

# 고강도 H 말뚝 기술서



2001 . 7 . .

인천제철주식회사

## 목 차

1. 일반사항
2. H 말뚝의 특징
3. H 말뚝의 적용지반
4. H 말뚝의 적용효과
5. H 말뚝규격 및 단면성능
6. H 말뚝 허용하중
7. H 말뚝 적용실적

## 1. 일반사항

구조물의 하중을 안전하게 지반에 전달하기 위하여 말뚝이 보편적으로 사용되고 있으나, 최근 택지난등으로 현장의 지반조건은 더욱 열악해져, 이에 적합한 다양한 말뚝공법이 요구되고 있는 실정이다.

이에 유럽.동남아등지에서 일반화되어, **PHC**,강관말뚝보다도 보편적으로 사용되고 있는 **H말뚝**을 적용함으로서 효율적인 말뚝시공이 가능하다.

H말뚝은 항타관입성이 좋고,배토성이 거의없어 주변말뚝에 영향을 주지않으며 시공성이 우수하여, 경제적이며 확실한 말뚝시공을 실현할 수 있다.

## 2. H말뚝의 특징

항목	내 용
높은지지력	재료의 강도가 크므로 큰 타격력으로 경질지반까지 관입할 수 있어 높은지지력을 얻을 수 있다.
관입성	독특한 형상(H 형상)으로 인하여 같은 항타에너지에서 타 말뚝에 비하여 관입성이 우수하여 견고한 지반까지 관입이 가능하다.
비배토성	비배토성 말뚝으로 항타시 지반용기현상이 없고,수평토압에 의한 주변 말뚝에 유해한 영향을 끼치지 않는다.
시공성	관입성이 좋아 시공성이 향상되고, 별도의 쿠션재가 필요없고 말뚝절단,두부보강 및 이음이 간단하게 처리되고 상부 기초구조와의 연결이 용이하다.
말뚝선정	말뚝길이, 규격 및 강종이 다양하여 소요지지력에 맞는 말뚝선정이 가능하다.
운반.취급	M 당 중량이 작고,상.하차시 및 현장운반이 용이하며, 취급시 말뚝이 손상될 염려가 없다.
재활용성	두부정리 및 중과 등으로 인한 폐기물이 발생치 않고 잔재를 고철로 재활용할 수 있다.

### 3.말뚝선정

항목 \ 말뚝종류		PHC 말뚝	강관말뚝	H 형강 말뚝
1 분당 말뚝의 허용지지력(ton)		30~150	60~200	60~200
일반적인 사용말뚝길이(m)		10~30	20~50	10~30
일반적인 사용말뚝직경(cm)		30~60	40-70	25-35.
지 지 층 깊 이	5m 이하	△	X	X
	5m~10m	○	△	△
	10m~20m	○	○	○
	20m~30m	○	○	○
	30m~40m	△	○	△
	40m~50m	△	△	△
	50m~60m	△	△	△
중 간 층 상 태	점성토 N 값 < 4	○	○	○
	4~10	○	○	○
	12~20	△	○	○
	사질토 N 값 < 15	○	○	○
	15~30	○	○	○
	> 30	△	○	○
	자갈(호박돌) 5cm 이하	○	○	○
	5~10cm	△	△	○
	10~15cm	△	△	○
지 지 층 상 태	15cm 이상	X	X	△
	연암	-	-	-
	선단(N 값< 75 )	-	△	△
	사질토 N 값 30~50	○	○	○
	사질토 N 값 > 60	○	○	○
	자갈(호박돌) 5cm 이하	○	○	○
	5~10cm	△	△	○
	10~15cm	△	△	○
	15cm 이상	X	△	△
지 하 수	경사 30。 이하	△	○	○
	30。 ~ 45。	△	△	△
	선단피압수,복류수유출	○	○	○
기 타	소음진동	△	△	△

(일본건축학회 : 기초구조의 선정)

주) ○ 일반사용 △ 신중검토 X 사용불

가

### 3. H말뚝 적용지반

#### ○ 일반지반

내용	지반형상
관입성이 양호하여 풍화암 및 연암근처까지( $N > 50$ ) 항타가능하여 높은지지력 발휘	

#### ○ 선단 경질암반지반

내용	지반형상
연약층 아래 중간지반층 없이 바로 경질선단지반이 존재하는 지반 (선단지지층에 근입장 확보 지지 신뢰도 확보)	

#### ○ 조밀한 사질토지반

내용	지반형상
조밀한 사질토( $N > 30$ )가 분포로 직항타가 불가능하여 오투거 천공후 항타해야 하는 지반	

#### ○ 중간전석층 지반

내용	지반형상
지반중간에 15~30cm 이하의 자갈이나 전석층이 분포하여 직항타가 불가능한 지반	

--	--

○ 견고한 점토층 지반

내용	지반형상
견고한 점토층이 존재하여 배토로 인한 수평토압으로 말뚝이 손상 되거나 용기가 우려 되는 지반	

○ 실트층,연약층이 깊은 지반

내용	지반형상
배토로 인한 수평토압으로 주변말뚝이 기울거나 용기가 되는 지반	

○ 선단부가 풍화도가 크며 절리가 발달된지반

내용	지반형상
풍화도가 크며 절리가 발달되어,항타로 인한여 선단지지부 교란이 우려되는 지반	

○ 선단부의 경사진 지반

내용	지반형상
산악절개지 및 지지층 선단부가 30 - 45. 경사져서 미끄럼거동이 우려되는 지반	

○ 선단부의 전석층이 존재하는 지반

내용	지반형상
선단부에 전석층이 존재하여 지지력이 불확실한 지반	

--	--

#### 4. H 말뚝 적용효과

○ PHC 말뚝에 비하여 선단부의 확실한 관입이 가능하여 재료의 허용지지력을 최대한 발

휘 하므로 상부하중을 지지하는데 필요한 말뚝의 수량을 25%정도 줄일 수 있음.

종류	규격	통상허용하중	비고
H말뚝	H-244×252×11×11 H-290×300×10×10 H-294×302×12×12	80~90톤	SHK490M기준시 SHK490M기준시 SHK400M기준시
PHC말뚝	Φ 400	60~70톤	

○ 중간전석층, N 치가 높은 사질토, 매립층등 직항타가 불가능한 지반에서 SIP(프리

보링) 없이 직항타로 시공이 가능하므로 시공비를 60%정도 줄일 수 있음.

종류	규격	통상항타비(원/M)	비고
H말뚝	H-290×300×10×10 H-294×302×12×12	5,000	일반항타시
PHC말뚝	Φ 400	15,000	SIP적용시

○ 관입성이 좋아 개소당 항타수가 절반으로 줄어들어 공기 및 공사비가 절감된다.

종류	관입깊이	총타격수	평균 BPM(blow/m)
H말뚝(H-350×350)	29M	359	27.6
PHC말뚝(Φ 450)		771	96

○ PHC 말뚝에 비하여 M 당 중량이 2.8 배정도 가벼워 운송비 및 현장내 운반비 절감 되고

제품손상의 염려가 없음.

종류	규격	단위중량(kg/m)	비고
H말뚝	H-244×252×11×11	64.4	100%
PHC말뚝	Φ 400	180	280%

○ 취급불량 및 시공시 중과,두부잔재처리등에서 PHC 말뚝의 폐기물처리 비용 발생.

종류	규격	잔재량(1M/본당)	처리비용(원)
----	----	------------	---------

H말뚝	H-244×252×11×11	64.4KG	-6440(100천원/톤)
PHC말뚝	Φ 400	180KG	1710(25천원/M3)

## 5. H 말뚝규격 및 단면성능

### ○ 화학성분

종류의 기호	화 학 성 분 (%)				
	C max.	Si max.	Mn max.	P max.	S max.
SHK400	-	-	-	0.05	0.05
SHK400M	0.23		2.5*C	0.04	0.04
SHK490M	0.2	0.55	1.5	0.04	0.04

### ○ 기계적 성질

종류의 기호	두께	인장강도	항복점	연신율	비고
	(mm)	N/mm2	N/mm2	(%)	
SHK400	t≤ 16	400-510	245	17	
	t> 16		235	21	
SHK400M	t≤ 16	400-510	245	18	
	t> 16		235	22	
SHK490M	t≤ 16	490-610	325	17	
	T> 16		315	21	

### ○ 치수 및 단면성능

공칭치수 mm	표준단면치수 mm				단면적 cm <sup>2</sup>	단위 중량 kg/m	단면 2차 모멘트 cm <sup>4</sup>		단면 2차 반 경 cm		단면계수 cm <sup>3</sup>		표면적 m <sup>2</sup> /m
	H×B	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	r			I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>	
200×200	200×204	12	12	13	71.53	56.2	4,980	1,700	8.35	4.88	498	167	1.17
250×250	244×252	11	11	16	82.06	64.4	8,790	2,940	10.3	5.98	720	233	1.45
	250×255	14	14	16	104.7	82.2	11,500	3,880	10.5	6.09	919	304	1.46
300×300	294×302	12	12	18	107.7	84.5	16,900	5,520	12.5	7.16	1,150	365	1.74
	300×300	10	15	18	119.8	94.0	20,400	6,750	13.1	7.51	1,360	450	1.75
	300×305	15	15	18	134.8	106	21,500	7,100	12.6	7.26	1,440	466	1.76
350×350	338×351	13	13	20	135.3	106	28,200	9,380	14.4	8.33	1,670	534	2.02
	344×354	16	16	20	166.6	131	35,300	1,800	14.6	8.43	2,050	669	2.04
	350×350	12	19	20	173.9	137	40,300	13,600	15.2	8.84	2,300	776	2.04
	350×357	19	19	20	198.4	156	42,800	14,400	14.7	8.53	2,450	809	2.06
400×400	388×402	15	15	22	178.5	140	49,000	16,300	16.6	9.54	2,520	809	2.32



	394×405	18	18	22	214.4	168	59,700	20,000	16.7	9.65	3,030	985	2.33
	400×400	13	21	22	218.7	172	66,600	22,400	17.5	10.1	3,330	1,120	2.34
	400×408	21	21	22	250.7	197	70,900	23,800	16.8	9.75	3,540	1,170	2.35
	414×405	18	28	22	295.4	232	92,800	31,000	17.7	10.2	4,480	1,530	2.38
	428×407	20	35	22	360.7	283	119,000	39,400	18.2	10.4	5,570	1,930	2.41

## 6. H말뚝 허용하중

말뚝 허용압축응력에 부식을 고려한 유효단면적을 곱하여 말뚝의 허용연직하중을 산출한다. 여기에 말뚝의 이음 및 세장비에 대한 저감을 고려하여 최종 말뚝재료의 연직허용하중을 결정한다.

### 1) 허용하중 산정시 고려사항

#### ○ 말뚝재료의 허용응력

구분	SHK400,SHK400M	SHK490M	비고
인장강도(kg/cm <sup>2</sup> )	1400	1900	*도로교표준시방서
압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )	1400	1900	
전단강도(kg/cm <sup>2</sup> )	800	1100	

#### ○ 부식대공제 단면적

지반내 부식대 공제는 2mm 로 한다.(평균 부식속도가 0.02mm/년)

구조물의 중요도 및 내구연한에 따라 별도 부식대책 필요

.기준, 지침, 시방서	부식속도 및 부식한계
구조물 기초 설계기준 (건설교통부 1986)	HWL이상 0.3mm/년
	HWL과 해저간 0.1mm/년
	해저니토층 0.03mm/년
	육상대기중 0.1mm/년
	흙속(지하수위위) 0.03mm/년
	흙속(지하수위아래) 0.02mm/년
항만시설의 기준.동해설 (일본항만협회 1979)	HWL이상 0.3mm/년
	HWL과 해저간 0.1mm/년
건축기초 구조설계기준 (일본건축학회, 1975.5)	해저니토층 0.03mm/년
	육상대기중 0.1mm/년
	흙속(지하수위위) 0.03mm/년
	흙속(지하수위아래) 0.02mm/년
	부식한계 : 0.02mm X 내용연수
건축성 주택국 건축지도 806호 (1978. 11)	지반의 부식시험을 행한경우 연간부식한계 (mm/yr) X 80(또는 내용연수), 부식시험을 행하지 않은경우 2mm
동경도 건축 구조 설계지침	연간부식한계(mm/yr) X 80

(1978. 5)	말뚝의 주변흙에 접한 표면 2mm
구조물설계 표준해설 (일본 국유철도, 1974. 6)	말뚝의 주변흙에 접한 표면 2mm 6cm이상의 콘크리트내에 접한표면은 무시함
도로교시방서 동해설 IV 하부구조편 (일본도로협회, 1979. 8)	상시수중 또는 토중에 있는 부분(지하수중에 있는 부분도 포함)에 대해서 일반적으로 2mm 의 부식두께를 고려

○ 말뚝 현장용접 이음에 의한 저감율(%)

구분	저감율
타입의 경우	5% / 1 개소당
타입이 아닌경우	2.5% / 개소당

○ 세장비에 대한 저감율((%)

내용	비고
$(L/d - n) \times 100$	L:말뚝길이,d:말뚝폭,n:저감율을고려하지 않아도 되는 세장비(n=70)

2) H 말뚝 허용하중

표준단면치수			단면적	단위 중량	공제, 단면적	장기허용연직하중	
H×B	t1	t2				(ton)	
(mm)	(mm)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg/m)	(cm <sup>2</sup> )	SHK400	SHK490M
200×204	12	12	71.53	56.2	47.9	67.0	90.9
244×252	11	11	82.06	64.4	52.7	73.8	100.2
250×255	14	14	104.7	82.2	75.0	105.0	142.5
294×302	12	12	107.7	84.5	72.4	101.3	137.5
300×305	15	15	134.8	106.0	99.1	138.8	188.4
338×351	13	13	135.3	106.0	94.3	132.1	179.2
344×354	16	16	166.6	131.0	125.4	175.5	238.2
350×357	19	19	198.3	156.0	156.7	219.4	297.8

## 7. H말뚝 적용실적

### 1) 국내적용사례

PROJECT명	발주처	설계/시공	사용규격	현황
강원산업산소공장	강원산업	강원산업	H- 350x350x12x19	SIP공법 기초로 사용
서해안고속도로 가설교량	도로공사	고려개발	H- 350x350x12x19	교량기초로사용
영종도신공항 전시관	신공항 주식회사	금호건설	H- 350c350x12x19	기초용말뚝으로 사용
유공울산공장	유공	선경건설	H- 350x350x12x19 H- 300x300x10x15	탱크구조물기초
시티텔업무용빌딩	시티텔	정석토건	H- 350x350x12x19	건물기초
인천제철공장	인천제철	현대산업 개발	H- 300x300x10x15	야적장기초
용산국립중앙 박물관	문화관광부	정림건축 동부건설	H- 300x305x15x15	지지층교란,지반용기로 말뚝교체
홍천주공APT. 건설공사	대한주택공 사	(주)한영	H-100x100x6x8	오메가파일 보강용으로 사용
삼성화재전주사옥 건설공사	삼성화재	새길 ENG.	H- 400x400x13x21	RCD보강용으로 사용
인천시지하철공사	인천시	(주)삼호	H- 350x350x12x19	정거장 구간의 SUNKEN지지 말뚝
영덕지구 주공APT. 공사	대한주택공 사	(주)효성	H-300x200x9x14	옹벽활동을 막기위한 기초말 뚝
대전~진주간	한국도로공 사	동아건설	H- 300x305x15x15	무조인트교량 교대 기초용말 뚝

고속도로(두동교)	사		300x305x15x15	뚝
국세청 신청사 신축공사	국세청	삼우건축	H- 400x400x13x21	RCD보강용으로 사용
Whole Barracks Complex Renewal	US ARMY	현대건설	H- 300x305x15x15	미군숙소기초말뚝
동두천 미제2사단 체육관 신축공사	US ARMY	삼일기업 공사	H- 250x255x14x14	미군체육관 기초말뚝
서울 강북정수장 활성탄 투입동 증설공사	강북구청		H- 300x305x15x15	구조물 보강용 말뚝
울진하수처리시설 건설공사	환경관리공 단	건양ENG POSEC	H- 294x302x12x12	하수처리장 구조물 기초말뚝
소너스텔레콤 공장	소너스텔레 콤	디스건설	H-298x201x9x14	매립지 전석층 기초말뚝
낙단대교제작장	한국도로공 사	CCL 코리 아	H- 300x300x10x15	가교제작장 기초말뚝
대한주택공사 APT. 신축공사	대한주택공 사		H- 200x204x12x12	아파트 기초말뚝 적용 검토중

## 2) 국외적용사례

국 명	사 용 현 황	적용사례
미국	강관말뚝보다 H말뚝이 일반적으로 사용 대부분 H말뚝은 직향타방식으로 시공 규격은 HP12" ~14" (H-300x300~350x350) 설계하중은 100~200톤 정도로 적용 말뚝길이는 25~45m가 주류임	공장 발전소 교각기초
유럽	프랑스, 벨기에등지에서 H말뚝사용 대부분 H말뚝은 직향타방식 선단지지 시공 사용규격은 HP-360(108kg/m, 152kg/m) 설계하중은 100~120톤 정도로 적용 ARBED사에 의해 H말뚝 적용연구 활발	일반건축물
중국	중국의 경우 연약층 깊은기초로 H말뚝사용 (HP-400x176kg/m를 75m관입, 300톤 적용)	아파트, 오피스등

홍콩	H말뚝을 대단히 활발하게 이용 고강도 H말뚝(BS 4360 G55C) 사용증가 추세 (HP-350x180kg/m지지력 300톤 적용)	아파트 주상복합
싱가폴	아파트기초용으로 H말뚝 활발히 적용 HP200x200 ~300x300 많이 사용 설계하중은 60 ~ 100톤 정도로 사용	아파트