

## PIP 柱列くいとコンクリートによる合成壁工法の研究(その3)

— P I P 柱列くいの施工精度 —

小 羽 庸 夫

加 藤 昌 次

(四国支店)

## § 1. 序 論

今までの報告により、PIP柱列くいとコンクリートによる合成壁工法について次のようなことを検討した。

すなわち、第1報<sup>1),2)</sup>では室内模型実験を行ない、プレパクト・モルタル(PIP柱列くいに相当する)とコンクリートの打ち継ぎ方法と、その打ち継ぎ面のせん断抵抗の関係について検討した。第2報<sup>3),4)</sup>では実物大実験を行ない、PIPくいの強度、PIPくいとコンクリートの打ち継ぎ面のせん断強度、同打ち継ぎ面のずれ変形および同合成はりの曲げせん断耐力などの実験結果から、プレパクト・モルタルのヤング係数、許容曲げ圧縮応力度および合成はり打ち継ぎ面の許容せん断強度について検討した。

そして、これらの報告によってPIP柱列くいを地下壁の一部として構造計算に組み込む時の一指針を得た。

ところが、これらの検討にあたってはPIP柱列くいが一様に鉛直に打設された状態を仮定しているので、この指針を実施に移す場合はPIP柱列くいの出来映え(以下、施工精度とよぶ。施工精度については後で詳しく述べる。)をはたして「一様に鉛直に打設された状態」として仮定してよいか検討しなければならない。とくにこれらの地下階工法は一般の工法と異なり、肉眼で直接観察できない地中に構造体を施工するのであるから、その施工精度を上げることは容易でないと考えられる。実際に現場で施工されたPIP柱列くいは、くいの軸心が鉛直方向からはずれていたり、くいの径が一様でなかったりする場合がある。このような場合には、地下壁構造体の壁厚も一様なものが望めないことになる。

それにつけても、今までにPIPくいは数百万メートルの施工実績があるにもかかわらず、その施工精度についてはほとんど調査されたことがなく、その施工精度がどの程度であるか詳細は明らかではない。

そこで、本論ではPIP柱列くいの施工精度を知り、その施工精度とそれを決める要因の関係を求め、それを

本工法の実施設計に反影させるため(たとえば、あらかじめ施工誤差を予想しその分だけ壁厚を厚くする。)に、条件の異なった6現場を選び、延約1000本のPIP柱列くいについて施工精度を調査した。

その結果、PIP柱列くいの施工精度について、

- ① くいの頭部(G.L.±0)の変位は打設基準線より±10mmの範囲におさまること、
  - ② くいの傾斜角はおよそ $10 \sim 20 \times 10^{-3}$ ラジアンであること、
  - ③ くいの径は土質の影響をうけ、ロームでは公称径より若干細くなり、礫混り砂では公称径より若干太くなる傾向があること、
  - ④ これらの施工精度はおもに土質、地中障害物、くいの打設間隔およびオペレーターの技量(経験)などによって影響されること、
- などがわかった。

## § 2. 調査計画

## 2.1 調査目的

調査目的を、およそ次の4つに大別した。

- ① PIP柱列くいの施工精度を知る。
- ② PIP柱列くいの施工精度を決める要因を見出す。
- ③ PIP柱列くいの施工精度とそれを決める要因の関係を求める。
- ④ ①、②、③の結果を使い、本工法の実施設計をより確実なものにする。

## 2.2 調査現場

当社で施工した現場のなかから、①できるだけ多種の土質条件を網羅すること、②測定しやすいことなどを考慮して、表-1に示すような6現場を選定した。

A現場は東京都中央区京橋の市街地にあり、敷地の2

面が表通りに面しており、比較的大規模である。土質は図-1に示すようにG. L. ±0 m ~ -6.5 m が表土、礫混り細砂および砂質シルトでN値は10前後であり、G. L. -6.5 m ~ -18.5 m が砂でN値はおおよそ50である。根切り深さは-14.580 m、PIP柱列くいはφ350, ℓ=15,000 497本であり、切ばりは図-1に示すように2段である。

B現場は東京都中央区京橋の市街地にあり、敷地の1面が裏通りに面しており、比較的小規模である。土質は図-2に示すようにG. L. ±0 m ~ -5.7 m が盛土、シル

トおよびシルト質砂でN値は5前後であり、G. L. -5.7 m ~ -13.7 m が礫混り砂でN値は10~20である。根切り深さは-9.900 m、PIP柱列くいはφ350, ℓ=12,000~13,000 110本であり、切ばりは図-2に示すように2段である。

C現場は東京都中央区宝町の市街地にあり、敷地の2面が裏通りに面しており、比較的小規模である。土質は図-3に示すようにG. L. ±0 m ~ -1.6 m が細砂でN値は10であり、G. L. -1.6 m ~ -4.5 m が粘土でN値が5

項目	敷地		建物				根切山留工事				調査	
	地域区分	主な土質名	用途	構造	軒高(m)	建築面積(m <sup>2</sup> )	根切深さ(m)	PIPくい公称径(mm)	PIPくい本数(本)	根切山留工事(年.月.日)	測定くい本数(本)	測定期間(年.月.日)
	面積(m <sup>2</sup> )	N値		階数	最高部(m)	延面積(m <sup>2</sup> )		PIPくい長さ(m)	PIPくい延長さ(m)	全工期(年.月.日)	測定くい:全くい(%)	
A 現場 東京都中央区 京橋	市街地	砂	事務所	S.R.C.	53.750	1860.120	-14.580	350	497	15. 2.11 45. 9.25	398	45. 6. 8 45. 7. 4
1976.526	50	P3, 14, B3		71.900	20292.418	15,000		7455.0	45. 3. 1 46. 10.31	80.2		
B 現場 東京都中央区 京橋	市街地	礫混り砂	電話局	S.R.C.	14.550	244.040	- 9.900	350	110	45. 6. 7 45. 8.31	104	45. 7.11 45. 8. 5
336.720	10 40				18.650	1385.810		12,000 13,000	1387.0	45. 5. 8 46. 3.20	94.6	
C 現場 東京都中央区 宝町	市街地	粘土, 細砂	事務所	R.C.	23.500	274.688	- 5.090 6.440	300	161	45. 5.20 45. 9.15	158	45. 8. 6 45. 8. 8
305.840	5			7, B1	27.550	1989.291		7,500 9,000	1353.0	45. 5.20 46. 4.10	98.1	
D 現場 東京都武蔵野市	郊外市街地	関東ローム	商店	S.R.C.	24,500	5456.150	-10.910	350	310	44.12.10 45.10.15	71	45. 8.25
6262.890	5				31.000	16105.520		13,000	4030.0	44.10. 1 46.10.31	22.9	
E 現場 東京都港区	市街地	粘土質 ローム		R.C.	23.800	187.150	- 5.200 6,000	300	196	45. 7. 1 45.10.10	196	45. 9. 7 45. 9. 8
228.210	5				27.150	1560.720		7,000 8,000	1456.0	45. 7. 1 46. 3.31	100.0	
F 現場 大阪府寝屋川市 大字仁和寺	工場内	砂,シルト 互層	水槽	R.C.	0	15.896	- 5.100	350	42	45.10. 45.11.	42	45.11.25
	2 20				0	15.896		6,500	273.0	45. 9. 45.12.	100.0	

表一1 調査現場一覧

前後であり、G.L. -4.5m ~ -9.8m が細砂ならびにシルト質細砂でN値はおよそ5である。根切り深さは-5.090m ~ -6.440m、PIP柱列はφ300、ℓ=7,500 ~ 9,000、161本であり、切ばりは図-3に示すように1段である。

D現場は東京都武蔵野市の商業住宅混在地にあり、敷地の3面が裏通りに面しており、比較的大規模である。土質は図-4に示すようにG.L. ±0m ~ -9.8m が関東ロームであり、G.L. -9.8m ~ -10.9m が粘土ならびに粘土質砂礫、G.L. -10.9m ~ -16.1m が砂礫でN値は40~50である。根切り深さは-10.910m、PIP柱列はφ350、ℓ=13,000、310本であり、切ばりは図-4に示すように1段である。

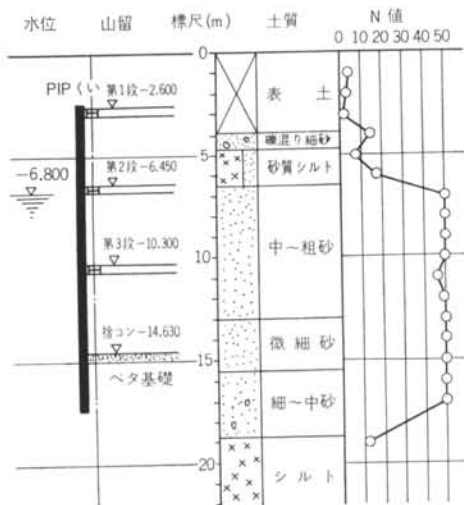


図-1 土質ならびに山留め (A現場)

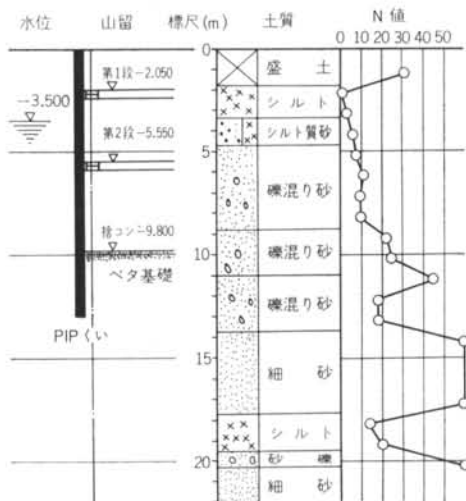


図-2 土質ならびに山留め (B現場)

E現場は東京都港区六本木の市街地にあり、敷地の1面が表通りに面しており、比較的小規模である。土質は図-5に示すようにG.L. ±0m ~ -0.9m が埋土ならびに関東ロームであり、G.L. -0.9m ~ -5.7m が粘土質

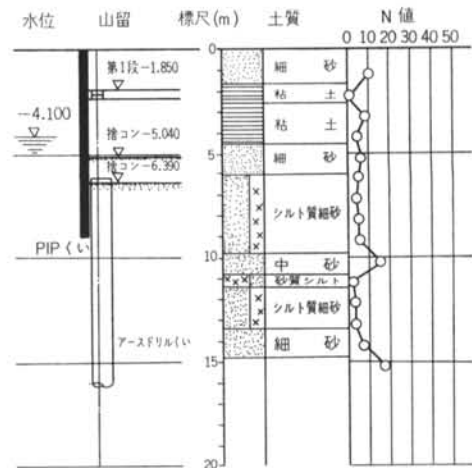


図-3 土質ならびに山留め (C現場)

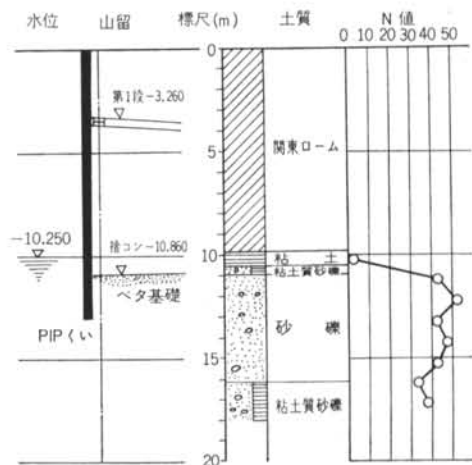


図-4 土質ならびに山留め (D現場)

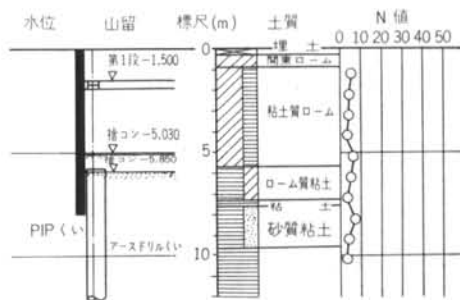
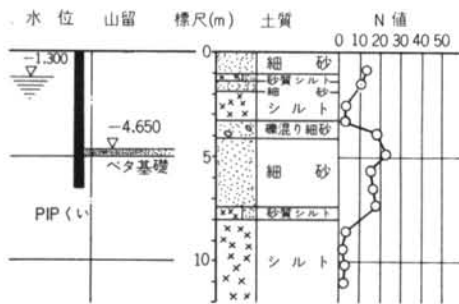


図-5 土質ならびに山留め (E現場)



図一六 土質ならびに山留め(F現場)

ロームでN値はおおよそ5であり、G. L. -5.7m~-9.6mがローム質粘土、粘土および砂質粘土でN値は5前後である。根切り深さは-5.200m~-6.000m、PIP柱列くいはφ300、ℓ=7,000~8,000、196本であり、切ばりは図一五に示すように1段である。

F現場は大阪府寝屋川市大字仁和字の工場内にあり、ごく小規模である。土質は図一六に示すように砂とシルトの互層でN値は砂が15~20、シルトが4前後である。根切り深さは-5.100m、PIP柱列くいは3本1組となり円形打設されφ350、ℓ=6,500、42本であり、図一六に示すように切ばりはない。

## 2.3 施工精度の調査

### 2.3.1 施工精度の定義

PIP柱列くいの出来映えを施工精度とよんだが、施工精度とは次の項目をさす。

① くい心変位：くい心が計画された所定の打設基準線から移動している場合、その水平距離を変位量とよび（山側を正で示し、掘削側を負で示す）、打設基準線上にあるときは変位量が0であるとする。

② くい傾斜角：くいの軸心が鉛直に通っているかどうかを示す。

③ くい径：くい径の公称径に対する大小を示す。

④ 挿入鉄筋のかぶり厚：鉄筋が設計計画通りの位置に挿入されているかどうかを示す。

⑤ くいの表面形状：くいの表面が滑らかか凹凸が多いかを示す。

### 2.3.2 調査項目

次の5項目を調査した。

① 各深度（くい頭部、切ばり面および捨コンクリート面）における水平面でのくい心変位

② くい傾斜角

③ くい径

④ 挿入鉄筋のかぶり厚

⑤ くいの表面形状

### 2.3.3 調査方法

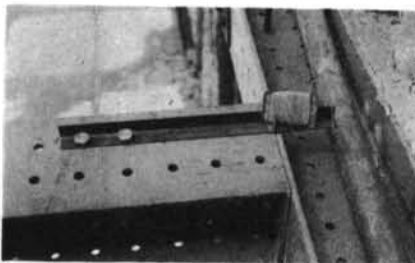
前項2.3.2の①~⑤を調査するにあたり、トランシット、レベル、差金、はさみ定規、下げ振りおよび水糸を使用した。測定機器の誤差ならびに土圧によるPIP柱列くいの変位（試算した結果）は、今回の測定対象物を考慮すれば無視できるものと判断した。また、測定値は二捨三入により5mmを最小の読みとした。次におおの調査方法について述べる。



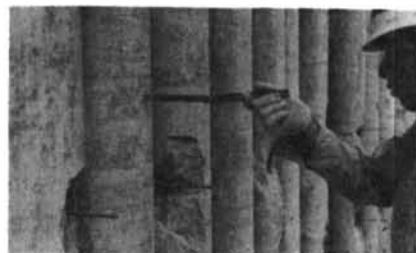
写真一 捨コン上の変位測定(A現場)



写真三 くい径の測定(C現場)



写真二 切ばり上の変位測定(A現場)



写真四 くい表面の形状測定(E現場)

① 各深度における水平面でのくい心の変位：写真—1に示すように、捨コンクリート上にうたれた逃げ墨をもとに、それからある一定の距離に移動させた測定基準線を設け変位の測定を行なった。測定基準線と測定対象物であるPIP柱列くいの面まではできる限り近接させ差金をあてる際の傾斜による誤差が少なくなるように努めた。次に、逃げ墨から求めた測定基準線をトランシットによって上部の切ばりに移動し、写真—2に示すように切ばり間に糸糸をはり変位の測定を行なった。

② くいの鉛直度：たとえば、第1段切ばりと第2段切ばり間の鉛直度 $\theta$ を測定する場合は、(1)式によりラジ

$$\theta = (y - x) / h \quad \dots\dots(1)$$

$y$ ：第2段切ばり面のくい心変位量

$x$ ：第1段切ばり面のくい心変位量

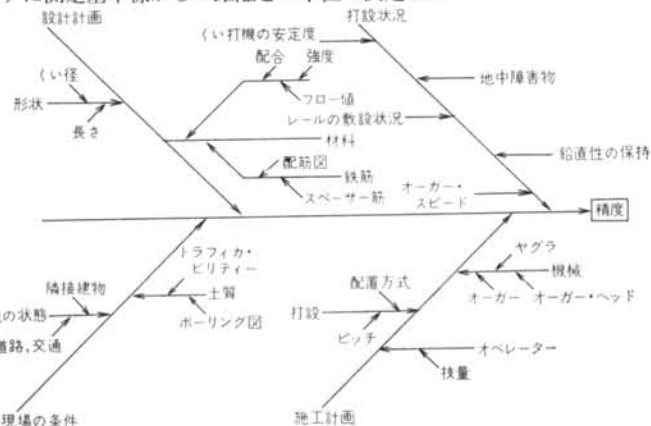
$h$ ：第1段切ばり面と第2段切ばり面の距離

アンで示した。そして、 $y > x$ のときを正のラジアンとし、打設点(くい頭)を基点にしてPIPくいは山側へ傾いているとよぶ。

③ くい径：写真—3に示すように、大型のはさみ定規(丸パス)を用い、くいの直径をはさんでその大きさを差金で測定した。測定は、できる限り多くのくいについて行ない、原則として同一レベル位置で行なった。

④ 挿入鉄筋のかぶり厚：この測定は、くいを研らない限り不可能であるが、現場によっては型枠締結用のセパレーターを溶接するために、あるいは山留腹起し受用のブラケット取付けのために、くいを研ったり、掘削側にとび出したくいを研ったりする場合があるのでそれを利用した。測定は原則として同一レベル位置で行なった。

⑤ くいの表面形状：この測定は任意に数本のくいを選んで写真—4に示すように1本のくいにつき測定範囲を捨コンクリート上よりおよそ2.0m~4.0mとし100mmピッチに測定基準線からの距離をmm単位で測定した。



表—4

## 2.4 施工精度を決める要因の調査

### 2.4.1 要因の想定

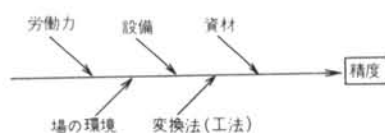
製品を生産する場合、その製品の精度を決める要因は表—2に示すように労働力、設備および資材と、これらが生産の場に投入され変換される過程に作用する場の環境ならびに変換法(工法)がある。

今回その製品に相当するものはPIP柱列くいでありPIP柱列くいの精度を決める要因を表—2に示す想定すると表—3に示すようにオペレーター、機械、PIPくい、現場条件および打設となる。

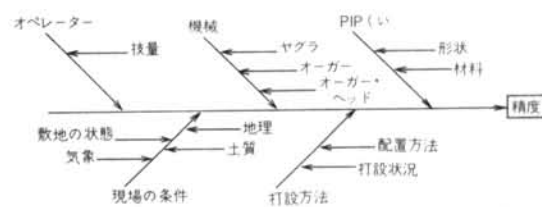
### 2.4.2 調査項目

調査項目は表—3に示す要因を表—4に示すように4項目に大別した。これらの4項目は、①現場条件、②設計計画、③施工計画および④打設状況である。

① 現場の条件：現場条件を敷地の状態ならびに土質に大別して考えた。



表—2 製品の精度とそれを決める要因



表—3 PIP柱列くいの精度とそれを決める要因

PIP柱列くいは、その工法の特長上、市街地のしかも隣接建物が密接している現場に使用されることが多い、ところが、隣接建物、狭い道路および複雑な交通などは、くい打機の移動やくい打機のヘッドを所定の位置にセットするときなどに支障をおよぼすことがある。

また、土質は、オーガーによる掘削の難易、くい径の大小および施工機械のトラフィカビリティー(走行状況)に直接影響をおよぼすと考えられる。

その他に、地理ならびに気象などもあげられるが影響の程度が少いと考慮して省いた。

② 設計計画：設計計画を形状ならびに材料に大別して考えた。

形状は、くい径、くい長さ、くい本数およびくい延長さについて調べた。

材料は、プレバクト・モルタルの配合、強度およびフロー、鉄筋の配筋図ならびにスパーサー筋の有無について調べた。

③ 施工計画：施工計画をオペレーター、機械および打設に大別して考えた。

オペレーターは、くいの打設順序、くいのピッチおよびくい打設中のオーガースピードなどを決めるので、その技量は施工精度に直接影響をおよぼすと考えられる。オペレーターについては、その技量の良否を経験年数などをもとに調べた。

機械については、くい打機、オーガーおよびオーガーヘッドを調べた。

打設については、くいの配置方式ならびに打設間隔を調べた。

④ 打設状況：打設状況については、くい打機の安定度、レールの敷設状況、オーガースピード、地中障害物の有無ならびに鉛直性保持の実施状況を調べた。

#### 2.4.3 調査方法

要因の調査にあたっては、著者自身が調査するとともに調査項目を網羅した調査表を作製し、おのおのの現場を担当したオペレーターに配布し、解答を得た。

### § 3. 調査結果

施工精度の調査は、著者ならびに助手1～3名で、表一1に示すように昭和45年6月8日から昭和45年11月25日までに6現場計969本について行なった。

同時に、要因の調査を行ない、おのおのの現場を担当したオペレーターより解答を得た。

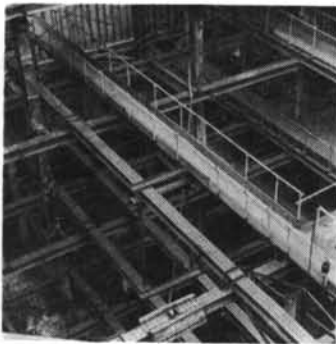
#### 3.1 A現場

##### 3.1.1 施工精度

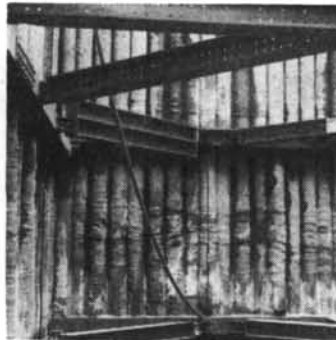
A現場のPIP柱列くいは、図一7に示すようにほぼ長方形に配置されており、その施工状況は、写真一5から写真一10に示すとうりである。全打設くいは497本であり、そのうち398本についてくい心変位などの調査を行なった。

その結果、くい打設順序（親くいか後打ちくいか）は図一7に示すように、ほぼ5～7本おきに1番くいを打ち、1番くいの間に1本おきに2番くいを打ち、残った所に3番くいを打っていることがわかる。

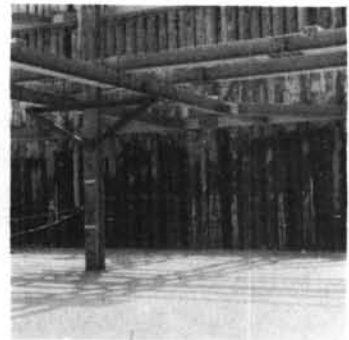
また、おのおののくいのくい心変位状況とくい傾斜状況は、図一7によって一覽することができる。図一7



写真一5 A現場（その1）



写真一6 A現場（その2）



写真一7 A現場（その3）



写真一8 A現場（その4）



写真一9 A現場（その5）



写真一10 A現場（その6）

は、おのおののくい第1段切ばり面の変位を実線で、捨コンクリート面の変位を点線で結び、その実線と点線の間を薄墨で塗って示したものである。したがって、図-7によれば、くい頭部くい心変位量が大きいくいはその変位方向(山側か掘削側か)に実線が基線位置から大きく折れ曲がって示され、くい傾斜角が大きいくいはその傾斜方向(山側か掘削側か)に薄墨面積が大きく示される。

さらに、図-7に示すA面、B面、C面およびD面の

第1段切ばり面ならびに捨コンクリート面のくい心変位量相対度数をくい心変位調査結果から求め、おのおの図-8、図-9、図-10および図-11に示す。A面、B面、C面、D面および全面の第1段切ばり面、第2段切ばり面、第3段切ばり面および捨コンクリート面のくい心変位量平均値ならびに標準偏差をくい心変位調査結果から求め表-5に示し、くい心変位方向相対度数をくい心変位調査結果から求め表-6に示す。

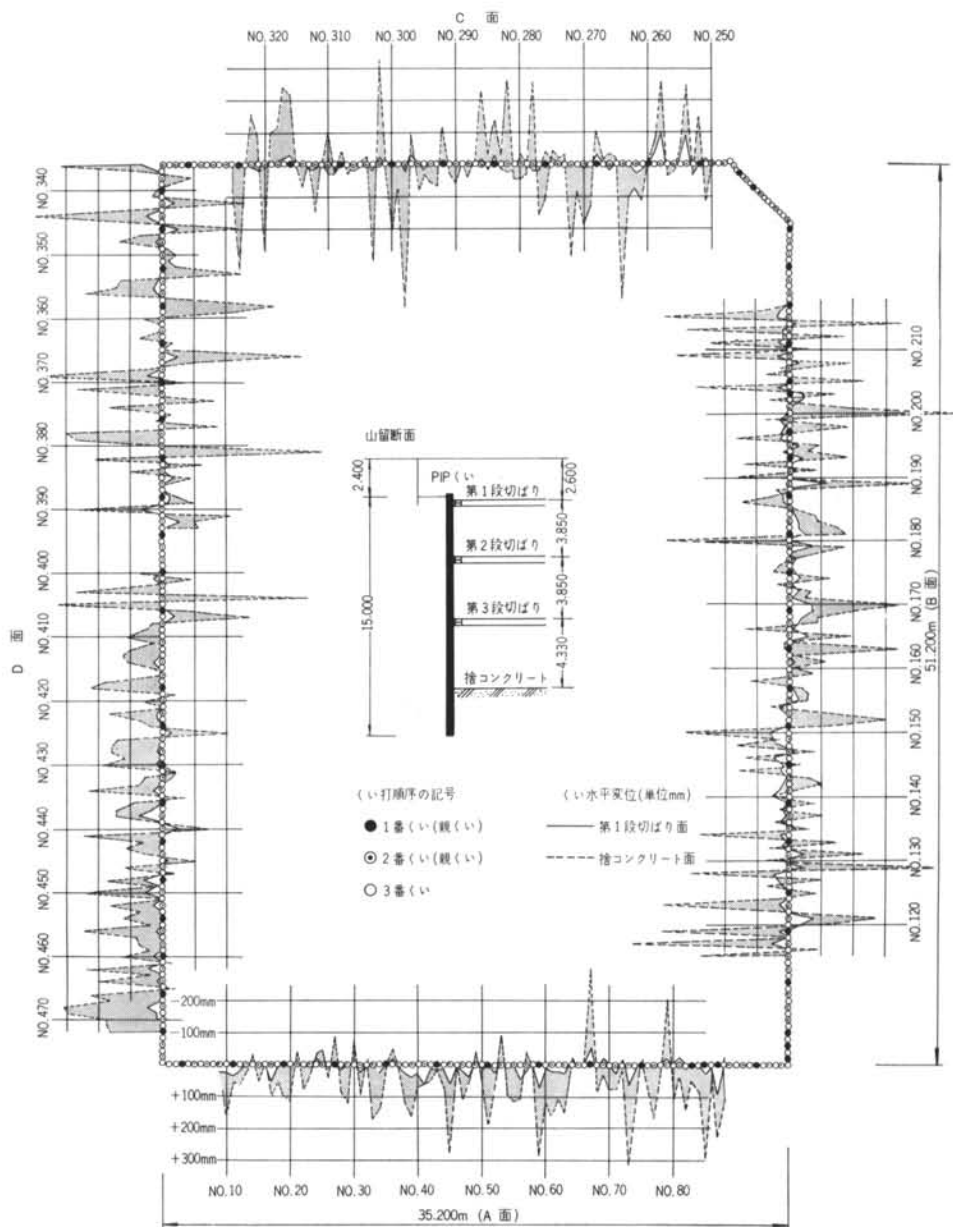


図-7 第1段切ばり面と捨コンクリート面のくい心水平変位(A現場)

打設面	A 面		B 面		C 面		D 面		全 面	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
測定面 深度(m)										
第1段切ばり面 (G.L.-0.200)	15	25	0	35	-10	15	—	—	5	30
第2段切ばり面 (G.L.-4.050)	55	45	-5	50	15	65	15	70	15	70
第3段切ばり面 (G.L.-7.900)	55	70	0	115	5	100	35	115	30	110
捨コンクリート面 (G.L.-12.230)	65	95	0	200	10	130	45	155	50	135

表-5 くいい心変位量・平均値( $\bar{x}$ mm)と標準偏差( $\sigma$ mm)

(A現場)

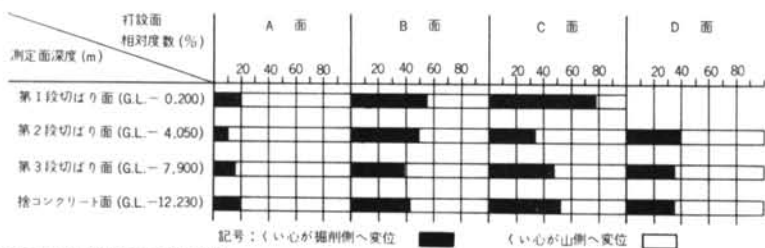


表-6 くいい心変位方向相対度数(A現場)

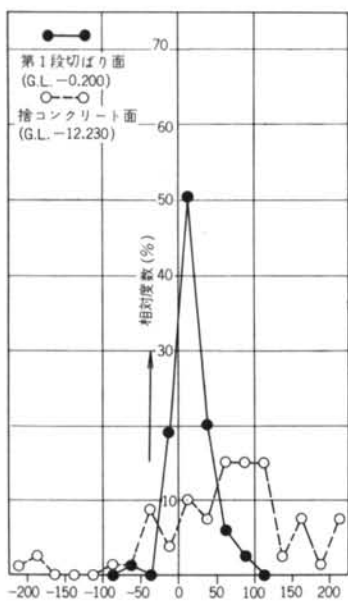


図-8 くいい心変位量相対度数  
(A現場・A面)



図-10 くいい心変位量相対度数  
(A現場・C面)

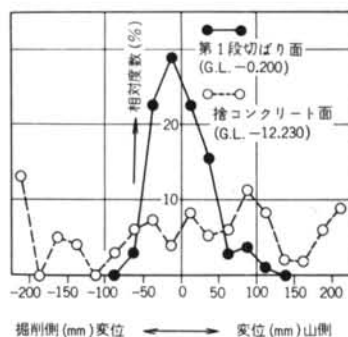


図-9 くいい心変位量相対度数  
(A現場・B面)

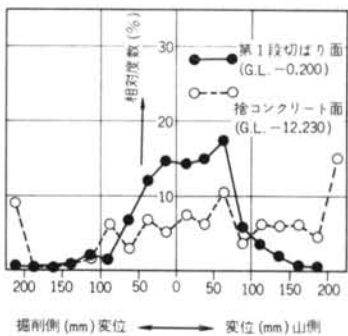


図-11 くいい心変位量相対度数  
(A現場・D面)

くい傾斜角相対度数はA面, B面, C面, D面および全面についてくいい心変位調査結果から2.3.3で述べた方法で求め, 図-12に示す。

くい径相対度は, 第2段切りばり面100カ所, 第3段切りばり面86カ所, 捨コンクリート面46カ所の調査結果を図-13に示す。

鉄筋のかぶり厚相対度は, 34本のくいの調査結果を図-14に示す。

### 3.1.2 施工精度を決める要因

A現場の施工精度を決める要因の調査結果は, 現場条件, 設計計画, 施工計画および打設状況について, 表-1, 図-1および表-7に示すとおりである。



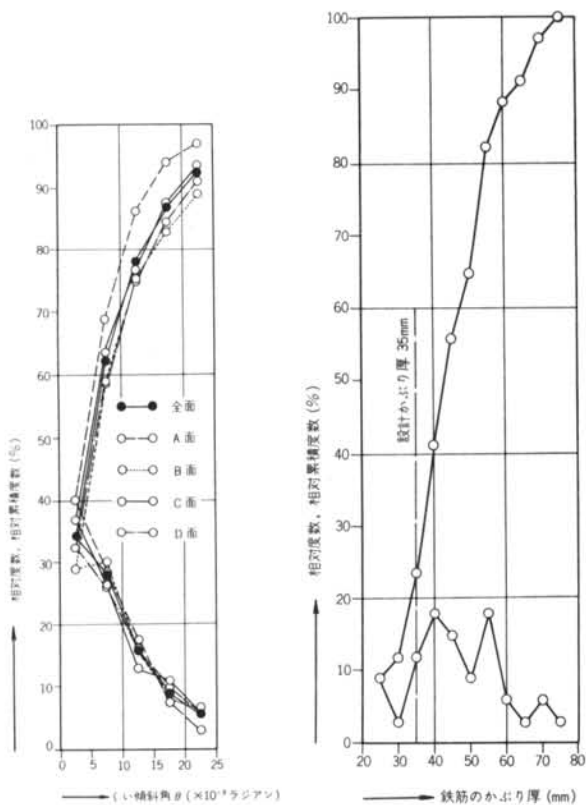


図-12 くい傾斜角 $\theta$ 相対度数、相対累積度数(A現場) 図-14 鉄筋のかぶり厚相対度数、相対累積度数(A現場)

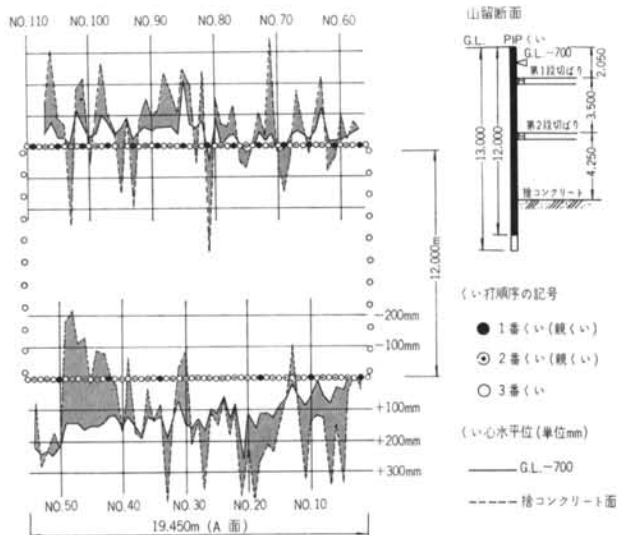


図-15 G.L.-0.700m面と捨コンクリート面のくい心水平変位(B現場)

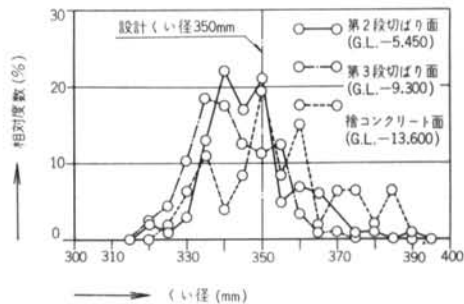


図-13 くい径相対度数(A現場)

### 3.2 B現場

#### 3.2.1 施工精度

B現場のPIP柱列くいは、図-15に示すようにはほぼ長方形の敷地の2長辺に配置されており、その施工状況は、写真-11から写真16に示すとおりである。全打設くいは、110本であり、そのうち104本についてくい心変位などの調査を行なった。

その結果、くい打設順序は、原則としてA現場と同様図-15に示すとおりである。

また、おのおののくいのくい心変位状況とくい

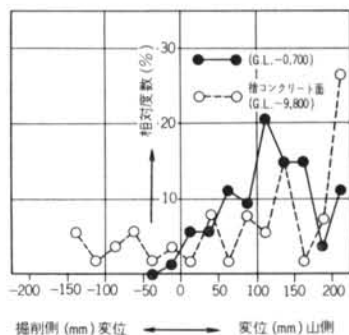


図-16 くい心変位量相対度数(B現場・A面)

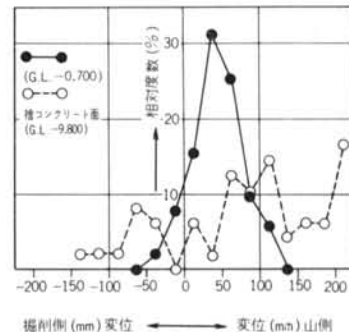


図-17 くい心変位量相対度数(B現場・B面)

項目	設計計画			計画工事			計画打設			状況		
	形状		材料	材料	機械	打設	機械の状況		敷地の状況			
	PIP （い）公称径 mm	PIP （い）長さ m	モルタル	鉄筋	オペレーター	ヤグラ	オーガー ヘッド	ポンプ	配置方法	ヤグラの 安定度	約直性保持方法	敷地の状況
調査現場 住所												
A 現場 東京都中央区京橋	350	497		主筋 8-19φ フープ筋 9φ@200 スベークー 筋無	技量 A 級 B 級 (3班) (竣工)	デルマック	普通型	MG-15	一列配置法	B 級	下振り, トランソット使用	地中障害
	15,000	7455.0	配合 C-100				普通型	8-3	370	普通	G.L.-2,400mmまで掘削し覆工板の上 に太鉄丸太を敷設	旧建屋の広い
B 現場 東京都中央区京橋	350	110	F-40	主筋 6-16φ	B 級	デルマック	普通型	MG-15	一列配置法	C 級	下振りを使用	敷地が狭いため、既工盤 出困難
	12,000 13,000	1,387.0	A-1.2 S-140	スベークー 筋無			普通型	8-3	370 380	不明	太鉄丸太をφ500に敷設し、30K レールを使用 地盤は比較的良い	旧建屋の基礎 スほとんどもなし
C 現場 東京都中央区五町	300	161	W-68	主筋 8-16φ	B 級	油圧 デルマック	普通型	MG-15	一列配置法	A 級	下振りを使用	敷地が狭いため、材料搬 入困難
	7,500 9,000	1,353.0	W/(C+F) -48%	スベークー 筋有			普通型	8-3	300	普通	太鉄丸太および土間コン上にレール を敷設	旧建屋の広い 玉石 (400-500mm)
D 現場 東京都武蔵野市	350	310	F <sub>0.6</sub> = 230kg/cm <sup>2</sup>	主筋 8-13φ 土筋 8-19φ 下部 8-19φ	A 級	デルマック	普通型	MG-15	一列配置法	B 級	下振りを使用	隣接民家とのクリヤラン スなし 地盤軟弱
	13,000	4030.0	フロ-値 20±2抄	スベークー 筋無			普通型	8-3	300 340	普通	太鉄丸太をφ700に敷設	古井戸あり
E 現場 東京都港区	300	196		主筋 6-16φ フープ筋 9φ@300 スベークー 筋無	B 級	デルマック	普通型	MG-15	一列配置法	B 級	下振りを使用	敷地が狭いため鉄筋加工 場は別に設けたが材料の 搬入が困難
	7,000 8,000	1456.0					普通型	8-3	300 330	不明	太鉄丸太を敷設	古井戸および隣家の基礎
F 現場 大阪府寝屋川市六甲仁和寺	350	42		主筋 6-16φ フープ筋 9φ@300 スベークー 筋無	A 級	油圧 デルマック	普通型	MG-15	一列配置法	B 級	下振りを使用	G.L.-1.50mまで最大約 0.3m <sup>2</sup> 程の壁があり障害 としては多量 水道管その他の埋設物あ り
	6,500	273.0					普通型	8-3		不明	くい状は径が約5.00mの円形のため 中央にレールを敷設	水がおりそのためオーガ ーの引抜き困難

表一7 おのおの現場の施工精度を決める要因の調査結果

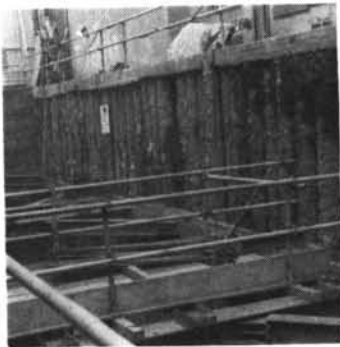


写真-11 B現場 (その1)



写真-12 B現場 (その2)



写真-13 B現場 (その3)

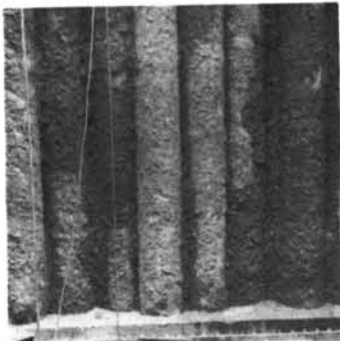


写真-14 B現場 (その4)

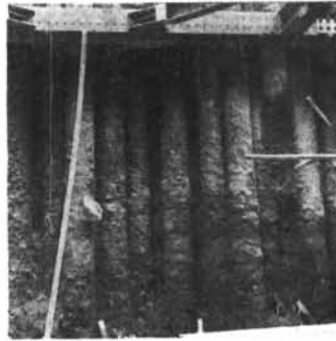


写真-15 B現場 (その5)



写真-16 B現場 (その6)

傾斜状況は、A現場と同様にして図-15によって一覧することができる。

さらに、図-15に示すA面ならびにB面のG.L.-0.700面ならびに捨コンクリート面のくい心変位調査結果から求め、おのおの図-16ならびに図-17に示す。A面ならびにB面のG.L.-0.700面、第1段切ばり面、第2段切ばり面および捨コンクリート面のくい心変位量平均値ならびに標準偏差をくい心変位調査結果から求め表-8に示し、くい心変位方向相対度数をくい心変位調査結果から求め表-9に示す。

くい傾斜角相対度数は、AならびにB面についてA現場と同様な方法で求めて、図-18に示す。

くい径相対度数は、第2段切ばり面31カ所、捨コンクリート面26カ所の調査結果を図-19に示す。

### 3.2.2 施工精度を決める要因

B現場の施工精度を決める要因の調査結果は、A現場と同様に表-1、図-2および表-7に示すとおりである。

## 3.3 C現場

### 3.3.1 施工精度

C現場のPIP柱列くいは、図-20に示すように不等

測定面深度 (m)	$\bar{x}, \sigma$ (mm)	
	$\bar{x}$	$\sigma$
(G.L.-0.700)	85	65
第1段切ばり面 (G.L.-2.050)	80	65
第2段切ばり面 (G.L.-5.550)	100	95
捨コンクリート面 (G.L.-9.800)	95	135

表-8 くい心変位量・平均値 ( $\bar{x}$ mm) と標準偏差 ( $\sigma$ mm) (B現場)



表-9 くい心変位方向相対度数 (B現場)

辺4辺形の敷地の3辺に配置されており、その施工状況は、写真-17から写真-22に示すとおりである。全打設くいは、161本であり、そのうち158本についてのくい心変位などの調査を行なった。

その結果、くい打設順序は、原則としてA現場と同様

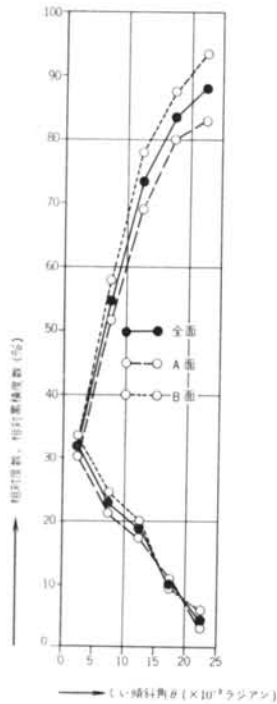


図-18 くい傾斜角  $\theta$  相対度数, 相対累積度数 (B現場)

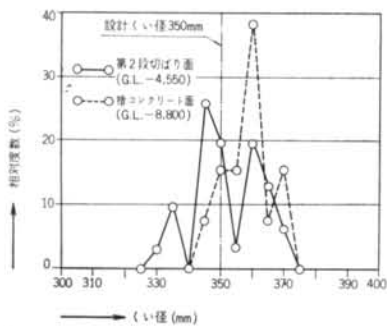


図-19 くい径相対度数 (B現場)

図-20に示すとおりである。

また、おのおののくいのくい心変位状況とくい傾斜状況は、A現場と同様にして図-20によって一覧することができる。

さらに、図-20に示すA面、B面およびC面の第1段切ばり面ならびに捨コンクリート面のくい心変位相対度数をくい心変位調査結果から求め、おのおの図-21、

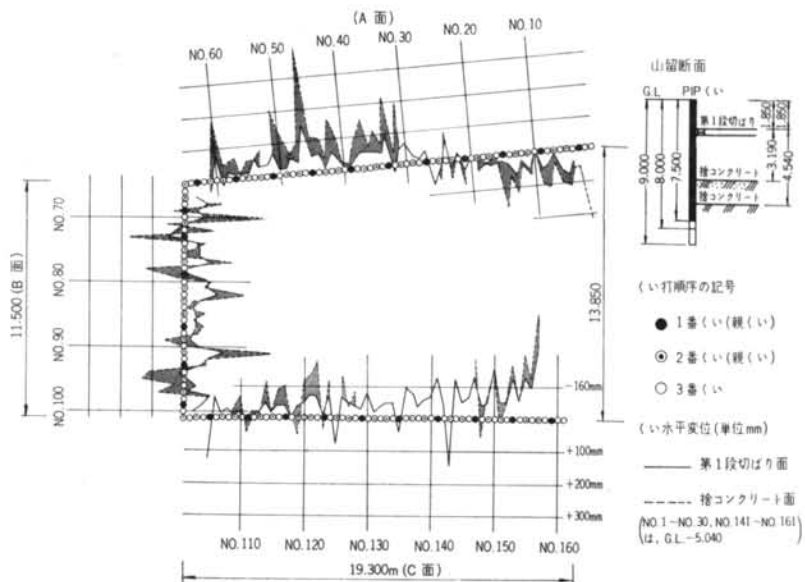


図-20 第1段切ばり面と捨コンクリート面のくい心水平変位 (C現場)

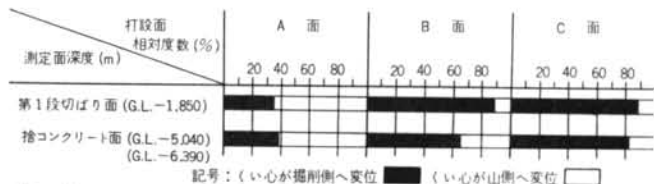


表-11 くい心変位方向相対度数 (C現場)

測定面深度 (m)	$\bar{x}, \sigma$ (mm)	$\bar{x}$	$\sigma$
第1段切ばり面 (G.L.-1.850)		-20	55
捨コンクリート面 (G.L.-5.040) (G.L.-6.390)		-10	120

表-10 くい心変位量・( $\bar{x}$ mm) 平均値と標準偏差 ( $\sigma$ mm) (C現場)

図-22および図-23に示す、全面の第1段切ばり面ならびに捨コンクリート面のくい心変位量平均値ならびに標準偏差をくい心変位調査結果から求め表-10に示し、くい心変位方向相対度数をくい心変位調査結果から求め表-11に示す。

くい傾斜角相対度数は、A面、B面、C面および全面についてA現場と同様な方法で求めて、図-24に示す。

くい径相対度数は、捨コンクリート面31カ所の調査結果を図-25に示す。

### 3.3.2 施工精度を決める要因

C現場の施工精度を決める要因の調査結果は、A現場と同様に表-1、図-3および表-7に示すとおりである。



写真-17 C現場 (その1)

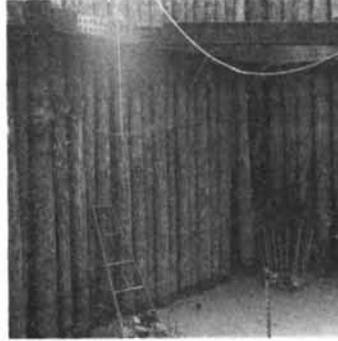


写真-18 C現場 (その2)



写真-19 C現場 (その3)



写真-20 C現場 (その4)

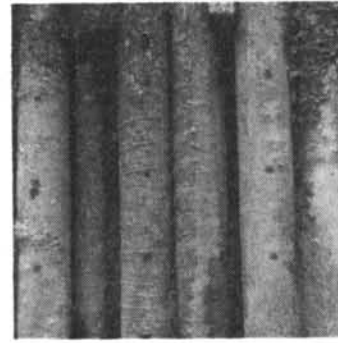


写真-21 C現場 (その5)



写真-22 C現場 (その6)

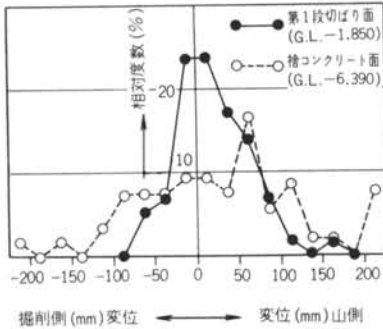


図-21 くい心変位量相対度数 (C現場・A面)

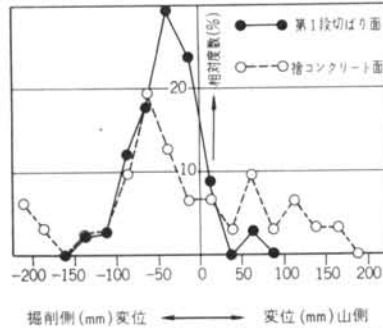


図-22 くい心変位量相対度数 (C現場・B面)

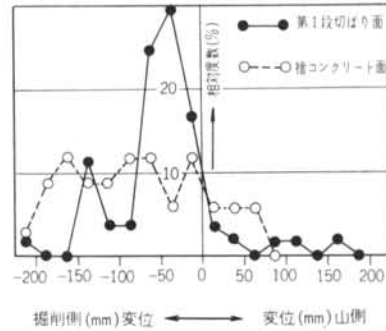


図-23 くい心変位量相対度数 (C現場・C面)

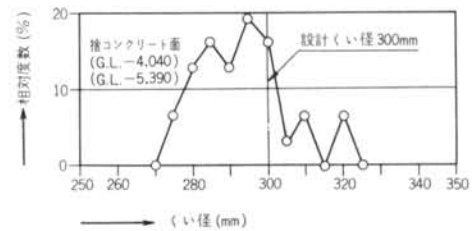


図-25 くい径相対度数 (C現場)

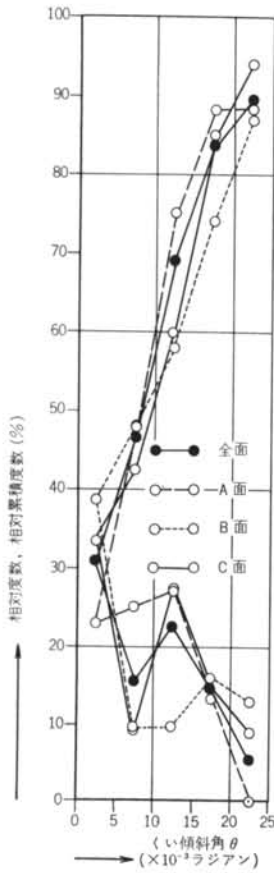


図-24 くい傾斜角  $\theta$  相対度数, 相対累積度数 (C現場)

### 3.4 D現場

#### 3.4.1 施工精度

D現場の山留には、地中連続壁、親くい横矢板およびPIP柱列くいが用いられており、そのうちPIP柱列くいは、図-26に示すように配置されており、その施工状況は、写真-23から写真-28に示すとおりである。全打設くいは、310本であり、そのうち71本についてくい心変化などの調査を行なった。

その結査、くい打設順序は、原則としてA現場と同様、図-26に示すとおりである。

また、おのおのくいのくい心変位状況とくい傾斜状況は、A現場と同様にして図-26によって一覧することができる。

さらに、図-26に示すA面、B面およびC面の第1段切ばり面ならびに捨コンクリート面のくい心変位量対度数をくい心変位調査結果から求め、おのおの図-27、図-28および図-29に示す。全面的第1段切ばり面ならびに

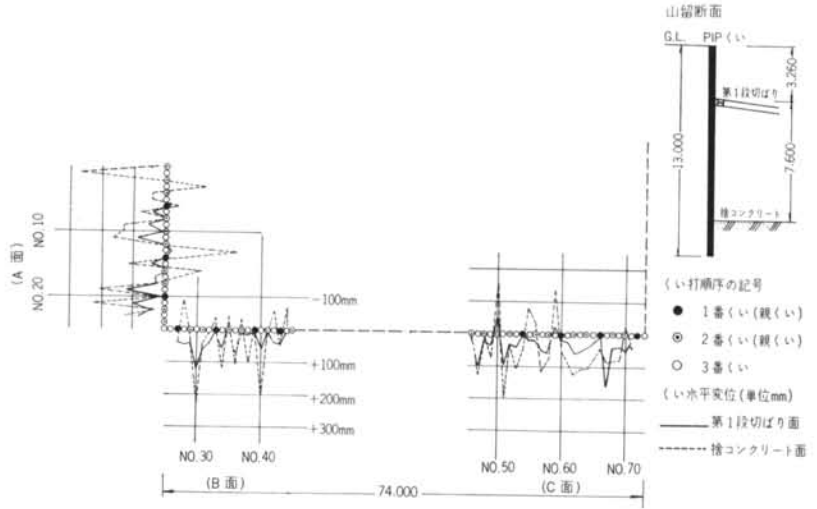


図-26 第1段切ばり面と捨コンクリート面のくい心水平変位 (D現場)

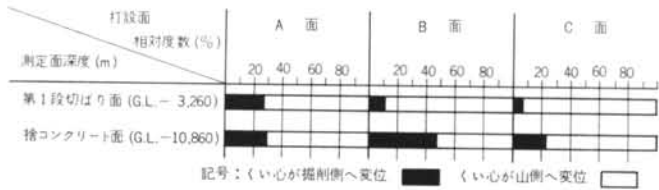


表-13 くい心変位方向相対度数 (D現場)

測定面深度 (mm)	$\bar{x}, \sigma$ (mm)	$\bar{x}$	$\sigma$
第1段切ばり面 (G.L.-3,260)		40	40
捨コンクリート面 (G.L.-10,860)		40	95

表-12 くい心変位量・平均値 ( $\bar{x}$ mm), 標準偏差 ( $\sigma$ mm) (D現場)

捨コンクリート面のくい心変位量平均値ならびに標準偏差をくい心変位調査結果から求め表-12に示し、A面、B面およびC面のくい心変位方向相対度数をくい心変位調査結果から求め表-13に示す。

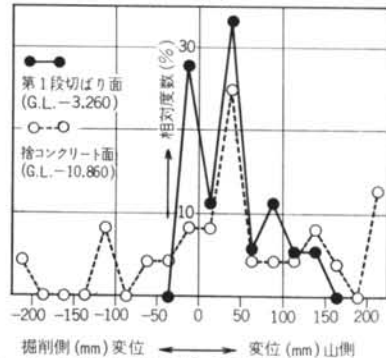


図-27 くい心変位量相対度数 (D現場・A面)



写真-23 D現場その(1)



写真-24 D現場(その2)



写真-25 D現場(その3)

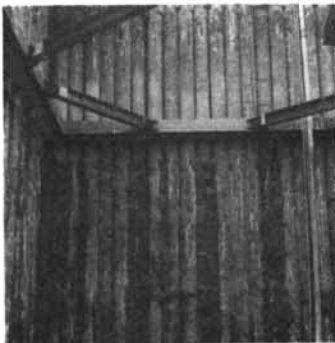


写真-26 D現場(その4)

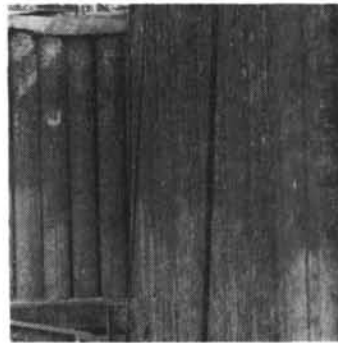


写真-27 D現場(その5)



写真-28 D現場(その6)

くい傾斜角相対度数は、A面、B面、C面および全面についてA現場と同様な方法で求めて、図-30に示す。

くい径相対度数は、第1段切ばり面20カ所の調査結果を図-31に示す。

### 3.4.2 施工精度を決める要因

D現場の施工精度を決める要因の調査結果は、A現場と同様に表-1、図-4および表-7に示すとおりである。

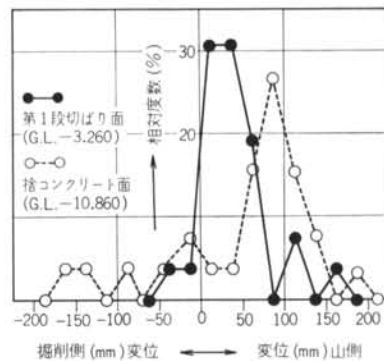


図-29 くい心変位量相対度数(D現場・C面)

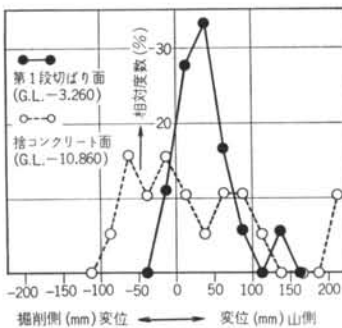


図-28 くい心変位量相対度数(D現場・B面)

## 3.5 E現場

### 3.5.1 施工精度

E現場のPIP柱列くいは、図-32に示すように不等辺4辺形の敷地の4辺に配置されており、その施工状況は、写真-29から写真-34に示すとおりである。全打設くいは、196本であり、すべてのくいについてくい心変位などの調査を行なった。

その結果、くい打設順序は、原則としてA現場と同様、図-32に示すとおりである。

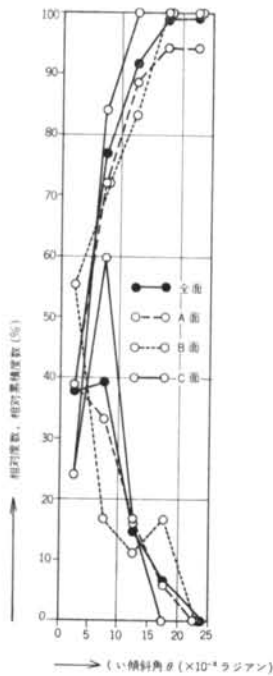


図-30 くい傾斜角 $\theta$ 相対度数、  
相対累積度数  
(D現場)

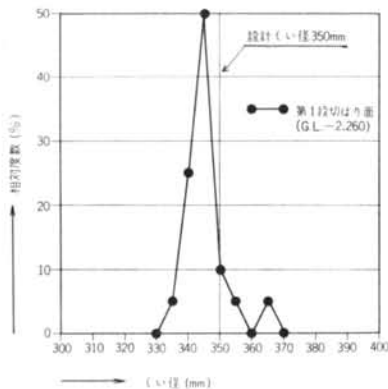


図-31 くい径相対度数 (D現場)

また、おのおののくいのくい心変位状況とくい傾斜状況は、A現場と同様にして、図-32によって一覧することができます。

さらに、図-32に示すA面、B面、C面およびD面の

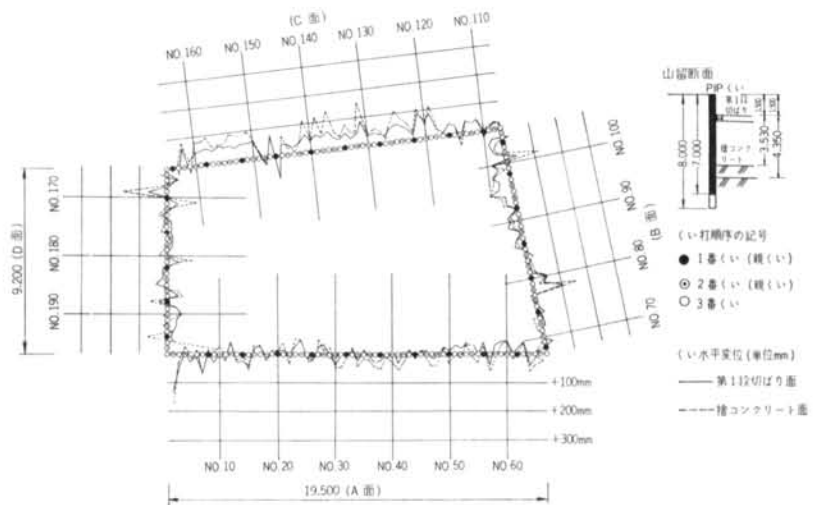


図-32 第1段切り面と捨コンクリート面のくい心水平変位 (E現場)

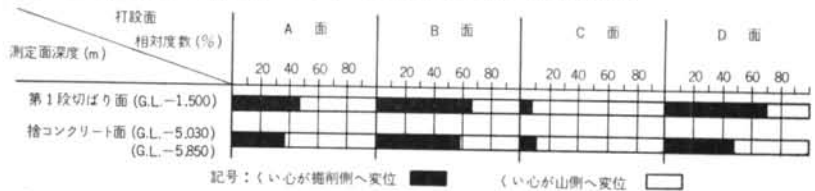


表-15 くい心変位方向相対度数 (E現場)

測定面深度 (mm)	$\bar{x}, \sigma$ (mm)	$\bar{x}$	$\sigma$
第1段切り面 (G.L.-1.500)		10	40
捨コンクリート面 (G.L.-5.030) (G.L.-5.850)		15	65

表-14 くい心変位量・平均値 ( $\bar{x}$ mm), 標準偏差 ( $\sigma$ mm)  
(E現場)

第1段切り面ならびに捨コンクリート面のくい心変位量相対度数をくい心変位調査結果から求めおのおの図-33, 図-34, 図-35および図-36に示す。全面の第1段切り面ならびに捨コンクリート面のくい心変位量平均値ならびに標準偏差をくい心変位調査結果から求め表-14に示し、A面、B面、C面およびD面のくい心変位方向相対度数をくい心変位調査結果から求め表-15に示す。

くい傾斜角相対度数はA面、B面、C面、D面および全面についてA現場と同様の方法で求めて、図-37に示す。

くい径相対度数は、捨コンクリート面89カ所の調査結果を図-38に示す。

鉄筋のかぶり厚相対度数は、72本のくいの調査結果を図-39に示す。





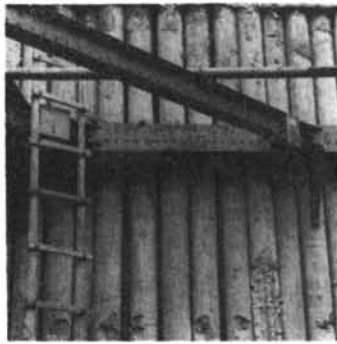
写真—29 E現場 (その1)



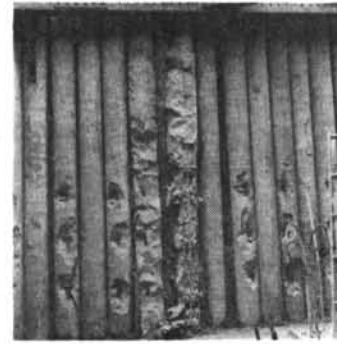
写真—30 E現場 (その2)



写真—31 E現場 (その3)



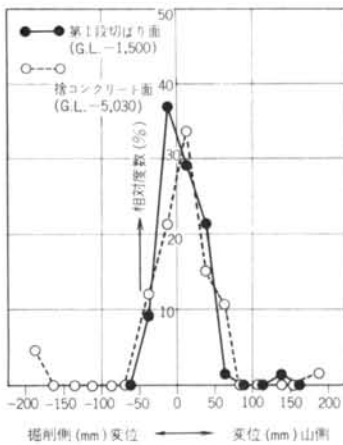
写真—32 E現場 (その4)



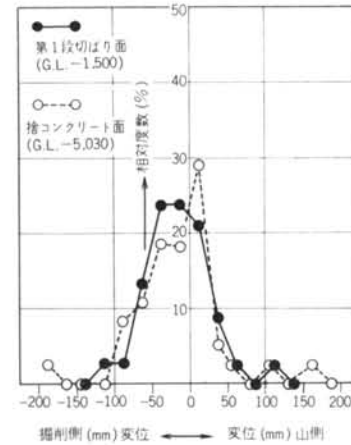
写真—33 E現場 (その5)



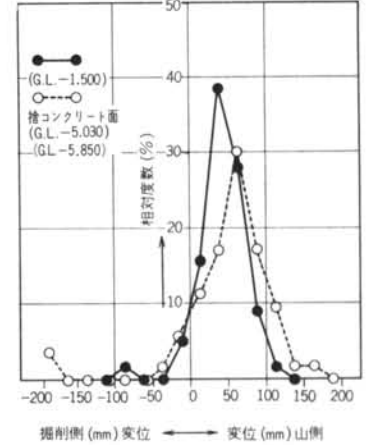
写真—34 E現場 (その6)



図—33 くい心変位量相対度数  
(E現場・A面)



図—34 くい心変位量相対度数  
(E現場・B面)



図—35 くい心変位量相対度数  
(E現場・C面)

### 3.5.2 施工精度を決める要因

E現場の施工精度を決める要因の調査結果は、A現場と同様に表—1、図—5および表—7に示すとおりである。

### 3.6 F現場

#### 3.6.1 施工精度

F現場のPIP柱列くいは、3連オーガーにより図—40に示すように円形に配置されており、その施工状況は、写真—35から写真—37に示すとおりである。全打設くいは、42本であり、すべてのくいについてくい心変位

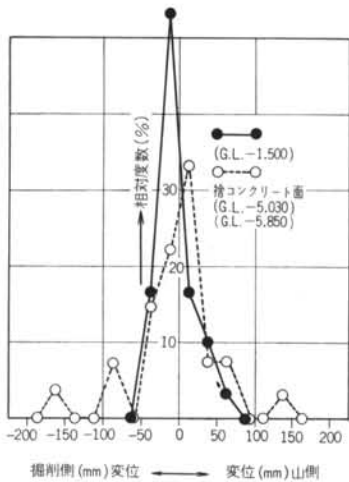


図-36 くい心変位量相対度数 (E現場・D面)

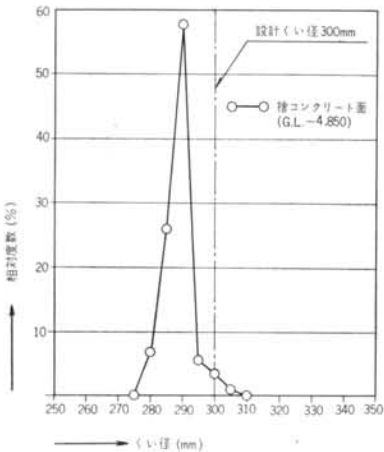


図-38 くい径相対度数 (E現場)

測定面深度 (mm)	$\bar{x}, \sigma$ (mm)	$\bar{x}$	$\sigma$
(G.L. -0.400)		-25	35
捨コンクリート面 (G.L. -4.650)		-65	70

表-16 くい心変位量・平均値 ( $\bar{x}$ mm), 標準偏差 ( $\sigma$ mm) (F現場)

などの調査を行なった。

その結果, おのおののくいのくい心変位状況とくい傾斜状況は, A現場と同様にして図-40によって一覧することができる。

また, G.L. -0.400 面ならびに捨コンクリート面のくい心変位量平均値ならびに標準偏差をくい心変位調査結果から求め表-16に示す。

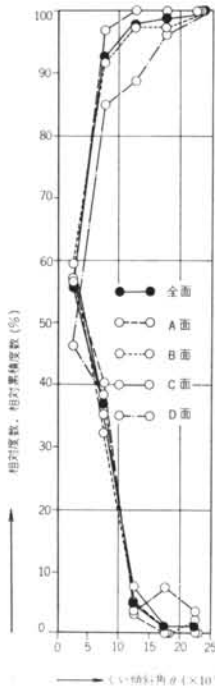


図-37 くい傾斜角 $\theta$ 相対度数 ( $\times 10^{-3}$ ラジアン) (E現場)

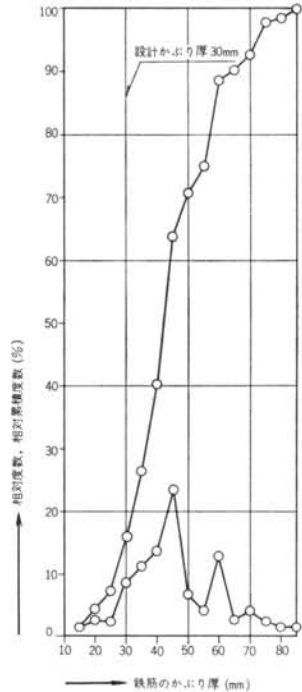


図-39 鉄筋のかぶり厚相対度数, 相対累積度数 (E現場)

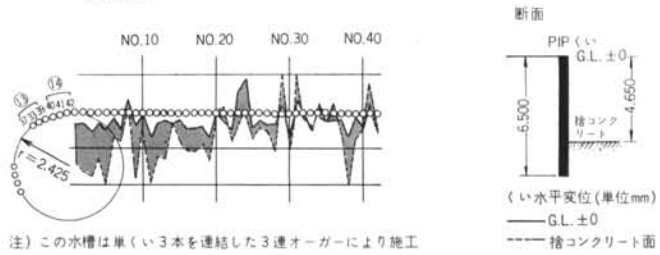
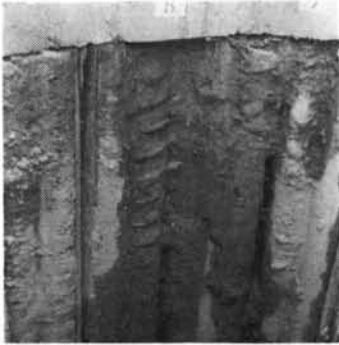


図-40 G.L. ±0面と捨コンクリート面のくい心水平変位 (F現場)

くい傾斜角相対度数は, A現場と同様な方法で求め, 図-41に示す。

### 3.6.2 施工精度を決める要因

F現場の施工精度を決める要因の調査結果は, A現場と同様に表-1, 図-6および表-7に示すとおりである。



写真—35 F現場 (その1)



写真—36 F現場 (その2)

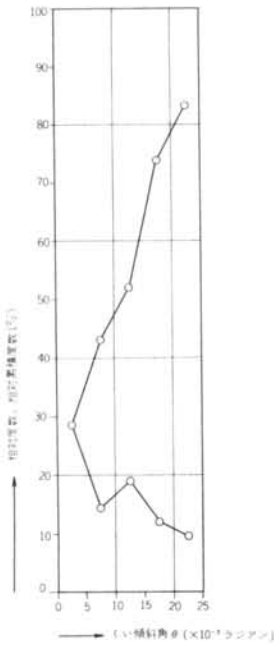


写真—37 F現場 (その3)

## § 4. 考 察

### 4.1 施工精度

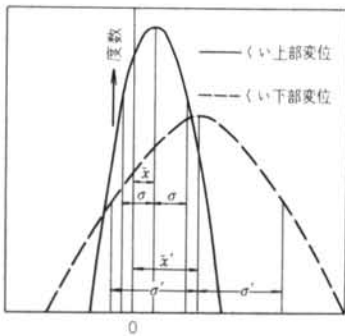
表—5, 表—7, 表—9, 表—11, 表—13および表—15から, おおのこの現場の全測定くいのくい心変位(平均値 $\bar{x}$ ならびに標準偏差 $\sigma$ )を測定位置ごと(測定深度ごと)にまとめて表—17に示す. 表—17のくい頭変位(平均値 $\bar{x}$ )だけは測定不可能であったので(コンクリートで継いであることが多い), (2)式に示すようにおのこの現場についてG. L.  $\pm 0$ に最も近い測定位置のく



図—41 くい傾斜角 $\theta$  相対度数, 相対累積度数 (F現場)

現場名	測定位置(m)		くい頭		くい頭付近		第1段切ばり面		第2段切ばり面		第3段切ばり面		捨コンクリート面	
	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
A	$\pm 0$						-0.200		-4.050		-7.900		-12.230	
	2						5	30	15	70	30	110	50	135
B	$\pm 0$				-0.700		-2.050		-5.550					-9.800
	75				85	65	80	65	100	95			95	135
C	$\pm 0$						-1.850							-5.040
	8						-20	55					-10	120
D	$\pm 0$													-10.860
	7						40	40					40	95
E	$\pm 0$						-1.500							-5.030
	-5						10	40					15	65
F	$\pm 0$				-0.400									-4.650
	-7				-25	35							-65	70

表—17 くい心変位量・平均値( $\bar{x}$ mm), 標準偏差( $\sigma$ mm) (全現場)



掘削側変位 ← → 山側変位

図-42 くい心変位量度数分布曲線

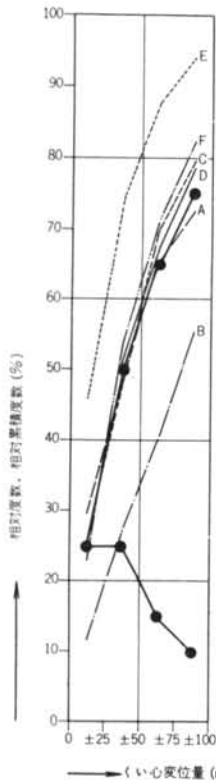


図-43 くい心変位量相対度数 (全現場)

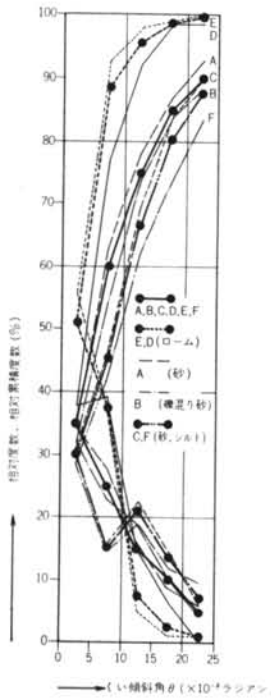


図-44 くい傾斜角θ相対度数 (全現場)

い心変位 (平均値  $\bar{x}$ ) とその現場のくい傾斜角 (後述する) より求めた。

$$x_0 = x_1 - \theta \cdot h_1 \quad \dots\dots(2)$$

$x_0$ ; G. L.  $\pm 0$  面のくい心変位 (平均値)

$\theta$ ; くい傾斜

$h_1$ ; G. L.  $\pm 0$  面に最も近い測定位置までの距離

土質	現場名	公称径 (mm)	公称径に対する大小		測定値			$\bar{x}$ -公称径 (mm)
			小 (%)	大 (%)	min (mm)	max (mm)	$\bar{x}$ (mm)	
ローム	D	350	80.0	20.0	335	365	345	-5
	E	300	98.9	1.1	280	305	290	-10
砂	A	350	56.0	44.0	320	390	345	-5
砂礫	B	350	24.6	75.4	330	370	355	+5
砂, シルト	C	300	67.7	32.3	275	320	295	-5

表-18 くい径の大小 (A~E現場)

$x_1$ ;  $h_1$  点のくい心変位 (平均値  $\bar{x}$ )

このようにして求めた打設基準線よりのくい頭変位 (平均値  $\bar{x}$ ) は、表-17に示すように、B現場を除けばおよそ  $\pm 10$ mm 以下である。B現場のくい頭変位は他の現場に比較して相当大きくなっているが、これは施工中に打設基準線のとり方のミスがあったものと思われるので除外して考える。

おのおのの現場のくい心変位の測定位置による変化は、表-17に示すようにくい上部よりもくい下部の方が  $\bar{x}$  も  $\sigma$  も大きく、 $\bar{x}$  がほとんど同じであっても  $\sigma$  はかなり大きくなっている。すなわち、図-8~図-11、図-16~図-17、図-21~図-23、図-27~図-29、図-33~図-36にも明らかなようにくい上部のくい心変位は小さくばらつきも小さいが、くい下部になるとくい心変位もばらつきも大きくなる。これらの傾向を模式化すると図-42に示すようになる。

つぎに、おのおのの現場のくい心変位量の分布を求めるために、おのおの現場のおのおの測定位置 (測定深度) ならびに測定面の重み平均をとって図-43に示す。そして、これらの分布は現場によってかなりちがっているが、さらにおのおの現場のくい心変位量の分布の平均をとると、図-43の太実線で示すように  $0 \sim \pm 25$ mm 25%,  $0 \sim \pm 50$ mm 50%,  $0 \sim \pm 75$ mm 65%,  $0 \sim \pm 100$ mm 75% となる。

図-12, 図-18, 図-24, 図-30, 図-37および図-41から、おのおの現場の全測定くいのくい傾斜角の分布をまとめて図-44に示す。さらにおのおの現場のくい傾斜角の分布の平均をとると、およそ図-44の太実線で示すように  $0 \sim 5 \times 10^{-3}$  ラジアン 35%,  $0 \sim 10 \times 10^{-3}$  ラジアン 60%,  $0 \sim 15 \times 10^{-3}$  ラジアン 75%,  $0 \sim 20 \times 10^{-3}$  ラジアン 85%,  $0 \sim 25 \times 10^{-3}$  ラジアン 90% となる。すなわち、くい傾斜角はおおむね  $10 \sim 15 \times 10^{-3}$  ラジアンとなり、 $25 \times 10^{-3}$  ラジアン以上の傾斜はほとんどないといえる。

おのおの現場のくい径の大きさの分布状況は、図-13、図-19、図-25、図-31および図-38（F現場は測定しない）に示すとおりであるが、これらをまとめて表-18に示す。表-18によれば、くい径の平均値は公称径よりおよそ5mm（公称径のおよそ1.5%）ほど小さく、その値はおよそ公称径の-5%~+10%の間にある。

鉄筋のかぶり厚は、くいを斬らなければ測定できないのでA現場とE現場についてだけ測定した。2現場の鉄筋のかぶり厚の分布状況は、図-14ならびに図-39に示すように設計かぶり厚のおよそ-30%~+100%とかなり広範囲にばらついている。

くいの表面形状は、C現場とE現場について測定したが、その結果はE現場のくい表面の凹凸はほとんどなく（測定値min:-5mm, max:3mm,  $\bar{x}$ :0.2mm）、C現場はそれに比較するとやや凹凸が多くなっている（測定値min:-18mm, max:7mm,  $\bar{x}$ :-1.5mm）。他の現場についてもそれぞれの写真を参照するとかなりいろいろな形状にばらついていることがわかる。

#### 4.2 施工精度を決める要因

施工精度を決めると予想される要因を大別すると、表-1ならびに表-16に示すように①現場条件、②設計計画、③施工計画および④打設状況などに分かれる。

①現場条件は表-1に示すように敷地状況と土質などについて調べた。敷地状況からは資材の搬入ならびに残土搬出の困難性あるいは隣接建物による支障などがあつたが、これらのことが施工精度に直接影響するか否かは判定できなかった。

一方、土質はオーガー掘削の難易、プレパクト・モルタル注入量（設計注入量と比較した増減量）、プレパクト・モルタル脱水による鉄筋挿入の難易およびトラフィカビリティなどに直接影響する。ロームはオーガー掘削が比較的容易であつたが、シルトや砂はプレパクト・モルタルの脱水が生じやすくロームほど容易ではない。また、C現場は障害物（旧建屋の松くい、玉石）が多いため、オーガー掘削はかなり困難であつたと思われる。オーガー掘削スピードは現場条件によって左右されるので一概にいいきれないが、一日の打設量はローム、砂はおよそ延130~140m/日、砂礫はおよそ延110m/日であつた。これらのことから、土質は施工精度を決める重大な要因となることが予想される。

②設計計画は、表-16に示すようにくい径、くい本数、くい長、延長さ、プレパクト・モルタル配合、鉄筋などについて調べたが調査件数が少なかったこと（たとえば、くい径は300mmと350mmと2種類しかない）などによ

り施工精度との関連はみいだせなかった。

③施工計画は、表-16に示すようにオペレーターの技量、機械、打設方法などについて調べた。機械については使用機種が少ないため施工精度との関連をみいだせなかったが、オペレーターの技量と打設方法は何らかの関連があると思われる。とくにくい打設ピッチは親くいと全打設くいにくい傾斜角の差がみられる。

④打設状況は、表-16に示すように機械の状況と敷地の状況について調べた。そのうち地中障害物に関してはおのおの現場とも何らかの障害がみられ、個々の現場に障害物の集中した打設面をみると精度にかなりのちがひがあることがわかつた。

以上のことから、施工精度を決める要因として、おもに土質、地中障害物、くい打設間隔およびオペレーターの技量（経験）などがあげられる。

#### 4.3 施工精度と“施工精度を決める要因”の関係

前節では、施工精度を決める要因として①土質、②地中障害物、③オペレーターの技量経験および④打設間隔の4項をあげた。次にこれらの項目と各種の施工精度との関係を考察する。

①土質は、おもにくい傾斜角、くい径およびくい表面形状などの施工精度について重大な影響をおよぼし、上記4項目のうち最も重要な要因であると考えられる。

くい心変位について、くい頭位置変位は表-17に示すように土質の影響はほとんどない。くい頭位置以下の変位は土質によりその値の分布に若干のちがひがみられ、ロームの場合は変位が小さい範囲にほぼ正規分布する傾向がある。

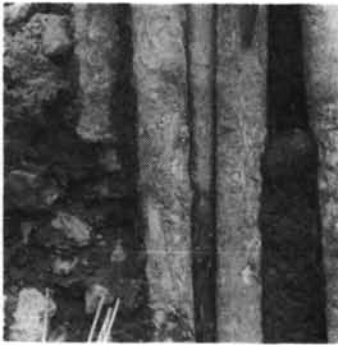
くい傾斜角は図-44に示すように土質によって大きくことなり精度の高い順にローム、砂（均質な）、礫混り砂（礫径小）、砂とシルトと粘土の互層となる、とくにロームのE現場とD現場の精度の高さは他現場に比較してきわだつており、およそ90%が $\theta = 10 \times 10^{-3}$ ラジアンより高い鉛直度を示す。これは、オーガー掘削作業が一般に、やわらかく、しかも可塑性に富み、均質な微粒土で高度な施工精度を示すことを語るものであろう。

くい径の大小も表-18に示すように土質によって大きくことなり。すなわち、ロームではほとんどのくいが公称径より細くなり、砂ではほぼ公称径に近いが幾分細目となり、礫混り砂では礫と礫の間にプレパクト・モルタルが入りこんだり礫をくわえこんでやや太目になる。

②地中障害物はすべての現場でみられたが、写真-38ならびに写真-39に示すようにとくに多かつたC現場についておのおの打設面ごとのくい心変位量、くい鉛直



写真一38 地中障害 (旧松くい)



写真一39 地中障害 (玉石)

度、研りくいの相対度数を調べると、いずれもほぼA面、B面、C面の順に施工精度が高いことがわかった。地中障害物の所はA面が1カ所、B面が3カ所、C面が6カ所となっており、このことから地中障害物は施工精度に直接ひびいてくるようであるが、現場によって地中障害物の規模、形態および数量が様々であるため地中障害物と施工精度との関係を数値的に求めることは困難である。

③オペレーターの技量(経験)と施工精度の関係を求めるのは困難なことである。おのおのの現場には、オペレーターの技量以外にも他の要因が多く関係しており、その中からオペレーターの要因のみをぬき出すことは容易ではない。たまたまA現場は3班のオペレーターが作業しているのでそれについて調べる。おのおのの班の分担は、第1班がA面とD面半分(A面寄り)、第2班がB面、第3班がC面とD面半分(C面寄り)となっており、おのおのの班の技量は第1班ならびに第2班がA、第3班がBである。そしておのおのの担当箇所のかくい心変位量、くい傾斜角および研りくいの分布からみた施工精度は高い順に第1班、第3班、第2班となっている。また、図一7に示すように、D面の水平変位の状態は分

担箇所がちがうA面寄り半分とD面寄り半分ではかなりのちがいがみられ、D面寄り半分のばらつきがかなり大きいことがわかる。調査例が少ないので断言はできないが、これらのことからオペレーターの技量と施工精度は関係があると思われる。

④打設ピッチが施工精度におよぼす影響をみるために、親くいと全打設くいのくい傾斜角を比較すると、総じて親くいの方が精度が高いことがわかる。親くいは他のくいに先行して打設されるので隣接くいの影響を受けることがなく、その分だけ精度が上がるものと思われる。

## § 5. 結 論

以上6現場、延969本の調査結果から、PIP柱列くいの施工精度に関しておよそ次のようなことが明らかになった。

1) PIP柱列くいの施工精度は、施工条件などによってかなりのちがいが生じるが、一般的に考えて次のようになる。

すなわち、くい心変位量は、くい上部では小さくかつばらつきも小さいが、くい下部では大きくかつばらつきも大きくなる。

くい頭部(G.L.±0)くい心変位量は、およそ±10mm以内である。

くい傾斜角累積相対度数は、総じておよそ、くい傾斜角 $0 \sim 5 \times 10^{-3}$ ラジアンが35%、 $0 \sim 10 \times 10^{-3}$ ラジアンが60%、 $0 \sim 15 \times 10^{-3}$ ラジアンが75%、 $0 \sim 20 \times 10^{-3}$ ラジアンが85%、 $0 \sim 25 \times 10^{-3}$ ラジアンが90%である。したがって、くい傾斜角はおよそ $10 \sim 15 \times 10^{-3}$ ラジアンであり、およそ $25 \times 10^{-3}$ ラジアン以内である。

くい径は公称径のおよそ5~10%である。

鉄筋のかぶり厚はかなりばらついており、くい表面形状は様々である。

2) PIP柱列くいの施工精度を決める要因として、土質、地中障害物、くい打設間隔およびオペレーターの技量などがある。

3) PIP柱列くいの施工精度と土質との関係は、次のようになる。

くい傾斜角は、小さい方から順に、ローム、均質な砂、礫混り砂(礫径小)、シルトとなる。とくに、ロームではくい傾斜角は、およそ $5 \sim 10 \times 10^{-3}$ ラジアンであり、ほとんどがおよそ $10 \times 10^{-3}$ ラジアン以内である。

くい径は公称径と比較して、ロームが細め、砂がほぼ同様、礫混り砂が太めになる。

くい表面形状はロームでは非常に滑らかであるが、礫混り砂では凹凸がある。

4) 地中障害物は、PIP柱列くいの施工精度を著しく低下させる。

5) PIP柱列くいの先打ちくい(親くい)は、後打ちくいに比較して施工精度がよい。これは、くい打設間隔のちがいによるものである。

6) オペレーターの技量(経験)はPIP柱列くいの施工精度を決める要因となり得るが、本報では詳細は明らかでない。

## § 6. あとがき

本報によって、PIP柱列くいの施工精度についておおよそ知ることができた。今後は、この結果を利用して実状にあった合成壁(仮設としての山留壁も同様)を設計

しなければならない。

しかし、今回の調査はおもに施工完了後のPIP柱列くいについて行なったものである。今後は施行中の状況、すなわち①くい打機の安定性の測定、②やぐらの鉛直性の測定、③オーガースピードの計器による測定、④プレパクト・モルタルの割増率、および⑤今回調査した以外の土質についての調査などが必要である。

また、今後は施工精度をいかにしてあげるかを考えるため⑥くい打機の安定方法、ならびに⑦オーガー、シャフトの剛性の増大方法などについて研究しなければならない。

末筆ながら、本調査研究に御指導ならびに御協力をいただいた土質研究部の皆様に謝意を表するとともに、多大の便宜を与えて下さった現場の方々、ならびに市川プレパクト工場渡辺俊雄氏にあわせてお礼申し上げます。

### <参考文献>

- 1) 小粥庸夫, 岡田武二: "PIP柱列くいとコンクリートによる合成壁工法の研究(その1)——室内模型実験——" 清水建設研究所報 Vol. 13, 1969. 4
- 2) 小粥庸夫: "PIP柱列くいとコンクリートによる合成壁工法の研究・その1——打ち継ぎ面の打ち継ぎ方法とせん断抵抗の関係——" 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)昭和44年8月
- 3) 岡田武二, 小粥庸夫: "PIPくいとコンクリートによる合成はり打ち継ぎ面の許容せん断応力度について" 土木学会第24回年次学術講演梗概集(東京)昭和44年9月
- 4) 岡田武二, 小粥庸夫: "PIP柱くいとコンクリートによる合成壁工法の研究(その2)——PIPくいとコンクリートによる合成はりの実物大実験——" 清水建設研究所報 Vol. 14, 1969. 10

