

파일항타드롭함마항타에너지

무진동항타

2012/05/06 08:59

<http://blog.naver.com/sheetpiletsz/80159414651>

항타대

항타대는 그 형식에 따라 1주 2각식, 일체 트러스식, 또 주행방법에 따라 레일식, 크로라식, 타이어식, 자주식 등이 있다.

- (1) 항타대는 자중 및 작업에 의한 하중에 충분히 견딜 수 있고 안정성이 있는 구조로서 작업중 해로운 진동, 이동 경사등이 생기지 않는 견고한 것이어야 한다.
- (2) 가이드는 작업중 언제나 연직으로 유지할 수 있는 것이어야 한다. 다만, 경사시켜 타입할 경우에는 그 타입방향을 정확하게 유지할 수 있는 것이어야 한다.

햄머

(1) 드롭파일 햄머

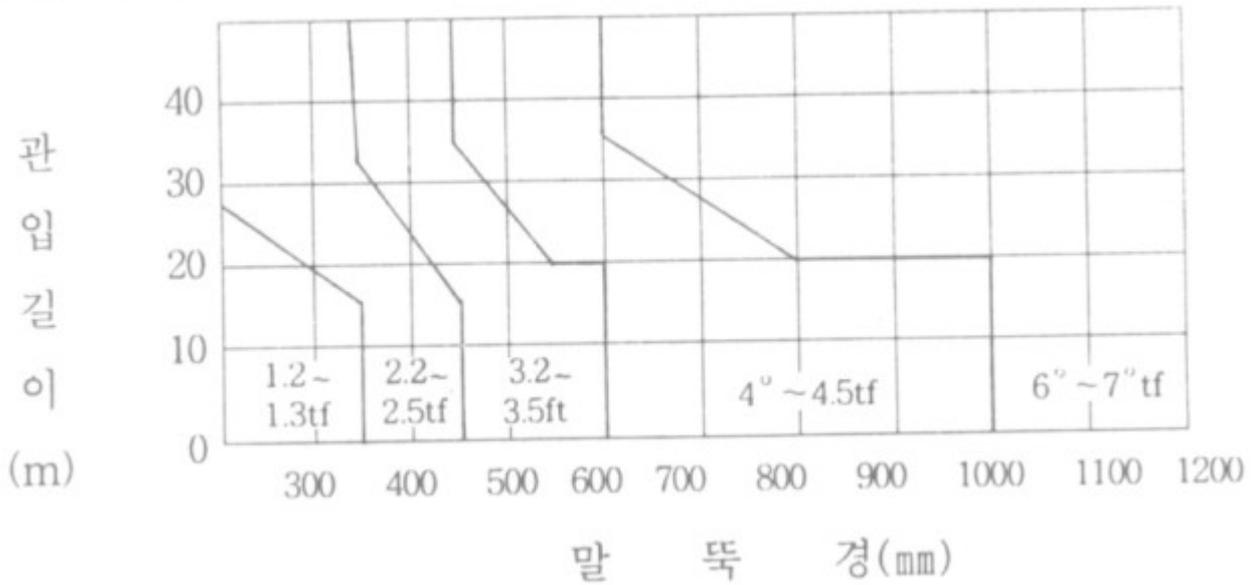
- 1) 드롭파일 햄머는 주강 또는 주철재로 하고 그 모양을 될 수 있는 한 무게중심이 낮으며 아랫면은 요철이 없는 매끈하고 파일의 축에 직각으로 닿도록 하며, 가이드에 따라 낙하할 수 있는 장치가 붙어 있어야 한다.
- 2) 드롭파일 햄머의 중량은 파일의 자중이상 또는 파일 1m당 중량의 10배 이상인 것을 사용하는 것이 좋다.

(2) 디젤파일 햄머

- 1) 디젤파일 햄머는 그 기계의성능을 잘 조사하여 적당한 것을 선정하여야 한다.
- 2) 리더의 외측과 유도판의 내측의 틈은 7mm 이하로 안전하게 작동되도록 제작된 것이어야 하며 시공중에도 이점을 충분히 고려하여야 한다.
- 3) 디젤햄머로부터 발생하는 소음과 기름연기의비산을 저감시키기 위한 목적으로 햄머커버를 사용하는 것이 좋다.

(3) 유압 파일 햄머

그림-1. 파일의 관입길이에 따른 유압햄머의 선정도표(콘크리트말뚝)



1) 유압파일햄머는 제작사의 사양서에 의한 압력, 속도, 타격방법에 의하여 작동되어야 하며 그 개계의 성능을 잘 조사하여 적당한 것을 선정하여야 한다.

2) 램의 낙하높이는 임으로 설정하여 시공할 수 있는 구조로 되어 있기 때문에 파일경, 파일길이 등에 적절한 햄머의 기종을 사용할 필요가 있으며 유압햄머의 선정기준의 예는 표-2 및 표-3과 같다.

표-2. 유압햄머 선정도표

제조회사명		일본콘크리크공업(주) 하타치건설(주)				일본차량제조(주)			
기종		HNC-65	HNC-80	NC-105	NC-125	NH-40	NH-70	NH-100	NH-150B
햄머	램중량(t)	6.5	8.0	10.5	12.5	4.0	7.0	10.5	15.0
	총중량(t)	13.3	15.2	17.3	19.7	9.8	14.4	22.5	33.5
	최대램낙 하고(m)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.52	1.28	1.44	1.60
	최대타격 에너지 (t.m)	8.4	10.4	13.6	16.2	6.1	9.0	14.4	24.0
	타격회수 (회/분)	18~70	18~70	18~70	18~70	28~80	20~70	20~60	20~53

적용파일경 (mm)	300 ~500	300 ~600	400 ~800	400 ~1200	300 ~450	300 ~600	400 ~800	500 ~1200
상당하는 디젤 햄머	25~30 형	25~45 형	25~70 형	25~80 형	13~25 형	13~35 형	25~70 형	33~80 형

표-3. 파일의 관입 길이에 의한 유압햄머의 선정(콘크리트파일)

관입 깊 이(m)	파 일 경 (mm) 별 유 압 햄 머 의 중 량 (t)									
	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200
10	1.2 ~1.3	2.2 ~2.5	3.2 ~3.5	3.5 ~4.0	4.0 ~4.5	4.0 ~4.5	4.0 ~4.5	4.5 ~6.0	6.0 ~7.0	6.0 ~7.0
20	"	"	"	"	"	4.5 ~6.0	4.5 ~6.0	"	"	"
30	2.2 ~2.5	3.2 ~3.5	4.0 ~4.5	4.0 ~4.5	6.0 ~7.0	6.0 ~7.0	6.0 ~7.0	6.0 ~7.0	"	"
40	"	"	"	4.5 ~6.0	"	"	"	"	"	"
50	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"

캡 및 보조항타기

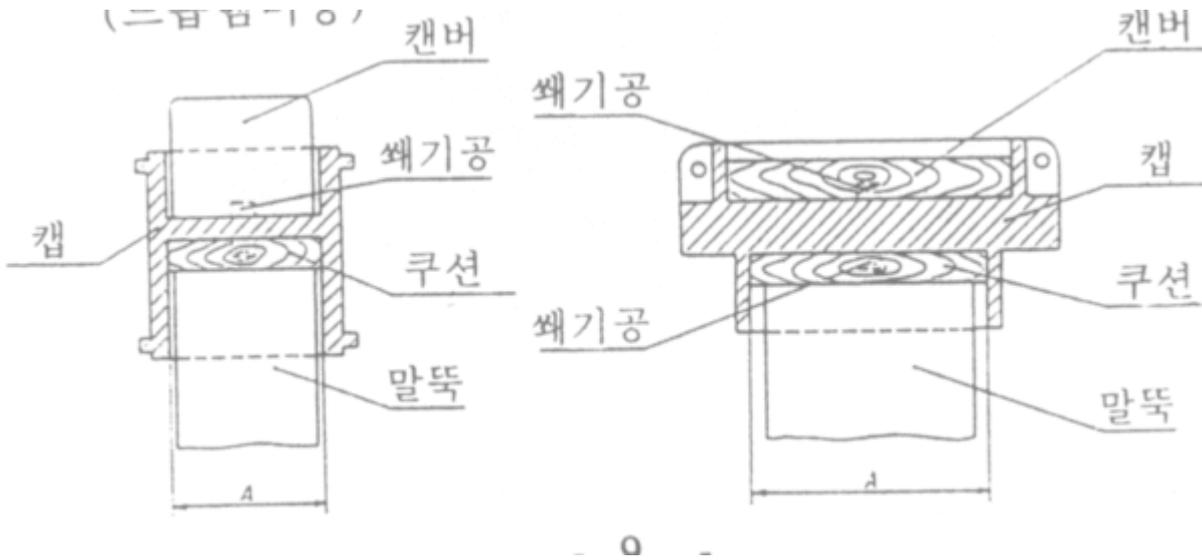
캡 및 보조항타기는 다음에 따른다.

- (1) 타입할 때 파일의 머리에 씌우는 캡은강제 또는 주강제 이어야 하며 완충재를붙인 것이어야 한다.
- (2) 캡의 구조는 타격력을 파일에 균등히 전달할 수 있는 것으로서 캡의 중심은파일의 중심과 정확하게 일치하는 구조이
어야 하며 타격력을 충분히 견딜수있는 강성이 있는 것을 사용한다.
- (3) 캡의 내경과 파일의 외경과의 여유가 크면 캡이 안정되지 않아 편심타격의 원인이 되고 너무 여유가 없게되면 탈착의
조작이 곤란해지기 때문에 파일의 지름보다 15mm의 여유가 있는 것이 적당하다.

도-2. 파일 햄머용 캡

(드럼햄머용)

(디젤햄머용)

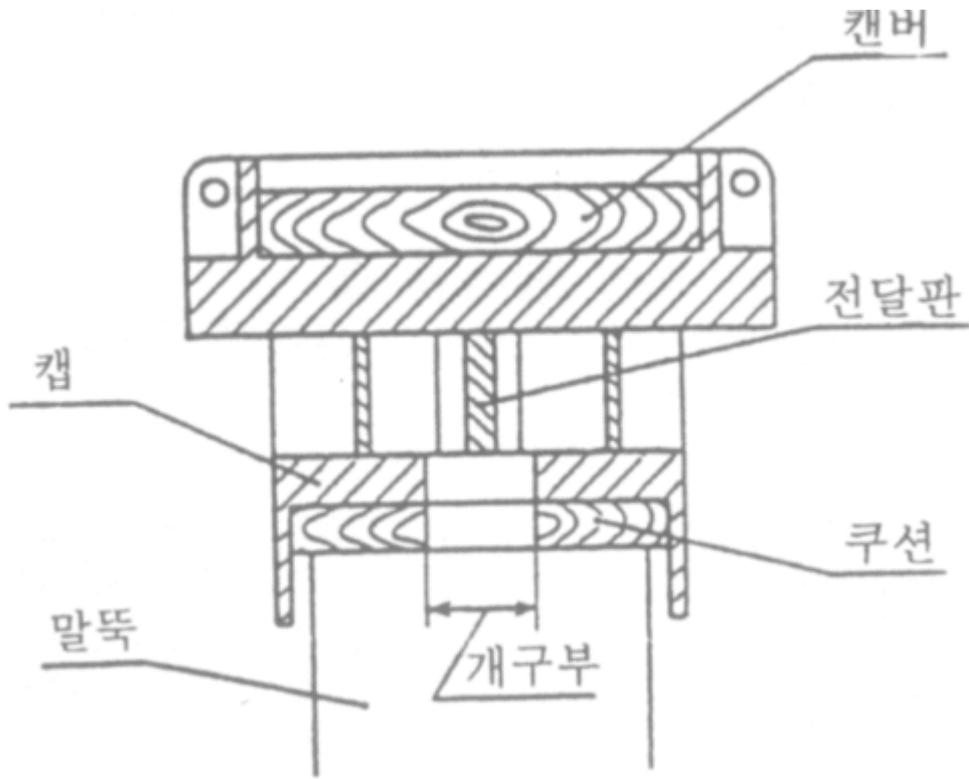


(4) 캡의 완충재는 햄머에 접하는 면의 캔버와 파일에 접하는면의 쿠션으로 되어 있으며 캔버 및 쿠션은 캡의 축과 직각이 되어야 한다.

(5) 보조항타기는 타격력에 견디며 파일에 타격력이 충분히 전달되는 구조로 통상 강제를 사용하며 보조항타기의 길이는 소정의 항타길이 보다 50Cm정도 긴 성을 사용한다. 보조항타기의 선단부에는 쿠션재를 사용하여야 하며 보조항타기에 의한 타입시에는 편타가 발생하기 쉽기 때문에 세워넣을 때 특히 신중을 기하여야 한다. 또한 보조항타기와 파일의 축선이 일직선으로 되어 있지 않을 때에는 타격력에 의하여 보조항타기가 격렬한 진동을 일으킬 때가 있으므로 이때에는 즉시 타입을 중지하고 보조항타기의 수직을 조정하여야 한다.

(6) 파일 중공부에 토사 또는 물이 유입되는 경우 파일 내부에 커다란 압력이 걸려 균열이 발생하는 경구가 있으므로 캡, 보조항타기 및 완충재에 누압공을 설치한 후 타격을 가하여야 한다.

그림-3. 캡에 누압공 설치예



쿠션재

- (1) 쿠션은 파일의 타입중 파일머리부를 보호하고 파일에 타격력을 균등히 전달하기 위하여 반드시 사용하여야 한다.
- (2) 쿠션재는 주로 두께 50mm 정도의 견도한 목재를 사용하거나 합판을 3~5장 겹쳐 원형으로 잘라 일체화된 것을 사용한다. 쿠션재로 적당한 재질은 적당한 순서대로 나열하면

- 1) 종이(두께 3mm정도의 것을 겹쳐서 붙인것)
- 2) 합판
- 3) 엇갈여 겹쳐진 단단한 목재
- 4) 한겹으로된 단단한 목재
- 5) 마대

6) 가마니 의 순서로 편타울 시험에 의하여 판단되었다. 이때 시험에 이용된 각각의 쿠션재의 두께는 10Cm로 하였다.

- (3) 쿠션재는 반복하여 사용할 때 변형 또는 마모되거나 열화되어 쿠션재로서의 성능을 잃을수가 있으므로 적당히 교환하여야 한다.

부대설비

(1) 용접기

용법기는 사용하는 용법와이어 또는 용접봉에 소정의 전류를 안정되게 공급시키고 용접시 고장이 적고 취급이 간단하며 아크전압의 제어가 용이한 것이 일반적으로 사용된다.

일반적으로 용접전류는 200~400A의 것이 사용된다.

2. 시험파일 시공

(1) 시험파일 시공은 설계지지력, 토질상태, 파일길이, 시공시간 및 계획한 시공기계의 적부 등을 확인하기 위한 목적으로 실시하며 매입공법에 있어서의 지지층의 확인은 특히 중요하기 때문에 굴착시의 기록 및 파일선단부근 의토사를 채취하여 충분한 검토를 행하여야 하며 시험파일의 시공은 상기목적 달성을 위하여 본 공사전에 여유를 가지고 책임기술자의 지시에 따라 행한다.

본장 이하에서 기술하는 책임기술자라 함은 각각의 업무에 관하여 설계 또는 시공감리상의 책임기술자를 말한다.

(2) 시험파일은 원칙적으로 현장에서 사용예정인 것을 사용하며 또 시공기계 및 장치도 사용예정인 것을 사용하여야 하나 시험 파일의 길이는 지지층의 변동 등을 생각하여 설계길이보다 긴 것을 사용하는 것이 보통이다.

(3) 시험파일의 시공기록은 기준에 준하여 기록하여야 한다. 특히 파일의 관입량과 리바운드량을 측정할 때에는 파일에 근접하여 작업하는 작업자의 안전에 충분히 주의하고 매입공법에 있어서 지지지의 토사가 굴착후에 오가헤드에 부착하는 경우에는 이것을 채취하여 토질주상도와 비교, 지지층의 확인을 행하여야 한다.

전력설비

전력설비는 시공장치에 필요한 전력을 충분히 공급할 수 있는 용량을 가진 것으로 하며 물론 원칙적으로 수돗물의 사용하고 필요에 따라 예비 탱크를 설치하여 사용한다.

3. 시 공

준비

1. 시공계획

: 시공에 앞서 설계도면에 따라 시공계획서를 작성하고 책임기술자의 승인을 얻어야 한다.

2. 시공법 및 시공기계의 선정

(1) 시공법 및 시공기계의 선정은 시공현장의 환경, 파일경, 지반 및 현장의 상황, 설계지지력, 구조물, 토질조건, 등을 고려하여 파일을 안전하고 확실하게 소정의 위치까지 설치가 가능하도록 선정하여야 한다.

(2) 타입공법에서는 햄머의 용량이 크면 파일두부파손 등의 사고가 발생하기 쉽고 반대로 햄머의 용량이 작으면 시공불능현상이 초래되기 때문에 햄머의 종류와 용량을 신중히 선정한다.

(3) 매입공법에서는 토질과 파일의 길이등 시공조건을 고려하여 시공법을 선정한다.

3. 사전조사 및 준비공사

: 파일공사에 앞서 책임기술자의 지시에 따라 다음과 같이 충분한 사전조사 및 준비공사를 하여야 한다.

(1) 수도, 가스, 전선의 배관, 매립지반에서의 전석, 콘크리트괴 등의 지하장애물의 존재 및 지상의 공작물 상황을 사전에 조사하여 사고의 발생을 사전에 예방한다.

(2) 설계시 결정된 시공법이 그후의 조사 등에 의하여 상황의 변화도 있을수 있으므로 시공전에 한 번 더 시공법의 적정성을 재검토하고 확인하는 것이 필요하다.

(3) 향타기의 접지압은 10tf/m² 이상이면 위험하므로 향타기가 작업중에 기울어질 위험이 있는 지점에서는 미리 확실

한 동바리를 만드는 등 시공기계가 설치될 지점을 개량한다.

(4) 배에서 타입하는 경우에는 될 수 있는대로 배가 흔들리지 않도록 장치한다.

4. 기계의 점검정비

(1) 시공에 적용되는 기계는 각각 안전, 정확, 신속하게 작업을 할 수 있도록 사전에 점검 장비를 하여야 한다.

(2) 항타대는 파일을 바르게 소정의 방향으로 타입 또는 압입하기 위하여 가이드의 방향을 정확하게 유지하고 작업중 해로운 진동, 이동, 기울어짐이 생기지 않도록 설치하여야 하며 필요하면 고정용 줄을 충분히 안전을 고려하여 설치한다.

(3) 드롭파일햄머, 디첼파일햄머 또는 유압파일햄머에 의한 항타기에는 햄머의 낙하높이를 멀리 떨어진 곳에서도 정확히 읽을수 있도록 하여야 하며 특히 낙하고를 읽는 눈금은 아래로부터 경사로 올려보기 때문에 그 눈금의 조정을 고려하여야 한다.

(4) 레일주행식 항타대의 주행레일을 수평으로 부설한다.

(5) 한 개의 항타대로 굴착과 타격, 압입 등을 병용하는 경우에는 무게중심이 앞쪽으로 기울기 때문에 넘어지지 않도록 하여야 한다

세우기

1. 파일의 설계도면 및 시공계획서에 따라서 정확히 세워야 하며 파일의 축방향이 연직 또는 설계상 규정된 경사각으로 세워지는 것이 정확한 타입을 위한 제 1의 조건이다. 정확한 세우기를 행하기 위하여서는 다음 항목에 특히 주의를 기울인다.

(1) 정확한 기준틀을 설치하고 중심 맞추기가 용이하여야 한다.

(2) 경사 및 요철이 심한 장소에서 파일을 세우는 경우에는 중심위치에 구멍을 파는 등 적당한 고정방법을 강구하여야 한다.

(3) 파일을 세운후 수직도 검측은 서로 다른 두방향에서 시행하는 것이 좋다.

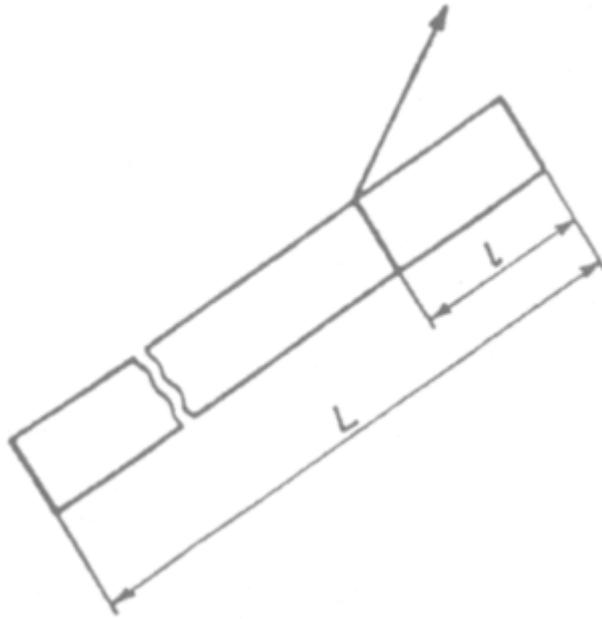
2. 파일이 가적치장에서 2단으로 적재되어 있는 경우 그 상단으로부터 직접 권상하면 선단이 지면에 낙하할 때 충격에 의하여 파일을 손상시킬 수 있기 때문에 2단적재를 피하던가 적당한 방법에 의하여 미리 평탄한 지반에 내려 놓은 후 이동하여야 한다.

또한 세울 때 파일이 받침목 등의 지상장애물을 넘어야 하는 경우에도 파일에 손상을 줄 수가 있기 때문에 주의하지 않으면 안된다.

3. 선단폐쇄파일을 타입하는 경우 중공부에 물이 차있는 채로 타입하는 경우 Water Hammer에 현상에 의하여 종균열이 발생할 수도 있기 때문에 주의하여야 한다.

4. 파일을 세우기 위하여 매다는 점의 위치는 파일의 자중에 의하여 발생하는 휨모멘트가 최소가 되는 점인 파일길이의 3/10L 지점이 가장 안전하지만 실제현장 작업에서 불편하기 때문에 균열에 대하여 저항할 수 있도록 최소한 2m 이상이 되도록 하여야 한다. 특히 길이가 긴 파일을 매달 때에는 충격을 가하지 않도록 최대한 주의하여야 한다.

그림-1. 파일의 매다는 위치



5. 파일을 세울 때에는 매다는 점이 미끄러지거나 벗겨지지 않도록 확실히 유지하고 항타대의 정면에서 가만히 들어올린 후 파일의 선단을 소정의 위치에 놓고 세운다.

본항타

타입공법에서 피일을 한본 단독으로서 시공되는 경우를 제외하고 일반적으로 군파일로 타입

시공하는 경우에는 타입순서가 문제가 되는 경우가 있다. 시공지반에 따라서는 시항타 결과 충분한 용량을 가졌다고 생각 되는 타입설비를 사용하여도 타입이 곤란한 경우가 있다, 이것은 대부분의 경우 타입에 의한 지반의 다짐효과가 발생 타입 저항이 증가하기 때문이다. 따라서 파일이 마찰파일 또는 다짐파일의 작용을 기대하는 경우와 선단지지파일로 하는 경우는 각각 시공순서가 다르게 되므로 파일의 구조, 지반의 상황 등을 총합적으로 책임기술자의 판단에 따라 어느 위치에서 어느 방향 및 깊이로 시공하는지를 결정하여야 한다.

1. 공통사항

(1) 항타기는 파일의 종류에 따라 적당한 타격력을 얻을수 있는 것을 선정한다.

(2) 타입공법에 의하여 파일을 타입하는 경우에는 파일, 캡, 햄머의 각 축선이 일치하지 않으면 편타의 원인이 되므로 쿠션 재의 교환등 충분한 조정을 행한후 파일머리에 쿠션, 캡 및 햄머를 가만히 놓아서 각 축이 타입방향에 일직선이 된 것을 확인하여야 한다.

(3) 타입중 파일의 기울어짐에 주의하고 햄머의 가로흔들림, 파일머리의 편심타격을 방지하여 소정의 방향으로 타입되도록 해야 한다. 특히 배에서 타입하는 경우 배의 요동에 의한 파일 머리의 편심타격에 주의하여야 한다.

(4) 시공중에는 햄머의 낙하방향과 캡 및 파일의 축은 항상 동일 직선상에 있도록 주의하여야 한다.

(5) 지반에 따라서는 파일을 타입하는 도중에 타입을 중지하면 시간이 경과하면서 파일의 주면마찰력이 증가하여 타입이 곤란한 경우가 있기 때문에 1개의 파일을 타입하기 시작하면 도중에 중지하는 일이 없이 연속해서 그 파일의 타입을 끝내는 것을 원칙으로 한다.

(6) 파일을 타입중에 타입되어 있는 파일 또는 그 부분의 파일이 부상하거나 횡이동하는 경우에는 책임기술자와 협의하여 적절한 조치를 취하여야 한다. 타입중에 파일이 부상하는 경우는 햄머를 될수있는 한 긴시간동안 파일머리에 올려 놓던가 선단부에 구멍을 뚫어 흙을 중공부로 침투시키는 것으로 방지할 수 있다. 또 부근의 파일이 횡이동 하는 경우나 부상하는 경우에는 프리보링비용 타격공법이나 매입공법 등의 공법변경을 포함한 대책을 강구하여야 한다.

(7) 연약지반에 파일을 타입하는 경우에는 파일에 인장력이 작용하는 경우가 있다. 특히 길이가 긴 파일을 중간에 있는 비교적 단단한 지층을 뚫고 시공하는 경우에 파일에 횡균열이 발생할 수가 있기 때문에 햄머의 낙하고를 가능한한 작게 하여 타격하여야 하며 이와 같은 지반에 있어서는 인장력에 강한 프리스트레스가 큰 B종 이상의 파일을 사용하는 등 설계에 충분한 주의를 필요로 한다.

(8) 항타작업중에 쿠션이 파손된 경우에는 즉시 교환하여야 하며 또 리더가 경사진 경우에는 즉시 교정하여야 한다.

(9) 프리보링비용 타격공법을 적용하여 파일구멍을 굴착하는 경우에는 프리보링지름은 파일지름 또는 그 이하로 하며 굴착기구의 급속한 상하운동시 주변 및 선단지반이 교란되어 파일의 연직지지력과 수평지지력의 저하 원인이 되므로 주의하여야 한다. 또한 프리보링 지름 및 굴착깊이는 책임기술자의 지시에 따른다.

(10) 사용하는 각 햄머별 특징은 다음과 같다.

구 분	드롭파일 햄머	디젤파일 햄머	유압파일 햄머
특 징	<ul style="list-style-type: none"> - 설비가 간단하다. - 고장이 적다. - 파일의 두부가 손상되기 쉽다. - 타입길이에 한계가 있다. - 편심되기 쉽다. - 타입속도가 늦다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 큰 타격력이 얻어진다. - 작업능률이 높다. - 연약지반에서는 능률이 떨어진다. - 타격소음이 크고 기름연기의 비산을 동반한다. - 램의 낙하고 조절이 곤란하다. 	<ul style="list-style-type: none"> - 램의 낙하고를 자유로이 조절이 가능하다. - 타격소음이 적고 기름연기의 비산이 없다. - 타입속도가 디젤햄머에 비하여 늦다.

2. 디젤파일햄머로 타입하는 경우

- (1) 디젤파일해머로 타입하는 경우에는 최초로 수회타격하여 파일의 타입방향을 확인한 후 연속으로 타입한다. 이는 최초부터 연속타격을 행하면 파일이 경사지거나 휨이 발생하기 쉽기 때문이다.
- (2) 파일을 파손시키지 않기 위하여서는 타격응력이 파일의 콘크리트 강도를 고려한 한계를 넘지 않도록 타격력을 관리하여야 하며 파일경에 대한 적절한 해머기종의 선정과 안전한 타격력의 관리를 필요로 한다. PHC Pile의 타격력 관리는 아래의 표를 참조하길 바라며 아래표는 파일의 한계치를 적용하여 작성하였기 때문에 시공에 있어서는 안전율을 고려하는 것이 바람직하다.

표-1. 디젤해머에 의한 PHC Pile 타입시 항타기종 선정도표

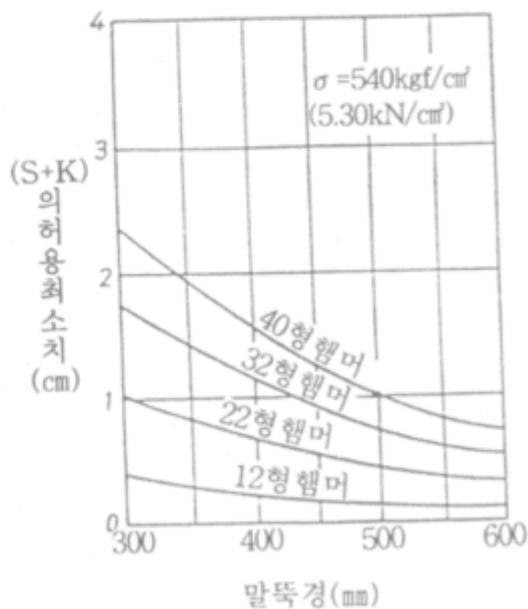
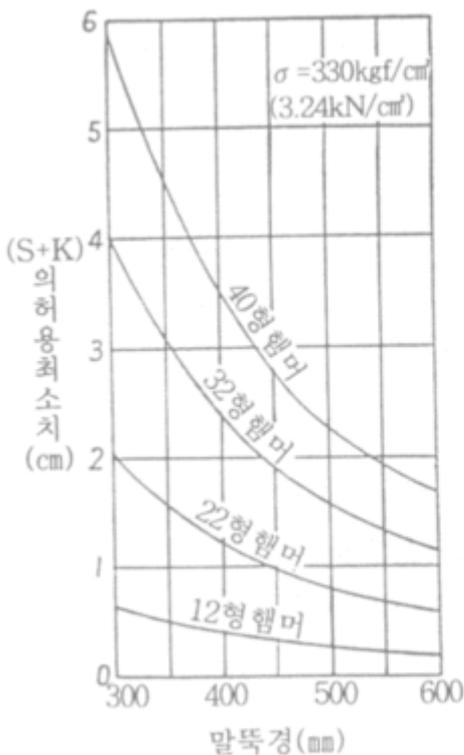
구 분	S + K의 허용최소치 (Cm)			
	12형 해머	22형 해머	32형 해머	40형 해머
ψ 300	0~1.0	1.0~1.8	1.8~2.3	2.3이상
ψ 350	0~0.8	0.8~1.4	1.4~1.9	1.9이상
ψ 400	0~0.6	0.6~1.2	1.2~1.6	1.6이상
ψ 450	0~0.5	0.5~0.8	0.8~1.2	1.2이상
ψ 500	0~0.4	0.4~0.7	0.7~1.0	1.0이상
ψ 600	0~0.3	0.3~0.8	0.6~0.8	0.8이상

비고 : S=최종1타당 관입량, K=최종1타당 리바운드량

그림-2. 디젤해머에 의한 말뚝타입시 항타기종 선정도표

PC말뚝을 타입하는 경우

PHC말뚝을 타입하는 경우



3. 유압파일햄머로 타입하는 경우

- (1) 유압파일 햄머는 그 램의 중량이 비교적 크기 때문에 파일의 연직성이 불안정한 초기단계에 램의 낙하고를 크게 하면 1타격당 관입량이 크게되기 때문에 파일이 경사질 우려가 있으므로 낙하고를 10~20Cm 정도로 작게하여 파일의 관입상태를 관찰하여 타입한다.
- (2) 유압파일 햄머의 램의 최대 낙하고는 파일의 종류에 따라 적당히 선정하여야 하며 그 선정방법은 아래표와 같다.

표-2. 유압파일 햄머의 최대낙하고 선정도표

구 분	ψ300	ψ350	ψ400	ψ450	ψ500	ψ600	ψ700~800
65형	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.9	0.9~1.0	1.0~1.2	1.2	-
80형	0.2~0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	0.7~0.8	0.8~1.0	1.0!1.2	-
105형	-	-	0.4~0.5	0.5~0.6	0.6~0.8	0.8~0.9	0.9~1.2
125형	-	-	0.3~0.4	0.4~0.5	0.5~0.6	0.6~0.8	0.8~1.2

4. 드롭파일햄머로 타입하는 경우

- (1) 드롭파일햄머로 타입하는 경우에는 파일이 흔들리기 쉬워 파일이 경사지거나 좌굴 등을 일으킬 염려가 있으므로 초기 관입시에 파일이 흔들리지 않도록 가만히 두들기기 시작하여 파일의 타입방향을 확인한 후 소정의 타격을 행하여야 한다.
- (2) 드롭파일햄머의 낙하고는 원칙적으로 2m 이하로 한다. 이는 타격에 의한 파일의 파손없이 안전하게 소정의심도까지 타입하기 위함이다. 파일이 타격에 의하여 받는 내부응력은 파일의 종류, 지반, 향타기의 종류에 따라 다르지만 이들 조건을 종합하여 적당한 함마의 중량을 결정하여야 한다. 타격에너지가 동일하여도 가벼운 햄머로 2m를 초과하는 낙하고로 파일을 타입시 파손될 염려가 있다.
- (3) 드롭파일 햄머에 의한 PHC Pile 타입시 한계 타격에너지를 선정하기 위하여는 아래의 도표를 참고한다.

표-3. 드롭햄머에 의한 PHC Pile 향타시 한계타격에너지 선정도표

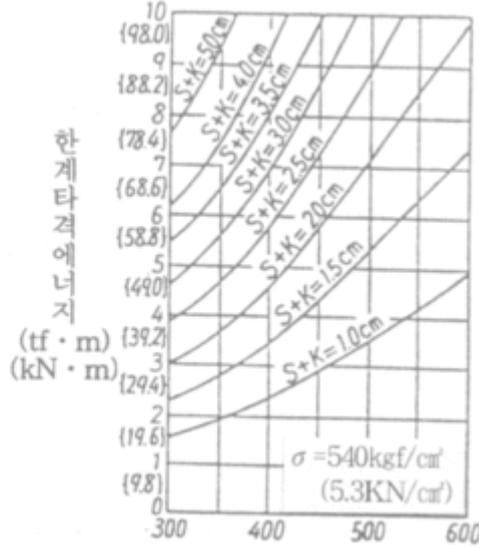
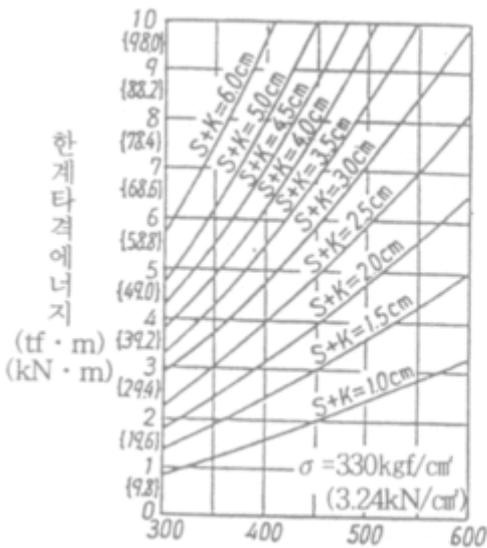
S+K (Cm)	파 일 의 규 격					
	ψ300	ψ350	ψ400	ψ450	ψ500	ψ600
1.0	1.6	1.9	2.3	2.8	3.5	4.2
1.5	2.3	2.7	3.3	4.2	5.3	6.3
2.0	3.0	3.7	4.5	5.7	7.1	8.5
2.5	3.8	4.7	5.7	7.2	8.9	-
3.0	4.7	5.6	6.8	8.6	-	-

3.5	5.5	6.6	8.0	9.8	-	-
4.0	6.2	7.5	9.2	-	-	-
5.0	7.7	9.3	-	-	-	-

그림-3.드롭햄머에 의한 항타시 한계타격에너지 선정도표

PC말뚝을 타입하는 경우

PHC말뚝을 타입하는 경우



4. 타입중지 관리

1. 파일의 허용지지력 판정은 책임기술자의 종합적 판단에 의하여 하여야 하며 일반적인 방법으로는 다음과 같다.

- (1) 재하시험에 의한 방법
- (2) 정역학적 지지력 산정식에 의하여 산정하는 방법
- (3) 동역학적 지지력 산정식에 의하여 산정하는 방법으로 나눌 수 있다.

동역학적 지지력 산정식에 의한 방법은 타격에너지와 관입량, 리바운드량 등을 측정하여 지지력을 산정하고 토질주상도를 참고로 하여 타입정지 관리를 행하는 시공관리상의 유효한 방법으로서 비교적 많이 사용되는 산정식으로는 아래와 같이 3가지 식이 있으나 지반에 따라서 구해지는 동역학적 지지력이 큰 차이가 나는 경우도 있으므로 각각의 산정식을 비교 검토하여 사용하는 것이 좋다.

보조항타기를 사용하는 경우에는 실적을 고려하여 아래의 식을 수정사용하고 유압햄머를 사용할 때에는 각각의 지반에서 시험파일을 시공하고 그 결과를 검토하여 타입정지 관리의 판단자료로 사용한다.

1) 건축기준법 시행령식

$$F$$

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

여기서 Ra = 파일의 장기허용지지력(tf)
 F = 햄머의 타격에너지(tf.m)
 S = 파일의 최종 1타당 관입량(m)

2) Hiley 식

$$R_u = \frac{e_f \cdot W_h \cdot H \left[1 - \frac{W_p}{W_h + W_p} (1 - e^2) \right]}{S + \frac{1}{2}}$$

여기서 Ru = 파일의 극한허용지지력 (tf)
 ef = 햄머의 효율(유압, 디젤햄머 : 0.7, 드롭햄머 : 0.5)
 Wh = 햄머 또는 램의 중량 (tf)
 Wp = 파일의 중량(tf)
 H = 햄머의 낙하고(Cm) 단, 디젤, 유압햄머는 2H로 한다.
 K = 최종 1타당 리바운드량(Cm)
 e = 반발계수(콘크리트파일 : 0.25)

3) 도로교 시방서식

$$R_a = \frac{1}{3} \left(\frac{A \cdot E \cdot K}{e_o \cdot l} + \frac{N \cdot U \cdot l}{e_f} \right)$$

여기서 Ra = 파일의 장기허용지지력 (tf)
 A = 파일의 실단면적 (㎡)
 E = 파일의 영율(tf/㎡)
 l = 파일의 길이(m)
 U = 파일의 주장(m)
 N = 파일 주면의 평균N치
 K = 최종 1타당 리바운드량(m)
 eo, ef = 보정계수로 표.1과 같다
 표 1. 보정계수

시공의 종류	eo	ef
--------	----	----

타입파일	Wh 2 ----- Wp	2.5
중굴최종타입파일	Wh 4 ----- Wp	10

비고 : 보조항타기를 사용하는 경우 Wp는 이를 포함한 중량이다.

5. 파일머리의 처리(두부정리)

파일은 상부구조와 접속되어 상재하중을 지지반에 전달하여 그 성능을 발휘하는 작용을 하므로 파일머리의 처리 방법과 접합방법은 대단히 중요한 부분이므로 설계도면에 따라 책임기술자의 지시에 의해 처리하여야 한다.

1. 처리방법

파일머리의 처리방법은 크게 다음과 같이 분류되며 현장의 상황이나 작업여건, 구조계산등에 의한 안정성을 확인후 적절한 방법을 선택하여 실시하여야 한다.

- (1) 햄머에 의한 파쇄
- (2) 파일 Cutter에 의한 파쇄
- (3) 다이아몬드 Cutter에 의한 파쇄

2. 파일의 두부정리시 다음항목에 특히 주의하여 실시하여야 한다.

- (1) 항체에 발생하는 미세균열과 이로인한 항체의 강도저하
- (2) PC 강재의 응력저하에 의한 유효 프리스트레스량의 감소
- (3) 절단면의 불균일성에 의한 상재하중의 지지력 불균일

3. 상기 (2)번에서의 문제점에 대한 대책으로 다음과 같이 두부정리를 행하는 것이 좋다.

- (1) 파일머리를 절단하는 경우는 절단면아래 10~20Cm의 위치에 고정밴드를 감아 설치하고 항체를 항상 구속시켜 놓는다.
- (2) 파일 두부정리 방법에 따라 구멍을 내어 두부정리 하는 경우에는 축근의 위치를 확인하고 그것을 피해 가능한 한 많은 구멍을 뚫고 파쇄방식에 의한 경우에는 파일머리로부터 절단위치르 향하여 파쇄작업을 행한다.
- (3) 파일머리의 콘크리트 제거는 한쪽손으로 작업이 가능한 정도의 무게인 햄머를 사용하고 특히 축근을 타격하지 않도록 주의할 필요가 있다.
- (4) 축근을 남겨둔 상태에서 절단면의 상부를 넘어 쓰리지 말아야 한다.
- (5) 파일머리 절단시 팽체에 과대한 균열이 발생하는 경우는 그 정도에 따라 적절한 조치를 강구한다. 특히 프리스트레스 콘크리트 파일인 경우에는 Footing의 두께 증가등 특별한 조치를강구할 필요가 있다.

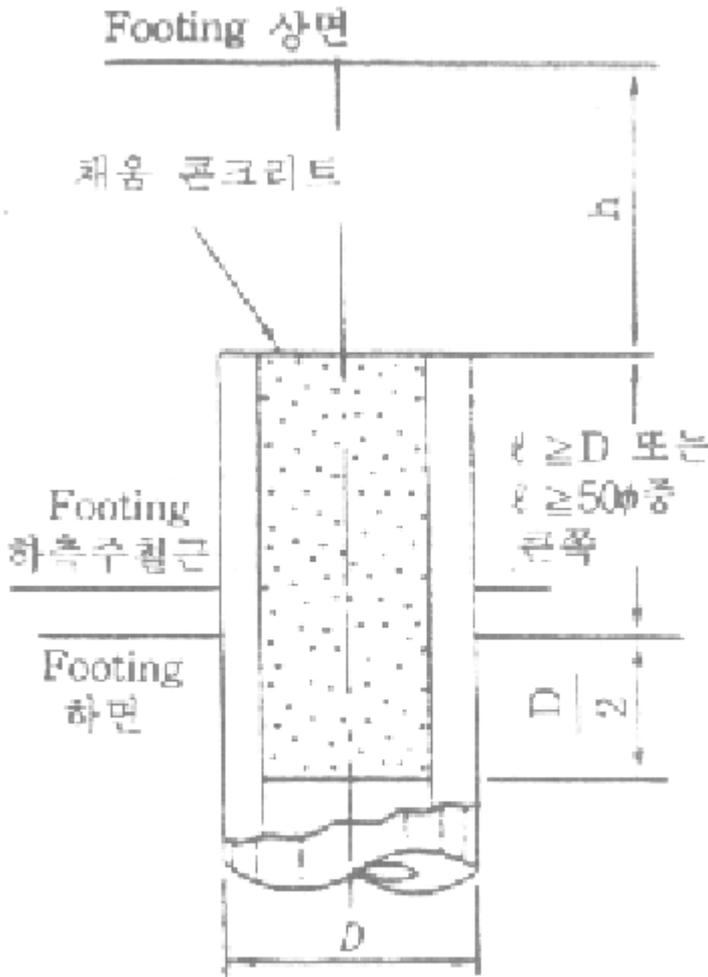
4. 파일과 Footing의 연결방법은 아래와같이 크게 두가지 방법으로 구분한다.

(1) A방법

Footing중에 파일을 일정길이만 매입, 매입된 부분에 의하여 파일머리에 발생하는 휨모멘트에 저항하는 방법으로 파일머리의 매입길이는 파일경 이상이어야 한다.

상세한 내용은 [여기](#)를 참조하시길 바랍니다.

그림-1. 방법 A



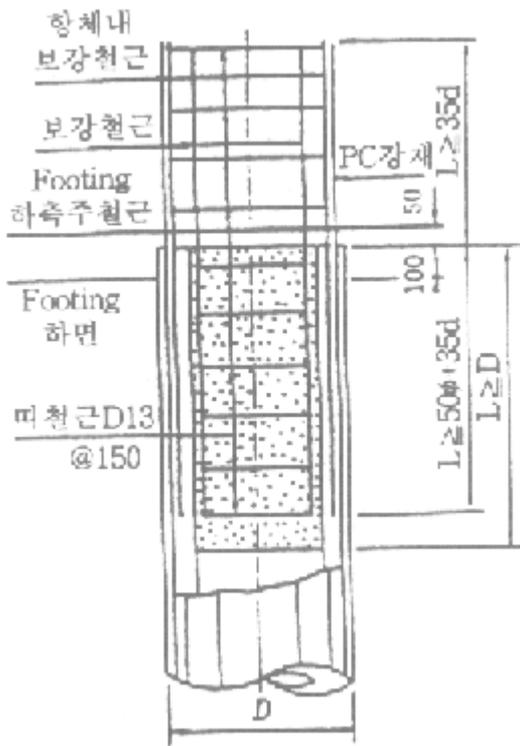
29 -

(2) B방법

Footing중에 파일을 매입하는 길이를 최소화 하기위하여 보강철근에 의하여 파일머리에 발생하는 휨모멘트에 저항하게 하는 방법으로 매입길이는 일반적으로 10Cm로 한다.

상세한 내용은 [여기](#)를 참조하시길 바랍니다.

그림-2. 방법 B



6. 이음(용접이음)

1. 파일의 이음은 원칙적으로 용접이음을 행하며 용접부의 일반적인 구조는 다음과 같다.

도-1. 용접이음부 구조도

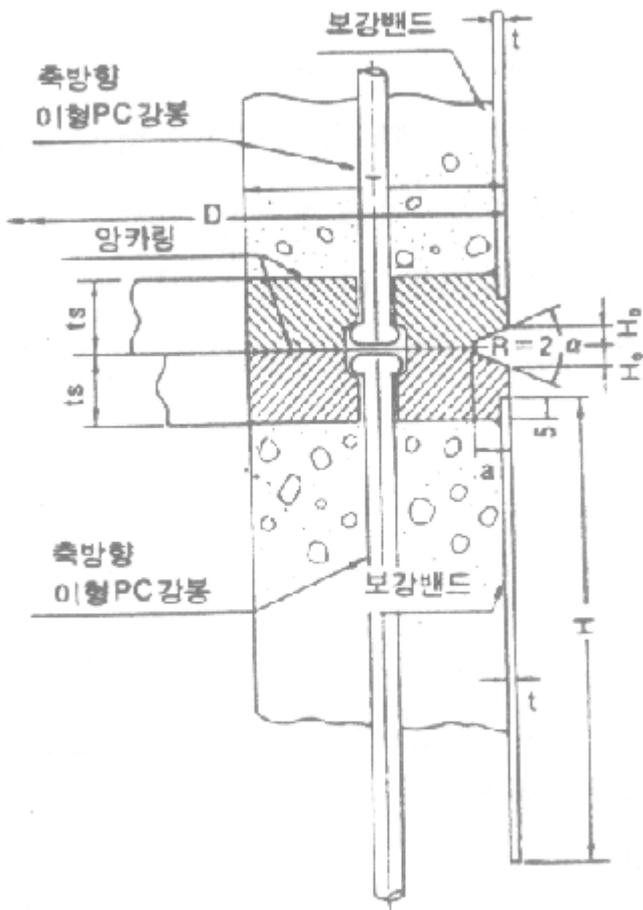


표-1. 용접이음부 표준 치수표

파일외경 (D)	파일두께(T)		보 강 밴 드		용 접 부		
	PC 파일	PHC파일	H	t	Ho	a	α
300	60	60	100	1.6	4.2	8.0	38°
350	65	60	100	1.6	4.2	8.5	35°
400	75	65	100	1.6	4.2	9.5	31°
450	80	70	100	1.6	4.4	10.0	31°
500	90	80	100	1.6	4.4	11.0	29°
600	100	90	100	1.6	4.4	12.0	26°

비고 : 제조회사의 사내규격에 의하여 다소 차이가 발생될 수 있음

2. 타입공법에 있어서 하파일이 어쩔 수 없이 경사진 경우에는 상파일의 축선이 동일직선상에 있도록 하고 그 상태로 타입하여야 한다.

3. 용접이음

(1) 용접은 파일의 기능상 해로운 결함이 생기지 않도록 적절한 준비와 조건하에 정확하게 시공하여야 한다.

(2) 용접은 원칙적으로 아트용접으로 하며 용접방법은 크게 수동용접과 반자동용접으로 나누며 이에 사용하는 용접봉은 표-2에 적합한 것 또는 이와 동등이상의 성능이 있는 것으로 하여야 한다.

표-2. 용접봉 및 와이어 종류와 지름

수 동 용 접			반 자 동 용 접	
종 류	층	봉지름 (mm)	종 류	와이어지름(mm)
KSD 7004(연강봉피복아크 용접봉)의 E4301 알루미늄 나이트계 또는 E4316 저수 소계	1층째	4 이하	연강 및 50킬로 고장력강 아크용접봉 플렉스드 와 이어의 1종	2.4
	2층이후	4~6		3.2

4. 용접공

용접공은 KSB 0885(용접기술 검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준) 또는 이와 동등이상의 기술시험에 합격한 자로 한다.

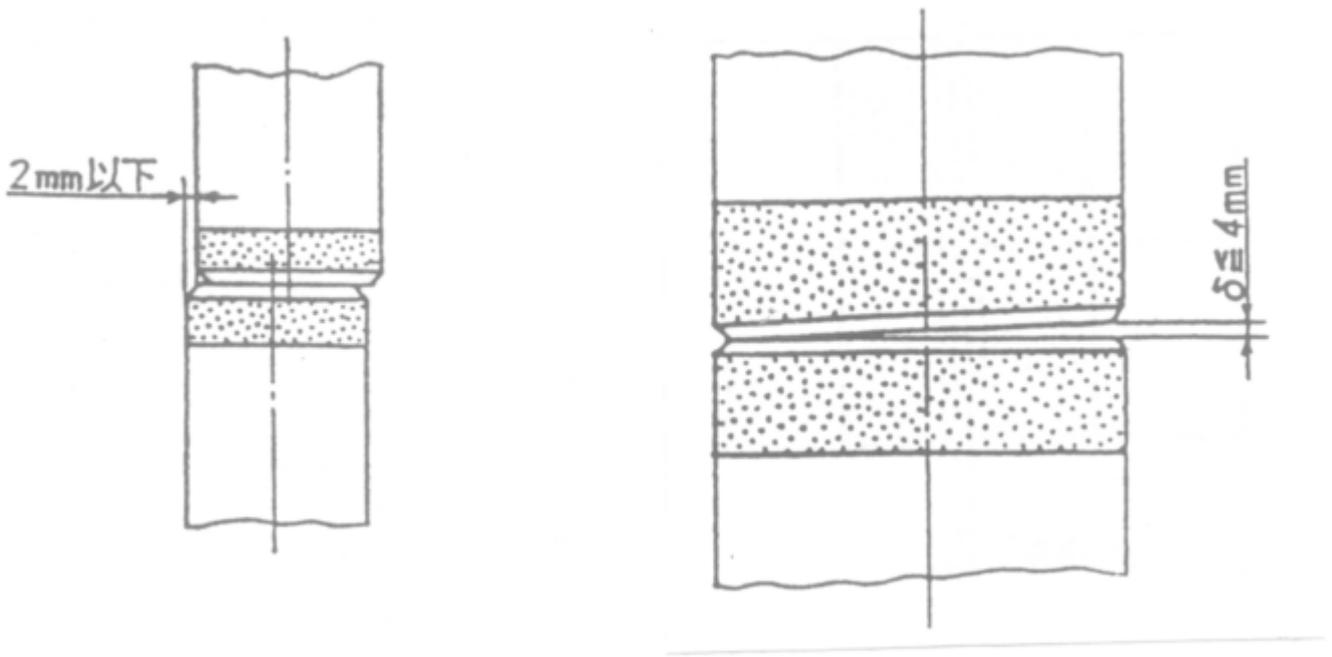
5. 준비작업

(1) 필요한 용접기 외에 이음부의 손질, 건조, 청소, 필요한 검사 기구, 보안공구 및 기구를 용접전에 현장에 준비해야 한다.

(2) 이음부는 변형이 있으면 이것을 수정하고 용접부 및 그 주위는 청소를 행하여야 하며 특히 용접면 및 인접부분에 부착된 진흙, 먼지, 기름, 도료, 수케일 등은 철술, 망치, 그라인더 등으로 제거하고 수분은 건조시켜야 한다. 또한 작업중 용접공이 항상 안전하게 작업할 수 있도록 안전조치를 강구하여야 한다.

6. 이음부의 편심량 및 허용간격

그림-2. 이음부의 편심량 허용치 및 허용간격의 최대치



(1) 이음부의 편심허용량은 파일외경의 편심량을 기준으로 하여 2mm 이하로 하여야 한다.

(2) 상파일과 하파일을 연결할 때 발생하는 틈 즉, 이음부의 허용간격 최대치는 4mm 이하로 관리 하여야 한다. 이음부의 간격이 4mm 이상인 경우에는 살을 붙이는 등 간격을 좁힌후 용접을 행한다.

7. 용접작업

(1) 용접 시작점은 열량부족에 의하여 용접불량 또는 스래그 침입등이 발생하기 쉽기 때문에 특히 주의가 필요함 마지막 용접부분은 곰보, 치수부족등이 생기기 쉽기 때문에 유의하여 시공하고 시작부분과 접속부분은 용착 단면이 균일하고 연속되도록 시공하여야 한다.

(2) 파일을 타입하는 경우 이음부의 용접작업이 쉬운높이(지상 약70Cm)d에 이음부를 두는 것이 좋다.

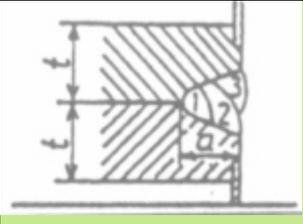
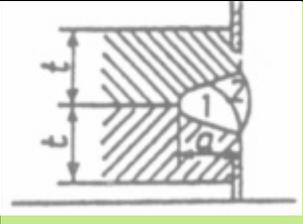
(3) 상하 파일의 특선이 동일선상에 있도록 잘 맞춘후 가용접을 행하고 그 길이는 40mm 이상으로 한다. 가용접은 본용접과 같이 중요하므로 완전하게 되지 않았을 경우에는 본용접 전에 완전하게 제거하여야 한다.

(4) 용접완료후 외관검사에서 해로운 중대결함이 발견되었을 경우는 그 부분을 그라인더 등으로 완전히 제거한 후 재용접하여 수리하여야 하며 드께부족 언더컷등 그외의 결함을 발견하였을 때에는 살을 붙여 보수하여야 한다.

(5) 콘크리트파일을 반자동 아크용접에 의한 용접작업을 하는 경우 그 용접조건은 표-3의 예를 참고로 하는 것이 좋다.

표-3 콘크리트 파일의 반자동아크 용접 조건에

용접판두께 (mm)	용접깊이 (mm)	형상	용접층수	전 류 (A)	전 압 (V)	용접속도 (Cm/min)

16	12		1	350~420	26~30	25~35
			2	350~420	26~30	25~35
			3	350~420	26~30	25~35
12	7		1	350~420	26~30	25~30
			2	350~420	26~29	25~35

(6) 비, 눈으로 인하여 몸체가 젖을 때 또는 초속 10m이상의 바람이 불고 있을 때에는 용접해서는 안된다. 다만, 용접부 및 용접공이 날씨의 영향을 받지 않도록 충분한 방호설비를 한 경우에는 책임기술자의 승인을 받아서 용접을 실시할 수 있다.

(7) 기온이 +5°C 이하인 경우에는 용접을 해서는 안된다. 다만 기온이 +5°C ~ -10°C의 경우에 용접부에서 100mm 이내의 부분이 모두 +36°C이상으로 예열된 경우에는 지장이 없다. 예열에는 통상 가스를 이용하고 용접선으로부터 100mm 범위내의 모재부분을 예열한다.

(8) 용접을 완료한 후 향타는 용착금속의 급냉을 방지하기 위하여 용접후 약 1분이상 경과한 후 실시하는 것이 좋다.

(9) 파일의 용접이음에 대하여 용접조건 및 용접작업은 향타기록지에 기록하여 보관한다.

7. 시공중의 처리(대처방법)

1. 시공중 파일이 소정의 위치에서 벗어나거나, 기울어지거나, 현저하게 파손된 경우에는 책임기술자의 지시에 따라 조치하여야 한다.

2. 파일선단에 전석 등의 장애물이 존재하는 경우에는 파일이 경사지게 관입되거나 파일에 횡균열이 발생할 수 있으므로 시공을 중지하고 책임기술자의 지시에 따라 조치하여야 한다.

(1) 장애물이 표토부근에 존재하고 제거 가능할 때에는 이것을 제거하고 작업을 재개할 필요가 있다.

(2) 장애물의 제거가 어려운 경우에는 지반상황에 적합한 파일선단 구조로 변경 대처할 수 도 있다.

3. 장애물이 아니지만 특수한 점성토 지반에 폐쇄형 슈를 사용하는 경우 리바운드 량이 커 타입이 어려운 경우가 있다. 이런 경우에는 파일 선단을 반 개방형으로 하여 흠을 중공부에 침입시키는 방법으로 소정의 위치까지 파일을 관입시킬수 있는 경우가 있으나 파일 중공부에서 다져진 흠의 내압에 의하여 파일에 종균열을 발생시킬 수 있기 때문에 주의가 필요하다. 이 경우 반개방형 선단부의 구멍크기는 외경의 1/5정도가 적당하다.

8. 작업의 안전

(1) 작업원은 항상 규정에 따라 작업을 수행하고 안전에 대해서 주의해야 한다.

- (2) 기계를 시동할 때 및 전원스위치를 넣을 때에는 주위의 상황을 확인하여야 하며 작업원 전원에게 알려야 한다.
- (3) 전력설비 및 시공장치 등 전기계통의 보수, 점검을 철저히 하고 누전, 감전 등의 사고방지에 주의하여야 한다.
- (4) 절토된 곳에서 파일을 시공하는 경우는 흙막이가 충분히 안전한가를 확인해야 한다.
- (5) 굴착 등으로 지반이 이완된 장소에서는 시공기계를 주행할 때 충분히 주의하고 시공기계가 넘어지지 않도록 주의하여야 한다.
- (6) 철도, 도로, 고압전선, 전등선, 통신선, 지하매설물, 건축물, 구조물 등에 근접하여 작업할 경우에는 이들에 손상을 주지 않도록 주의하고 파일 및 시공기계의 전도방지에 주의해야 한다.
- (7) 작업을 일시 중지하는 경우에는 햄머를 지상에 내려 놓아야 한다. 또한 굴착구멍의 근처지반이 이완된 장소에 시공기계를 방치해서는 안된다. 특히 폭풍우 등의 위험이 있을 경우에는 항타대가 넘어지지 않도록 해야 한다.

9. 기록

파일 시공에 있어서는 시공이력을 보존하여 지지력, 토층상황등을 판단하기 위한 자료로 하기 위하여 기록자료를 다음의 참고도와 함께 보존한다.

1. 시공기록지

각 시공회사별로 정하여진 양식에 의하여 기록하며 보통 다음의 사항을 포함하는 것이 좋다.

(1) 참고도

- 1) 공사장소 위치도
- 2) 파일 배치도(파일 시공순서 포함)
- 3) 파일 구조도(단면치수, 배근, 이음위치 및 구조도)
- 4) 토질주상도

(2) 일반사항

- 1) 파일번호
- 2) 파일종류(상,중,하,단)
- 3) 파일규격(지름,두께,길이)
- 4) 햄머의 종류 및 규격
- 5) 오가의 굴착깊이

(3) 작업시간

- 1) 오가 굴착시간(파일의 종류별)
- 2) 보조항타기 사용시간
- 3) 용접시간

(4) 용접시공 기록

- 1) 기상조건(날씨,풍속,기온)

- 2) 사용 용접기 종류
- 3) 용접전압 및 전류
- 4) 용접와이어의 종류 및 규격
- 5) 용접자명
- 6) 용접검사 결과
- (4) 토질주상도
- (5) 파일 관입깊이
- (6) 파일 관입상태도
- (7) 타입기록
 - 1) 관입깊이별 햄머 낙하높이(m)
 - 2) " 누계 타격회수
 - 3) " 타격회수
 - 4) " 리바운드 량(mm)
 - 5) " 1타당 평균 침하량(mm)
 - 6) 시공시각 및 시간
 - 7) 타입중지 관리기록지(도마리 체크 기록지)
- (8) 최종기록
 - 1) 관입깊이(m)
 - 2) 햄머 낙하높이(m)
 - 3) 침하량 S(mm)
 - 4) 리바운드량 K(mm)
 - 5) 지지력 Ra(tf)
 - 6) 지지력 산정식
- (9) 기타