



# Trowel Screw가 자칫 굴삭기와 파일 그레브 공안 파일의 회전안착 시공방법 - 신기술 446호 -

## 1. 신기술의 내용

### 가. 기술 개발 배경

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

상기와 같은 파일시공을 위하여 기중기에 드롭해머, 디젤해머, 유압해머 등을 사용하여 항타에 의한 파일시공을 하거나, 굴삭방법에 의한 파일시공을 하고 있었으나, 굴삭파일시공에는 굴삭부위가 붕괴되는 예가 많아 케이싱(Casing)공법을 이용하여 시멘트페이스트와 파일을 굴삭공에 압입하여 파일시공을 하고 있었다. 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, 또한, 항타를 충분히 지탱하는 파일생산에 문제점이 있고, 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 진동을 해소함으로써 민원으로부터 자유함을 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 주변마찰력을 증대시킬 수 있는 매입 말뚝 시공방법

### 다. 신기술의 원리 및 시공방법

#### (1) 공벽압축굴삭 및 회전안착방식의 파일 시공 방법 개요

- Trowel Screw를 이용한 공벽 압축굴삭
- 일반 Screw ⇒ 압밀날개가 부착된 Trowel Screw

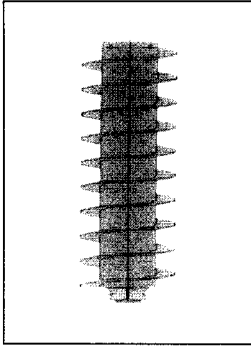


그림 1. 일반 스크류



사진 1. 공벽압축굴삭용 Trowel Screw



사진 2. Trowel Screw가 장착된 공벽 압축 굴삭오거

- 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 그레브를 이용한 회전안착 방식

- 파일 향타 ⇒ 파일그레브를 이용 파일을 회전안착
- Trowel Screw를 이용해 천공한 홀에 파일을 넣고 시멘트 페이스트를 주입 후 파일 그레브를 이용하여 파일을 회전 안착

(2) 공벽압축굴삭과 회전안착 방식의 시공작업 순서

① 천공

- Trowel Screw를 이용 위치확인 후 천공시작 (그림 2(a))
- 지지층을 확인하면서 설계심도까지 천공 완료 (그림 2(b))

② 시멘트 페이스트(Cement Paste) 배합

및 주입

- 천공완료 후 시멘트 페이스트를 오거 선단에 주입(그림 2(c))  
표준배합비(물/시멘트비 : 83%) - 물:시멘트 = 723 l : 872kg

③ 소일시멘트(Soil Cement) 교반

- 오거를 회전하여 시멘트 페이스트(Cement Paste) 교반
- Trowel Screw를 인발(그림 2(d))

④ 말뚝삽입 및 회전압입

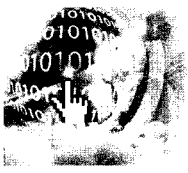
- 자중에 의해 파일 삽입(그림 2(e))
- 파일 그레브를 사용하여 파일 회전 안착(그림 2(f), 그림 2(g))

(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



신기술 신공법

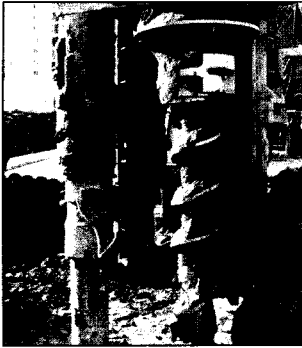


사진 3. 해머를 이용한 파일항타

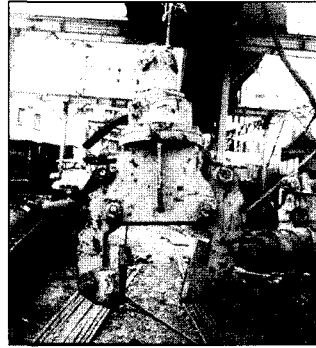


사진 4. 파일그래브

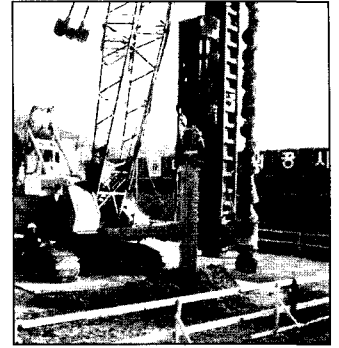


사진 5. 파일그래브를 이용한 파일 회전 안착

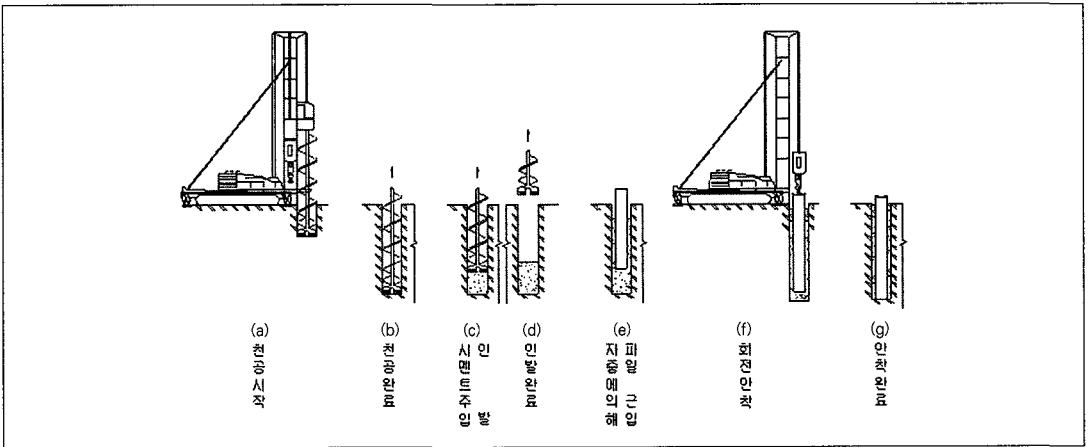


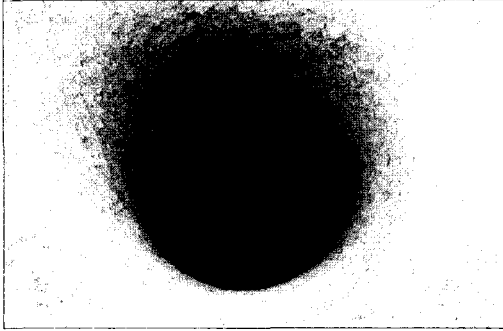
그림 2. 공벽 압축굴삭과 회전안착 방식의 파일시공 순서

- 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/m<sup>3</sup>, DRA공법 : 1.911tonf/m<sup>3</sup>, SIP공법 : 1.713tonf/m<sup>3</sup>
  - 파일주변의 영향범위(약 50cm)내의 지반 연약 최소화
- 2) 말뚝회전 안착(파일 그래브)

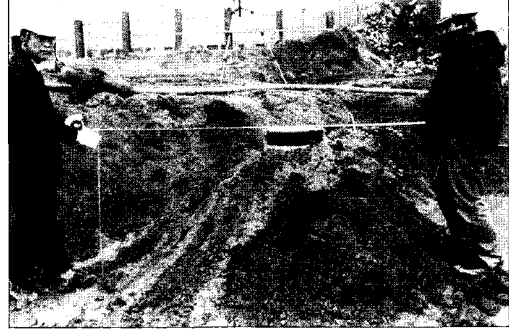
- ① 소음 및 진동 저감
  - 소음 및 진동에 대한 민원해소
- ② 말뚝회전에 의해 소일시멘트와 교반이 잘 됨

(4) 공법 비교  
공법비교는 표 1과 같다.

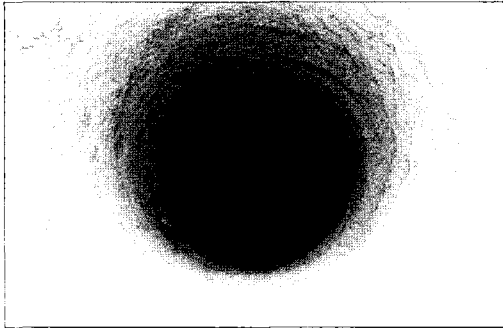
2. 국내 · 외 건설공사 활용현황 및 전망



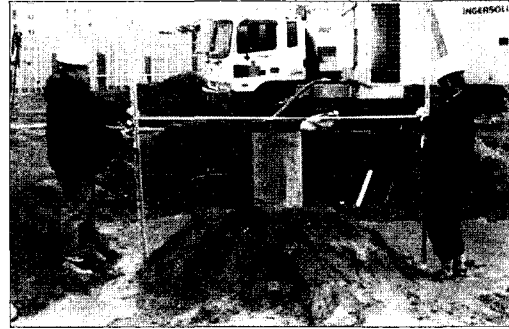
(a) S.I.P공법



(a) S.I.P공법



(b) 신기술 공법(공벽압축 굴삭공법)



(b) 신기술 공법(공벽압축 굴삭공법)

사진 6. 굴착공 입구 공벽마무리의 비교

사진 7. 슬리임량의 비교측정

### 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.

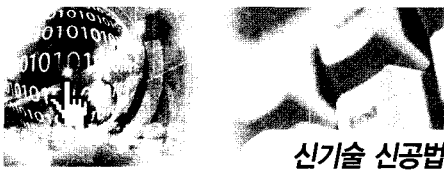
- 일반적으로 SIP공법 적용 시 천공홀이 붕괴되기 쉽고 지지력 확보가 불가능할 경우

- 매립 토사 중 말뚝의 항타관입에 지장을 줄 수 있는 크기의 호박돌 또는 전석이 존재할 경우
- 시공현장의 주변여건상 말뚝항타로 인한 지반진동이나 소음, 매연 등이 허용되지 않을 경우
- 지내력 내림기초보다 선굴착공법이 경제성이 있을 경우

## 3. 기술적, 경제적 파급효과

### 가. 기술적 파급효과

본 신기술의 공벽압축굴삭과 회전안착방식의 파



## 신기술 신공법

표 1. 신기술 공법과 기존 공법의 비교

비교 항목	[신기술] Trowel Screw/파일회전안착	[SIP 공법] 기존 오거/파일타격안착	[케이싱 공법] 울케이싱/파일타격안착	항 타
공법의 원리	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trowel Screw가 장착된 압축용 굴삭오거</li> <li>파일그래브를 이용하여 파일을 회전 안착</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>천공Auger에 일반 날개가 달린 스크류를 장착</li> <li>안착항타를 하기위해 해머를 이용 안착</li> <li>흠이 잘 붕괴됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>천공Auger에 일반 날개가 달린 스크류를 장착</li> <li>흠 붕괴 방지를 위해 케이싱 사용</li> </ul>	
시공 가능 지반	모든 지반가능	전석층, 사질토층, 연약토층 등에서 공벽붕괴	모든 지반가능	전석층 타격 불가
특징 및 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>시멘트 페이스트를 굴삭면에 주입</li> <li>굴삭공의 붕괴가 없는 굴삭홀을 형성</li> <li>파일안착시의 소음, 진동을 최소화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>천공 후 파일을 항타근입</li> <li>소음, 진동으로 인한 민원현장에서 사용이 곤란</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>천공 시 케이싱의 2중공정 필요</li> <li>소음, 진동으로 인한 민원현장에서 사용이 곤란</li> </ul>	
선굴착 후 공벽 유지	공벽유지	공벽일부 붕괴	-	-

표 2. 경제성 비교

공법	[신기술] 공벽압축굴삭/파일회전안착	[SIP 공법] 기존 오거/파일타격안착	[케이싱 공법] 울케이싱/파일타격 안착
시공비 <sup>1)</sup>	11,172원/m	10,556원/m	19,660원/m
슬라임 처리 단가 <sup>2)</sup>	923원/m(9,232원/본)	1,279원/m(12,788원/본)	1,151원/m(11,509원/본)
계(10m 기준)	12,095원/m	11,835원/m	20,811원/m
민원 해소 비용	발생하지 않음	발생함	발생함

※ 출처 : 1) PHC 400, 심도 5.00M 이상기준임(단가/M) 별책 첨부보고서 「4. 일위대가」참조

2) 물가자료, 건설폐기물 TON당 처리 단가 : 36,218원/ton(2003.08.) 배토량 비교시험 결과, 신기술 공법은 기존 S.I.P 공법 대비 약27%감소 (관입길이 10M)

※ SIP공법은 공벽이 붕괴되지 않고 유지되는 조건이며, 공벽이 붕괴되는 경우에는 케이싱 공법과 병용되어야 한다.

일 시공방법은 기존의 기성파일 항타 시 가장 문제가 되는 소음과 진동을 저소음, 저진동화 하고 또한 기존의 매입공법의 굴착 배토 시 지반응력의 이완에 따른 지반 지지력 저감 문제는 물론 가장 문제가 되고 있는 파일선단 지지지반 확인이 불가능한 점을 해결한 공법이다. 본 신기술의 공벽압축굴삭과 회전안착방식의 파일 시공방법은 저소음, 저진동공법으로써 공벽압축굴삭을 위한 트로우얼 스크류(Trowel

Screw)를 장착 굴삭 하므로 흠의 형성이 곤란한 토질에서도 흠의 붕괴를 방지하므로 케이싱 없이 시공하므로 공사비 절감, 공기단축의 효과, 파일을 회전안착시킴으로 소음과 진동이 완전 감소된다.

### 나. 경제적 파급효과

본 신기술의 공벽압축굴삭과 회전안착방식의 파

일 시공방법은 저소음 저진동공법으로서 트로우얼 스크류를 장착하여 공벽압축을 굴삭하므로 흙의 형성이 곤란한 토질에서도 흙의 붕괴를 방지한다. 따라서 별도의 케이싱 작업공정이 생략되고 배출된 슬라임이 감소하므로 처리비용이 절감되며 단일장비에 서 기존 파일 시공방법과 동일한 공정으로 처리된다. 그러므로 별도 케이싱 공정이 생략되는 만큼의 공기 단축효과가 있다.

#### 연락처

- 두산중공업(주) 건설품질안전팀 오덕환 차장  
02 - 513 - 6463
- 기묘중건설(주) 대표이사 김봉학  
02 - 2679 - 9394

본 신기술의 내용은 학회의 의견과 무관합니다

## 기초기술위원회, 연약지반기술위원회, 지반조사기술위원회 2005년 합동 봄학술발표회 개최 및 논문모집 안내

기초, 연약, 지반조사 기술위원회에서는 2005년 합동 봄학술발표회에 논문을 모집하고자 하오니 회원 여러분의 많은 협조와 참여를 부탁드립니다.

1. 논문발표일자 : 2005년 6월 24일 (금요일) 10:00~18:00
2. 논문발표장소 : 한양대학교
3. 논문초록마감 : 2005년 5월 21일
4. 논문원고마감 : 2005년 6월 4일
5. 문 및 논문초록 제출은 권오균 교수(계명대학교)에게 해 주십시오.
6. 연락처 : Tel.) 053-580-5280 Fax.) 053-580-5165 e-mail) ohkwon@kmu.ac.kr

>>> 각 기술위원회의 운영위원회는 항상 열려있으니 활동을 희망하시는 회원께서는 언제든지 위원장 및 간사에게로 연락하여 주시기 바랍니다.