

트로우얼 스크류(Trowel Screw)를 이용한 매입말뚝의 시공방법

건설교통부 건설신기술 제446호 -보호기간 : 3년(2005년 2월 7일~2008년 2월 6일)

자료제공 : 윤경석

(주)하이콘엔지니어링 상무, 토질및기초기술사

1. 신기술의 내용

가. 기술 개발 배경

일반적으로 고층건물 등 각종 건축물을 시공함에 있어서는 그 건축물의 기초를 견고하게 하기 위하여 연약지반에 파일(Pile)을 항타하고 있는데 이러한 파일시공은 건축물 기초에 매우 중요한 공사다.

그러나, 상기와 같은 종전의 항타에 의한 파일시공시 진동에 의한 소음과 분진이 많이 발생되고 진동도가 높을 경우 주위의 건물에 손상을 주는 사례와 환경오염의 원인이 되어 민원의 발생이 많았으며, 더욱 항타 시 파일이 자주 파손되는 문제점이 있었다.

그리고 케이싱공법으로 파일시공 할 경우에도 케이싱튜브의 설치와 소모성 비트를 장착하여 시공하므로 시공비용이 높아지고, 안전성 및 에너지 창출이 불확실하고 굴착의 범위가 넓어 시멘트페이스트가 필요이상으로 소모되며 시공작업 기간도 길어짐으로써 공사비가 높아진다는 문제점이 있었다. 이런 소음과 진동

을 해소함으로써 민원으로부터 자유 함을 얻을 수 있도록 하기위해 본 공법을 개발한 것이다.

나. 신기술의 범위 및 내용

(1) 범위

트로우얼 스크류(Trowel Screw)가 장착된 굴삭용 오거로 흠을 형성할 때 공벽을 압축하면서 흠 주변의 밀도를 높여 굴삭 흠의 안정성을 높이는 매입 말뚝 시공방법

(2) 내용

트로우얼 스크류(Trowel Screw)를 회전오거에 장착하여 공벽을 압축, 굴삭 함으로써, 굴착 배토 시 말뚝 선단부의 과도한 배토량을 감소시키고 흠의 붕괴를 저감시켜 주면마찰력을 증대시킬 수 있는 매입 말뚝 시공방법

다. 신기술의 원리 및 시공방법

(1) 공벽압축굴삭 및 회전안착방식의 파일 시공방법 개요

- Trowel Screw를 이용한 공벽 압축굴삭



- 일반 Screw ⇒ 압밀날개가 부착된 Trowel Screw
- Trowel Screw는 기존의 SIP공법에서 사용되는 Screw를 본 공법에 맞도록 특수 개발
- 굴삭 시 사용되는 Screw와 지반압밀시 사용되는 압밀날개로 구성
- Trowel Screw를 사용하여 천공 시 압밀날개가 흙을 천공홀 측면으로 압축시키고 시멘트를 주입하여 천공홀 벽에 3cm정도 두께의 Soilconcrete를 형성하여 공벽 붕괴 방지
- 파일 그래브를 이용한 회전안착 방식
- 파일 향타 ⇒ 파일그래브를 이용 파일을 회전안착
- Trowel Screw를 이용해 천공한 홀에 파일을 넣고 시멘트 페이스트를 주입 후 파일 그래브를 이용하여 파일을 회전 안착

(2) 공벽압축굴삭과 회전안착 방식의 시공작업 순서

- ① 천공
 - Trowel Screw를 이용 위치확인 후 천공 시작(1)
 - 지지층을 확인하면서 설계심도까지 천공 완료(2)
- ② 시멘트 페이스트(Cement Paste) 배합 및 주입
 - 천공완료 후 시멘트 페이스트를 오거 선단에 주입(3)
 - 표준배합비(물/시멘트비 : 83%) - 물:시멘트 = 723ℓ : 872kg
- ③ 소일시멘트(Soil Cement) 교반

- 오거를 회전하여 시멘트 페이스트(Cement Paste) 교반
- Trowel Screw를 인발(4)
- ④ 말뚝삽입 및 회전압입
 - 자중에 의해 파일 삽입(5)
 - 파일 그래브를 사용하여 파일 회전 안착 (6, 7)

(3) 공법의 특징

1) 공벽압축 굴삭(Trowel Screw)

- ① 압밀 날개에 의해 공벽붕괴방지
 - 공벽이 쉽게 붕괴되는 사질토에서도 천공된 공벽의 무너짐 없이 시공가능
 - 공벽이 붕괴되는 지반에서의 선굴착공법과 케이싱공법을 병행해야 하는 복합성 배제
 - 시멘트 모르타 공벽형성
- ② 기존 오거 굴삭 공법에 비해 배토량 27% 정도 감소
 - 선단에 슬라임량이 작은 상태에서 회전안착함으로써 선단지지력 확보
- ③ 원지반의 밀도 유지
 - 신기술 공법 : 1.904tonf/m³, DRA공법 : 1.911tonf/m³, SIP공법 : 1.713tonf/m³
 - 파일주변의 영향범위(약 50cm) 내의 지반 연약 최소화

2) 말뚝회전 안착(파일 그래브)

- ① 소음 및 진동 저감
 - 소음 및 진동에 대한 민원해소
- ③ 말뚝회전에 의해 소일시멘트와 교반이 잘 됨

표 1. 본 신기술 공법과 기존 공법의 비교

비교항목	[신칭 신기술] Trowel Screw/파일회전안착	[SIP 공법] 기존 오거/ 파일타격안착	[케이싱 공법] 올케이싱/파일타격안착	항타
공법의 원리	<ul style="list-style-type: none"> • Trowel Screw가 장착된 압축용 굴삭오거 • 파일그레브를 이용하여 파일을 회전안착 	<ul style="list-style-type: none"> • 천공Auger에 일반 날개가 달린 스크류를 장착 • 안착항타를 하기위해 해머를 이용 안착 • 흠이 잘 붕괴됨 	<ul style="list-style-type: none"> • 천공Auger에 일반 날개가 달린 스크류를 장착 • 흠 붕괴방지를 위해 케이싱 사용 	
시공가능 지반	모든 지반가능	전석층, 사질토층, 연약토층 등에서 공벽붕괴	모든 지반가능	전석층 타격불가
특징 및 기능	<ul style="list-style-type: none"> • 시멘트 페이스트를 굴삭면에 주입 • 굴삭공의 붕괴가 없는 굴삭 흠을 형성 • 파일안착시의 소음, 진동을 최소화 	<ul style="list-style-type: none"> • 천공후 파일을 항타근입 • 소음, 진동으로 인한 민원현장에서 사용이 곤란 	<ul style="list-style-type: none"> • 천공시 케이싱의 2중 공정 필요 • 소음, 진동으로 인한 민원현장에서 사용이 곤란 	
선굴착 후 공벽유지	공벽유지	공벽일부 붕괴	-	-

표 2. 본 신기술과 기존기술의 경제성 비교표

공 법	[신칭 신기술] 공벽압축굴삭/파일회전안착	[SIP공법] 기존 오거/파일타격안착	[케이싱 공법] 올케이싱/파일타격안착
시공비 ¹⁾	11,172원/m	10,556원/m	19,660원/m
슬라임 처리 단가 ²⁾	923원/m(9,232원/본)	1,279원/m(12,788원/본)	1,151원/m(11,509원/본)
계(10m기준)	12,095원/m	11,835원/m	20,811원/m
민원해소비용	발생하지 않음	발생함	발생함

※ 출처 : 1) PHC 400, 심도 5.00M 이상 기준임(단가/M) 별책 첨부보고서 「4. 일위대가」 참조
 2) 물가자료, 건설폐기물 TON당 처리 단가 : 36,218원/ton(2003. 08) 배토량 비교시험 결과, 신기술 공법은 기존 SIP공법 대비 약 27% 감소(관입깊이 10M)
 ※ SIP공법은 공벽이 붕괴되지 않고 유지되는 조건이며, 공벽이 붕괴되는 경우에는 케이싱 공법과 병용되어야 한다.

(4) 공법 비교

표 1 참조

2. 국내·외 건설공사 활용현황 및 전망

가. 적용현장 분석 및 활용실적

본 신기술의 공벽압축굴삭 및 회전안착방식의 파일 시공방법은 기존의 드롭해머에 의한 안착 항타시공에서 발생하는 진동, 소음에 의한 민원을 해소하기 위해 개발되었기 때문에 건설현장에 많이 사용될 것이다.

나. 향후 활용가능분야 및 활용전망

선굴착 공법은 말뚝이 시공되는 지반조건 또는 현장여건에 따라 다음과 같은 경우에 적용할 수 있다.

- 일반적으로 SIP공법 적용 시 천공흠이 붕괴되기 쉽고 지지력 확보가 불가능할 경우
- 매립 토사 중 말뚝의 항타관입에 지장을 줄 수 있는 크기의 호박돌 또는 전석이 존재할 경우
- 시공현장의 주변여건상 말뚝항타로 인한 지반 진동이나 소음, 매연 등이 허용되지 않을 경우
- 지내력 내림기초보다 선굴착공법이 경제성이 있을 경우

