

地盤補強用細径鋼管の支持メカニズムに関する実験的研究 (その1: 試験概要)

小規模建築物 小口径鋼管 載荷試験
地盤補強

正 ○長坂 光泰*1 正 石井 祐子*1
正 勇田 泰*1 正 高田 徹*1
正 長尾 俊昌*2

1. 研究目的

小規模建築物用地盤補強工法の一つに直径 48.6mm の細径鋼管 (以下, パイプ) を用いた (複合) 地盤補強工法がある。当工法は, 小型貫入機で施工でき, 柱状改良工法に比べて養生期間が短くてすむなどの特徴がある。しかし, 先端断面積が一般の小口径鋼管などに比べても極端に小さいため, パイプの先端抵抗を無視して, 周面摩擦抵抗のみで設計することが多い。これは, 軟弱層が厚くてパイプ先端が硬質層に到達しない, いわゆる摩擦杭的な支持には有効である。他方, 硬質層が浅い地盤では, パイプ長が短くなるため, パイプの先端抵抗を無視してしまうと不経済な設計が強いられる。先端抵抗を考慮した設計を行うには, パイプの摩擦抵抗-沈下量関係, 先端抵抗-沈下量関係, 作用荷重に対する摩擦抵抗と先端抵抗の分担比など鉛直支持メカニズムを明らかにする必要がある。

以上の研究目的に対し, 本研究ではパイプ先端の地盤の硬さの違いによる鉛直支持力性能を明らかにするため各種原位置試験を行った。本報その1では試験地盤と試験方法を, その2では各種の試験結果と考察を, その3では試験結果に基づいて地盤補強用細径鋼管の先端支持力係数 α について報告する。

2. 地盤概要

試験は千葉県木更津市の谷底平野の地盤で実施した。図1に地盤調査位置と試験パイプの配置を, 図2にスクリーウェイト貫入試験 (以下, SWS), 標準貫入試験 (以下, SPT) の代表的な結果を示す。

SWS: 深度 0~2 m は硬い盛土, 深度 2~6 m まで換算 N 値 1.5~5, 深度 6 m 以深は換算 N 値 7 以上あった。

SPT: 深度 0~1.8 m は盛土層, 深度 1.8~6 m は N 値 2~10 の粘性土, 砂質土層が層厚 0.6~1.8 m で互層に堆積し, 深度 6 m 以深は N 値 9 以上の砂質土層であった。

図1に示す合計 8 測点の SWS 結果には, 大きなばらつきは見られなかった。ただし, 盛土層に強度のばらつきが見られたので, 載荷試験ではこの盛土層の強度差を抑えるため, 直径 139.8 mm の鋼管を全て 2 m 挿入する処理を施した。

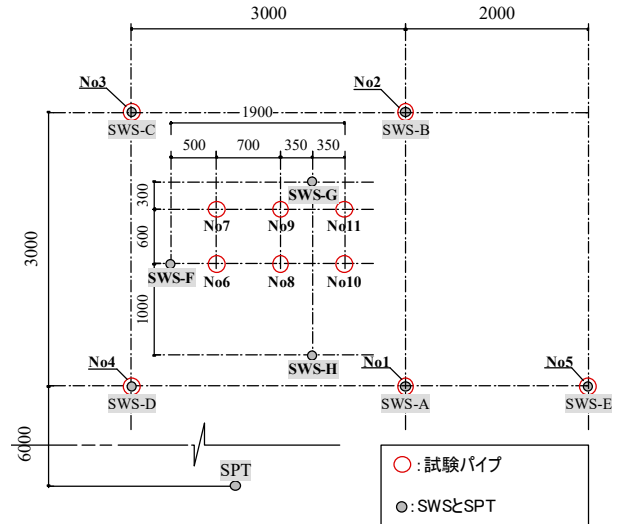


図1 地盤調査位置と試験パイプの配置

標準貫入試験	換算N値	貫入量(m)	層厚(m)	層名	標準貫入試験
盛土	0.3	0.3	0.3	盛土	1.0
粘性土	1.5	1.8	0.3	粘性土	1.5
粘性土	0.7	2.5	0.8	粘性土	2.5
粘性土	2.3	3.0	0.5	粘性土	3.5
粘性土	4.2	4.3	0.3	粘性土	4.5
粘性土	0.6	4.9	0.6	粘性土	5.5
砂質土	1.1	6.0	1.1	砂質土	6.5
砂質土	1.3	7.3	1.3	砂質土	7.5

図2 地盤調査結果の代表例 (SWS+SPT)

3. 試験概要

表1に試験仕様を, 図1に試験パイプの配置を示す。

3.1 簡易載荷試験方法

簡易載荷試験とは, 実施工でも類似して行われている試験で, 貫入機に装備されたロードセルでパイプ耐力 (摩擦抵抗と先端抵抗の合計) を確認する試験を言う。パイプが極細径であり, 極限のパイプ耐力 (20 kN 程度) を貫入機の押込力だけで確認できる。パイプ耐力は, 打設直後は小さな値を示し, 時間の経過と共に大きくなる傾

A experimental study on bearing mechanism of extra-fine steel pipe used for ground reinforcement (Part1: Exam outline)

NAGASAKA Mitsuyasu, ISHII Yuko
YUDA Yasushi, TAKATA Toru
NAGAO Toshiaki

表 1 試験仕様一覧

試験種別	パイプ No	パイプ 周面処理	パイプ長 ¹⁾ (m)	載荷試験 ^{2,3)}	簡易載荷試験と経過時間 ³⁾	計算に用いた SWS No
3.1 簡易載荷試験	1	無	7.00	—	①② 3.5m(1h)→5m(3h)→ ③④ 5.5m(19h)→7m(24h)	A
	2		6.00	—	⑤⑥ 3.25m(1h)→4.75m(3h)→ ⑦⑧ 5.25m(19h)→6m(24h)	B
	3		6.00	—	⑨⑩ 3.5m(1h)→4.5m(3h)→ ⑪ 6m(24h)	C
	4		3.50	—	⑫ 3.5m (1h)	D
	5		3.25	—	⑬ 3.25m (1h)	E
3.1.1.2	6	フリクション	6.00	①	⑭ 6m (30day)	F
	7		6.00	②	⑮ 6m (30day)	F
3.2 載荷試験	8	フリクション	5.75	③	—	G
	9	ンカット材	5.75	④	—	G
	10	先行掘削	6.25	⑤	—	H
	11		6.00	⑥	—	H

備考 1) 最終で貫入した長さを意味する
2) 杭の押し込み載荷試験 (JGS1811-2002)
3) ①~⑮は試験Noを示す

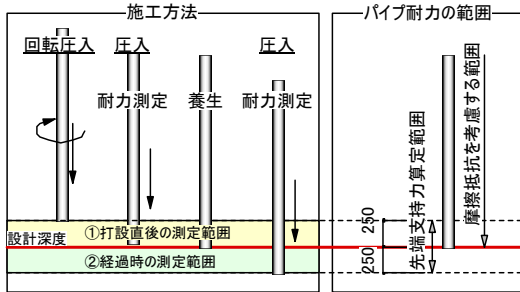


図 3 施工方法とパイプ耐力の測定区間

向がある。本試験では、施工直後で得られたパイプ耐力に対して、経過時間によってパイプ耐力がどの程度増加する（増加率）かを確認した。

試験方法を表 1 中に示すパイプ No.1 を例として説明する。まず長さ 7 m のパイプを深度 3.5 m まで貫入し、1 時間 (h) 経過後に簡易載荷試験を実施した。その後、そのパイプを深度 5 m まで貫入して 3 h 経過後に簡易載荷試験を実施した。このように続けて、深度 5.25 m、深度 7 m で経過時間を設けながら試験した。

図 3 に施工方法とパイプ耐力の測定区間を示す。例えば、深度 3.5 m の確認であれば、深度 3.25 m まで回転圧入し、残り 0.25 m は圧入でゆっくり貫入した。この範囲（図 3 中の①）のパイプ耐力の最大値を打設直後のパイプ耐力とした。次に所定の時間経過後に、深度 3.5 m から 0.25 m（深度 3.75 m まで）貫入し、この範囲（図 3 中の②）のパイプ耐力の最大値を経過時間後のパイプ耐力として評価した。ここで、深さ 0.25 m 区間で試験したのは SWS 結果と比較しやすくする理由がある。なお 24h、30 日 (day) 経過後のパイプ耐力は、3.2 で述べる載荷試験で 30 分保持した最大値を採用した。

3.2 載荷試験方法

載荷試験は、異なる摩擦処理を施したパイプに対して、摩擦抵抗と先端抵抗の分担率、沈下挙動および先端支持力係数 α の違いを確認した。

載荷試験方法は、パイプ施工 30 日後に実施し、地盤工学会規準（杭の押し込み試験：JGS1811-2002）に準拠して段階載荷方式とした。

表 1 に示すパイプ No.6~No.11 で 3 種類の摩擦処理を施したパイプを 2 本、合計 6 ケース実施した。

図 5 に、施工方法と 3 種類の摩擦処理の模式図を示す。パイプの摩擦処理は、No.6, No.7 が無処理で、No.8, No.9 がパイプ先端の上方 0.25 m までフリクションカット材（機能剤とトップコート剤の 2 液で構成される材料、以下 FC 材）をパイプ表面に塗布した。写真 1 は FC 材を塗布したパイプの散水前後の状態を示している。FC 材は地中の水分を吸収すると、ゼリー状になって摩擦抵抗が大幅に低減されることを期待して行った。

No.10, No.11 は、先行掘削として直径 139.8 mm のオーガーボーリングで表層からパイプ先端の上方 0.25 m まで乱した後に、パイプを貫入した。図 4 は載荷試験を実施したパイプの SWS 結果を示す。

図中の SWS-H は、No.10, 11 と同じ地盤条件にするため、先行掘削後の結果であるが、貫入抵抗値（換算 N 値）はほぼ 0 となっていた。なお載荷試験を行った合計 6 本のパイプについては、パイプ先端の上方 0.25m の位置にひずみゲージを取り付けた（図 5）。

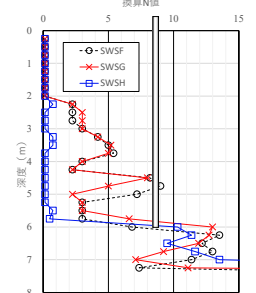


図 4 SWS 結果

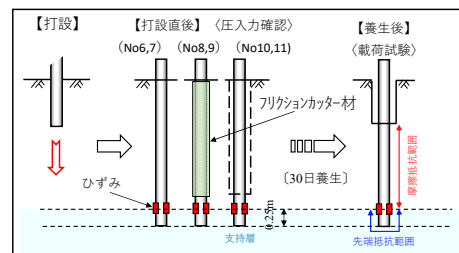


図 5 施工方法、ひずみゲージ取付位置



写真 1 フリクションカット材の散水前後の状態

*1 設計室ソイル

*2 大成建設

*1 Soil Design

*2 Taisei Corporation