

## 護岸に近接した根切り工事

—運河の潮位変動に伴う根切り工事および護岸の安全性管理の検討と成果—

清水 勇

### § 1. まえがき

最近とくに、軟弱地盤地域の地盤沈下という問題が社会的に注目されており、東京下町低地といわれている江東地区は、これを代表する地域であろう。

地盤の自然沈下量は、現在でも60～70mm前後と比較的大きな値を示している。しかしながら、しだいに量的に減少しているものの、軟弱地盤地域といわれるいわゆる沖積層の厚く存在する地域では、今後の構造物建設に関して多くの問題を残しているのはいうまでもない。

このような地域での構造物建設に当たって、現在ではとくに基礎工事関係に多くの技術的難問と多額な工費を要し、工事に携わる技術者に対し安全管理の必要性という点で多くの社会的要請が義務づけられているように感じられる。

時を同じくして、地盤の沈下という問題は基礎ぐいの負の摩擦(Negative-Friction)力による基礎ぐいへの損傷という問題を発生させ、土質工学に携わる者への関心を高めるとともに、社会的にも脚光を浴びた問題としてすでに周知のことであり、これらもみな、沖積層の厚く存在する軟弱地盤地域に起因している。

ここに記述するのは、このような軟弱地盤地域に建設した1つの工事例であるが、単なる軟弱地盤を対象としたものでなく、敷地の2辺方向が護岸にきわめて近接しているため、基礎工事関係の設計、施工計画、およびこれらに関する制約条件、さらには施工段階でも種々の問題が発生した。

ここに、清水建設研究所大型実験棟新築工事に当たり、護岸の安全性確保ということを念頭に、立地条件、設計計画上の制約条件からくる施工計画法、また公害問題の絶無等を目指し、安全施工遂行のために種々の測定管理を実施したので、その成果について述べるものである。

本施工に関して、筆者は工事例には不可欠な施工計画からの考え方、すなわち全容を紹介することにより、そ

の中から施工との問題点を重視し、本工事の安全施工を成し得た因である予備的検討を含め、総合的な所見を述べることにした。

なお、工事の流れと難問検討等を理解していただくという目的のため、測定結果の多くが概要となってしまったことを、はじめにお断りしておきたい。

### § 2. 建設位置、周辺地形、敷地内地盤

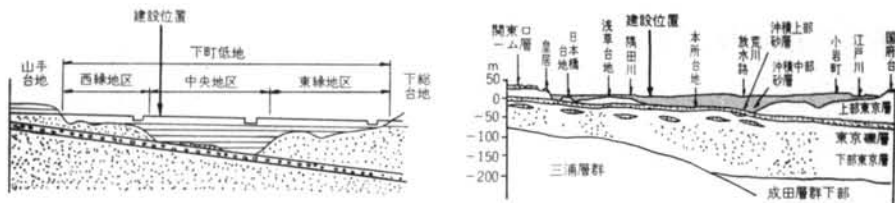
建設位置は図-1に示す江東区越中島3～4～17である。

周辺地形の概要を述べると、一般に東京の地形は図-2に示すように、下町低地と山手の台地に大きく分けられ、下町低地は山手台地に接する西縁地区、中央地区、東縁地区に分けて考えられる。

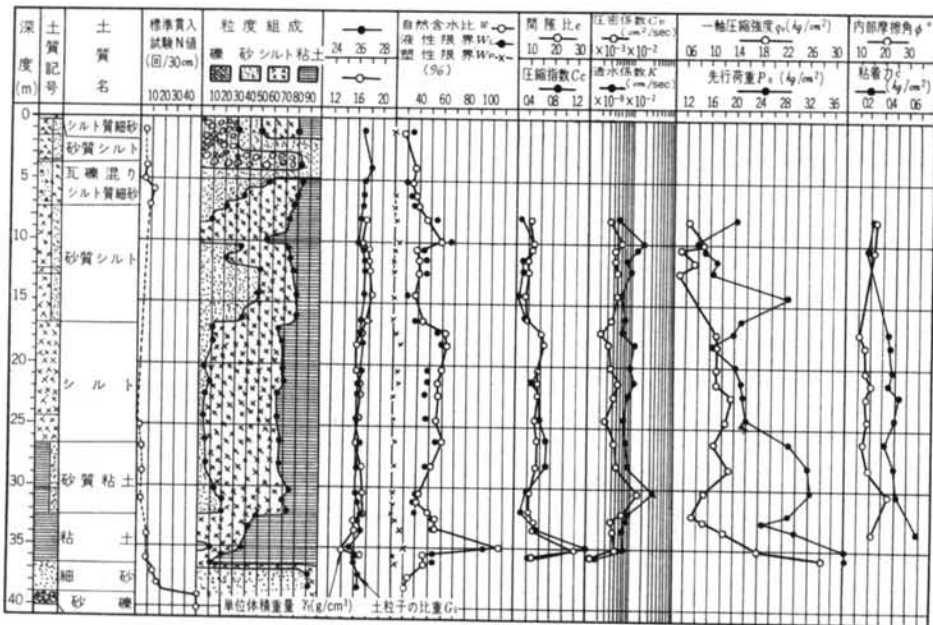
下部累層下部は、隅田川の西側の下町低地西縁部で、さらに下位の丸の内礫層と上位の下部有楽町層とに分けられるが、両者は完全に上下に重なりあっているわけで



図-1 構造物建設位置



図一2 下町低地東西模式および東京低地の地質断面



図一4 敷地内地盤調査結果 (代表図)



図一3 下町低地の沖積層基底の地形

はなく、隅田川より東側では下部有楽町層に相当するものを“墨田泥層”と呼んでいる。

この泥層が、隅田川と荒川にはさまれて、広大な地域にわたって江東デルタ地帯を形成しており、本敷地もこの地帯に位置し、ところどころ海面下にある部分も見られる。(図一3)

本敷地はとくに隅田川に近く、このうち豊州運河と汐浜運河の交差点に位置し、構造物の支持地盤として信頼できる地層は、図一4に示す敷地内地盤調査結果においても、G.L-40.00m付近に存在する洪積砂礫層となっている。

地盤調査によると、G.L-37.00mまでは部分的にN値5程度を示すがそのほとんどは零である。とくに上部G.L-5.00m以浅においては土質試験結果(既往の資料を参考としている)が少なく、予備的検討での土質定数等の多くは経験に基づいた仮定値を用いた。

### § 3. 構造物の概要および護岸との位置的関係

工事名所；清水建設㈱大型実験棟新築工事  
 敷地位置；東京都江東区越中島3～4～17  
 敷地面積；28,996.82㎡  
 建築面積；2,529.17㎡  
 基礎；鋼管ぐい(先端閉鎖, 558.8φmm, t=12.7mm)  
 階数；地下1階(1部), 地上4階  
 最高高さ；G.L+19.00m  
 軒高；G.L+17.85m  
 根切深度；最深部 G.L-4.20m, 浅部 G.L-1.00m  
 構造物と護岸の位置的關係は図-5に示す。  
 護岸型式；2重締め切り護岸で, 運河側を新, 敷地側を旧護岸と呼ぶ

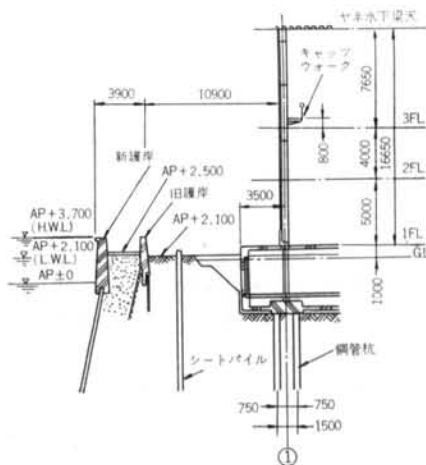


図-5 護岸と構造物の断面でみる位置的關係

### § 4. 施工上の問題点および対処法の検討

#### 4.1 設計計画段階における制約条件

本工事施工(着工)にあたっては, ぐいの打設, 平面計画, 配置に関しては, 用途上の観点からも変更等は全面的に許されない。とくに決定予算内で完成させることはもとより, 最も重大な問題点である護岸の安全性に関しては, 施工中および施行後を通じて護岸への致命的損傷(この場合は崩壊もしくは欠壊)は, 公害問題の立場から絶対に許されないというものである。

#### 4.2 施工上の問題点

制約条件等を念頭に入れ, 施工計画を実施する場合, 本工事では, 深部の根切り段階に主眼をおいて考えざるを得ないので, 施工法確立以前にまずぐい打設による影響が大部分と考え, これによって生じるであろう様々の現象による護岸の安全性確保の問題, 基礎工事そのものの安全性確保の問題を合わせて以下に項目として列挙した。

(1)先端閉鎖ぐいであることと, また軟弱地盤で地下水位が比較的高い等の点で, 打設時に地盤内の間隙水圧の発生(上昇)により, ぐい, 地盤のリバウンド量が大となり, まずぐい自身の打設が可能だろうか。(ぐい打設図-6参照)

(2)ぐいが打設可能であった場合, その打設振動, ぐいの排除する土量等の影響が護岸にどのような形で影響(損傷)を与え, また護岸はこの時不動とは考えられず, いったい許容変位(もしくは水平変位, 沈下)量はどの程

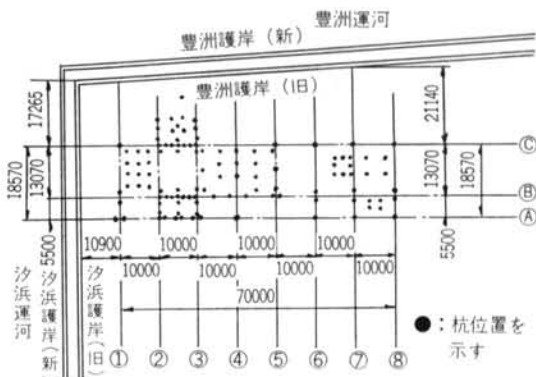


図-6 護岸とぐい打設配置の位置的關係  
度と考慮しておいたら妥当なのか。

(3)ぐいの打設によって, 運河側に一時的に変位(もしくは倒れ)した護岸は, そのまま残留変位となることは考えられず, 運河側の水圧と護岸自身(多分に新護岸のシートパイルの弾性力)の弾性によって戻ってくるはずであり, この力がその後の施工段階にどのような形で影響を与えるだろうか。

(4)運河の潮位変動と敷地内の水位変動の関連性がどの程度あるだろうか。潮位変動は港当局の資料によると約1.70~1.80mあり, 仮に敷地内水位も同変動しているとすれば, 掘削という点で大きな問題となる。

(5)深部掘削段階にドライワークを実施しようとしたとき, 水処理をどうしたらよいだろうか。

これは, 工費に応じた工法の選定が必要とされ, 事実上水位低下(最終的にはG.L-4.50m程度)に関しては可能であると推定できる。

(6)水位低下後掘削段階では, 潮位と敷地内水位との間

に生ずる水頭差が施工段階にどのような形として影響を与えるだろうか。

(7)掘削範囲(深部)が比較的せまい範囲であるので掘削山留法はどのような工法で実施したら良いか。

以上の問題点が事前に懸念されており、施工計画のうえでは、まず採用しなくてはならないであろう事項を確認した。

#### 4.3 施工計画における事前採用事項

(1)構造物支持ぐいは、G.L-42.00mまで打設し、打設時には鋼管内に水を満たし、リバウンド低減の処置を行なうことを前提とした。なお、全打設ぐい本数は116本であり、このうち掘削深部にあって護岸に最も接近していると考えられるぐいは65~67本である。

この接近ぐいによって、排除(おしのけられる)される土量は、ぐいの体積より試算し、約690 $\text{m}^3$ に相当し、G.L-4.20m(掘削深部)までの浅い部分では、約8 $\text{m}^3$ である。

すなわち、これらの土量の移動による護岸への影響が主力であると考え、この他間隙水圧の上昇によるもの、デルマッグパイルハンマーによる打設振動が十分考えら

れると判断した。

この場合、護岸はどの程度まで水平変位を許容できるだろうかという最大の難題があり、これらの問題は力学的に決定することは不安があり、現状の護岸の継手部、近隣の護岸とその周辺を十分視察し、その周辺の構造物の施工状況を推察し、一応、本護岸の挙動を調査(測定管理)することを前提に、局所的な最大水平変位許容量として180~200mm程度を限度とした。

(2)本工事においては、敷地内水位低下を必要とし、施工上ドライワークを可能とするため、3つの工法(かま場排水、ディーブウェル、ウェルポイント)を立案したが、掘削山留法とも考慮し、また予備的検討も含めてウェルポイント工法を採用した。

(3)深部掘削中は打設ぐいが沢山残存し、このうえ切梁等があったのでは施工不可能となること、自立性矢板によって周辺を囲っても水処理との併用であるから不利であり、多大な工費を必要とされ除外した。

したがって、本施工法は掘削を容易にすること、掘削内部に作業上の観点から障害物が残らない工法とする必要があり、のり面安定によるオープンカット工法を採用することとし予備的検討を行なった。

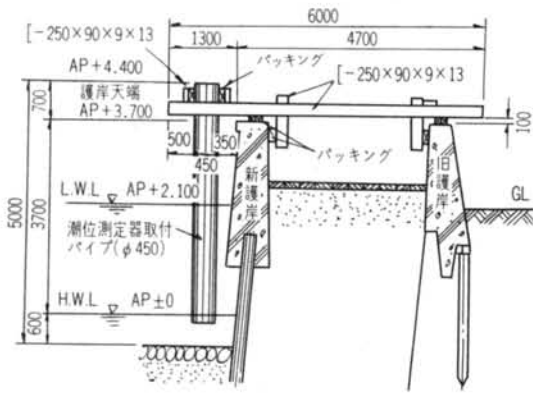


図-7 運河側潮位変動量測定用装置断面

#### 4.4 施工計画における確認事項

掘削、水位低下という問題を解決するためには、運河側潮位変動と敷地内水位変動状況を知るため敷地内に井戸(450 $\phi$ mm,  $t=9.5$ mm, 長さ7.50mのストレナー付金網巻付けの鋼管)を設置した。なお測定はフロートによる自動記録計を用いた。一方、運河の潮位測定には、図-7に示すようにして前記同方法で約3日間同時測定を行ない、図-8に示す関係を得た。

すなわち、運河潮位変動差は最大で1.84m、敷地内水位変動差はわずかに0.093mであることを確認した。

したがって、敷地内水位は、G.L-0.329~G.L-0.422mの変動範囲にあり、一応、潮位変動に伴なう敷地内水

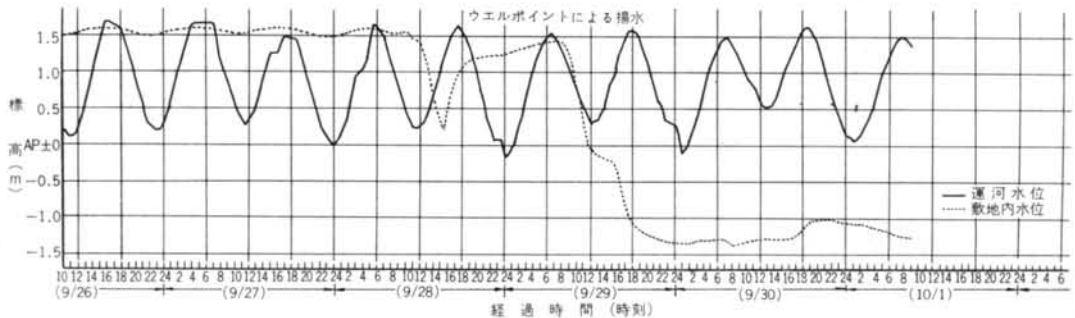


図-8 潮位変動と敷地内水位との関係

位への直接的な影響はないものと判断した。このことは護岸が2重型式であること、新護岸(Z-32~38型シートパイル、打設深度G.L-15.50m)の止水性が良好であるとの理由から、ウエルポイント排水工法(計画)が比較的容易にできるであろうという確証を得た。

## § 5. 施工法確立のための予備的検討概要

### 5.1 水位低下について

ウエルポイント工法における必要本数、間隔等の決定にはいかなる場合においても地盤の透水性を把握しなくてはならない。本敷地地盤はG.L-7.70m程度までは、粘性土混じりの砂層とみることができると部分的に不透水層をはさんでいるので、全般的に透水性は悪いものと判断した。

地盤の透水係数( $k$ ; m/min)は、その粒度と密接な関係があるので粒度組成により適用範囲を判断し、一般にはこの方法が簡単で最も多く用いられるようであり、この方法に関しては多くの人達の提唱する式がある。ここでは、ハーゼンの提唱する実験式を単純化したもの、すなわち、

$$k = (100 \sim 150) D_{10}^2 \quad \dots\dots(1)$$

$D_{10}$ ; 粒径加積曲線(粒度分布)による重量百分率10%時の粒径

を基本として、透水係数( $k$ ; m/min)を $8 \times 10^{-5}$  m/minとした。なお検討に必要な諸定数を以下に示す仮定値と

して行なった。貯留係数( $S$ )は一般に自由水で、 $1.0 \times 10^{-2} \sim 3.5 \times 10^{-1}$ 程度といわれ、土質状況から $5 \times 10^{-2}$ という比較的下限值とした。

また、本敷地地盤の帯水層厚( $H$ ; m)は7.70mと考え、水位低下量( $s$ ; m)は4.50mまで必要とする。

また、水位低下半径は、掘削部周辺長と同等の円の周と考えると半径( $r_0$ ; m)は17.00mとして示される。

さらに、揚水開始から5日後( $t=7200$ 分)の揚水量( $Q$ ; m<sup>3</sup>/min)を算出するために、タイスの提唱する非平衡の状態という条件下で求めてみると、 $0.114$  m<sup>3</sup>/minという結果が得られた。

いまウエルポイント1本当たりの揚水量を $0.002$  m<sup>3</sup>/minと仮定すると、必要本数は57本以上という結果が得られ、打設間隔を2.00mとすると、掘削部周辺で63本必要とすることになる。(図-9参照)

また、水位低下量等の関係から、G.L-6.00mの打設で十分であるといえるが、水位低下に関しては、排水層中に不透水層をはさんでいるので、上下の排水を容易とするためには、各ウエルポイント間に、径10 $\phi$ cm、深さ2.00~2.50mのサンドパイルを設置し、不透水層上部に存在する水をサンドパイルを通じ、排水を容易にするようにした。

### 5.2 のり面安定性について

オープンカット工法を採用するにあたって、検討の対象となるのがのり面の傾斜角とその斜面の養生である。

そこで、傾斜角( $\beta$ )に相当する限界高さ( $H_e$ )はテルツァギーおよびテラーによって提唱された次式で検討した。

$$N_s = H_e \times \gamma_t / c \times F_c \quad \dots\dots(2)$$

$H_e$ ; 限界高さ(m)

$N_s$ ; 安定係数

$c$ ; 土の粘着力(t/m<sup>2</sup>)

$\gamma_t$ ; 土の単位体積重量(t/m<sup>3</sup>)

$F_c$ ; 安全率

この検討を行なう際、スベリ面の仮定で、軟粘性土における内部摩擦角( $\phi^\circ$ )が零の場合と粘着力( $c$ ; t/m<sup>2</sup>)と $\phi^\circ$ を有する場合とに分けて検討し、この時の $F_c$ によって施工上の可能性を検討してみた。

ここでは、いま敷地の広さから施工可能な範囲を想定し、のり面の傾斜角を調査すると最低45 $^\circ$ 以下とすることができず、一応この傾斜角で可能かどうかの検討に入った。スベリ面としては、最悪の

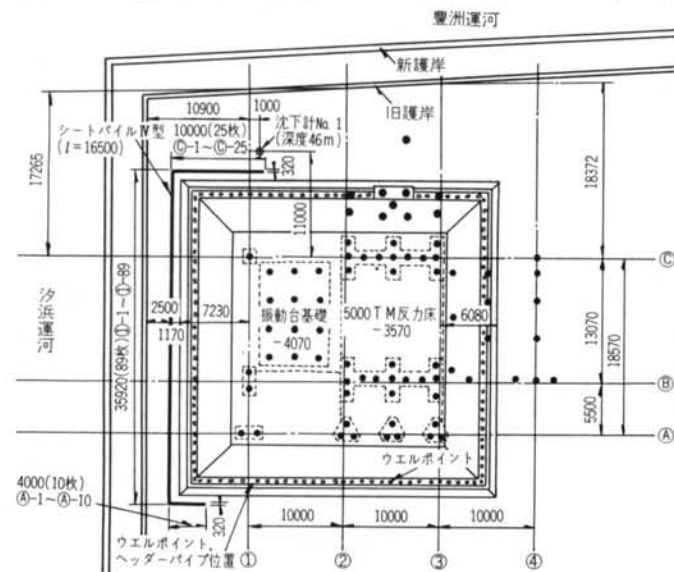


図-9 敷地内のシートパイル、ウエルポイントの位置的関係

場合を考慮しても、掘削底面すなわち斜面先破壊 ( $\beta$  が  $53^\circ$  以上の場合に起るといわれる) と考え、地盤の条件を  $c=1.5 \text{ t/m}^2$ ,  $\phi=5^\circ$ ,  $H_c=4.20\text{m}$  (掘削最深部),  $\gamma_t=1.70 \text{ t/m}^3$ ,  $\beta=45^\circ$  とすると  $F_c=1.5$  以上確保でき、仮りに  $\phi=0^\circ$  としても  $F_c=1.2$  は確保できるので施工上可能であると判断した。

この検討は、のり面に外力が作用せず、すでに水位低下は終了し、斜面先破壊が生じるという条件を設定しているものの、実際には護岸側からの外力が作用すると予想されるので、これに対処するため護岸とのり肩中央部に新設シートパイル(結果的には自立性矢板)を設置し、その剛性に頼ることとした。

### 5.3 新設シートパイルについて

のり面(斜面)への外力は、新設シートパイルの剛性を利用し、支持させることにした。ここでの検討はとくに使用材料の大きさと型、打設配置および根入れを重視した。

外力(作用荷重)はシートパイルに  $7 \text{ t/m}$  (根切り後の力の関係から)作用するとし、Y. L. Chang の提唱する横抵抗の問題として取扱った。

ここに横方向地盤反力係数 ( $k: \text{kg/cm}^3$ ) を  $0.15 \text{ kg/cm}^3$  とし、KSP-IV型で考えると、根入れ深さは約 G.L.-14.00m以上と試算される。いま、新護岸の既存シートパイルとの根入れ関係から、G.L.-16.00mまでパイロによって打設することを決定した。

なお、この外力によって新設シートパイルの頭部の最大水平変位量 ( $\delta$ ) は  $60 \text{ mm}$  前後と推定され、材料の断面性能からしても十分可能であると判断した。

さらに、打設配置は図-9に示したように最少限としこれに対処するものとした。

以上の予備的検討を行ない、図-10に示す施工計画断面を立案した。

## § 6. 測定結果および見解

### 6.1 測定対象項目および測定法

測定位置、対象項目は図-11(測定記号も参照)内に示してあるが、その主たるものを以下に示す。

- (1)豊州、汐浜護岸(各々新、旧護岸)頭部の水平変位量測定
- (2)同上、鉛直方向変位量(沈下量)測定
- (3)豊州、汐浜護岸(各々新護岸)の矢板傾斜量測定
- (4)新設シートパイルの水平方向変位量測定
- (5)同上、鉛直方向変位量測定
- (6)水位低下時における揚水量測定

であり、ここに示したのは、(1)、(4)、(6)である。

測定法については、(1)は光学式レベル、(4)はシートパイルに設置した角パイプ(75×75×3)によりスライド式傾斜計を用い、その変位量は G.L.-17.00m を変位量零として上方への累積変位量で示してある。(6)はフロート式による自動記録計で測定したものである。

なお施工過程の主要項目は図-12を参照されたい。

### 6.2 くい打設による護岸の変位

全ぐい打設直後では、図-13(各々旧護岸を示す)に示すように、最大変位量は㊸、㊹の位置で  $120.95 \text{ mm}$  であった。

さらに、これをくい打設本数累計と水平変位量の関係で各々㊸、㊹について示したのが図-14、15(旧護岸)の状況である。

したがって、全ぐい打設終了時点で、一応これ以上護岸を変位させる要因はなくなり、護岸自身の崩壊に対する心配はなくなった。この結果当初の許容値を下回るとともに護岸頭部の接合部の破損も見られない。しかし、止水用のゴムはもはやこれ以上の変位に対しては耐えられない状況にあった。

くい打設によって護岸全般に影響を与えてはいるが、事実上掘削幅(くい打設範囲)に集中して水平変位を生じ、他の位置ではむしろ引張り出されている傾向を示している。これは、くいの打設密度にきわめて関係しており、護岸、および

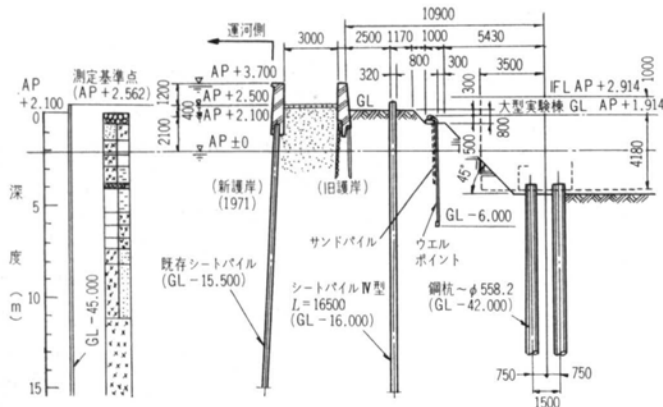
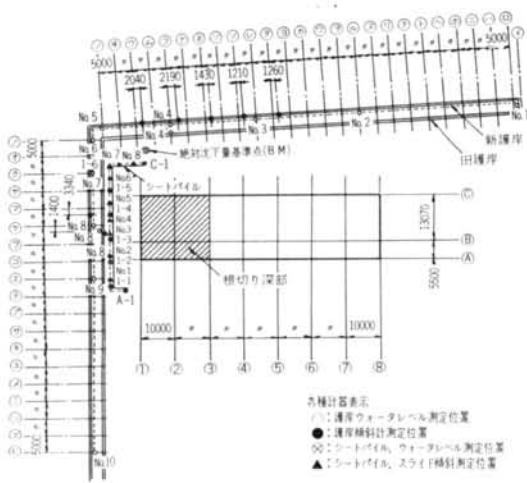


図-10 施工計画による最終予定断面



打設ぐいの諸元によっても異なるものの、7.00m以内に近接し、25本（打設間隔2.00m～2.50m）以上を越えると最も危険な状態になるものと推察される。

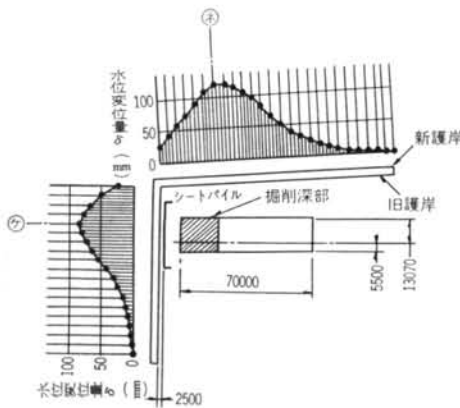
また、最大変位量を生じた④、⑦の位置において、各施工状況（過程）との対応性からその性状を視察すると



図一11 各種測定位置および記号の設定

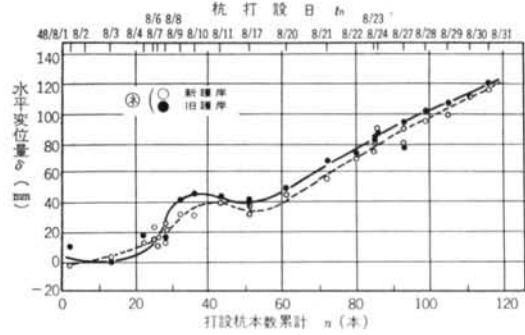
主要項目	昭和48年												昭和49年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
構造物着工認可 施工法に関する検討																								
構造物支持杭打設																								
シートパイル打設																								
揚水に関する検討																								
揚水期間 所定深度水位降下																								
掘削期間 （コンクリート打設基礎含む）																								
埋戻し期間 シートパイル引抜																								
掘削浅部開始 竣工																								

図一12 施工に関連する主要項目工程

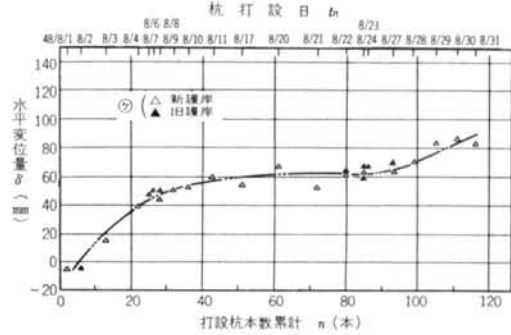


図一13 基礎ぐい打設終了時の旧護岸の変位状況

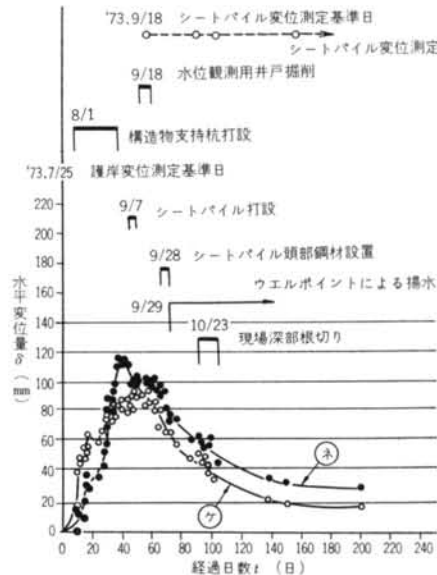
図一16 のようであり、水位低下、および掘削開始と同時に急速に変位は戻り始めた。これは当初予備的検討での水頭差が生じたこと、敷地側での横抵抗（応力）を解放したために顕著に運河側の水圧が荷重（外力）として作用し始めたことを裏づけている。



図一14 豊州護岸側の「 $n \sim \delta \sim t_n$ 」の関係



図一15 汐浜護岸側の「 $n \sim \delta \sim t_n$ 」の関係



図一16 施工過程に伴う旧護岸の「 $\delta \sim t$ 」の関係

### 6.3 新設シートパイルの頭部変位

図-16 にも示したように、護岸が最大変位量を示した時点で、所定の位置に打設した。この打設による護岸への影響はほとんどないものと考えられる。

その後、水位低下、および掘削開始とともに、掘削側への変位を生じ始めた。これは護岸の戻りと同時に生じており、最大変位量は No. 4 で最も不安定な状態に入る掘削後に生じている。

図-17 には主要な時点での深度方向の状況を示した。

これによると、掘削後最大変位量は50mmに達しその後の変位はほとんどない。この変位量は、掘削幅のほぼ中央でしかも護岸の最大変位を示している位置に一致している。さらにこの変位量は、当初の検討した60mmの試算変位量に近い値を示している。

これらシートパイルの変位状況を具体的に視察する意味で、頭部、および G.L.-10.00m の深さにおける変位状況を示したのが 図-18 である。

### 6.4 水位低下時の揚水量

水位低下が所定の深度に達した時点での揚水量は、25～30l/min (平均 40m<sup>3</sup>/day) で定常状態であった。

事実上、G.L.-4.50m まで水位低下させるのに5日間と仮定したが、実際には4日間程度で終了した。

このことは、当初の検討と比較してみても、透水係数および貯留係数がまだ大き過ぎたのか、地下水が意外に少なかったのではないかと推察され、完全なドライワークができたものの若干揚水設備に関しては過大であったものと思われる。

施工の終了まで、以上のような結果を得たが、これらの総ては当初の検討事項にきわめて近い値を示したものといえ、掘削底盤打設から水位回復、構造物周辺埋戻し、新設シートパイル引抜に至り、護岸の戻り量は自然状態の挙動範囲(20mm前後)に残留し、事実上初期状態に戻っている。さらに完全なドライワークができた背後には、護岸のシートパイル部分の止水性についても当初懸念していたが、全く水もれがなかったことが実証されたことも見逃せない。ここに掘削終了時の状況を写真-1 に示しておく。

## § 7. 総合的所見

軟弱地盤地域における、しかも港湾隣接地域内の構造物建設については、設計計画段階での制約条件に合わせて施工段階に多くの問題を生じさせた。

本工事では、特別な工法を採用した訳ではなく、ごく一般的な工法の組合せによるものであり、結果的には公害問題を絶無とし、施工を成し得たことは、本施工に携わった技術者の貴重な体験であったことを自負するとともに、多くの貴重な資料と様々な収穫があったことはいうまでもないことである。

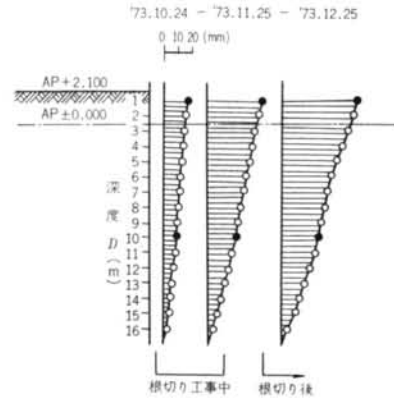


図-17 シートパイルの深度方向水平変位状況

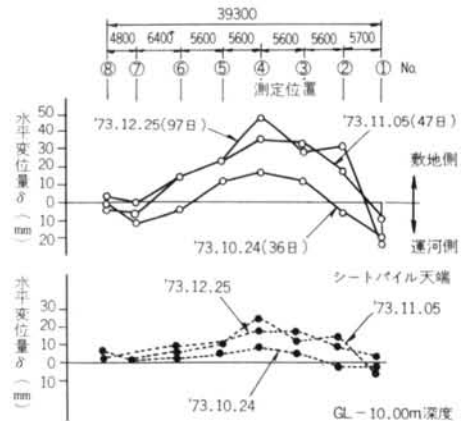


図-18 シートパイルの平面的な変位状況



写真-1 掘削後ステコン打設終了時の状況



本工事における初期の段階では、種々の予備的検討を実施しているものの、これらの工事例と通ずる過去の工事例報告も少なく、とくに測定管理報告例については皆無に近く、ここでは1つの目安を付ける意味での検討に終始した。

一般に施工段階では、不慮の事故に直面するケースは良く聞かれることであり、これらの多くは管理手段を間違えたり、施工計画が事前に十分検討されずに比較的安易な気持ちで実施している場合が多いように推察される。

本工事の最大の難題は、くい打設時に護岸はいったいどの程度の変位量まで耐え得るのか、その挙動はどのような性状を示すのか全く理解できなかったことである。

当初最大の難関になるであろうと予想していたいわゆる最終掘削深度に達した時点では、最も施工上護岸および敷地側が不安定な状態に入ることである。この段階では、早急に掘削底盤上に捨てコンクリートおよび基礎コンクリートを打設し、一応安全状態に入らねばならないが、社会的な事情からコンクリートの供給ができず、不安定な状態で約半年近くも放置してしまったことは残念であると同時にいささか恐怖感を覚えた。

この間、新設シートパイル頭部変位は急増し、一時的にはあるが掘削部が危険状態に入ったことは事実である。ここで考えられることは、支持ぐい存在により、掘削底部のヒーピングに対する安全性が確保できたこと、のり面角度を施工可能な限り小さくし、ラス下地モルタル塗りによるのり面養生が万全であったことが、当初予想もしていなかった事態に対して克服できた最も大きな要因であったものと考えられる。

これに加えて、新設シートパイルの設置範囲も最小幅であったにもかかわらず、根入れ長さを比較的長くしたことにより、のり面への変位による崩壊の原因を阻止したことも非常に大きいといえる。

これらの経過から、安全という当初の目的を遂行し、竣工に至ったが、この多くは種々の測定管理に起因するものと信じている。ただ本工事では、資料不足であるからこの機会に資料を得ようと実施したのではなく、工事上いくつか未知の要因が点在していたことから、絶対に測定管理とともに対処していかなくてはならない必要性

があり、これなくして事実上工事が実施不可能であろうと判断したからである。

結果的には、測定資料に基づいて作業工程を考慮できたこと、実際に直面した多くの施工段階での生の資料が得られたことなどの利益をもたらしてくれた。

一方、工事で、くい打設、配置、および工費等の制限が仮りになかったとしたら、護岸への障害に対する関心度も楽観的で、意外に容易な施工ができたものと想像される。

地盤、立地条件、工事の規模、施工法等によっては、護岸への影響は様々な現象を生ずるものであるということ、本工事例で一部ではあるが見い出すことはできたが、近接部分でのくい打設については、まだ十分の検討の余地があり、特に1カ所に集中して打設する場合は、とくに入念な検討をしなくてはならないことを余儀なくされよう。

いまのところ、立地条件からくる綿密な検討もさることながら、測定管理方針を強調せざるを得ないが、今後の同例施工による資料の蓄積によって数式化することも可能であろうが、いずれにせよ、数少ない資料を本工事によって得られたことは収穫であり、また様々な現象および実体を物語った本工事は、関係技術者に多くの教訓を与えてくれたものといわねばならない。

## § 8. おわりに

本構造物は、小規模ではあるが、立地条件によって多くの土質工学的また施工技術的に多くの難問を生じさせたが、これらの多くを克服して完成した構造物であり、決して楽観的なものではなかった。

おわりに本工事の測定管理実施にあたり、東京都港湾局諸氏の暖いご理解と、工事の直接担当者である池谷芳之作業所長（現研究所）を始め、手島輝男、渡辺泰和、富沢治利氏の努力に感謝し、測定、資料整理に協力して下さった研究所山本正男氏、また、水位観測のために観測井施工および測定を指導して下さいった研究所高橋賢之助主席研究員に厚く感謝の意を表す次第である。

### 〈参考文献〉

- 1) 土質工学会：“軟弱地盤の調査・設計・施工法（土質工学ライブラリー・1）”
- 2) 東京地盤調査会：“東京地盤図”技報堂
- 3) 横山幸満：“鋼杭の設計と施工”山海堂
- 4) 土質工学会：“土質工学ハンドブック”

- 5) 清水勇：“護岸に近接した根切り工事例”第10回土質工学会研究発表会
- 6) 清水勇：“護岸に近接した根切り工事”施工技術 1975.11
- 7) 松尾新一郎，河野伊一郎：“地下水位低下工法”鹿島出版会