

KS F 7001

KSKSKSKS
SKSKSKS
KSKSKS
SKSKS
KSKS
SKS
KS

KS

원심력 콘 크리트
말뚝의 시공 표준

KS F 7001 : 2002

산업표준심의회 심의

2002년 10월 21일 개정
한국표준협회 발행

원심력 콘크리트 말뚝의 시공 표준

F 7001 : 2002

Standard practice for execution of spun concrete piles

1. **적용 범위** 이 규격은 원심력 콘크리트 말뚝(이하, 말뚝이라 한다.)의 시공 표준에 대하여 규정한다.

비 고 이 규격에서의 말뚝은 **KS F 4301**, **KS F 4303** 및 **KS F 4306**에 규정하는 말뚝 또는 이것들과 동등 이상의 품질을 가진 콘크리트 말뚝으로 한다.

2. **인용 규격** 다음에 나타내는 규격은 이 규격에 인용됨으로써 이 규격의 규정의 일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

KS B 0515 반자동 용접 기술 검정에 대한 시험 방법 및 판정 기준

KS B 0885 용접 기술 검정에 있어서의 시험 방법 및 판정 기준

KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉

KS D 7104 연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크 용접 플럭스 코어선

KS F 4301 원심력 철근 콘크리트 말뚝

KS F 4303 프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝

KS F 4306 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝

3. **정 의** 이 규격에서 사용하는 주된 용어의 정의는 다음과 같다.

- a) **공사 감리자** 당해 구조물에서 설계 도서에 나타낸 조건에 적합한 목적물을 완성하기 위하여 공사 감리를 하는 자
- b) **시공 관리자** 당해 구조물에서 공사를 완성하기 위한 공사 청부자의 현장 대리인으로 공사 관리를 하는 자
- c) **말뚝 시공 관리자** 당해 구조물에서 말뚝 공사를 완성하기 위한 공사 관리를 하는 자
- d) **리더** 항타기 장대에서 해머 및 오거 구동 장치의 승강 레일이 부착되어 있는 지주
- e) **캡** 해머의 타격력을 균등하게 말뚝에 전달하기 위하여 이용되는 강체의 보호구
- f) **쿠션** 캡과 말뚝 머리부 사이에 넣는 완충재
- g) **어스 오거** 축부의 바깥둘레에 플레이트를 나선 모양으로 부착한 굴착 지그
- h) **로드** 축부의 바깥둘레에 교반봉, 혼합 드럼 등이 부착된 굴착, 교반 지그
- i) **블레이드** 어스 오거의 나선 모양의 블레이드 부분
- j) **비트** 어스 오거 및 로드와 앞 끝부에 부착된 굴착 지그
- k) **압입 장치** 항타기의 질량을 반력으로 하여 말뚝을 눌러 넣는 장치
- l) **공타** 디젤 해머를 박기 시작할 때 연료의 공급을 중지하고 램의 낙하만으로 타격을 하는 작업
- m) **편타** 타격력의 중심이 편심하거나 쿠션재가 편마모되어 말뚝에 타격력이 균등하게 전해지지 않는 상황
- n) **프릭션 커터** 중굴 공법으로 말뚝에 작용하는 시공 중의 주변 마찰을 줄여서 말뚝의 침설을 쉽게 하기 위하여 말뚝 선단의 외주에 부착하는 강체의 원통 모양 철물
- o) **굴착액** 굴착 중의 구멍벽 붕괴 방지를 목적으로 한 액

- p) **말뚝 주변 고정액** 구멍벽과 말뚝 주변의 틈새를 충전하고, 경화 후 말뚝 주변 마찰 저항 및 말뚝에 수평력이 작용한 경우의 지반의 저항을 확보하는 것을 목적으로 한 시멘트, 물 등의 혼합액
- q) **근 고정액** 말뚝 선단부를 지지 지반에 정착시키고, 경화 후 연직 지지력을 확보하는 것을 목적으로 한 시멘트, 물 등의 혼합액

4. 말뚝의 취급

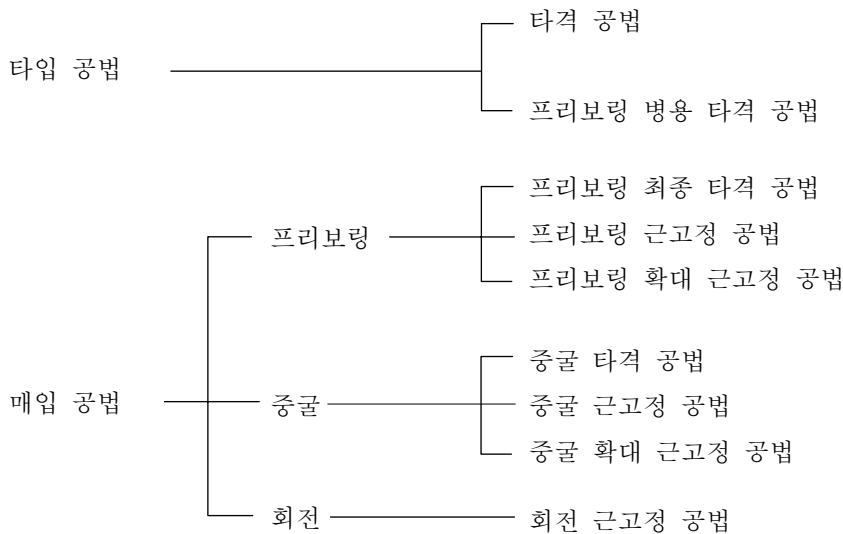
4.1 하역 하역에서는 말뚝의 쌓기 또는 내리기 중 어느 경우나 반드시 2점에서 지지하면서 유해한 흠 및 균열이 발생하지 않도록 주의하여 다루어야 한다.

4.2 수송 수송할 때는 말뚝에 손상을 주지 않도록 적절한 위치에서 튼튼한 받침재를 깔고 무너지지 않도록 와이어 로프를 사용하며, 말뚝의 이동을 방지하는 썰기를 박아야 한다. 2단 이상으로 쌓는 경우, 각 단의 받침재는 동일 연직면 위에 놓아야 한다.

4.3 현장 반입 및 가적치 현장 반입 및 가적치는 다음과 같이 실시한다.

- a) 현장 반입에서는 가능한 한 항타대 근처에서 작업에 지장이 없는 장소에 말뚝을 내린다.
- b) 현장에 말뚝을 가적치하는 경우는 보통 평탄한 장소로 하고, 말뚝을 지지하는 위치에 받침대를 놓고 1단으로 나열한다.

5. 말뚝의 시공법 말뚝의 시공법의 분류는 다음과 같이 한다.



비고 1 . 타격 공법 : 해머로 말뚝을 타격하여 지반 안에 관입시키는 공법

2. 프리보링 병용 타격 공법 : 미리 어스 오거로 굴착하고, 그 굴착 구멍에 말뚝을 세워 놓고 해머로 타격하여 지지층 안에 관입시키는 공법
3. 프리보링 최종 타격 공법 : 지지층 부근까지 미리 어스 오거 등으로 굴착액을 주입하면서 굴착하고, 말뚝을 세워 놓고 해머로 타격하는 공법
4. 프리보링 근고정 공법 : 일반적으로 시멘트 밀크 공법이라고 불리며, 근고정액 및 말뚝 주변 고정액이 충전된 굴착 구멍에 말뚝을 압입 또는 경타하여 설치하는 공법
5. 프리보링 확대 근고정 공법 : 말뚝 지름 이상의 근고정 구경을 축조하여 말뚝을 회전 또는 자침으로 설치하는 공법

- 6. 중굴 타격 공법 : 말뚝 중공부에 삽입한 어스 오거에 의해 말뚝 선단부의 지반을 굴착하면서 말뚝을 지지층 부근까지 침설하고, 그 후 해머로 타격하여 관입시키는 공법
- 7. 중굴 근고정 공법 : 말뚝 중공부에 삽입한 어스 오거에 의해 말뚝 선단부의 지반을 굴착하면서 말뚝을 지지층까지 침설한 후 근고정 구근을 축조하는 공법
- 8. 중굴 확대 근고정 공법 : 말뚝 지름 이상의 근고정 구근을 축조하여 말뚝을 설치하는 공법
- 9. 회전 근고정 공법 : 말뚝 선단의 특수 철물과 말뚝 중공부에 삽입한 로드 에 의해 굴착수를 토출하면서 말뚝 선단 철물에 회전을 주어서 침설하여 말뚝 선단부를 근고정하는 공법

6. 시공 기계 및 장 치

6.1 항 타 기 항타기는 다음과 같이 한다.

- a) 항타기는 자중 및 작업에 의한 하중에 견디고 안전성이 있는 구조이며, 작업 중에 유해한 진동, 이동, 경사 등이 생기지 않는 견고한 것으로 한다.
- b) 리더는 작업 중 항상 연직으로 유지할 수 있는 것이어야 한다. 다만, 경사 말뚝을 시공하는 경우는 그 각도를 바르게 유지할 수 있는 것으로 한다.

6.2 해 머 해머는 그 구조 및 성능을 잘 조사하여 적절한 것을 고르도록 한다.

6.3 캡 및 쿠션 캡 및 쿠션은 다음과 같이 한다.

- a) 캡은 해머의 타격력을 말뚝에 균등하게 전하는 것으로 타격에 견딜 수 있는 구조로 한다.
- b) 쿠션에는 말뚝의 박아 넣기 중, 말뚝 머리부를 보호하고 말뚝에 타격력을 균등하게 전달하기 위하여 적절한 재료를 사용하도록 한다.

6.4 항타 보조 기 항타 보조기는 말뚝 머리를 작업 지반면 아래로 설치하기 위하여 사용하는 것으로 각 시공법에 견디는 구조로 한다.

6.5 오 거 구 동 장 치 오거 구동 장치는 어스 오거 및 로드를 회전시키고, 굴착하기 위한 능력을 가진 것으로 한다.

6.6 어 스 오 거 및 로 드 어스 오거 및 로드는 굴착액, 근고정액 등을 토출하기 위하여 중공 구조의 것으로 하고, 강성이 높고 구부러짐이 적은 것으로 작업에 견디는 것으로 한다.

6.7 비 트 비트는 각 공법에서의 굴착을 위한 필요한 기능과 구조를 가지며 작업에 견디는 것으로 한다.

6.8 압 입 장 치 압입 장치는 말뚝을 소정의 심도 및 방향으로 설치하기 위한 질량 및 구조를 갖춘 것으로 한다.

6.9 회 전 압 입 장 치 회전 압입 장치는 말뚝의 선단 철물을 회전 압입하기 위한 성능을 갖춘 것으로 말뚝에 과대한 응력을 일으키지 않는 것으로 한다.

6.10 회 전 캡 회전캡은 말뚝을 연직으로 매달아서 말뚝을 회전시켜 굴착 구멍에 삽입하기 위한 것으로 그 작업에 견디는 것으로 한다.

6.11 부 대 설 비 부대 설비는 말뚝 박기 장대에 부착되는 설비 이외의 모든 설비로 다음과 같은 것으로 한다.

- a) **혼 합 장 치** 혼합 장치는 굴착 후 근고정액 등을 균일하게 혼합할 수 있는 구조의 것으로 하고, 말뚝의 시공 중에 연속하여 공급할 수 있는 용량 및 기능을 갖춘 것으로 한다.
- b) **그 라운 드 펌 프** 그라운드 펌프는 시공법에 따른 토출 능력을 갖춘 것으로 한다.
- c) **에 어 컴 프 레 서** 에어 컴프레서는 시공법에 따른 압력과 토출 능력을 갖춘 것으로 한다.
- d) **용 접 기** 용접기는 말뚝의 이음의 용접에 필요한 성능이 있고 소정의 안전 장치를 갖춘 것으로 한다.
- e) **전 력 설 비** 전력 설비는 시공 기계 및 장치에 필요한 전력을 충분히 공급할 수 있는 용량을 갖춘 것으로 한다.

- f) **급 수 설비** 급수 설비는 혼합 장치 등에 필요한 수량을 연속하여 공급할 수 있는 용량을 갖춘 것으로 한다.
- g) **전 류 계** 전류계는 오거 구동 장치의 모터 부하 전류값을 기록할 수 있는 기능을 갖춘 것으로 한다.

7. **시험 말뚝** 시험 말뚝은 다음과 같이 한다.

- a) 사용하는 말뚝의 길이 및 시공상의 자료를 얻기 위하여 시험 말뚝을 시공한다. 그 경우의 시험 방법, 항목 등은 설계 도서에 따른다. 기록이 없는 경우는 공사 관리자의 지시에 따르도록 한다.
- b) 시험 말뚝은 사용 예정인 것을 사용하는 것이 좋다. 또한 시공 기계 및 장치도 사용 예정인 것을 사용하도록 한다.

8. 시 공

8.1 시공 준비

8.1.1 **시공 계획** 시공에 앞서 설계 도서를 기초로 하여 시공 계획서를 작성한다.

8.1.2 **지반 상황 의 파악** 지반 조사는 통상, 기초 설계·시공에 필요한 자료를 얻기 위하여 미리 실시되어 있다. 이 토질 조사 결과 등의 자료를 참고로 하여 지반 조건에 관한 사항을 파악하여야 한다.

8.1.3 **현지 조사** 말뚝 시공에 앞서 다음 항목에 대하여 충분한 검토를 하여야 한다.

- a) 기재 반입로의 상황 파악
- b) 시공 현장 부지 넓이와 인접 구조물과의 관계
- c) 지상 및 지중 장애물의 조사
- d) 당해 부지의 지반 상황 등
- e) 잔토, 흙탕물 등의 처리
- f) 근린 환경에 대한 배려

8.1.4 **시공 기계의 선정** 시공 기계의 선정에 있어서는 지반, 현장 상황, 시공 방법, 설계 지지력 등을 고려하여야 한다.

8.1.5 **시공 기계의 점검 정비** 공사 착수까지 설계 도서대로 말뚝 시공을 하기 위하여 시공 기계의 점검 및 정비를 하여 안전성을 확인하여야 한다.

8.2 **시공 중의 말뚝의 취급** 매달 때에 말뚝이 받침대 등, 지상 장애물을 타고 넘는 경우에는 말뚝에 손상이 생기는 수가 있으므로 주의하여야 한다. 또한 세워 넣을 때에는 유해한 충격을 주지 않도록 주의하여야 한다.

8.3 말뚝 시 공

8.3.1 타입 공법

a) 타격 공법

1) 말뚝의 세워 넣기

- 1. 1) 말뚝을 세워 넣은 후 말뚝 머리에 캡 및 해머를 얹고 각 축이 타입 방향으로 일직선이 되도록 조정하고 확인한다.
- 1. 2) 말뚝 머리부에는 반드시 쿠션재를 사용한다. 말뚝을 세워 넣을 때에는 항상 그 상태를 확인하고 이상이 생긴 것은 교환한다.

2) 타입 작업

- 2. 1) 유압 해머 또는 드롭 해머로 박아 넣는 경우는 타격 초기에는 해머 낙하 높이를 작게 하고, 말뚝의 관입 상황을 관찰하면서 몇 회 가볍게 박은 후 소정의 타격을 실시한다.

- 2.2) 디젤 해머의 경우는 소정의 방향을 확보하면서 몇 회 공타를 실시한 후 소정의 타격을 한다.
- 2.3) 1개의 말뚝을 박기 시작하였다면, 연속하여 그 1개를 다 박는 것이 바람직하다.
- 2.4) 시공 중에는 해머의 낙하 방향과 캡 및 말뚝의 축은 항상 동일 직선상에 있도록 주의하여야 한다.
- 2.5) 타입 중에는 말뚝의 경사에 주의하고, 해머의 횡 진동, 말뚝 머리의 편타를 방지하고, 소정의 방향으로 타입하도록 한다. 다만, 타입 중에 말뚝이 기운 경우에는 무리한 수정은 하지 않고 말뚝 축선에 리더의 경사를 맞추도록 조정하고 말뚝 머리부에 편타를 주지 않도록 한다. 특히 선박 박기의 경우는 선박에 흔들림에 의한 말뚝의 편타에 주의하여야 한다.
- 2.6) 연약 지반에 박아 넣는 경우 및 중간의 비교적 딱딱한 지층을 뚫는 경우 또는 긴 말뚝을 시공하는 경우는 말뚝에 과도한 인장 응력이 생기지 않도록 타격하여야 한다.

3) 지지력의 확보

- 3.1) 타격 중지는 소정의 타격 에너지로 소정의 관입량 및 리바운드량이 얻어졌을 때로 한다.
그리고 말뚝에 대한 제한 타격 횟수 및 타격 중지시의 관입량은 공사 감리자의 지시에 따른다.
- 3.2) 타격 중지 후의 말뚝 머리 위치가 설계보다 높은 경우 또는 소정의 위치에서 지지력을 얻을 수 없는 경우는 공사 감리자와 대응책을 협의하여 처치하도록 한다.

b) 프리보링 병용 타격 공법

1) 굴 착

- 1.1) 굴착 구멍 지름은 말뚝 바깥지름 이하로 한다.
- 1.2) 말뚝 중심에서 직각 방향으로 2점의 플랭크 심을 잡아 어스 오거의 굴착시의 중심 어긋남이 생기지 않도록 함과 동시에 리더의 연직도에 대해서도 관리를 한다.
- 1.3) 굴착은 주위의 지반 및 앞 끝 지반을 가능한 한 흐트러뜨리지 않도록 시공하고, 굴착 심도는 공사 감리자의 지시에 따르도록 한다.
- 1.4) 굴착 구멍벽의 붕괴가 뚜렷한 경우에는 굴착액을 사용하는 등의 보조적인 수단을 강구한다.

2) 세워 넣기 및 박아 넣기 작업

- 2.1) 말뚝의 세워 넣기는 굴착 구멍 안에 가능한 한 연직성을 유지하는 방법으로 하고, 말뚝의 삽입 후에는 무리한 수정은 하지 않도록 한다.
- 2.2) 박아 넣기의 초기는 해머의 낙하 높이를 작게 하여 말뚝의 연직성을 확보하도록 한다.
해머에 의한 타격에서는 과도한 관입에 의해 말뚝 몸통에 인장 응력에 의한 균열이 발생하는 경우가 있으므로 주의하여야 한다.

3) 지지력의 확보

- 3.1) 박기 중지의 관리는 타격 공법의 박기 중지에 준한다.

8.3.2 매입 공법

8.3.2.1 프리보링

a) 공통 사항

- 1) 굴착 깊이는 토질 주상도, 시험 말뚝 등에 따라 정한다.
- 2) 말뚝 중심 어긋남의 관리는 말뚝심에서 직각 방향으로 2점의 플랭크 심을 잡아 굴착시 및 말뚝 설치시의 중심 어긋남이 생기지 않도록 한다.
- 3) 굴착에 사용하는 어스 오거 및 로드는 각 공법의 시방에 따르도록 하고, 적정 굴착 구멍 지름을 확보할 수 있는 것으로 한다.
- 4) 굴착은 리더의 연직도를 확인하고, 주위의 지반을 흐트러뜨리지 않도록 적절한 속도로 하도록 한다.
- 5) 굴착은 어스 오거 또는 로드를 사용하여 굴착액을 주입하면서 실시하고, 굴착액으로서 말뚝 주변 고

정액을 사용하는 경우는 소정의 압축 강도를 얻을 수 있는 배합으로 한다.

- 6) 굴착 구멍의 붕괴가 뚜렷한 경우는 굴착액의 배합 변경 등의 적절한 처치를 강구한다.
- 7) 말뚝의 세워 넣기는 가능한 한 연직성을 유지하는 방법으로 하도록 한다.
- 8) 굴착 구멍 안에 대한 말뚝 삽입은 말뚝의 연직을 항상 확인하면서 구멍벽을 손상하지 않도록 조심하여 하도록 한다.
- 9) 말뚝 머리가 시공 지반면 이하가 되는 경우는 2)에 나타내는 중심 어긋남의 관리를 하면서 레벨 관리에 의해 말뚝을 소정의 위치에 설치한다.
- 10) 말뚝을 잇는 경우는 아래 말뚝의 말뚝 머리를 지상에서 용접 작업의 지장이 없는 높이가 되도록 유지 장치를 사용하여 매달아 고정시키고 윗말뚝을 세워 넣고 용접 작업을 하도록 한다.
- 11) 말뚝을 지지층 안에 필요 길이만큼 박히도록 한다.
- 12) 굴착에 수반되는 토사 등의 비산 및 근고정액의 유출에 의한 지하수의 오염이 우려되므로, 시공 전에 지질 및 지하수의 조사, 환경 보전에 힘써야 한다.
- 13) 이 공법은 경사 말뚝에는 적용하지 않도록 한다.
- 14) 지지력의 확보는 각 시공법의 시공 요령에 따른다.

b) 프리보링 최종 타격 공법

1) 굴 착

1. 1) 굴착 중에 굴착액으로서 말뚝 주변 고정액을 사용하는 경우는 소정의 압축 강도를 얻을 수 있는 배합으로 한다.

2) 말뚝의 세워 넣기 및 삽입

2. 1) 말뚝의 삽입은 자침에 의해 실시하고, 소정 위치로 설치할 수 없는 경우는 말뚝을 경타 또는 압입에 의해 지지층 부근까지 침설한다.

3) 지지력의 확보

3. 1) 타격 중지는 소정의 타격 에너지로 소정의 관입량이나 리바운드량에서 목표의 지지력이 얻어졌을 때로 한다.

3. 2) 타격 중지를 위한 해머는 드롭 해머를 사용한다.

4) 기 타

4. 1) 기타는 공통 사항에 따른다.

c) 프리보링 근고정 공법

1) 굴 착

1. 1) 보통 굴착시에서 굴착액의 주입은 액이 항상 넘치도록 하고, 사질토층에서는 구멍 내 수위를 피압수 이상이 되도록 한다.

1. 2) 소정 심도의 굴착 완료 후 근고정액을 소정량 주입하고, 말뚝 주변 고정액으로 바뀌어서 어스 오거를 당겨 빼면서 소정 심도까지 주입한다.

1. 3) 굴착 구멍이 붕괴할 염려가 없는 경우는 굴착액을 사용하지 않고 굴착을 하여도 좋다.

2) 말뚝의 세워 넣기 및 삽 입

2. 1) 말뚝을 압입 또는 말뚝 머리를 경타하여 말뚝을 지지층 안에 설치한다.

2. 2) 부력에 의해 말뚝이 부상하는 경우에는 방지책을 강구하여야 한다.

3) 근고정액 및 말 뚝 주변 고정 액

3. 1) 근고정액 및 말뚝 주변 고정액은 소정의 압축 강도가 얻어지는 배합으로 한다.

3. 2) 근고정액 및 말뚝 주변 고정액이 경화하기 이전에 말뚝이 움직이지 않도록 주의하여야 한다.

3. 3) 말뚝 주변 고정액을 사용하는 경우의 사용량은 시공 조건에 따르도록 한다.

그리고 예비 조사에 의해 액면이 침강하는 것이 확인된 경우에는 말뚝을 설치한 후 보충하는 등의 처치를 강구하도록 한다.

3. 4) 지지층 안의 지하수에 흐름이 있고, 근고정의 구근부의 형성에 지장이 생길 염려가 있는 경우는 이 공법을 사용하여서는 안 된다.

4) 지지력의 확보

4. 1) 지지력의 확보는 시공 계획서 및 시방서에 따르는 방법으로 말뚝 선단부의 처리를 하여야 한다.

5) 기 타

5. 1) 기타는 공통 사항에 따른다.

d) 프리보링 확대 근고정 공법

1) 굴 착

1. 1) 로드를 사용하는 경우는 주입하는 굴착액과 지반을 충분히 휘저어 혼합할 수 있는 구조의 것으로 한다.

1. 2) 굴착 지름은 말뚝 주변 고정액을 사용하지 않는 경우는 말뚝 바깥지름 정도로 한다.

2) 말뚝의 세워 넣기 및 삽 입

2. 1) 말뚝은 자침 또는 회전에 의해 소정 위치에 설치한다.

3) 근고정액 및 말뚝 주변 고정 액

3. 1) 근고정액 및 말뚝 주변 고정액은 소정의 압축 강도가 얻어지는 배합으로 한다.

3. 2) 근고정액 및 말뚝 주변 고정액이 경화하기 이전에 말뚝이 움직이지 않도록 주의하여야 한다.

3. 3) 말뚝 주변 고정액을 사용하는 경우의 사용량은 시공 조건에 따르도록 한다.

그리고 예비 조사에 의해 액면이 침강하는 것이 확인된 경우에는 말뚝을 설치한 후 보충하는 등의 처치를 강구하도록 한다.

3. 4) 지지층 안의 지하수에 흐름이 있고, 근고정의 구근부의 형성에 지장이 생길 염려가 있는 경우는 이 공법을 사용하여서는 안 된다.

4) 지지력의 확보

4. 1) 선단 지지력의 확보는 각 공법의 여러 가지 조건에 따라 처리하여야 한다.

5) 기 타

5. 1) 기타는 공통 사항에 따른다.

8.3.2.2 중 굴

a) 공통 사항

1) 굴착 깊이는 토질 주상도 또는 시험 말뚝 등에 따라 정한다.

2) 중굴 공법에 사용하는 어스 오거의 바깥지름은 말뚝 안지름에 대하여 적당한 여유가 있는 것으로 한다.

3) 어스 오거는 블레이드에 변형이 없는 것으로 잇는 경우는 블레이드 피치가 가지런한 것을 사용한다.

4) 중굴 공법에서는 말뚝 앞 끝에 프릭션 커터를 부착하는 것이 바람직하다.

5) 말뚝 중심에 대한 세트는 말뚝 바깥지름과 같은 지름의 등근 자를 사용하여 마킹하여 실시한다.

6) 말뚝의 세워 넣기는 오거 구동 장치와 어스 오거를 연결한 후에 말뚝 머리에 캡을 엮고, 말뚝과 리더가 침설 방향이 되도록 조정한다.

7) 굴착 지반에 자갈이 존재하는 경우는 자갈이 맞물려 말뚝의 세로 갈라짐의 원인이 되므로, 말뚝 중공부 내면과 어스 오거축부 바깥면의 간격에서 시공이 가능한지를 판단하여야 한다.

8) 점성이 강한 지반에서는 블레이드 사이에 굴착토가 부착하여 중공부가 폐색하여 말뚝에 세로 갈라짐이

생기기 쉬워지므로, 굴착 중에 물을 부어 흙탕물 상태로 하여 배토하는 등의 보조적인 수단을 사용한다.

- 9) 굴착 침설 중에는 과도한 선굴착이나 확대 굴착을 하여서는 안 된다.
- 10) 배토시의 어스 오거 뽑기는 부압이 생기지 않도록 천천히 하고, 피압수가 작용하는 경우는 보일링이 생기기 쉬워지므로 대책을 강구하여야 한다.
- 11) 말뚝의 침설은 말뚝 질량 및 드롭 해머에 따르는 외에 항타대의 질량을 이용한 압입 방식에 따라 실시하고, 침설 속도는 주위의 지반을 흐트러뜨리지 않도록 천천히 하도록 한다.
- 12) 굴착 배토의 보조로서 압축 공기를 사용하는 경우는 토출압 및 토출량에 충분히 주의한다.
- 13) 가옥 등이 인접하여 있는 경우는 배토시의 토사의 비산 방지 대책을 강구하여야 한다.
- 14) 지지력의 확보는 각 시공법의 시공 요령에 따른다.

b) 중굴 타격 공법

1) 굴착 침설

- 1. 1) 중굴 타격 공법에 사용하는 말뚝의 선단부는 지지층의 타격 관입에 대한 보장 대책을 강구하는 것이 바람직하다.
- 1. 2) 말뚝의 굴착 침설 깊이는 그 후에 실시하는 타입에 지장을 주지 않는 깊이까지로 한다.

2) 지지력의 확보

- 2. 1) 타격은 어스 오거를 빼 후에 해머로 소정 지지력이 얻어질 때까지 실시한다. 다만, 중굴에서의 시공 후, 모아서 타입하여도 좋도록 한다.
- 2. 2) 타격 중지의 관리는 타격 공법의 타격 중지에 준한다.
- 2. 3) 지지층 안에 말뚝 선단부를 말뚝 지름 이상 박을 수 없는 경우는 굴착 침설 깊이의 변경을 공사 감리자와 협의하여 처치하도록 한다.

3) 기 타

- 3. 1) 기타는 공통 사항에 따른다.

c) 중굴 근고정 공법

1) 굴착 침설

- 1. 1) 공통 사항에 따른다.

2) 근고정액

- 2. 1) 근고정액은 소정의 압축 강도를 얻을 수 있는 배합으로 한다.
- 2. 2) 지지층 안의 지하수에 흐름이 있어서 근고정 구근부의 형성에 지장이 생길 염려가 있는 경우는 이 공법은 사용하여서는 안 된다.

3) 지지력의 확보

- 3. 1) 지지력의 확보는 시공 계획서 및 시방서에 따르는 방법으로 말뚝 선단부의 처리를 하여야 한다.

4) 기 타

- 4. 1) 기타는 공통 사항에 따른다.

d) 중굴 확대 근 고정 공법

1) 굴착 침설

- 1. 1) 공통 사항에 따른다.

2) 근고정액 및 말뚝 주변 고정액

- 2. 1) 근고정액 및 말뚝 주변 고정액은 소정의 압축 강도를 얻을 수 있는 배합으로 한다.
- 2. 2) 지지층 안의 지하수에 흐름이 있어서 근고정 구근부의 형성에 지장이 생길 염려가 있는 경우는 이 공법은 사용하여서는 안 된다.

3) 지지력의 확보

3. 1) 선단부의 지지력의 확보는 각 공법의 여러 가지 조건에 따라 선단부의 처리를 하여야 한다.

4) 기 타

4. 1) 기타는 공통 사항에 따른다.

8.3.2.3 회 전**a) 회전 근고정 공 법****1) 말뚝의 세워 넣기 및 관 입**

1. 1) 선단 철물을 미리 용접에 의해 부착된 기성 콘크리트 말뚝을 세워 넣고, 말뚝 중공부에 세워 넣을 때 삽입된 로드를 오거 구동 장치와 선단 철물에 접촉하고 로드를 끼워 넣어 구동력이 선단 철물에 전달된 것을 확인한다.

1. 2) 말뚝의 지반에 대한 관입은 장치의 질량, 선단 철물 및 굴착수의 효과를 병용하여 직접 지반을 말뚝 주변에 눌러 붙이면서 회전시켜 눌러 넣는다. 이때 회전시에 말뚝에 무리한 응력이 작용하지 않도록 한다.

2) 지지력의 확보

2. 1) 선단 지지력의 확보는 각 공법의 각각의 조건에 따라 선단부의 처리를 하여야 한다.

2. 2) 근고정액은 소정의 압축 강도가 얻어지는 배합으로 한다.

2. 3) 지지층 안의 지하수에 흐름이 있어서 근고정 구근부의 형성에 지장이 생길 염려가 있는 경우는 이 공법은 사용하여서는 안 된다.

8.4 시공 관리

8.4.1 말뚝 시 공 관리 말뚝의 시공 관리는 각종 기성 콘크리트 말뚝 공법에 의해 시공된 말뚝이 소정의 지지력을 확보하기 위하여 각 공법에 관한 충분한 지식과 경험을 가진 말뚝 시공 관리자 밑에서 실시하여야 한다.

a) 공통 사항

1) 말뚝의 수입, 보관 및 시공 관리는 설계 도서 및 시공 계획서를 기초로 하여 실시한다.

2) 말뚝의 시공 정밀도는 시공 요령 및 지침에 따라 관리하여야 한다.

3) 지지층의 확인은 토질 주상도 등에서 실시하도록 한다.

4) 말뚝이 장애물 등과 만나서 시공이 불가능해졌을 경우는 공사 감리자와 협의하여 그 처리와 대책을 강구하도록 한다.

5) 말뚝 길이가 설계 도서 등과 다른 경우에는 공사 감리자와 협의하여 정한다.

b) 타입 공 법

1) 타격 에너지, 관입량, 리바운드량 등에서 말뚝의 동적 지지력식에 따라 기준 지지력을 산정하도록 한다.

2) 말뚝에 과대한 타격을 주지 않도록 총타격 횟수의 확인이나 지지층 안의 무리한 관입을 하여서는 안 된다.

3) 지지층 안에 대한 근입 길이는 지지층의 상황 등을 종합적으로 판단하여 공사 감리자와 협의하여 결정한다.

4) 타격 중의 리바운드량이 큰 경우는 시공 능률의 저하와 말뚝 몸통에 큰 인장 응력이 발생하므로 공사 감리자와 협의하여 그 대책을 강구하여야 한다.

c) 프리 보링

1) 굴착 및 에스 오거의 들어올리기 속도는 구멍벽의 안정에 크게 영향을 주므로 시공 조건을 만족하도록 관리하여야 한다.

2) 말뚝 주변 고정액의 사용량은 각종 공법의 시공 조건에 따르도록 하고 말뚝 머리부까지 충전하는 것

을 원칙으로 한다.

- 3) 주입한 말뚝 주변 고정액의 액면이 침강할 염려가 있는 경우에는 예비 조사에 의해 확인하도록 한다.
- 4) 근고정액, 말뚝 주변 고정액용의 재료의 수입, 보관 등의 관리를 하여야 한다.
- 5) 근고정액 및 말뚝 주변 고정액의 압축 강도는 재령 28일로 하고, 1회의 시험의 시험체 3개의 평균값으로 한다.
- 6) 각종 액에 사용하는 재료의 계량은 자루 단위를 질량으로 한다. 다만, 물의 계량은 수관계 또는 수량계에 의하여도 좋다.
- 7) 지지층의 확인은 a) 공통 사항의 3), 시험 굴착, 시험 말뚝 시공 결과 및 굴착시의 오거 구동 장치의 전류값 등에서 실시하도록 하여야 한다.

d) 중 굴

- 1) 말뚝 길이에 대한 어스 오거의 검척을 사전에 하여 과도한 선굴착이 일어나지 않도록 하여야 한다.
- 2) 굴착 작업 중에는 배토 상황을 항상 확인하면서 토사의 폐색이나 자갈의 물림에 의한 말뚝의 세로 갈라짐이 생기지 않도록 관리한다.
- 3) 어스 오거를 들어올릴 때에는 보일링이 생기기 쉬우므로 들어올리기 속도는 천천히, 세심한 주의를 기울여서 하도록 한다.
- 4) 타격에 의한 지지력 확보의 경우, 기준 지지력이 얻어진 이후에는 말뚝 앞끝부의 손상을 막기 위하여 무리한 타격은 하지 않도록 한다.
- 5) 말뚝 앞 끝에 부착하는 프릭션 커터의 두께 및 나비는 토질 주상도와 말뚝 지름·말뚝 길이에 따라 정하고 시험 말뚝 시공 결과를 참고로 하여 결정한다.
- 6) 근고정액 등의 재료의 수입, 보관 등의 관리를 하여야 한다.
- 7) 근고정액의 압축 강도는 재령 28일로 하고 1회 시험의 공시체 3개의 평균값으로 한다.
- 8) 각종 액에 사용하는 재료의 계량은 자루 단위가 질량에 따르도록 한다. 다만, 물의 계량은 수관계 또는 수량계에 의하여도 좋다.
- 9) 지지층의 확인은 a) 공통 사항의 3), 시험 굴착, 시험 말뚝 시공 결과 및 굴착시의 오거 구동 장치의 전류값 등에서 실시하도록 하여야 한다.

e) 회 전

- 1) 사전에 말뚝 회전 로드의 검척을 하여 말뚝 회전 설치시의 굴착수의 토출 압력과 지지층 부근의 오거 구동 장치의 전류값에 대하여 관리한다.
- 2) 소정의 심도까지 말뚝을 회전 압입하는 것이 불가능해진 경우는 시공을 중지하고 공사 감리자의 지시에 따라 처치하여야 한다.
- 3) 회전이 이상할 때, 또는 오거 구동 장치의 전류값이 너무 커진 경우는 공사 감리자의 지시에 따라 처치하여야 한다.
- 4) 근고정액의 재료의 수입, 보관 등의 관리를 하여야 한다.
- 5) 근고정액의 압축 강도는 재령 28일로 하고 1회 시험의 공시체 3개의 평균값으로 한다.
- 6) 각종 액에 사용하는 재료의 계량은 자루 단위를 질량으로 한다. 다만, 물의 계량은 수관계 또는 수량계에 의하여도 좋다.
- 7) 지지층의 확인은 a) 공통 사항의 3), 시험 굴착, 시험 말뚝 시공 결과 및 굴착시의 오거 구동 장치의 전류값 등에서 실시하도록 하여야 한다.

8.4.2 공사 보고 공사 보고는 실시 작업을 정리한 것으로 공사 개요, 사용 말뚝, 지반 개요, 말뚝 심도, 말뚝의 시공 방법, 설계 지지력, 주요 기계 일람, 사용 상황, 말뚝 배치도, 시공 기록, 기록 사진 및 기타

공사 감리자에게 지시 받은 사항을 정리하여 보고한다.

9. 이 음

9.1 말뚝의 접합 말뚝의 접합은 다음과 같이 한다.

- a) 말뚝의 접합은 보통 용접 이음에 따른다.
- b) 말뚝의 접합에 있어서는 위아래 말뚝의 끝면을 맞추고 축선은 동일 직선상에 있도록 한다.
- c) 용접 이음은 다음과 같이 한다.
 - 1) 용접은 말뚝의 기능상 유해한 결함을 일으키지 않도록 적절한 준비와 조건 아래에 바른 시공을 하여야 한다.
 - 2) 용접은 보통 아크 용접으로 하고 용접봉 및 와이어는 표 1 에 적합한 것 또는 이것과 동등 이상의 성능이 있는 것으로 한다.

표 1 용접봉 , 와이어의 종류 및 지름

단위 : mm

손 용 접	반자동 용접
종 류	종 류
KS D 7004의 D 4301 일루미나이트계 또는 D 4316 저수소계	KS D 7104의 YFW-S430X, YFW-S500X, YFW-S50DX, YFW-S502X, YFW-S50GX

9.2 용접 기능자 용접 기능자는 KS B 0515, KS B 0885를 기초로 한 기술 시험 또는 이것들과 동등 이상의 기술 시험에 합격한 자로 한다.

9.3 준비 작업 준비 작업은 다음과 같이 한다.

- a) 필요한 용접기 외, 그루브의 손질, 건조, 청소, 용접 후의 손질, 용접상의 보안 등을 위한 공구 및 기구를 용접 전에 현장에 준비하여야 한다.
- b) 그루브는 변형이 있으면 수정하고 용접부 및 그 근방을 청소한다. 특히 용접면 및 인접 부분에 부착한 진흙, 쓰레기, 녹, 유지, 도료, 스케일 등은 와이어 브러시, 해머, 그라인더 등으로 제거하고 수분이 있는 경우는 건조시켜야 한다.

9.4 그루브의 편심량 및 허용 루트 간격 그루브의 편심량 및 허용할 수 있는 루트 간격은 다음과 같이 한다.

- a) 그루브의 편심량은 2mm 이하로 한다.
- b) 허용 루트 간격의 최대값은 4mm 이하로 한다.

9.5 용접 작업 용접 작업은 다음과 같이 한다.

- a) 용접에 있어서는 사용하는 용접 방법 및 조건에 적합한 용접 전류, 용접 전압 및 용접 속도를 선정하고 결함이 없는 용접을 하여야 한다.
- b) 강우, 강설로 용접부가 젖을 때 또는 매초 10m 이상의 바람이 불고 있을 때는 용접을 하여서는 안 된다. 다만, 용접부가 날씨의 영향을 받지 않는 처리를 하는 경우는 공사 감리자의 승인을 받고 용접을 할 수 있다.
- c) 기온이 +5℃ 이하일 때는 용접을 하지 않아야 한다. 다만 기온이 +5~ -10℃이고 용접부에서 100mm 이내의 부분이 모두 +36℃ 이상으로 예열되어 있을 때는 상관없다.
- d) 용접 조건 및 용접 작업을 부표 1~4 또는 이것에 준하여 기록하도록 한다.

9.6 용접부의 검사 육안으로 용접부에 결함이 없는지를 검사하여야 한다. 사용상 지장이 있는 결함이 발견된 경우는 공사 감리자의 지시에 따라 처치를 하여야 한다.

10. **말뚝 머 리의 절단** 말뚝 머리의 절단은 말뚝 본체를 손상하지 않도록 하여야 한다.
그리고, 이 경우, 공사 감리자의 지시에 따라야 한다.

11. 작업의 안전 및 환경 보전

11.1 작업의 안전

- a) 시공 관리자 및 말뚝 시공 관리자는 공사에서의 사고나 재해를 방지하기 위하여 관계 법규를 준수하여 계획 단계 및 공사 중에 예측할 수 있는 위험 상태를 회피하여야 한다.
 - 1) 공사를 안전하고 원활하게 하기 위하여 관리 체제를 정하고 시공 현장의 상황이나 지반 조건 등을 고려하여 안전한 작업 환경을 정비하여야 한다. 또한 지반 강도가 낮을 때에는 지반 개량을 한다.
 - 2) 작업원에게 노동 안전 위생법 관련의 모든 법규를 주지시키고 철저히 준수하게 한다.
 - 3) 인접한 건조물, 전력선, 통신선, 지하 매설물 등에 손상을 주거나 거주자, 통행인 등에게 위해를 주지 않도록 하여야 한다.
- b) 작업원은 다음 사항을 지켜서 작업의 안전에 힘쓰고 위험을 알았을 경우는 신속하게 말뚝 시공 관리자 및 시공 관리자에게 통지하여 위험을 회피하여야 한다.
 - 1) 항타기 크레인의 운전, 와이어 로프 작업, 용접, 가스 절단 등의 작업은 정해진 유자격자가 실시한다.
 - 2) 공사에 앞서 시공 기계, 동력 설비, 부속 설비, 치공구, 와이어 로프 등을 점검 정비하고, 또한 안전 장치가 정상적으로 작동한다는 것을 확인하여야 한다.
 - 3) 항타기의 이동이나 크레인의 작동시에는 전도를 방지하기 위하여 지반 강도, 매달기 하중을 확인하고, 깔개 철판 등을 사용하여 기계의 안정을 확보하고, 쉬는 경우는 매단 물체를 내리고 안정 자세를 유지하여야 한다.
 - 4) 해머 등을 매달아 올린 상태나 말뚝을 매달 때 등에는 매다는 물체 아래에 서거나 하지 않도록 한다.
 - 5) 말뚝의 취급은 와이어 로프 위치 및 상태를 확인하고 말뚝이 끊기지 않도록 충격을 주지 않고 신중 하게 한다. 또한 말뚝을 가적치할 때에는 썬기에 의한 구름 방지를 하여야 한다.
 - 6) 시공 후의 말뚝 및 굴착 구멍에는 신속하게 전락 방지 처치를 취한다.

11.2 환경 보전

- a) 시공 관리자는 작업 중의 소음, 진동, 분진 등이 주민의 생활 환경에 지장을 줄 염려가 있는 경우, 또는 공사에 의해 인접한 시설, 구조물 등에 위해 손상을 줄 염려가 있는 경우는 사전에 공사 관계자와 충분히 협의하여 공법이나 기계를 변경하거나 방호, 양생 등의 적절한 처치를 하여야 한다.
- b) 말뚝 박기 공사에 수반되는 차량의 출입은 근린 도로 조건 등의 사전 조사를 하여 주민의 생활 환경에 지장을 주지 않도록 필요한 처치를 강구한다.
- c) 공사에 의해 산업 폐기물이 발생하는 경우에는 관계 법규에 정해진 기준에 따라 필요한 처치를 강구한다.

12. **기 록** 시험 말뚝의 시공 기록은 **부표 1 ~4** 또는 이것에 준하여 실시하고 본말뚝 시공에 있어서는 **부표 5** 및 **부표 6** 또는 이것에 준하여 기록을 하고 다음 참고도와 함께 보존한다.

- a) 공사 장소 위치도
- b) 말뚝 배치도(말뚝의 시공 순서도 나타낸다.)
- c) 토질 주상도(표준 관입 시험값을 나타낸다.)
- d) 말뚝의 시방(종류, 모양 치수 등을 나타낸다.)

그리고 소정 위치보다 말뚝이 높아져서 말뚝 머리 절단을 한 경우는 **부표 7** 또는 이것에 준하여 기록을 하고 시공 기록과 함께 보존한다.

부표 6 매입 공 법 기록 보기

No. _____

공사 명칭 _____

공법 명 _____

말뚝 시공 번호 No.	말뚝 번호 No.	시공 월일	말뚝의 치수			굴착 깊이	최종 설치 심도	시공 소요 시간	진류 계의 눈금 (지지 층)	최종 침설 방법 (경타· 압입· 회전)	근고정액		말뚝주변 고정액		말뚝머리 절단 (유·무)	비고
			바깥 지름	두께	길이 (아래+중간+ 중간+위)						시멘 트	혼합 량	시멘 트	혼합 량		

부표 7 말뚝 머리 절단 기록 보 기

No. _____

1. 일반 사항		2. 말뚝 머리 절단 방법	
공사 명칭		절단 기계	
절단 업자 명		절단 방식 : 1. 말뚝 머리부터 파쇄 2. 절단부만 파쇄(해머·유압 커터, 브레이커 · 기타) 3. 커터 절단	
말뚝 : RC · PCPHC	종류	말뚝 머리의 제거 방법	크레인, 횡전도, 완전 파쇄, 기타
바깥지름(mm)			
밴드 부착 위치			

말뚝 번호 No.	절단 월일	축 근			위 치(cm)			절단 상황 (균열의 유무 등)	말뚝 번호 No.	절단 월일	축 근			위 치(cm)			절단 상황 (균열의 유무 등)	
		종류	지름 (mm)	개수	l_1	l_2	l_3				종류	지름 (mm)	개수	l_1	l_2	l_3		

원심력 콘크리트 말뚝의 시공 표준 해설

이 해설은 본체에 규정한 사항 및 이것과 관련된 사항을 설명하는 것으로, 규격의 일부는 아니다.

1. 규격 제정·개정 경위

1.1 1965년 7월 20일 제정 이 당시 건설 공사의 수요가 급증하고 이에 따라 콘크리트 말뚝의 수요가 증대하였다. 이러한 정세 속에서 항타 시공, 시공 전후의 취급에 대하여 문제가 발생하고 말뚝의 생산자와 시공자 사이에서 책임 문제가 논의되는 사례가 있었다. 그래서 제품에 맞는 적절한 취급과 시공을 표준화함으로써 콘크리트 말뚝의 성능을 살리고 이용을 촉진하기 위하여 시방서의 일환으로 이 규격을 제정하였다.

2. 이번의 주된 개정점

- a) 사용하는 단위 및 수치를 SI 단위로 바꾸었다.
- b) 매립 공법에 의한 시공상의 준수 사항을 충실하게 하였다.
- c) 작업의 안전에 관한 기술을 충실하게 하였다.

3. 규정 내용의 보충적인 설명

3.1 적용 범위(본체의 1.) 이 규격은 **KS F 4301**(원심력 철근 콘크리트 말뚝)(이하, RC말뚝이라 한다.), “**KS F 4303**”(프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝)(이하, PC 말뚝이라 한다.), **KS F 4306**(프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝)(이하, PHC라 한다.) 또는 이것들과 동등 이상의 품질을 가진 말뚝의 시공 표준에 대하여 규정한 것으로 “이것들과 동등 이상의 품질을 가진 말뚝”에는 원심력 제법에 의해 제조한 외곽 강관붙이 콘크리트 말뚝(이하, SC 말뚝이라 한다.) 등이 있다.

3.2 인용 규격(본체의 2.) 이 규격의 인용 규격은 본체에 나타내는 것과 같다.

3.3 정의(본체의 3.) 이번의 개정에 따라 용어의 정의를 추가하였다.

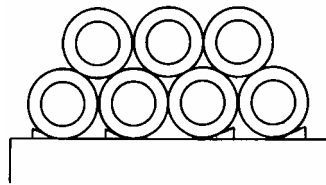
3.4 말뚝의 취급(본체의 4.)

3.4.1 하역(본체의 4.1) 말뚝의 쌓기 및 내리기는 일반적으로 기계에 의해 실시되고 있다. 크레인에 의한 경우는 양끝에서 약 5분의 1의 2점을 수평으로 매달고 충격을 주지 않도록 주의하여 실시하여야 한다. 1회에 3개 이상 매달면 무너질 염려가 있으므로 특별한 장치를 사용하여 실시하여야 한다. 포크리프트를 사용하는 경우는 적당한 천칭을 부착하여 크레인과 마찬가지로 2점 매달기를 하면 된다.

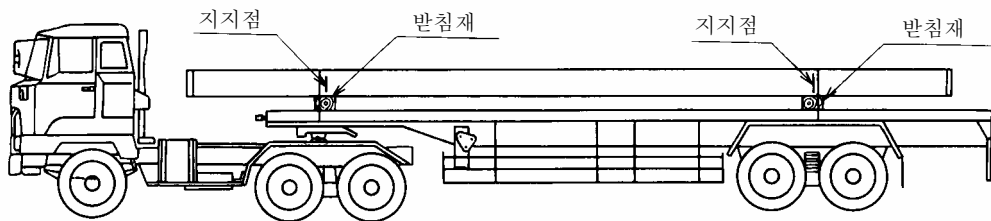
3.4.2 수송(본체의 4.2) 말뚝의 수송에는 화차, 배, 트럭, 트레일러 등이 사용되고 있다. 화차 적재의 경우에는 말뚝이 구르지 않도록 각 말뚝마다 췌기를 버팀재에 고정한다. 선박 적재의 경우는 선박의 롤링에 의한 전동력이 크다는 것, 피칭에 의해 $1G(9.81 m/s^2)$ 이상의 가속도가 걸리는 경우가 있으므로 버팀재는 되도록 간격을 좁혀서 사용한다. 트럭 적재의 경우도 화차 적재의 경우와 마찬가지로 췌기를 받침재에 고정한다. 적재 단수는 4단 이하로 한다. 또한 계곡 쌓기 적재⁽¹⁾의 경우는 내릴 때에 충격을 주지 않도록 주의하고 트레일러에서의 수송⁽²⁾에는 진동, 유차 등의 위치에 특히 주의할 것.

주(1), (2) 해설 그림 1 참조

a) 계곡 쌓기



b) 트레일러 수송



해설 그림 1

3.4.3 현장 반입 및 가적치 (본체의 4.3) 말뚝의 현장 반입의 경우는 매달기의 편의상 항타대 근처에 내리고 매달 때까지 임시로 놓는 것이 보통이다. 그러나 수송 기타 현장의 사정으로 현장 부근의 적당한 지점에 일시 보관의 목적으로 상당수의 말뚝을 쌓는 경우가 있는데, 여기에서 말하는 가적치 전자를 말한다.

말뚝을 가적치하는 경우는 큰 지름의 말뚝은 물론, 중·소 지름의 말뚝도 1단으로 나열한다. 부득이하게 2단으로 하는 경우도 가능한 한 같은 말뚝 길이의 것을 쌓도록 한다.

일시 보관의 목적으로 2단 이상 쌓는 경우에는 각 단의 받침대는 반드시 동일 연직면 위에 있도록 하고 이동을 방지하는 썸을 하여야 한다.

3.5 말뚝의 시공법(본체의 5.) 말뚝의 시공법은 타입 공법과 매입 공법으로 크게 나뉜다. 타입 공법은 설치의 방법에 따라 타격 공법과 프리보링 병용 타격 공법이 있다. 매입 공법은 설치의 방법에 따라 프리보링, 중굴 및 회전이 있고 지지력의 확보 방식에 따라 타격 방식과 근고정 및 확대 근고정 공법으로 구별되어 있다.

- a) 타격 공법이란 주로 해머의 타격 에너지를 말뚝의 타입 방향으로 가하여 땅 속에 관입시키는 방법으로 가장 오래 전부터 사용되고 있는 일반적인 공법이다.
- b) 프리보링 병용 타격 공법이란 말뚝의 타입 위치에 미리 어스 오거 등을 사용하여 땅 속을 말뚝 지름 정도의 크기로 소정의 심도까지 굴착하고, 이 굴착한 구멍에 말뚝을 세워 넣고 그 후 지지 지반까지 해머를 사용하여 박아 넣는 공법이다.
- c) 프리보링 최종 타격 공법이란 지지층 부근까지 굴착액을 주입하면서 어스 오거로 굴착하고 미리 말뚝 선단에 특수한 선단날이나 특수한 슈를 부착해 놓고 굴착 구멍 안에 세워 넣고 말뚝 머리 또는 말뚝 앞 끝부를 타격하여 지지층에 정착시켜서 지지력을 확보시키는 공법이다.
- d) 프리보링 근고정 공법이란 일반적으로 시멘트 밀크 공법이라고 불리는 것으로 굴착액을 주입하면서 어스 오거로 굴착한 후 근고정액과 말뚝 주변 고정액을 주입하면서 어스 오거를 들어 올리고 말뚝을 이 굴착 구멍에 세워 넣고 말뚝을 압입 또는 경타하여 지지층에 정착하여 근고정액과 말뚝 주변 고정액의 경화에 의해 지지력을 확보시키는 공법이다.

- e) 프리보링 확대 근고정 공법이란 굴착액을 주입하면서 특수 로드 에 의해 굴착한 후 굴착액을 근고정액으로 바꾸고 확대 비트 등에 의해 말뚝 지름 이상의 근고정 구근을 축조하고, 말뚝 둘레면 마찰력을 고려하는 경우에는 근고정액을 말뚝 주변 고정액으로 바꿔서 주입하면서 특수 로드 를 들어 올려 말뚝을 이 굴착 구멍에 세워 넣고 말뚝을 자침 또는 회전 에 의해 확대 구근부에 정착시켜 근고정액과 말뚝 주변 고정액의 경화에 의해 지지력을 확보시키는 공법이다.
- f) 중굴 타격 공법이란 말뚝 중공부에 삽입한 어스 오거 에 의해 말뚝 앞 끝부의 지반을 굴착한 토사를 말뚝의 중공부를 통하여 말뚝 머리부에서 배출하면서 말뚝의 질량 및 압입 장치 에 의해 지지층 부근까지 말뚝을 침설한 후 해머를 사용하여 말뚝 머리를 타격하여 말뚝을 지지층에 관입시켜 지지력을 확보시키는 공법이다.
- g) 중굴 근고정 공법이란 말뚝 중공부에 삽입한 어스 오거 에 의해 말뚝 앞 끝부의 지반을 굴착한 토사를 말뚝의 중공부를 통하여 말뚝 머리부에서 배출시키면서 말뚝의 질량 및 압입 장치 에 의해 지지층 부근까지 말뚝을 침설한 후 어스 오거 앞 끝에서 근고정액을 주입하여 근고정 구근을 축조하고, 그 안으로 말뚝 선단부를 정착하여 말뚝과 지지층의 일체화를 피하여 지지력을 확보시키는 공법이다.
- h) 중굴 확대 근고정 공법이란 말뚝 중공부에 삽입한 어스 오거 에 의해 말뚝 앞 끝부의 지반을 굴착한 토사를 말뚝의 중공부를 통하여 말뚝 머리부에서 배출시키면서 말뚝의 질량 및 압입 장치 에 의해 지지층 부근까지 말뚝을 침설한 후, 지지층을 확대 비트 또는 고압 분사 에 의해 확대 굴착을 하여 근고정액을 주입하여 확대근 고정 구근을 만들고, 그 안에 말뚝 선단부를 정착하여 말뚝과 지지층의 일체화를 피하여 지지력을 확보시키는 공법이다.
- i) 회전 근고정 공법이란 말뚝의 앞 끝에 철물을 부착하여 말뚝 중공부에 로드 를 삽입하고, 선단 철물의 노즐에서 굴착수를 토출하면서 말뚝 선단 철물에 회전을 주어서 소정 위치까지 침설시킨 후, 말뚝 선단부를 근고정하여 지지력을 확보시키는 공법이다.

3.6 시공 기계 및 장치(본체의 6.)

3.6.1 항타기(본체의 6.1) 항타기는 그 형식에 따라 1주 2각식, 1체 트러스식이 있고, 또한 그 주행 방식에 따라 트롤러식, 타이어식 등이 있다.

3.6.2 해머(본체의 6.2) 해머에는 유압 해머, 드롭 해머 및 디젤 해머가 있다.

- a) 유압 해머는 램의 낙하 높이를 임의로 설정할 수 있는 구조로 되어 있고, 유압에 의해 램을 상승시키고 램의 낙하에 의해 말뚝을 박아 넣는 해머로 타격에 수반되는 소음을 대폭적으로 줄일 수 있음과 동시에 매연의 비산이 없는 등의 특징을 갖고 있다.

말뚝의 바깥지름, 길이 등에 대응한 해머 기종을 사용하여야 한다.

유압 해머를 구성하고 있는 기계 장치는 해머 본체, 유압 유닛, 조작 제어반으로 되어 있다.

- b) 드롭 해머의 질량은 말뚝의 전질량 이상 또는 말뚝 1m당 질량의 10배 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- c) 디젤 해머의 경우, 리더의 바깥쪽과 유도관의 안쪽의 틈새는 7mm 이하에서 안전하게 작동하도록 제작되어 있으므로 시공 중에도 이 점을 충분히 고려하여야 한다.

그리고 디젤 해머에서 발생하는 소음과 매연의 비산을 줄일 것을 목적으로 한 해머 커버가 이용되는 수도 있다.

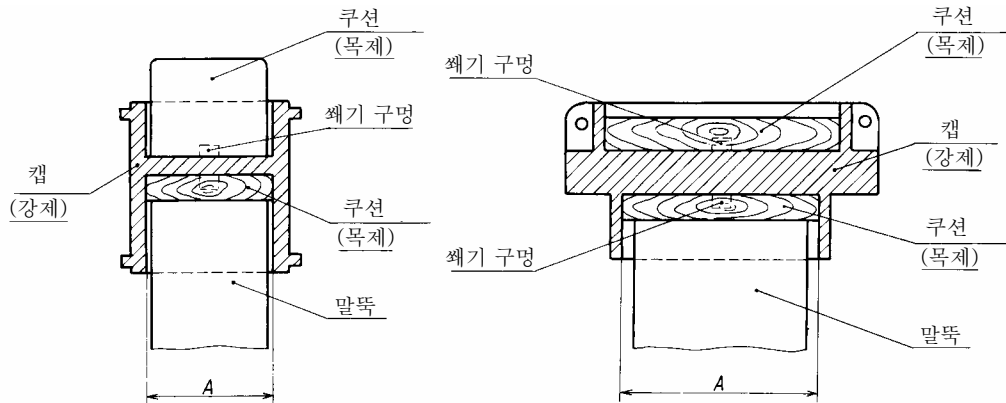
3.6.3 캡 및 쿠션(본체의 6.3) 캡 및 쿠션은 다음과 같이 한다.

- a) 캡 안지름과 말뚝 바깥지름과의 여유가 너무 크면 캡이 안정되지 않아서 편타의 원인이 되고, 너무 작으면 탈착 조작이 곤란해지거나 말뚝 머리에 흠이 생기거나 한다.

일반적으로는 **해설 그림 2**의 A부의 지름은 말뚝에 대하여 약 15mm 정도의 여유가 필요하다.

말뚝 중공부에 토사 또는 물이 유입되어 있을 때 압력을 빼는 구멍을 만들지 않고 타격을 하면 말뚝

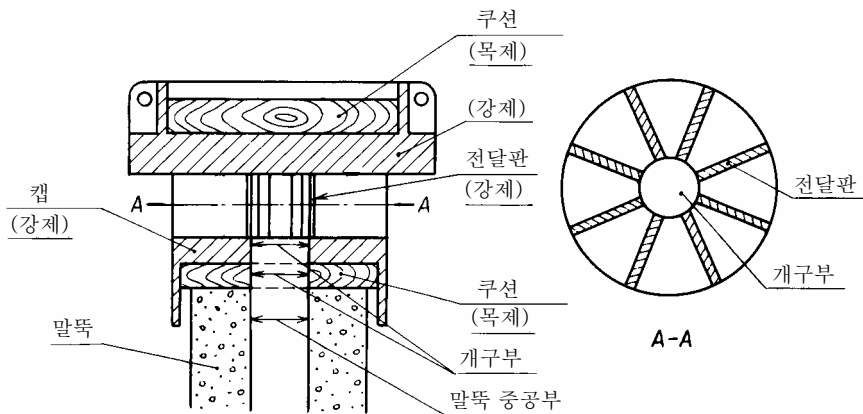
에 큰 내압이 가해지므로 캡 및 쿠션재에 구멍을 뚫어 놓아야 한다. 캡에 압력 빼기 개구부를 만든 보기를 **해설 그림 3**에 나타낸다.



드롭 해머용의 보기

디젤 해머·유압 해머용의 보기

해설 그림 2 캡



해설 그림 3 캡에 압력 빼기 개 구부를 만든 보기

b) 쿠션재로는 일반적으로 두께 50mm 정도의 단단한 나무가 이용되고 있다.

그리고 쿠션은 반복하여 사용하는 동안에 변형 또는 딱딱해져서 쿠션으로서의 성능을 잃는 수가 있으므로 적당한 시기에 교환한다.

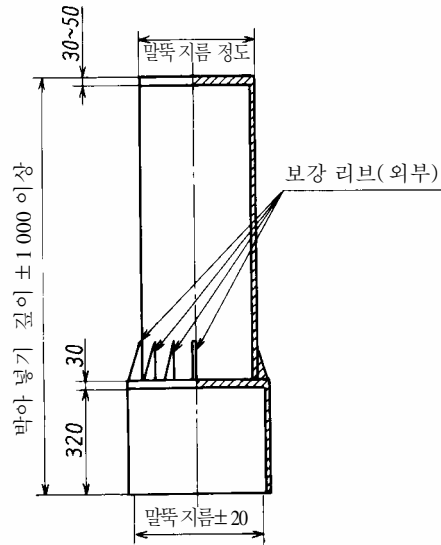
3.6.4 향타 보조기(본체의 6. 4) 향타 보조기는 반복하여 사용되므로 튼튼한 것을 사용한다. 향타 보조기의 길이는 일반적으로 1m 정도 지표면보다 돌출하는 길이의 것을 사용한다.

향타 보조기에 의한 타입은 편타가 되기 쉬우므로 신중하게 세워 넣을 필요가 있다. 또한 말뚝 중공부에 토사 또는 물이 유입되어 있을 때 압력 빼기 구멍을 만들지 않고 타격을 하면 말뚝에 큰 내압이 가해지므로 향타 보조기에 개구부를 만들때 동시에 캡은 **해설 그림 3**에 나타내는 것을 사용할 필요가 있다.

공법에 따라 사용하는 향타 보조기의 모양이 다르므로 각 공법에 맞는 향타 보조기를 사용한다.

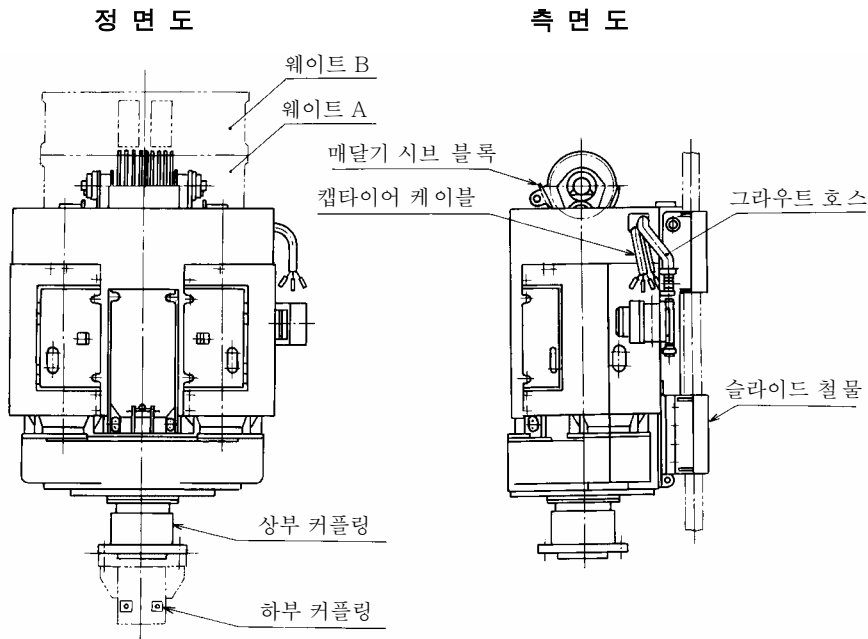
타격 공법에서의 향타 보조기의 보기를 **해설 그림 4**에 나타낸다.

단위 : mm



해설 그림 4 항타 보조기의 보기

3.6.5 오거 구동 장치 (본체의 6.5) 오거 구동 장치는 굴착 지름, 길이 및 지반 조건에 따라 일반적으로 모터 출력 40~120kW가 사용된다. 오거 구동 장치의 보기를 해설 그림 5에 나타낸다.



해설 그림 5 오거 구동 장치의 보기

3.6.6 어스 오거 및 로드(본체의 6.6) 프리보링 공법에는 어스 오거를 사용하는 방법, 교반 기능을 가진 특수 로드를 사용하는 방법 및 그 양쪽을 사용하는 방법의 3종류가 있다. 또한 굴착 지름은 말뚝과 거의 같은 지름 정도의 경우와 말뚝 지름 +30~140mm 정도 크게 굴착하는 경우의 2종류가 있다.

중굴 공법에서는 일반적으로 어스 오거를 사용하고, 블레이드 바깥지름은 말뚝의 안지름보다 30~60mm 정도 작은 것을 사용한다.

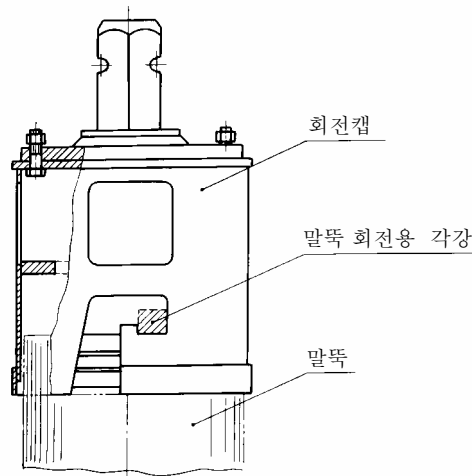
모두 각 인정 공법 등의 시공 표준에 따른 것을 사용한다.

3.6.7 비트(본체의 6.7) 비트는 각 공법별로 다르고 그 종류도 지반 조건이나 각 인정공법 등의 시공 표준에 따르는 것을 사용한다.

3.6.8 압입 장치(본체의 6.8) 압입 장치는 프리보링 근고정 공법이나 중굴 공법에 사용하는 것으로 일반적으로 추, 또는 말뚝 박기 장대의 질량을 반력으로 한 와이어에 의한 조임식 및 유압식 등이 있다. 압입력은 30~50t 정도이다.

3.6.9 회전 압 입 장치(본체의 6.9) 회전 압입 장치는 회전력을 말뚝 선단부에 주는 것을 사용한다. 말뚝 선단부에 회전력을 주는 방법은 구동 장치와 말뚝 선단부에 로드를 끼워서 연결하고, 말뚝 선단 철물을 회전시키는 것이다. 말뚝 선단 철물에는 굴착날이나 물 또는 근고정액의 분출 구멍을 갖춘 것이 일반적이다.

3.6.10 회전 캡(본체의 6.10) 회전캡은 프리보링 공법에 사용하는 것으로 말뚝 머리부에 붙인 특수 지그와 끼워 맞출 수 있는 구조의 것으로 한다. 각 공법에 따라 구조가 다르므로 각 공법의 시공 표준에 따르는 것을 사용한다. 회전캡의 보기를 **해설 그림 6**에 나타낸다.



해설 그림 6 회전캡의 보기

3.6.11 부대 설비(본체의 6.11)

- a) **혼합 장치** 혼합 장치는 슈트, 그라우트 믹서 및 받침 호퍼로 구성된다. 그라우트 믹서는 충분히 혼합할 수 있는 구조의 것을 사용한다.
- b) **그라우트 펌프** 그라우트 펌프는 용액을 주입 호스, 스위블 장치, 로드의 중공부를 거쳐 비트에서 분출, 주입하기 위하여 사용한다. 예를 들면, 프리보링 근고정 공법에서 이용되고 있는 그라우트 펌프는 토출 압력 0.98 N/mm² 이상, 토출 용량 280L/min 이상인 것이 이용되고 있다. 또한 중간 굴착 근고정 공법에서는 토출 압력 0.98 N/min² 이상인 것과 토출 압력 14.71 N/mm² 이상인 것이 이용되고 있다.
- c) **에어 컴프레서** 에어 컴프레서는 압축 공기를 어스 오거축부의 중공부를 거쳐 선단부에서 분출하고, 어스 오거에 의해 배토 효과를 향상시키기 위하여 사용한다. 일반적으로는 상용 압력 0.69 N/mm², 토출 공기량 3.5 m³/min 이상의 것이 이용되고 있다.
- d) **용접기** 용접기는 소정의 전류를 안정적으로 공급할 수 있고, 용접시에 고장이 적고 취급이 간단하며 아크 전압의 제어가 좋은 것을 사용한다. 일반적으로는 용접 전류 200~500A인 것이 사용된다. 최근에는 자동 용접기도 이용되고 있다.
- e) **전력 설비** 전력 설비는 급전 설비 또는 발전기에 의해 현장의 시공 사정을 고려하여 결정한다.
- f) **급수 설비** 물은 보통 수도물을 사용하고 필요에 따라 예비 탱크를 설치한다.
- g) **전류계** 전류계는 오거 구동 장치의 모터 부하 전류값의 변화를 정속으로 움직이는 기록 용지에 전

류값을 기록하는 외에 굴착 시간과 전류값 등에 따라 적산 전류값을 구하여 기록하는 것이 있다.

3.7 시험 말뚝(본체의 7.)

a) 시험 말뚝의 시공은 설계 지지력, 토질 상태, 말뚝의 길이, 시공 시간 및 계획한 시공 기계의 적합 여부 등의 확인이 목적이다. 매입 공법에서의 지지층의 확인은 특히 중요하므로 굴착시의 기록 및 말뚝 선단 부근의 토사를 채취하여 충분히 검토한다. 시험 말뚝의 시공은 위의 목적을 달성하기 위하여 본 공사 전에 여유를 갖고 하는 것이 바람직하다.

그리고 연직 재하 시험 등의 시험 말뚝은 이 범위에는 포함되지 않는다.

b) 본체의 7. b)에서 말하는 “사용 예정”인 것이란 동일 종류, 동일 바깥지름의 것으로 길이까지 한정하는 것은 아니다. 일반적으로 시험 말뚝에는 지지층의 심도의 변화를 고려하여 설계 길이보다 긴 것을 사용하는 것이 보통이다.

c) 본체의 부표 1에는 타입 공법에서의 시험 말뚝의 시공을 기록한다. 규격 본체의 부표 2~4는 매입 공법의 경우에 사용하고 규격 본체의 4. 말뚝의 시공법의 분류에 따라 구별하고 있으므로 이것을 기초로 하여 시험 말뚝의 시공을 기록한다. 타입 공법에서 프리 보링비용 타격의 경우는 규격 본체의 부표 1에 준하여 기록하면 된다. 기록 내용은 말뚝의 길이 결정시에 참고 자료가 되도록 준비하여야 한다.

그리고 말뚝의 관입량이나 리바운드량의 측정 등의 작업을 하는 경우에는 안전에 대하여 충분히 고려하여 할 필요가 있다.

매입 공법에서의 지지 지반의 확인은 굴착시의 부하 전류값을 관리하는 방법 외에 최근에는 굴착 저항을 적산 전류값으로 하여 관리하는 지지층 확인 방법도 있고, 또한 굴착시 비트에 부착되어 있는 토사를 채취하여 토질 주상도와 대비한다.

3.8 시공(본체의 8.)

3.8.1 시공 준비 (본체의 8.1)

3.8.1.1 시공 계획(본체의 8.1.1) 각 공법의 시공 계획서는 “공사 계획서·보고서 표준 서식”을 참고로 하여 작성하는 것이 바람직하다.

시공 계획서에 기재할 내용의 주된 것은 다음과 같다.

- a) **공사 개요** 공사 건명·공사 장소·설계·감리·시공·말뚝 공사·시공법 등
- b) **사용 말뚝** 말뚝 메이커·말뚝 시방 등
- c) **지반 개요와 시공 심도** 시공 지반의 토질 주상도와 말뚝 시공 위치도(말뚝 머리·말뚝 선단 위치) 등
- d) **설계 지지력** 장기 설계 지지력
- e) **말뚝 시공법** 시공법의 개요·시공 순서·사용 기계·각 액 배합 계획 등
- f) **시공 관리** 시공 관리 조직·시공 관리 항목 등
- g) **용접 시공** 준비 작업·용접공 자격·용접기·사용 와이어·용접 시공·검사 등
- h) **근고정액·말뚝 주변 고정액의 관리 시험** 시험 횟수·공시체 수·모양·압축 강도 시험 등
- i) **시공 기록** 시공 기록에 기재하는 내용(말뚝 번호·시공일·말뚝 시방·시공 사이클·굴착 심도·말뚝 설치 심도·주입액의 양·기타)
- j) **말뚝의 수송 및 보관** 출하·수송·내리기·보관·검사
- k) **안전 관리 및 조직도** 안전 관리·조직도
- l) **자 료** 인정서·KS 인증서·말뚝 구조도·사용 기계

3.8.1.2 지반 상황의 파악(본체의 8.1.2) 지반 조건으로서 검토, 파악하여야 할 사항을 다음에 나타낸다.

이것들을 검토할 때에는 지반 조사의 결과만이 아니라 부근의 시공 예를 참고로 하면 좋다.

그리고 지지층이 기울거나 고르지 않을 것으로 예상되는 경우에는 지반 조사를 세밀하게 하여 지지층의

깊이를 확인하여야 한다.

- a) 표층, 중간층, 지지층의 토질과 심도, 층두께, 밀도
- b) 자갈이나 알돌의 존재 여부, 그 크기
- c) 지하 수위
- d) 피압 지하 수위의 유무와 그 정도

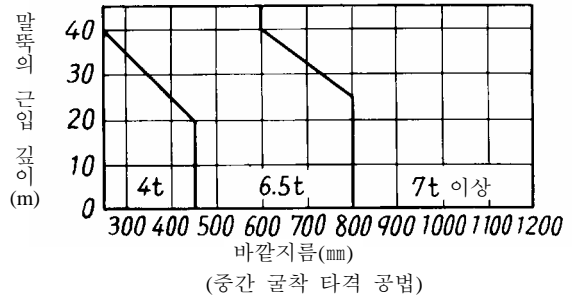
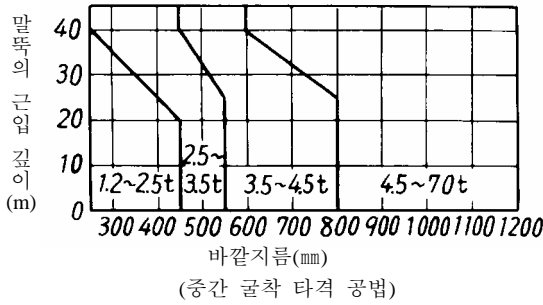
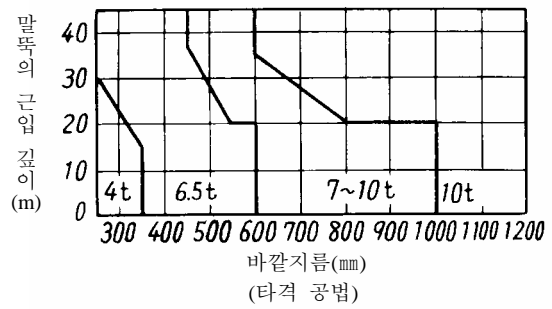
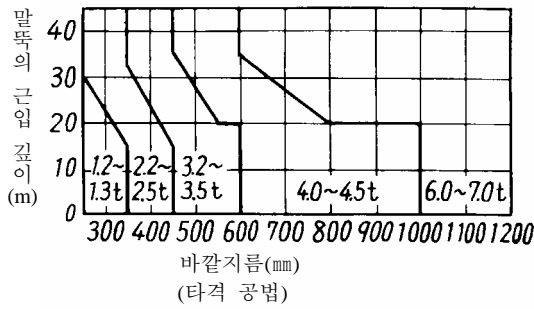
3.8.1.3 현지 조사(본체의 8.1.3)

- a) **기재 반입로 의 상황 파악** 폭, 통행 규제 등에 의해 대형 차량의 통행이 불가능해지는 수가 있으므로 조사가 필요하다.
- b) **시공 현장 부지 넓이 와 인접 구조 물과의 관계** 작업 부지나 인접 구조물의 관계에서 말뚝 시공을 실시할 수 없는 곳의 유무를 확인하여야 한다.
- c) **지상 및 지중 장애 물의 조사** 시공시의 장애물은 기설 지하 구조물, 케이블, 가스관, 수도관, 불발탄 등의 위험물, 사석 등의 매설물 및 전화선, 전선 등이 있다.
특히 지중 장애물에 대해서는 사전에 조사 가능한 경우 이외에 돌연히 나타나는 경우가 있고 이것에 대응하기 위하여 시굴 등을 하여야 한다.
- d) **당해 부지의 지반 상황 등** 당해 시공 현장의 부지에 대하여 조성시의 성토 및 절토의 상황, 시공 기계의 작업 지반면의 안전성을 파악하여야 한다. 작업 지반의 안전성에 대해서는 “이동식 크레인, 말뚝 박기 기계 등의 지지 지반 양생 매뉴얼” 및 “콘크리트 파일 시공에 관한 안전의 지침”을 참고로 하면 된다.
시공상의 안전면에서 이것들을 충분히 검토하여야 한다.
- e) **잔토, 흙탕물 등의 처리** 일반적으로 메워 넣기 공법에 대해서는 현장에서의 처리가 많지만 확대 근고정공법에서는 흙탕물 처리가 필요한 경우도 있고, 이것을 고려한 처리 시설의 확보를 고려하여야 한다.
- f) **근린 환경에 대한 배려** 근린 도로나 건물 근방에서 작업을 할 때에는 흙탕물이나 진흙의 비산 등에 주의하여야 한다.

3.8.1.4 시공 기계의 선정(본체의 8.1.4) 시공 기계의 선정에 있어서는 지반, 현장 상황, 시공 방법, 설계 지지력 등을 충분히 고려하여야 한다.

특히 박아 넣기 공법에서는 해머의 용량이 너무 크면 말뚝 머리부의 파손 등의 사고를 일으키기 쉽고, 반대로 너무 작으면 시공 불능에 빠지거나 낙하 높이를 크게 하여 말뚝 머리부를 파손하거나 하므로 해머의 종류와 용량을 신중하게 선정하여야 한다.

그리고 해머의 선정에는 경험적으로 정해진 **해설 그림 7**이나 토목 공사 적산 기준의 표준 품셈을 참고로 하는 것이 좋다.



디젤 해머의 보기

유압 해머의 보기

해설 그림 7 해머의 선정도

3.8.1.5 시공 기계의 점검 정비(본체의 8.1.5) 공사 착수까지 설계 도서대로의 말뚝 시공을 하기 위하여 시공 기계의 점검, 정비를 하여 안전성을 확인한다. 시공 기계의 점검, 정비는 안전 작업의 기본이 되므로 현장 반입시에 점검, 정비를 받았다는 것을 확인하고 일상에서도 작업 개시 전에 점검을 하여 정비 불량인 채로 사용하지 않도록 한다.

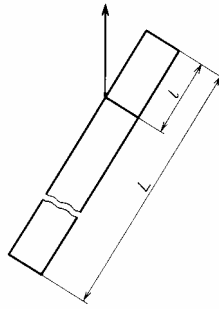
3.8.2 시공 중의 말뚝의 취급(본체의 8.2) 매달 때에 말뚝이 받침대 등 지상 장애물을 타고 넘는 경우는 말뚝에 손상이 생기는 경우가 있으므로 주의가 필요하다. 또한 말뚝을 세워 넣을 때 말뚝을 이동하는 경우에는 말뚝에 유해한 충격을 주지 않도록 충분히 주의한다.

RC 말뚝의 세워 넣기에서의, 말뚝의 매달기점 위치는 해설 그림 8 과 같다. 매달기점 말뚝에 균열이 생기지 않는 점을 계산에 의해 구하면 해설 그림 9와 같다. 다만, 이것은 충격을 고려하지 않고 있으므로 어느 정도의 안전을 살펴야 한다. 또한 이 매달기점을 말뚝에 표시하는 것이 바람직하다.

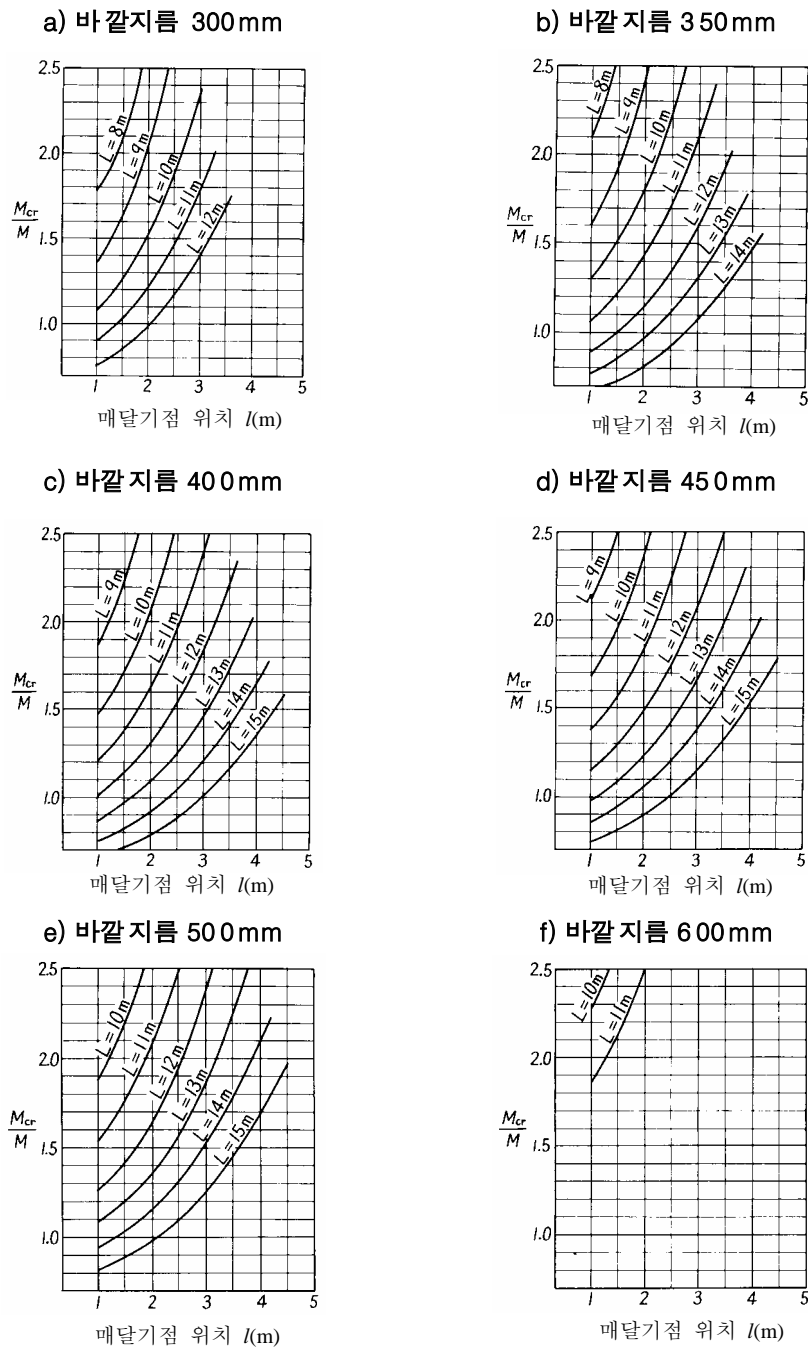
해설 그림 9는 RC 말뚝의 바깥지름, 길이별로 2종보다 부서지기 쉬운 1종에 대해서만 매달기점 위치 l 을 표시한 것이다. 예를 들면, 바깥지름 300mm의 1종에서 길이 12m의 RC 말뚝 $M_{cr}/M=1$ 의 교점에서 아래로 수직선을 그었을 때 가로축의 수치는 l 을 나타내므로 $l=2.0m$ 이상인 점에서 매달면 균열이 나타나지 않게 되지만 위와 같이 이것은 충격을 고려하지 않고 있으므로, 안전을 고려하여 적어도 $M_{cr}/M=1.2$ 의 교점의 가로축의 수치, 즉 $l=2.6m$ 정도로 하여야 한다. 여기에서 M_{cr} 은 말뚝의 균열 휨 모멘트, M 은 말뚝을 l 점에서 매달았을 때 생기는 최대휨 모멘트를 나타낸다.

PHC 말뚝은 각 바깥지름의 최대 길이의 말뚝으로 균열에 대하여 안전하므로 $l=2m$ 로 하면 된다.

그리고 PHC 말뚝이라도 긴 말뚝을 매달 때에는 충격 등을 주지 않도록 특히 주의하여야 한다.



해설 그림 8 RC 말뚝의 매달기점 위치도



해설 그림 9 RC 말뚝(1종)의 매달기점 위치

3.8.3 말뚝 시공 (본체의 8.3)

3.8.3.1 타입 공법 (본체의 8.3.1)

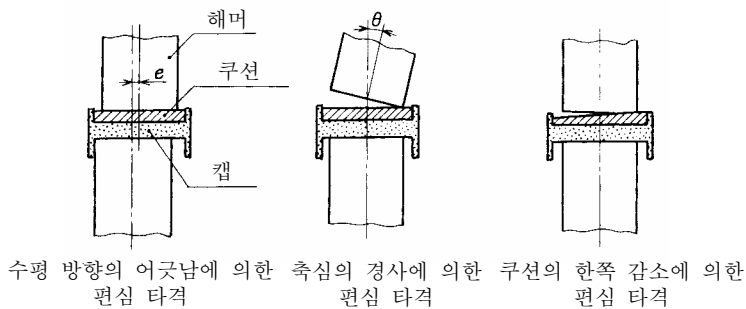
a) 타격 공법

1) 타격 공법에 사용하는 각종 해머의 종류와 특징을 해설 표 1에 참고로 나타낸다.

해설 표 1 해머의 종류와 그 특징

	유압 해머	드롭 해머	디젤 해머
특징	<ul style="list-style-type: none"> 램 낙하 높이를 자유롭게 조절할 수 있다. 타격음이 적고, 매연의 비산이 없다. 박아 넣기 속도가 느리다. 	<ul style="list-style-type: none"> 설비가 간단 고장이 적다. 머리부를 손상하기 쉽다. 박아 넣을 수 있는 길이에 한도가 있다. 편심하기 쉽다. 박아 넣기 속도가 느리다. 	<ul style="list-style-type: none"> 큰 타격력을 얻을 수 있다. 능률이 좋다. 연약 지반에서는 능률이 낮다. 타격음이 크고, 매연의 비산을 수반한다. 램 낙하 높이의 조절이 어렵다.

- 말뚝, 캡, 해머의 축이 어긋나면 말뚝 머리는 편타되어 말뚝의 경사나 파손의 원인이 되므로 쿠션의 교환 등 충분한 조정을 하여 박아 넣기를 개시하여야 한다.
- 타입 공법에 사용하는 쿠션재는 두께 50mm 정도의 건조한 떡갈나무가 일반적이며 타격력을 확실하고 균등하게 말뚝에 전달하는 것 이외에 말뚝 머리 보호 및 소음 방지 대책으로서의 역할이 크므로 적절하게 관리할 필요가 있다.
- 유압 해머로 박아 넣는 경우에는 램 낙하 높이를 자유롭게 설정할 수 있는 반면, 그 밖의 타격 공법과 비교하여 램 질량이 크므로 타격 초기에 램 낙하 높이를 크게 하면 1타격당 관입량이 커져서 말뚝의 경사를 일으키게 된다. 따라서 연직성을 확보하면서 낙하 높이를 10~20cm 정도로 하고 관입 상황을 확인하면서 시공을 한다.
- 드롭 해머로 박아 넣는 경우에는 말뚝이 흔들리기 쉬우므로 말뚝의 경사나 좌굴 등이 일어날 염려가 있다. 따라서 타격 초기에는 해머의 낙하 높이를 낮게 억제하고 1타격당의 관입량을 줄이는 등 특히 신중하게 시공할 필요가 있다.
- 디젤 해머로 박아 넣는 경우에는 처음부터 연속 타격을 하면 말뚝의 경사나 좌굴을 일으키기 쉬워지므로 드롭 해머와 같이 여러 번 타격하여 말뚝의 관입 상황을 확인한다.
- 말뚝의 세워 넣기는 트랜셋이나 추 등으로 소정의 방향을 확보하면서 신중하게 한다.
- 지반에 따라서는 타입을 도중에 중지하면 시간이 경과함에 따라 들레면 마찰이 증대하여 타입이 곤란해지는 수가 있으므로 박기 시작하면 연속하여 다 박도록 한다.
- 말뚝이 경사하여 편타가 되면 타격력이 말뚝에 확실하고 균등하게 전달되지 않을 뿐만 아니라 국부적으로 과대한 압축력이 작용하여 말뚝 본체의 파손으로 이어지므로 말뚝의 경사에 주의하여 연직성을 확보하면서 시공하도록 한다. 편타의 주된 원인을 해설 그림 10에 나타낸다.

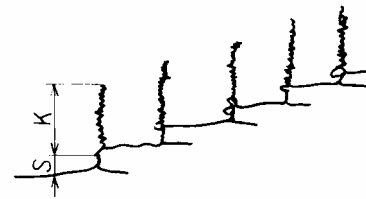
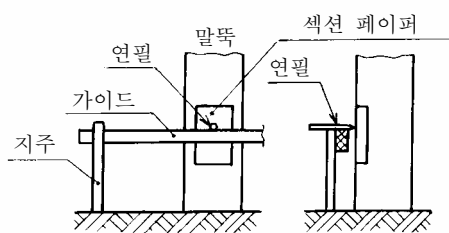


해설 그림 10 편심 타격의 원인

- 10) 연약 지반에 박는 경우에는 말뚝에 인장력이 생기므로 긴 길이의 말뚝이나 비교적 딱딱한 중간층을 뚫고 시공하는 경우, 즉, 말뚝 선단 부근의 지반이 아주 연약한 경우는 타격에 의한 압축력은 말뚝 앞끝부에서 반사하여 인장력이 되어 말뚝 머리부로 되돌아와서 인장 파괴를 일으키게 하므로 이러한 지반 조건 아래에서는 램의 낙하 높이를 낮추는 등 시공 방법의 검토와 말뚝 종류의 변경 등의 처치를 하여야 한다.
- 11) 최종 관입량 및 리바운드량을 측정하여 최종 10회 이상의 타격에 의한 평균값으로서 동적 지지력을 산출하여 타격 증지로 한다.

측정 방법으로는 섹션 페이퍼를 말뚝에 붙여 놓고 수평으로 놓은 가이드재를 따라 연필을 가로 방향으로 이동시킨다.

측정 방법을 해설 표 11에, 관입량, 리바운드량 기록의 참고 보기를 해설 그림 12에 나타낸다.



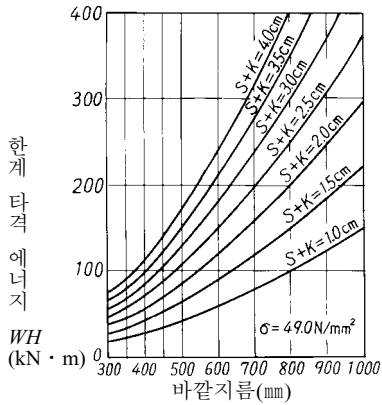
K : 리바운드량
S : 관입량

해설 그림 11 측정 방법의 보기

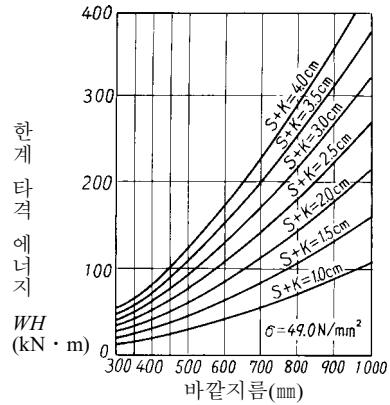
해설 그림 1 2 관입량, 리바운드량의 기록 보기

말뚝이 파손하지 않기 위해서는 타격 응력이 말뚝의 콘크리트 강도를 고려한 한계를 넘지 않도록 타격력을 관리하여야 한다. 참고로 기왕의 실험에서 말뚝 바깥지름과 기중의 선정 및 타격력의 관계를 해설 그림 13, 해설 그림 1 4, 해설 그림 1 5에 나타내고 있으므로 타격 관리에 사용하면 된다.

a) 자유 낙하 타격 방식 유압 해머의 경우

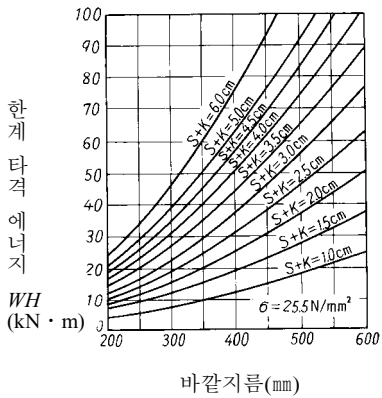


b) 강제 낙하 타격 방식 유압 해머의 경우

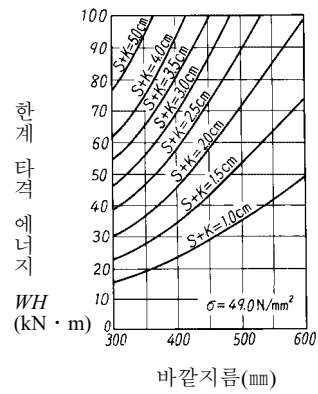


해설 그림 13 유압 해머 박기에서의 한계 타격 에너지의 선정 도표
PHC 말뚝을 타입하는 경우

a) RC 말뚝을 타입하는 경우

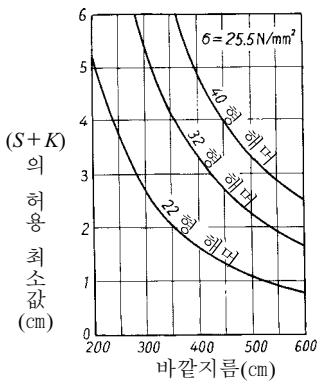


b) PHC 말뚝을 타입하는 경우

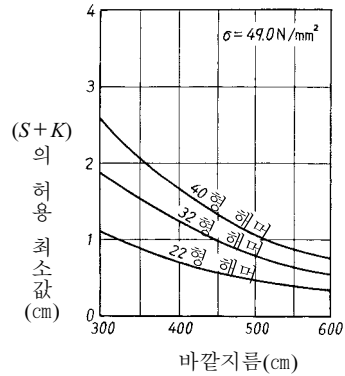


해설 그림 14 드롭 해머 타격에서의 한계 타격 에너지의 선정 도표

a) RC 말뚝을 타격하는 경우



b) PHC 말뚝을 타격하는 경우



해설 그림 15 디젤 해머 타격에서의 말뚝 박기 기종의 선정 도표

12) 타격 증지란 소정의 타격 에너지에서 소정의 관입량 및 리바운드량이 얻어졌을 때 말뚝의 시공 최종 시점을 말한다.

시공 시의 측정 기록에서 1타당 관입량, 리바운드량, 타격 에너지에서 동적 지지력을 추정하여 타격 증지를 결정한다.

비교적 자주 사용되는 동력학적 지지력 산정식에는 다음의 것이 있는데 이러한 식에 의한 산정값이 크게 다를 때도 있으므로 그때는 산정 결과를 지반의 상태와 조건을 기초로 사용하는 것이 좋다.

항타 보조기를 사용하는 경우에도 실적을 고려하여 다음 각 식을 수정하여 사용한다.

① 건축 기준법 시행령식

$$R_a = \frac{F}{5S + 0.1}$$

여기에서 R_a : 말뚝 장기 허용 지지력(kN)

F : 해머의 타격 에너지(kN · m)

S : 말뚝의 최종 관입량(m)

② 도로교 지방 서식

$$R_a = \frac{1}{3} \left(\frac{AEK}{e_0 l_1} + \frac{\bar{N} U l_2}{e_f} \right) \dots\dots\dots \text{(해 13.2.1)}$$

여기에서 R_a : 말뚝의 허용 지지력(tf)

A : 말뚝의 순 단면적(m²)

E : 말뚝의 영 계수(tf/m²)

l_1 : 동적 선단 지지력 산정상의 말뚝 길이로 표-해 13.2.1 에 따른다(m).

l_2 : 땅 속에 박힌 말뚝의 길이(m)

표-해 13.2.1 말뚝 길이의 보정

e_0 의 값	l_1 의 값
$e_0 \geq 1$	l_m
$1 > e_0 \geq l_m/l$	l_m/e_0
$e_0 \leq l_m/l$	l

l : 말뚝의 앞 끝에서 해머 타격 위치까지의 길이(m)

l_m : 말뚝의 앞 끝에서 리바운드 측정 위치까지의 길이(m)

U : 말뚝의 둘레 길이(m)

\bar{N} : 말뚝 둘레면의 평균 N 값

K : 리바운드량(m)

e_0, e_f : 보정 계수로 표-해 13.2.2 의 값으로 한다. 다만, W_H/W_P 는 해머와 말뚝의 중량비로서 항타 보조기를 사용하는 경우에는 W_P 는 말뚝과 항타 보조기의 중량이 합산된 값으로 한다.

표-해 13.2.2 보정 계 수

말뚝 종류	시공 방법	e_0	e_f	비 고
PHC 말뚝	타입 공법	$2.0W_H/W_P$	2.5	
	중굴 최종 타격	$4.0W_H/W_P$	10.0	
PHC 말뚝	타입 공법	$(1.5W_H/W_P)^{1/5}$	2.5	유압 해머에 적용

③ Hiley의 식

$$R_u = \frac{e_h W_H H \left(1 - \frac{W_P}{W_H + W_P} (1 - e^2) \right)}{S + \frac{1}{2} K}$$

여기에서 R_u : 타입 공식에서 구한 극한 지지력(kN)

e_h : 해머 효율, 드롭 해머 0.5, 디젤 해머 0.7

W_H : 해머 또는 램의 중량(kN)

W_P : 말뚝의 중량(kN)

H : 해머의 낙하 높이(cm)

e : 반발 계수, 콘크리트 말뚝 0.25

S : 말뚝의 최종 관입량(cm)

K : 리바운드량(cm)

13) 말뚝이 소정 위치에 도달하지 않거나 소정의 관입량, 리바운드량에 이르지 않은 경우에는 공사 감리자와 협의하여 말뚝의 길이를 변경할 필요가 없는지 검토한다. 또한 말뚝에 과잉 타격을 주지 않기 위한 기준은 말뚝의 길이, 모양이나 지반의 상황 등에 따라 일률적으로는 단정할 수 없지만 말뚝 1개에 대한 타격 제한 횟수의 기준을 해설 표 2에 나타낸다.

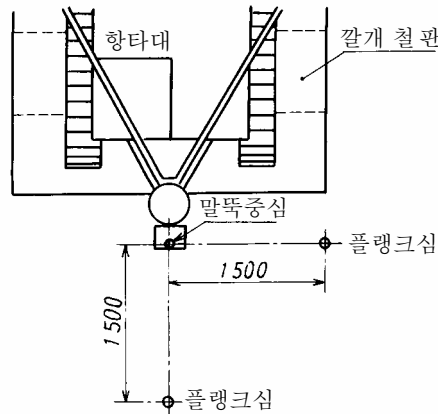
해설 표 2 총타격 횟수의 기준

말뚝 종류	RC 말뚝	PC 말뚝, PHC 말뚝 등
제한 총 타격 횟수	1000회 이내	3000회 이내

b) 프리 보링 병용 타격 공법

- 1) 굴착 구멍 지름이 말뚝 바깥지름보다 큰 경우, 말뚝과 주변 지반에 틈새가 생겨 타격시에 말뚝의 가로 흔들림 등이 생겨서 말뚝의 손상 및 수평 저항력의 부족이나 말뚝 둘레면의 마찰력의 발현이 곤란해진다. 따라서 어스 오거 지름은 말뚝 지름보다 작은 것을 사용하여야 한다.
- 2) 플랭크 중심은 해설 그림 16과 같이 정척봉으로 말뚝 중심에서 직각 2방향으로 2점 취한다. 이때의 말뚝심에서 플랭크심까지의 거리는 작업상 지장이 없는 거리로 보통은 1~2m 정도로 하고 있다.

단위 : mm



해설 그림 16 플랭크심의 설치 보기

- 3) 굴착 심도의 관리는 어스 오거의 검척이나 항타기의 리더에 표시 등으로 실시한다.
- 4) 굴착 속도는 육안으로 확인하고 어스 오거에 무리가 없는 속도로 한다.
토질 상황에 따른 굴착 속도의 기준을 해설 표 3에 나타낸다.

해설 표 3 굴착 속도의 기준

지 질	굴착 속도(m/min)
실트, 점토, 느슨한 모래	2~6
딱딱한 점토, 중간 밀도 모래	1~4
조밀한 모래, 모래 자갈	1~3

- 5) 굴착 길이가 긴 경우나 붕괴성이 뚜렷한 지반의 경우에는 벤토나이트 등을 사용한 굴착액(해설 표 4 참조)을 사용하여 구멍벽의 붕괴를 방지하여야 한다.
- 6) 어스 오거의 들어 올리기 속도가 빠르면 부압이 생겨서 구멍벽의 붕괴의 원인이 되므로 주의하여야 한다.
- 7) 말뚝의 세워 넣기 및 삽입은 트랜짓이나 추 등으로 연직성을 확보하면서 신중하게 한다.
- 8) 굴착 구멍에 말뚝을 삽입한 타격이 되기 때문에 단계에서 해머의 낙하 높이가 크면 1타당 관입량이 커져서 말뚝이 경사하는 수가 있고, 이에 따라 말뚝 축선이 불안정하게 되어 말뚝에 균열이 생기는 수가 있으므로 주의하여야 한다.
- 9) 말뚝의 타격 관리는 타격 공법에 준한다.

3.8.3.2 메워 넣기 공법(본체의 8.3.2)

3.8.3.2.1 프리보링(본체의 8.3.2.1)

a) 공통 사항

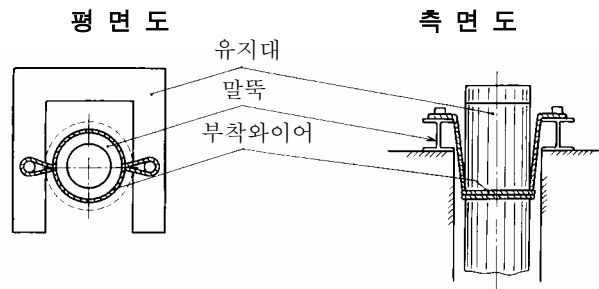
- 1) 플랭크심은 프리보링 병용 타격 공법의 경우와 마찬가지로 해설 그림 16에 따라 실시하는 것이 좋다.
- 2) 굴착 작업 중에 어스 오거를 급격하게 올리거나 내리면 구멍벽의 붕괴 또는 굴착 구멍의 구부러짐이 생길 가능성이 있으므로 굴착 속도의 표준을 준수하는 것이 바람직하다. 또한 뚜렷하게 붕괴성의 염려가 있는 지반에서는 굴착액의 배합 변경 등의 적절한 처치를 강구한다.
굴착액의 배합 보기를 해설 표 4에 나타낸다.

해설 표 4 굴착 액의 배합 보기

용 량	벤토나이트 (kg)	시 멘 트 (kg)	CMC (kg)	물 (L)	비 고
기준 500L	25	120	-	450	말뚝 주변 고정액을 겸하는 경우
	38~50	-	0.05	480	-

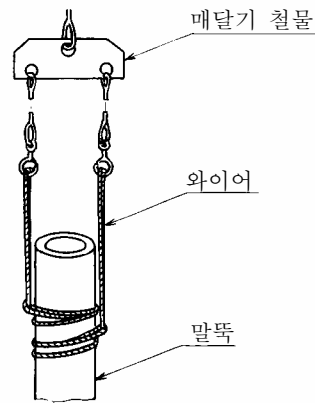
비 고 CMC(카르복시메틸셀룰로스)는 펄프를 화학적으로 처리하여 만든 인공풀로 이것을 벤토나이트액에 첨가하면 구멍벽의 표면에 막을 만드는 성질을 강화하여 구멍벽의 붕괴 방지에 도움이 되는 것이다. 또한 모래 자갈층에서 누수가 생기는 경우에는 누액 방지제를 사용한다.

- 3) 굴착 속도의 과대는 구멍벽의 붕괴뿐만 아니라 굴착 구멍의 편심, 구부러짐, 말뚝을 세워 넣은 후의 말뚝의 경사를 초래할 염려가 있으므로 토질 상황에 맞는 적절한 속도로 **해설 표 3**에 나타내는 기준으로 굴착하는 것이 중요하다.
- 4) 말뚝 세워 넣기시에도 굴착시와 같이 중심 어긋남의 확인 및 트랜싯 또는 추 등으로 연직성을 확인하고 레벨 관리를 하면서 말뚝을 소정의 심도에 설치한다. 말뚝 머리가 시공 지반면 이하인 경우는 시공 후 스티프, 검척봉 등에 의해 검척을 한다.
- 5) 이음 말뚝의 용접시의 아래 말뚝을 유지하는 방법은 일반적으로 **해설 그림 17**에 따른다.



해설 그림 17 말뚝 유지 지그의 보기

- 6) 말뚝 둘레 고정액의 배합은 지반의 강도나 말뚝의 시공성 등을 고려하여 재령 28일에서의 압축 강도가 $0.5N/mm^2$ 이상 값의 공법이 많다.
 - 7) 인정한 공법 또는 각 기관에 의해 기술 심사 증명서를 취득한 공법은 각 공법의 시공 요령서를 기초로 시공을 하는 것이 원칙이다.
- b) 프리 보링 최종 타격 공법**
- 1) 어스 오거 지름은 인정 공법의 시공 요령에 합치한 것을 사용한다.
 - 2) 굴착 속도의 과대는 구멍벽의 붕괴뿐만 아니라 굴착 구멍의 편심, 구부러짐, 말뚝을 세워 넣은 후의 말뚝의 경사를 초래할 염려가 있으므로 토질 상황에 맞는 적절한 속도로 **해설 표 3**에 나타내는 기준으로 굴착하는 것이 중요하다.
 - 3) 굴착 심도는 인정 공법의 시공 요령에 준하는 것으로 하고 지지층 안에 1·D 이상(D는 말뚝 바깥지름을 나타낸다.) 근입시킨다.
 - 4) 붕괴성이 뚜렷한 지반에서 굴착액으로서 말뚝 주변 고정액을 사용하는 경우는 소정의 압축 강도와 구멍벽 붕괴 방지의 효과를 발휘할 수 있는 배합을 선정하여야 한다.
 - 5) 말뚝의 매달기는 **해설 그림 18**과 같은 방법을 원칙으로 하여 구멍벽을 붕괴시키지 않도록 수직으로 삽입한다.



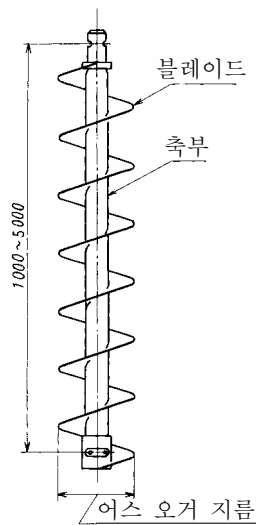
해설 그림 18 말뚝의 매달기의 보기

6) 말뚝의 타격 중지 관리는 인정 공법의 시공 요령에 따라 실시한다.

c) 프리보링 근고정 공법(시멘트 밀크 공법)

1) 어스 오거는 해설 그림 19와 같이 연속된 나선 모양의 것을 사용하고, 각종 액을 주입하기 위하여 중공이 있는 것으로 하고 강성이 높고 구부러짐이 없고 손상이 없는 것을 사용한다. 또한 어스 오거 지름은 말뚝 지름 +100mm를 표준으로 하고 있다.

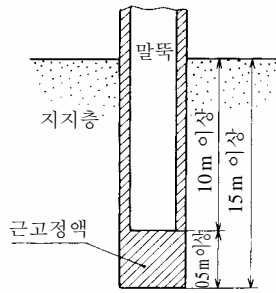
단위 : mm



해설 그림 19 어스 오 거 길이의 보기

- 2) 굴착 속도의 과대는 구멍벽의 붕괴뿐만 아니라 굴착 구멍의 편심, 구부러짐, 말뚝을 세워 넣은 후의 말뚝의 경사를 초래할 염려가 있으므로 토질 상황에 맞는 적절한 속도로 해설 표 3에 나타내는 기준으로 굴착하는 것이 중요하다.
- 3) 사질 토층에서 구멍 내 수위를 피압수 이하로 하면 구멍벽의 붕괴, 그것에 수반되는 말뚝의 상승을 일으킬 염려가 있으므로 굴착액은 항상 지표면에서 흘러 넘치도록 주입한다.
- 4) 어스 오거의 들어 올리기 속도는 말뚝 주변 고정액의 주입량에 따라 실시하면 된다. 들어 올리기 속도가 빠르면 부압이 생기고, 구멍벽의 붕괴 원인이 된다.
- 5) 안정된 말뚝의 지지력을 얻기 위해서는 말뚝 앞끝부를 지지층 안에 1.0m 이상 근입하여야 한다. 일반적으로 지지층의 굴착 깊이는 1.5m 이상으로 하고 지나치게 파지 않도록 주의하여야 한다.

해설 그림 20에 말뚝 설치 상황도를 나타낸다.

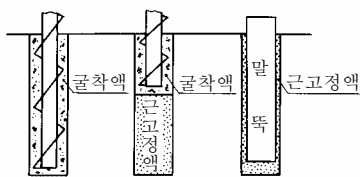


해설 그림 20 프리 보링 근고정 공법에서의 말뚝 설치 상황도

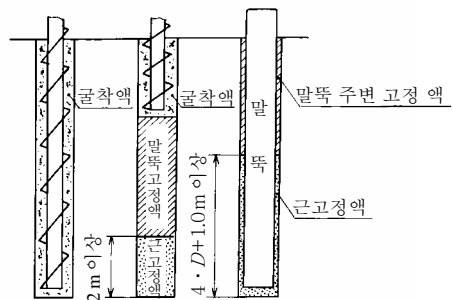
- 6) 말뚝의 매달기는 축심 매달기를 원칙으로 하고 굴착 구멍 안에 세워 넣은 말뚝은 자침 삽입시키고 자침 삽입만으로 침설할 수 없는 경우는 드롭 해머를 사용하여 경타한다. 그때의 드롭 해머의 낙하 높이는 0.5m 이하로 한다.
- 7) 말뚝의 부상 방지의 처치로서 미리 중공부에 물을 넣거나 말뚝 머리부에 하중을 가하여 말뚝을 정착 시키는 등의 수단을 강구하도록 한다.
- 8) 근고정액의 압축 강도는 재령 28일에서 20N/mm^2 이상이 일반적이다.
- 9) 말뚝 주변 고정액의 압축 강도는 재령 28일에서 0.5N/mm^2 이상이 일반적이다.
- 10) 근고정액의 주입량은 말뚝을 세워 넣었을 때 구멍벽과 말뚝 사이의 공간을 말뚝 머리까지 채우는 양으로 한다. 다만, 근고정액에서 다시 굴착액으로 바꾸는 시점에서 양 액이 혼합하여 근고정액이 묻어지는 일이 없도록 플랜트와 향타기 조작자의 연락 방법을 긴밀하게 하여야 한다. 또한 근고정액은 보통, 굴착 구멍 안에 2.0m 이상, 말뚝 설치 후 $4 \cdot D + 1.0\text{m}$ 이상(D 는 말뚝 바깥지름을 나타낸다.)을 채우는 양을 주입하도록 하고 있다.

굴착 중에 누수의 징후가 나타난 경우는 누액 방지제 등을 첨가한 배합으로 재굴착을 하고 누수의 상황을 확인한 후 판단하는 것이 바람직하다.

a) 말뚝 주변 고정액을 사용하지 않는 경우



b) 말뚝 주변 고정액을 사용하는 경우



해설 그림 21 프리 보링 근고정 공법의 시공 개요도

- 11) 누수가 뚜렷한 지반에서 근고정액의 유실에 따르는 시공 불량(지지력 부족) 및 지하수의 오염에 의한 근린 피해의 영향이 걱정되는 경우는 시공 방법을 재검토한다.
- 12) 시공 후 근고정액이나 말뚝 주변 고정액이 충분히 경화하기 이전에 말뚝이 움직이면 말뚝과 말뚝 주변 고정액 사이의 부착이 끊기거나 말뚝 중심이 이동하므로 적당한 유지 지그를 사용하거나 안정될 때까지 시공 기계를 이동하지 않고 유지하는 등의 처치를 하도록 한다.

d) 프리 보링 확대 근고정 공법

- 1) 로드의 구조는 인정 공법의 시공 시방을 기초로 한 것으로 강성이 높고 구부러짐이 없으며 손상이

없는 것을 사용한다.

- 2) 굴착 속도는 인정 공법의 시공 요령을 기초로 한 적절한 속도로 굴착을 하여야 한다.
- 3) 굴착 구멍벽의 붕괴 유무의 확인 방법으로는 어스 오거의 회전을 멈추고 질량만으로 가만히 내리고 굴착 깊이까지 내려가는지 내려가지 않는지로 판단하는 방법이 실시되고 있다. 어스 오거가 소정 깊이까지 내려가지 않는 경우는 재굴착을 한다.
- 4) 말뚝은 축심 매달기 굴착 구멍 안에 세워 넣거나 말뚝 머리부에 특수캡을 장착한 상태에서 트랜짓 또는 추 등으로 말뚝의 연직성을 확인하면서 가만히 삽입한다.
- 5) 말뚝의 질량에 의해서 소정까지 설치를 할 수 없는 경우는 이후 말뚝에 회전을 주고 말뚝과 굴착 구멍 벽면과의 마찰을 끊으면서 소정의 심도에 설치한다.
- 6) 근고정액의 배합, 압축 강도, 또한 주입량은 인정 공법의 시공 요령을 기초로 한다.
- 7) 누수가 예측되는 지반에서는 근고정액의 유출에 수반되는 시공 불량(지지력 부족) 및 지하수의 오염에 의한 근린 피해의 영향이 생기는 경우가 있으므로 충분히 조사해 두어야 한다.
- 8) 시공 후의 말뚝의 양생은 프리보링 근고정 공법의 경우와 같은 방법으로 실시하는 것이 좋다.
특히 시공 기계를 이동하는 경우에는 말뚝과 말뚝 둘레 고정액의 부착이 끊기거나 말뚝 중심이 이동하거나 하여 시공 불량이 되지 않도록 주의하여야 한다. 적당한 유지 지그를 사용하거나 말뚝이 이동하지 않도록 양생하여야 한다.
- 9) 인정한 공법 또는 각 기관에 의해 기술 심사 증명서를 취득한 공법은 각 공법의 시공 요령서를 기초로 시공 관리를 한다.

3.8.3.2.2 중굴(본체의 8.3.2.2)

a) 공통 사항

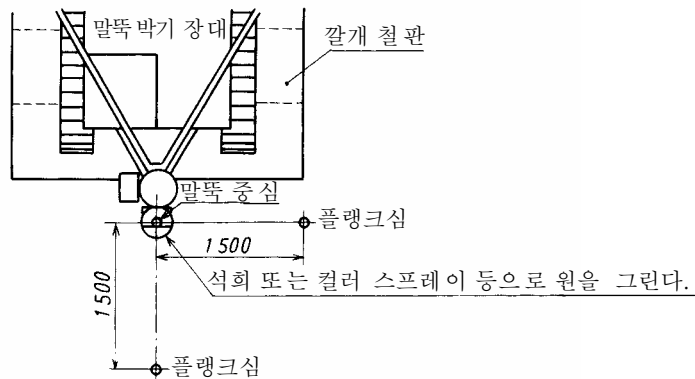
- 1) 중굴 공법은 말뚝을 케이싱으로서 굴착을 하므로 연속 어스 오거를 사용하는 것을 원칙으로 한다. 따라서 블레이드의 손상이나 블레이드 피치가 고르지 않으면 토사 배출이 곤란해지고 말뚝에 내압이 생겨서 말뚝에 손상을 주는 경우도 있으므로 강성이 높고 구부러짐이 없는 것으로 블레이드 피치가 균일하여 작업에 견디는 재질의 것을 사용한다.
- 2) 말뚝 중공부와 어스 오거 바깥지름의 클리어런스는 일반적으로 30~60mm의 것이 많이 사용되고 있다.
- 3) 중굴 공법은 말뚝의 중공부를 이용하여 토사를 배출하고 말뚝을 설치하기 위하여 큰 자갈이나 알돌이 있으면 말뚝 내벽과 어스 오거 블레이드에 물려서 말뚝 몸통의 손상의 원인이 되므로 지질 조사 등의 결과를 기초로 하여 시공의 가능성을 판단하여야 한다.
일률적으로 판단은 할 수 없지만 시공 가능한 최대 자갈 지름은 말뚝 지름별로 말뚝 안지름의 1/5~1/10 정도라고 한다.
- 4) 프리션 커터는 말뚝 둘레면의 마찰력을 줄이고 말뚝의 침설을 쉽게 하기 위하여 말뚝 앞 끝부에 날 끝으로서 부착하는 것으로 중간 굴착 공법에서는 필요한 것이다.
그 두께는 말뚝 지름, 말뚝 길이 및 토질에 따라 경험상으로 9~25mm의 것이 이용된다. 또한 부착 방법에는 볼트 방식과 용접 방식이 있다. 프리션 커터의 치수 보기를 **해설 표 5**에 나타낸다.

해설 표 5 프리션 커터의 치수 보기

말뚝 지름 (mm)	프리션 커터	
	두께 (mm)	길이 (mm)
400	9 이상	100~150
450	9 이상	100~150
500	12 이상	100~150
600	12 이상	100~150
700	16 이상	150~200
800	16 이상	150~200
900	19 이상	150~200
1000	19 이상	150~200
1100	19 이상	200~300
1200	19 이상	200~300

- 5) 말뚝을 정확히 세워 넣기 위하여 **해설 그림 22**에 나타내듯이 말뚝 지름과 같은 지름의 원반의 중심을 말뚝 중심에 맞춰서 지표에 놓고 석회 또는 컬러 스프레이 등으로 지표면에 원을 그려서 정척봉에 의해 직각 2방향으로 플랭크심을 잡는다. 그때의 말뚝 중심에서 플랭크심까지의 간격은 작업상 지장이 없는 거리로 1~2m로 한다. 플랭크심은 굴착 침설 중의 말뚝 중심 이동의 관리에 사용하는 것으로, 특히 매립 지반 등에서는 장애물이 많으므로 초기의 침설시에 꼼꼼하게 관리를 한다.

단위 : mm



해설 그림 22 중굴 공 법에서의 플랭크심의 설정 방법

- 6) 특이성 지반(경질 지반, 아주 점착력이 강한 지반)의 경우는 블레이드 사이에 부착한 토사에 의해 배토가 나빠지고 침설 능률이 극단적으로 저하하므로 물을 분사하여 지반을 진흙 상태로 만들어 굴착하는 등의 수단을 사용하면 침설이 쉬워진다.
- 7) 선굴착의 길이는 말뚝 지름 정도로 한다. 또한 과도한 확대 굴착은 돌레면 마찰력의 감소를 초래하여 말뚝이 떨어지는 원인이 되므로 하지 않도록 한다.
- 8) 너무 빠른 굴착 속도는 말뚝의 편심을 초래하므로 토질 상황이나 굴착 배토량에 맞는 **해설 표 6**에 나타내는 속도로 굴착을 하면 된다.

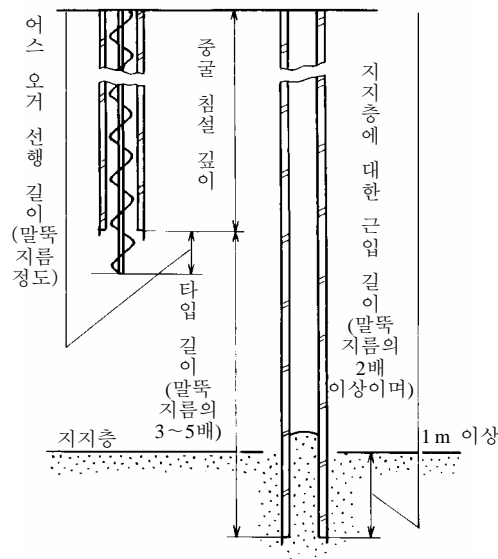
해설 표 6 굴착 속 도의 기준

지 질	굴착 속도(m/min)
실트, 점토, 느슨한 모래	1~6
딱딱한 점토	0.5~2
조밀한 모래, 모래자갈	0.3~2

- 9) 피압수가 예측되는 경우는 물을 부으면서 항상 피압수 이상의 수위를 유지하여 굴착을 하도록 한다.
- 10) 중굴 공법에서는 굴착 토사의 배출시에는 압축 공기를 사용하기 때문에 토사의 비산이 있으므로 배 토 버킷을 장착하거나 시트로 덮는 등의 적절한 처치가 필요하다.

b) 중굴 타격 공법

- 1) 말뚝 선단부는 침입하는 토사의 폐색 효과에 의해 내압이 발생하므로 말뚝 선단에서 말뚝 지름의 3 배 정도의 길이에 상당하는 부분을 강판으로 보강하거나 또는 말뚝 몸통 안에 배치하고 있는 나선근 을 조밀하게 감아서 보강하는 등의 보강 대책의 수단을 취하는 것이 바람직하다.
- 2) 중굴에 의해 말뚝을 침설하는 깊이는 그 뒤에 하는 박아 넣기에 지장을 주지 않을 정도까지로 한다. 표준적인 타입 길이는 말뚝 선단부의 폐색 효과를 높이기 위하여 말뚝 지름의 3~5배로 하고 지지층 에 대한 관입 깊이는 말뚝 지름의 2배 이상, 1m 이상으로 하는 것이 바람직하다(해설 그림 23 참조). 다만 암반, 토단층 등의 경질 지반에서 무리하게 박으려고 하면 말뚝을 손상시키는 경우가 있으므로 선단을 지지층에 정착시키는 정도로 하는 경우가 있다.

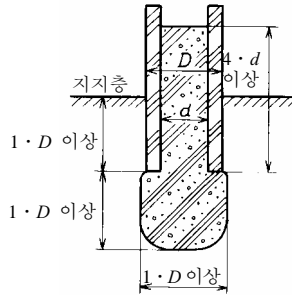


해설 그림 23 중굴 타격 공법에 의한 말뚝의 설치 깊이의 보기

- 3) 어스 오거를 들어 올릴 때에는 역회전을 시켜서 굴착토를 남기도록 하면 된다. 이것은 피압수에 의한 보일링 방지와 폐색 효과를 촉진시키는 효과가 있다.

c) 중굴 근고정 공법

- 1) 지지층의 보일링을 막기 위하여 지지층의 바로 앞에서 압축 공기를 물로 바꾸고 물을 부으면서 굴착, 침설을 하는 것이 좋다.
- 2) 중굴 근공정 공법은 말뚝재와 근고정 구근부 및 지지층의 일체화에 의해 지지력을 확보시키는 공법 이므로 근고정액의 배합 및 소정의 주입량이 확실하게 실시되고 있는지를 확인한다. 참고로 토목 분 야에서 많이 이용되고 있는 말뚝 앞 끝부 처리 방법을 해설 그림 24에 나타낸다.



해설 그림 24 말뚝 설 치 상황 및 선단 처 리의 보기

d) 중굴 확대 근 고정 공법

- 1) 확대 구근의 축조 방법은 고압 분사 방식과 확익(擴翼) 비트 방식이 있다.
- 2) 지질 조사에 의해 복류수가 인정된 경우에는 확대 구근의 근고정액이 유출하여 시공 불량에 의해 지력 부족 및 지하수의 오염 등의 문제가 생기므로 이 공법을 사용하여서는 안 된다.

3.8.3.2.3 회전(본체의 8.3.2.3)

a) 말뚝 세워 넣 기와 회전 압입(관입)

- 1) 선단 철물은 굴착 커터 및 프리션 커터를 가진 폐쇄형 역원뿔체로 이것을 미리 말뚝 앞 끝에 용접으로 부착한다. 같은 말뚝의 중공부에 로드를 통하여 말뚝을 세워 넣은 후 로드와 오거 구동 장치를 연결하고 철물에 로드를 연결하여 확실하게 접속된 것을 확인한다.
- 2) 말뚝 회전 압입(관입)은 부속의 관리 시스템에서 얻어지는 데이터를 주시하면서 말뚝 몸통에 너무 큰 부하가 생기지 않도록 공법 지정 속도를 기준으로 실시한다. 특히 압입(관입)시에 이러한 데이터에 이상이 인정되었을 때에는 시공을 중지하고 선단 철물의 모양 변경이나 속도의 변경 등을 검토한다.

b) 지지력의 확보

- 1) 공법 또는 각 기관에 의해 기술 심사 증명서를 취득한 공법은 각 공법의 시공 요령서를 기초로 시공 관리를 한다.
- 2) 굴착시의 분출수에 의해 지하수를 오염시킬 염려가 있으므로 주의하여야 한다.

3.8.4 시공 관리 (본체의 8.4)

3.8.4.1 말뚝 시공 관리(본체의 8.4.1) 말뚝 시공 관리자는 토목 시공 관리 기사 등의 자격을 가진 자 또는 실시하고 있는 시험에 합격하여 “콘크리트 파일 시공 관리자증”을 취득한 자로 하는 것이 바람직하다. 말뚝 시공 관리자는 공사 감리자, 시공 관리자와 협의하여 시공 관리를 하도록 한다.

주된 기준이나 지침은 다음과 같다.

a) 건축공사공통시방서	사단법인 공공건축협회
b) 건축공사시공감리지침	사단법인 공공건축협회
c) 도로교 시방서 · 동해설 IV 하부구조편	사단법인 일본도로협회
d) 말뚝기초시공편람	사단법인 일본도로협회
e) 건축기초구조 설계 지침	일본건축학회
f) 건축공사 표준 시방서 JASS 4	일본건축학회
g) 건축공사 표준 시방서 JASS 5	일본건축학회
h) 매워 넣기 말뚝 시공지침 · 동해설	전국기초공업협동조합연합회
i) 중간굴착 타격공법설계 · 시공지침	사단법인 콘크리트파일건설기술협회
j) 유압파일해머에 의한 기성 콘크리트말뚝시공기준	사단법인 콘크리트파일건설기술협회
k) 건설대신인정공법의 시공요령	인정취득회사

3.8.4.2 공사 보고(본체의 8.4.2) 각 공법의 공사 보고서로서는 “공사 계획서·보고서 표준 서식”이 있으므로 이것에 준거하여 작성하는 것이 좋다. 기재 내용에 대해서는 공사 계획서의 내용에 준하여 작성한다.

3.9 이음(본체 의 9.)

3.9.1 말뚝의 접합(본체 의 9.1)

- a) 말뚝의 이음은 일반적으로 용접식이 채용되고 있지만 용접식 이외의 이음 방법으로 이음부에 특수한 접속 철물을 사용한 무용접 이음이 개발되어 있다. 이 이음은 이음 시공 능력의 향상과 기상 조건의 영향을 잘 받지 않는 등의 특징이 있어서 사용되고 있다.
- b) 시공 중에 아래말뚝이 부득이하게 기운 경우에는 상하 말뚝의 끝면을 맞추고 축선이 동일 직선상에 있도록 하여 그대로 용접한다.
- c) 용접에 의한 말뚝 이음 시공에는 아크 용접을 사용한다. 또한 용접은 수동 용접과 자동·반자동 용접이 있다.

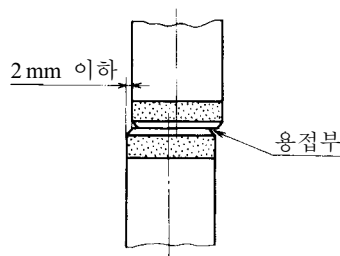
3.9.2 용접 기능자(본체 의 9.2) 기술 시험에 합격한 자란, KS B 0885(용접 기술 검정에 있어서의 시험 방법 및 판정 기준) 및 KS B 0515(반자동 용접 기술 검정에 대한 시험 방법 및 판정 기준)에 규정하는 아크 용접 중 어느 쪽에 합격한 자를 말한다.

3.9.3 준비 작업(본체 의 9.3)

- a) 그루브의 손질 등은 해머, 그라인더 등으로 실시한다.
- b) 말뚝 시공 관리자는 용접 작업에 필요한 기기를 확인하고 발판이나 용접공 보안상의 공구의 점검과 함께 작업 중 용접공이 항상 안심하고 작업에 전념할 수 있는 환경, 예를 들면 바람에 대한 덮개나 어스의 확인 등에 배려하는 것이 중요하다.

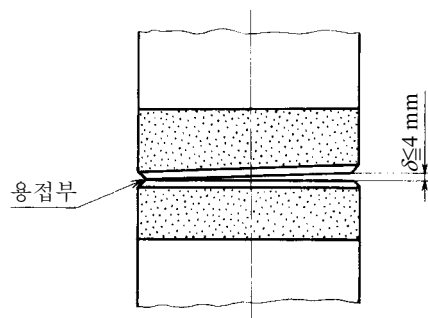
3.9.4 그루브의 편심량 및 허용 루트 간격(본체 의 9.4)

- a) 그루브의 편심 허용량은 해설 그림 25와 같다.



해설 그림 25 그루브의 편심 허용량

- b) 루트 간격의 허용량은 해설 그림 26과 같다.



해설 그림 26 루트 간격의 허용량

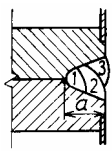
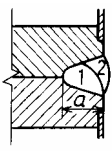
축선을 합치시키기 위하여 부분적으로 루트 간격이 커지면 아래말뚝의 머리에서 용접 금속을 충분히 돌우고 윗말뚝 루트 페이스까지 확실하게 녹여 넣어야 한다. 루트 간격이 과대할 때는 이음면 또는 그루브부를 수정한다.

3.9.5 용접 작업 (본체의 9.5)

a) 용접에 있어서는 다음 사항에 주의하여야 실시하여야 한다.

- 1) 용접의 첫단면 입열량 부족에 의한 용입 불량이나 슬래그 감김을 일으키기 쉬우므로 특히 주의가 필요하다. 끝단면은 크레이터, 사이즈 부족 등이 생기기 쉬우므로 정성스럽게 시공하여 시단과 접속 부분은 용접단면이 균일하게 연속하도록 시공하여야 한다.
- 2) 말뚝의 시공시에는 이음의 용접 작업을 하기 쉬운 높이(지상 약 70cm)에 이음이 오도록 항상 주의한다.
- 3) 상하 말뚝 축선이 동일 직선상에 있도록 조합한 후 용접을 한다. 또한 가용접을 하는 경우는 그 길이를 40mm 이상으로 한다. 가용접은 본용접과 동등하게 중요하고, 만약 갈라짐 등이 생긴 경우는 본용접 전에 완전히 제거하여야 한다.
- 4) 말뚝을 반자동 아크 용접에 의해 용접하는 경우의 용접 조건은 **해설 표 7**의 보기를 참고로 하면 된다.

해설 표 7 말뚝의 반자동 아크 용접 조건 보기

그루브 깊이 a(mm)	모 양	합 격 수	전 류 (A)	전 압 (V)	용접 속도 (cm/min)
12 이상		1	350~420	26~30	25~35
		2			
		3			
7~12 미만		1	350~420	26~30	25~30
		2	350~400		25~35

비고 1 . 전류의 종류 : 교류

2. 표면은 되도록 평활해지도록 덧살은 가능한 한 적게 돌을 것.
3. 용접부에는 피트, 언더컷, 오버랩 등의 중대한 결함이 없어야 한다.
4. 비드의 종단의 크레이터 처리는 충분히 하여야 한다.
5. 비드의 이음은 되돌림 용접 등의 적절한 처치를 하여 중대한 결함이 생기지 않도록 한다.

b) 예열을 할 때는 보통 가스를 사용한다. 용접 완료 후의 말뚝 시공은 용접 금속을 급랭하지 않도록 용접 후 약 1분 이상 경과한 후로 하는 것이 좋다.

3.9.6 용접부의 검사(본체의 9.6) 용접 종료 후 겉모양 검사에서 갈라짐과 같은 중대한 결함을 발견하였을 때는 공사 관리자의 지시에 따라 그 부분을 그라인더 등으로 완전히 깎아 내고 재용접하여 손질한다. 목두께 부족, 언더컷 등 기타 결함을 발견하였을 때는 살돋움 등의 방법으로 손질한다.

3.10 말뚝 머리의 절단(본체의 10.) 말뚝 머리 절단의 방법은 보통 설계 도서나 시방서에 나타내는 데 말뚝 머리를 잘라서 고르게 하는 경우와 말뚝 몸통 안의 PC 강재나 이형 철근을 소정 길이 남기고 콘크리트를 깎아 내는 경우의 두 가지 방법이 있다.

그리고 일반적으로는 PC 강재 및 철근을 남겨서 푸팅과 결합하는 것이 바람직하다. 어떤 경우나 말뚝 본체부에 유해한 균열 등의 손상이 생기지 않도록 절단부 근처의 말뚝 본체부에 밴드를 조여 붙이고 이 밴드를 말뚝 머리 절단 작업의 완료시까지 부착해 두는 것이 중요하다.

말뚝의 머리부를 절단하는 경우는 절단면 부근의 프리스트레스가 감소하므로 설계 도서 또는 공사 감리자의 지시에 따라 실시하여야 한다.

말뚝 머리를 절단하는 방법에는 다음과 같은 방법이 있다.

- a) **다이아몬드 커터에 의한 방법** 말뚝 본체부에 유해한 균열이 생기지 않는다는 점에서 최근에는 다이아몬드 커터에 의해 말뚝 머리를 잘라서 고르게 하는 방법이 일반적이다.
- b) **외압 방식에 의한 방법** 유압 실린더나 콘크리트 브레이크에 의해 말뚝 바깥둘레에 많은 구멍을 뚫어 구멍 사이의 콘크리트를 해머로 깎는 방법이다. 이 방법에서는 날 끝이 PC 강재 등에 닿으면 말뚝 본체부에 세로 균열이 들어가기 쉽다는 것과 예정된 절단면 위치에서 위쪽의 떨어진 위치에서 깎기 작업을 시작하는 등 세심한 주의가 필요하다.

3.11 작업의 안전과 환경 보전(본체의 11.)

3.11.1 작업의 안전(본체의 11.1) 말뚝 공사에서는 향타기 크레인, 파워셔블 등 대형 중기를 사용하여 큰 중량물인 말뚝을 취급하므로 작업의 안전에는 주의한다.

안전하게 말뚝 공사를 추진하기 위해서는 공사의 관리 체제를 갖추고 공사 계획 단계부터 안전 환경을 정비하여 불안정한 행동을 없애도록 공사 관계자는 항상 위험 방지에 힘써야 한다. 또한 공법 및 작업 공정의 특징을 파악하여 각 작업 공정에 대응하는 안전 대책을 강구하도록 특히 모든 법규에 정해져 있는 사항에 대해서는 이것을 준수한다.

다음 사항에 대해서는 특히 주의하여야 한다.

- a) 향타기 크레인의 작업 지반의 양생(전도 방지)
- b) 향타기의 조립, 해체 및 이동 작업(전도 방지)
- c) 말뚝의 취급 작업(크레인 하역, 말뚝의 매달기, 와이어 로프 감기, 와이어 로프의 보수)
- d) 전기 관계 작업(발전기, 용접, 용접기, 케이블·어스의 보수 점검)
- e) 시공 후의 말뚝 및 굴착 구멍의 양생(전락 방지, 전도 방지)

그리고 “이동식 크레인, 말뚝 박기 기계 등의 지지 지반 양생 매뉴얼” 및 “콘크리트 파일 시공에 관한 안전 지침”을 참고로 하면 된다.

3.11.2 환경 보전(본체의 11.2) 말뚝 공사에는 소음·진동 등 근린 생활 환경에 영향을 주는 수가 있으므로 공사에 있어서는 환경 기본법에 관계되는 모든 법령이 정하는 규제 범위에서 작업을 하여야 하며, 사전에 현장 상황이나 근린 환경을 충분히 조사하여 대책을 강구하도록 한다.

3.12 기록(본체의 12.)

본체의 **부표 1~4**는 시험 말뚝의 시공 기록의 보기를 나타낸 것이다.

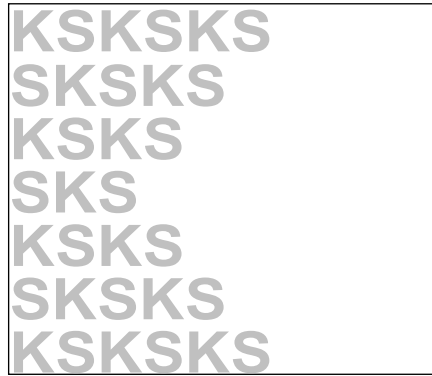
본체의 **부표 5**는 타입 공법에 의한 시공 기록의 보기를 나타낸 것이다.

본체의 **부표 6**은 매입 공법에 의한 시공 기록의 보기를 나타낸 것이다.

본체의 **부표 7**은 말뚝 머리를 절단 경우의 기록의 보기를 나타낸 것이다.

각각 보기에 준하여 기록을 하여 보존한다.

KS F 7001 : 2002



Standard practice for execution of
spun concrete piles

ICS 91.100.30

제정자 : 기술표준원장	제 정 : 1965년 7월 20일
개 정 : 2002년 10월 21일	기술표준원 고시 제02-1320호
원안작성협력자 : 산업표준심의회	토목부회
심 의 부 회 : 산업표준심의회	토목부회(회장 변 근 주)
