

低排土型同時埋設合成鋼管杭の施工記録

Report on Construction of Simultaneously Sinkable Composite Steel Pipe Pile of the Low Surplus Soil

富田知己 (とみたともき)

住宅・都市整備公団関東支社 都市再開発部専門役

堀切節 (ほりきりたかし)

株式会社テノックス技術部技術課

鈴木仁 (すずきひとし)

住宅・都市整備公団東京支社 都市再開発部特定住宅第一課係長

1. はじめに

近年、自然環境保護に対する社会的要請が高まりつつあるなか、都市部を中心とした建設活動に伴い発生する大量の残土・汚泥を処理する新たな処理場の確保が難しくなりつつあり、処理能力の不足や処理費用の高騰を引き起こし社会問題化している。このため、基礎杭工法においても発生量の抑制の面で、残土・汚泥の発生の少ない工法が求められている。また、熟練労働者、現場管理者の不足のおり、施工管理技術の向上が求められている。

こうした社会的ニーズに応えるために、低騒音・低振動であるとともに、施工に伴う発生残土量が少なく、新しい施工管理方法のもと安定した支持力の得られる同時埋設合成鋼管杭が提案・開発されている。土と固化材を攪拌混合し固化する技術と、鋼管との合成による本工法の模式図を図-1に示す。

土 (Ac) が卓越している。その下位に洪積粘性土 (Dc), $N \geq 50$ の洪積砂質土 (Ds) が標高-45m付近より分布している。土質概要を図-2に示す。

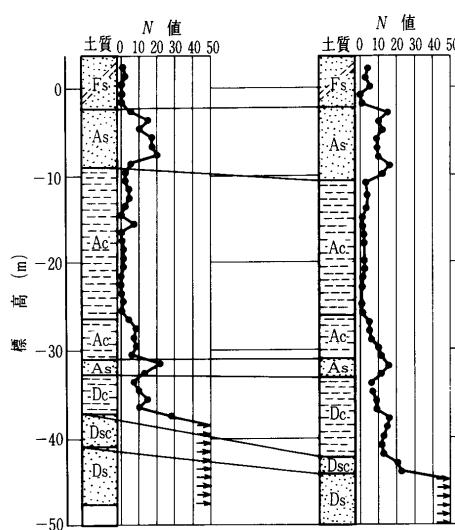


図-2 土質概要

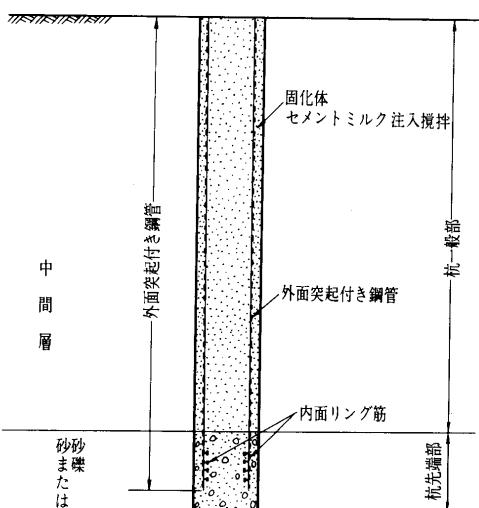


図-1 同時埋設合成鋼管杭の模式図

同工法は、今まで千葉県松戸市、浦安市における集合住宅等の基礎として用いられており、今回は、千葉県浦安市で実施した工事事例について報告する。

2. 土質概要

工事場所の土質は、G.L.より標高-8m付近まで主に緩い砂質土よりなる浚渫埋立土 (Fs), 標高-30m付近まで沖積層が分布し、上部は砂質土 (As), 下部は粘性

3. 施工概要

3.1 建物概要

上部構造物は、壁式ラーメン鉄筋コンクリート造14階建の集合住宅である。最大長期軸力は1 263.4 tf (基礎自重含む) である。

採用した同時埋設合成鋼管杭は、鉛直載荷試験結果をもとに長期杭反力を決定し、鋼管径 $\phi 700$ mm, $\phi 1000$ mm, 杭長43.0~47.0 m とし、外面突起付鋼管は周面摩擦力を考慮した洪積層に相当する深度付近に使用した。図-3に杭の配置を示す。

3.2 施工手順

同時埋設合成鋼管杭工法は、拡開・縮小可能な特殊な攪拌ヘッドを鋼管先端に配置し、攪拌ヘッド先端よりセメントミルクを吐出しながら掘進し、原位置の土と強制的に攪拌混合することにより固化体を築造し、同時に外面突起付鋼管を回転埋設する。支持層付近の所定の深度に到達したら、吐出するセメントミルクを切り換え、先端部を築造する。掘進が終了したら攪拌ヘッドを縮小し、鋼管を圧入定着させる。縮小した攪拌ヘッドは鋼管内より引き抜き回収し、施工を完了する。その施工手順を図-4に示す。

工事報告

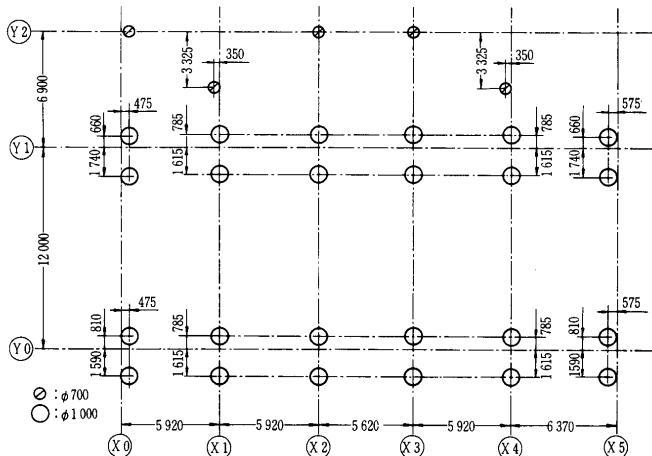


図-3 杭配置図

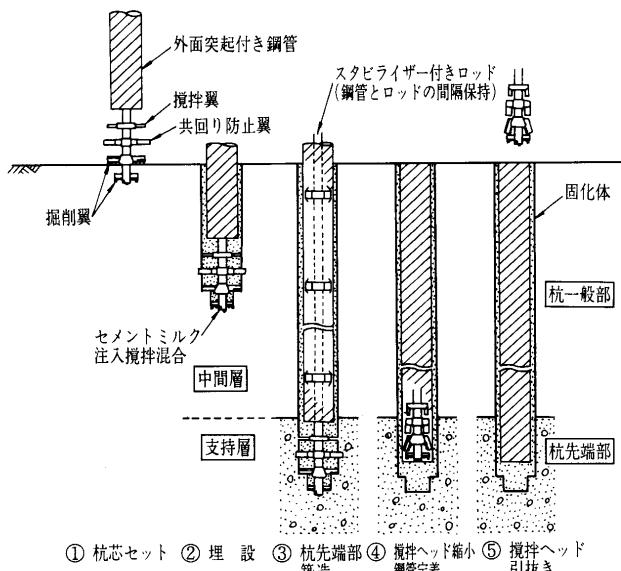


図-4 施工手順概要

セメントミルクの配合は表-1に示すように、一般部については硬化を遅らせる混和剤を添加した低濃度のものを用い、先端部は高濃度のものを用いた。

図-5に本工法の騒音・振動レベルの計測値を示しているが、アースドリル工法よりも低いレベル¹⁾にある低

表-1 配合仕様

	深度 (m)	W/C (%)	P/C (%)	固化材 添加量 (kg/m³)
一般部	-3.05~-45.55	100	3.0	300
先端部	-45.55~-47.55	60	—	1 000

「アースドリル、油圧ハンマー(日本建設機械化協会¹⁾」「アースドリル、油圧ハンマー(日本建設機械化協会¹⁾」

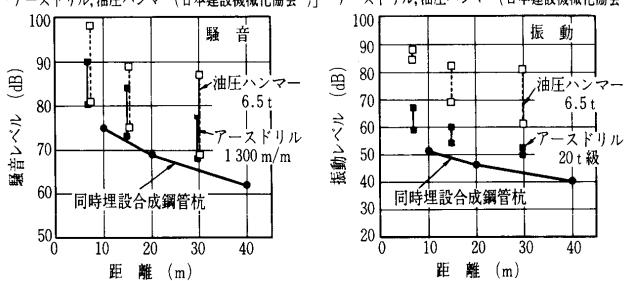


図-5 騒音・振動レベル

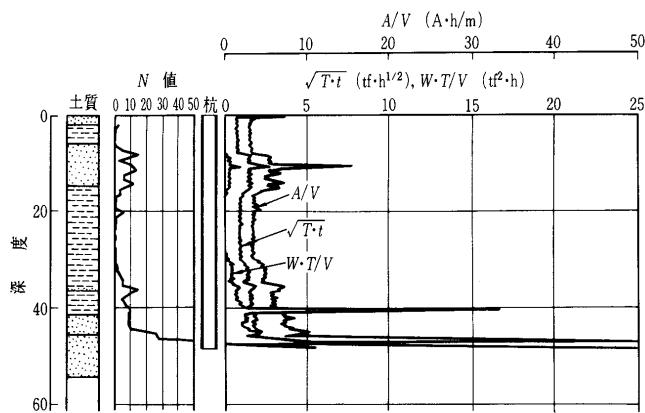


図-6 支持層管理記録

騒音・低振動工法であることが確認された。

3.3 施工管理

掘進深度、速度、セメントミルクの注入量、支持層の確認等の施工管理は、専用に開発した施工管理装置²⁾により、施工機械の運転データ等をパソコンを用い逐次演算処理し、図化することにより行う。支持層確認のため、掘進抵抗値 R を求め、図化した例を図-6に示す。各掘進抵抗値とも標準貫入試験結果と比較すると、 N 値 50以上が連続して出現する支持層において、明りような曲線勾配の変化が見られる。

$$R1 = A/V, R2 = \sqrt{T \cdot t}, R3 = W \cdot T/V$$

A : オーガー負荷電流値 (A)

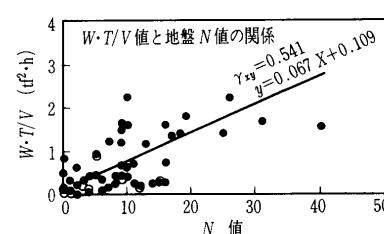
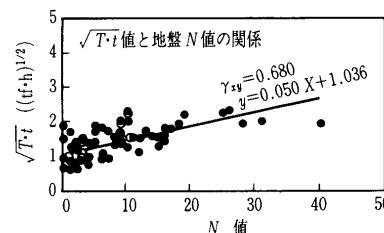
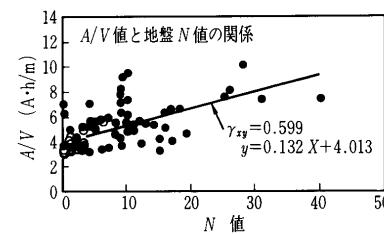
V : 掘進速度 (m/h)

T : オーガー負荷トルク (tf · m)

t : 1 m 当たりの掘削時間 (min/m)

W : 杭の押込み力 (tf)

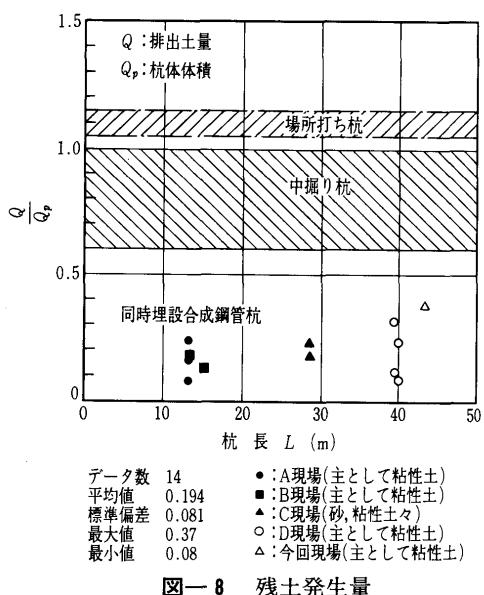
図-7に当現場における各掘進抵抗値と地盤 N 値の

図-7 各掘進抵抗値と地盤 N 値の関係

関係を示す。掘進抵抗値と地盤 N 値の相関性は、 $\gamma_{xy}=0.54\sim0.68$ であった。今回の現場は杭長が長く、掘進施工に時間を要したため、固化体凝結による粘性増加の影響があると思われ、これらの要因を排除することによって、地盤 N 値との相関性をより高めることができるとと思われる。

4. 残土発生量

本工法は、原位置の土を有効に利用し、固化体を構造するため、発生残土が少なくなる。当工事を含む複数工事において実測した排出土量／杭体体積と杭長の関係を図-8に示す。発生土量の平均値は20%程度であり、在来工法に比べ十分少ない量であることが確認できた。



5. 鉛直載荷試験に基づく鉛直支持力

本事工に先立ち、支持力の確認のための鉛直載荷試験を実施した³⁾。本試験は、支持力機構を確認するため杭先端部のみに荷重を伝える仕様の先端支持力確認試験と、杭周面摩擦力度を確認するための周面摩擦力確認試験の2ケースについて実施した。表-2に載荷試験杭の仕様を示す。また、載荷試験杭の設置状態を図-9に示す。

T1杭は、Ds層を支持層とし、杭先端部を除く鋼管外

表-2 載荷試験杭の仕様

杭の仕様	
T1	先端支持力確認試験
	鋼管 $\phi 1000 \times l50$ m (杭先端位置 G.L. -48.0 m)
	固化体 $\phi 1400 \times l48.5$ m 一般部: G.L. ~ -46.5 m 先端部: -46.5 m ~ -48.0 m
T2	周面摩擦力確認試験
	鋼管 $\phi 1000 \times l24$ m (杭先端位置 G.L. -22.5 m)
	固化体 $\phi 1400 \times l22.5$ m 一般部: G.L. ~ -22.5 m

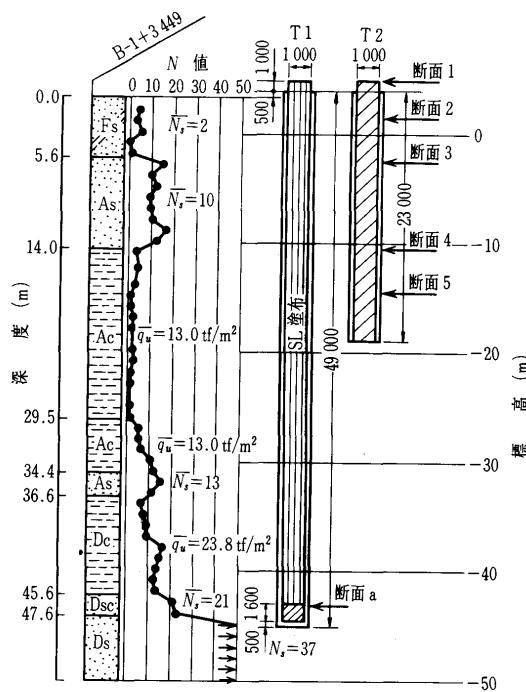


図-9 試験杭の設置状態

周面に SL 剤を塗布し周面摩擦力をカットすることにより、載荷重を直接杭先端へ伝達する機構とし、杭先端鉛直支持力の確認を目的とした。また、T2杭は杭周面摩擦力を確認を目的とし、Ac 層までの根入れとし、ほぼ全長にわたり外面突起付鋼管を使用した。

図-10にT1杭の杭先端沈下量と杭先端支持力を、図-11にT2杭の周面摩擦力度と断面平均沈下量の関係を示す。

杭先端沈下量が鋼管径の10%に達したときの先端抵抗を杭先端極限荷重として求めると⁴⁾ 1 600 tf であった。また、杭周面摩擦力度 τ は砂質土で $0.76 Ntf/m^2$ 以上、粘性土で $0.76 q_u tf/m^2$ の結果を得た。表-3に鋼管径の

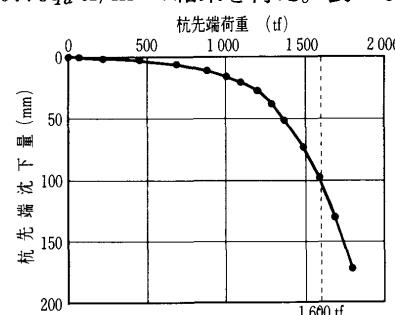


図-10 杭先端荷重-杭先端沈下量

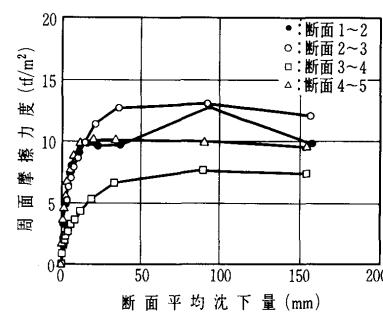
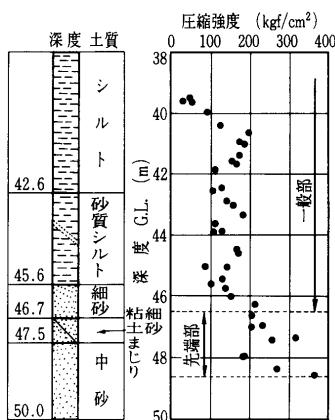


図-11 周面摩擦力度-断面平均沈下量

工事報告

表一 3 周面摩擦力度

断面	土質	N 値	q_u (tf/m ²)	τ_0 (tf/m ²)	τ_0/N または τ_0/q_u
1～2	シルト質細砂	4	—	12.67	3.17
2～3	細砂	2	—	13.00	6.50
3～4	細砂	10	—	7.63	0.76
4～5	砂質シルト	—	13.0	9.90	0.76



図一 12 採取コアの一軸圧縮強度

49m の極限鉛直支持力を算定すると、以下のようになる。

$$\begin{aligned}
 R_u &= R_p + (0.76N_s \cdot L_s + 0.76q_u \cdot L_c) \cdot \psi \\
 &= 1600 + \{0.76 \times (2 \times 5.6 + 10 \times 8.4 + 13 \times 2.2 + 21 \times 1.9) + 0.76 \times (13 \times 15.5 + 13 \times 4.9 + 23.8 \times 9.0)\} \times 3.14 \\
 &= 3134.7 \text{ tf}
 \end{aligned}$$

ここに R_u : 杭の極限鉛直支持力 (tf)

R_p : 杭先端の極限鉛直支持力 (tf)

N_s : 砂質土層の N 値

q_u : 粘性土層の一軸圧縮強さ (tf/m²)

L_s : 杭周面地盤中砂質土部分にある杭長 (m)

L_c : 杭周面地盤中粘性土部にある杭長 (m)

ψ : 杭の周長 (m)

6. おわりに

今回の工事は、支持層の深度が40mを超える地盤における長尺杭の施工となったが、施工の際の騒音・振動は低レベルであり、残土発生量を抑制することができた。また、専用に開発した施工管理装置により支持層確認が確実に行え、高層集合住宅の基礎として十分安定した支持力が得られることが確認できた。

参考文献

- 日本建設機械化協会：建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック，技報堂，pp. 112～134, 1987.
- 鳥崎・大槻・日比野・堀切・同時埋設合成鋼管杭工法の施工管理装置の開発，第28回土質工学研究発表会，pp. 1749～1750, 1993.
- 鳥崎・大槻・日比野・中野・水見：同時埋設合成鋼管杭工法の鉛直載荷試験結果（その2），第28回土質工学研究発表会，pp. 1747～1749, 1993.
- 日本建築学会：建築基礎構造設計指針，丸善，pp. 223～225, 1988.

（原稿受理 1995.7.17）