

실내역학 실험을 통한 쐐기형 제거식 쏘일네일링 공법의 적용성 평가 An Estimation of Wedge Type Removable Soil Nailing System Using by Laboratory Tests

박시삼¹⁾, Sisam Park, 한연진²⁾, Yeon-Jin Han, 허성준³⁾, Seong-Jun Heo, 윤명준³⁾, Myung-June Yoon, 김홍택⁴⁾, Hong-Taek Kim, 박주석⁵⁾, Ju-Seok Park

¹⁾ GS건설(주) 기술본부 선임연구원, Senior Research Engrn., Technical Division, GS E&C Corp.

²⁾ 홍익대학교 토목공학과 박사과정, Graduate Student, Dept. of Civil Eng, Hongik Univ.

³⁾ 홍익대학교 토목공학과 석사과정, Graduate Student, Dept. of Civil Eng, Hongik Univ.

⁴⁾ 홍익대학교 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Eng, Hongik Univ.

⁵⁾ 주식회사 대작ENC 대표이사, President, Daejak ENC Company.

SYNOPSIS : The soil nailing method had used in variable construction field because of construction convenience and reinforcement effect. Especially, the removal soil nailing method is useful support system in vertical excavation. In this study, to develop the wedge type removable soil nailing method for improvement of the removal soil nailing method. Because of the reinforcement materials is most important in soil nailing method, to evaluate the mechanical characteristics during laboratory strength test in this study. To conduct bond strength test of deformed bar combined with a wedged screw inside plastic fixed socket for evaluate the strength characteristics of wedge type removable soil nailing method and evaluate the strength characteristics of fixed socket based on laboratory tests.

Keywords : Fixed socket, Wedge type removable soil nailing method, Laboratory test

1. 서론

제거식 쏘일네일링 공법은 굴착면에 대한 원위치 지반 보강공법에 한정하여 적용할 수 있는 공법이며, 버팀보 굴착공법에 비해 공사비가 저렴하고 경량의 시공장비를 사용하며 이형철근이 제거되므로 차후 인접구조물 축조시 타설되어 있는 이형철근에 의한 장애가 되지 않으며, 이형철근을 쉽게 제거하여 재활용이 가능하다는 장점이 있다. 또한, 제거식 쏘일네일은 지중에 이형철근이 타설되어있지 않기 때문에 부분적으로 대지경계선을 침범해서 부과되는 토지 점용료 문제도 해결할 수 있어 민원 등의 문제점 뿐만 아니라, 점용료 부과에 따른 문제점도 해결할 수 있는 공법이라 할 수 있다. 그러나, 현재 적용되고 있는 제거식 쏘일네일링 공법의 경우, 이형철근 제거에 소요되는 경비가 고가이고, 이형철근 제거에 들어가는 공기가 증가한다는 문제점이 있는 것으로 조사되었다.

따라서 본 연구에서는 인력으로 이형철근을 손쉽게 제거할 수 있으며, 이형철근 제거에 소요되는 시간을 대폭적으로 단축시킨 쐐기형 제거식 쏘일네일링 공법을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 쐐기형 제거식 쏘일네일링은 PVC 쉬스관, 쐐기형 고정소켓(fixed socket) 및 이형철근 등으로 구성되어있으며, 이형철근을 고정소켓이 결합할 수 있도록 고정소켓 내부에 쐐기형 나사를 설치할 수 있는 공간을 만들어 탈부착이 용이하도록 고안하였다. 아울러 본 연구에서는 쐐기형 나사 및 고정소켓의 거동특성을 규명하기 위한 실내역학 실험을 중심으로 쐐기형 나사의 재료 및 설치 방향 등에 변화를 주며 부착강도시험 및 인장시험 등을 수행하였다.

2. 썬기형 제거식 쏘일네일링 공법

2.1 원리

기존의 쏘일네일링 공법은 사면보강 및 굴착면에 대한 원위치 지반보강공법으로서 인장력, 전단력 및 휨모멘트에 저항할 수 있는 보강재를 비교적 촘촘한 간격으로 지반에 삽입한 후에 숏크리트 등으로 전면판을 설치하여 원지반의 전체적인 전단강도를 증가시키고 발생 변위를 억제하여 굴착도중 및 굴착완료 후에 지반의 이완을 억제하는 공법이다. 이에 비해 제거식 쏘일네일링 공법은 고정자소켓, 소켓내부의 썬기형 나사 및 PVC 파이프를 이용하여 이형철근을 시멘트 그라우트와 분리하여 시공함으로써, 이형철근의 제거가 용이하도록 고안한 공법이다.

2.2 재료

본 연구에서의 제거식 쏘일네일 개발공법에 사용된 주요 재료를 그림 1.과 같으며, 강철(steel) 및 PP 플라스틱(polypropylene plastic) 재질로 제작된 썬기형 나사의 부착강도 시험을 위한 시작품은 그림 2의 (b)와 (c)와 같다. 아울러 이형철근을 정착시켜 그라우트체와 이형철근을 일체화 시켜주는 역할을 하는 고정소켓은 그림 2(a)와 같다.

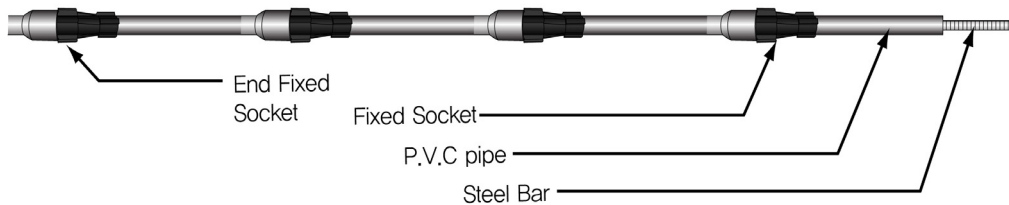


그림 1. 썬기형 제거식 쏘일네일의 개요도



(a) 고정소켓(fixed socket)



(b) Steel wedge



(c) Plastic wedge

그림 2. 고정소켓 및 썬기형 나사

2.3 썬기형 제거식 쏘일네일의 인발특성

인발시험시 일반 쏘일네일과 제거식 쏘일네일의 주변에 작용하는 마찰력은 그림 3. 및 그림 4.과 같은 형태로 분포한다. 일반 쏘일네일의 경우에는 시멘트 그라우트체와 철근이 완전히 일체되어 거동함으로써 네일의 인발시 두부 부근에서의 주변마찰력은 크고 끝단으로 갈수록 주변마찰력은 줄어들어 그림 3.과 같은 특성을 나타낸다. 이에 고정소켓을 이용한 썬기형 제거식 쏘일네일의 경우에는 고정소켓에 의해 시멘트 그라우트체와 이형철근이 일체화됨으로서 네일 인발시 고정소켓 주변에서의 주변 마찰력이 크고 고정소켓에서 인발방향으로 멀어질수록 주변마찰력이 줄어들어 그림 4.과 같은 분포를 나타낸다고 할 수 있다.

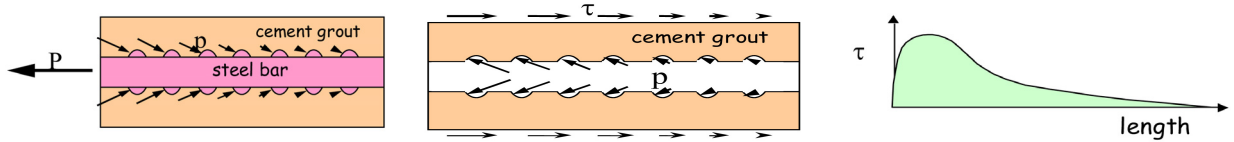


그림 3. 일반 쏘일네일의 인발특성

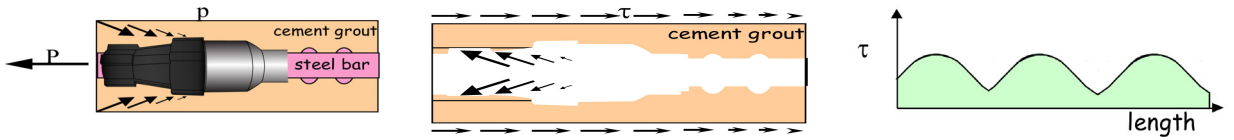


그림 4. 쐐기형 제거식 쏘일네일의 인발특성

3. 실내역학실험

3.1 실험 조건

쐐기형 제거식 쏘일네일링 공법에서는 이형철근과 고정소켓을 결합시켜주는 쐐기형 나사의 부착강도에 따라 네일의 인발저항력이 결정될 수 있으므로, 쐐기형 나사의 재료를 플라스틱과 강철 재료로 제작하여 부착강도 시험을 수행해 보았다. 아울러, 쐐기형 나사의 설치 방향(순방향 및 역방향)에 따른 부착강도 시험도 수행하여 비교, 평가해 보았다.

표 1. 실내역학실험 재료 및 제원

구분	고정소켓		쐐기(wedge)			이형철근	
Case 1	PP(polypropylene) 플라스틱		강철 (순방향 설치)			SD40	
Case 2			강철 (역방향 설치)				
Case 3			플라스틱 (순방향 설치)				
Case 4			플라스틱 (역방향설치)				
제 원	내경(mm)	길이(mm)	내경(mm)	외경(m)	길이(mm)	직경(mm)	길이(mm)
	60.5	149	26.5	42.5	65	D25	1500

3.2 실험 방법

본 연구에서는 고정소켓 내부에 쐐기형 나사를 설치하여 이형철근과 결합한 후 시멘트 그라우트체와 일체화된 구근을 형성하여 시편을 제작하였으며, 네일 인발시 이형철근의 rib와 고정소켓 내부의 rib 사이에 발휘되는 부착강도를 평가하기 위해, 한국공업규격(KS B 0802)에 따라 인장시험을 수행해 보았다 (그림 5).

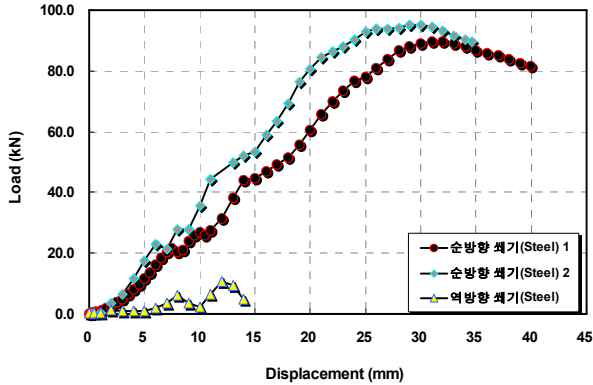


(a) 실험 준비완료 (b) 부착강도 실험 세팅 (c) 부착강도 실험전경 (d) 시험후 전경

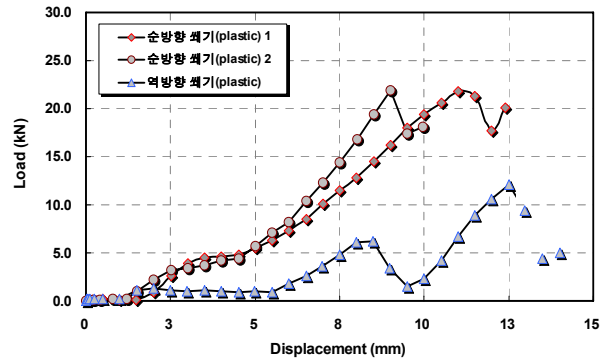
그림 5. 실내역학실험 방법

3.3 부착강도 실험 결과

실내역학실험은 고정소켓내부의 강철(steel) 및 플라스틱(plastic) 재질로 제작된 썰기형 나사에 대하여 1mm/min의 속도의 변형률제어실험을 수행하였으며, 실험결과를 정리하면 그림 6.과 같다.



(a) 고정소켓 + 강철 썰기형 나사



(b) 고정소켓 + 플라스틱 썰기형 나사

그림 6. 부착강도 실험결과 비교분석

고정소켓과 강철 썰기형 나사로 결합된 시편의 실험결과를 살펴보면, 썰기형 나사를 순방향으로 설치했을 경우 최대하중이 89.6~95.2kN 정도, 썰기형 나사를 역방향으로 설치했을 경우 최대하중이 12.1kN 정도인 것으로 평가되었다(그림 6.(a)). 아울러 고정소켓과 플라스틱 썰기형 나사로 결합된 시편의 실험결과를 살펴보면, 썰기형 나사를 순방향으로 설치했을 경우 최대하중이 21.8~22.1kN 정도, 썰기형 나사를 역방향으로 설치했을 경우 최대하중이 12.4kN 정도인 것으로 평가되었다(그림 6.(b)).

4. 결론 및 제언

본 연구에서 수행한 실내역학 실험결과를 요약, 정리하면 다음과 같다.

- (1) 강철 썰기형 나사로 결합된 구조체의 부착강도가 플라스틱 썰기형 나사로 결합된 구조체의 부착강도에 비해 4.1~4.3배 정도 큰 것으로 평가되었다.
- (2) 썰기형 나사의 설치방향에 따른 부착강도의 변화를 살펴보면, 네일 인발방향으로 썰기형 나사의 예각부분으로 설치했을 경우(순방향)가 역방향으로 설치했을 경우에 비해 7.8배 정도 크게 평가되었다.
- (3) 본 연구에서는 썰기형 제거식 쏘일네일의 주구조체인 고정소켓과 썰기형 나사의 역학특성을 규명하기 위한 기초연구를 수행하였으며, 향후 수치해석을 통한 고정소켓의 최적설치간격 결정, 현장 인발시험을 통한 인발거동특성 등에 대한 평가를 수행할 예정이다.

참고문헌

1. 김홍택 (1998), “쏘일네일링의 원리 및 지침”, 평문각.
2. 박시삼 (1999), “제거식 쏘일네일링 벽체의 적용성 및 안정해석에 관한 연구”, 홍익대학교 석사학위논문.
3. 김홍택, 류정수, 정성필, 강인규, 박시삼 (2000), “제거식 쏘일네일링 공법의 설계 및 시공”, 한국지반공학회 논문집, Vol.16, No.3, pp.107~117.