

既製コンクリート杭

1. 概要

わが国で初めてプレストレストコンクリート杭が用いられたのは、1962年に東京の東品川沖の海中に施工された高速道路の橋脚である。プレストレストコンクリート杭は時代とともに高強度化され、1966年頃から高強度プレストレストコンクリート杭が市場化された。そして、1982年にPHC杭としてJISで制定されるに至った。

それと前後して、既製（プレキャスト）コンクリート杭は用途に応じてさまざまな杭が開発されている。(財)日本建築センターでは、使用者（設計者）が、このような新しい杭を採用できるように評定している。つまり、これらの杭の許容応力度等の取扱いについて定めている。現在、(財)日本建築センターで評定している既製コンクリート杭を表-1に示す。

また、コンクリート杭の施工といえば、その大半はディーゼルパイルハンマによる打込み工法であった。しかしながら打込み工法は騒音、振動および油煙の飛散を伴うため、地域によっては建設公害の元凶として問題視されてきた。

そのような背景を踏まえて、建築基準法第38条（特殊の材料または構法）の規定に基づく建設大臣の認定を受けた埋込み工法が低公害工法の本命として昭和55年頃から登場してきた。

2. 種類と規格

ここでは、既製コンクリート杭の種類とその規格について述べる。このうち、SC杭については、コンクリートと鋼管との合成部材であり、プレストレスは導入されていないが、コンクリート杭の一種類として、ここで簡単に紹介する。

(1) PHC杭

(財)日本建築センターでは、高強度プレストレストコンクリート杭(PHC杭)のプレストレスに応じて許容応力度等の取扱いを定めている。PHC杭の許容応力度を表-2に示す。PHC杭の寸法を表-3に示す。PHC杭の構造図を図-1に示す。

この中で、A種、B種およびC種はJIS A 5337で定められている。現在生産されている既製コンクリ

表-1 既製コンクリート杭の種類

種 類
遠心力高強度プレストレストコンクリート杭(PHC杭) Pretensioned Spun High Strength Concrete Piles
外殻鋼管付きコンクリート杭(SC杭) Steel Pipe & Concrete Composite Piles
遠心力高強度プレストレスト鉄筋コンクリート杭(PRC杭) Pretensioned & Reinforced Spun High Strength Concrete Piles
拡径杭(ST杭) Step Tapered Piles
ネガティブフリクション対策杭(SL杭) Slip Layer Compound Coated Concrete Piles

表-2 PHC杭の許容応力度

種別	有効プレストレス量 (kg f/cm ²)	コンクリートの設計基準強度 (kg f/cm ²)	長期(kg f/cm ²)			短期(kg f/cm ²)		
			圧縮	曲げ引張	斜張	圧縮	曲げ引張	斜張
A種	40	800以上	200	10	12	400	20	18
B種	80	850以上	240	20	12	425	40	18
C種	100	850以上	240	25	12	425	50	18
D種	120	850以上	240	25	12	425	50	18
E種	140	850以上	240	25	12	425	50	18
F種	160	850以上	240	25	12	425	50	18

表-3 PHC杭の寸法

外径 (mm)	厚さ (mm)	種別	長さ(m)														
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
300	60	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		B	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
350	60	A, B, C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
400	65	A, B, C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
450	70	A, B, C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
500	80	A, B, C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
600	90	A, B, C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
700	100	A, B, C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
800	110	A, B, C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
900	120	A, B, C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
1000	130	A, B, C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		

ート杭の92%がPHC杭である。

(2) SC杭

コンクリート杭の外周部に鋼管を有するコンクリートと鋼管の複合杭であり、「外殻鋼管付きコンクリート杭」と呼ばれている。

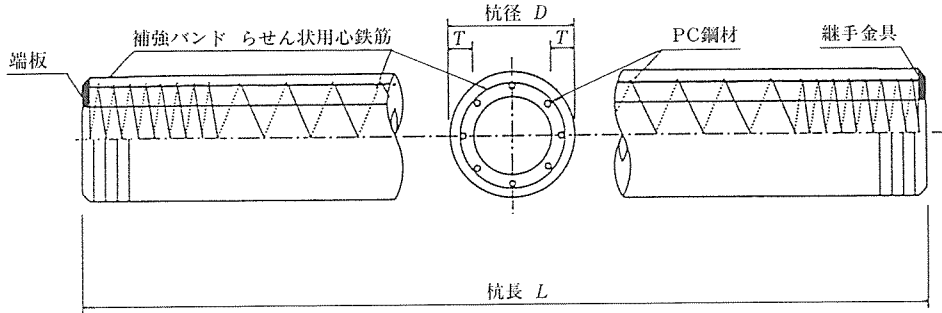


図-1 PHC 杭の構造図

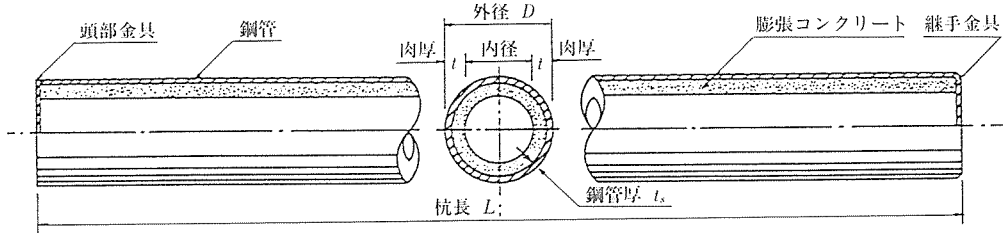


図-2 SC 杭の構造図

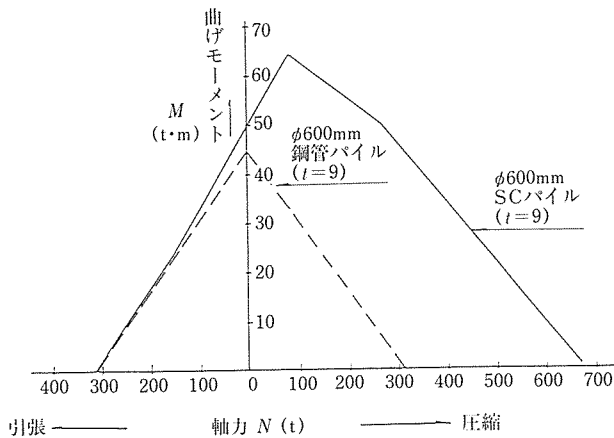


図-3 SC 杭の M-N インタラクションカーブ例

コンクリート杭は鉛直力に対しては大きな力を発揮するが、地震時の水平力に対しては鋼管杭に比較して劣る。この両者、つまりコンクリートと鋼管を一体化させることにより、鉛直力にも水平力にも強い耐震杭を目的として SC 杭が開発された。

SC 杭の外径および長さは表-3 の PHC 杭と同じである。ただし杭外径 300 mm と 350 mm は 318.

5 mm と 355.6 mm のインチサイズが多く用いられている。

SC 杭の抵抗曲げモーメントのクラス分けは、鋼管の厚さおよび材質 (STK 400, STK 490 等) で定められている。

SC 杭の設計基準強度は 800 kgf/cm² であり、コンクリートと鋼管の一体化のために膨張コンクリートが用いられる。

SC 杭の構造図を図-2 に示す。SC 杭の軸力と曲げモーメントのインタラクションカーブを図-3 に示す。

(3) PRC 杭

PHC 杭の肉厚中心付近に異形棒や平鋼が配置された杭である。

PRC 杭は PHC 杭と RC 杭の欠点を補い、かつ SC 杭なみの曲げ耐力を有する杭を目的に開発された。

PHC 杭の曲げ耐力を上げるためには、より大きいプレストレスを導入すればよい。しかし、プレストレスを大きくすれば許容圧縮応力度の大半がプレストレスで食われてしまい、鉛直力を負担できなくな

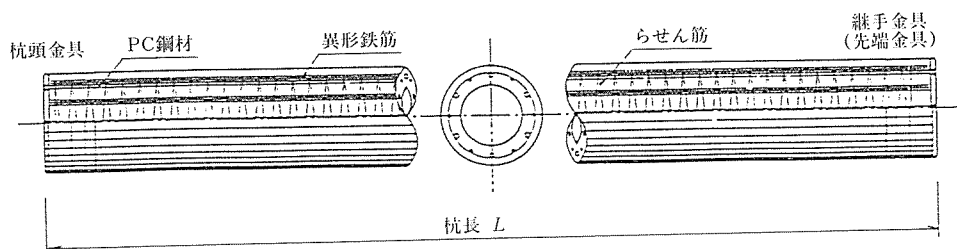
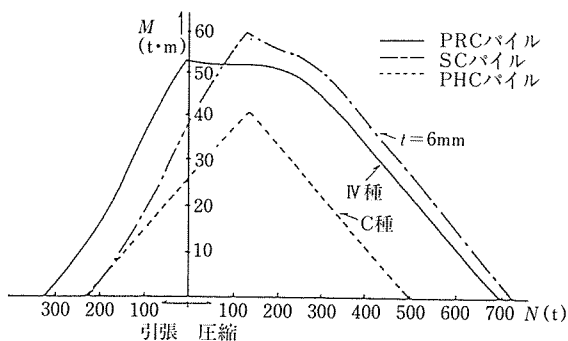


図-4 PRC 杭の構造図



図一五 PRC 杭その他の M-N インタラクションカーブ例

る。運搬などの取扱い上で必要な最小のプレストレスを導入し、異形棒などの鋼材比を上げることで、より大きい曲げ耐力を持たせようとしたのが PRC 杭である。

したがって、PRC 杭の曲げ耐力は杭断面に対する異形棒などの鋼材比によってクラス分けされる。

PRC 杭の構造図を、図一四に示す。PRC 杭の軸力と曲げモーメントのインタラクションカーブを図一五に示す。また、PRC 杭の外径と長さは表一三の PHC 杭と同じである。

(4) ST 杭

PHC 杭の端部に断面変化部を設け、杭本体部の直径より 5～10 cm 大きい拡径部を有する杭である。

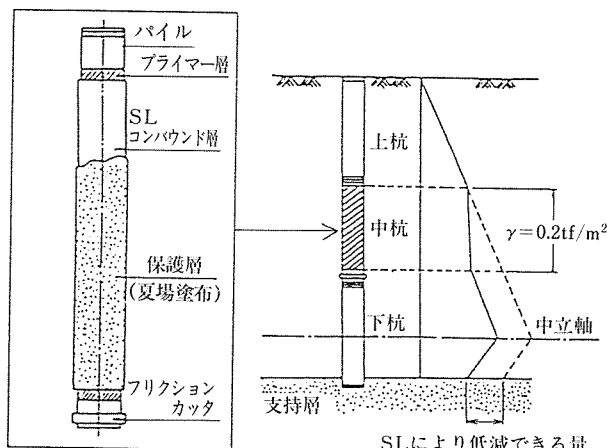
最近では低公害工法として埋込み工法が多くなってきている。埋込み工法の極限支持力は $25 \bar{N}A_p$ であり、打撃工法の $30 \bar{N}A_p$ に比較して断面力が小さい。したがって、杭材の材料強度が余ってくる。埋込み工法の場合、拡径部を支持層に設置することにより、同じ $25 \bar{N}A_p$ でも杭本体部の直径が小さいため、杭本体で換算すれば $30 \bar{N}A_p$ 以上に相当し、打撃工法と同等なまでに材料強度を生かせる。

ST 杭の構造図を図一六に示す。

(5) SL 杭

既製コンクリート杭 (PHC 杭, SC 杭, PRC 杭) の表面に摩擦低減材の塗布された杭である。

地盤の先行圧密応力以上に盛土などによって荷重が加えられ地盤沈下している場合や、下部地盤からの揚水によって地盤が沈下している場合は、設置さ



図一七 SL 杭の標準構造例と NF による軸力分布の例

れた杭に下向きの摩擦力、つまり負の摩擦力が発生する。それにより杭断面に発生する断面力は上部構造により杭頭に加えられる荷重と負の摩擦力の合計されたものになる。したがって負の摩擦力が大きければ、上部構造からの荷重を負担できなくなる。このため、この負の摩擦力を低減するために開発されたのが SL 杭である。

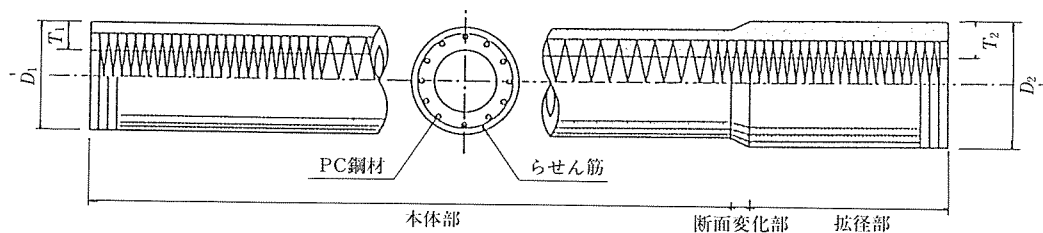
SL 杭の標準構造例と負の摩擦力 (NF: ネガティブフリクション) による軸力分布の例を図一七に示す。

3. 施 工

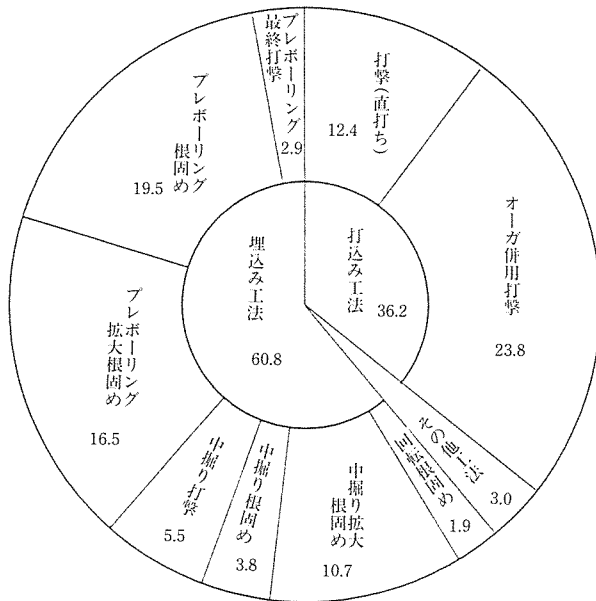
平成 1 年度における既製コンクリート杭の施工法の割合を図一八に示す。全国的に埋込み工法が打込み工法を上まわっている。図中のプレボーリング拡大根固め工法と中掘り拡大根固め工法が建設大臣認定工法である。

従来、建設省告示 111 号によって許容支持力が定められていたのは打込み杭とセメントミルク工法による埋込み杭のみであった。よって、建設大臣認定工法として杭の鉛直支持力が定められたのは、設計者に採用していただくのに、より説得力のあるものになった。

既製コンクリート杭は、これまで杭外径 300 mm～800 mm、杭施工長 66 m までの認定を受けてき



図一六 ST 杭の構造図



図一 8 杭施工方法の割合 (平成1年度, 全国集計)

た。その間の実績を踏まえ、平成2年5月に(財)日本建築センターの基礎評定委員会の評定基本方針が改訂され、杭外径1000mm、杭施工長80mまで認定を受けられるようになった。

プレボーリング拡大根固め工法の施工順序を図一9に示す。中掘り拡大根固め工法の施工順序を図一10に示す。

■ 問合せ先

(1) 杭材料

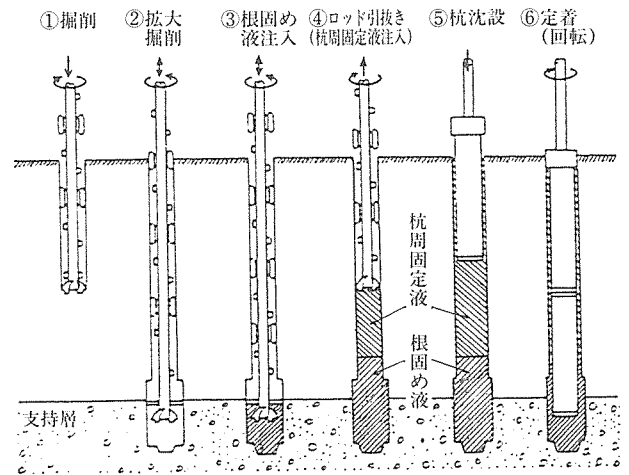
(社) コンクリートポールパイル協会

〒105 東京都港区西新橋1-1-21 日本酒造会館
TEL 03-3503-7381

(2) 杭施工法

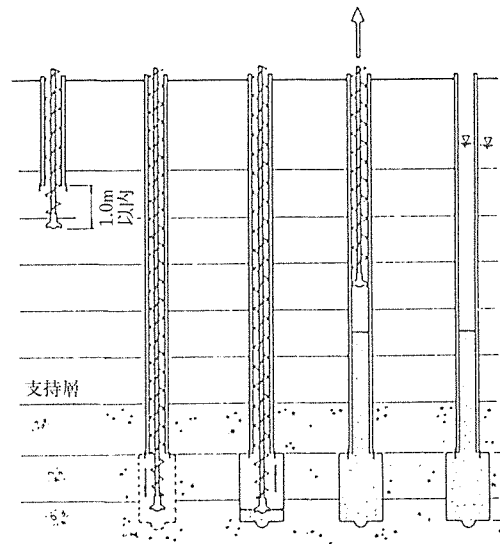
(社) コンクリートパイル建設技術協会

〒105 東京都港区西新橋1-1-21 日本酒造会館
TEL 03-3597-7966



図一 9 プレボーリング拡大根固め工法の施工順序

①掘削 ②支持層の拡大掘削 ③拡大根固め ④オーガ引上げ ⑤完了



図一10 中掘り拡大根固め工法の施工順序