

▨ 유압직타 공법

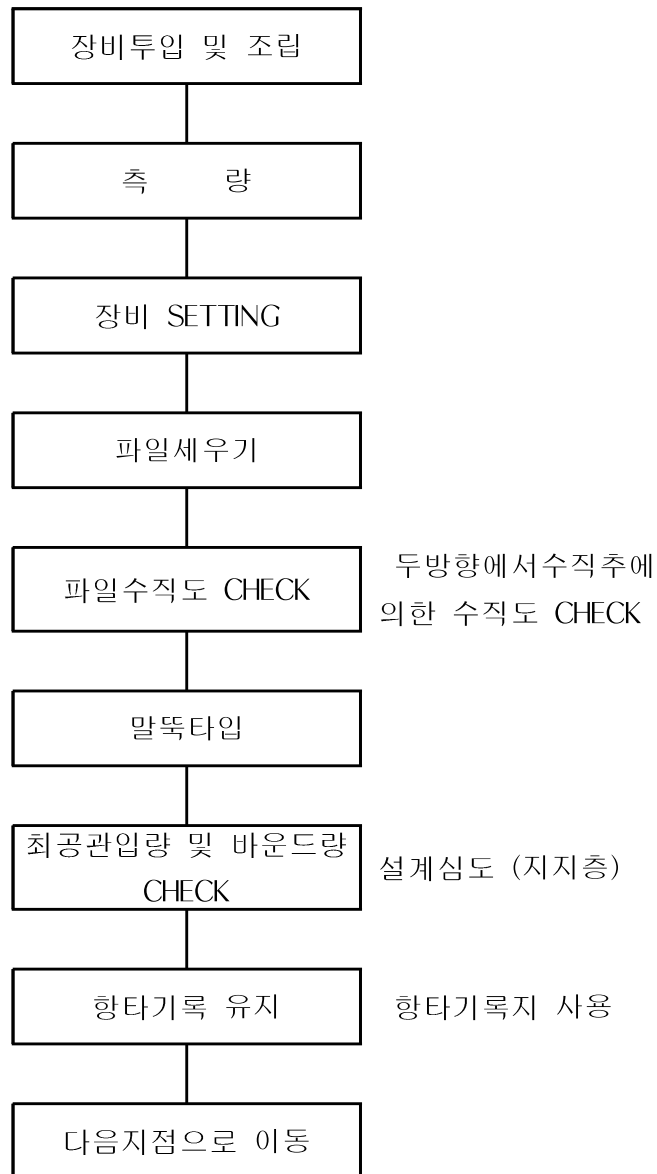
■ 개요

말뚝머리를 직접 해머로 향타하는 직타공법의 일종으로 작업능률이 좋고 지지력이 좋다. 기존디젤함마의 단점인 불규칙적인 Ram의 낙하고,비산먼지,소음등을 저감시킬수있다.

■ 장단점

- 디젤함머와 비교시 Ram의 낙하고 자유자재조절가능
- 타격에너지가 커서 말뚝관입이 용이함
- 비산먼지,소음발생이 적다
- 타격에너지의 관측 및 관리용이

■ 작업흐름도



▣ SIP(Soil-cement Injected Precast Pile Methods)공법

■ 개요

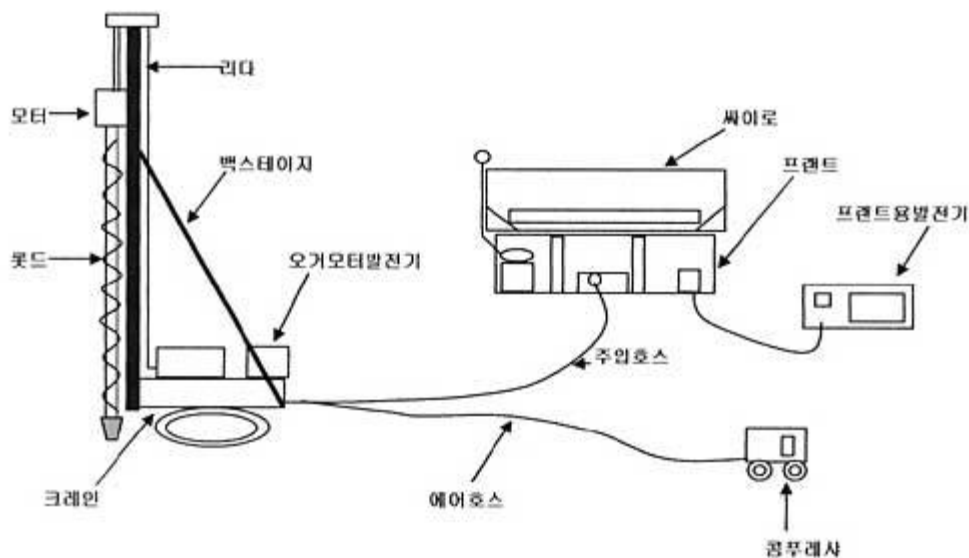
기초 지반의 지지력은 지반의 강도와 기초의 크기 및 기초의 근입등에 의해 결정되는데 지반의 강도가 부족한 경우 기초의 근입을 늘이는 것이 가장 확실한 공법이라 하겠다. 그러나 기초에 전달되는 하중이 대단히 큰 경우는 기초의 근입이 상당히 늘어나야 하므로 그에따라 기초 전체를 깊게 근입하는 데는 상당한 공사비가 소요되기 때문에 말뚝공법의 도입이 필연적이 된다.

이 공법을 토질 및 기초공학에서는 깊은 기초(deep foundation)공법으로 분류하며 기초공법중 가장 안정된 공법으로 평가하고 있다. 말뚝 공법은 강성이 큰 steel이나 콘크리트, 목재등을 지층 깊숙히 관입하여 매우 단단한 심층에서 기초가 지지되도록 하는 것으로 지층의 토립자 구성이 매우 중요한 고려사항이다. 즉 중간 토층에서의 말뚝의 관입이 용이하여야 하고 말뚝 선단부의 지지력이 확실하여야 한다.

그러나 하천 인접구역에서는 자갈, 호박돌층이 두껍게 퇴적되어 있는 경우가 많아 타격에 의한 말뚝근입이 불가능하며 모래, 자갈층은 세굴작용이 일어나므로 선단지지층으로 사용하기는 곤란하다. 따라서 이러한 지층에서는 대구경의 우물통 기초를 하거나 오거장비 등에 의해 미리 천공하여 현장에서 콘크리트를 치는 현장말뚝(bore pile)공법 등을 사용한다.

그러나 이러한 공법들은 말뚝의 크기(단면적)에 비교적 침하량이 크게 나타나고 기초지반이 이완되어 말뚝주변의 마찰이 크게 감소되어 지반의 지지력이 부족한 탓으로 말뚝본체의 강도를 충분하게 사용하지 못하므로 비경제적이 되기가 쉽다. 본 SIP공법은 이러한 단점을 보완함으로써 양생후에는 주변지층의 강도가 증대되어 말뚝 주변의 마찰력(skin friction)을 크게 증대시키고 아울러 선단부에서도 교반된 soil-cement가 완전히 충전되어 말뚝의 침하량을 최소화 시키는 공법이다.

■ 사용장비의 특징



본 공법에 사용되는 오거장비는 강력한 구동력을 발휘하여 풍화대층(잔적토 및 풍화암)까지 천공이 가능하다. 오거의 회전은 축회전이 가능하여 굴진과 교반작업의 구분시공이 용의하다.

날개(Screw)는 토사와 Cement Paste를 교반시키는 봉형으로된 교반 날개와 배합토사를 상사로 이동시키는

나선형으로된 교반날개로 구분되어 있고 토층에 따라 일반용, 호박돌층용, 점성토층용등 다양하여 지층에 따라서 선택하여 사용이 가능하다.

항타장비는 일반적으로 많이 사용되는 kobe k-25중에서 말뚝중량에 따라 적절한 것을 선택하여 사용하고 있다.

■ 시공방법 및 효과

본 공법은 오거장비로 소요말뚝 구경보다 직경을 10cm정도 크게 하여 천공하며 굴진시 오거빗트를 통해 Cement Paste와 Bentonite 배합한 용액을 주입하여 공벽을 보호하면서 설계심도까지 굴진한다. 지지층 부근에서는 두 배합의 Cement Paste를 주입하여 원지반토와 충분히 교반하므로써 확장된 선단지지층으로 사용할 수 있게 한다.

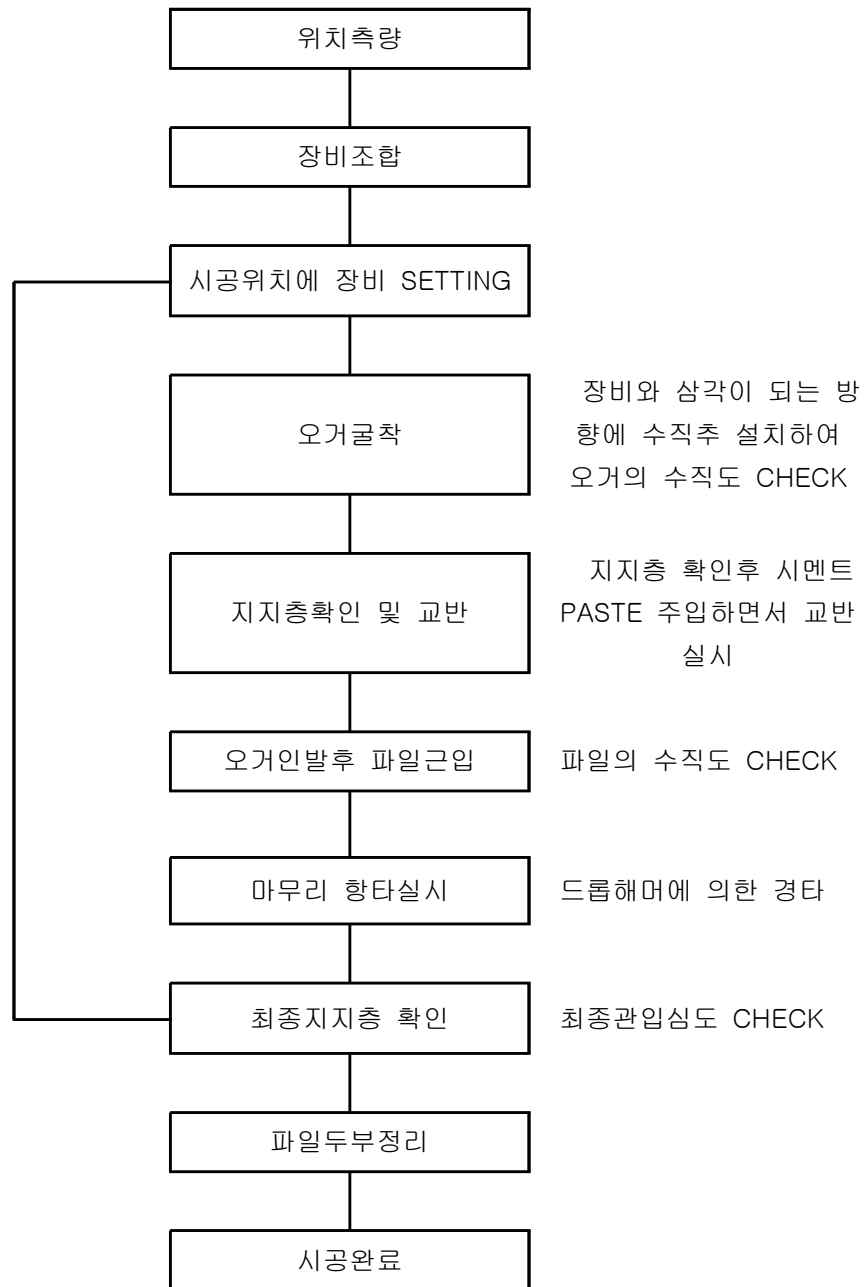
교반작업이 완료되면 기성 말뚝을 자중에 의해 공의 내부에 압입한 후 선단부 1.0~1.5m를 햄머에 의해 타입시키므로써 말뚝 선단부가 이완되지 않고 오히려 더욱 조밀해지도록 하는 효과를 얻는다.

이렇게 하므로써 말뚝선단부의지지력이 증대될 뿐만 아니라 말뚝 주변의 마찰력이 타입말뚝(Driven Pile)보다 오히려 크게 나타나 말뚝본체의지지력을 100%발휘할 수 있게 된다.

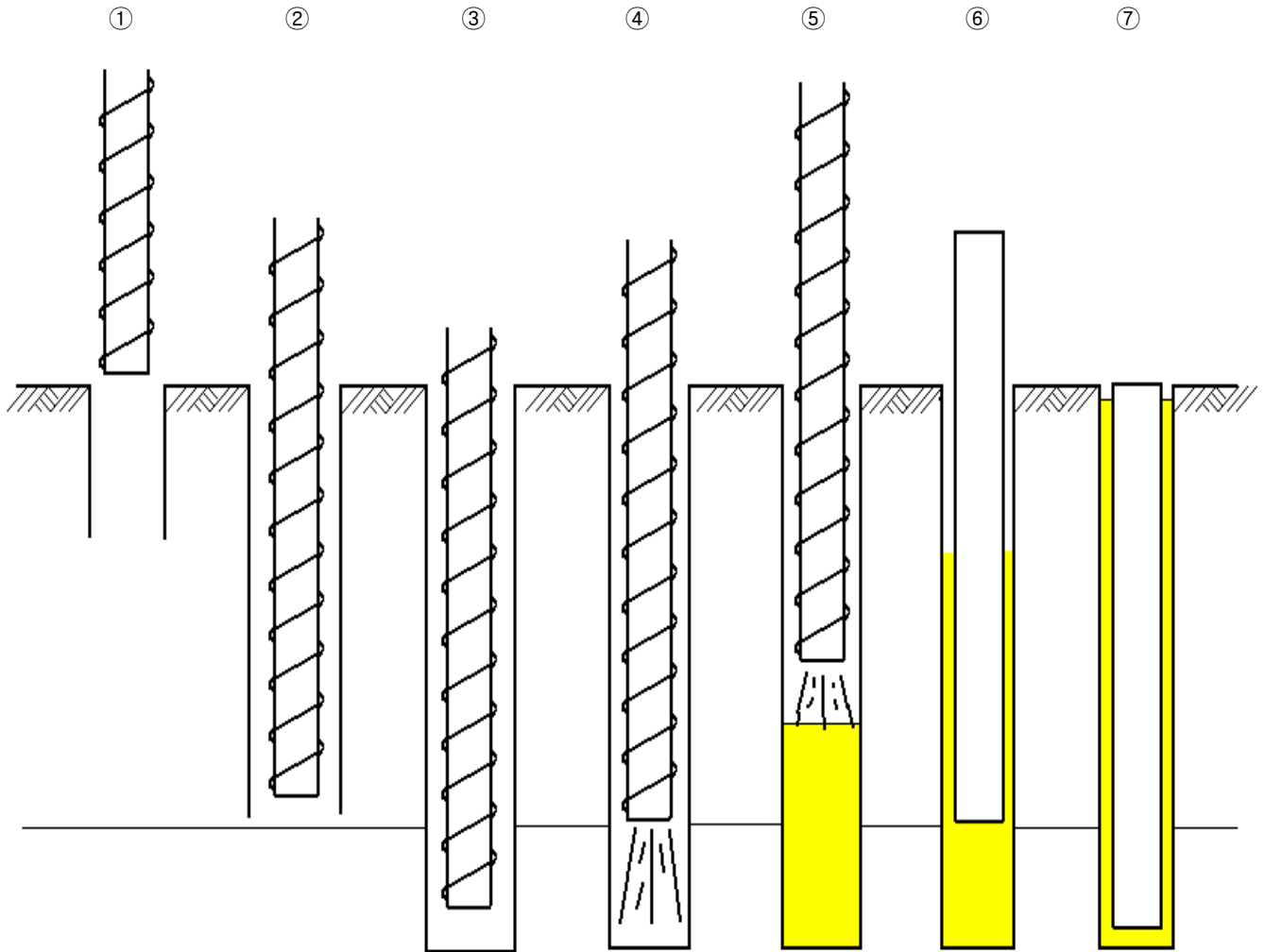
또한 말뚝의 선단이 개구식(Open Shoe)인 경우 말뚝내부에도 Soil-Cement가 충전되어 말뚝의 유효단면적이 확대되므로 말뚝자체의 강성에도 더욱 양호한 효과를 주며 말뚝에 가해지는 충격응력이 작아 품질 관리면에서도 우수하다.

뿐만 아니라 소음 및 진동이 작아 도심지에서의 작업도 가능하며 지지층까지의 관입이 확실하여 하자발생의 요인이 거의없다.

■ 작업흐름도



■ 작업순서도



[S.I.P 천공공법]

- ① 장비Setting
- ② 천공스크류 굴진 및 배토
- ③ 굴착 완료
- ④ 그라우팅 밀크 교반
- ⑤ 그라우팅 밀크 주입 및 천공스크류 인발
- ⑥ PHC PILE 근입
- ⑦ 경타에 의한 근입 (DROP HAMMER)

▣ DRA(Double Rod Auger)공법

■ 개요

D.R.A(Double Rod Auger)공법은 기존매립공법의 지지력 문제점을 보완하고 진동, 소음이 문제가 되는 지역에서 적용성이 매우 큰 공법이고 특히 주변건물과 밀접하여 소음 및 진동으로 민원발생이 예상되는 현장과 지하터파기후 장비 진입이 곤란하고 지반여건이 연약하여 파일공사 작업이 불가능한 현장에서는 현 지반에서 공작공 D.R.A공법을 병행하여 시공할 수 있는 장점이 있다.

(예) 18M S.D.A 천공, 11M파일, 공작공 7M 파일공사 후 터파기공사가 원활하게 진행될 수 있고 파일잔재의 소모를 줄여 자재원가를 절감할 수 있는 장점이 있는 공법이다.

■ 용어의 정의

- D.R.A 공법 : 상부 Auger Screw와 하부 Casing Screw로 동시 천공후 파일을 근입한후 시멘트 몰탈을 주입하는 공법이다.
- PILE :지지층 깊숙히 관입하여 상부 구조물로부터의 응력을 지반에 골고루 전달하는 말뚝.
- 상부 AUGER : 천공시 SCREW 상부에 연결되어 SCREW를 회전시키는 장비.
- 하부 AUGER : 천공시 SCREW 상부에 연결되어 CASING SCREW를 회전시키는 장비.
- CASING SCREW :지지층을 천공하여 공벽이 무너지는 것을 막아주는 천공기.
- SCREW :지지층 천공하여 슬라임을 배출하는 천공기.
- PLANT : 물과 시멘트를 배합하는 장치

■ 시험타 시공방법

시험말뚝은 실제말뚝의 무게와 단면을 가진 본향타용 제품으로 하며 실제 말뚝박기에 적용될 비트(T-4)와 햄머를 사용한다.

시험타는 당초 설계된 길이 보다 길이가 긴 파일을 사용하고 위치 선정은 지형상이 지층 길이 변화가 예상되는 곳, 이상지층등 필히 확인을 요하는 곳에 선정한다.

시험타를 할 때 관입량을 검측하고 파일번호를 기재하며 설계심도와 상이한 경우 설계변경요청을 한다. 지지층이 호박돌, 전석, 지장물 철거 잔재매설, 불규칙 토층으로 인하여 도면대로 시공이 어려울 경우 발주처나 감독관에게 보고한다.

■ 본향타 시공방법

1.천공

- ㉠ 천공위치를 확인후 장비를 작업하기에 최적의 위치에 이동 거치한다.
- ㉡ 천공위치에 AUGER+T-4의 중심을 정확히 일치시킨후 AUGER+T4가 수직인가를 수준기와 다림추로 확인한 다음에 굴진한다.
- ㉢ Air를 T-4햄머 선단부에 주입하면서 굴진한다.
- ㉣ 지지층까지 정회전으로 굴진한다.

2. 시멘트 그라우팅

- ㉠ 설계심도까지 도달하면 오거를 상하 왕복하면서 교반하여 Cement Paste(일반적으로 물1㎥ 당 시멘트 880kg, 물 730L)와 선단부 부근의 원지반 토사와 충분히 혼합되도록 한다.
- ㉡ Cement Paste를 주입하면서 인발하고 파일 삽입시 공벽이 충전되도록 한다.

3. 파일건입

- ㉠ 파일을 세울 때 매다는 위치는 파일선단부의 3/10 지점에 와이어 로프를 걸어 세운다.
- ㉡ 파일을 끌어올릴 때 이미 시공된 파일에 부딪쳐 충격을 가하거나 Leader에 충돌하지 않도록 유의한다.

㉔ 파일을 천공홀의 중심과 수직이 되도록 세운뒤 파일 자중에 의해 삽입한다.

4. 최종 안착항타

파일을 해머를 이용 낙차로 타격하여 천공깊이 까지 안착 시킨다.

5. 보강타

㉕ 설계위치에서 75~100mm 벗어난 경우 중심선 외측으로부터 벗어난 만큼 기초 확대 및 철근 1.5배 보강 배근도록 조정, 확인한다.

㉖ 설계위치에서 150mm 초과하여 벗어난 경우 설계위치에 인접하여 추가항타하고 파일 중심선에서 벗어난 만큼 기초폭 확대하고 철근 1.5배 배근

㉗ 수직 시공이 되지 않을 경우 (기울기L/50이상) 보강파일 시공

㉘ 중파된 경우 설계위치에 인접하여 추가항타하고 파일 중심선에서 벗어난 만큼 기초폭 확대하고 철근 1.5배

6.배근

■ 파일 운반 및 취급

운반 및 취급시 파일에 손상을 주지 않도록 한다.

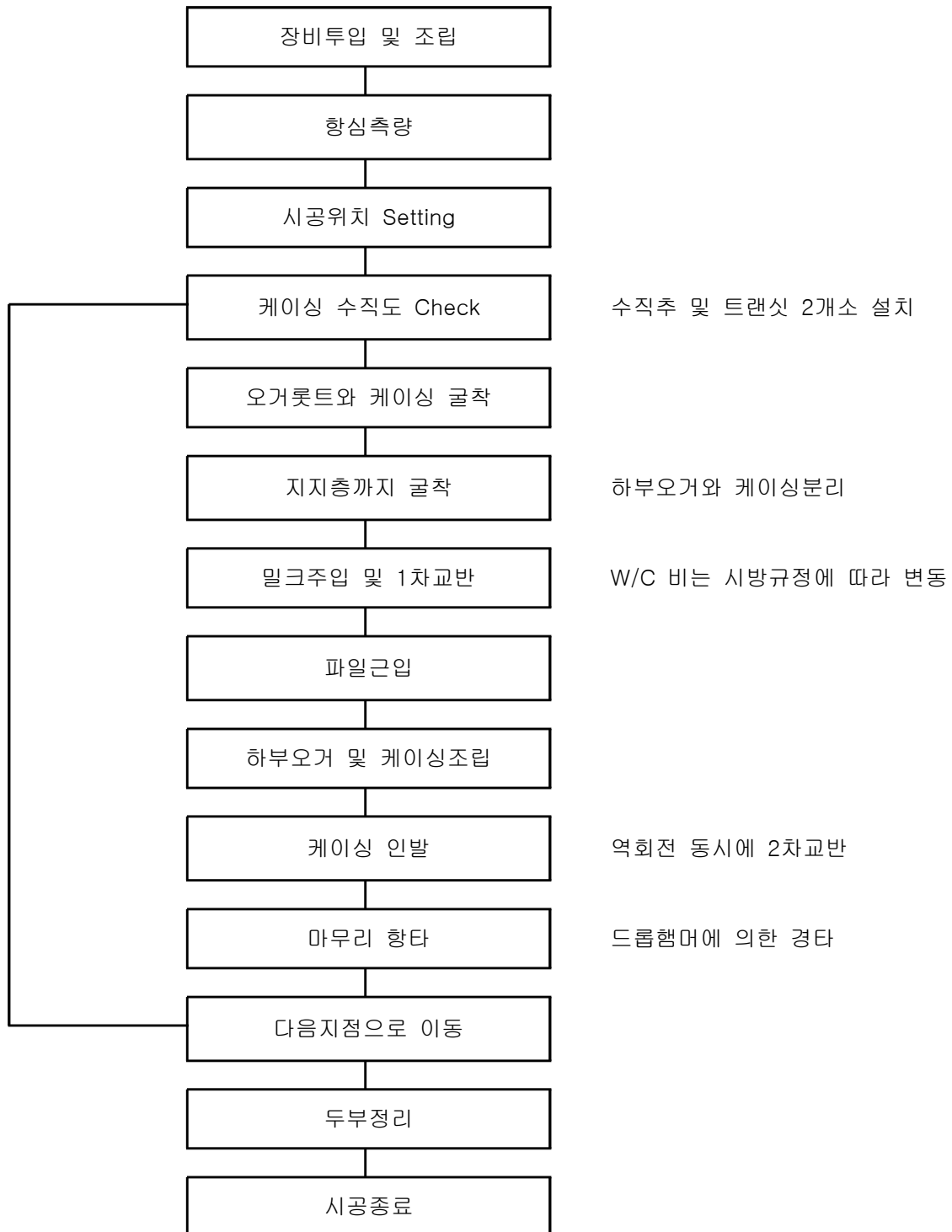
현장 반입 말뚝 중 규격미달 제품 및 균열발생 제품은 별도 적치후 조치를 취한다.

저장 장소는 가능한 천공작업에 가깝고 배수가 양호하고 지반이 견고한 곳을 택한다.

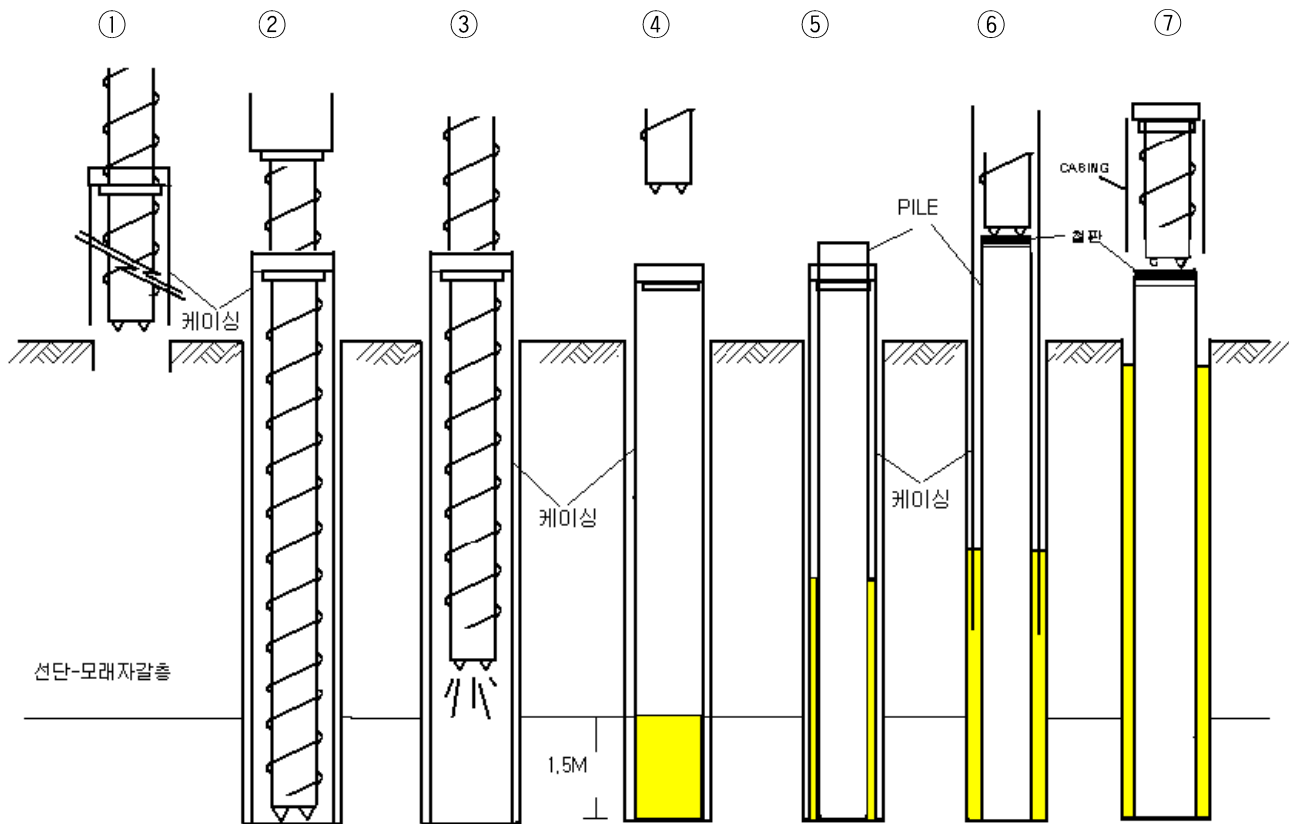
파일 받침대는 수평되게 하고 2단 이하로 쌓는다.

파일종류 및 규격별로 저장한다.

■ 작업흐름도



■ 작업순서도



[D.R.A 천공공법]

- ① 장비 SETTING
- ② D.R.A에 의한 굴착(설계심도)
- ③ 에어서징 하면서 스큐류인발
- ④ 시멘트 페이스트채움
- ⑤ 파일 삽입
- ⑥ 케이싱 내부에 시멘트페이스트 채움
- ⑦ 케이싱인발
- ⑧ 드롭해머에 의한 경타(최고 5-10회경타)

▣ PRD(Percussion Rotary Drill)공법

■ 개요

상호 역회전하는 내측 샤프트와 외측 케이싱의 구조를 이용하여 암반굴진하는 이중역회전식의 기초공사용 전문 천공기이다. 이중방식으로 천공하므로 수직정도가 높은 시공이 가능하다. 또 내측 외측을 각각 회전시킬 수 있으므로 상호 반동 토-크를 삭감시켜 베이스 머신과 리더에 과대한 토-크를 주지 않는다. 또한 스위벨 기구를 내장하고 있으므로 몰탈 주입도 가능하다.

국내에서 AUGER공사나 T-4 함마공사는 널리 사용되어 왔으며, AUGER는 연약지반에서 그 특성을 발휘하지만 자갈층이나 암반층에서는 작업성이 현저히 떨어지고, T-4함마공사는 천공후 구멍이 붕괴되어 CASING을 넣을때 바이브로 함마를 다시 향타해야 하는 불편함과 물이 나오는 자갈층과 모래층에서 공사가 어려운 단점이 있다. 특히 강이나 해안가 주위에 서 공사를 할 때 현장에서는 문제점을 안고 여러 가지 공법을 시도하였으나 뚜렷하게 전천후로 완벽한 기초공사용 천공방법에 대한 안이 제시되지 못했다. 이러한 난공사를 타개하고자 수차례에 걸쳐 일본의 각 현장을 방문하여 P.R.D를 이용한 모터와 함마공법을 채용하게 되었다.

직경이 작을때는 BARBER DRILL도 가능하나 광범위하게 사용되는 중.대구경(직경 406mm에 서 1500mm사이) 공사를 할때에 P.R.D공법이 그 위력을 발휘하여 공사비와 시간을 줄일수 있게 되었다. 특히 도심지에서 S.P.S공법 및 Top Down공사를 할 때에는 정확한 수직도가 요구되므로 기 존에 사용되던 R.C.D보다 정밀시공이 뛰어나고 시공기간이 단축되므로 P.R.D공법이 그 진가를 발휘하고 있다.

■ 공법적용지질

N치 50이상의 사력층으로 Hole이 붕괴되는 경우
불안정한 토사층을 통과하여 암반에 말뚝을 정착시키는 경우
천공Hole의 입구부터 붕괴되어 공사가 위험한 경우
대구경 말뚝 타설공사(Top Down 공사), S.P.S(Strut Permanent System)공법
심한 자갈, 전석층
불균질한 매립층
연약지반 등
기존의 굴착장비로는 CASING 삽입작업이 불가능한 지층

■ 공법의 종류

1. CASING 동시 압입공법

N치 50이상의 사력층으로서 공벽을 유지할 수 있는 토질을 관통하여 암반에 천공하는 경우 적용되는 공법이다.

압입실린더를 신축 조정함으로서 CASING위치를 변화시켜 혼합토질에 적용시킬 수 있다.

CASING을 흠속에 넣은 상태에서 내부가 빈 상태를 유지하므로 말뚝을 연결시키는 공법 에도 건입(이음시공)이 가능하다.

벤토나이트 등의 안정액을 사용하지 않고도 천공구멍은 건조상태로 유지한다.

적용 말뚝경 : $\varnothing$ 300 ~ $\varnothing$ 1000

적용 공사 : TOP DOWN, SPS,SIP,PHC, PILE 설치, 가시설공사(H-BEAM설치) 등

2. P.R.D. 일반 굴삭공법(Pre-boring시)

점성토 N치 20이하 옥석은 10cm이하에서 가능한 작업이다.

굴삭 ROD를 이용하여 먼저 기반을 굴삭하면서 이토화(泥土化)한 후 그 굴삭공에 말뚝을 매설하여 지지력을

얻는 공법이다.

적용 말뚝경 : $\varnothing 300 \sim \varnothing 1000$

적용 공사 : 가시설공사(H-BEAM설치), SIP, PHC PILE설치, Steel Pile

3. P.R.D. 병용 공법

Steel Pile과 Air Hammer Bit가 정, 역회전을 하며 천공하는 공법이다.

Casing의 탈, 부착이 자유로워 강관기초파일 및 S.P.S공법, TOP DOWN공법의 Center Pile 양반 기초등에 널리 이용되는 공법이다.

Air Hammering과 동시에 Casing을 굴진함으로써 지층의 구애를 전혀 받지 않는다.

직, 사향공사에도 구애를 받지 않으며, Casing을 약 27m까지 한번에 굴착이 가능하여 강관파일 천공시 품질이 매우 우수하다.

작업시 진동 및 분진이 매우 적으며 필요에 따라서 Air Tank를 통하여 물을 뿌리면서 시공이 가능하므로 분진대책도 가능하다.

장비 자체에 좌,우 수직계와 하중계가 부착되어 작업상 안정성이 확보되며 또한 다른 공법보다 수직도가 매우 우수하다.

적용구경 : $\varnothing 406 \sim \varnothing 1000$

적용공사 : SPS공법, Top Down공법, 가시설공사(H-BEAM설치), SIP공사, 강관 천공후 항타공사, 대구경공사 등

천공심도 : 각 구경 50m $\sim$ 100m

■ 작업흐름도



■ 공법비교

구분	P.R.D 공법	T-4
특성	저압AIR를 사용하므로 AIR에의한 주위 지반의 교란 및 융기가 전혀 없으며 케이싱 자체가 PILE이므로 주변 마찰력이 크며 케이싱 내부를 AIR로 배토 시키므로 선단지지층을 육안으로 확인 가능하며 지지력이 확실하다.	고압AIR HAMMER를 사용하므로 다소 주위의 지반이 교란되며 케이싱을 사용할 경우 케이싱인발 및 설치의 공정이 다소 복잡하며 P.C PILE을 사용할 경우 수량의 증가로 공사비의 증가를 가져올 수 있다. 단, 중 대구경인 $\phi 600$ 이상 $\phi 800$, $\phi 1,000$ 는 시공이 불가능하다
공기	공사의 시공 효율이 매우 높고 CASING과 동시에 HAMMERING을 할수 있어 시공기간이 단축되므로 그 진가를 발휘한다.	고압 AIR로 사용하므로 시공효율은 증가하지만 전체적인 수량면에서 보면 공기의 차이는 P.R.D 보다 현저히 떨어진다.
민원	저압 및 저소음 장비를 사용하므로 주위의 여건에 크게 구애를 받지 않으며 타격이 필요치 않으므로 작업시 발생하는 소음은 심하지 않으며 민원의 소지는 적은편이다.	고압을 사용하지만 주위의 건물이 근접하지 않으면 융기 및 소음에 대한우려를 배제할 수 있으므로 건물에서 떨어진 곳의 작업은 크게 지장이 없다
기타	자재의 소모(LOSE)는 약 5%이며 타격을 하지 않으므로 두부 및 파일 자체의 손상이 거의 없다	자재의 소모(LOSE)는 약 30%이며 품질관리상 P.R.D 공법보다 떨어지며 경타로 인한 두부의 손상이 있을 수 있다.