

# 明日を築く40

## REPORTAGE

大黒ふ頭廃棄物処理場  
外周護岸建設工事

## 鋼管杭ゼミナール

ポケットコンピュータ  
による載荷試験結果の  
整理



有機的な港湾利用をはかる

# すすむ大黒ふ頭廃棄物処理場 外周護岸建設工事

横浜市港湾局第二港湾建設事務所



現代の都市が抱えるさまざまな問題のうち、交通網の整備とともに双璧といえるのが廃棄物処理問題だろう。

すでに本誌上でも東京都の中央防波堤外側廃棄物処理場や羽田沖廃棄物処理場など、問題解決に向けての努力をご紹介してきた。そして、いま、横浜市は、膨張するさまざまな廃棄物に対処するため、大黒ふ頭に廃棄物処理場の建設を急いでいる。

外国情緒をあちこちにうかがわせ、神戸とともに国際港ともいわれるミナト・ヨコハマ。その港の一角に長尺大口径の鋼管矢板が打込まれ、急ピッチで処理場建設がすすめられている。そこで、今号では、この「大黒ふ頭廃棄物処理場」にスポットを当てた。

## もくじ

- ルポルタージュ (40) ..... 1  
すすむ大黒ふ頭廃棄物処理場外周護岸建設工事
  - 鋼管杭セミナー ..... 6  
ポケットコンピュータによる載荷試験結果の整理  
宇都一馬、冬木 衛、桜井 学
  - 鋼管杭レポート ..... 11  
第10回国際土質基礎工学会報告
  - 西から東から ..... 15
  - 三題咄し ..... 16
  - 文献抄録 ..... 17
- 組織図・会員紹介

## 表紙のこぼ

ミナト・ヨコハマ——昔から歌にも唱われ、異国情緒をあわせもつ街として日本人の心の中にユニークな位置を占めてきたこの街にも、大黒ふ頭が共通に抱える問題が顕在化してきた。廃棄物処理問題がそれである。そして、今、横浜の各棧橋を眼前に見わたせる鶴見・大黒ふ頭に廃棄物処理場が急ピッチで建設されている。遠くに富士を望む大黒ふ頭も年々さまざまな目的から拡大され、日に日に姿を変えつつある。

## 編集MEMO

桜前線もアツという間に通り過ぎ、日一日と緑が目にしむ季節となりました。早いもので本誌も40号を数え、人間でいえば「不惑」の年代ともいえるかもしれません。「10年ひと昔」といいますが、創刊号をまとめた10年前——それは日本の経済が最盛期を迎え、文字通りわが世の春をおう歌していた頃でした。そして、いま、低成長に低迷する不透明な時代です、時代は変わってきましたが、本誌はこの10年を機に、さらに読みやすい、皆様のお仕事に役立つ内容で充実させてゆくよう編集スタッフ一同決意を新たにしています。皆様のきたないご意見をお待ちします。

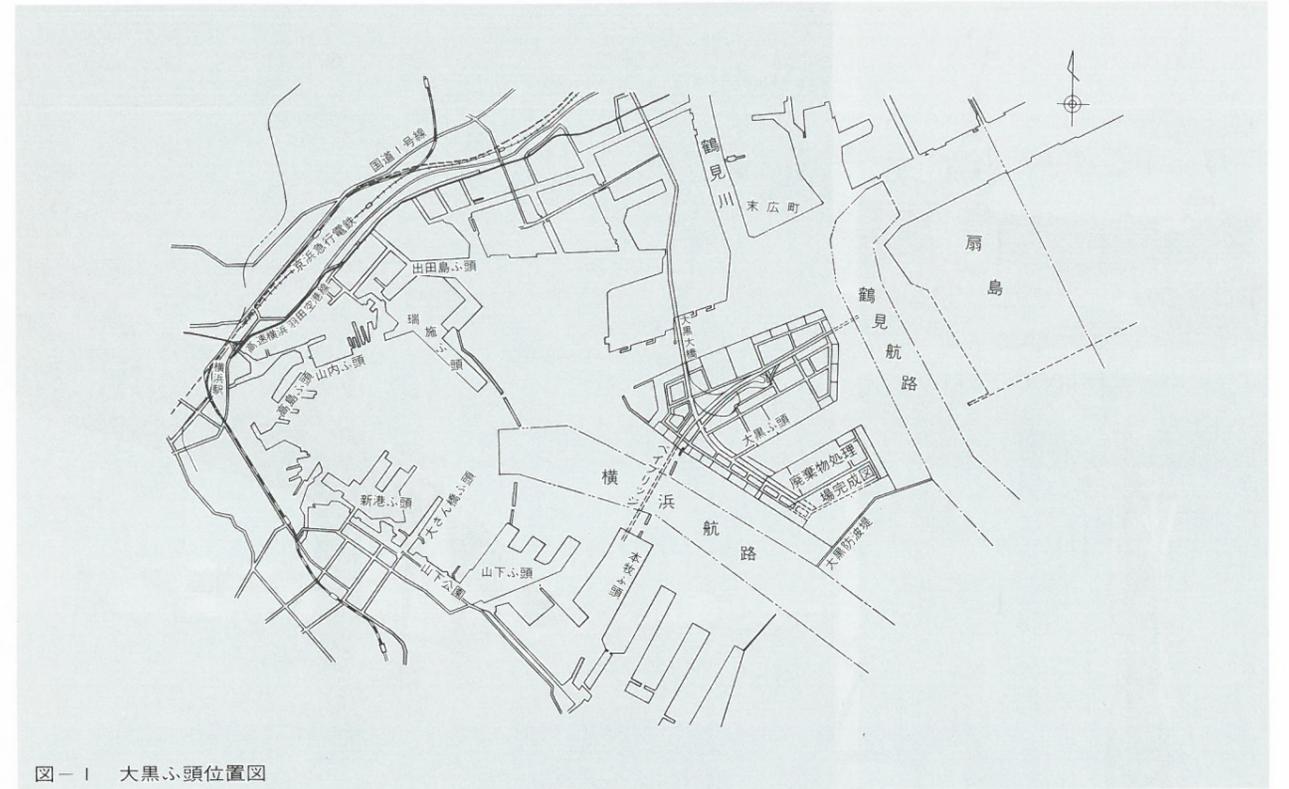


図-1 大黒ふ頭位置図

## 膨張する廃棄物量に対処して

大都市の人口過密化、活性化にともなって排出される各種廃棄物は、どの都市でも今後いっそう増えてゆくことが予想される。

大都市が抱える幾多の問題の中でも、この廃棄物処理問題は、長期的展望のもとに、しかも緊急に解決を迫られている大きなテーマである。

横浜市で発生する一般廃棄物、産業廃棄物、公共残土、浚渫土砂などの廃棄物の総量は、昭和54年度から昭和63年度までの10年間に約4億m<sup>3</sup>排出されるものと推定されている。

これらの廃棄物の最終処理は、現在海面埋立てまたは内陸埋立てによって行われている。しかし、立地条件、環境問題、住民対策など、幅広い角度から検討してゆくと、内陸埋立ては今後困難になってゆくものと予想される。

横浜市では、廃棄物の軽量化、再利用化をすすめているが、現状では海面

埋立てに依存せざるを得ない状況である。このような状況下で、横浜港ではすでに本牧廃棄物処理場を造成し、廃棄物、公共残土、浚渫土砂を受入れて

いる。しかし、その後、公共事業の促進、鶴見川の改修工事などにもなつて、そこから発生する大量の土砂を海面処理する必要ができた。

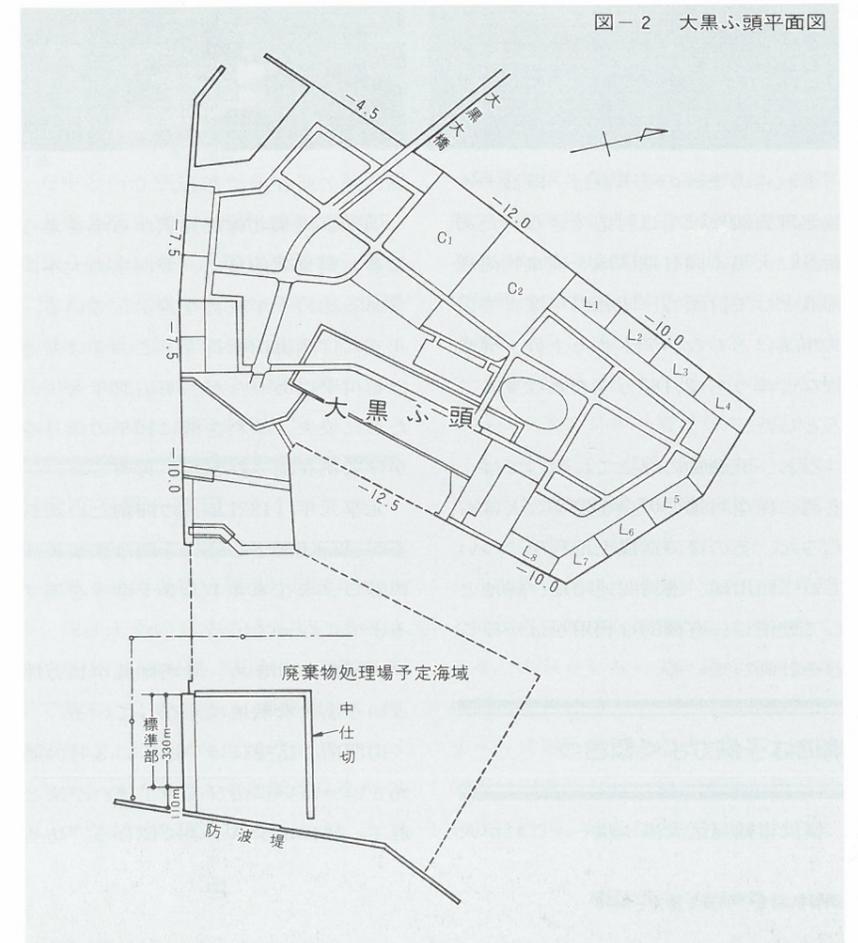


図-2 大黒ふ頭平面図

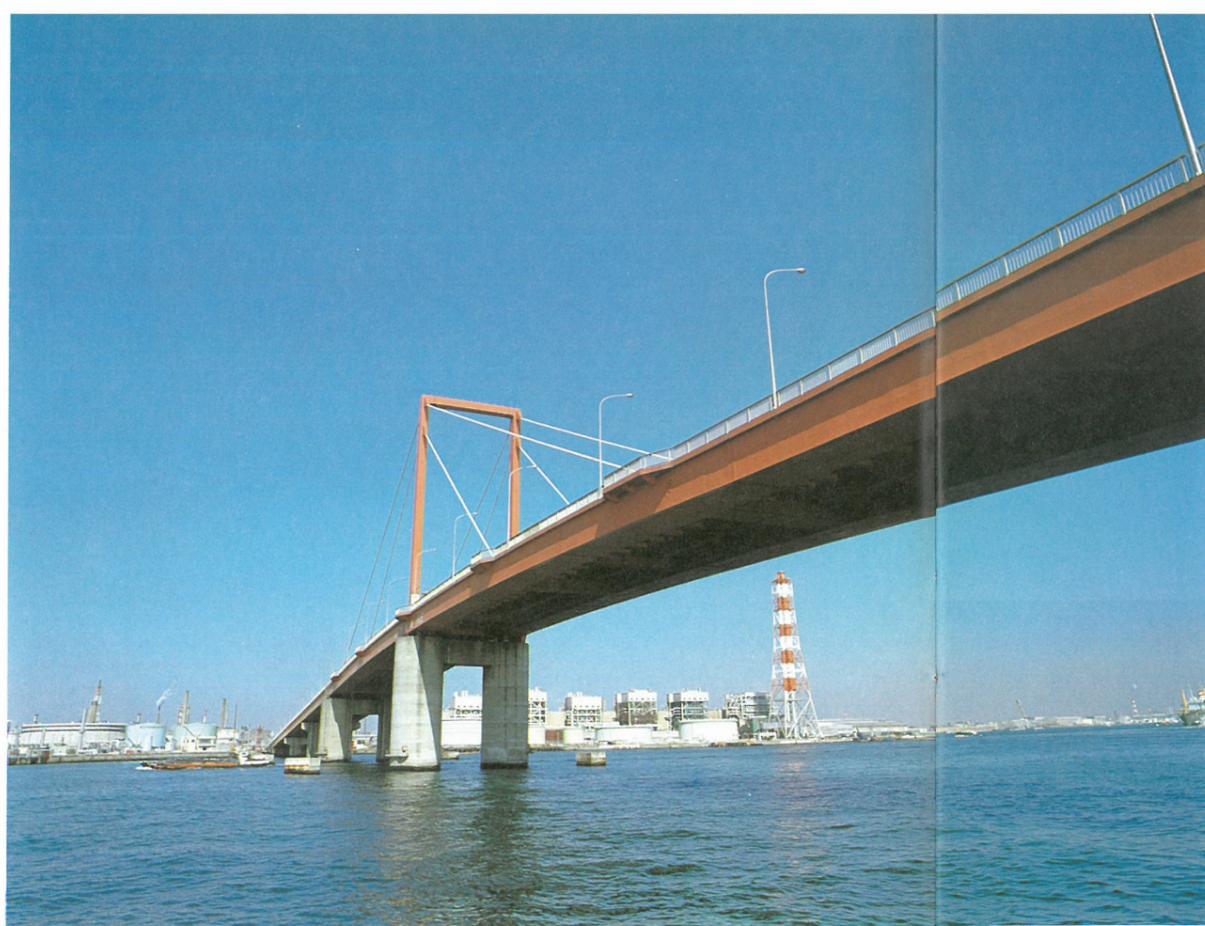


これらの土砂の受入れは、既設の本牧処理施設だけでは対応できないため、新たに大黒ふ頭II期区域を廃棄物処理施設として計画し、昭和63年度まで公共事業にともない発生する土砂、廃棄物などのうち、2,180万m<sup>3</sup>を処理することとした。

なお、廃棄物の埋立てに際しては、港湾の保全対策に万全を期すことはもちろん、その後の造成土地利用についてもふ頭用地、港湾関連用地、緑地として整備し、有機的な利用をはかることを計画している。

### 鳩には子供がよく似合う

横浜市鶴見区大黒ふ頭——これが大



大黒大橋



総持寺

黒ふ頭の所在地である。

国鉄京浜東北線鶴見駅から車を走らせる。鶴見駅前には、曹洞宗の大本山である総持寺が威容を誇示している。正式には諸巖山総持寺。この寺はもとは石川県にあったが、明治31年火災のために焼失、これを機に10年の歳月をかけて現在地へ移転し、再興した。

元享元年（1321年）の開創といわれるが、以来660年を経て寺門はますます興隆し、現在末寺1万5千余寺を擁するまでになっている。

大祖堂をはじめ、堂塔伽藍が15万坪という広大な敷地に点在している。

山門前の広場にはやさしい3月の陽光をいっぱい浴びて母子連れが鳩と遊ぶ。鳩には子供がよく似合う。坊や、



本牧から大黒ふ頭を望む

犬の真似をしたら鳩が逃げってしまう…。

このあたりには、史跡が多い。

車をとばして道に迷い、とある住宅地へまぎれ込んでしまった。地図を頼りに脱出をはかろうと四つ角を右折しようとする、角の住宅の庭の一角が削られ、石碑が立っている。「寺尾城址」とある。このあたりの領主であった諏訪三河守五代の城だそう。史跡を残しておくのはいいが、住んでいる人にとってみれば、なんとも迷惑な石碑である。

鶴見駅から第一京浜国道を西へ走る。5分ほど走ると左「大黒ふ頭」という標識が目飛び込んでくる。

このあたりは「生麦」である。あの生麦事件の起った所だ。事件は、文久

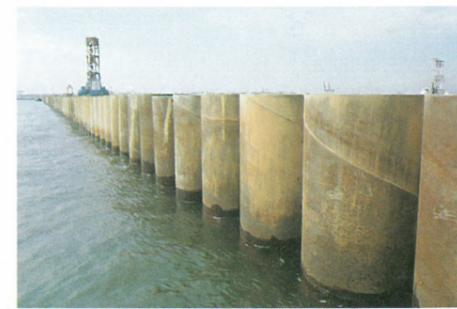


2年(1862)、薩摩の島津久光の行列が勅使を江戸に送っての帰途、このあたりにかかると、行列にまぎれ込んだ乗馬のイギリス人4人が無礼をはたらいというので、警護の武士がこの4人を殺傷した。この事件が日本の対外交渉の大きな障害になったことはよく知られているところだ。

その碑が目前にあった。これも自転車屋と民家の間にひっそりと、所在なさそうに立っている。生麦だということで、よほど注意をしていないと気づかない。

さて、史跡の紹介はこのくらいにして、先を急ぐことにする。

生麦を左へ。あたりは右も左も大きな工場が立ち並び、京浜工業地帯まっ



寺尾城址

ただ中という感じだ。

大黒大橋を渡る。昭和49年に完成したこの橋は、東京湾環状道路の一環として大きな役割を果たしており、橋脚基礎に大量の鋼管杭が使用されたことでも知られている。この橋を渡るとそこはもう大黒ふ頭である。

### 安全性を第一義に

大黒ふ頭廃棄物処理場外周護岸のうち、現在工事のすすめられているのは、防波堤と、ふ頭を結ぶ約440mの直線護岸である。このうち、ふ頭側330m（標準部）は、昭和55年度にサンドコンパクションパイルにより地盤改良を行ない、マウンドを築造した。

鋼管矢板の使用される護岸は、標準部から防波堤にかけての110mである。このあたりの地盤は、海面から-12mの海底には約6m層厚のN値5前後の防波堤マウンドがあり、その下はN値2~10の砂層とシルト層が互層となっており、そのシルト層はかなり乱れている。そして、-50~52mになってはじめてN値30前後の砂層が現われる。

このように、防波堤マウンドおよびシルト層の乱れを考慮すると、標準部と同様の強制的な地盤改良は不可能である。改良をしないで、護岸の安全を検討したところ、ケーソン基礎は円形すべりに対して不安定であるが、鋼管矢板は円形すべりに対して安全性が高い。さらに、波浪などの外力に対して

深度 (m)	柱状図	土質名	N 値							
			0	10	20	30	40	50		
-12	海底面									
-18	防波堤マウンド									
-30	シルト層									
-34	砂層									
-52	シルト層									
	砂層									

図-3 標準土質柱状図

も十分耐えることなどから控式鋼管矢板構造とした。

前面鋼管矢板は、防波堤寄り約30mまではφ43m、陸側についてはφ53mのものがいずれも1本もので使用され、中間砂層より深い層まで打込まれた。控鋼管矢板はφ18mが使用されている。また、海中での使用ということもあり、前面鋼管矢板3mm、控鋼管矢板1mmの腐食しろを見込んでいる。

前面と控えの鋼管矢板間は55mあり、両者をタイワイヤで結んでいるが、腹起しおよびワイヤを取付けやすくするため、鋼管矢板頭部を図のように一部切断している。

## バラツキ大きい打撃回数

ふ頭から船に乗り現場へと向う。3月に入っていくぶん春めてきたとはいえ、海を渡る風は肌を刺すように冷たい。

防波堤が近づいてくる。この寒さもなんのその、防波堤には渡船でやってきたのだろう30人にも及ぶ釣り客が糸をたれている。見ている限りは、この寒さに魚の方は動くのがいやなのだろう、ほとんど当りもないようだ。

現場へは15分ほどで到着する。防波堤に上がるとそれほど風の強さを感じないが5分もしないうちに、口元がこわばり、話す言葉もごそえてくる。

ここから見ると東には目の前に扇島をはじめ川崎の工場群が、そして西側には国際港横浜の本牧ふ頭、山下ふ頭、大棧橋ふ頭などがよく見える。やはり横浜は一時代前の言葉だが“マドロス”がかつ歩するにふさわしい街である。

現場では杭打ち作業は一段落。きれいに頭を揃えた鋼管矢板が海上に並び、次の工程を待っている。

杭打ち作業は、控鋼管矢板が昭和56年12月、前面鋼管矢板がこの1月に終わった。

杭打ち作業に当っては、控鋼管矢板の杭長が短かく、打込み長が8~9m

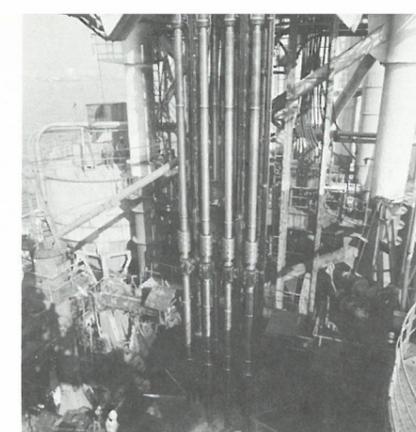


生麦事件の碑

ときわめて少ない上、相当部分が自重で下がることから、規定の高さに打止めることに苦労した。

前面鋼管矢板は、打込み区域の地盤が複雑に変化しているものと思われ、打撃回数も500~2000回とバラツキが大きかったが、最終時沈下量は最も小さいもので8.6mmであり、打込みに苦労することなく打設できた。

打込みは、海上打ちでMB-70ディ



ゼルハンマを塔載した杭打ち船で行なった。

なお、鋼管矢板打設中は天候にたいへん恵まれ、強風にわずらわされることもなく、年末年始以外は1日も休むこともなく作業がつづけられた。

同工事に使用された鋼管矢板は

### ●前面鋼管矢板

φ1,500×(16~20)×ℓ(43~53m)

### ●控鋼管矢板

φ1,500×(11~12)×ℓ(18m)

となっている。

ミナト・横浜の持つイメージは、外人墓地であり、十番館であり、元町であった。少なくとも“廃棄物”を連想させるものはなかった。しかし、マンモス都市として発展してきた過程の中で、他の大都市がたどってきたと

様に、廃棄物処理の問題が次第に頭をもたげ、いまや緊急に解決しなければならないテーマとなった。

横浜の持つ豊かなフィーリングをいつまでも損うことのないように、そして大黒ふ頭廃棄物処理場の無事完成を祈って遠くに浮かぶ外国船に背を向け、帰途についたのである。

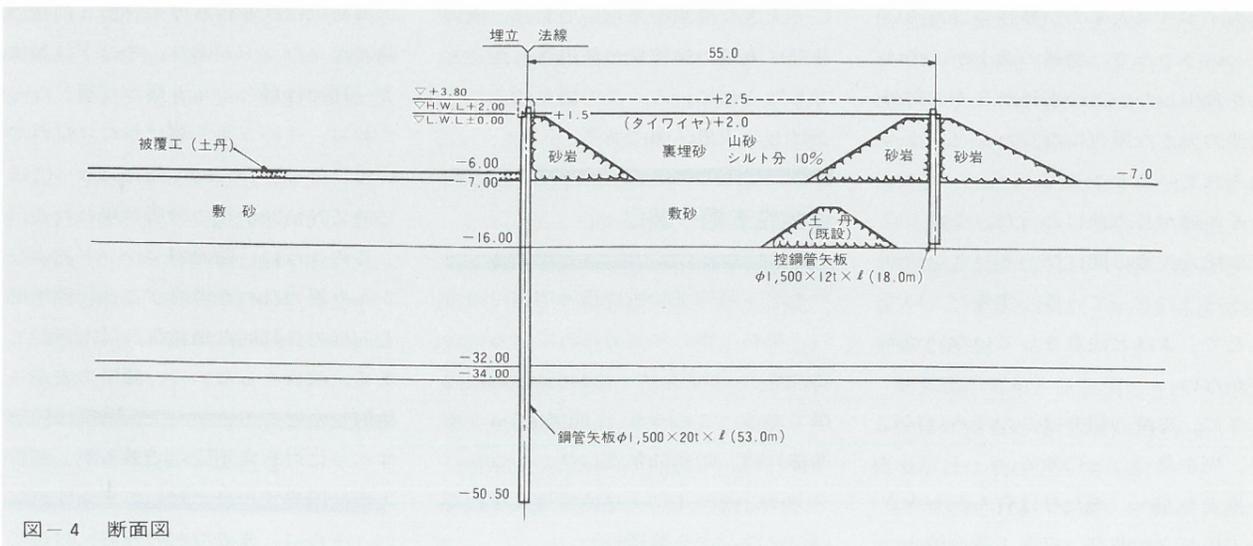


図-4 断面図

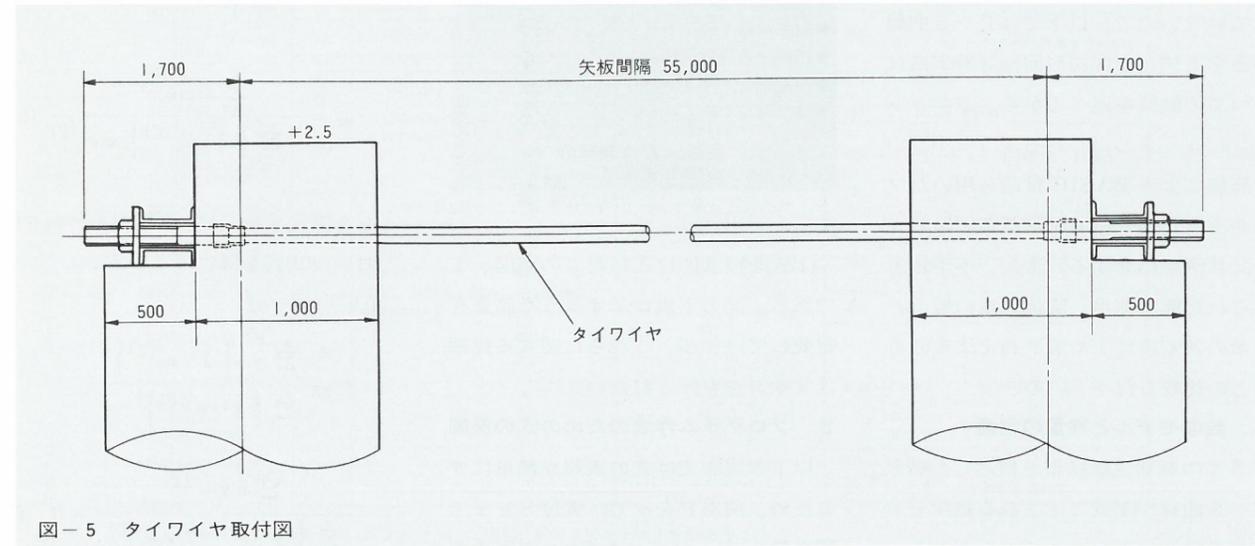
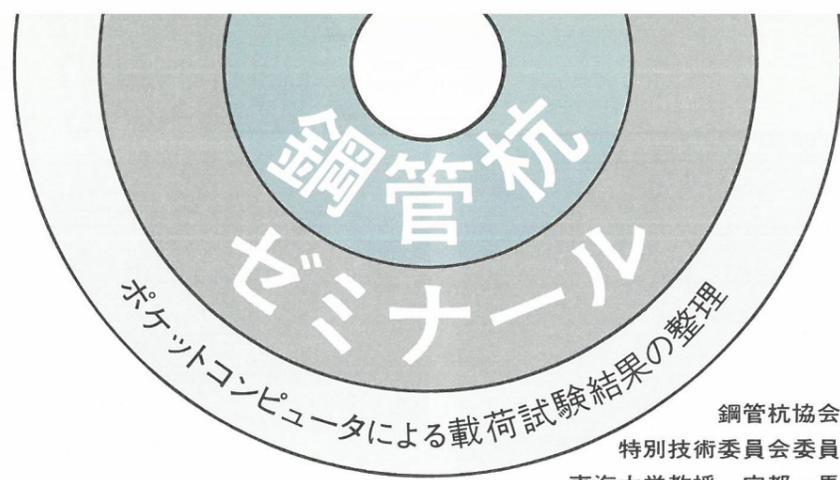


図-5 タイワイヤ取付図



## ☆データ整理のプログラム

### 1. まえがき

杭や地盤の載荷試験結果から、設計に必要な降伏荷重、極限荷重などを判定する種々の方法が従来から提案され、用いられている。

本文で述べる方法は、荷重—変位曲線（以下P—S曲線と略す）を定量的に表現するための数学モデルを設定し、これに測定値をあてはめて得られた回帰係数によって、設計に必要な降伏荷重、極限荷重などを知ることが目的にしておき、主観の入らない判定方法になっている。設定した数学モデルが非線形であるために、回帰係数を求める場合に繰り返し計算を行うことになる。このような非線形計算では、計算式の展開や計算方法などの工夫によって、演算時間にオーダーの違いが生じることになる。

この計算方法が現在、一般に利用されていないので、以下ではP—S曲線の数学モデルと非線形回帰計算方法についての概要を述べてから、ポケットコンピュータといわれるような小型の計算機によるBASIC言語を用いたプログラムと鋼管杭の鉛直載荷試験結果の計算例を紹介する。また、本手法で得られた極限荷重、降伏荷重の値と、従来の判定法による値や判定法そのものとの比較も行っている。

### 2. 数学モデルと諸量の定義

多くの載荷試験結果を検討した結果、P—S曲線が(1)式で示される数学モデルで系統的に表わされることがわかっ

た。

$$P = P_{\max} \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{S}{\delta_s}\right)} \right\} \quad (1)$$

〈e は自然対数の底〉

ここで、 $P_{\max}$ を極限荷重、 $\delta_s$ を基準変位量とそれぞれ定義し、降伏荷重 $P_y$ は $(1 - e^{-1}) \times P_{\max} \approx 0.63P_{\max}$ と一義的に決定される。

(1)式は、杭の載荷試験結果から極限荷重を推定する、いわゆるVan der Veenの図解法で用いられている曲線と対応

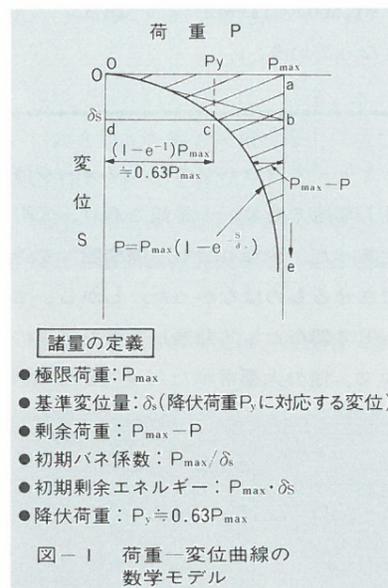


図-1 荷重—変位曲線の数学モデル

する。

(1)式を模式的に示したものが図-1である。図の下側に示すような諸量を定義しているが、これらに関する詳細は文献2)を参照されたい。

### 3. プログラム作成のための式の展開

以下の説明では式の表現を簡単にするため、荷重Pをyで、変位Sをxで置き換え、 $P_{\max}$ をa、 $\delta_s$ をbと表現すれ

ば数学モデル(1)式は(2)式となる。

$$y = a \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x}{b}\right)} \right\} \quad (2)$$

(2)式の回帰モデルを(3)式とする。

$$y = a \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x}{b}\right)} \right\} + \epsilon \quad (3)$$

ここに、 $\epsilon$ は誤差項である。(3)式にn組の測定値をあてはめて整理すると、残差平方和Sは(4)式となる。

$$S = \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2 = \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n \left[ y_i - a \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\} \right]^2$$

(4)式の残差平方和Sが最小になるように、非線形最小2乗法<sup>7)</sup>で回帰係数a、bを決定するわけである。そこで、Sをaおよびbで微分し、その結果を0に等しいとおき、整理するとそれぞれ、(5)式、(6)式なる正規方程式が得られる。

$$\frac{\partial S}{\partial a} = \sum_{i=1}^n \left[ y_i - a \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\} \right] \times \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\} = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = \sum_{i=1}^n \left[ y_i - a \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\} \right] \times x_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} = 0 \quad (6)$$

(5)式、(6)式のaをそれぞれ $a_1$ 、 $a_2$ とすれば(7)式、(8)式を得る。

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\}}{\sum_{i=1}^n \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\}^2} \quad (7)$$

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)}}{\sum_{i=1}^n \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\} x_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)}} \quad (8)$$

bを決定するには、 $f(b) = a_1 - a_2 = 0$

とおいた(9)式を解けばよい。

$$f(b) = a_1 - a_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\}}{\sum_{i=1}^n \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\}^2} - \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)}}{\sum_{i=1}^n \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\} x_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)}} = 0 \quad (9)$$

bが決定されれば、(7)式または(8)式からaを、(4)式からSを求めることができる。

### 4. Newton-Raphson 法とそのプログラム

(9)式のbを決定する方法として、現在「一様探索法」と「Newton-Raphson

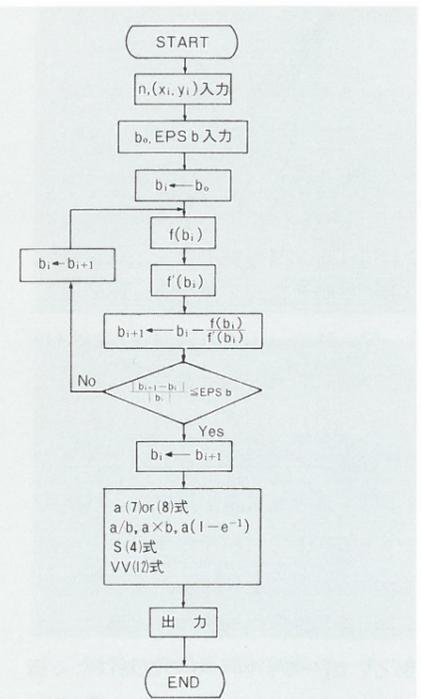


図-2 Newton-Raphson 法のフローチャート

文番号	解 説
10	初期設定
20	データ組数nの入力とPRINT
30	FORループの始まり W=1→N
40	x <sub>i</sub> の表示と入力
50	x <sub>i</sub> のPRINT
60	y <sub>i</sub> の表示と入力
70	y <sub>i</sub> のPRINT
80	1行改行
90	ループの終了
100	bの初期値b <sub>0</sub> の入力とPRINT bの収束条件EPS bの入力とPRINT
110	Σの計算をする変数C, D, E, F, G, Hのクリアと音を1つならす
120	FORループ W=1→N x <sub>i</sub> , y <sub>i</sub> のデータの入れかえ (9)式、(10)式を組み立てるため、各種Σの計算
150	D=D+Y*(1-EXP(-X/B))
160	E=E+X*EXP(-X/B)
170	F=F+X*Y*EXP(-X/B)
180	G=G+X^2*Y*EXP(-X/B)
190	H=H+X^2*Y*EXP(-X/B)*(1-2*EXP(-X/B))
200	NEXT W

図-3 載荷試験結果の整理プログラムとその解説 (Newton-Raphson法)

法」の2種類を筆者らは使用しているが、ここでは演算速度の速い「Newton-Raphson 法」について説明し、その基本的なプログラムを紹介する。なお、プログラム作成に使用した機種は、シャープのPC-1211ポケットコンピュータである。

(9)式をbでさらに微分し、整理すると(10)式となる。

$$f'(b) = -\frac{1}{b^2} (F_1 + F_2) \quad (10)$$

ここに、

$$F_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\}^2 - 2 \sum_{i=1}^n y_i \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\} \sum_{i=1}^n x_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\}}{\left[ \sum_{i=1}^n \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\}^2 \right]^2}$$

$$F_2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 y_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\} - \sum_{i=1}^n x_i y_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \sum_{i=1}^n x_i^2 e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \left\{ 1 - 2e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\}}{\left[ \sum_{i=1}^n x_i e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{x_i}{b}\right)} \right\} \right]^2}$$

(9)式と(10)式を用いて、Newton-Raphson法の反復関数(11)式を得る。

$$b_{i+1} = b_i - \frac{f(b_i)}{f'(b_i)} \quad (11)$$

すなわち、データ(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)入力後、bの初期設定として、bの初期値b<sub>0</sub>、収束条件EPS bを入力し、bの相対精度|b<sub>i+1</sub>-b<sub>i</sub>|/|b<sub>i</sub>|が収束条件EPS

入力データ		
N=5,		
変位量S	X=2.55	
荷重P	Y=80.	
	X=8.51	
	Y=160.	
	X=14.47	
	Y=240.	
	X=23.83	
	Y=320.	
	X=44.47	
	Y=407.	
bの初期値b <sub>0</sub>	B0=10. (降伏荷重付近の変位を入力)	
収束条件EPS b	EPS B=0.0001	
計算結果		
極限荷重	A= 4.4386E 02	tf
基準変位量	B= 1.8335E 01	mm
初期バネ係数	A/B= 2.4207E 01	tf/mm
初期剰余エネルギー	A*B= 8.1364E 03	tf·mm
降伏荷重	PY= 2.8057E 02	tf
残差平方和	SSR= 5.4256E 02	tf <sup>2</sup>
変動値	VV= 3.0296E-02	

図-4 入力データと計算結果の出力 (図-5のデータ)

b以下となるまで繰り返し計算を行う方法である。この計算手順のフローチャートが図-2である。フローチャートを基に作成したプログラムとその解説が図-3であり、5.の計算例に示したデータを入力して計算した結果を実際に出力したものが図-4である。なお、このプログラムはプリンターを使用す

文番号	解 説
210	I=(C*(F+C-2*D+E)/C^2+(G+E-F*H)/E^2)/E^2 J=(D-C-F/E)/I
220	B=B+J
230	IF ABS(J/B) > 250TG 110
240	C=D=0
250	FOR W=1 TO N
260	X=A(26+W):Y=A(26+H+W)
270	C=C+ABS(1-EXP(-X/B))^2
280	D=D+Y*(1-EXP(-X/B))
290	NEXT W
300	A=D/C
310	FOR W=1 TO N
320	X=A(26+W):Y=A(26+H+W)
330	K=K+ABS(Y-A*(1-EXP(-X/B)))^2
340	NEXT W
350	L=(K/(N-2))/A/B/A/B/A
360	PRINT "A=":A
370	PRINT "B=":B
380	PRINT "A/B=":A/B
390	PRINT "A*B=":A*B
400	PRINT "PY=":PY
410	PRINT "SSR=":SSR
420	PRINT "VV=":VV
430	PRINT " ":
440	PRINT " ":
450	END

図-3 載荷試験結果の整理プログラムとその解説 (Newton-Raphson法)

表-1 Newton-Raphson 法プログラム変数リスト

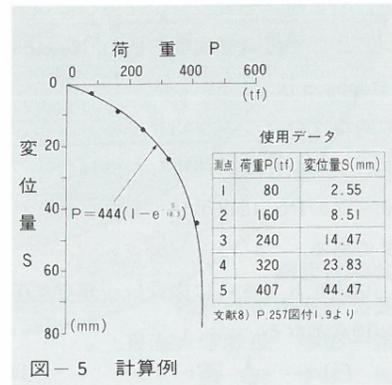
変数	内容
N	データ組数 (最大36)
X	$x_i$ A(26+I→N)
Y	$y_i$ A(26+N+I→N)
B	bの初期値 $b_0$
Z	bの収束条件 EPSb
B	$b_i$
C	$\sum_{i=1}^n \left(1 - e^{-\frac{x_i}{b}}\right)^2$
D	$\sum_{i=1}^n y_i \left(1 - e^{-\frac{x_i}{b}}\right)$
E	$\sum_{i=1}^n x_i e^{-\frac{x_i}{b}} \left(1 - e^{-\frac{x_i}{b}}\right)$
F	$\sum_{i=1}^n x_i y_i e^{-\frac{x_i}{b}}$
G	$\sum_{i=1}^n x_i^2 y_i e^{-\frac{x_i}{b}}$
H	$\sum_{i=1}^n x_i^2 e^{-\frac{x_i}{b}} \left(1 - 2e^{-\frac{x_i}{b}}\right)$
I	(9)式 $f(b_i)$
J	(10)式 $f(b_i)$
A	(7)式 a
K	(4)式 S
L	(12)式 VV
M	a/b
O	a×b
P	$a(1 - e^{-1})$

ることを前提としている。表-1はプログラムに使用した変数リストを示したものである。

この方法は、「一様検索法<sup>5)</sup>による演算時間の半分以下で一般的には収束するが、bの初期値 $b_0$ をうまく選択しなければ収束しない場合がある。 $b_0$ の値は対象とするデータのレンジによって効率のよい値を選ばよいが、目安としてx(変位)の最大値の1/3程度、あるいは降伏荷重付近の変位を入力すればよい。EPSbは実用的には $1 \times 10^{-3}$ 程度でよからう。

### 5. 計算例

図-5は、文献8)のP.257図付1.9に示されている鋼管杭の鉛直載荷試験結果の計算例である。試験杭の寸法は、杭径が500mm、肉厚9mm、長さ16+17.5m



となっている。図中の表に示したものが荷重P-変位量Sの使用データであり、これを黒丸でプロットしてある。図-4に示した計算結果から、極限荷重 $P_{max} = 444\text{tf}$ 、基準変位量 $\delta_s = 18.3\text{mm}$ 、残差平方和 $S = 543\text{tf}^2$ となり、また、降伏荷重 $P_y = P_{max}(1 - e^{-1}) = 444 \times 0.63 = 281\text{tf}$ と一義的に決定される。筆者らは、回帰式が非線形であるため、次のような統計量を定義し、あてはめ具合の評価を行っている。

$$VV = \sqrt{\frac{SSR}{n-2}} / P_{max} \quad (12)$$

ここに、VVは変動値、SSRは残差平方和、n-2は自由度である。この値が小さいほど(1)式へのあてはめ具合がよいことになる。今回のデータでは、 $VV = 0.0303$ となり、図中のP-S曲線に示したように、実測値(●)への回帰曲線の適合状態は良いことがうかがえる。

### 6. 従来の極限荷重、降伏荷重の判定法との比較

極限荷重、降伏荷重を判定する従来の方法による値や判定法そのものについて比較を行い、若干の考察を述べる。従来の極限荷重を判定する方法として、視覚による方法、log P-S法、Van der Veenによる $S \sim \log(1 - P/P_{max})$ 法を、降伏荷重を判定する方法として、log P-log S法をとりあげている。

#### 6.1 視覚による極限荷重の判定

図-6は、図-5に示したP-S曲線のS軸のスケールを0.5倍した図で

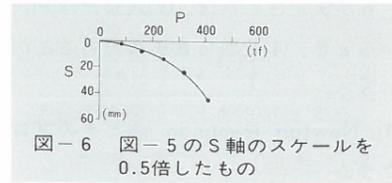


図-6 図-5のS軸のスケールを0.5倍したもの

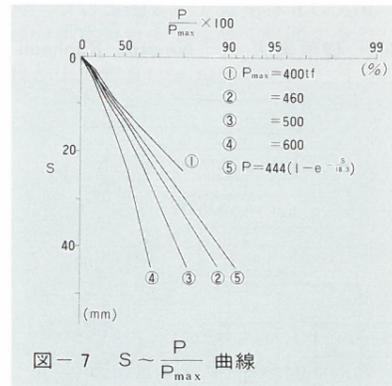


図-7  $S \sim \frac{P}{P_{max}}$  曲線

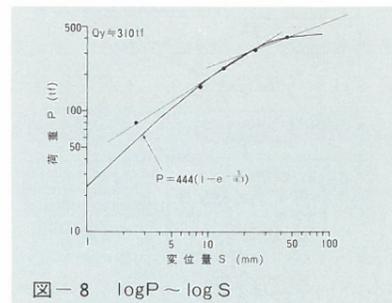


図-8 log P ~ log S

ある。図-5、図-6で視覚による極限荷重の判定を行うと、図-5では、およそ450tfと判定されるが、図-6では、もっと大きな値をとるものと判定される。このように視覚によれば、スケールの取り方によってまったく異なった曲線に見えてしまい、判定する極限荷重が違った値になる。このことは、log P-S法についても同様である。

#### 6.2 $S \sim \log(1 - P/P_{max})$ 法による極限荷重の判定

Van der Veenは6.1で述べたスケールの影響を取り除くために、この方法を提案している。すなわち、P-S曲線が(1)式で表わされるとして、図-7に示したように各荷重段階に対応する変位量Sを普通目盛で縦軸にとり、横軸を逆対数目盛にとって極限荷重 $P_{max}$ をいくつか想定し、おのおの $P_{max}$ で $S \sim P/P_{max}$ 曲線を描く。これらの曲線群のうち、直線性を示すものを選び、その値を極限荷重 $P_{max}$ とするものであ

る。最終的な判断は視覚によるため、多少の個人差が含まれるようである。

図-5のデータに適用した図-7から、極限荷重は②の460tf付近と判定される。また(1)式の回帰式そのものを示したものが図中の⑤であり、直線となる。

### 6.3 log P ~ log S法による降伏荷重の判定

図-8は、図-5のデータをlog P-S図にプロットし、降伏荷重の判定を示したものである。この方法によれば、降伏荷重 $Q_y = 310\text{tf}$ と判定され、回帰結果による降伏荷重 $P_y = 281\text{tf}$ は安全側の値を判定している。図中には、(1)式による回帰式を示したが、図-5と同様、実測値への適合の良さがうかがえる。

また、log P ~ log S 図上で直線の折曲がり点を検出することがむずかしい場合でも、その大部分は(1)式を用いれば極限荷重 $P_{max}$ の63%を降伏荷重として、主観を入れずに決定できる。

### 7. 鋼管杭の鉛直載荷試験データの解析結果

本手法によれば、P-S曲線を極限荷重 $P_{max}$ と基準変位量 $\delta_s$ の2つのパラメータで表現することができ、1つの $P_{max} \sim \delta_s$ 図上にすべての解析結果がプロットされ比較検討できる。

図-9は、鋼管杭の鉛直載荷試験データ202例の解析結果(文献2)の図-5(a)である。この図にプロットされた点の位置そのものがP-S曲線のパターンを示しており、この図を利用すればP-S曲線を簡単にスケッチできる。図-5の計算例を例題として、図-10を参照しながらその手順を示す。

- ①プロットされた点(●)を通り $\delta_s$ 軸と平行な線を引く。
- ②原点とプロットされた点を結び、初期接線を引く。
- ③プロットされた点から $P_{max}$ 軸に平行な線を引く。
- ④③の線上で、 $0.63P_{max}$ の位置にマ

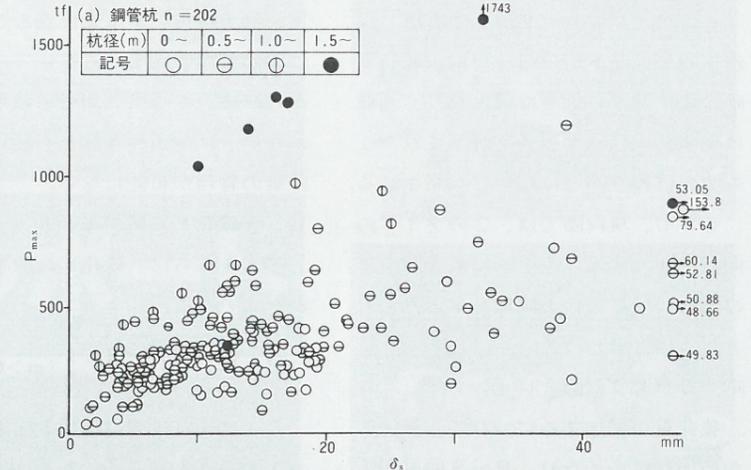


図-9  $P_{max} \sim \delta_s$ 図(鋼管杭)

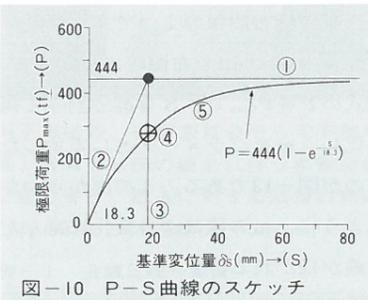


図-10 P-S曲線のスケッチ

ーク(⊕)する。

⑤②の線を接線とし、④のマークした点(⊕)を通り、①を漸近線とするような曲線を描けばP-S曲線をスケッチできる。この場合、 $P_{max}$ 軸をPに、 $\delta_s$ 軸をSに読み変える。

### 8. 本手法の実用的な使い方

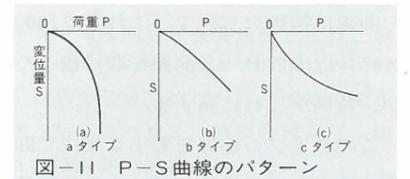
これまで、多くの載荷試験データを解析した結果、P-S曲線が図-11に示すようなa、b、c 3つのタイプに分類されることがわかった。

本手法を用いれば、図-11のタイプに関係なく最小2乗法により、回帰係数 $P_{max}$ 、 $\delta_s$ を決定できるが、これらの値を設計に用いる場合の実用的な使い方について述べる。

#### i) aタイプ(図-11(a))

ほぼ極限状態まで載荷されており、P-S曲線が十分に曲がっているタイプである。図-5のP-S曲線はこのタイプに属する。

このタイプのP-S曲線では、最小



2乗法により決定されたところの、極限荷重 $P_{max}$ 、基準変位量 $\delta_s$ を用いて、 $0.63P_{max}$ を降伏荷重 $P_y$ として設計に利用すればよい。また、変位量Sがたとえば15mmに制限されるような場合、その時の荷重Pは、図-5のデータを例にすると次のように求められる。

$$P = P_{max} \left(1 - e^{-\frac{S}{\delta_s}}\right) \quad (1)$$

$$= 444 \left(1 - e^{-\frac{15}{18.3}}\right)$$

$$= 248\text{tf}$$

荷重を既知としてその時の変位量を求めたい場合は、(1)式を変形した(13)式を用いて計算すればよい。

$$S = -\delta_s \ln \left(1 - \frac{P}{P_{max}}\right) \quad (13)$$

例えば、図-5のデータについて、荷重 $P = 310\text{tf}$ の時の変位量Sは次のように求められる。

$$S = -18.3 \ln \left(1 - \frac{310}{444}\right)$$

$$= 21.9\text{mm}$$

#### ii) bタイプ(図-11(b))

載荷重が比較的小さく、極限状態にいたっておらず、P-S曲線がほぼ直

# 第10回 国際土質基礎工学会報告

海外需要開拓調査団団長 日本鋼管(株)建材条鋼営業部長 大野泰  
 新日本製鉄(株)建材販売部土木基礎技術サービス課長 三浦邦夫

## 鋼管杭レポート

第10回国際土質基礎工学会は、昭和56年(1981)スウェーデンの首都ストックホルム郊外にあるMässanで開催された。

鋼管杭協会では、本大会に出席して杭の技術動向を把握するとともに、この機会に全世界に鋼管杭をPRする目的で展示の部に参画することになった。団長以下19名で調査団を編成し、大会前の準備から本大会までの各種行事に参加したので、ここに本大会の概要を紹介する。

### 1. 歓迎レセプションと開会式

開会2日前にストックホルムに入ると直ちに、あらかじめ輸送してあった展示用のパネルを持って会場に行き、団員一同がにわか大工になりテキパキとパネルの飾りつけ、テーブル、椅子の設置をし、半日で準備を完了した。

開会前日の日曜日正午から会議の登録が始まった。会場のヒルトンホテルには世界各国からの参加者が集り、登録が終ると胸に名札をつけて、専用バスで歓迎レセプションの行われるスカンセンの民族公園に向った。会場ではワイン一杯とトナカイの肉のくん製一切れという質素なレセプションが開催されたが、ここで、日本からの主な参加者と顔を合わすことができた。白夜の国だけあって、夕方でも陽は高く、暑いくらいで、団員の登録者は、近くから冷たいビールを買ってきて、喉をうるおした。

大会は到着2日目の開会式から始まった。表-1に会議の日程を示す。

開会式は、土質基礎工学会の会議にふさわしく、質素で实际的で、まず、カール16世グスタフ国王を全員が起立して迎え、国王から開会宣言と、本会議がスウェーデンにとって有益なものになるよう期待する旨の挨拶があった。



開会式



本会議

ある東京理科大学の福岡正巳教授(当協会特別技術委員会委員長)より、故人の追悼の辞と、NASH未亡人に対する記念品贈呈が行われ、満場の涙を誘った。このあと、福岡教授より、概略次の内容の挨拶があった。

「第9回国際土質基礎工学会は東京で行われた。その時自分は実行委員長を



あいさつする福岡会長

国王退場後、組織委員会から元事務局長、NASH氏の逝去に伴う事務局長交替の弁と、故人に対する追悼の黙禱が行われた。本会議のプレジデントで

表-1 会議日程一覧表

	本 会 議	行 事
開会前日		12:00-21:00 会議登録 16:00-19:00 歓迎レセプション (於 スカンセン)
第1日	9:00-10:00 開会式 10:00-17:00 第1セッション 第2セッション 第3セッション	Prediction and Performance Tunnelling in soils Groundwater and Seepage problem 20:00 レセプション (於 シティーホール)
第2日	9:00-10:00 特別講演 Thirty-five years of soil testing 10:00-17:00 第4セッション 第5セッション 第6セッション	19:00 家庭訪問 20:30 チャーチコンサート (於 ロイヤルチャーチ)
第3日	9:00-11:00 特別講演 Scandinavian engineering geology Swedish geotechnical development The restoration of the old town of Stockholm 11:00-15:00 テクニカルビジット	18:00 ボートツアー
第4日	9:00-10:00 特別講演 The Teton Dam failure a retrospective review 10:00-17:00 第7セッション 第8セッション 第9セッション	19:00 バンケット
第5日	10:00-17:00 第10セッション 第11セッション 第12セッション 17:00-18:00 閉会式	Soil Dynamics Slope Stability Soil Improvement

線的な性状を示すタイプである。

このタイプの曲線を最小2乗法で回帰すると、基準変位量 $\delta_s$ が最大載荷重時の変位量より大きな値となり、一般に極限荷重 $P_{max}$ が過大に評価され、この値の信頼性がとばしいと判断される。

そこで、現段階では、このタイプの曲線に関しては、実用的に最大載荷重の値を設計に用いる降伏荷重と考えた方がよいと思われる。

### iii) Cタイプ (図-11(c))

載荷重が増加するにつれて、変位量が増加しにくくなり、P-S曲線が下に凸となるタイプである。このタイプの曲線は特殊なもので、これまで1000ケース以上のP-S曲線を取り扱ったが、数例がこれに属する。

このタイプの曲線を最小2乗法で回帰すると、回帰係数がマイナスの符号をとる。このタイプの曲線を評価する場合、bタイプと同様に、最大載荷重の値を降伏荷重と判断するのが妥当と思われる。

### 9. 本手法の載荷試験管理への応用例

本手法を、実際の載荷試験を実施しながら適用すると、載荷試験の管理を行うことができる。(1)式は2点以上の測定値があれば決定できるため、2点以上では毎回(1)式を用いて各パラメータが求められる。図-12は、図-5に示した測定値について、荷重P、変位量S、極限荷重 $P_{max}$ 、基準変位量 $\delta_s$ 、初期バネ係数 $P_{max}/\delta_s$ 、初期残余エネルギー $P_{max} \cdot \delta_s$ 、変動値V Vの諸量をプロットしたものであり、この図から従来

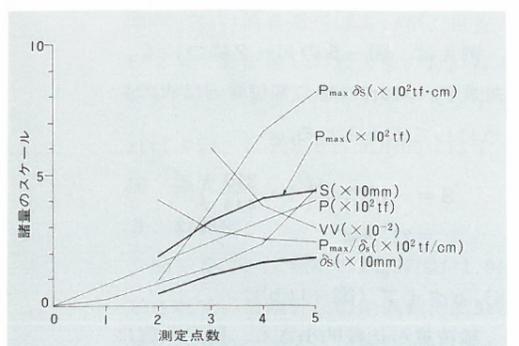


図-12 測点ごとの諸量の変化

の方法では予測が困難であった極限荷重、降伏荷重、基準変位量などを載荷試験の初期の段階から推定できることがわかる。さらに、諸量の収束状況もわかり、試験条件を総合判断して載荷試験の管理が可能になる。

### 10. 一般化した数学モデル

(1)式をさらに一般化した数学モデルが(14)式である。

$$P = P_{max} \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{S}{\delta_s}\right)^m} \right\} \quad (m > 0) \quad (14)$$

ここに、mは変位指数と定義し、 $m = 1$ のとき(1)式と一致する。(1)式、(14)式の数学モデルは、それぞれ統計学で扱う確率分布曲線の1つである指数分布曲線、Weibull分布曲線に対応する。(14)式のPを $P_{max}$ で、Sを $\delta_s$ で割って規準化し、mをパラメータとして示したものが図-13である。この図からわかるように、mの値により変化に富んだ曲線が描かれる。

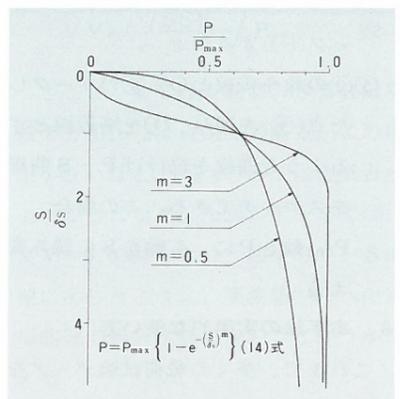


図-13 (14)式の関係

### 11. その他の類似現象への適用

(1)式の数学モデルは、標準貫入試験から得られる打撃回数-累計貫入量曲線にも適用することができる。また、構造物や盛土などの沈下量-時間曲線を定量的に表現するための数学モデルとして(15)式に示したCauchy分布曲線も、今回の方法を応用し、プログラムを若干改良すれば回帰係数を決定でき、これについても興味深い結果が得られている。

$$y = a e^{-\left(\frac{x}{b}\right)^m} \quad (m < 0) \quad (15)$$

### 12. あとがき

コンピュータのめざましい発達により、小型の計算機でもかなりの能力をもつものが出まわり、誰でも簡単に利用できるようになった。

そこで、今回、ポケットコンピュータを用いた載荷試験データ整理のプログラムを紹介したわけであるが、このプログラムに使用している命令は、

BASIC言語の一般的なものであり、BASICでプログラムを組む練習にもなろう。

ポケットコンピュータによるプログラムの他にヒューレットパッカド社のモデル97、モデル15、モデル85の機種プログラムも用意してあるので利用していただければ幸いです。

### 参考文献

- 1) 宇都・冬木・近藤・桜井; クイの載荷試験結果の一整理法、第13回土質工学会研究発表会、1978.
- 2) 塩井・宇都・冬木・近藤・桜井; 杭の荷重-変位曲線の非線形回帰結果による支持力の一評価法、第23回土質工学会シンポジウム、1978.
- 3) 窪田・宇都・冬木・桜井; ニューマチックケーソン内における平板載荷試験、平板載荷試験に関するシンポジウム、土質工学会、1979.
- 4) 塩井・光家・宇都・冬木・桜井; 杭の水平載荷試験での降伏点の評価法、杭の水平載荷試験に関するシンポジウム、1979.
- 5) 宇都・冬木・桜井; 載荷試験から得られる荷重-変位曲線の非線形回帰計算について、土木学会関東支部第7回年次研究発表会、1980.
- 6) C. Van der Veen; The Bearing Capacity of a Pile, Proc. 3rd. ICSMFE, 1953.
- 7) N. R. Drapper・H. Smith (中村慶一訳); 応用回帰分析、森北出版K. K, 1973.
- 8) 日本建築学会; 建築鋼管基礎設計施工規準 同解説、昭和48年.
- 9) 宇都・冬木・近藤・石塚; 標準貫入試験に関する基礎的研究(3)、第13回土質工学会研究発表会、1978.
- 10) 桜井・溝口・石塚・冬木・宇都; SPTの記録とその整理方法、サウンディングシンポジウム、土質工学会、1980.
- 11) 石原・小野・有永・宇都・冬木・桜井; アプローチクッション方式橋台の長期沈下予測、第24回土質工学会シンポジウム、1979.

表-2 テクニカルセッションで発表された論文

session	課 題	発表論文数
1	Prediction and performance	58
2	Tunneling in soils	17
3	Groundwater and seepage problems	32
4	Laboratory Testing	72
5	Soil / structure interaction	63
6	Environmental control (incl waste materials)	23
7	Soil exploration and sampling	42
8	Pile foundation	72
9	Saving cities and old buildings	25
10	Soil dynamics	37
11	Slope stability	54
12	Soil improvement	58

つとめたが、その経験から、このような大規模な国際会議を開催することは非常に困難なことであり、今回の大役を果たされたスウェーデンの事務局に敬意を表する次第である。スウェーデンは今世紀始めに大きな地すべりを経験し、その解決のために地質の研究が盛んに行われ、今日、地質学や基礎工学の技術者が多数育成されたのである。このように土質工学が高度に発達したスウェーデンで今大会が開催されることは意義深いことである。

今大会の議論の対象となる主なテーマは、

- (1)土質工学における予測
- (2)詳細に報告されたケースヒストリ
- (3)土質試験法の基準化
- (4)設計に用いる土質定数
- (5)土のサンプリングと現地調査

などであり、それぞれのテーマについて私の考え方をのべたが、各テーマについて今会議での成果が大いに期待されている。

また、世界各地で地域別の土質基礎工学会議が開催されたが、これは本大会といずれも密接に関係があり、これら地域大会の成果が今大会に持ち込まれている。

自分は過去4年間、国際土質基礎工学会の会長を務めてきたが、それは長いようで短い年月であり、あと一週間で終ろうとしている。皆様のお蔭で無事に本大会を開始できたことに多大の感謝の意を表したい。他日選出される新しい会長のもと、本会が更に発展することを祈りたい。開会に先立ち、私の過去の経験と考え方を述べさせて頂いたが、いささかでも皆様のお役に立てば幸いである。」

組織委員会から、本会議の運営に関する細かい連絡があった後、組織委員会の Lindblom 教授から主として会議運営の経費の捻出にたいへん苦労した話があり、最後に Stockholm Ensemble の音楽演奏で開会式を終了した。

## 2. テクニカルセッション

開会式が終ると、いよいよ、学会が始まった。テクニカルセッションには12の部会があり、それぞれに表-2に示す数の論文が提出されている。これらの部会のテーマ選定については、福岡教授の講演で説明されているが、スウェーデン独自のテーマである「Saving cities and old buildings」が一つの特



セッション会場

徴である。調査団は、第8セッションの杭に関するシンポジウムに焦点を合わせた。なお、これ以外に特別講義として Prof. A. W. Bishop の「土質試験35年」、Prof. H. B. Seed の「テトンダム崩壊」があり、一般講演としてスウェーデンの講師により、「Scandinavian engineering geology」(Prof. R. Puoch)、「Swedish geotechnical development」(Dr. J. Hartén)「The saving of the Old Town of Stockholm」(Mr. H. Bolm, Mr. H. Hul tsjö) が行われた。

## 3. 第8セッション(杭基礎)

杭基礎の独立したセッションである第8セッションには、72の論文が提出された。この72の論文を各方面から分析して、現在、世界のどのような国が杭に関して興味を持っているか、また技術的にどのような問題があるかを調べてみた。

### (1)国別分類

国 名	件数	国 名	件数	国 名	件数
ブラジル	7	タイ	2	ギリシャ	1
アメリカ	5	スペイン	2	ルクセンブルグ	1
イタリア	5	西ドイツ	2	デンマーク	1
スウェーデン	5	ポーランド	2	フィンランド	1
イギリス	4	中国	2	ノルウェー	1
オランダ	4	インド	2	ユーゴスラヴィア	1
ソ 連	4	イスラエル	2	オーストリア	1
メキシコ	3	日本	2	南ア連邦	1
フランス	3	ナイジェリア	2	マレーシア	1
カナダ	3	トルコ	1	スリランカ	1
オーストラリア	3	チェコスロバキア	1	計	※75

※論文数は72だが、2ヵ国の人が発表しているものもある。

このように全世界32の国で杭に関する研究がなされており、どちらかといえば先進国にかたよりがちである。しかし、ブラジルのように目下開発を盛んに実施している国も多いのがわかる。

### (2) 主題別分類

杭の設計	10件
水平荷重	9件
鉛直荷重	9件
ネガティブフリクション	4件
動的応答	6件
摩擦杭	9件
ボードパイル	9件
杭の施工	7件
群杭	3件
鋼杭	4件
場所打ち杭	5件
PC・RC杭	4件

このように杭の設計に関する論文、水平荷重を受けた時の杭の挙動に関する論文、鉛直荷重に関する論文が多く、昔ながらの命題である。一方、最近の世の中の動向を示すかのように、ネガティブフリクションや、摩擦杭に関する研究や、無騒音無振動工法としてのボードパイルや場所打ち杭に関する論文が多い。一方、鋼管杭についてみると論文はきわめて少なく、鋼管杭に対する認識があまりないことがうかがわれる。

4年前の東京大会の時は、杭に関する論文は31編で、その内訳は

基礎理論に関するもの	8
打ち込み杭	4
負の周面摩擦	4
横方向荷重	6
その他	9

であったが、各国が関心を示している内容には大きな変化のないことがうかがわれる。

### (3) 概 要

第4日目に開催された、session 8 pile foundation の概要を以下に示す。

#### 1) General report Prof. B. Broms (Sweden)

杭基礎の現状について、次のような説明があった。

- 北欧、オランダ、カナダでは打込みプレキャストコンクリート杭が多い。
- 全世界では場所打ち、あるいは鋼杭の埋込み杭、あるいは打込み杭が用いられる。
- 大口径の鋼管杭が海洋構造物に用いられている。(Gulf of Mexico, North sea)
- プレキャストコンクリート杭の新しい継手方式が開発され、100m程度まで可能。
- 振動及び水圧杭打ち機の開発。
- 大重量ディーゼルハンマの開発。
- 杭打ち中の振動騒音の低減方法の開発。
- 摩擦杭の沈下と支持力を予測するための静的及び動的貫入試験。
- 単杭及び群杭の設計に利用するための打込み杭と埋込み杭の水平抵抗。

今回の会議に提出された杭に関する論文を10項目に分類し、各項目ごとに研究の流れを説明し、提出された論文の紹介が行われた。

#### 2) Panelist である Prof. A. F. Van Weele (Netherlands)から、「Stress wave measurements in piles」について問題提起がなされ、フロアから討論が行われた。

#### 3) パネリストの Prof. B. Mazur Kiewicz (Poland) から、Bearing capacity of friction piles について問題提起がなされ、フロアから討論が行われた。

討論内容は以下の通り。

- 周面摩擦抵抗は杭長が長くなると低下する。
- 周面摩擦抵抗  $f$  と粘土の非排水せん断強度  $C_u$  との比  $f/C_u$  は杭の貫入深さの増加とともに減少する。
- 周面摩擦力と先端支持力の分担率について討論があった。
- プレストレストコンクリート杭に Bitumen を塗布したものではないものとの摩擦力の測定結果が報告された。

杭径	400 $\phi$ mm
pile length	60m
coated length	43m
bitumen の厚さ	1.5mm

bitumen を塗布した杭の摩擦力は塗布しないものより70%減少した。○水平荷重を受ける杭について討論された。

#### 4) Co-Chairman である Prof. G. G. Meyerhof (Canada) よりこれまでの討論のまとめが行われた。

- Over consolidation clay (過圧密粘土) に支持される摩擦杭の支持力の問題
- テーパのついた杭の周面摩擦力の問題
- 地盤の剛性と水平方向地盤反力係数の問題
- コーン貫入抵抗と直径2.0mの大口径杭の支持力との関係
- ゆるい砂では寸法効果が大きい。これは土の圧縮性その他に関係がある。
- 打込み杭では寸法効果はほとんどない。

#### 5) パネリストである Prof. A. S. Vesic (USA) から、Behaviour of pile groups について問題提起がなされフロアから討論が行われた。

Vesic から群杭に関する既往の研究結果が報告され、ついで昨年 Huston で行なわれた9本群杭の載荷試験結果が発表された。また盛土斜面の擁壁の基礎杭(水平力を受ける群杭)の挙動について報告があった。Vesic 教授は群杭に関してはまだ不明な点が多く、今後は実際の群杭についてシステムチックな載荷試験が必要であると言っている。

- 群杭の沈下量は単杭のそれに比

べて著しく多いとの討論があった。

#### 6) Co-Reporter, Prof. H. Weinhöhl (FRG) から群杭に関する討論のまとめが行われた。

- 非線形の応力-歪関係が重要である。
- 群杭の沈下量は単杭のその200%にも達することがある。
- 安全率の問題
- 経済性の問題

#### 7) Chairman, Prof. J. Trofimenkov (USSR) から session 8 の総括が行なわれた。

- 杭と土との間の相互作用の問題として捉える。
- 予測することと土の性質の変化を予測する問題
- 有効応力法による周面摩擦力の解析の問題
- 杭の打設前と打設後の土性の変化の問題
- 杭の直径が支持力に与える影響
- 群杭の挙動の問題

### (4) 第8セッション以外の杭基礎の論文

前述のように、技術部会は12のsessionがあったが、杭以外のsessionで杭に関係があったのは9sessionで、古いスウェーデンの市街のビルディングに用いられている木杭の状況とその補強方法が3編程あった。また10sessionでSoil Dynamics と杭の動的応答について触れたものや、土の振動が杭の摩擦に与える影響や杭打ちが斜面に与える影響について述べた論文、地すべり杭に関するものなどがあった。

## 4. テクニカルヴィジット

大会3日目にテクニカルヴィジットが実施された。参加者が多かったことと、展示関係が多忙だったこともあって10コース中2コースにしか参加できなかった。1つは、重量3tの油圧ハンマで、コンクリート杭口235×13mmを打設している現場と、アンダーピニングの現場調査で、他の1つはプレキャストコンクリート杭の製造工場見学であった。

## 5. 展示

### (1) GEOEX 81 展示会

GEOEX 81 展示会は、第10回国際土質基礎工学会議の一連の行事とし

て、ストックホルム国際見本市会場 (Stockholm International Fairs) において、本会議の第1日目から第4日目までの4日間にわたって開催された。

この展示会には、GEOEX 81のガイドブック (GEOEX 81 EXHIBITION GUIDE) に示されているように、世界各国から138社が参加した。このうち、Borros ABとBalken Piling Systemの2社は屋外展示場に建設機械を展示しており、Balken Piling Systemは、アトラクションとしてコンクリート杭の打込み作業の実演を行っていた。

日本からの参加は、鋼管杭協会、鹿島建設(株)、(株)応用地質調査事務所、(株)測機舎、東都電機工業(株)、ケミカルグラウト(株)の6社であった。

第1日目の午前9時にカール16世グスタフ国王が展示場に入場され、正式に開会となった。その後国王は、場内を一周された。

## (2) 鋼管杭協会の展示

展示場には、会議に参加するために全世界から参集した土質及び基礎に関する研究者、専門技術者約2000名が、会議のあい間をぬって来場した。

これら会議の参加者に鋼管杭に関する展示を行うことは、時間と経費のかかり具合が少ない割には、PR効果が大きいことから、この機会を最大限に活用し、鋼管杭のPRとともに情報活動を行うため、鋼管杭協会としては初めての海外での展示会に参加することになったのである。

当協会のブースの広さは、間口6m、奥行4mの面積24m<sup>2</sup>、展示会参加料金は2,000クローネ(90,000円)、ブースの場所代は11,760クローネ(530,000円)であった。

ブースでの展示内容として、表に示すパネル類6枚、配布資料970部及び、おみやげのウチワ2,000枚を



鋼管杭協会展示

## 展示パネル

- 1) 文字パネル (2枚)
  - ① 鋼管杭協会の説明パネル
  - ② 鋼管杭の日本における使用実績と特色
- 2) 写真パネル (6枚)
  - ① 鋼管矢板式基礎
  - ② 鋼管矢板護岸
  - ③ シーバース
  - ④ タンク基礎鋼管杭
  - ⑤ SL杭
  - ⑥ 防音カバー

準備し、事前に現地駐在商社宛に送付しておいた。

ブース名称用として、「Japanese Association for Steel Pipe Piles」の切文字を2通り持参し、また『鋼管杭協会』は、パネルにして事前に現地へ送付しておいた。ブース内の備品のうち、下記のは現地リース会社より借用した。

- ① カーペット (緑色)
- ② コーヒーテーブル 2台
- ③ 椅子 10脚
- ④ 受付机用テーブルクロス (緑色)
- ⑤ 植木鉢 4鉢
- ⑥ 専用電話 1台
- ⑦ ブース内照明 6灯

受付机は、現地会社に製作および据付けを依頼し、配布資料展示用の本棚2個は、現地駐在商社から借用した。展示物の準備およびブースの飾付けは、開催前々日および前日の2日間で、全員で行った。

受付嬢として、在ストックホルムのSASの元スチュワーデス直井京子さんに依頼し、和服姿でのサービスをお願いした。また、ブッセ氏は団の通訳であるが、手のあいている時は、ブースの受付を手伝っていた。

なお、当ブースにおいて、(株)間組藤田専務取締役を団長とする本四架橋関係調査団が、本四架橋関連の技術資料配布ならびに工事記録のビデオテープ上映を行った。

## (3) ブースでの情報交流

当ブースを訪問した来客数は、およそ300名であり、来客の鋼管杭に



外人来客への対応

## 配布資料一覧

① STEEL PIPE PILE	100部
同 DESIGN	100部
同 CONSTRUCTION	100部
同 CORROSION	100部
同 SL PILE	20部
同 SHEETPILE FOUNDATION	100部
② THE CORROSION AND PROTECTION OF STEEL PIPE PILES IN NATURAL SEAWATER	50部
③ STEEL PIPE PILES IN JAPAN	50部
④ PORT STRUCTURES IN USE OF STEEL PIPE PILE	50部
⑤ STEEL PIPE PILE (カタログ)	300部

関する質問は、鋼管杭の先端閉塞効果および腐食と防食方法に集中した。鋼管杭の先端閉塞効果については、カタログによる説明でほぼ対応できたが、先方を説得するまでには至らなかったようである。また、腐食と防食方法については、技術資料で対応できたが、結論としてSO<sub>3</sub>が多く含まれているエジプトなど中近東地域での鋼管杭の防食対策については、説明が不十分なまま終了した。

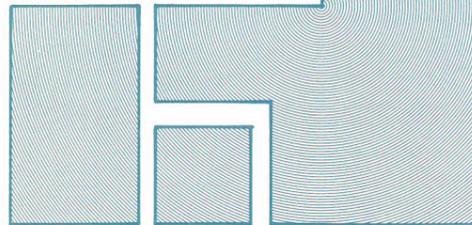
鋼管杭の引合いも数件あり、さらに鋼管杭の購入方法、価格、防食のための塗装費、打込み施工費などの具体的な質問があった。鋼管杭φ500×t9を棧橋用を使用する場合の材料費、台船による杭打込み施工費及び塗装費についての質問には、下記のように答えた。

- (i) 材料費 日本国内価格
  - (ii) 打込み費用 4,000円/m
  - (iii) 塗装費 材料費の30%
- カタログ、技術資料を受取り、さらに今後とも鋼管杭に関する技術情報を入手したいという客も多数あり、今後資料を送付させていただくと回答した。このほか、中近東における施工実績が知りたいとの話もあった。また、2~3の宿題があったが、帰国後すみやかに回答した。カタログ、技術資料およびウチワは、会期中にそのほとんどを配布し終えた。

以上、第10回国際土質基礎工学会の概要を報告したが、この大会では展示の場を通して、世界に鋼管杭の市場が数多くあることを確認できたことで大いに意義あるものであった。

最後の閉会式に出席できなかったことは残念であったが、調査団一行は、これから訪問する国々で大いに鋼管杭をPRしようという情熱をもって白夜の国をあとにした。

# 西から 東から

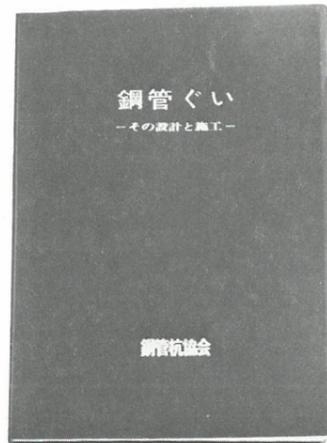


## ●「鋼管杭——その設計と施工」改訂版刊行さる

当協会では鋼管杭に関する技術上の諸要請に応え、また実務上の便に供するため、鋼管杭の品質、性能、利用法、設計法、施工法などについて幅広い技術資料をまとめた「鋼管杭——その設計と施工」を昭和49年に刊行した。

本書は以後各分野で座右の書として高い評価を得、昭和52年には第一回目の改訂を行ない、一部内容を新たにした。しかし、今日に至るまで各種技術基準の変更や新しい調査、研究成果の発表にともない、内容の見直しや追補の必要が出てきた。

これに対応し当協会市場開拓委員会・需要開拓部会技術サービス分科会で見直し作業をつづけ、このほど刊行さ



れた。

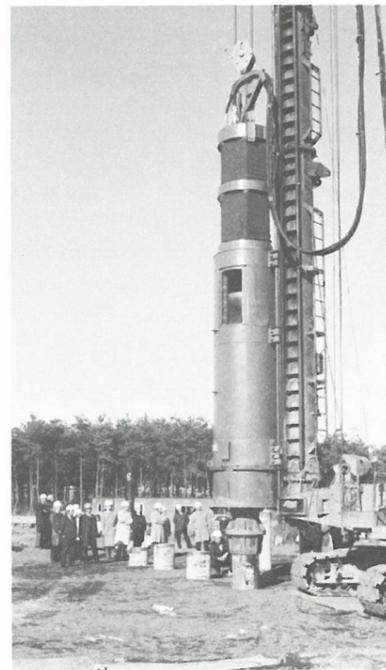
主な変更点は、第4編の設計、第5編の施工等については「道路橋示方書 (Ⅳ下部構造編、Ⅴ耐震設計編)の指針よりの統合、「港湾構造物設計基準」から「港湾の施設の技術上の基準・同解説」への変更にもなう新しい基準との整合性をはかった上、基本的な内容の変更がない部分にも、読者の理解に役立つよう新しい解説や資料の紹介を付け加えて内容の充実をはかっている。第6編腐食及び防食については建設省土木研究所の調査結果に基づいて全面的に改訂している。

さらに、巻末資料の鋼管杭に関する参考文献概集については、当協会編「杭に関する文献抄録集」、学術発表講演集、発刊書籍等から鋼管杭に関する参考文献を網羅し充実させている。

使いやすくなった本書のいっそうの活用をお願いしたい。

## ●「新しい公害対策工法による既製の打込特性と支持力に関する研究」すすむ

既製杭の打込みには施工能率が高く、打撃力が強大であるところから、ディーゼルハンマが使用されることが多い。



ところが施工時の騒音や振動が大きく、また油の飛散や排煙をとまなうため、その使用が制限されつつある。

一方、落すい式(油圧式)杭打ち機は低騒音で、かつ油煙の飛散防止効果があることから普及してきている。しかしこの工法は施工性や支持力特性についてはまだ明確にされておらず、この問題解決が設計・施工上急務になってきた。

また、公害対策工法のひとつとして支持層への根入れが浅い杭の支持力機構の解明も必要になってきている。

そこで当協会施工分科会では

- 1) 落すい式(油圧式)ハンマの施工性、支持力性能を把握し、新しい動的支持力算定の基礎資料を得る
  - 2) 杭の根入れ長を短くした場合の支持力機構を解明する
- 目的で、現在建設省土木研究所内実験場において鋭意実験をつづけている。

## ●「基礎杭溶接管理技術者講習会」に講師を派遣

全国基礎工業協同組合連合会・基礎杭溶接管理技術委員会主催の「基礎杭溶接管理技術講習会」がこの3月6日、7日(東京)、3月13日、14日(大阪)に開催され、当協会では講師を派遣した。

この講習会は、基礎杭打設時における溶接および関連作業の監督指導、現場管理、施工記録書の作成等に必要溶接管理技術者資格を取得するため、(社)日本溶接協会の指定となっている。

## ●「建築積算講習会」に講師を派遣

(社)日本建築積算協会では、建築技術者への積算知識の普及をはかるために「建築積算講習会」を昭和56年12月~昭和57年2月の各木曜日に開催した。

この講習会の鋼管杭部門の講習に当協会では講師を派遣、鋼管杭の概要、製造法、流通機構、価格その他について講演した。

# 三題咄し

さて、ここでチョットひといき。夜に日に仕事に没頭されるアナタ。アナタもオトコ、チョット息を抜いてオトコのコーナーにお立寄りを。

## のむ

肝臓にも週休2日制を！



人間の臓器の中で一番丈夫なのが肝臓だそう。相当強い障害をうけても肝細胞の再生力で短時間のうちに回復する。

こんなに丈夫な肝臓だからアルコールを相当量つづけて飲んだとしてもめったなことでは肝障害は起こらない。

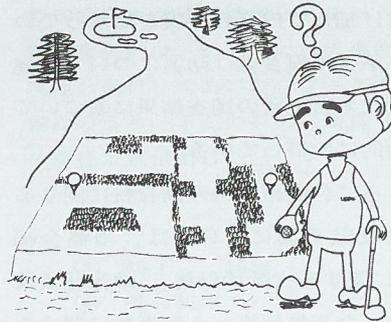
たとえば、日本酒5合から一升ほどを5年間つづけて飲んでも3割はまったく肝臓に変化はない。もちろん半数以上には異常が生まれているのだが。そして通説として一度に大量の酒を飲むよりも、わずかでも毎日飲む方が肝臓には悪いといわれる。1週間に2日くらいの休みさえ設ければ、3～4合の酒はまったく肝臓には影響ないようだ。

さて、それでは人間のからだにはどのくらいのアルコール処理能力があるのだろうか。個人差はあるが、1時間に7g。これを日本酒に換算すると0.3合、すなわち、1時間に0.3合のピッチで飲みつづけていれば、いつまで経っても酔いはまわらないということになる。もともと、こんなことをやっていたら、飲み屋からも飲み仲間からもイヤがられることはうけあいたが……。

また、この処理能力の数字から単純に計算すると、たとえば、前夜の9時から10時の間の1時間に3合の酒を飲んだとすると、アルコールがからだから完全に抜け切るのが朝の6時半。これを考えると、カレンダーの日付が変わってもまだハシゴをしている御仁、もう少しご自分の肝臓を、からだをいたわった方がよろしいのでは……。これだけ言っても世の小原庄助さんたちには何となく念仏かもしれないが、とにかく「肝臓にも週休2日制を！」

## うつ

“今日は放心がヒドイ……”



今回はゴルフのお話。

ゴルフ人口は1,000万とも、1,500万ともいわれ、まさに横丁のオヤジさんもゴルフをやる時代。

さて、野球用語が戦時中に「横文字まかりならん」ということで、ストライクが「よし！」ボールが「ダメ！」などと変えられてしまったのはよく知られている。でも、ゴルフ用語も右えならえさせられたのはよほどのキャリアを持っていないと知る人は少ない。

次の言葉が今の用語の何に当るかおわかりかな——

- ①草杖
- ②台打
- ③侍童
- ④水難
- ⑤転入
- ⑥近打
- ⑦照幅
- ⑧爆打
- ⑨放心
- ⑩盲目賞

このうち8つ以上わかる人は、よほどのキャリアの持ち主か、トンチのきく人。5つ程度は平均的日本人。3つ以下は漢字の勉強をもう一度するか、よほど〇〇〇の回転のニブイ人。まったくわからない人は、そろそろゴルフやめたらいいが……。

さて正解は

- ①クラブ、②ティーショット、③キャディー、④ウォーターハザード、⑤パッティング、⑥アプローチショット、⑦アドレス、⑧エクスプロージョン、⑨ヘッドアップ、⑩プービー賞

## かう

“買物いろいろ”

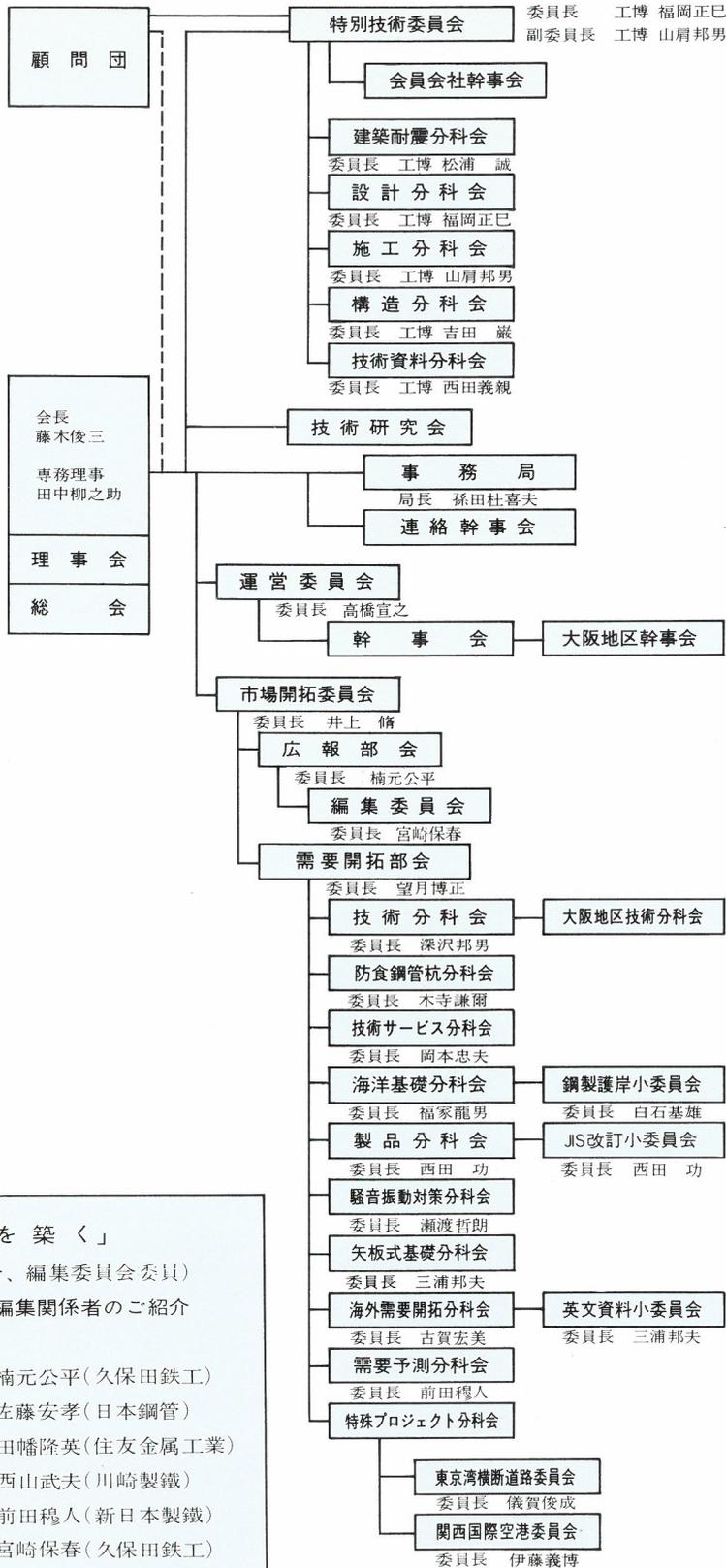


昔は（今日でもそうかもしれないが）、未開の地では売買婚というのがあった。男が金を出して嫁を親から買う風習である。結婚を買物呼ばわりしてはおこられそうだが、人生の伴侶を選ぶ行為は、一面でまことに買物に似ている。

ケース1。衝動買い。世の中の最大公約数の男は、20歳から30歳の間で結婚する。購買意欲最も盛んな時期であるからして、検討もそこそこにパッと飛びついて買ってしまい、あとで、「しまったとんだ買物をした」と悔んでもあとの祭というやつで、多かれ少なかれ、誰にも覚えがあろう。ケース2。物色買い。あれこれ物色しすぎてなかなか心が定まらないうちに、次々と他の客に買われてしまい、気づいたときには、カスしか残っていない、気づいたときには、買物にも見切り時があるということを得ぬ客の悲劇である。店員にいちばん嫌われるのもこんな客。先物買い、不見転買い、というのは商品ができ上らぬ前に契約する、あるいは現物も見ずにカタログだけで買うやり方で、現代ではもはやはやらない。大きな声ではいえないが、故買というのもある。人の持ち物と知っていながら手を出すやつ。近頃はいつ被害者になるとも思えないから要注意。etc、etcで、いろいろな買い方があるが、ひとつ読者の場合は何に当てはまるか定義づけてみるのも一興ではありませぬか？

ただし、買物と決定的に違う点の一つ。きょうびは商品の方が買手以上にシビアに相手を選ぶということである。（以上、読者の中に商品が含まれていないことを祈りつつ）。

# 鋼管杭協会組織図 (昭和57年3月1日現在)



## 会員会社鋼管くい製造工場所在地および設備 ( )内は設備

株式会社吾孀製鋼所 千葉製造所：千葉市原市姉ヶ崎海岸7-1 〔スパイラル〕
川崎製鐵株式会社 知多工場：愛知県半田市川崎町1-1 〔スパイラル, 電縫管〕 千葉製鉄所：千葉市川崎町1番地 〔U.O.〕
川鉄鋼管株式会社 千葉市新浜町1番地 〔スパイラル, 板巻〕
久保田鉄工株式会社 大浜工場：大阪府堺市築港南町10 〔スパイラル〕 市川工場：千葉市川市高谷新町4 〔スパイラル〕
株式会社酒井鉄工所 大阪市西成区津守町西6-21 〔板巻〕
新日本製鐵株式会社 君津製鉄所：千葉県君津市君津1 〔スパイラル, U.O.〕 光製鉄所：山口県光市大字島田3434 〔電縫管〕 八幡製鉄所：北九州市八幡区枝光町1-1-1 〔スパイラル〕
住友金属工業株式会社 和歌山製鉄所：和歌山市湊1850 〔電縫管, U.O.〕 鹿島製鉄所：茨城県鹿島郡鹿島町大字光750 〔U.O.〕
住金大径鋼管株式会社 本社工場：大阪府堺市出島西町2 〔板巻, スパイラル〕 鹿島工場：茨城県鹿島郡神栖町大字東深芝14 〔スパイラル〕
東亜外業株式会社 神戸工場：神戸市兵庫区遠矢浜町6-1 〔板巻〕 東播工場：兵庫県加古郡播磨町新島14 〔板巻〕
西村工機株式会社 兵庫県尼崎市西長州東通1-9 〔板巻〕
日本鋼管株式会社 京浜製鉄所：横浜市鶴見区末広町2-1 〔電縫管, U.O., 板巻〕 福山製鉄所：広島県福山市鋼管町1 〔U.O., スパイラル〕

「明日を築く」  
(広報部会、編集委員会委員)  
編集関係者のご紹介

広報部会  
委員長 楠元公平(久保田鉄工)  
委員 佐藤安孝(日本鋼管)  
" 田幡隆英(住友金属工業)  
" 西山武夫(川崎製鐵)  
" 前田稔人(新日本製鐵)  
" 宮崎保春(久保田鉄工)

編集委員会  
委員長 宮崎保春(久保田鉄工)  
委員 白庭瑞夫(久保田鉄工)  
" 川上圭二(新日本製鐵)  
" 戸田康雄(住友金属工業)  
" 中俣 強(日本鋼管)  
" 菱田忠宏(川崎製鐵)  
" 平林士彦(新日本製鐵)  
" 長谷川勝則(日本鋼管)

### 鋼管杭協会会員一覧 (50音順)

株式会社吾孀製鋼所	住金大径鋼管株式会社
川崎製鐵株式会社	住友金属工業株式会社
川鉄鋼管株式会社	東亜外業株式会社
久保田鉄工株式会社	西村工機株式会社
株式会社酒井鉄工所	日本鋼管株式会社
新日本製鐵株式会社	

明日を築く No.40  
発行日 昭和57年3月31日発行  
発行所 鋼管杭協会  
東京都中央区日本橋茅場町  
3-2-10(鉄鋼会館) 〒103  
TEL 03 (669) 2437  
制作 株式会社 ニューマーケット  
東京都新宿区三栄町20-3  
〒160 (新光オフィスーム)  
TEL 03 (357) 5888  
(無断転載禁)



**鋼管杭協会**