

SSS工法に関する実験的研究(その4)

— SSSぐいの施工性と鉛直耐力 —

岡田 武二
清水 勇
大塚 義之
山城 幸治

§ 1. まえがき

地中連続壁の利用方法として、仮設時あるいは本設時におけるぐいとしての利用がある。SSS工法では、従来の地中連続壁に柱、壁ばりを内蔵した構造形式を採用しているため、基礎ぐいを必要とする地盤においては連続壁を支持層に定着し、ぐい機能をもたせる。

この場合、上部構造を安全に支持し、有害な沈下・傾斜などを起さないように設計するためには、ぐいとしての許容支持力の算定が重要な問題となる。この問題は一般の場所打ちぐいがかかえているもので、沈下性状ならびに支持性状が自然地盤を締め固めて設置される打込みぐいとは異なり、さらに施工技術の影響を多分に受けるので施工方法及び関連して検討しなければならない。すなわち、沈殿物の除去方法とその効果、掘削方法によるぐい周囲摩擦、地盤のゆるみ、ぐいの形状ならびに被圧水によるボイリングなど施工上の特殊性が沈下量、支持力へおよぼす影響についての調査が必要である。

場所打ちぐいの沈下量ならびに支持力に関して、ほとんど理論的な裏付けがみられない現段階においては、上記施工上の特殊性の影響を調査する手段としては、施工法の異なるぐいの比較検討が妥当と思われる。そこで、同一地盤における載荷試験を実施し、SSS工法による場所打ちコンクリートぐい(以下SSSぐいと略す)の評価を試みた。

§ 2. 調査計画概要

2.1 調査目的

本調査は、SSS工法で施工した長方形断面ぐい(SSSぐい)の鉛直支持力に関する諸資料を得て、施工上の特殊性が鉛直支持力へおよぼす影響を調べるために行なう。

2.2 調査項目および試験ぐいの種類

調査項目は表-1に示すとおりである。また試験ぐいの種類を表-2に示す。各試験ぐいの調査項目は表-1にくいの記号で示している。各試験ぐいの配置は図-1に示すとおりである。

2.2.1 鉛直支持力に影響する施工性調査

A. 沈殿物除去方法の調査

泥水中の微粒分の沈降速度の検討を行ない、沈降終了を待ってウォールドリル機によってスライムを除去し、

調 査 項 目		ぐいの記号
(I) 鉛直耐力に 影響する施 工性調査	㊸沈殿物除去方法	S-1, S-2, S-3, S-4
	㊹沈殿物介在量	S-2, S-4
	㊺ぐい底部コンクリートの 強度	S-2, S-4
(II) 支持力調査	㊻SSSぐいの支持力	S-3, S-4
	㊼埋込み鋼管ぐいの支持力	C
	㊽PIPぐいの支持力	P-1, P-2, P-3
	㊾掘削打込み併用PCぐいの 支持力	PC-1
	㊿土質調査および支持層の 支持力	B-1~B-6 D-1, D-2 F-1, F-2
(III) ぐい体の性 状調査	㊿コンクリート強度	S-2, S-3, S-4, C, P-1, P-3
	㊿ぐい体のヤング係数	S-3, S-4, C, P-1, P-3
	㊿コンクリートと鉄筋の付 着強度	S-2
	㊿ぐい体の曲げ耐力、せん 断耐力	S-2, S-4, P-1

表-1 調査項目

くいの記号	くいの寸法	くいの種類	試験方法
S-1	2,520×600×12,000	SSSぐい (コンクリート打設せず)	沈殿物除去試験
S-2	"	"	載荷試験せずに掘出す。沈殿物介在量調査
S-3	2,520×600×16,600	" G. L.-10mまでフリクションカット	繰速多サイクル方式による載荷試験 支持力パラツキ調査
S-4	2,520×600×16,300	" "	載荷試験。試験後に掘出す
C	φ1,350×16,300	埋込み鋼管ぐい (φ1,800深礎孔に鋼管を建込みコンクリート中詰め)	載荷試験 (G. L.-10m以深の仮設材を除去してモルタルグラウドする)
P-1	φ350×13,000	PIPぐい	繰速多サイクル方式による載荷試験 摩擦ぐいの性状調査
P-2	φ350×16,000	"	繰速多サイクル方式による載荷試験 支持ぐいの性状調査
P-3	φ700×16,000	"	繰速多サイクル方式による載荷試験 支持ぐいの面積効果調査
PC-1	φ350×16,000	掘削打込み併用PCぐい	繰速多サイクル方式による載荷試験 支持ぐいの打込み効果調査
D-1	φ200	押込み鋼管ぐい	地表面からの連続貫入試験 鋼管を継ぎながら貫入する
D-2	φ200	"	G. L.-10mからの連続貫入試験
F-1	300×300	深礎孔内G. L.-17mにおける粘土質砂礫層に設置	平板載荷試験
F-2	φ700	"	"

表-2 試験ぐいの種類

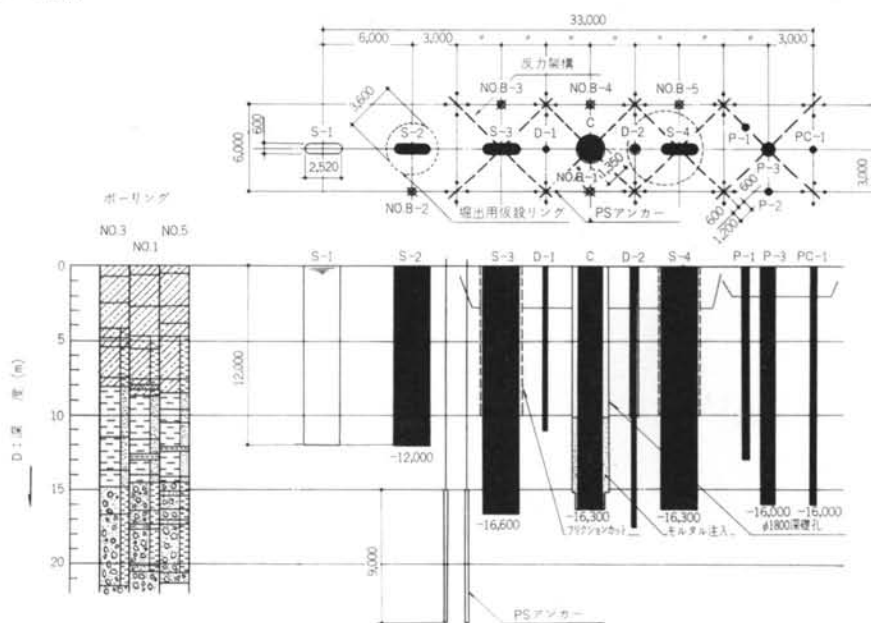


図-1 試験ぐいの配置

その効果を確認する。

B. 沈殿物の介在量調査

掘出したくい底部の形状および付着物などの観察、くい接地部の地盤の観察から沈殿物の介在量、地盤へのくいの接地面積などを調査し、沈殿物除去方法と鉛直支持力との関連を検討する。

C. くい底部近傍のコンクリート強度調査

掘出したくい底部からコアサンプルを取り、圧縮強度の分布を調査する。

2.2.2 支持力調査

A. SSSぐいの支持力調査

S-3, S-4 ぐいの緩速載荷試験によってくい頭およびくい先端における荷重～沈下の関係を測定し、周面摩擦係数および先端支持力を求める。これによって施工性の影響と形状寸法の影響が加味された鉛直耐力を求める。また同一施工方法による耐力のパラッキを調査する。

B. 埋込み鋼管ぐいの支持力調査

SSSぐい(S-3, S-4)とほぼ同一な断面積を有する埋込み鋼管ぐい(深礎工法で施工、Cぐい)の載荷試験を行ない、この結果とSSSぐいの結果との比較からSSSぐいの鉛直耐力の評価をする。

C. PIPぐいの支持力調査

ベントナイト泥水を使用しない埋込みぐいであるPIPぐい(P-1, P-2, P-3)の載荷試験を行ない、この結果とSSSぐいの結果との比較から、SSSぐいの鉛直支持力の評価、および先端面積と支持力の関係などの資料を得る。

D. 掘削打込み併用PCぐいの支持力調査

アースオーガーで掘削後打込んだPCぐい(PC-1)の載荷試験を行ない、この結果とSSSぐいの結果との比較からSSSぐいの鉛直耐力の評価を行なう。

E. 土質調査および支持層の支持力調査

試験敷地のボーリングを行ない、地盤の物理・力学的性質、N値などの資料を得る。また押込み鋼管ぐいの連続貫入試験を行ない、この結果と他の地盤で得た試験結果と比較することによって試験敷地の位置づけを行なう。さらに支持地盤の平板載荷試験を行なう。

2.2.3 くい体の性状調査

A. コンクリート強度調査

くい体からコアを採取し、圧縮強度、引張強度の資料を得る。

B. くい体のヤング係数調査

鉛直載荷試験時に荷重とくい体縮みとを測定し、みかけのくい体コンクリートヤング係数を求める。また、く

い体からコアおよびくいの一部分を取り出し、コンクリートのヤング係数の資料を得る。

C. コンクリートと鉄筋の付着強度調査

試験用鉄筋をくい体に埋込み、掘出してから直接引抜き試験によって付着強度の資料を得る。

D. くい体の曲げ耐力、せん断耐力調査

くい体の一部分を取り出して、曲げ試験、せん断試験を行ない、くい体の耐力性状に関する資料を得る。

SSSぐいの耐力調査の計画概要は以上のとおりであるが、本報告では、2.2.2のA. SSSぐいの支持力調査、およびB. 埋込み鋼管ぐいの支持力調査について述べ、SSSぐいの施工性と鉛直耐力について考察を行なう。他の調査項目については別報とする。

§ 3. 試験ぐいの施工

3.1 試験敷地の地盤

土質調査は図-1に示すように試験ぐいの周囲6カ所で、トンビ法による標準貫入試験(Na.1, Na.2, Na.3, Na.5)、不攪乱資料による物理・力学試験(Na.4)および砂礫層の被圧水測定(Na.6)を行なった。

試験敷地は神奈川県横浜市瀬谷町の当社相模原機械工場内であり、相模野台地に当る。土層構成は次のとおりであった。

- G. L-8.5m以浅 関東ローム(ローム N=2~7)
- 8.5~-14.5m 段丘粘土(粘土 N=4~16)
- 14.5~-34m 段丘礫層(砂礫 N>50)
- 34m以深 相模野台地泥層(土丹 N>94)

標準貫入試験の結果を試験ぐいの関連から要約すると図-2のとおりである。これによれば、試験ぐいに最も接近したボーリングのN値はおよそ表-3の値となる。

土質試験結果は図-3のとおりである。段丘粘土層の一軸圧縮強度 q_u は7~9 t/m²であり、くいの支持層は粘性土を約10%含んだ粘土質砂礫層となっている。

支持層の被圧水は3.1 t/m²であった。(注水試験、φ75mm G. L-21m)

3.2 試験ぐいの種類

試験ぐいは図-1に示すS-3, S-4, Cの3本である。

3.2.1 S-3, S-4ぐい

S-3, S-4ぐいはSSS工法で施工したくいで、形状寸法は幅600×長さ2,500×深さ16,600mm(S-4ぐいは16,300)である。その施工条件は次のとおりとし

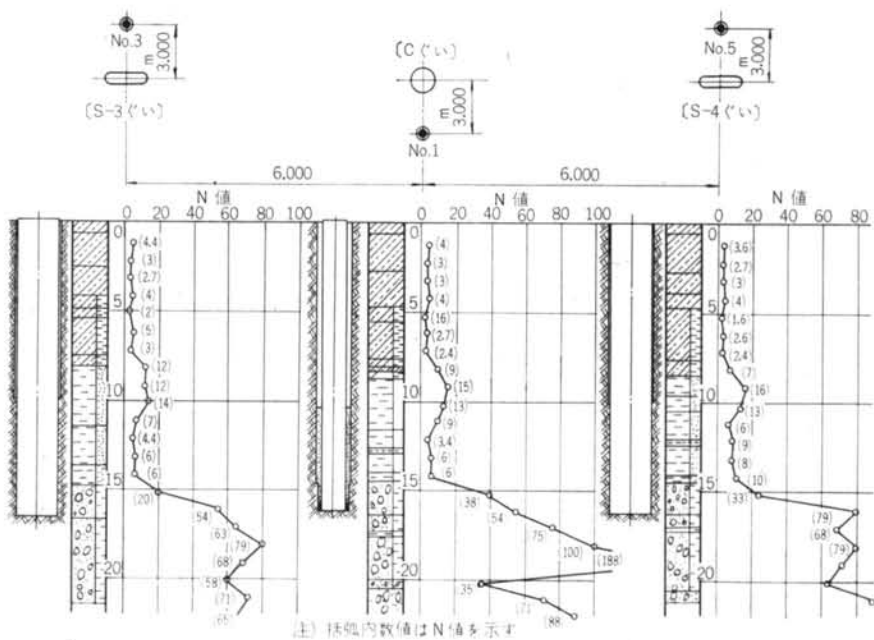


図-2 試験ぐい断面とN値との関係

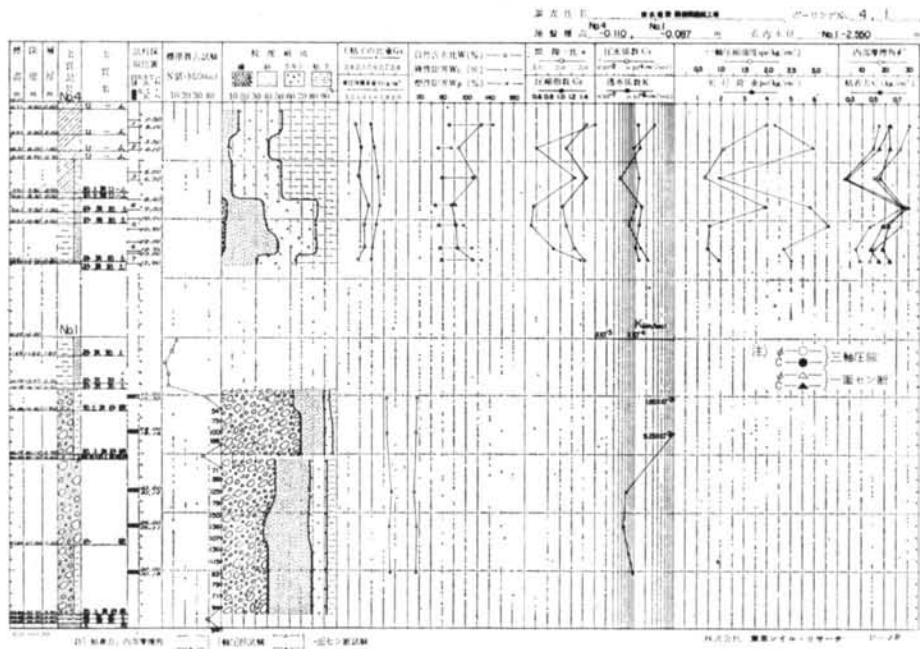


図-3 土質試験結果一覧

た。

- A. 掘削方法は、ウォールドリル機5580型を使用した泥水工法による。支持層への根入れは1.8 mとする。
- B. 泥水プラント、泥水諸性質は本地盤に最適なものを選定し、泥水管理規準内泥水を使用する。

- C. 沈殿物の除去方法は、沈降土粒子の沈降終了後にウォールドリル機で除去する沈殿法による。
- D. コンクリート打設方法は、SSS工法施工基準に準じトレミー管1本で打設するものとする。
- E. ぐいの施工後G. L-10m 以浅の周面摩擦抵抗は泥

く 記	い 号	ボーリ ング	く い 径 B(m)	N 値				
				N	\bar{N}	N_1	\bar{N}_2	$\frac{N_1 + \bar{N}_2}{2}$
S-3	No.3	0.60	54	37	59	16	38	
S-4	No.5	0.60	79	56	74	24	49	
C	No.1	1.35	54	46	76	12	44	

N: くの先端地盤のN値

\bar{N} : くの支持層中の貫入深さに対する平均N値

N_1 : くの先端より下方へ2Bなる範囲内の平均N値

\bar{N}_2 : くの先端より上方へ10Bなる範囲の平均N値

表-3 試験くいの近傍のN値

水ジェットによって解除しておく。

3.2.2 Cくい

Cくいは深礎工法で施工したくいで、形状寸法は直径1,350×深さ16,300mmである。その施工条件は次のとおりとした。

- 円孔は $\phi 1,800$ mmとし、深礎工法で施工する。支持層への根入れは1.8mとする。
- G. L-10m以深の仮設材を撤去した後、孔底部支持層を手でならし、鋼管(板厚12mm, 先端は22mm鉄板で閉塞)を設置する。
- 鋼管内部に鉄筋かごを建込み後、トレミー管でコンクリートを中詰する。
- G. L-10m以深の鋼管周囲にモルタルグラウトする。G. L-10m以浅の周面摩擦抵抗は解除したままとする。
- 施工期間中は支持層の水位をディープウエルで低下しておく。

以上のような施工条件のもとでは、SSSくいとCくいの鉛直支持力の差に影響をおよぼす要因としては、周面摩擦抵抗、地盤のゆるみ、被圧水によるボイリング、沈殿物の介在量、くの底面形状などであり、載荷試験ではこれらの施工上の要因が加味された沈下量、支持力が得られる。なお、鉛直耐力に影響する地盤性状、支持層への根入れ深さ、周面積、底面積などはほぼ同一となっている。

S-3くいとS-4くいは、同一の施工条件としており、同一施工方法による鉛直支持力のバラツキを明かにする。

3.3 試験くいの施工

3.3.1 SSSくいの施工

溝の掘削は清水式方向制御装置付根掘削機(略称ウォールドリル機)5580型(写真-1)を使用し、排土は

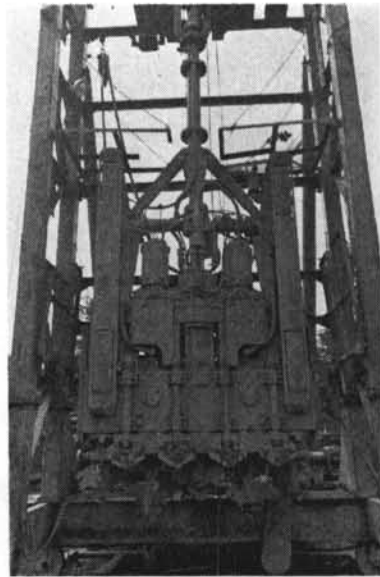


写真-1 ウォールドリル機

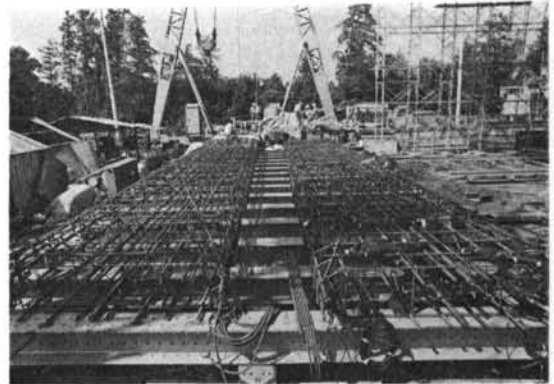


写真-2 SSSくい鉄筋かご

G. L-8mまではサンドポンプによる正循環方式とし、それ以深は鋼管式エアリフト方式とした。いわゆる4個の回転ピットの先端から泥水をジェットし、中央の回転ピットからエアリフトで泥水とともに排出する方法である。泥水と土砂の分離は振動フルイ、サイクロンおよび沈殿タンクを併用した。

泥水の基準調合は、ベントナイト6%, CMC0.05%, 分散剤0.1%, 炭酸ソーダ0.1%としたが、掘削が進むと粘性が増加したため適時調泥を行なった。

沈殿物の除去は、泥水中の沈降土粒子の沈降終了を待って、ウォールドリル機を所定の深度まで静かに降した後、ドリルを回転させながらジェットを行なってエアリフトにより吸い上げた。掘削終了から沈殿物除去開始までの待ち時間はS-3, S-4くいでそれぞれ16時間、

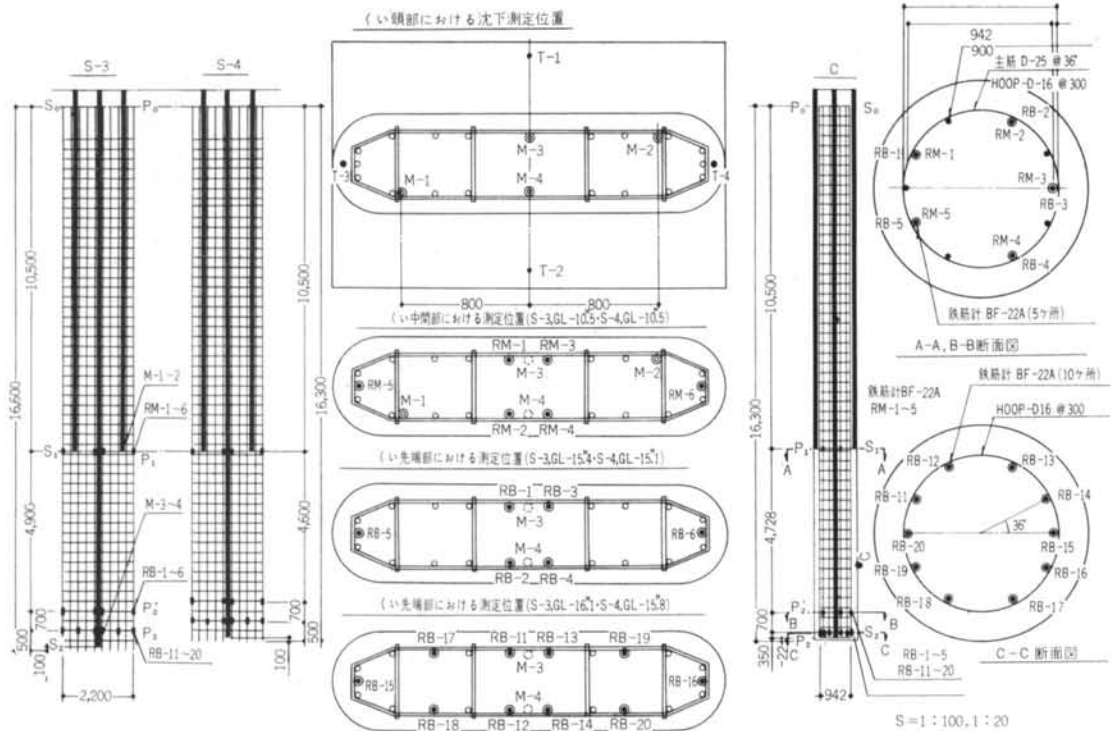


図-4 試験ぐいの各測定点

ぐい記号	スランブ (cm)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	水 W (kg/m ³)	セメント C (kg/m ³)	細骨材 S (kg/m ³)	粗骨材 G (kg/m ³)	混和剤 ビンゾール (kg/m ³)	圧縮強度 (kg/cm ²)		ヤング係数 載荷時 (kg/cm ²)
									材合28日 σ_{28}	載荷時 σ	
S-3	21	44.3	40.0	188	424	679	1,042	0.170	208	$\sigma_{61}=242$	2.49×10^8
S-4	21	49.5	46.1	203	410	801	954	—	310	$\sigma_{86}=335$	2.83×10^8
C	21	49.5	46.1	203	410	801	954	—	311	$\sigma_{37}=312$	2.45×10^8

注) 圧縮強度は標準供試体 ($\phi 15 \times 30$ cm) 3個の平均値, $20 \pm 2^\circ \text{C}$ 水中養生

表-4 試験ぐいのコンクリート調合および強度

18時間であった。この間の溝内泥水のファンネル粘度は24~26秒であった。沈殿物除去方法に関する検討は別報¹⁾に記した。

鉄筋かごはS-3, S-4それぞれ16.6m, 16.3mの長さに製作した。(写真-2)軸方向鉄筋はD25mm22本, 横筋はD16@300とした。鉄筋かごには軸力測定用の鉄筋計およびぐい体沈下量測定用の二重管を, 図-4に示す位置に設置した。

コンクリートの調合および標準供試体試験結果を表-4に示す。長さ2.52mの溝の中央にトレミー管(10インチ)を設置し, プランジャ方式で打設した。

沈殿物除去終了直後から, コンクリート打設直前までの経過時間はS-3, S-4それぞれ4時間50分, 2時間5分であった。この間の沈殿物の堆積は認められな

った。

コンクリート打設1カ月後, G.L-10m以浅のぐい周囲の摩擦抵抗を解除した。その方法は $\phi 40$ mmの縦孔を約50cm間隔にあげ, 高圧ジェット水($150 \sim 250 \text{kg/cm}^2$)で下方よりフリクションカットし, 泥水を注入する方法を採った。

また, 載荷用のジャッキ4台のスペースを確保するためにぐい頭部をこわし, 幅1.5×長さ2.5×深さ2.5mの鉄筋コンクリートを設置した。

3.3.2 埋込み鋼管ぐいの施工

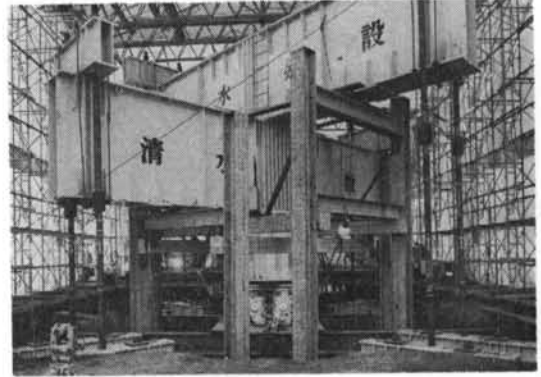
ディープウェル3本で砂礫層の水位を低下させた後, 深礎工法で径1.8mの円孔を掘削した。砂礫層では径1.6mの素掘りとした。G.L-10m以深の仮設リングを撤去した後ぐい底面を手で平滑にし, 掘削土砂のない状態

とし、直ちに先端を鉄板で閉塞してある鋼管（直径1.35 m）を建込み、鋼管内を満水にした。

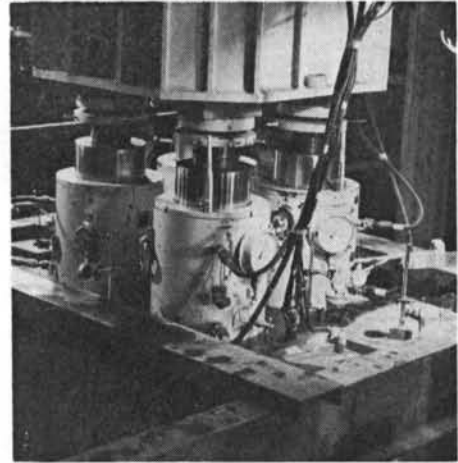
掘削終了直後から鋼管内満水完了直前までの経過時間は102時間であった。

さらにG. L.—10.35m以深の空隙にプレキャストモルタルを注入し、地盤と鋼管の摩擦抵抗を保持させた。しかし、鋼管の先端0.7 mの周囲には予め発泡スチロールを取付けたため、摩擦抵抗は解除されている。これはCぐいのくい底有効断面積（1.43㎡）をSSSぐいの有効断面積（1.40㎡）とほぼ等しくするための処置である。

プレキャストモルタル注入後1週間経ってから鋼管内を空にした後、鉄筋かごを建込んでコンクリートをトレミー工法で打設した。鉄筋かごは16.3mの長さで製作したもので、軸力測定用の鉄筋計およびくい体沈下量測定用の二重管を、図—4に示す位置に設置したものである。



写真—3 2,000ton載荷装置全景



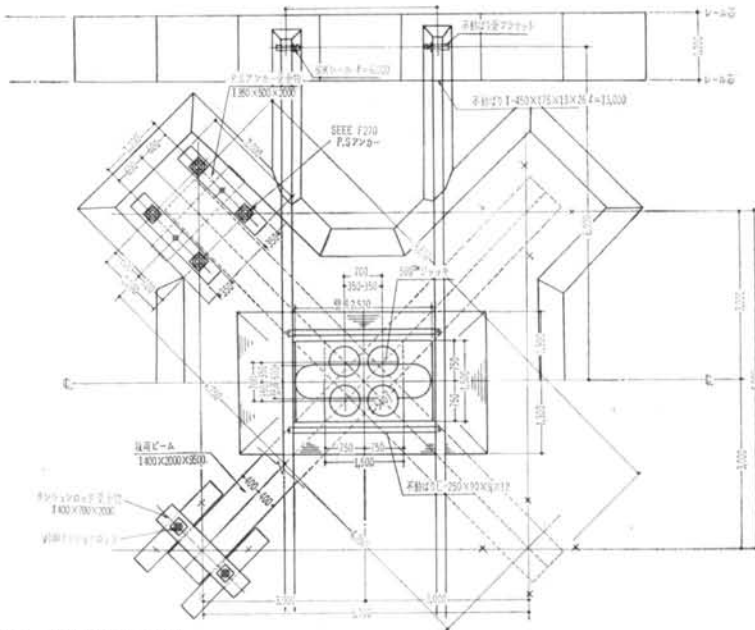
写真—4 2,000ton載荷時のジャッキ

§ 4. 載荷試験

4.1 載荷装置

最大予定載荷重は、くい頭荷重 250 t/㎡ の5倍とし、くい断面積 1.43 ㎡ であるから 1,800 ton とした。したがって、載荷装置は 2,000 ton に耐え得るものとして設計した。載荷装置平面を図—5 に、全景を写真—3 に示す。

載荷は 500 ton 油圧ジャッキ 4 台（写真—4）を連動させて行なった。その反力は鋼製パッキング、反力ガーダーで受け、16本のPSアンカーで地盤に伝えた。



図—5 2,000ton載荷装置平面図

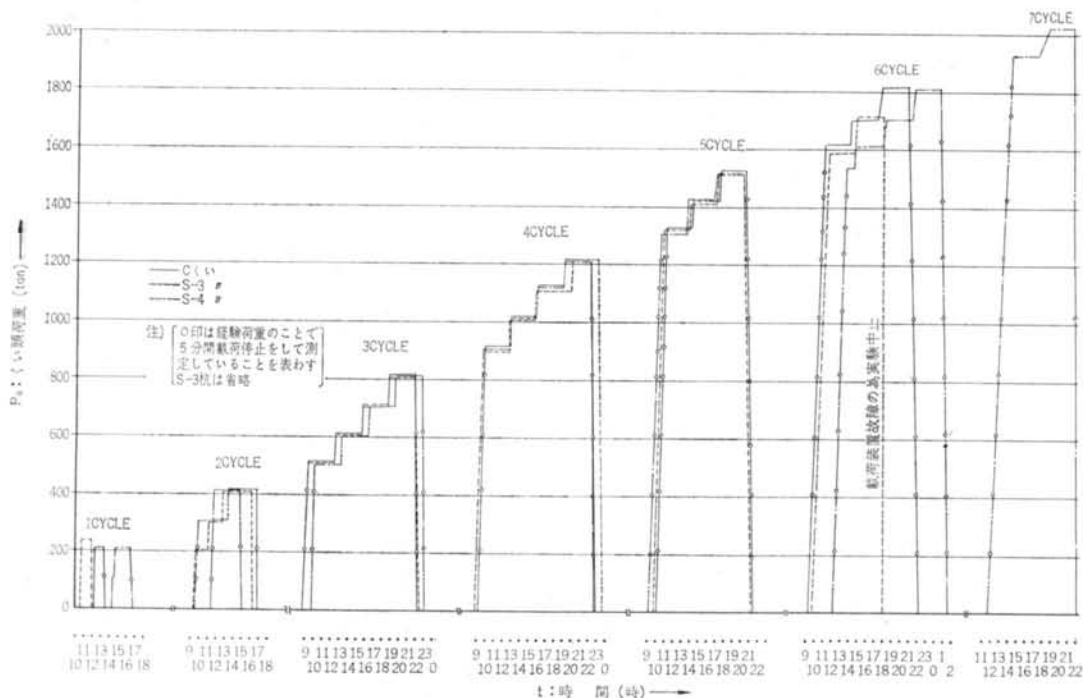


図-6 くい頭載荷重サイクル実施図

4.2 試験方法

4.2.1 載荷方法

載荷方法は、くい頭荷重制御による緩速試験の多サイクル方式とした。この場合、処女荷重段階における「経過時間～沈下量」の関係で、1段階が3時間以上を経過しても沈下が停止(安定)状態(10分間に1/100mm以下)に入らない場合は3時間までとし次の荷重段階に移した。

以上の載荷方法は、S-3、S-4、Cぐいの支持力度、沈下性状の比較という意味から各ぐいとも同一となるように実施した。各ぐいのくい頭載荷重サイクル実施図を図-6に示す。

4.2.2 鉛直方向変位量測定方法

変位量測定方法は、S-3、S-4、Cぐい共通である。

変位量は1/100mmダイヤルゲージを使用した。測定点は図-4に示すごとく、くい頭変位量(沈下量、浮き上り量)4カ所(T-1～T-4)、くい中間点変位量2カ所(M-1、M-2)およびくい先端変位量2カ所(M-3、M-4)である。いずれも不動梁からの変位量を測定しているが、M-1～M-4ではくい体自身の圧縮変形量のみ測定も行なった。測定時間間隔は、荷重到達後0'～30'～1'～3'～5'～8'～10'以後10'間隔とした。

4.2.3 鉛直方向軸力測定方法

軸力測定方法はS-3、S-4、Cぐい共通である。くい頭部の軸力は各ジャッキの個々に校正した荷重値の総和とした。中間部およびくい先端部の軸力は、ワイヤストレインゲージ型の鉄筋計(共和電業製KF-22)を予め軸方向鉄筋に圧接してひずみ量を測定し、コンクリートのヤング係数と換算断面を用いて軸力を算定した。

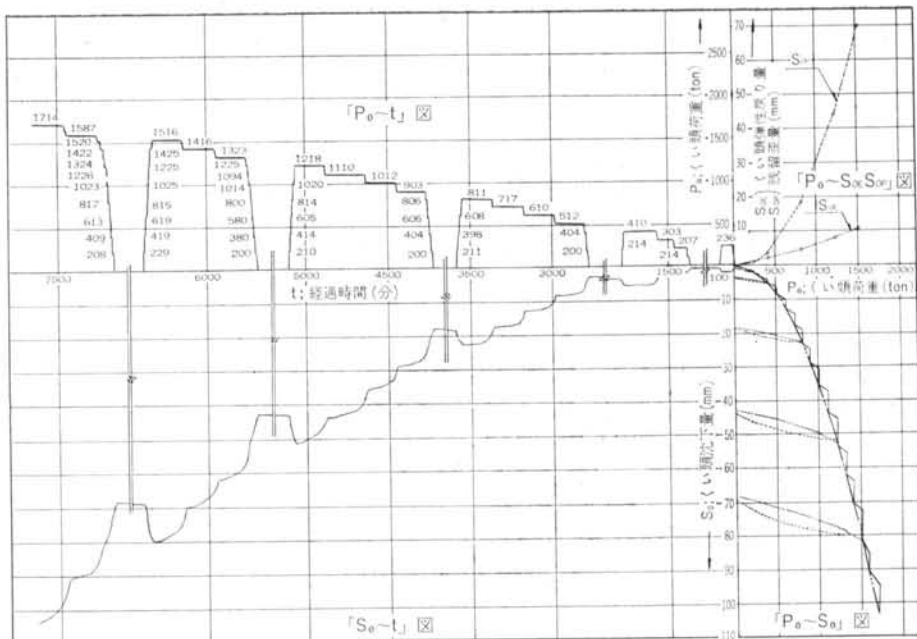
鉄筋計は図-4に示すごとくくい中間部 P_1 、くい先端部 P_2 に合計22カ所(Cぐいでは20カ所)である。測定時間間隔は、荷重到達後0'～5'～10'以後10'間隔とした。

4.3 試験結果

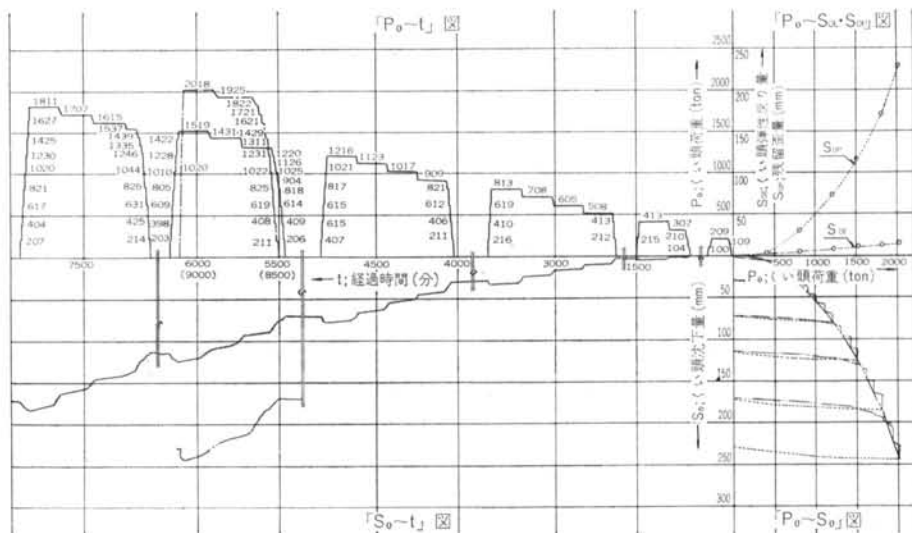
4.3.1 鉛直方向変位量測定結果

くい頭荷重(P_0)～くい頭沈下量(S_0)～経過時間(t)の関係を示すと図-7、図-8、図-9のとおりである。また、くい頭荷重(P_0)～くい頭沈下量(S_0)、くい中間部沈下量(S_1)、くい先端部沈下量(S_2)の関係を示すと図-10、図-11、図-12のとおりである。

くい頭の沈下量(S_0)はくい頭のダイヤルゲージ4個(①～④)の平均値とし、くい中間部の沈下量(S_1)およびくい先端部の沈下量(S_2)は、くい頭部からおのの深度までの縮み量の平均値を S_0 から差し引いて求めた。



図一7 S-3ぐい「 $P_0 \sim S_0 \sim t$ 」関係図



図一8 S-4ぐい「 $P_0 \sim S_0 \sim t$ 」関係図

4.3.2 鉛直方向軸力測定結果

S-3, S-4ぐいの各深度における長辺方向のひずみ測定結果を示すと図-13, 図-14のとおりである。

これらのひずみ量は長辺方向に一定でなく、特にぐい先端ひずみは端部が大となっている。これらは単に測定ひずみの精度にもとづく誤差とは考えられず、地盤反力分布に起因するものとするのが妥当であろう。

したがって、軸力算定に当っては全平均値から算定すると過大となる恐れが多分があるので、本報では中央部4点の平均ひずみ量から軸力を算定することとした。

Cぐいでは全点の平均ひずみ量を採用した。各深度における軸力は、上記ひずみ量平均値(ϵ_n)から式(1)で求めた。

$$P_n = \epsilon_n (A_c \cdot E_c + A_s \cdot E_s) \quad \dots(1)$$

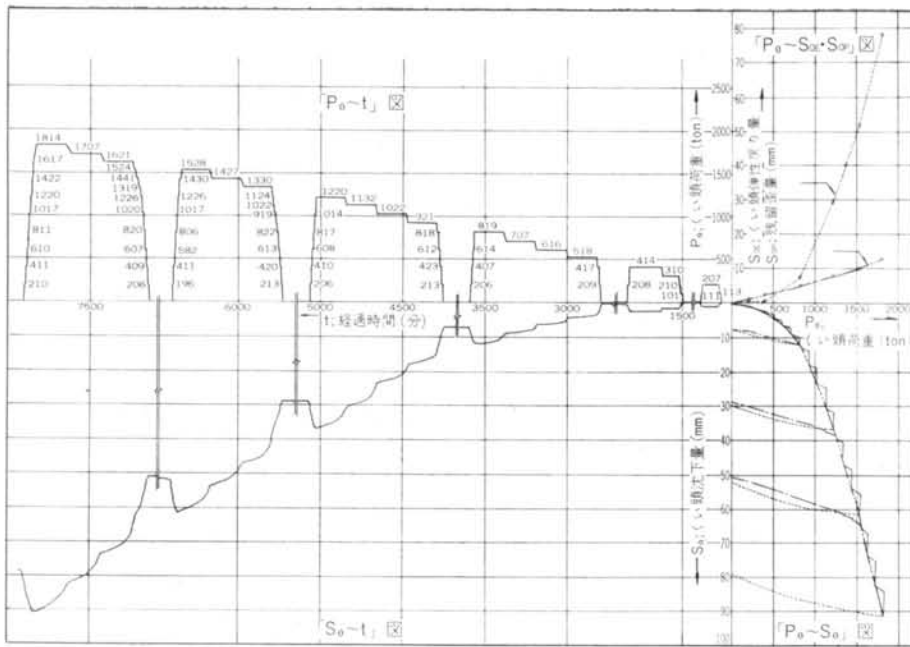


図-9 Cぐい「 $P_0 \sim S_0 \sim t$ 」関係図

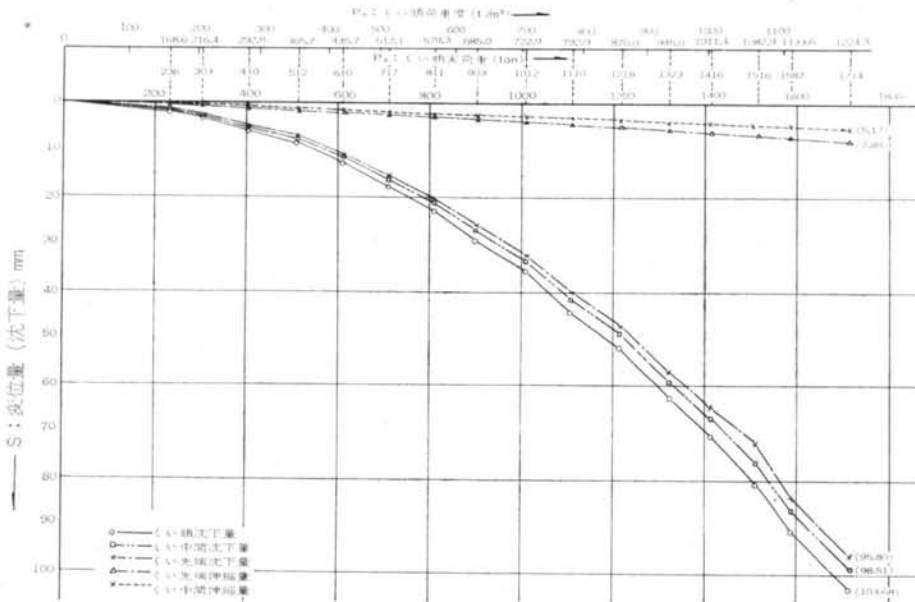


図-10 S-3ぐい処女荷重段階の「 $P_0 \sim S_0$ 」曲線図

ここに、 P_n : 軸力 (kg)

ϵ_n : 測定ひずみ量平均値

A_c : ぐいのコンクリート純断面積 (cm^2)

A_s : ぐいの鋼材断面積 (cm^2)

E_c : ぐいのコンクリートヤング係数 (kg/cm^2)

E_s : ぐいの鋼材ヤング係数 (kg/cm^2)

ぐいのコンクリートヤング係数は、ぐい頭から G. L. 10.5mまでのぐい周面摩擦抵抗がないものとして、ぐい縮み量測定値とぐい頭荷重とからコンクリートのひずみ ϵ_c に対応するヤング係数 E_c として求めた。その結果は図-15のとおりである。標準供試体 ($\phi 150 \times 300, 20 \pm 2^\circ\text{C}$ 水中養生) による静弾性係数測定結果も同時に示し

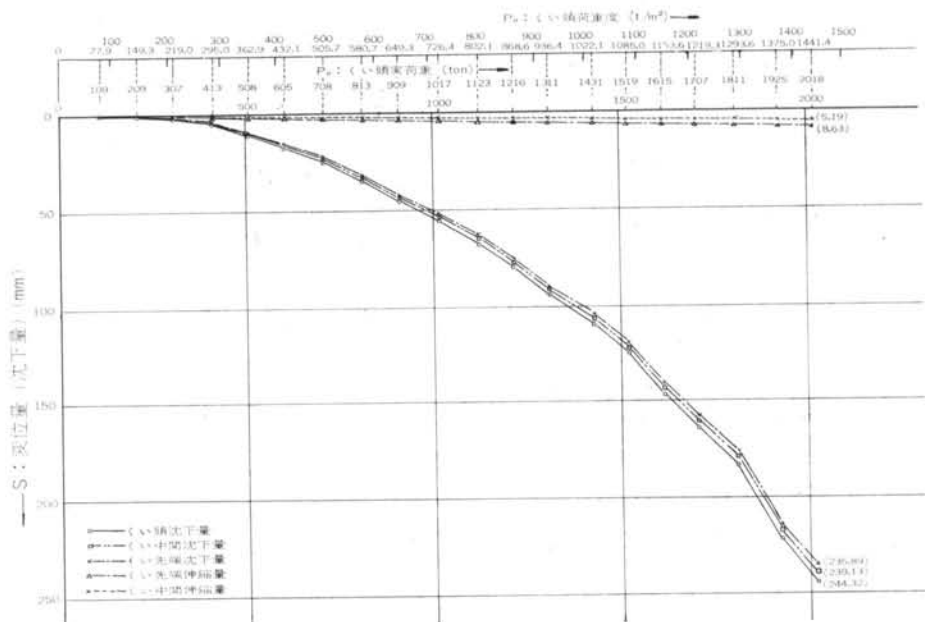


図-11 S-4 ぐい処女荷重段階の「 $P_0 \sim S_0$ 」曲線図

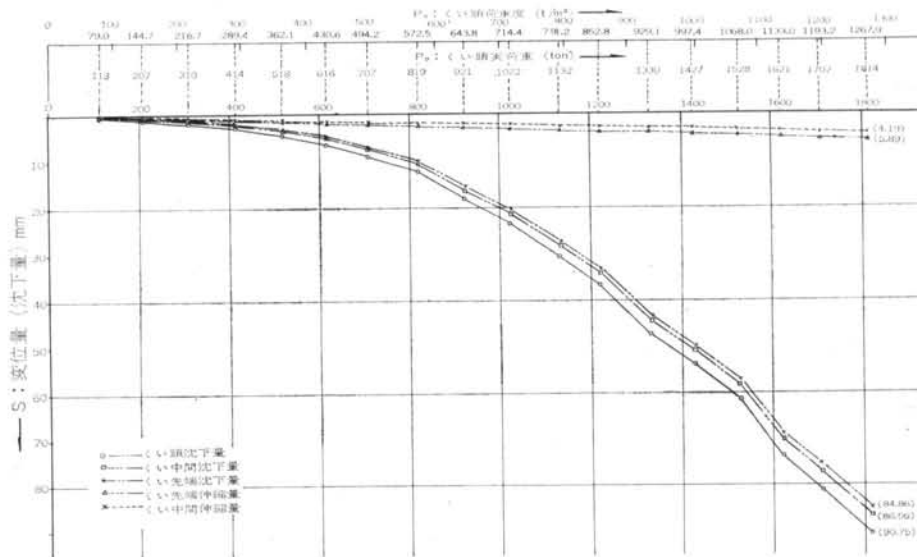


図-12 Cぐい処女荷重段階の「 $P_0 \sim S_0$ 」曲線図

た。

くい体の変位量から求めたコンクリートのヤング係数測定結果は、いずれのくいについてもひずみ量と逆比例の関係となっており、標準供試体から求めた $\epsilon_c \sim E_c$ 関係とは若干の差異がある。

くい体の測定結果から求めた $\epsilon_c \sim E_c$ 曲線を用いて式(1)で軸力を求め、くい頭荷重との関係を示すと図-16のとおりである。G. L.からG. L-10.0mまでの周面摩擦力が解除されているものとすれば、 $P_0 = P_1$ の関係が成立

することになる。S-4、Cぐいは摩擦力が解除されているが、S-3ぐいは約100tonの摩擦力が残っている。

各くいの深さ方向の軸力分布を示すと図-17、図-18、図-19のとおりである。

くい先端荷重(P_2)と先端沈下量(S_2)との関係を $\log P_n \sim S_n$ 曲線で示すと図-20のとおりである。

いずれのくいも、先端の沈下量はいくい頭におけると同様に、荷重の増加とともになめらかな曲線状に変化しており、その増加割合の急激な変化点は認められない。

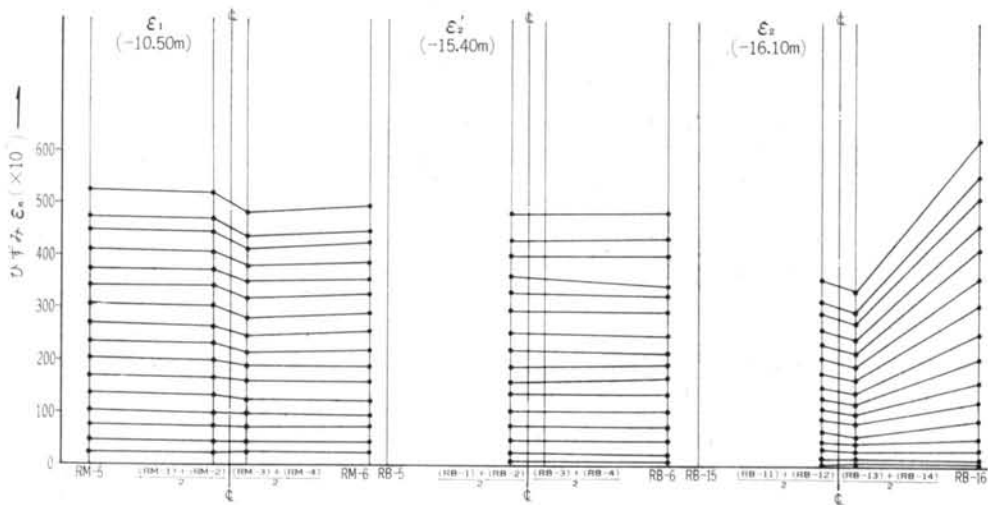


図-13 S-3 ぐい長辺方向ひずみ分布

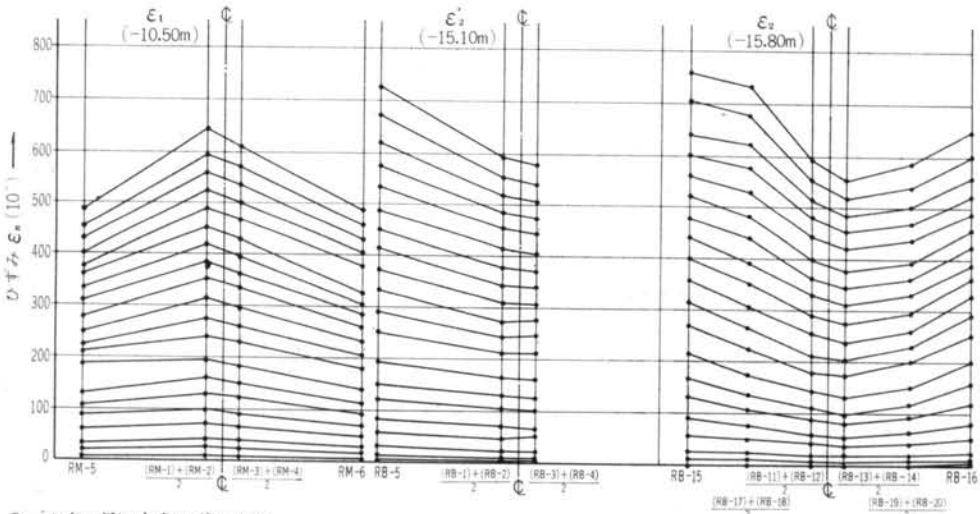


図-14 S-4 ぐい長辺方向ひずみ分布

くい頭部における荷重を除去した後のくい先端部における弾性戻り量、残留歪量とくい先端軸力、弾性戻り軸力との関係を求めると図-21、図-22のとおりである。

q : くい先端の極限支持力度 (t/m^2)

f : くい周面の摩擦力 (t/m^2)

A_p : くい先端の断面積 (m^2)

A_s : くい周面積 (m^2)

このような考え方にたつて、SSSぐいの鉛直耐力についてCぐいとの比較をなし、SSSぐいの施工性が鉛直耐力におよぼす影響について考察してみる。

§ 5. SSSぐいの施工性と鉛直耐力についての考察

くいの鉛直支持力は、一般に先端支持力とくい周面摩擦力の和として考えられる。すなわち、その算定式として式(2)のように与えられる。

$$R_u = q A_p + f A_s \quad \dots(2)$$

ここに、 R_u : くいの極限支持力 (ton)

5.1 周面摩擦力についての考察

深さ方向の軸力差を、くい周面積で除して求めた値を単純に周面摩擦力とし、いま本試験において軸力の測定は各地層段階で実施していないため、深さ方向約4.8mの間 ($P_1 \sim P_2'$) の値を平均的に求めて、壁体と地盤の

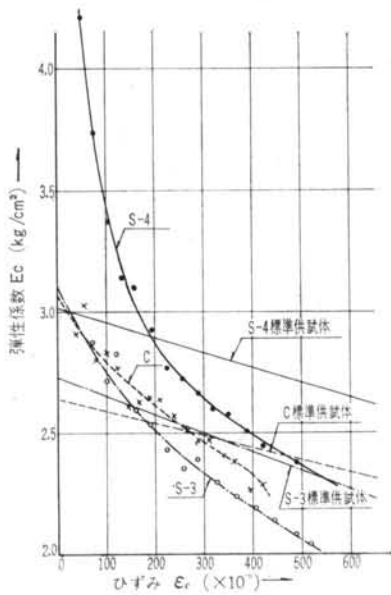


図-15 各くい体コンクリートの $E_c \sim \epsilon_c$ 曲線

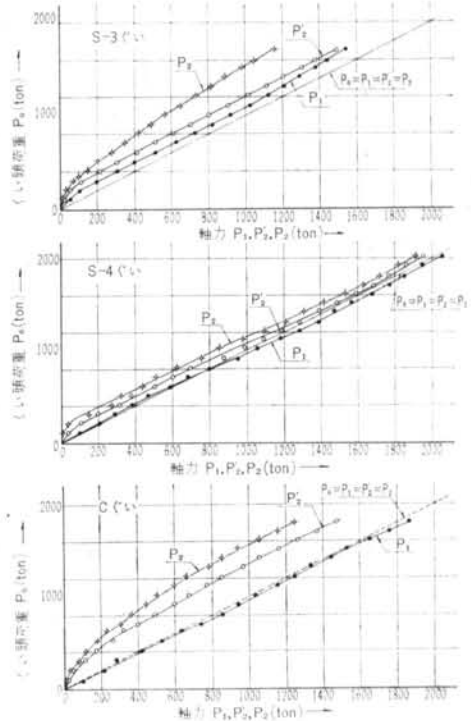


図-16 くい頭荷重と軸力の関係

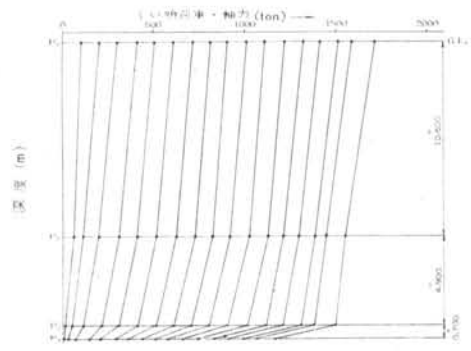


図-17 S-3 くい処女荷重段階「軸力～深度」線図

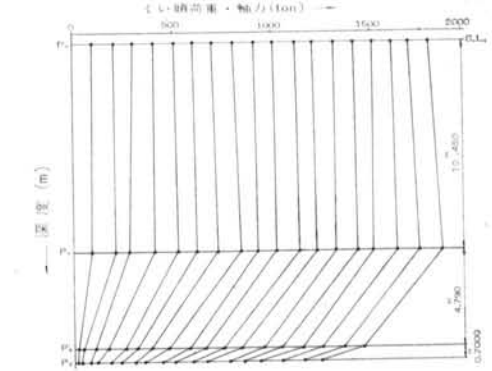


図-19 C くい処女荷重段階「軸力～深度」線図

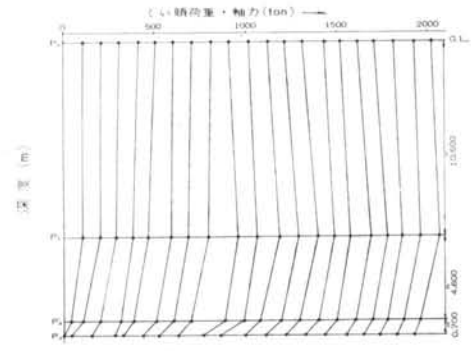


図-18 S-4 くい処女荷重段階「軸力～深度」線図

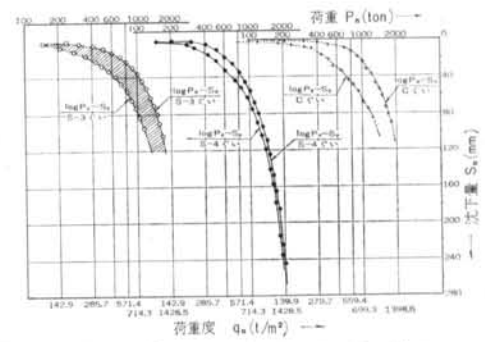


図-20 各くいの「 $\log P_0 \sim S_0, \log P_2 \sim S_2$ 」線図

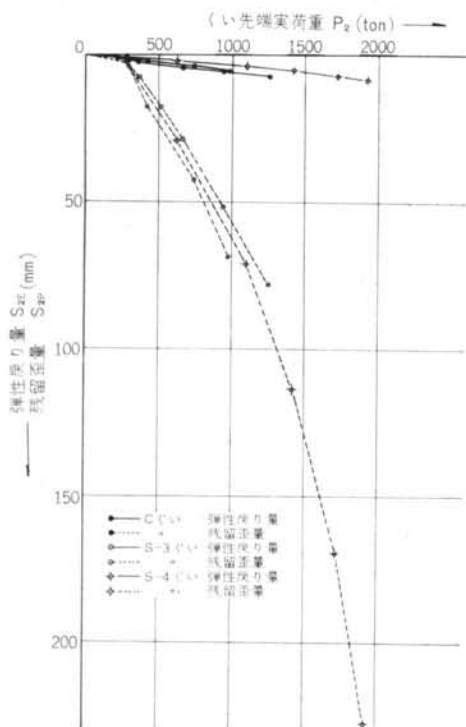


図-21 くい先頭の「 $P_2 \sim S_{2E}, S_{2P}$ 」曲線図

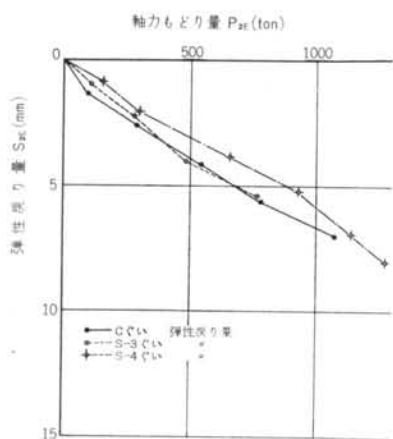


図-22 くい先頭の「 $P_{2E} \sim S_{2E}$ 」曲線図

相対変位量との関係を示すと図-23のとおりである。

この周面摩擦力は、くい頭荷重の増加に伴って増し、ある一定値に近づく傾向がみられる。この一定値はS-3、S-4ぐいでは約 4 t/m^2 であり、Cぐいでは約 13 t/m^2 となっている。SSSぐいの最大周面摩擦力はCぐいの約30%の値となっている。

また、最大周面摩擦力に達する変位量は、SSSぐいとCぐいとではほぼ同値で、約25mmである。

以上のことより、周面摩擦力におよぼす施工性の影響は顕著で、最大摩擦力に差異が認められた。これは、掘削溝面の平滑度の差異、ならびに地盤とくい体周面との間にペントナイト泥壁が介在することなどの施工法の差異によるものと考えられる。Cぐいの深礎掘削時、およびS-4ぐいを載荷試験後に掘出した時に観察した両者の溝面平滑度が、SSSぐいの方が平滑であったこと、またSSSぐい周面に介在するペントナイト泥壁(厚さ5~10mm)の内部に、すべり面が観察されたことなどから妥当な判断と思われる。

したがって、SSS工法では溝面の平滑度および垂直精度(S-4ぐいでは1/1,000以上)が優れているため、粘性土層においては、ペントナイト泥壁のせん断抵抗が周面摩擦力の決定要因となったと考えられる(写真-5、写真-6)。

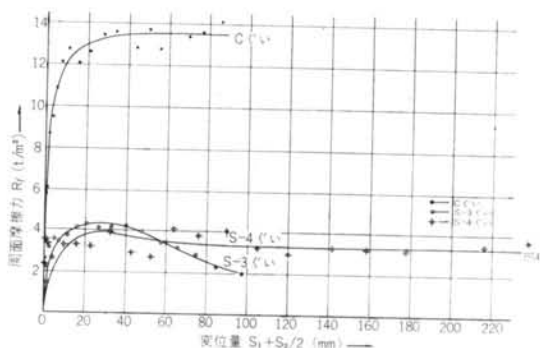


図-23 くい中間における周面摩擦力と変位量の関係

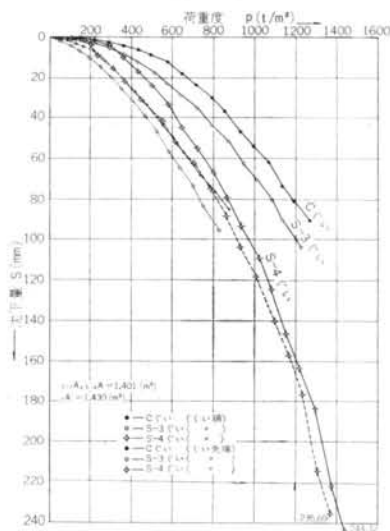


図-24 沈下量と荷重度との関係



写真一五 SSSぐいの側壁面



写真一六 Cぐいの孔壁面

5.2 鉛直変位量についての考察

くい頭部ならびにくい先端部における、荷重量と沈下量との関係をまとめると図一24のとおりである。荷重量は軸力を底面積で除して求めた。

図一24から、くい頭部における沈下量 (S_0) はSSSぐいの方がCぐいより大きな値を示しているが、くい先端部の沈下量 (S_2) は両者ほぼ同じ値となっていることが明らかである。この現象は、5.1に述べた最大周面摩擦力におよぼす施工性の影響が、くい頭沈下量に現われたことを示している。同時に、くい先端部耐力におよぼす施工性の影響がほとんどないことを示している。

また図一22から、くい先端部の軸力戻り量と弾性戻り量との関係において、SSSぐいとCぐいとではほとんど差が認められないことが明らかである。この現象は、

沈殿物あるいはベントナイト泥壁など地盤と異質なものによる沈下性状への影響、ならびに地盤のゆるみの程度や形状の差異などによる、沈下性状への影響がほとんどないことを示しているものと考えられる。

別報¹⁾の沈殿物除去方法の検討結果によれば、SSS工法の沈殿物除去方法の原則を守って施工すれば、一次スライム、二次スライムは0~5mm程度の極めて微量であることが判明した。一方溝側面と同程度のベントナイト泥壁が溝底面に最大約20mm程度認められ、くい先端の沈下性状に与える影響が不明とされた。

しかし、SSSぐいの載荷試験結果によれば、上記したごとく、くい先端の沈下性状は、沈殿物ならびにベントナイト泥壁がまったくないとみなせるCぐいの沈下性状とほぼ同一と判断できる。

したがって、上記程度の沈殿物ならびにベントナイト泥壁がくい先端の沈下性状に与える影響は、構造耐力上ほとんどないと評価できるものとする。

5.3 鉛直耐力についての考察

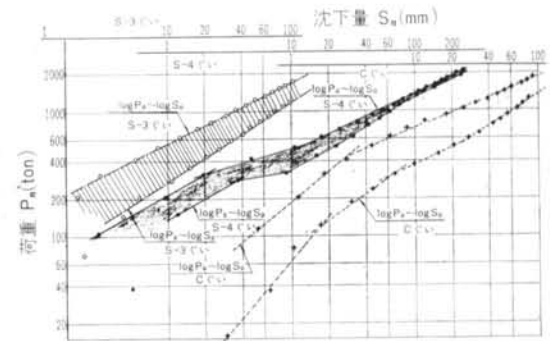
日本建築学会建築基礎構造設計規程「ピヤ基礎の設計」には、ピヤは基礎スラブからの荷重を地盤に伝えるため地盤を掘削して設けられた地業で、最小径または幅がおおむね80cm以上、かつ、長さが最小径または幅の3~5倍以上のものと解説している。

本考察では、試験ぐいの設置方法、断面寸法などからピヤに準拠して、ピヤの支持力規程によって支持力の考察を試みる。

上記規程では、載荷試験を行なう場合について次のように規定している。

ピヤの長期許容支持力は、ピヤ頭部における沈下量が25mmに達した荷重の1/2、または極限支持力の1/3のうちいずれか小なるものとする。

S-3、S-4、Cぐいの $\log P \sim \log S$ 線図を示す



図一25 各ぐいの「 $\log P_0 \sim \log S_0, \log P_2 \sim \log S_2$ 」線図

と図-25のとおりである。図-25、図-20によればくい頭荷重300~500ton近傍でくい頭沈下量の増加割合にわずかな変化がみられるが、以後最大荷重1,700~2,000tonまで増加割合の顕著な変化は認められない。したがって、本載荷試験ではS-3、S-4、Cぐいともに極限支持力が得られなかったと判断される。ちなみに試験最大荷重度はおのおの1,220、1,440、1,270tonであった。

次に、くい頭部における沈下量が25mmに達した荷重の1/2の値を求めると下記のとおりである。

$$S-3 \text{ ぐい } \frac{1}{2} \times 840 = 420 \text{ (ton)} \rightarrow 300 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$S-4 \text{ ぐい } \frac{1}{2} \times 715 = 357 \text{ (ton)} \rightarrow 255 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

したがって、本敷地におけるSSSぐいの長期許容耐力はバラツキも少なく、ベントぐいなどの場所打ちコンクリートぐいに慣用している荷重度250t/m²(径1mで200ton)の値を採れる。

同時に実施したCぐいについて、同様に沈下量25mmから長期許容耐力を求めると、

$$C \text{ ぐい } \frac{1}{2} \times 1,044 = 522 \text{ (ton)} \rightarrow 365 \text{ t/m}^2$$

であり、SSSぐいとほぼ同等と考えられる。すなわち、SSSぐいの施工性が鉛直耐力に与える影響は、構造耐力上ほとんどないと評価できるものと考えられる。

SSSぐいの許容耐力は、上記したごとく、沈下量の制限から決定されているが、これは地盤内部に打込みや、押し込みによって周囲の地盤を排除しながら設置される一般のぐいに反し、地盤を掘さくして後その中に設置される場所打ちぐいに共通した事柄である。したがって、場所打ちぐいの沈下量を算定する研究が今後進められ、土質試験結果などから定量的に算定可能となれば、SSSぐいの鉛直耐力について、より一般化した評価が得られるようになると考えられる。

§ 6. まとめ

S-3、S-4、Cぐいの載荷試験結果から、SSS

<参考文献>

- 1) 大塚義之、岡田武二、山城幸治：“SSS工法に関する実験的研究(その5)——沈殿物除去方法の検討”清水建設研究所報 第21号 昭和48年10月

工法で施工したくいの施工性と鉛直耐力について述べたが、これらをまとめると次のようにいえる。

- 1) 周面摩擦力におよぼす施工性の影響は顕著で、最大摩擦力に差異が認められる。これは、掘削溝面の平滑度の差異、ならびに地盤とくい体周面との間にベントナイト泥壁が介在することなどの施工法の差異によるものと考えられる。
- 2) くい先端の沈下性状におよぼす施工性の影響は、構造耐力上ほとんどないと評価できる。すなわち、施工基準の原則を厳守して施工すれば、沈殿物やベントナイト泥壁など地盤と異質なものの介在、あるいは地盤のゆるみの程度や形状などの施工法の差異が、構造耐力上支障をきたす程度で先端沈下量に影響することはないものと考えられる。
- 3) SSS工法で施工したくいの鉛直耐力は、バラツキも少なく、現行の場所打ちRCぐいとほぼ同等と評価できる。したがって、長期許容支持力の一般的な値として、250t/m²の値を採っても構造耐力上支障がないものと考えられる。

§ 7. あとがき

以上、SSS工法で施工したくいの鉛直耐力に関する調査計画の概要と、S-3、S-4、Cぐいの載荷試験結果について述べたが、調査計画に示した他の試験結果については後日報告する予定である。

最後に本調査は、当社SSS工法開発の一環として行なったもので、実験にあたって陶浪貞彦主席部員をはじめとして日下徳男氏、坂本和義氏、鈴木忠彦氏、保坂陽之助氏など地中連続壁開発委員会の諸氏の協力を得るとともに、研究所および機械部の方々の絶大な援助をいただいた。末筆ながら、ここに謝意を表します。