이 완료된 후 앵커력을 증가시켜 다시 반복하는 과정을 거쳐 수행하였다.

2.2 실험 결과

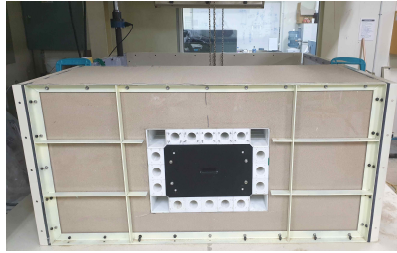
사질토 지반에서의 CMR공법적용 후 상대밀도에 따른 최대침하량이 다소 미미 하지만 지반상태가 양호할수록 침하량이 감소하였다. 또한 느슨한 지반 조건을 기준으로 앵커력을 분석해본 결과 Fig.2 과 같이 세그먼트 면적당 앵커력이 0.8kN에서 1.6kN, 2.4kN으로 증가 할 때 최대침하량이 각각 45%씩 감소하였으며, Fig.3와 같이 크리깅 기법을 활용하여 지표침하의 거동을 분석하였다.

† 교신저자: 동양대학교 철도대학 철도건설 안전공학과(yoricom@dyu.ac.kr)

* 동양대학교 철도대학 철도건설안전공학과

** 한국철도기술연구원 궤도노반연구팀

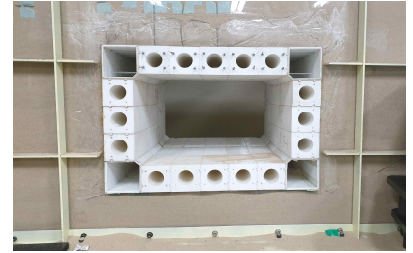
*** (주)대산토목기술



(a) Soil tank experiment

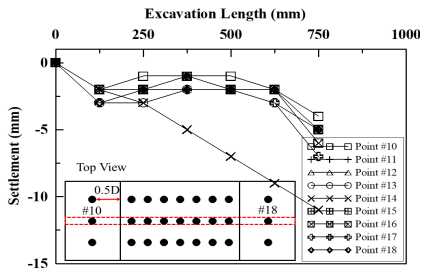


(b) Introduction of prestress

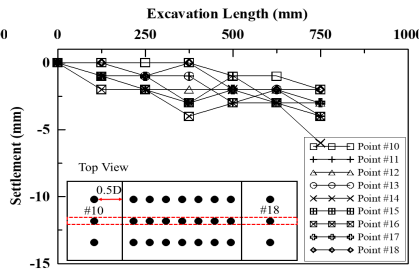


(c) Excavation

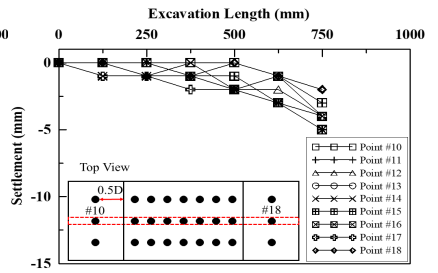
Fig. 1 Model Experiment process



(a) P=0.1kN, Dr=L_#10~#18

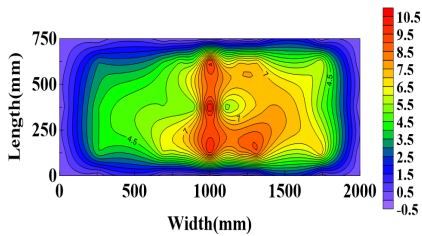


(b) P=0.2kN, Dr=L_#10~#18

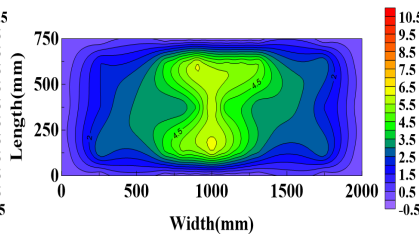


(c) P=0.3kN, Dr=L_#10~#18

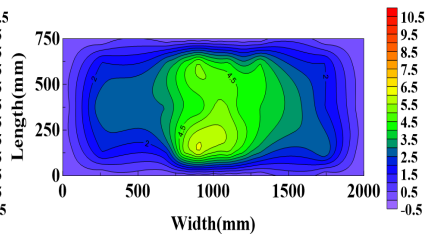
Fig. 3 Results of analysis of final precipitation according to the pre-stress force



(a) P=0.1kN, Dr=L



(b) P=0.2kN, Dr=L



(c) P=0.3kN, Dr=L

Fig.4 Results of analysis of surface subsidence using kriging

3. 결론

본 논문에서는 비개착 터널에서 굴착 시 발생하는 지표침하 및 변형특성에 관한 연구를 진행하였다. 연구결과 지반상태에 관한 침하량은 다소 미미 하였으며, 앵커력이 증가할수록 침하량이 감소하였으며, 상부지반의 침하를 최소화 하기 위해서는 각 세그먼트 면적당 1.6kN 이상의 앵커력이 필요하고, 지반조건이 좋을수록 상부지반의 침하에 유리할 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] H.N. Kim, H. U. Kim, Y. H. Kim, S.Y. Yun, C. H. Kim and L. S. Kang (2013), "A Study on the Elicitation and Analysis for Major Factors in Selection Procees of Non-Open Cut Construction Method", Korean Civil Society Conference, (), 139-142.

[2] K. Y. Um(2000), "Characterization of PCR/URT/JES/TRM construction method. Ground", Korean Journal of Geotechnical Engineering, 16(9), 36-43.