



제 8 장 기초 말뚝공사

8-1 기초말뚝 공사 / 367

8-2 구조용 말뚝 및 널말뚝 공사 / 386

제 8 장 기초말뚝 공사

8-1 기초말뚝 공사

8-1-1 기성말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 절은 구조물 기초로 사용하는 기성말뚝 공사에 대한 일반적인 사항을 제시한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격

- (1) KS B 0885 용접 기술 검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
- (2) KS B 0896 강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
- (3) KS C 3321 용접용 케이블
- (4) KS C 9602 교류아크 용접기
- (5) KS C 9607 용접용 홀더
- (6) KS D 0272 용접부의 방사선 투과시험을 위한 시험방법 및 판정기준
- (7) KS D 3503 일반구조용 압연강재
- (8) KS D 3508 피복아크 용접봉 심선재
- (9) KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉
- (10) KS F 4301 원심력철근 콘크리트 말뚝
- (11) KS F 4303 프리텐션방식 원심력 PC 말뚝
- (12) KS F 4306 프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝
- (13) KS F 4307 프리텐션방식 진동 PC 말뚝
- (14) KS F 4602 강관 말뚝
- (15) KS F 4603 H형강 말뚝
- (16) KS F 4604 열간 압연강 널말뚝
- (17) KS F 7001 원심력 콘크리트 말뚝의 시공표준

1.3 제출물

- 1.3.1 수급인은 당해 공종 착수 3일전까지 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 작성 제출하여야 한다.

(1) 시험말뚝 또는 재하시험 보고서

1.3.3 제품자료는 『1-2-3 제출서류 및 공정관리』에 따라 말뚝의 규격, 성분, 특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용실적 등을 추가하여 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 말뚝

2.1.1 강재말뚝

- (1) 강재말뚝은 말뚝 본체, 선단부로 구분하며, 특별히 규정되어 있는 경우 기타 부분으로 구성된다. 그 형태는 설계도서에 따라야 한다. 강재말뚝은 이음이 없어야 하나 부득이한 경우에는 이음부분의 길이가 3m 이상 되도록 또는 말뚝머리에서 1m 이상 되는 부분에 이음을 할 수 있다. 이음 말뚝은 길이가 긴 부분이 말뚝의 끝단이 되게 타입하여야 한다. 이음하는 부분의 상세에 대하여는 타입 전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다. 강관말뚝은 KS F 4602의 규정에 합격한 것을 사용하여야 하며, H형강 말뚝은 KS F 4603의 규정에 합격한 것이어야 하고, 강널말뚝은 KS F 4604의 규정에 합격한 것을 사용하여야 한다.
- (2) 강관말뚝은 각 부분의 두께는 강도 계산상 필요한 두께에다 부식에 의한 감소 두께를 더한 것으로 결정되는데 최소 9mm 이상으로 한다. 시공시 말뚝에 생기는 응력에 대해서는 전단만을 유효한 것으로 한다.
- (3) 강관말뚝의 부식감소 두께는 말뚝이 대기 중 노출된 부분, 흙 또는 물에 접하는 면에 대해서 고려하여야 한다.
- (4) 말뚝머리가 타입에 의해 해로운 손상을 입을 우려가 있는 경우에는 필요시 보강한다.
- (5) 말뚝선단이 장애물 등에 의해 해로운 손상을 입을 우려가 있는 경우 또는 굳은 지반에 쉽게 타입되도록 할 경우에는 필요시 보강한다.
- (6) 강관말뚝의 현장이음은 이음철구를 이용한 전 둘레 전 두께 아크용접 이음으로 한다.

2.1.2 철근콘크리트 말뚝 및 PSC·PHC 말뚝

- (1) 철근콘크리트 말뚝 및 PSC·PHC 말뚝은 중공원형단면을 가진 프리캐스트 말뚝을 사용하여야 하며, 말뚝의 종류 및 규격을 변경하고자 하는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 철근콘크리트 말뚝 및 PSC·PHC 말뚝은 소정의 시설을 갖춘 승인된 제작자에 의하여 원심력 방법에 의하여 제작되어야 한다. 제작자는 말뚝의 콘크리트

강도, 비인장 보강에 관한 설명서, PSC말뚝의 경우에는 프리스트레싱에 관한 설계서 등 상세한 자료를 첨부하여야 한다. 철근콘크리트 말뚝은 KS F 4301의 규정에 합격한 것이어야 하고, PSC말뚝은 KS F 4303 또는 KS F 4306의 규정에 합격한 것을 사용하여야 한다.

- (3) 철근콘크리트 말뚝 및 PSC·PHC말뚝의 선단은 타입에 대해 충분히 안전함과 동시에 지반에 알맞은 구조이어야 한다.
- (4) 철근콘크리트 말뚝 및 PSC·PHC말뚝의 머리부는 타격에 대해 충분한 강도를 가져야 한다.
- (5) 철근콘크리트 말뚝 및 PSC·PHC말뚝의 이음은 이음철구를 이용한 아크용접으로 이음한다.
- (6) 철근콘크리트 말뚝 및 PSC·PHC말뚝의 머리부를 절단할 경우에는 필요에 따라 공사 착수 전에 말뚝의 머리부에 말뚝 본체 내 보강철근을 배치하여야 한다.

2.2 장비

2.2.1 말뚝박기 장비

- (1) 말뚝박기 장비는 말뚝에 손상을 주는 것이어서는 안 되며, 작업 실시 전 사용 말뚝, 지반조사 자료 및 항타 장비에 대한 자료를 파동이론 분석 결과와 함께 공사감독자에게 제출해야 한다.
- (2) 공사감독자는 관입깊이에 따른 예상지지력 및 이때의 최종 관입량, 항타 능력의 크기 등 파동이론 분석결과를 토대로 항타 장비에 대한 사용승인 여부를 판단하여야 한다.

2.2.2 해머

- (1) 해머는 증기해머, 공기해머, 유압해머 및 디젤해머 사용을 원칙으로 한다. 다만, 공사감독자의 확인을 받은 경우에는 낙하식 해머도 사용할 수 있다.
- (2) 폐쇄식 램(Ram)을 가진 디젤해머는 규격용량의 출력을 발휘할 수 있어야 하며, 이를 측정할 수 있는 계기를 부착하여야 한다.
- (3) 디젤해머 중 단동디젤해머에는 말뚝타입 동안 항상 시공 기술자가 해머 스트로크를 결정할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.
- (4) 복동 디젤해머에는 측정치를 쉽게 읽을 수 있도록 지표면 가까운 곳에 반발 해머 압력계이치를 갖추어야 한다.

2.2.3 해머쿠션(Hammer Cushion)

- (1) 중력해머를 제외한 모든 타격말뚝 타입장비는 해머나 말뚝의 손상방지와 균일한 타입 거동보장을 위하여 적당한 두께의 해머쿠션 재료를 정착하여야 한다.
- (2) 해머쿠션은 타입하는 동안 균일한 성능을 유지할 수 있는 내구성을 가진 재료로 제작되어야 한다. 단, 목재, 와이어로프, 석면해머쿠션을 사용해서는 안 된다.

- (3) 타격용 판은 쿠션재료의 균일한 압축을 보장하기 위하여 해머쿠션 위에 설치하여야 한다.
- (4) 해머쿠션은 말뚝 타입을 시작할 때와 말뚝 타입이 완료된 후, 매 100시간 마다 점검하여야 한다. 또한 해머쿠션은 두께가 25% 이상 감소되기 전에 교체하여야 한다.

2.2.4 말뚝 쿠션

- (1) 합판의 최소 두께를 10cm 이상으로 하여야 한다. 만약, 타입하는 동안 쿠션이 본래 두께의 1/2보다 더 압축되거나 타기 시작하면 새로운 말뚝쿠션을 사용하여야 한다.

2.2.5 리드(Lead)

- (1) 타입하는 동안 말뚝과 해머를 적절한 위치에 지탱하는 말뚝드라이브 리드를 사용하여야 한다.
- (2) 리드는 각 타격에 대해 집중타격을 보장하기 위해 해머와 말뚝의 정렬을 유지하면서도 해머의 움직임이 자유로울 수 있는 방법으로 제작되어야 한다.
- (3) 리드는 중동장치를 사용하지 않도록 충분한 길이를 가져야 하며, 경사말뚝에서도 정연될 수 있도록 하여야 한다.

2.2.6 이음(Follower)말뚝

- (1) 말뚝박기에는 가능한 한 이음말뚝의 사용을 피해야 한다. 다만, 해머가 말뚝머리를 직접 때리기 곤란한 경우에는 공사감독자의 확인을 받아 이음말뚝을 사용할 수 있다.
- (2) 이 때에는 말뚝 10개중 1개씩은 긴 것을 사용하여 지지력을 결정할 수 있는 시험말뚝으로 직접 박아야 한다.

2.2.7 SIP 말뚝에 사용되는 주요 장비는 Crower Mounted Pile Driver, Earth Auger, Batcher Plant, 발전기, Silo, 전류계, 고압 Motor Pump, Leveler 등이며, 현장조건에 적합한 용량을 사용하여야 한다.

2.3 부속 재료

2.3.1 피복 아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복 아크 용접봉은 KS D 7004의 요건에 적합하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

2.3.2 용접봉 케이블은 KS C 3321, 교류 아크 용접기는 KS C 9602, 용접용 홀더는 KS C 9607에 일치하여야 한다.

2.4 품질관리

2.4.1 시험

- (1) H형강 말뚝에 대한 시험은 KS F 4603에 따른다.

- (2) 강관에 대한 시험은 KS D 3566에 따른다.
- (3) PSC콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4303, KS F 4306 및 KS F 4307에 따른다.
- (4) 원심력 철근콘크리트 말뚝에 대한 시험은 KS F 4301에 따른다.
- (5) 용접용 재료는 KS D 3508에 따른다.

3. 시공

3.1 시공조건 확인

말뚝공사는 시험말뚝박기를 실시하여 지지력과 깊이에 대한 결과를 확인하여야 한다.

3.2 시공 준비

3.2.1 사전조사 및 준비작업

- (1) 지하매설물의 유무 및 지상의 장애가 되는 시설물을 착공 전에 조사하여야 한다.
- (2) 지반조사를 착공 전에 실시하고, 현장 지반조건에 말뚝박기가 적합한지의 여부를 재확인하여야 한다.
- (3) 작업 중 시공기계가 기울어질 위험이 있는 지점에서 미리 동바리를 만드는 등 시공기계가 설치될 지면을 사전정지 및 개량하여야 한다.
- (4) 바지선에서 타입하는 경우에는 바지선이 흔들리지 않도록 장치하여야 한다.

3.2.2 기존 지중시설물의 처리

- (1) 말뚝공사를 시작하기 전에 모든 지중시설물의 위치와 깊이를 현장에서 확인하고, 지중시설물의 위치에서 1.0m 이내에서 주의하여 작업하여야 한다.
- (2) 설계도서에 명시되지 않은 사용 중인 지중시설물이 발견되면 즉시 공사감독자와 지중시설물의 관리청에 통보하여야 하며, 적법한 절차에 의해 이설하여야 한다.

3.2.3 장비의 점검 정비

말뚝박기 장비(항타기), 보조기계, 기타 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급 설명서에 따라 다음과 같은 정비 점검을 실시하여야 한다.

- (1) 시공에 사용되는 장비는 안전, 정확, 신속하게 작업을 할 수 있도록 착공 전에 점검정비를 하여야 한다.
- (2) 항타 되는 말뚝을 바르게 소정의 방향으로 타입 또는 압입하기 위하여 가이드의 방향을 정확하게 유지하고, 작업 중 해로운 진동, 이동, 기울어짐이 생기지 않도록 설치하여야 한다. 필요시에는 고정용 줄을 설치하여야 한다.

- (3) 낙하해머, 디젤해머, 유압해머에 의한 항타기에는 해머의 낙하 높이를 멀리 떨어진 곳에서도 정확히 읽을 수 있도록 하여야 한다.

3.3 말뚝의 종류와 길이

- 3.3.1 설계도서에 명시된 대로 필요한 지지력이 될 때까지 말뚝을 박아야 한다. 말뚝의 지지력은 시험말뚝 박기와 각 말뚝의 지지력 산출 및 재하시험에 의하여 확인하여야 한다.
- 3.3.2 말뚝의 길이는 설계도서에 명시된 지지력과 깊이를 얻고, 확대기초에 매입되는데 충분하여야 한다.

3.4 말뚝 박기

3.4.1 사전천공

- (1) 1.5m 이상의 다져진 흙쌓기부에 말뚝을 박을 때는 사전천공을 할 수 있다.
- (2) 사전천공은 말뚝 선단으로부터 1.5m 높은 지점에서 중단하여야 하며, 천공의 직경은 말뚝설치공법에 따라서 말뚝직경보다 3~10cm 더 크게 하여야 한다.
- (3) 말뚝을 박은 후 생기는 말뚝주변의 공간은 모래 또는 승인된 재료로 완전히 메워야 한다.

3.4.2 말뚝 세우기

- (1) 시공기계는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치될 수 있도록 정확한 위치와 견고한 지반 위에 설치하여야 한다.
- (2) 말뚝 인입시, 리드와 와이어의 각도는 30°이하로 유지하여야 하며, 인입 중 항타기를 선회해서는 안 된다. 특히, 말뚝을 매단 상태에서 주행을 하지 말아야 한다.
- (3) 시공자는 말뚝 축방향을 설계에 규정된 각도로 세우고, 공사감독자로부터 말뚝 직교방향으로 양방향 검측을 받아야 한다.

3.4.3 시공일반

- (1) 말뚝머리는 공사감독자의 확인을 받은 머리보강재 또는 슈를 써서 해머에 의해 손상되지 않도록 보호하여야 한다.
- (2) 말뚝박기 순서는 공정, 지반조건, 말뚝형상 및 배치, 시공방법과 시공장비, 주변사항 등을 종합적으로 고려하여 정하여야 한다.
- (3) 말뚝은 설계도서에 표시된 대로 정확한 간격과 위치가 유지되도록 박아야 한다.
- (4) 확대기초의 계획면에서 말뚝박기는 주위 말뚝을 박기 전에 내부 말뚝을 먼저 박아야 한다.
- (5) 필요한 경우에는 과대한 휨응력이나 허용오차를 벗어난 말뚝머리 이동을 방지할 수 있도록 설치된 개별말뚝에 적절한 횡방향 지지를 해 두어야 한다.

- (6) 타격 캡과 지주를 결합해서 박기작업 중에 해머와 말뚝이 동심축(同心軸)을 유지하게 하여야 한다.
- (7) 박기 저항력이 급격히 감소할 경우에는 말뚝이 파손 되었는지 아니면, 지반상태에 의한 것인지 조사하여야 한다.
- (8) 1개의 말뚝박기는 도중에 정지함이 없이 연속해서 박아야 한다. 다만, 장비의 고장, 작업시간의 제한, 기타 원인에 의해 연속 타입이 어려울 경우에는 정지 후 재타입이 불가능하게 되는 깊이 조사와 해머용량 등을 결정하여야 한다. 또한 기계설비의 보수를 신속히 할 수 있도록 미리 부품 등을 준비해 두어야 한다.
- (9) 인접한 말뚝을 박는 동안 또는 기타 이유로 0.5cm 이상 솟아오른 말뚝은 당초의 선단표고까지 다시 타격하여야 한다.
- (10) 말뚝은 설계도서에 명시된 높이에서 절단하여야 하며, 절단할 때 손상을 입은 말뚝은 대체하거나 보수하여야 한다.
- (11) 내부결함, 정위치에서 벗어난 말뚝 및 설계도서에 나타난 목표 높이에 미달되는 말뚝이 발생한 경우에는 말뚝을 교체 또는 추가 말뚝박기 등, 현장조건에 맞는 방법을 검토한 후 교정하여야 한다.
- (12) 말뚝박기로 인해 지반이 솟아올랐거나 침하된 지반면은 기초 콘크리트 타설 전에 계획고에 맞추어 정리하여야 한다.
- (13) 강관말뚝을 소요깊이까지 박은 후, 전 길이에 걸쳐 비출 수 있는 적절한 조명 장치로 내부검사를 하여야 한다. 검사결과, 강도를 저하시킬 만한 변형이 발견되면 시공자의 부담으로 이를 교체하여야 한다.
- (14) 손상된 강관말뚝은 제거하고, 새로운 것으로 재시공하여야 한다. 손상된 말뚝을 제거할 수 없는 경우에는 대체품을 공급하여 설치해야 하며, 이때 손상된 강관말뚝은 구조물 아래로 1.0m 까지 절단하고 강관 내에는 승인된 재료로 채우고, 주변구멍은 되메우기를 하여 잘 다져야 한다.
- (15) 철근콘크리트 및 PSC · PHC 말뚝
 - ① 말뚝머리는 해머의 직접타격으로 균열, 박락 또는 파열 등이 일어나지 않도록 쿠션머리 보강재로 보호하여야 한다.
 - ② 콘크리트 보호층을 둔 경우에는 박기가 완료된 후에 보호층을 제거하고 철근을 노출시켜야 한다.

3.4.4 말뚝 절단

- (1) 말뚝은 설계도서에 표시된 높이에서 축방향과 직각으로 절단하여야 하며 절단시 손상된 부분은 깨끗이 정리하여야 한다.
- (2) 말뚝머리는 설계도서에서 지시한 깊이까지 기초 콘크리트 속에 매입하도록 하여야 한다.

3.4.5 말뚝 이음

말뚝박기는 가능한 긴 말뚝을 사용하여 한꺼번에 소요깊이까지 박아야 하며, 부득이한 경우에는 설계도서 및 다음 사항을 준수하여 말뚝이음을 하여야 한다.

- (1) 강관말뚝의 현장이음은 용접한 부위가 1.5mm 이상 볼록한 곳은 갈아내어야 한다.
- (2) 강관말뚝은 콘크리트를 타설 전에 이음을 해야 한다.
- (3) PSC·PHC 말뚝의 현장이음은 이음철구를 이용한 아크용접 이음으로 하여야 한다.
- (4) 강관말뚝 이음부의 허용오차는 KS F 4602에 따른다.
- (5) 이음은 반자동 용접 이상의 방법으로 하고, 용접이 완료된 후 공사감독자가 임의로 지정한 이음부에 대해 KS B 0896에 따라 초음파 탐상시험 또는 KS D 0272에 따라 방사선 투과시험을 실시하여 품질시험 성과표를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

3.4.6 말뚝박기 종료

- (1) 말뚝의 근입깊이는 설계도서에 명기된 값을 참고하되 시험말뚝의 결과를 이용하여 하여야 한다.
- (2) 타격횟수 및 타입종료 관입량
 - ① 1개의 말뚝항타에 필요한 타격횟수는 다음 표를 기준으로 한다.

말 뚝 종 류	RC 말뚝	PSC 말뚝	강 말 뚝
제한 총 타격횟수	1,000 이하	2,000 이하	3,000 이하
최후 10m 부분의 제한 타격횟수	500 이하	800 이하	1,500 이하

- ② 타입 종료시의 1회 타격당의 관입량은 2~10mm로 관리하여야 한다.
- ③ 지지력이 충분하다고 판단할 경우나 마찰말뚝인 경우는 최종관입량에 구애받지 않아도 좋다
- (3) 항타공식에 의한 동적 지지력의 계산
 - ① 지반조건, 항타장비, 기타 가정 조건에 적합한 다음과 같은 항타공식을 이용하여 동적 지지력을 계산하여야 한다.
 - ② 동적지지력(공식)은 재하시험에 의한 지지력과는 근본적으로 다르므로 본 말뚝 항타시 지지력 추정을 위한 보조수단으로만 사용하여야 한다.

가. Hiley 공식

낙하해머, 증기해머나 디젤해머를 사용한 타입 말뚝의 동적 허용 지지력은 아래와 같다.

$$R_2 = \left[\frac{e \cdot W_h \cdot H}{S + c/2} \cdot \frac{W_h + n^2 W_p}{W_h + W_p} \right] / FS$$

여기서 R_2 : 동적허용 지지력(ton)

W_h : 해머질량(ton)

W_p : 말뚝질량(ton)

S : 최종관입량(cm)

c : 리바운드량(cm)

n : 반발계수(표 참조)

H : 해머낙하고(cm)

e : 해머효율(표 참조)

단, S 와 c 는 말뚝박기 종료의 최종 10회 평균치를 적용한다.

Hiley 공식에 의한 동적 허용지지력의 안전율은 3~4를 일반적으로 적용하며, 정적재하시험을 통하여 결정된 안전율을 적용하여야 한다.

말뚝머리 반발계수

말뚝의 종류	말뚝 타격 조건	단동식 · 낙하식 디젤해머, 유압해머	복동식 해머
콘크리트 말뚝	합성수지나 경목돌이+헬멧+패킹	0.4	0.5
	보통나무 돌리+헬멧+패킹	0.25	0.4
	패드만 사용	-	0.5
강 말뚝	합성수지 또는 경목돌리+캡	0.5	0.5
	보통나무 돌리+캡	0.3	0.3
	장치물 없음	-	0.3
나무 말뚝	장치물 없음	0.25	0.4

말뚝해머의 효율(e)

해머종류	효율	비고
낙추식, 원치작동	0.8	-
방아쇠 작동	1.0	-
단동식 해머	0.9	-
복동식 해머	1.0	-
디젤해머, 유압해머	1.0	-

나. 일본건설성 고시(약칭 : 5S 식)

유압해머를 사용한 타입말뚝의 동적 허용지지력은 다음과 같다.

$$R_2 = \frac{2W_h \cdot H}{5S + 0.1}$$

여기서, R_2 : 동적허용 지지력(ton)

W_h : 해머의 무게(ton)

H : 해머의 낙하고(m)

S : 최종관입량(m)

다. 파동이론을 이용한 동적 공식

램에 의한 타격력을 말뚝의 탄성변형량에 의하여 역으로 환산한다.

$$R_2 = \frac{1}{3} \left(\frac{A_p \cdot E \cdot K}{E_0 \cdot L_1} + \frac{N \cdot U \cdot L_2}{E_f} \right)$$

여기서, R_2 : 동적 허용지지력(ton)

A_p : 말뚝의 순단면적(m^2)

E : 말뚝의 탄성계수

K : 리바운드량(m)

U : 말뚝의 주변장(m)

L_1 : 말뚝 길이(m)

L_2 : 말뚝의 관입길이(m)

W : 램 질량(ton)

P : 말뚝 질량(ton)

N : 말뚝주변의 평균 Ncl

E_0, E_f : 보정계수(표 참조)

N : 선단부 4D(파일 직경)를 제외한 부분의 각 층별 길이에 따른 가중평균값(단, 실트와 점토로만 이루어진 층의 N치는 제외, 원지반에 성토 후 말뚝 향타시 성토층의 N치는 제외)

보정계수(E_0, E_f)

파 일 의 종 류		E_0	E_f
강 관 파 일		$1.5 \cdot W/P$	2.5
P C 파 일	직 타	$2.0 \cdot W/P$	2.5
	프리보링후 최종타격 마감	$2.0 \cdot W/P$	10.0

- (4) 목표 깊이까지 도달해도 지지층에 기복이 있어 설계지지력이 얻어지지 않거나, 목표 깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우에는 설계조건 및 시공조건을 검토하여 필요한 대책을 강구하여야 한다.

3.5 말뚝머리 마감

- 3.5.1 콘크리트 말뚝의 말뚝머리를 소정의 높이로 끊어서 가지런히 할 경우에는 말뚝본체에 균열이 생기게 하거나 프리스트레스를 감소시키지 않도록 시공하여야 한다.
- 3.5.2 강관말뚝을 끊어서 가지런하게 할 때는 될 수 있는 대로 평활하게 절단하고, 철근이나 강판을 부착할 때에는 확실하게 시공하여야 한다.
- 3.5.3 시공기록
- (1) 시공기록은 박은 말뚝박기 장비의 종류와 등급, 전 길이에 대하여 500mm당 타격횟수 및 최종 500mm에 대하여 100mm당 타격횟수 그리고 말뚝박기 중에 나타난 이상조건 등을 제출하여야 한다.
 - (2) 시공기록은 작업일 마다의 기록 외에 개개의 말뚝박기 시공전체 상황을 쉽게 이해할 수 있도록 작성하여 제출하여야 한다.
 - (3) 말뚝의 시공기록은 발주자가 정해진 서식에 따라 작성하여야 한다.

3.6 손상된 말뚝

- 3.6.1 말뚝박기에 사용하는 공법이 말뚝머리 또는 선단부를 부수거나 찢개는 등 기타 변형을 일으키는 과도하고 불필요한 힘을 발휘하는 것이어서는 안 된다.
- 3.6.2 말뚝의 위치 교정을 위해 과도한 힘을 가한다고 공사감독자가 판단할 때에는 즉시 교정작업을 중단하여야 한다.
- 3.6.3 말뚝내부의 결함이나 부적절한 박기방법으로 인해 손상된 말뚝과 설계도서에 표시된 위치를 이탈한 말뚝에 대한 수정방안에 대해서는 전문기술자의 의견을 첨부하여 공사감독자의 확인을 받은 후 수정하여야 한다.

3.7 도장

- 3.7.1 지표면이나 수면위로 노출되는 강재말뚝의 표면은 설계도서에서 제시하는 방법으로 방식처리하여 부식을 막아야 한다. 이때의 도장범위는 저수위나 지표면의 1m 아래쪽에서부터 노출되는 상부까지 하여야 한다.

3.8 시공허용오차 및 검사

- 3.8.1 말뚝의 연직도나 경사도는 1/75 이내로 하고, 말뚝타입 후 평면상의 위치가 설계도서의 위치로부터 $D/4$ (D 는 말뚝 직경)와 10cm 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.
- 3.8.2 수급인은 공사 중 다음과 같은 경우 즉시 공사감독자에게 보고하고 그 지시를 받아야 한다.
- (1) 소정의 위치까지 타입(또는 매설)되지 않을 때

(2) 소정의 지지력을 얻을 수 없을 때

(3) 시공 도중 경사 또는 파손이 예상되는 경우

3.8.3 수급인은 이음부의 시험을 KS D 0272에 따라 실시하고, 그 결과를 제출하여 확인을 받은 후 후속공정을 추진하여야 한다.

3.8.4 완성된 말뚝은 설계도서 및 본 지방서 4.7.3 시험말뚝과 말뚝재하시험에 따라 재하시험을 실시하여야 한다.

3.8.5 공사감독자의 검사결과 불합격으로 판정될 경우 수급인 부담으로 재시공 또는 보완 후에 재검사를 요청하여 승인을 받아야 한다.

8-1-2 현장타설 콘크리트 말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 절은 구조물 기초로 사용하는 현장타설 콘크리트말뚝 공사에 적용한다.

1.2 참조규격

해당 없음

1.3 제출물

1.3.1 수급인은 당해 공종 착수 3일 전까지 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

(1) 세굴방지 계획서

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 콘크리트는 본 시방서 『제 6 장 콘크리트공사』에 따른다.

2.2 굴착장비

2.2.1 현장타설 콘크리트말뚝의 굴착장비는 토사 및 암반의 지반조건과 현장여건을 고려하여 굴착장비(RCD, Benoto, Earth Drill) 등을 선정하여야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

시공위치에 대하여 지반 및 토질조사를 실시하여야 한다.

3.2 콘크리트 타설

3.2.1 말뚝의 근입 깊이는 보링 결과와 굴착 장비로부터 배토된 시료를 확인하여 굴착깊이를 결정하여야 한다.

3.2.2 공벽(空壁)이 유지되지 않을 경우, 케이싱을 설치하여야 한다.

- 3.2.3 굴착 후 공기압축기와 펌프 등을 사용하여 말뚝선단의 슬라임을 깨끗이 제거하여야 한다.
- 3.2.4 슬라임 제거 작업은 파이프를 통해 맑은 물이 나올 때까지 실시하고, 슬라임 제거 종료시기는 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- 3.2.5 콘크리트 타설 시는 콘크리트 운반계획을 수립하여 연속타설이 되도록 하여야 한다.
- 3.2.6 트레미관 인발 시는 트레미관 선단부의 수중 노출로 콘크리트 재료분리가 발생하지 않도록 주의하여야 하며, 콘크리트의 묻힘 깊이를 확인하면서 인발하여야 한다.
- 3.2.7 케이싱의 과도한 인발로 인한 공벽붕괴에 주의하여야 한다.
- 3.2.8 콘크리트 타설시 철근망이 떠오르거나, 케이싱 인발시 철근망이 같이 따라 올라오는 것에 주의하여야 한다.
- 3.2.9 수중콘크리트 타설시 초기의 재료분리 방지를 위하여 트레미와 선단부분에 캡 또는 플랜지 등을 삽입하여야 한다.

3.3 제트 공법

- 3.3.1 민원 발생 우려가 있는 곳에는 제트공법을 사용할 수 있다. 이때 분사구의 수와 수압은 말뚝주변의 물질을 자유롭게 침식할 수 있어야 한다.
- 3.3.2 제트공법은 소요지지층에 도달하기 전에 분사를 중단하여야 하며, 최종지지층의 깊이까지는 해머를 사용하여 말뚝박기를 완료하여야 한다.

8-1-3 시험말뚝 및 말뚝재하시험

1. 일반사항

1.1 적용범위

- 1.1.1 이 절은 말뚝박기공사 시 말뚝의 거동을 파악하기 위하여 요구하는 시험말뚝과 말뚝재하시험에 적용한다.

1.2 참조규격

해당 없음

1.3 제출물

- 1.3.1 수급인은 당해 공종 착수 3일전까지 말뚝재하시험 계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- 1.3.2 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.
- (1) 시험말뚝박기 및 말뚝재하시험 기록

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 강재말뚝

- (1) 강재는 본 지방서 『8-1-1 기성말뚝』에 따른다.
- (2) 철근은 본 지방서 『6-5-1 철근의 가공 및 조립』에 따른다.

2.1.2 철근콘크리트 말뚝은 본 지방서 『8-1-1 기성말뚝』에 따른다.

2.2 장비

2.2.1 시험말뚝박기 장비 : 말뚝박기 작업에 사용할 장비와 동일한 기종으로서 공사감독자의 확인을 받은 것이어야 한다.

2.2.2 재하장치, 하중 및 계기

- (1) 재하장치는 계획된 최대시험하중 이상을 안전하게 재하할 수 있는 것이어야 하며, 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- (2) 재하하중은 설계하중을 충분히 확인할 수 있는 규모 이상이어야 하며, 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

- (3) 말뚝재하시험시 반력말뚝을 사용할 경우에는 인장저항에 대하여 검토한 후 그 결과를 공사감독자에게 제출하여 확인을 받아야 한다.
- (4) 재하하중 측정에는 전자식 하중계를 사용하여야 한다.
- (5) 재하시험에 사용되는 유압잭, 전자식 하중계는 공인기관의 검증을 받은 것이어야 하며, 검증 유효기간이 경과하지 않은 것이어야 한다.

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

- (1) 현장조건이 재하시험을 위한 발판과 하중을 지탱할 수 있는지 확인하여야 한다.
- (2) 시험장비를 위한 안정된 작업표고를 설정하여야 한다.
- (3) 시험위치에 대하여 정밀한 지반 및 토질조사를 실시하여야 한다.

3.2 시험말뚝박기

- 3.2.1 시험말뚝은 토질조건 변화와 말뚝머리의 손상 그리고 작업의 편의를 고려하여 길이를 결정하여야 하며, 설계된 말뚝의 길이보다 일반적으로 1~2m 더 긴 것을 사용하여야 한다.
- 3.2.2 시험말뚝 박기에 사용하는 장비는 말뚝박기 작업에 사용하는 것과, 동일 기종이어야 하며, 시험말뚝이 박히는 지면은 말뚝박기 전에 확대기초의 바닥면 표고까지 터파기 후 다짐을 하여야 한다.
- 3.2.3 시험말뚝의 전체길이에 대하여 500mm당 타격횟수, 최종 10회 타격의 침하량, 말뚝의 관입길이, 절단표고, 관입깊이 등을 기록하고, 재 타격이 필요한 경우에도 처음 500mm의 재 타격에 대하여 최종타격시 침하량 측정을 기록하여야 한다.
- 3.2.4 시험말뚝박기와 말뚝의 시험이 완료된 후, 7일 이내에 시험말뚝에 대한 시공 보고를 공사감독자에게 제출하고 말뚝주문길이, 두께, 말뚝본수, 시공방법 등을 결정하여야 한다. 다만, 기초형식을 변경할 필요가 있는 경우에는 해당분야 전문가의 검토서와 함께 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- 3.2.5 시험말뚝을 기초부 밖에서 시험할 때는 측정완료 후 지표면 아래 30cm에서 절단하고, 말뚝내부는 승인된 재료로 채워야 한다.

3.3 측방향 정적 압축재하시험

- 3.3.1 설계도서에 지정된 위치 또는 공사감독자가 지시하는 다른 위치에 본 말뚝과 같은 형식과 종류의 시험말뚝과 반력말뚝을 박아야 한다.
- (1) 시험말뚝은 수직으로 설치하여야 한다.

(2) 반력말뚝은 인발하중에 저항하도록 필요시 보강하여야 한다.

3.3.2 손상을 입지 않은 상태로 재하시험에 합격한 시험말뚝은 본 말뚝으로 활용할 수 있다. 말뚝재하시험을 하는데 사용된 반력말뚝은 손상을 입지 않고, 3mm 이상 상향 이동하지 않았다면 본 말뚝으로 활용할 수 있다.

3.3.3 손상된 시험말뚝과 반력말뚝은 뽑아내어 제거하거나 기초하단에서 1.0m 아래 부분까지 절단하여 제거하여야 한다. 제거된 구멍에는 콘크리트나 모르타르로 채워야 한다.

3.3.4 말뚝재하시험장치, 하중재하 및 변위량 측정, 표준측정절차 등은 공사감독자가 확인한 것이어야 하며, 재하시험 절차는 다음과 같다.

(1) 기성말뚝의 정재하시험은 말뚝을 박은 후 14일 이상 경과한 후에 실시하여야 한다. 다만, 현장여건에 따라 공사감독자가 승인한 경우에는 14일이 경과하지 않은 경우라도 정재하시험을 실시할 수 있다.

(2) 현장타설말뚝의 정재하시험은 충분한 양생이 될 때까지 경과한 후 정재하시험을 하여야 한다.

(3) 하중은 개별말뚝에 대한 설계지지력의 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200% 되도록 8단계로 증대하여 재하한다.

(4) 각 단계별 하중재하 후 시간당으로 환산한 말뚝의 침하율이 0.25mm/hr 미만이면 다음 단계의 하중을 증대시킨다. 만약 하중재하 후, 2시간이 경과하여도 시간당으로 환산한 말뚝의 침하율이 0.25mm/hr 이상이 되면 해당 단계에서 말뚝의 안정이 되지 못한 것으로 간주하고 다음 단계의 하중을 증대시킨다.

(5) 최대 시험하중이 200%에 도달하기 이전이라도 급격한 파괴현상이 발생되거나 말뚝 직경의 10%에 해당하는 총 침하량이 발생하면 말뚝의 재하시험을 중단할 수 있다.

(6) 최대 시험하중이 200%에 도달하여도 말뚝의 극한 지지력이 확인되지 못하면 200%의 하중을 장시간 유지하면서 침하량을 측정하여야 한다. 200% 하중재하 후, 시간당으로 환산한 말뚝의 침하율이 0.25mm/hr 미만이면 12시간 동안 하중을 유지한 후 재하 시험을 종료하여야 한다. 200% 하중재하 후 12시간이 경과하여 시간당으로 환산한 말뚝의 침하율이 0.25mm/hr 이상이 되면 24시간동안 하중을 유지하도록 한 후, 하중을 제거하여야 한다.

(7) 최대 시험하중 재하 후에는 말뚝설계하중의 25%씩 1시간 간격을 두고 하중을 제거하여야 한다.

3.3.5 본 말뚝이 되는 반력말뚝은 소요지지력의 70%보다 큰 인발하중을 받지 않게 하여야 한다.

3.3.6 시험말뚝의 안전한 지지력은 과다하중의 50%로 보아야 한다.

(1) 지름 또는 폭이 600mm 이하인 말뚝에 대하여 축방향 압축하중으로 시험한 말뚝

의 파괴하중은 파괴시 말뚝머리 침하량이 다음과 같을 때의 하중이어야 한다.

$$S_f = S + (0.15 + 0.05D)$$

- (2) 지름 또는 폭이 600mm 이상인 말뚝에 대하여 파괴하중은 파괴시 말뚝머리의 침하량이 다음과 같을 때의 하중이어야 한다.

$$S_f = S + D/30$$

여기서 S_f = 파괴시 침하량(mm)

S = 지지되지 않은 말뚝길이의 탄성변형

D = 말뚝의 지름 또는 폭(mm)

- 3.3.7 공사감독자는 시험말뚝 또는 다른 말뚝의 거동에 특이성 및 변태를 나타내거나, 지지력에 의문을 갖게 하는 경우에는 설계도서 및 특별조항에 명시되어 있지 않더라도 수급인에게 추가 재하시험을 요구할 수 있다.
- 3.3.8 재하시험이 완료되면 수급인은 해당분야 전문기술자의 검토를 받아 즉시, 각 시험말뚝에 대한 시험보고서를 공사감독자에게 제출해야 한다.
- 3.3.9 재하시험이 완료되면 공사에 필요한 말뚝박기량을 결정하여야 한다.

3.4 동적재하시험

- 3.4.1 동적 재하시험 말뚝으로 지정된 시험말뚝에 대하여는 항타중에 동적 재하시험을 실시하여야 한다.
- 3.4.2 말뚝은 재하시험을 위한 지주를 세우기 전에 각 말뚝의 파동속도를 측정하고, 필요한 기구를 부착할 수 있도록 준비하여야 한다. 파동속도를 측정할 때 말뚝은 수평위치에 두고 다른 말뚝과 접촉되지 않게 하여야 한다.
- 3.4.3 말뚝이 지주에 세워진 후 시험기구를 부착시키기 위하여 말뚝에 접근할 수 있도록 최소 1.2m×1.2m의 발판을 갖추어야 한다.
- 3.4.4 동적시험기구를 모든 상황에서 보호할 수 있도록 보관실을 갖추어야 하며, 보관실의 마루는 최소 2.5m×2.5m, 지붕높이는 최소 2.1m 이어야 한다. 내부온도는 8℃ 이상이어야 한다.
- 3.4.5 말뚝은 동적 재하 실험기구가 극한 말뚝 지지력에 도달되었다고 지시하는 깊이까지 박아야 한다. 말뚝에 작용하는 응력은 결정된 값이 허용치를 초과하지 않도록 동적 재하 시험기구로 말뚝 항타중에 감시하여야 하며, 필요한 경우에는 응력을 허용치 이하로 유지하기 위하여 쿠션을 추가하거나 해머의 에너지 출력을 감소시켜서 말뚝에 전달되는 타격에너지를 감소시켜야 한다. 동적 재하 시험기구의 측정이 축방향 타격이 아니라고 전문기술자와 공사감독자가 지시하는 경우에는 즉시, 말뚝박기 시설을 다시 정돈하여야 한다.
- 3.4.6 동적재하시험 말뚝은 24시간 경과 후 시험기구를 다시 부착한 후에 재타격 하여야 한다. 재타격 동안에 요구되는 관입량은 150mm 이하이거나 요구된 해

며 타격횟수가 50회 이하이어야 한다.

3.4.7 재하시험이 완료되면 수급인은 해당분야 전문기술자의 검토를 받아 각 시험 말뚝에 대한 시험보고서를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

3.4.8 재하시험이 완료되면 공사에 필요한 말뚝박기량을 결정하여야 한다.

3.5 현장품질관리

3.5.2 기록에는 사용된 시험장비, 검증 및 기록방법, 시험결과, 말뚝박기 방법에 대한 건의 및 수정 등을 포함하여야 한다.

3.5.3 시험한 말뚝의 실제치수와 위치, 시험으로 인한 이동 또는 비틀림 등을 정확하게 기록하여야 한다.

3.5.4 공사 중, 확인 재하시험은 공사초기에 실시하며 설계에 사용한 지지력과 말뚝 시공의 적합성을 확인하여야 한다. 동적 재하시험 말뚝으로 지정된 시험말뚝에 대하여는 박는 도중에 동적 재하시험을 실시하여야 한다.

8-2 구조용 말뚝 및 널말뚝 공사

8-2-1 강재 말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

- 1.1.1 이 절은 구조용 강재말뚝 공사에 관해서 적용한다.
- 1.1.2 항만공사에서 말뚝구조는 잔교식과 돌핀식의 계류시설이 대부분이고, 이 경우 말뚝은 장대(長大)형으로 해상에서 항타선에 의해 말뚝박기를 한다. 따라서 이 절에서 말뚝박기는 장대형의 말뚝을 해상에서 항타선에 의해 박는 것을 말한다. 또 여기서 장대형이란(구조역학상 장대형이 아니고) 도로에서 일반적인 수송방법에 의해 운반할 수 있는 길이보다 긴 것을 의미한다.

1.2 참조규격

본 시방서 『8-1-1 기성말뚝』의 해당 요건에 따른다.

1.3 제출물

- 1.3.1 수급인은 당해 공종 착수 3일전까지 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- 1.3.2 다음 사항을 추가로 작성 제출하여야 한다.
 - (1) 시험말뚝 또는 재하시험 보고서
 - (2) 말뚝 이음(용접)작업 계획서
 - (3) 항타장비의 동원 및 철수계획서
 - (4) 항타기록
- 1.3.3 제품자료는 『1-2-3 제출서류 및 공정관리』에 따라 말뚝의 규격, 성분, 특성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용실적 등을 추가하여 작성 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

- 2.1.1 강재말뚝은 『8-1-1 기성말뚝』의 해당요건에 따른다.
- 2.1.2 강재말뚝의 종류, 재질, 형상 및 치수는 설계도서에 명시되어 있으면 거기에 따른다.

- 2.1.3 강재말뚝의 이음은 설계도서에 명시된 대로 한다. 만약 도면에 명시되어 있지 않을 때는 수급인이 도면을 작성 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- 2.1.4 말뚝의 두부와 선단부 보강, 이음부 제작 및 기타 가공은 말뚝제작공장에서 설계도면에 명시된 대로 하여야 한다. 도면에 명시되어 있지 않고 시항타 결과에 의해 보강작업이 필요하다고 판단될 경우에는 현장에서 할 수도 있다.

2.2 장비

- 2.2.1 말뚝박기 장비의 해머, 해머쿠션, 말뚝쿠션, 리드, 이음말뚝(Follower)은 『8-1-1 기성말뚝』의 해당 요건에 따른다.
- 2.2.2 수급인은 말뚝박기 장비의 동원 및 철수계획을 수립하여 공사감독자와 협의하여야 한다. 말뚝박기 장비에는 해머, 항타선(杭打船), 대선, 예선, 양묘선 등이 포함되어야 한다. 말뚝박기 장비는 말뚝의 길이, 무게, 작업방법 등을 고려하여 안전하게 작업할 수 있는 충분한 용량을 가진 것이어야 한다.
- 2.2.3 경사 말뚝박기에는 경사말뚝용 해머를 사용하여야 한다.

2.3 부속재료

본 시방서 『8-1-1 기성말뚝』의 해당 요건에 따른다.

2.4 품질관리

- 2.4.1 시험
- (1) H형강에 대한 시험은 KS F 4603에 따른다.
 - (2) 강관에 대한 시험은 KS D 3566에 따른다.
 - (3) 용접용 재료에 대한 시험은 KS D 3508에 따른다.

3. 시 공

이 절에 명기되어 있지 않은 사항은 『8-1-1 기성말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3.1 이음 및 보강

- 3.1.1 수급인은 말뚝의 이음작업계획서를 작성하여 공사감독자와 협의하여야 한다. 작업계획서에는 작업장(용접 작업대) 계획, 용접방법, 가치장(假置場) 계획 등이 포함되어야 한다.
- 3.1.2 말뚝의 이음부분에 대한 작업(모따기, 가이드 및 링 부착 등)은 제작공장에서 할 수 있는 것은 모두 공장에서 제작하여야 한다.
- 3.1.3 말뚝의 두부(頭部)와 선단부 보강은 계약도면에 명시된 대로 한다. 시항타 결과 보강이 필요하다고 판단될 경우에는 수급인은 시공상세도면을 작성하여

공사감독자의 승인을 얻어 보강작업을 하여야 한다.

3.1.4 말뚝의 이음작업이나 보강작업은 육상의 작업대에서 하여야 한다. 말뚝박기 작업도중 말뚝을 세워놓고 해서는 안 된다.

3.1.5 하부말뚝은 두부손상이 없는 상태에서 이음 시공한다.

3.2 운반 및 보관

3.2.1 말뚝의 운반과정이나 보관 중에 도장면(塗裝面), H형 말뚝의 플랜지(Flange) 끝부분, 강말뚝의 단부나 이음부 등이 손상되지 않도록 주의하여야 한다. 또한 휘거나 비틀림 등의 변형이 생기지 않도록 취급에 특별히 유의하여야 한다. 파손되거나 변형된 말뚝에 대하여는 수급인 부담으로 보수하거나 보수가 불가능 할 경우 새것으로 교체하여야 한다.

3.2.2 도로 운송 시는 도로교통법규 등 제반관련규칙에 위배되지 않도록 해야 하며, 말뚝의 돌출부에는 빨간 깃발 등으로 위험표시를 하여 다른 차량의 통행에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.

3.2.3 말뚝을 현장에 반입하여 작업대에서 이음작업을 하여 소정의 규격에 맞는 말뚝으로 제작하였을 때는 장대형 말뚝이 되므로 취급상 여러 가지 주의사항이 필요하게 된다. 따라서 적치장(보관장소)에서 항타선(항타장소)까지의 운반방법에 대하여는 공사감독자와 협의하여 결정하여야 한다.

3.2.4 말뚝을 들어올릴 때는 2개소 이상 매어 달아서 말뚝에 과대한 응력이 생기지 않도록 하여야 한다. 말뚝에 미리 달아 올릴 위치를 표시하여 두는 것이 좋다.

3.2.5 말뚝의 보관장소는 배수가 잘되고 말뚝의 무게에 의해 침하가 발생하지 않는 견고한 지반이어야 하며 평탄한 곳이어야 한다. 또 말뚝의 조작, 반출, 소운반, 보수 등의 작업을 하기에 충분한 넓이를 확보할 수 있어야 한다.

3.2.6 말뚝을 보관하기 위하여 쌓아 놓을 때는 받침목 및 받침대를 최대 5m이내의 간격으로 배치하여 요동에 의해 말뚝에 충격을 주지 않도록 하여야 하며, 쌓기 높이는 3단 이하 또는 2m 이하로 하여야 한다. 또 말뚝을 유형별, 종류별, 규격별로 분류 정리하여 반출하기 편리하게 쌓아 놓아야 한다.

3.2.7 적치기간이 장기간일 때는 말뚝을 방수포(防水布)등으로 덮어서 비나 눈에 영향을 받지 않도록 보호하여야 한다.

3.2.8 말뚝은 지면에 닿지 않게 하고, 60일 이상 저장시 부식방지책을 강구하되, 특히 현장 용접을 하는 부분은 비, 바람을 맞지 않도록 한다.

3.2.9 현장용접을 하는 개선부분은 녹방지 조치를 취한다.

3.3 말뚝박기

3.3.1 말뚝박기 준비

- (1) 말뚝의 위치를 확인할 수 있는 기준점을 측량 설치하여야 한다.
- (2) 작업방법을 고려하여 공사구역을 설정하고 부표 등으로 구역을 표시하여야 한다.
- (3) 말뚝박기 작업을 시작하기 전에 수심현황, 해저 토질 등의 확인 조사를 하여야 한다. 보링자료 등 자료가 부족할 때에는 공사감독자와 협의하여 보충조사를 실시하여야 한다.
- (4) 말뚝의 위치를 정확하게 그리고 용이하게 향타선을 소정의 위치로 유도할 수 있는 측량대와 관측대 또는 기준틀을 세워야 한다.
- (5) 말뚝에 타입상황을 파악하기 쉽도록 눈금을 1m 간격 또는 cm 단위로 표시하여야 한다. 또 말뚝을 달아 올릴 때 와이어를 걸 위치를 표시하여 둔다.

3.3.2 말뚝 세우기 및 박기

- (1) 말뚝의 배열간격, 수심 및 조류현황, 경사말뚝, 향타선의 규격 등을 고려하여 말뚝박기의 순서를 결정하여야 한다. 말뚝의 배치평면도에 각 말뚝에 고유번호를 부여하고(이 번호는 향타기록 작성시에도 사용한다) 그 번호를 이용하여 말뚝박기 순서를 표기하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (2) 육상기준점과 측량대의 기준점에서 트랜싯으로 시준하여 향타선을 소정의 위치로 정확하게 유도하여야 한다.
- (3) 미리 표시해 둔 위치에 와이어를 걸어 들어 올린 다음 리더에 붙여서 고정하고 말뚝이 요동하지 않도록 홀더를 채운다.
- (4) 연직말뚝 세우기는 직각 방향인 2개의 기준점에서 트랜싯을 이용하여 소정의 위치로 말뚝(향타선)을 유도한 다음 말뚝을 연직이 되도록 조정하고 말뚝을 바닥에 내린 후, 다시 한번 위치와 연직성을 검측 확인한 다음 예비 향타를 하여 말뚝을 안정시킨다.
- (5) 경사말뚝 세우기는 경사틀(Template)을 이용하거나 향타선의 경사계, 또는 2대의 트랜싯을 이용하여 도면에 표시된 경사를 맞추어 연직말뚝을 세울 때와 같은 방법으로 소정의 위치에 말뚝을 세운다. 수심이 깊을 경우 말뚝의 자중으로 인한 휨 때문에 경사각도나 위치가 틀러지기 쉬우므로 말뚝홀더(Holder)를 수중 깊숙이 하여야 한다. 또 해저 지반면이 말뚝의 경사와 같은 방향으로 경사져 있을 때는 지반면에 따라 말뚝 끝이 미끄러질 우려가 있으므로 이런 경우에는 해저지반을 먼저 평탄하게 고르고 세우기 작업을 하여야 한다.
- (6) 세우기 작업이 끝난 후 예비 향타를 하여 말뚝을 안정시킨 다음 말뚝의 위치와 각도를 검측 확인하고 본 향타를 시작한다. 말뚝은 본 향타를 시작하면 특별한 사유가 없는 한 명시된 깊이까지 연속으로 박아야 한다.
- (7) 구조용 말뚝은 소요 근입장과 지지력을 확보하여야 한다. 지층의 변화나 장애물 등으로 향타 결과가 설계와 현저히 상이할 경우에는 즉시 공사감독자에게 보고하고, 원인분석, 대책 등에 대한 전문기술자의 의견을 얻어 공사감독자와

협의하여야 한다.

- (8) 말뚝박기 작업 도중 좌굴(長柱座屈 또는 局部座屈)이나 형상의 변형(파손 등)이 발생할 경우 즉시 공사감독자에게 보고하고 그 대책을 협의하여야 한다. 말뚝을 복원하거나 보강대책이 없을 경우에는 새 것으로 교체하여야 한다. 교체가 불가능 할 경우에는 전문기술자로 하여금 구조변경 등 대책을 수립토록 하여 공사감독자에게 보고하고, 승인을 얻어 시행하여야 한다.
- (9) 말뚝머리 손상을 방지하는 보호조치를 하며 KS F 7001에 따라 시공한다.

3.3.3 이어박기, 절단 및 두부정리

- (1) 말뚝을 이어 박아야 하는 경우, 공장에서 이음부를 제작하여 공사현장으로 운반한 다음 육상작업장(용접작업대)에서 용접 이음을 하여야 하지만, 지지층이 예상보다 깊어서 부득이 이어 박기를 하여야 할 경우에는 다음과 같은 규정에 적용한다.
 - ① 말뚝의 이음은 설계도면에 표시된 형상 및 치수대로 용접되어야 하며 이음부의 성능 및 재질은 말뚝 본체의 재질 이상이어야 한다.
 - ② 용접기는 반자동 이상의 용접기를 사용하여야 한다.
 - ③ 이음작업이 완료되면 공사감독자의 검사 및 확인을 받은 후 재항타 작업을 하여야 한다.
 - ④ 이음작업으로 인해 항타작업을 정지한 후 재타입이 불가능할 경우, 타입 깊이 에 대한 검토, 해머 질량의 조정 등 즉시 대책을 강구하여 공사감독자와 협의 하여야 한다.
 - (2) 말뚝의 지지층이 예상보다 얕아져 말뚝을 절단해야 할 경우에는 다음의 규정을 적용한다. 두부정리(頭部整理)작업도 동일하다.
 - ① 말뚝은 설계도면 및 공사시방서에 명시된 계획표고에서 수평으로 절단하여야 한다.
 - ② 독립된 말뚝은 수평 저항력이 약하다. 따라서 강우, 바람, 파랑, 조류 등 기상 및 해상조건이 나쁠 때는 작업이 위험하고 작업선의 충돌 등으로 말뚝의 변위를 일으킬 염려가 있으므로 이러한 경우에는 절단작업을 하여서는 안 된다. 단, 날씨 등에 대한 영향을 받지 않도록 충분한 보호시설을 하였을 경우에는 공사감독자의 승인을 받은 후 시행할 수 있다.
 - ③ 기온이 지나치게 높거나 (35℃ 이상) 지나치게 낮을 때 (-5℃ 이하)는 절단작업을 피하고, 절단작업에 의해 말뚝의 변형이 최소가 되도록 신중하고 정확하게 하여야 한다.
- ### 3.3.4 타입이 완료된 말뚝은 즉시 인접한 말뚝이나 의지가 될 수 있는 구조물과 연결시켜 예기치 않은 횡력에 의해 발생하는 말뚝의 손상이나 변위에 대비하여야 한다.

3.3.5 수급인은 말뚝박기 작업시 매 말뚝마다 향타기록표를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다. 향타기록표의 양식은 발주자가 제공한다. 향타기록표의 작성은 다음 사항을 적용한다.

(1) 향타기록의 주요관측 항목은 다음 내용과 같다. 말뚝의 향타기록은 전체길이에 대해서는 50cm마다, 최종 관입 부근에서는 10cm마다 기록하여야 한다.

- ① 말뚝의 관입량
- ② 말뚝의 타격회수
- ③ 최종 관입 부근의 리바운드(Rebound)량
- ④ 최종 관입 부근의 램 낙하고

(2) 향타기록은 지지력의 계산, 구조상의 문제점에 대한 대책수립 등 다각도로 이용되므로 정확하게 기록하고 기록을 잘 보관 관리하여야 한다.

3.4 시공허용오차 및 검사

3.4.1 시공허용 오차범위

말뚝머리의 중심위치 : 말뚝의 연직도나 경사도는 1/75 이내로 하고, 말뚝타입 후 평면상의 위치가 설계도서의 위치로부터 10cm와 $D/4$ (D : 말뚝 직경) 중 큰 값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.

3.4.2 말뚝공사의 규격검사는 말뚝의 위치, 높이, 방향, 기울기 및 범선 등이 설계서에 규정된 대로 향타 관입 되었는지 확인하여야 한다.

3.4.3 공사감독자가 불합격으로 판정하였을 경우 수급인의 부담으로 재시공 또는 보강공사를 하고 재검사 요청을 하여 승인을 받아야 한다.

3.4.4 지지력의 계산 및 재하시험으로 지지력을 확인하여야 한다. 시험말뚝박기 및 재하시험은 본 시방서 『8-1-3 시험말뚝과 현장재하시험』의 해당 여건에 따른다.

8-2-2 콘크리트 말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

- 1.1.1 이 절은 구조용 콘크리트 말뚝공사에 관해서 적용한다.
- 1.1.2 이 절에서 말뚝박기 공사는 해상에서 항타선에 의해 장대형의 말뚝을 박는 것을 의미한다.

1.2 참조규격

- 1.2.1 한국산업 표준규격
 - (1) KS F 4301 원심력 철근 콘크리트 말뚝
 - (2) KS F 4303 프리텐션 방식 원심력 PC 말뚝
 - (3) KS F 4306 프리텐션 방식 원심력 고강도 콘크리트 말뚝
 - (4) KS F 4307 프리텐션 방식 진동 PC 말뚝

1.3 제출물

- 1.3.1 본 시방서 『8-2-1 강재말뚝』의 해당 요건에 따른다.

2. 재 료

2.1 재료

- 2.1.1 철근 콘크리트 말뚝 및 말뚝의 품질관리에 대해서는 본 시방서 『8-1-1 기성 말뚝』의 해당 요건에 따른다.

2.2 장비

- 본 시방서 『8-2-1 강재말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3 시 공

이 절에서 명시되지 않은 사항은 『8-1-1 기성말뚝』 및 『8-2-1 강재말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3.1 이음 및 보강

- 3.1.1 콘크리트 말뚝의 이음부는 이음철구를 말뚝제작시 공장에서 말뚝과 일체로

제작하여야 한다. 이음작업은 이음철구의 형태에 따라 아크용접으로 이음을 하거나 볼트이음을 한다.

3.1.2 토질조건이나 말뚝박기 작업조건상 필요하다고 판단될 경우에는 말뚝머리 또는 선단부 보강(슈의 보강)을 하여야 한다. 보강은 계약도면에 명시된 대로 공장에서 말뚝제작시 말뚝과 일체로 하여야 한다. 시험항타 결과 필요하다고 판단될 경우에는 수급인은 『1-2-3 제출서류 및 공정관리』에 따라 시공 상세도면을 작성하여 공사감독자의 승인을 얻어 말뚝 제작자로 하여금 공장에서 제작토록 하여야 한다.

3.1.3 이음새는 들어올림(Uplift), 압력, 히이브(Heave), 혹은 이음새 부분에 발생할 수 있는 각종 인장력에 충분히 저항 할 수 있는 인장내력을 가져야 한다.

3.1.4 하부말뚝은 두부손상이 없는 상태에서 이음 시공한다.

3.2 운반 및 보관

3.2.1 운반 차량에 적재시 받침목 및 받침대를 적절히 배치하고 와이어 등으로 단단히 묶어서 고정시켜 운반도중 충격이나 요동에 의해 말뚝에 균열이 생기거나 파손되는 일이 없도록 하여야 한다.

3.2.2 콘크리트 말뚝을 들어 올릴 때는 2개소 이상 와이어를 걸어 들어 올림으로써 말뚝에 과대한 응력이 발생하지 않도록 하여야 한다.

3.2.3 도로로 운반할 경우에는 돌출부에 빨간 깃발을 다는 등 제반 도로교통법규를 준수하고 다른 차량의 교통에 방해가 되지 않도록 하여야 한다.

3.2.4 보관장소는 적치한 말뚝하중에 의해 침하가 발생하지 않는 견고하고 평탄한 지반이어야 하며 배수가 잘 되도록 정지(整地)를 하여야 한다.

3.2.5 보관장소에 말뚝을 적치할 경우 받침목과 받침대를 적절히 배열하여 말뚝에 과대한 응력이 발생하지 않도록 하여야 한다. 적치할 경우 상·하단의 받침목 위치가 상이하면 상재한 말뚝의 하중에 의해 하단 말뚝에 모멘트가 발생하게 되므로 받침목의 위치는 상, 하단이 동일하여야 한다.

3.2.6 말뚝의 적치는 유형별, 규격별로 구분하여 적치하고 반출작업을 원활하게 할 수 있는 충분한 공간을 확보하도록 하여야 한다. 말뚝은 2단 이상 적치하여서는 안 된다.

3.3 말뚝박기

3.3.1 말뚝박기 준비는 본 지방서 『8-4 강재말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3.3.2 본 공사를 하기 전에 시험 말뚝박기를 하여 말뚝의 지지력의 확인, 말뚝 길이의 조정, 항타장비의 조정 등을 하여야 한다. 말뚝의 길이는 예상되는 길이에 일정한 여유를 주어 정하여 항타 도중 말뚝길이가 모자라는 일이 없도록 하여야 한다.

3.3.3 말뚝 세우기 및 박기는 앞 절 『8-4 강재말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3.3.4 시험 말뚝박기를 통하여 쿠션재의 조정, 해머질량의 조정, 말뚝머리의 보강 등 항타작업 중 말뚝머리의 손상 또는 파손을 방지하기 위한 대책을 사전에 강구하여야 한다.

3.3.5 이어박기, 절단 및 두부정리

- (1) 말뚝의 이음은 계약도면에 명시된 대로 하여야 한다. 항타 도중 이음말뚝 길이의 부족현상이 발생 한 때에는 소요지지력을 확보할 수 있는 새로운 말뚝으로 교체하여야 한다.
- (2) 말뚝머리는 설계도면에 표시된 높이에서 수평으로 절단하여야 한다. 절단작업으로 파손된 부분은 깨끗이 정리하여야 한다.
- (3) 말뚝머리는 설계도면에 표시된 만큼 상부구조물에 매입될 수 있는 높이에서 절단하여야 한다. 또 절단시 말뚝의 철근을 자르지 말고 상부구조물과 긴결(緊結)되도록 보강하여야 한다.
- (4) 부득이 말뚝을 절단할 경우에는 절단위치에 철로 만든 테를 감고 작은 줄로 절단 위치를 조금씩 잘라가야 한다.

3.4 시공허용오차 및 검사

3.4.1 시공허용오차범위는 『8-2-1 강재말뚝』과 동일하다.

3.4.2 검사는 소정의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 범선 등을 확인하여야 한다. 또 말뚝박기 작업 중 말뚝이 손상되어 제 기능을 발휘할 수 없게 된 말뚝은 없는지 확인하여야 한다.

3.4.3 수급인은 공사감독자가 불합격으로 판정한 말뚝은 즉시 제거하고 새 것으로 교체하여야 한다. 불합격한 말뚝을 제거할 수 없을 경우에는 대응책을 수립하여 공사감독자에게 승인을 얻어 조치하여야 한다.

3.4.4 지지력의 계산 및 재하시험으로 지지력을 확인하여야 한다. 시험말뚝박기 및 재하시험은 『8-1-3 시험말뚝과 현장재하시험』의 해당요건에 따른다.

8-2-3 강널말뚝 및 벽강관말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

- 1.1.1 이 절은 모든 형태의 강널말뚝(Steel Sheet Pile)과 강관말뚝에 이음부를 두어 연결한 벽강관말뚝의 공사에 관해서 적용한다.
- 1.1.2 강널말뚝, 박스형 벽강널말뚝, 강관말뚝에 이음부를 부착한 벽강관말뚝은 모두 타이(Tie)재를 사용하고, 버팀공을 갖는 동일한 구조계산 이론을 적용하는 형태의 구조체로서 같은 범위에 속한다.

1.2 참조규격

- 1.2.1 한국산업 표준규격
 - (1) KS F 4602 강관말뚝
 - (2) KS F 4604 열간압연강 널말뚝
 - (3) KS D 3503 일반구조용 압연강재
 - (4) KS B 0885 용접기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
 - (5) KS D 0272 용접부의 방사선 투과시험을 위한 시험방법 및 판정기준

1.3 제출물

- 1.3.1 수급인은 당해 공종 착수 3일전까지 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.
- 1.3.2 다음 사항을 추가로 작성 제출하여야 한다.
 - (1) 이형말뚝의 제작도면(시공 상세도면)
 - (2) 항타장비의 동원 및 철수계획
 - (3) 항타기록
- 1.3.3 제품자료는 본 시방서 『1-2-3 제출서류 및 공정관리』에 따라 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

- 2.1.1 강널말뚝 및 벽강관말뚝은 KS 규격 인증품 또는 동등 이상의 재질과 규격에 맞아야 한다.
- 2.1.2 설계도면에 명시된 이형말뚝이나 박스형 강널말뚝 등은 설계도면 및 시방서

에 따라 공장에서 가공 제작하여야 한다. 항타작업의 교정을 위한 썰기형 이형말뚝과 같이 부득이 현장에서 제작하여야 할 경우는 본 시방서 『1-2-3 제출서류 및 공정관리』에 따라 시공 상세도면을 작성 제출하여 공사감독자의 승인을 얻어 제작하여야 한다.

- 2.1.3 말뚝의 이음은 설계도면 및 시방서에 따라 수밀하고 응력상 충분한 단면을 확보 할 수 있도록 하여야 한다. 말뚝의 이음이 동일한 위치(높이)에서 연속 되지 않도록 이음의 위치를 조정하여야 한다. 이음작업은 육상작업장에서 하여야 한다.

2.2 장비

- 2.2.1 기상 및 해상, 말뚝의 종류, 토질, 수심 등을 고려하여 가장 능률적인 항타공법을 선정하고 여기에 맞추어 항타장비를 선정하여야 한다.
- 2.2.2 항타장비의 동원 및 철수계획서를 작성하여 공사감독자와 협의하여야 한다. 항타장비에 관해서는 본 시방서 『8-2-1 강재말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3. 시 공

3.1 운반 및 보관

- 3.1.1 적재 운반과정에서 도장면(塗裝面), 이음부와 하단부에 손상을 입지 않도록 하고 단면 특성을 살리기 위하여 비틀림이나 변형이 발생하지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다.
- 3.1.2 도로로 운반할 경우에는 도로교통법 등 제반법규를 준수하고, 돌출부에는 빨간 깃발을 다는 등 위험표시를 하여 다른 차량의 교통에 지장을 주지 말아야 한다.
- 3.1.3 운반차량에 적재할 때는 적당한 간격으로 받침목 및 받침대를 배열하고 와이어로 견고하게 묶어서 운반도중 충격이나 요동에 의해 말뚝에 손상 또는 변형이 생기지 않도록 하여야 한다. 손상된 말뚝은 수급인의 부담으로 보수하거나, 보수할 수 없을 때는 새 것으로 교체하여야 한다.
- 3.1.4 말뚝의 보관장소는 평탄한 곳으로서 말뚝의 조작, 출하, 소운반, 보수 등 작업하기에 충분한 넓이를 확보할 수 있고, 배수가 잘 되고, 말뚝의 자중에 의해 침하가 발생하지 않는 장소라야 한다.
- 3.1.5 말뚝을 쌓아 놓을 때 받침목의 배열간격은 4m 이내로 하고 적치높이는 3.5m 이하로, 포개 쌓는 매수는 10장 이하로 하여야 한다. 또 말뚝과 말뚝 사이는 조작하기 편리하게 300~500mm 정도 띄워 놓는 것이 좋다.

- 3.1.6 말뚝은 유형별, 종류별, 규격별로 구분하여 반출 순서에 맞추어 쌓아 놓아야 한다. 장기간 적치할 경우에는 방수포 등을 덮어 눈이나 비로부터 보호해야 한다.

3.2 말뚝박기

3.2.1 말뚝박기 준비

- (1) 말뚝박기 작업의 세부 시행계획서를 작성하여 공사감독자와 협의하여야 한다.
- (2) 말뚝박기 구역(계획법선)에 대한 수심 및 해저지반을 조사하여 수심을 확인하고, 향타지점에 지장물이 있으면 사전에 제거하고, 부표(또는 등부표), 깃발 등으로 공사구역을 표시하는 등 안전한 작업환경을 조성하여야 한다.
- (3) 시설 위치를 용이하게 확인할 수 있는 기준점과 관측대를 설치하여야 한다.
- (4) 말뚝에 형식, 길이 번호를 표시하고 백색 페인트로 50cm 간격으로 눈금을 표시하여 향타기록 등 말뚝박기 공사관리의 편리를 도모하여야 한다.
- (5) 세우기 작업의 편의를 위해 말뚝의 축선상(軸線上)에 상단에서 100mm 정도 내려간 곳에 직경 50mm 정도의 구멍을 뚫어 놓는다.

3.2.2 기준틀의 매기

- (1) 강널말뚝을 박기 위해서는 타입법선의 휘어짐을 방지하고 말뚝 개개의 회전을 방지하기 위해서는 정확하고 견고한 기준틀을 매어야 한다.
- (2) 기준틀의 위치가 구조물의 법선을 결정하게 되므로 기준틀의 위치는 계획법선에 맞추어 정확한 위치를 잡아야 한다. 위치를 정할 때는 공사감독자의 검측을 받아야 한다.
- (3) 기준틀을 설치할 때 기준틀의 규격은 다음 범위 안에 들도록 하여야 한다.

지시말뚝(Guide Pile) 간격 : 2~4m

지시말뚝의 규격 : 목항(木抗) 직경 180~300mm

H형강 웹(Web) 높이 250~350mm

강관 직경 300~500mm

가이드 빔 : 각목(角木) 폭 180~300mm

H형강 웹(Web) 높이 200~300mm

- (4) 기준틀은 버팀공이 될 때까지 널말뚝의 수평외력을 받쳐주는 역할을 하므로 지시말뚝은 상당한 깊이까지 견고하게 박아야 한다.

3.2.3 말뚝세우기

- (1) 세우기는 기준틀을 이용하고, 직각 2방향에서 트랜싯으로 시준하여 말뚝의 위치와 연직성을 수정하면서 세워나가야 한다.
- (2) 강널말뚝의 특성상 향타시 타입 진행방향으로 기울어지는 경향이 있으므로 세우기는 타입 진행방향과 반대 방향으로 두부가 경사지게 세워야 한다.

- (3) 세우기 작업시 해머의 타격은 최초에는 가급적 가볍게 치고 말뚝이 연직으로 세워진 것을 확인한 뒤에 소정의 타격력으로 타입한다. 디젤 해머와 같이 타격력을 조절할 수 없는 경우에는 세우기 작업시에는 타격력을 조절할 수 있는 해머를 쓰고 세우기의 정확성을 확인한 후 타격에너지가 큰 해머로 교체하여 박기 작업을 한다.
- (4) 세운 말뚝과 가이드 빔에 간격이 있을 경우에는 썰기를 삽입하여 말뚝의 흔들림을 방지하여야 한다.

3.2.4 말뚝박기

- (1) 일정한 구간을 나누어서 먼저 세우기를 하고 세워진 말뚝 양단의 2~3매를 소정의 깊이까지 박은 후에, 중간의 말뚝을 2~3회로 나누어서 박기 작업을 한다. 지반이 단단하거나 또는 지지층의 기복이 심한 경우는 세우기와 동시에 박기 작업을 한다. 이 경우 말뚝의 뒤틀림, 경사, 법선에 대한 굴곡 및 옆 말뚝을 물고 내려가는 등의 현상이 발생하기 쉬우므로 세심한 주의를 요한다.
- (2) 말뚝박기 작업 중 경사의 경향이 보이면 즉시 수정하여야 한다. 수정이 불가능하면 썰기형의 이형말뚝을 제작하여 박아 경사를 수정한다. 썰기형 이형 말뚝은 연속하여 또는 단부, 우각부, 접속부 및 그 부근에서 사용해서는 안 된다.
- (3) 주변 말뚝을 물고 내려가는 현상이 생길 때는 그 원인을 분석하여 다음과 같은 대책 중에 적합한 것을 선정 시행한다.
 - ① 휘었거나 경사진 말뚝을 수정한다.
 - ② 인접한 여러 개의 말뚝을 이음부를 용접하거나 강재 등으로 연결한다.
 - ③ 박기를 하는 말뚝의 이음부에 그리스 등의 윤활유를 사용한다.
 - ④ 계획된 박기 정지위치 보다 높은 위치에서 일단 박기를 중단하고 최후에 고르기 타격을 한다.
- (4) 말뚝박기 도중에 이음부의 이탈이나 손상이 확인되면 즉시 이탈된 말뚝을 빼내고 다시 박아야 한다. 다시 박기가 불가능 할 경우는 보강대책을 수립하여 공사감독자와 협의하여야 한다.
- (5) 지층의 변화와 장애물 등으로 소정의 깊이까지 관입되지 않거나 토질조건이 연약하여 깊이가 깊어질 때는 전문가의 의견을 들어 대책을 수립한 다음 공사감독자와 협의하여야 한다.
- (6) 강널말뚝의 필요한 근입장을 확보하기 위하여 풍화암 같은 견고한 지층에 박을 때 말뚝선단부에 워터제트(water jet)를 실시하여 소요심도까지 박는 경우가 있다. 이 경우에는 공사감독자와 충분한 협의를 거쳐 시행하여야 한다.

3.2.5 이어박기와 절단

- (1) 말뚝의 이음은 육상작업장에서 용접 하는 것이 원칙이나 부득이한 사유로 박기 작업 도중 이음작업을 하여야 할 경우에는 설계도면에 맞게 정밀하게 용접하

여야 한다. 이음작업은 상부말뚝과 하부말뚝의 이음부가 일치하여야 하며 중심축이 일직선이 되게 하여야 한다. 용접이음에 대한 설계도면이 없을 때는 수급인은 『1-2-3 제출서류 및 공정관리』에 따라 이음부에 대한 시공 상세도면을 작성하여 공사감독자의 승인을 얻어 시행하여야 한다.

- (2) 모든 널말뚝의 두부는 상치 콘크리트에 충분히 매입(埋入)될 수 있는 높이에서 설계도면에 명시된 대로 수평하게 절단하여야 한다. 절단작업은 『8-2-1 강제말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3.2.6 향타기록 : 향타기록은 『8-2-1 강제말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3.3 시공허용 오차 및 검사

3.3.1 규격상의 시공허용오차 범위는 다음과 같다.

- (1) 벽체길이 : (+) 널말뚝 1매 폭, (-) 0
- (2) 법선에 대한 굴곡 : ($\pm$) 100mm
- (3) 법선에 대한 기울기(횡방향) : 1/75 이하
- (4) 법선방향의 기울기 (종방향) : 상하의 차가 널말뚝 1매 폭 이하(시공 중)
1/75이하 (완공 시)
- (5) 널말뚝 마루높이 : ($\pm$) 100mm

3.3.2 규격에 대한 검사는 널말뚝의 위치, 방향, 높이, 기울기 및 법선에 대한 굴곡을 확인하여야 한다.

3.3.3 수급인은 공사감독자에 의해 불합격 판정을 받은 부분은 즉시 재시공 또는 보완조치를 하고 재검사를 요청하여 승인을 받아야 한다.

8-2-4 셀식 강널말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

- 1.1.1 이 절은 셀식(Cell Type) 널말뚝 공사에 관해 적용한다. 셀의 형상에는 원형, 크로바형, 아크(Arc)와 아크를 직선상으로 연결한 형 등 여러 가지가 있으나 원형 셀을 아크로 연결하는 형식이 가장 많이 사용되고 있다. 따라서 여기서는 주로 원형 셀을 중심으로 말뚝공사에 대한 사항을 규정한다.
- 1.1.2 셀식 공법에는 직선형(F형) 널말뚝을 시설물 위치에 원형으로 연결하여 항타함으로써 셀을 형성하는 공법과 육상 작업장에서 미리 소정의 크기대로 널말뚝을 조립하여 1개의 셀 단위로 시설물 위치로 운반하여 항타하는 Pre-Fabrication 셀식 공법이 있다. 이 절에서는 두 가지 공법을 모두 포함한다.

1.2 참조규격

『8-2-3 강널말뚝 및 벽강관말뚝』의 해당 요건에 따른다.

1.3 제출물

- 1.3.1 수급인은 당해 공종 착수 3일전까지 시공 계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- 1.3.2 다음 사항을 추가로 작성 제출하여야 한다.
- (1) 본 시방서 『1-2-3 제출서류 및 공정관리』에 따라 다음 사항에 대한 시공 상세도면을 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- ① 지지말뚝 및 가이드빔 설치도
 - ② 스페이서 및 가이드 링 제작도
 - ③ 사전조립 셀의 들고리틀 제작도
 - ④ 작업장 조성도

2. 재 료

2.1 재료

- 2.1.1 본 시방서 『8-2-3 강널말뚝 및 벽강관말뚝』의 해당 요건에 따른다.

2.2 장비

- 2.2.1 본 시방서 『8-2-3 강널말뚝 및 벽강관말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3. 시 공

3.1 제작장 조성

- 3.1.1 공사현장에 이형말뚝, 스페이서 및 가이드 링 등을 제작할 수 있는 작업장을 조성하여야 한다. 작업장은 제작작업, 제작물의 임시보관, 조작, 반출 등을 하기에 충분한 면적을 확보하여야 하고, 평탄하고 견고하며 배수가 잘 되는 곳이어야 한다.
- 3.1.2 용접 및 절단 작업을 하는 작업장과 사전조립 셀을 조립하는 작업장은 지반을 고르게 다진 다음 콘크리트로 포장하여 요철이 없이 수평하게 만들어야 한다.
- 3.1.3 사전조립 셀의 조립장을 해상에 설치할 경우에는 충분한 수심과 정온도를 확보할 수 있어야 하고 바닥은 모래나 자갈을 부설하여 수평면이 되게 고르기를 하여야 한다.

3.2 이형 말뚝 등의 제작

- 3.2.1 계약도면에 명시된 이형말뚝이나 안내말뚝(Guide Pile)은 도면에 따라 말뚝 제작 공장에서 제작하여야 한다. 예상하지 못했던 이형말뚝을 제작하여야 할 경우에는 수급인은 『1-2-3 제출서류 및 공정관리』에 따라 제작도면을 작성 제출하여 공사감독자의 승인을 얻어 제작하여야 한다.
- 3.2.2 예상하지 못했던 이형말뚝, 가이드 빔, 스페이서 및 가이드 링, 들고리틀 등은 공사현장에 조성한 작업장에서 제작할 수 있다.

3.3 운반 및 보관

『8-2-3 강널말뚝 및 벽강관말뚝』의 해당 요건에 따른다.

3.4 말뚝 박기

- 3.4.1 말뚝박기 준비 : 『8-2-3 강널말뚝 및 벽강관말뚝』의 해당 요건에 따른다.
- 3.4.2 스페이서 및 가이드 링의 설치
 - (1) 지지주는 스페이서 및 가이드 링의 자중과 항타시 전달되는 타격 에너지를 견디어야 하고 셀의 속채움을 하기까지 셀에 작용하는 수평력을 받아야 하므로 이러한 외력을 고려하여 견딜 수 있도록 견고하게 박아야 한다.
 - (2) 가이드 링의 설치 위치에 따라 셀의 위치가 결정되므로 직각이 되는 2방향에서 트랜싯으로 가이드링 위 중심을 시준 하여 셀위 중심과 가이드 링의 중심이 일치하도록 정확한 위치에 설치하여야 한다.
 - (3) 사전조립셀의 가이드 링은 미리 마련된 조립 작업장에 수평이 되게 설치하여야 한다.

3.4.3 말뚝 세우기

- (1) 널 말뚝 세우기는 먼저 아크 부와 연결되는 T형 말뚝을 정확한 위치를 찾아 세우고, 안내말뚝(Guide Pile)을 간격을 맞추어 세운다. 안내말뚝을 세운 후 안내말뚝을 중심으로 좌, 우에 강널말뚝을 세워 나간다.
- (2) 세우기가 완료되면 셀과 말뚝의 연직성을 확인한 뒤 가볍게 향타하여 말뚝을 안정시킨 후에 안내말뚝을 뽑아내고 시공해야 할 널말뚝으로 교체하여 세운 뒤 향타작업으로 들어간다.
- (3) 사전조립 셀(Prefab Cell)의 말뚝 세우기는 조립 작업장에서 (1)항과 같은 방법으로 시행한다.

3.4.4 말뚝 박기

- (1) T형 강널말뚝을 먼저 박은 다음 T형 좌, 우 강널말뚝을 2~3매씩 단위로 박아서 T형을 먼저 고정시키고 나머지 말뚝을 박는 순서로 시공하여야 한다.
- (2) 속채움을 하지 않은 셀은 외력에 대해 저항력이 없어서 작은 힘에도 변형될 위험이 있으므로 향타 작업은 여러 개의 향타기로 신속하게 박아야 한다.
- (3) 조위 차가 큰 해역에서는 셀 내, 외의 수위차로 수압이 발생할 수 있으므로 유의하여야 한다.
- (4) 조립 작업장에서 강널말뚝 조립을 마친 사전 조립셀은 들고리틀을 연결하여 해상기중기로 들어서 운반하여 소정의 위치에 정확하게 설치한 다음 (1)항과 같은 방법으로 박기 작업을 한다.
- (5) 지지말뚝 및 가이드 링은 속채움을 하여 셀이 어느 정도 외력에 대한 저항력이 생겨서 안전하다고 판단될 때 제거하여야 한다.
- (6) 박기 작업이 끝나고 즉시 속채움 작업을 할 수 있도록 준비되어 있지 않으면 다음 셀의 박기 작업을 속채움 작업이 준비될 때까지 중단하여야 한다.

3.4.5 속채움

- (1) 속채움은 미리 준비하였다가 박기 작업이 끝나는 즉시 속채움 작업을 하여야 한다. 속채움 재료는 계약도면 및 지방서의 규정에 따른다.
- (2) 속채움 작업시 셀에 편심하중이 작용하지 않도록 셀의 중앙에서부터 외측으로 향하여 평형을 맞추어 가며 작업하여야 한다.
- (3) 속채움을 어느 정도 진행하여 셀이 안정하다고 판단될 때 지지주와 가이드 링을 제거하고 나머지 속채움을 신속하게 시행 완료하여야 한다. 가이드 링의 제거시기는 공사감독자와 협의하여 결정하여야 한다.

3.4 시공허용오차 및 검사

앞 절 『8-2-3 강널말뚝 및 벽강관말뚝』의 해당 요건에 따른다.

8-2-5 콘크리트 널말뚝 및 나무말뚝

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 절은 콘크리트 널말뚝과 나무말뚝 공사에 관해서 적용한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업 표준규격

(1) KS F 4208 콘크리트 널말뚝

1.3 제출물

1.3.1 수급인은 당해 공종 착수 3일전까지 시공계획서를 작성하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 콘크리트 널말뚝은 KS F 4208의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.1.2 나무말뚝의 종류(樹種), 재질, 형상 및 치수는 계약도면 및 지방서의 규정에 따른다. 나무말뚝은 벌레가 먹지 않고 직선형이며 썩지 않은 양질의 것이어야 한다.

2.1.3 나무말뚝은 박기 작업 중 말뚝머리 부분이 빠개지는 것을 방지하기 위하여 머리부분에 보강띠(Steel Band)를 채우고, 말뚝 선단부에 강판 슈(Steel Shoe)를 씌우는 등의 보강이 필요할 경우가 있다. 말뚝의 보강은 계약 도면에 명시된 대로 한다. 계약도면에 명시되어 있지 않은 경우에는 공사감독자와 협의하여 결정한다.

2.2 장비

2.2.1 향타장비는 말뚝의 크기, 토질조건, 수심, 기상 및 해상조건을 고려하여 가장 효율적으로 박기 작업을 할 수 있는 장비를 선정하여야 한다. 콘크리트 널말뚝의 경우 박기 작업으로 머리부분이 손상될 경우 치명적이 될 수도 있으므로 적절한 쿠션재의 선정이 필요하다.

2.2.2 나무말뚝은 강도가 약하여 박기 작업으로 말뚝이 손상될 우려가 있으므로 유

압식 또는 공기압축식 등의 항타 에너지를 조절할 수 있는 항타장비를 사용해야 한다.

3. 시 공

3.1 운반 및 보관

- 3.1.1 콘크리트 널말뚝의 운반 및 보관은 『8-2-2 콘크리트 말뚝』의 해당 요건에 따른다. 콘크리트 널말뚝은 철근 배근에 따라 인장측과 압축측이 있는 경우가 있으므로 이를 잘 확인하여 취급과정에서 과대한 응력 발생으로 균열이나 손상이 발생하지 않도록 주의하여야 한다.
- 3.1.2 나무 말뚝은 장기간 보관할 수 있게 건조되어 균열, 뒤틀림 등이 생기지 않도록 적당한 보호시설을 하여야 한다.

3.2 말뚝 박기

- 3.2.1 콘크리트 널말뚝의 말뚝박기는 『8-2-3 강널말뚝 및 벽강관말뚝』의 해당 요건에 따른다.
- 3.2.2 나무말뚝의 말뚝박기는 『8-2-1 강재말뚝』의 해당 요건에 따른다.
- 3.2.3 콘크리트 널말뚝이나 나무말뚝은 이어박기를 해서는 안 된다. 말뚝의 길이가 모자라거나 손상된 말뚝은 제거하고 규격에 맞는 새 것으로 교체하여 다시 박아야 한다.
- 3.2.4 콘크리트 널말뚝은 인장측과 압축측을 확인하고 휨응력의 발생 상황에 따라 말뚝의 방향을 맞추어 박아야 한다.

3.3 시공허용오차 및 검사

- 3.3.1 콘크리트 널말뚝의 시공허용오차 범위는 다음과 같다.
 - 벽체길이 : (+) 널말뚝 1매 폭, (-) 0
 - 법선방향의 기울기 : 상·하단의 차가 널말뚝 1매 폭 이하(시공 중)
2/100이하 (완공 시)
 - 널말뚝 마루높이 : (±) 50mm
- 3.3.2 나무말뚝의 시공허용오차 범위는 다음과 같다.
 - 말뚝중심의 위치 : 100mm 이하
 - 말뚝 마루높이 : (±) 50mm 이하
- 3.3.3 공사감독자에 의해 불합격 판정을 받은 말뚝은 즉시 제거하고 재시공한 후 재검사를 요청하여 승인을 받아야 한다.

8-2-6 버팀공

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 이 절은 널말뚝 구조의 버팀공 시공에 관해서 적용한다.

1.1.2 주요내용

- (1) 띠장공(Wailing)
- (2) 타이 채(Tie Rod Cable) 설치공
- (3) 받침공
- (4) 버팀벽공

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격

- (1) KS D 3530 일반구조용 경량 형강
- (2) KS D 3503 일반구조용 압연강재
- (3) KS D 3558 일반구조용 용접 경량H형강
- (4) KS D 3515 용접구조용 압연강재
- (5) KS B 1002 6각 볼트
- (6) KS B 1012 6각 너트
- (7) KS B 1326 평와셔
- (8) KS F 4521 건축용 턴버클
- (9) KS F 4513 건축용 턴버클 몸체
- (10) KS F 4512 건축용 턴버클 볼트
- (11) KS D 7002 PC 강선 및 PC강연선
- (12) KS D 3514 와이어로프
- (13) KS D 3711 크롬몰리브덴강 강재
- (14) KS B 0801 금속 재료 인장 시험편
- (15) KS B 0802 금속 재료 인장 시험 방법
- (16) KS D 4102 구조용 고장력 탄소강 및 저 합금강 주강품

1.3 제출물

1.3.1 수급인은 당해 공종 착수 3일전까지 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

1.3.2 수급인은 제품자료를 『1-2-3 제출서류 및 공정관리』에 따라 띠장재 및 타이 채의 생산규모, 사용실적, 기술지침 등을 추가하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료

2.1.1 띠장재

- (1) 띠장재는 홈형강(Channel)이나 H형강을 사용한다. 형강의 재질은 KS D 3530 또는 KS D 3558 의 규정에 맞거나 그 이상이어야 한다.
- (2) 띠장재는 하나의 부재 길이가 타이재 간격의 4배 이상이어야 한다.
- (3) 띠장재 설치에 사용되는 여러 형상의 와서 재질은 KS D 3503 과 동등 이상의 재질이어야 한다. 또 볼트 및 너트는 각각 KS B 1002, KS B 1012의 규격에 맞는 것이어야 한다.
- (4) 띠장재의 세부적인 형상 및 치수는 계약도면에 명시된 대로 하여야 한다.

2.1.2 타이재

- (1) 타이재의 종류, 재질, 형상, 치수는 당해 공사의 설계도면 및 지방서에 규정한다. 이 절 1.3.2 항에 따라 제품자료를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 타이로드(Tie Rod)의 단면 크기는 부식을 감안하여 결정하여야 한다.
- (3) 타이로드를 일반구조용 강재로 할 경우에는 KS D 3503과 동등 이상의 재질이어야 한다.
- (4) 타이로드를 고장력강재로 할 경우에는 KS D 4102와 동등 이상의 재질이어야 한다.
- (5) 타이로드를 긴장(緊張)시키기 위한 턴버클은 KS F 4521, KS F 4512, KS F 4513의 규격에 맞는 것이어야 한다.
- (6) 타이케이블 또는 와이어의 경우 KS D 7002 또는 KS D 3514와 동등 이상의 재질이어야 한다.
- (7) 타이케이블 또는 와이어에 사용하는 피복재는 고밀도 폴리에틸렌 수지로 내부식성(耐腐蝕性), 내방수성(耐防水性)이어야 한다. 또 본체 방청을 위하여 연속 방청 가공한 것이어야 한다.
- (8) 조임앵커(Fitting Anchor)는 크롬몰리브덴강 강재로서 KS D 3711 또는 동등 이상의 것이어야 하며, 고강도로서 내마모성 및 내부식성 재질이어야 한다.
- (9) 타이케이블(와이어)의 고정단은 충분히 수밀하여야 하고, 고정단을 너트 조임하고, 볼트 길이에 여유를 두어 길이 조정이 가능하도록 하여야 한다.
- (10) 타이재를 본체 및 부속품을 조립하여 인장시험을 할 경우 본체부(棒徑部 또는 鋼緣部)에서 파단하고 그 파단강도가 규정치 이상이어야 한다. 타이케이블(와이어)의 허용 인장응력의 파단강도에 대한 안전율은 상시 3.8이상, 지진시 2.5 이상으로 한다. 단, 0.2%의 영구스트레인을 일으키는 항복점응력으로 보고 인장강도와와의 대비가 2/3를 밑돌지 않아야 한다.

2.1.3 받침재

- (1) 받침재는 지지말뚝과 지지재(Beam)로 구성된다. 지지말뚝은 나무말뚝이나 콘크리트 말뚝을 사용한다. 지지재는 각목이나 비계목을 사용하는 경우가 많다. 나무말뚝과 콘크리트 말뚝은 각각 『8-5 콘크리트 말뚝』과 『8-8 콘크리트 널말뚝 및 나무말뚝』의 해당 요건에 따른다.
- (2) 받침재의 종류, 형상, 치수, 재질은 계약도면 및 지방서의 규정에 따른다.

2.1.4 버팀벽재

- (1) 콘크리트 버팀벽 : 본 지방서 『제6장 콘크리트 공사』의 해당 요건에 따른다.
- (2) 말뚝 및 널말뚝 버팀재 : 본 지방서 『8-2-1 강재말뚝, 8-2-2 콘크리트 말뚝, 8-2-3 강널말뚝 및 벽강관 널말뚝, 8-2-5 콘크리트 널말뚝 및 나무말뚝』 해당 요건에 따른다.

3. 시 공

3.1 띠장공

- 3.1.1 띠장공은 널말뚝 벽체의 일체성과 직선화를 목적으로 시공하는 것이므로 치밀하고 견고하게 하여야 한다.
- 3.1.2 계약도면에 명시된 띠장을 설치할 위치를 찾아 널말뚝에 표시하고, 건축기계설비표준지방서 『1-7 강재공사』의 해당 요건에 따라 널말뚝에 띠장재를 설치할 볼트 구멍을 뚫는다.
- 3.1.3 띠장재는 볼트를 조여서 널말뚝에 가급적 밀착시키고 전 길이에 걸쳐 계획된 높이에 수평으로 일직선이 되게 부착시켜야 한다. 널말뚝과 띠장재를 밀착시킬 수 없거나 빈틈이 생길 경우에는 그 빈틈에 적당한 철판(와셔) 등을 끼워서 밀착시켜야 한다.
- 3.1.4 띠장재의 이음은 모멘트가 가장 작은 지점(타이재 간격의 약 1/4 되는 지점)에서 하여야 한다. 띠장재의 이음은 설계도면에 명시된 대로 한다.

3.2 타이재 설치공

3.2.1 타이로드 설치

- (1) 타이로드를 운반할 때는 나사부분에 손상이 가지 않도록 포장하고 도장된 철이 벗겨지지 않도록 주의하여야 한다.
- (2) 타이로드는 널말뚝 법선에 직각이 되도록 설치하여야 한다.
- (3) 링 조인트(Ring Joint)는 상부콘크리트 타설 후 상하로 회전할 수 있도록 정확하게 설치하여야 한다.
- (4) 타이로드를 설치 조정 완료 후 턴버클이나 버팀벽측의 정착너트에 의해 직선이

될 때까지 최후 조이기를 한다.

- (5) 널 말뚝의 타이로드 부착구멍과 버팀 벽의 구멍의 위치가 어긋나 타이로드가 일직선이 되지 않을 때는 어느 한쪽의 구멍위치를 조정하여 타이로드가 일직선이 되게 하여야 한다.
- (6) 널말뚝의 타이로드 부착구멍과 버팀벽의 구멍위치의 높이가 다를 때는 췌기철 물이나 테이퍼 와셔를 끼워 타이로드의 인장력이 축방향으로 정확하게 작용할 수 있도록 조정하여야 한다.
- (7) 타이로드의 길이가 너무 길거나 짧을 경우 절단이나 용접하여 사용해서는 안 된다. 규격에 맞는 새 타이로드를 제작하여 사용하여야 한다.
- (8) 턴버클 나사의 묻히는 길이는 고정너트의 높이만큼 묻히고 또한 고정너트 나사 부분은 나사선(튀어나온 선) 대부분이 묻히고 나사선 3줄 이상의 길이가 남도록 조여야 한다.
- (9) 타이로드 나사부위를 가공할 때 나사의 홈이 타이로드 본체의 지름을 유지하도록 하여야 한다.

3.2.2 타이케이블(또는 와이어) 설치

- (1) 타이케이블의 시공시, 시공순서, 매립높이, 전면을 준설할 경우 준설깊이 등으로 인한 긴장력의 크기에 대하여 사전에 공사감독자와 충분히 협의를 하여야 한다. 매립이 완성되어 수평토압이 작용하면 케이블이 늘어나고 널말뚝이 바다 쪽으로 변형을 일으키게 되므로 케이블 설치시 널말뚝이 육지 쪽으로 약간의 변위가 생기도록 타이케이블을 긴장시켜 놓아야 한다.
- (2) 타이케이블의 운반시 나사부분에 손상이 가지 않도록 포장하고 본체의 피복재도 손상되지 않도록 주의하여 취급하여야 한다.
- (3) 타이케이블을 설치한 후 모든 케이블에 균등하게 장력이 작용하도록 유압 잭(Jack)등과 같은 긴장장치를 사용하여 소정의 인장력(설계인장력)에 도달하도록 긴장시켜야 한다.
- (4) 타이케이블은 널말뚝 법선에 직각 방향으로 설치하여야 한다. 타이케이블의 설치 위치, 방향, 길이 등의 조정은 타이로드와 같다.
- (5) 타이케이블의 나사부분은 너트가 다 묻히고 고정너트 나사부분은 나사선(튀어나온 선) 대부분이 묻히고 나사선 3줄 이상 정도의 길이가 남도록 조여야 한다.
- (6) 뒷채움 사석을 시공할 경우 타이케이블 피복부에 손상이 가지 않도록 피복부 보호조치를 하고 시공하여야 한다.
- (7) 타이케이블과 상치콘크리트의 경계부에서 지반 침하가 생기더라도 타이케이블에 전단응력이 작용하지 않도록 트럼펫 튜브(Trumpet Tube)를 끼워서 시공하여야 한다.

3.2.3 받침재 공사

- (1) 지지말뚝은 설계도면에 명시된 대로 소정의 위치와 간격을 맞추어 박아야 한다. 말뚝을 박는 시기는 뒷채움공, 후면매립공, 버팀벽공 등의 공사시기와 말뚝 박기의 시공성, 공사과정에서 작용하는 하중, 공사여건 등을 고려하여 시공순서를 결정하여야 한다.
- (2) 지지말뚝에 작용하는 하중은 크지 않지만 공사여건(지반 토질, 수심, 조석 등)이 좋지 않아서 공사가 어려운 경우가 많으므로 항타공법, 항타장비, 말뚝박는 순서 등을 충분히 검토하여 공사감독자와 협의 결정하여야 한다.
- (3) 지지말뚝의 위치는 링 조인트 부근과 타이로드의 중앙부에 중점적으로 배치하는 것이 좋다.
- (4) 받침재(Beam)는 타이로드의 설치 높이에 맞추어 지지말뚝에 견고하게 부착시켜야 한다.

3.2.4 버팀벽공

- (1) 버팀벽이 프리캐스트 벽일 경우에는 『7-2-1 일반블록공』의 해당 요건에 따른다.
- (2) 버팀벽이 현장타설 콘크리트 벽일 경우에는 『제6장 콘크리트 공사』의 해당 요건에 따른다.
- (3) 버팀벽의 기초는 침하가 발생하여 타이재에 과대한 응력이 발생하지 않도록 적절한 조치를 강구하여야 한다.
- (4) 버팀벽이 말뚝이나 널말뚝 구조로 되어 있을 경우에는 『제8장 기초말뚝공사』의 해당 요건에 따른다.
- (5) 말뚝박기는 박기 장소의 토질, 수심, 조위 등의 공사 여건에 따라 널말뚝 박기, 뒷채움공, 받침공, 후면매립공 등과 함께 검토하여 시공시기 및 순서를 결정하여야 한다.

3.3 시공허용오차 및 검사

3.3.1 시공허용오차 범위는 따로 규정하지 않는다.

8-2-7 거치식 강판셀 공법

1. 일반사항

1.1 적용범위

- 1.1.1 항만 및 하천공사의 제방, 방파제, 호안, 계선안, 교량 및 수중기초의 기초공사 등의 건설에 사용되는 이중벽 강판셀 공법에 관한 일반사항을 규정한다.

1.2 제출문

- 1.2.1 수급인은 당해 공종 착수 3일 전까지 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

- 2.1 주요 부재로 이용되는 재료의 품질은 KS 규격에 합격한 것이라야 하며, 가공 전에 제작시트(Mill Sheet)와 대조하여 확인하여야 한다.

- 2.2 강판셀의 재료로 이용되는 것은 통상 강판과 형강이며, 관련된 KS 규격은 다음과 같다.

2.2.1 한국산업규격

- (1) KS D 3052 열간압연 평강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
- (2) KS D 3500 열간압연 강판 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차
- (3) KS D 3502 열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
- (4) KS D 3503 일반 구조용 압연강재
- (5) KS D 3515 용접 구조용 압연강재
- (6) KS D 3529 용접 구조용 내후성 열간 압연강재

- 2.3 재료의 보관 기간 중에 심하게 녹이 슬거나, 파손 및 변형이 생기지 않도록 하여야 한다.

- 2.4 재료의 싣기, 부리기 및 운반 중에 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

3. 시 공

3.1 제작

3.1.1 강판셀

- (1) 셀의 제작은 셀의 크기, 수량, 제작장의 규모, 가설 기계류 등을 고려하여 블록 세우기 또는 블록쌓기 방법으로 수행한다.

종 류	방 법
블록세우기	셀의 몸체를 종방향으로만 여러 개 분할한 원호 형상의 블록을 미리 제작하고, 그 블록들을 조립받침대에 수직으로 세워서 원통의 셀을 제작하는 방법
블록 쌓기	셀의 몸체를 종방향 및 횡방향으로 여러 개 분할한 원호 형상의 블록을 미리 제작하고, 그 블록들을 밑에서부터 순차적으로 쌓아서 원통의 셀을 제작하는 방법

- (2) 헐가공은 재료의 인성의 저하나 유해한 결함이 발생하지 않도록 유의하여야 한다.
 (3) 셀 조립은 부재 간의 어긋남 또는 유해한 변형이 발생하지 않도록 설계도에 명시된 치수가 확보되어야 하며, 적절한 지그(Jigger)를 이용하여 행하는 것이 좋다.

3.1.2 아크(Arc)재

아크재의 제작은 이 절 『3.1.1 강판셀』의 제작을 따라야 한다.

3.1.3 현수장치

- (1) 현수장치는 운반 및 거치시 강판셀에 균등한 하중이 전달되도록 충분한 강성을 갖는 구조이어야 한다.
 (2) 현수장치의 형상은 베이스 링에 매다는 와이어 로프의 개수에 따라 결정되지만 일반적으로 8-12각형이 많이 사용되고 있으며, 운반 및 거치시 각각의 와이어 로프에 하중이 균등하게 분산되도록 조정한다.

3.2 품질관리

3.2.1 제작의 각 단계에서 아래의 목적에 부합하는 각종 검사를 하여야 한다.

- (1) 제작이 소정의 방법에 의해 진행되고 있는가의 여부를 확인한다.
 (2) 제품이 소정의 성능을 유지하고 있는가의 여부를 확인한다.
 (3) 제품이 설계도에 표시되어 있는 형상과 치수를 유지하고 있는가의 여부를 확인한다.
 (4) 품질관리는 일반적으로 다음의 항목에 대하여 검사하는 것을 표준으로 하여야 한다.

3.3 강판셀과 아크의 운반 및 보관

3.3.1 강판셀 및 아크재를 매달아서 운반할 때에는 큰 변형이 발생하지 않도록 주의해야 한다.

3.3.2 강판셀 및 아크재의 도장면이 손상이 되면 그 부분의 부식으로 구조물이 파

손될 우려가 있으므로 강관셀 및 아크재의 운반과 보관에 있어서는 도장면(塗裝面), 용접부, 개선부(開先部)등에 손상을 입히지 않도록 하여야 한다.

3.4 거 치 공

3.4.1 셀의 거치작업은 거치작업에서 속채움까지는 상당한 시간이 소요되므로 기상과 해상조건을 충분히 검토하여 거치도중 작업이 중단되는 일이 없도록 하여야 한다.

3.4.2 셀의 위치결정 방법은 트랜싯을 이용하여 2방향에서 3점 이상을 시준하는 2점 교회법 등으로 행하고, 무전기 등으로 유도하며 셀의 위치결정 및 설치는 정 위치에서 벗어남, 회전, 기울어짐 등이 발생하지 않도록 하여야 한다.

3.5 부 대 공

3.5.1 속채움 및 뚜껑콘크리트

- (1) 속채움 및 뚜껑콘크리트 관련사항은 『제6장 콘크리트 공사』 편을 따른다.
- (2) 속채움은 셀의 거치 또는 타설 완료 후 즉시 행하여야 한다.
- (3) 속채움 재료는 원칙적으로 모래 또는 쇄석을 사용하는 것으로 하여야 한다.
- (4) 속채움 후에는 속채움의 세굴 및 유출을 방지하기 위하여 뚜껑 콘크리트를 시공하여야 한다.

3.5.2 연결부 처리공

- (1) 셀 본체와 아크의 연결부는 배면의 매립토가 유출되지 않는 구조로 하여야 한다.
- (2) 다음의 경우에는 아크와 셀과의 연결부를 방수 처리하여야 한다.
 - ① 아크부의 속채움재가 유출할 우려가 있는 경우
 - ② 강관셀 배면의 매립토가 유출할 우려가 있는 경우
 - ③ 높은 지수성이 요구되는 경우

3.5.3 방식공

『제 10장 방식공사』에 따라야 한다.