

# 明日を築く53

REPORTAGE

東北を拓く

東北横断自動車道酒田線

鋼管杭セミナー

関西国際空港連絡橋の  
基礎構造と  
杭の支持力試験

鋼管杭レポート

国際土質基礎工学会  
第8回アジア地域会議



鋼管杭協会機関誌

閑さや岩にしみ入蟬の声



## もくじ

- ルポルタージュ53……………1  
東北を拓く／東北横断自動車道酒田線
- 鋼管杭ゼミナール……………6  
関西国際空港連絡橋の基礎構造と杭の支持力試験
- 鋼管杭レポート……………11  
国際土質基礎工学会第8回アジア地域会議
- 西から東から……………14
- 文献抄録……………15  
組織図・会員紹介

## 表紙のことば

7,000kmに及び日本全国を網目のように道路網を張りめぐらそうという計画に基づいていま、各地で高速道路の建設が行われている。ここ山形市でも、東北地方の太平洋岸と日本海岸を結ぶ「東北横断自動車道酒田線」の建設が急ピッチですすめられている。

現場に並らぶJASPP型防音カバーがその建設を支える大黒柱のようにそそり立つ。住民の生活に大きな便宜を与えるこの道路の完成に防音カバーが大きな威力を発揮している。

## 編集MEMO

株価と円相場の変動に明け暮れた1987年も終り、何かと不透明な様相につつまれた1988年が幕をあけました。皆さまにとって、今年がよい年でありますようにお祈りいたします。

さて、今号では、ルポルタージュで東北横断自動車道酒田線を、また鋼管杭ゼミナールでは、計画が具体的にすすみはじめた関西国際空港連絡橋の載荷試験の模様をお伝えしています。

本誌に対するきたんないご意見をお待ちしています。

REPORTAGE — 53  
ルポルタージュ

## 東北を拓く／

# 東北横断自動車道酒田線

日本道路公団仙台建設局山形工事事務所

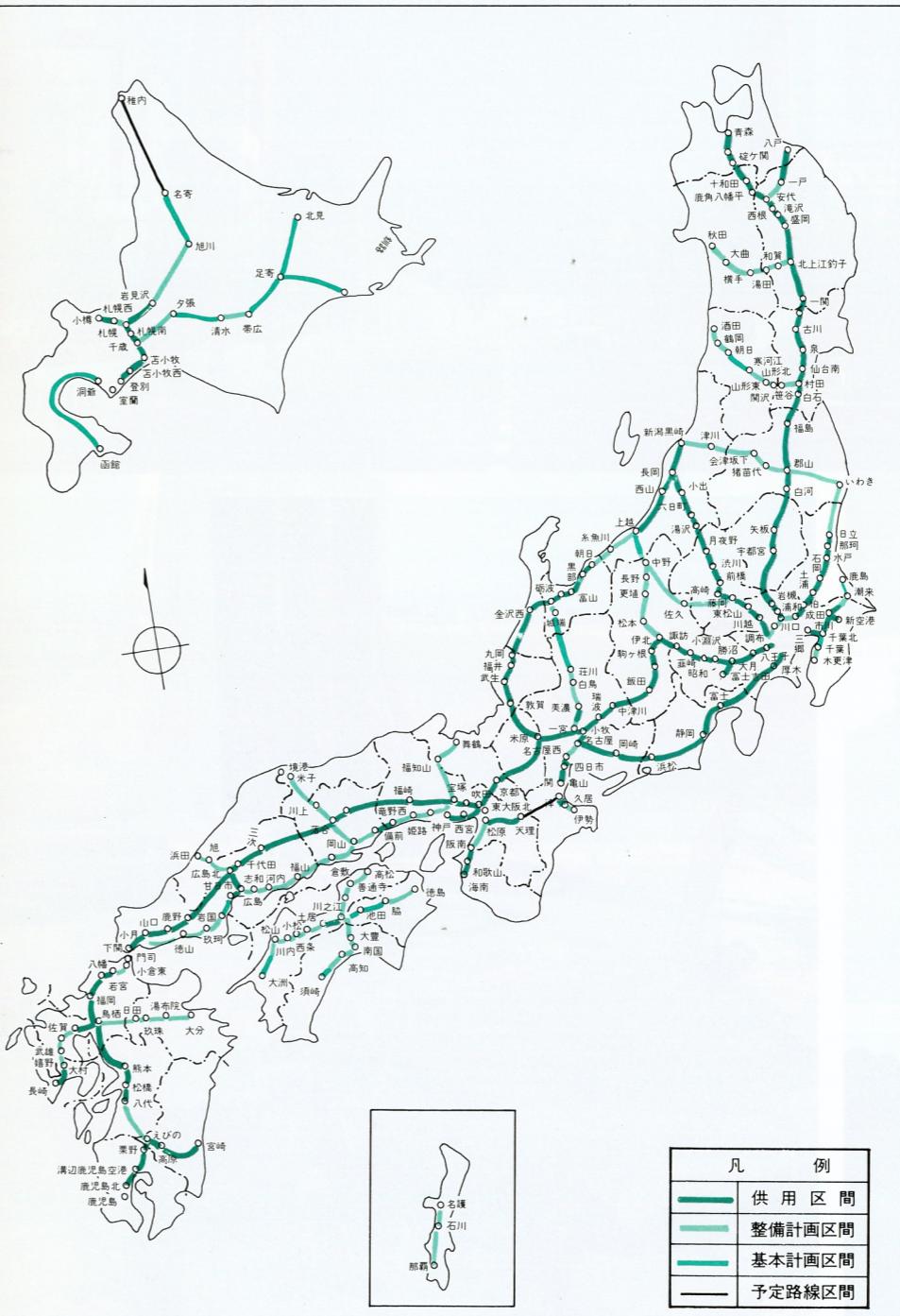


図-1 國土開発幹線自動車道図

ひとつの国の文化水準をはかる目安として、よく道路網の整備があげられる。それだけ、道路網がその沿線地域にさまざまな効果を与え、文化あるいは日常生活に大きな影響を及ぼすということだろう。

道路網の中でも高速道路の果たす役割は、東名高速を例にとるまでもなく大きく、時間の短縮、交通混雑の解消、生活圏の拡大、産業の振興等々、さまざまなフィールドで、その実をあげてきている。

これまで、高速道路のほとんどが、日本を縦断する形で建設されてきたが、これも完成に近づき、いま、あちこちで太平洋岸と日本海岸を結ぶ、いわゆる横断道の建設が急ピッチで進められている。

今回は、そのひとつである「東北横断自動車道酒田線」にスポットを当てた。

## 東北地方を真一文字に貫く

わが国の高速道路の草分けとしての名神高速が完成してから、すでに20余年が過ぎ、現在では、北は青森から、南は熊本に至る一大列島縦断高速道路網が完成している。延長は、2,000kmにも及ぼうとしている。

そして、いま、この縦断道を樹幹にたとえれば、主要な枝となる横断道があちこちで計画され、東北地方だけでも3本の横断道が計画されている。そ

のひとつが「東北横断自動車道酒田線」である。

現在完成を見、あるいは建設が進められている高速道路は、昭和41年に公布された「国土開発幹線自動車道建設法」に基づくものであり、酒田線も総延長7,600kmに及ぶ高速自動車道路網

の一部として建設されている。

酒田線の起点は、東北縦貫自動車道の宮城県仙台市。そして仙台市村田町において、ジャンクション構造により

東北縦貫自動車道から分岐し、笹谷地区を経て、すでに一部供用している一般有料道路「笹谷トンネル」と合流し

て、東北地方の屋根ともいべき奥羽山脈をトンネルや橋梁等で峠越えして山形県に入る。

山形県側は、山形市関沢から積雪寒冷地域の急峻な山岳地帯を一気に下り、山形市街の軟弱地盤層である田園地帯を経て、寒河江市へと至る。寒河江市

から出羽三山を越き、日本海の砂丘を通過する冬の地吹雪と庄内米で有名な朝日村から、終点の酒田市に至る。総延長約160kmの高速道となる。

## 奥の細道を行く

さて、この酒田線が全線開通すれば、仙台—酒田間を2時間足らずで結ぶことになる。しかしこの酒田線と似たようなルートを1か月近くかけて踏破した男がいたという。もちろん整備された道路などなかった時代に……。なんとも、醉狂な男……。松尾芭蕉で

ある。

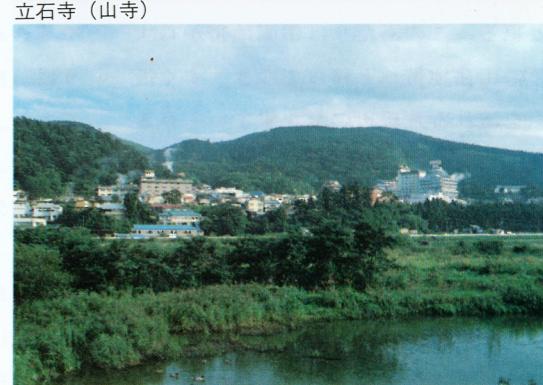
「奥の細道」によると、芭蕉は300年前に、仙台から海岸沿いに松島、石巻へ出、平泉へと北上し、ここから再び南下して岩出山から鳴子、難所の山刀伐峠を越えて尾花沢、立石寺、そして新庄、鶴岡、酒田へと至っている。こ



昏なお暗い山伐峠



山刀伐峠入口



湯けむり上がる鳴子温泉

表一 通過市町村と連絡施設の区間延長

担当工事事務所	東北縦貫道	仙台工事事務所 23.7km	一般有料道路 笹谷トンネル 4.0km	山形工事事務所 25.2km	山形工事事務所 32.1km								
県名	宮城県	宮城県 23.7km	宮城県 山形県	山形県 25.2km	山形県 32.1km								
市町村名	仙台 南 I.C.	村田 町 1.0km	川崎 町 3.6km	村田 町 16.1km	川崎 町 2.5km	山形 市 1.5km	山形 市 20.4km	中山 町 4.1km	塞河江 市 0.7km	朝日 村	鶴引 町	鶴岡 市	酒田 市
連絡等施設	インター チェンジ	仙台 I.C.	村田 JCT	川崎 I.C.	笹谷 I.C.	関沢 I.C.	山形東 I.C.	山形北 I.C.	塞河江 I.C.	朝日 I.C.		鶴岡 I.C.	酒田 I.C.
連結道路名	東北 縦 貫 道	一般 国道 286 号	般 国道 286 号	般 国道 286 号	般 国道 286 号	般 国道 13 号	般 国道 212 号						

れを耳にした醉狂な取材班、徒歩ではめんどう（時間と体力がないのだが）と、酒田線のルートに近い岩出山あたりから、彼の足跡をたどってみることにした。

「奥の細道」の一節に「岩手の里に泊る」とある岩出山。平地にその一角だけお碗を伏せたように丘陵をなし、豊かな緑に囲まれた岩出山は、伊達政宗が仙台に移るまでの天正19年から慶長8年までの12年間を過ごしている。現在では城郭を思わせるものは何もなく、それと思われる石垣だけが残っている。ところが、昨今の政宗ブームのせいだろう、岩出山に近づくあたりから、「政宗…」、「政宗……」のノボリ、チョウチン、たれ幕の波また波。芭蕉が見た眼を丸くしたに違いない。

この岩出山から十文字、小黒ヶ崎、赤湯と、陸羽東線と並行して西へ西へと駆る。このあたりは田園地帯から次第に山岳地帯へと移ってゆき、すぐ近くを流れる荒雄川のたたずまいを見ると、芭蕉の歩いた當時と、そう変わっていないのではないかと思われる。

鳴子温泉の入口ともいべき鳴子大橋のたもとに着く。町でつくったのだろう、真新しい「芭蕉奥の細道」という、とてもなく大きな道標が建って

いる。どれも同じ表情をしたコケシの顔にも飽きて、15分ほど街をはずれると、芭蕉が

「蚤虱馬の尿する枕もと」  
と詠んだ尿前に着く。

南部の曲屋が代表するように、牛馬が人間とひとつ屋根の下に寝起きするのは、ごく限られた地方だけである。ひょっとすると、芭蕉が馬と同居するこのようなつくりの家に泊ったのははじめてだったのではないか。そのときの芭蕉の驚きが目に見えるような句である。

### 閑さや岩にしみ入る 蟬のこえ

尿前からは、一気に山をのぼる。赤倉温泉、万騎ノ原、そして奥羽山脈の中心部ともいえる山刀伐峠へとさしかかる。この山刀伐峠は、「けふこそ必あやうきめにあふべき」と書いているよう、芭蕉が最も難所と考えていた所である。「木の下闇茂りあひて、夜行がごとし。雲端につちふる心地して、篠の中踏分踏分水をわたり、岩につまづいて」という表現が、それほど誇張とも思われないほど寂しい山中である。

現在では、トンネルがつくられ、一気に峠を抜ける短路が建設されているが、

車を降りて、旧道と思われる道を上がっていくと、そこはもう文字通りの「奥の細道」。江戸時代が眼の前にあった。

山刀伐峠を越え、一気に尾花沢へ。7月初旬には「紅花」で埋まる町である。

ここからは、広い国道13号線に入る。霧氣という朝露の出ることで有名な町を過ぎるこのあたりは田園地帯。リンゴの木や初夏にはサクランボをたわわに実らせる太い桜の木が目立つ。いつの間にか天童に入る。国道から幹道を左に折れると、将棋の駒で知られる天童温泉だが、車はまっすぐ南へ、山形市を目指す。

「山形領に立石寺と云山寺あり。……麓の坊に宿かり置て、山上の堂にのぼる。岩に巖を重て山とし、松栢年老、土石老て苔滑に、岩上の院々扇を閉て、物の音きこえず、岸をめぐり岩を這て、仏閣を押し、佳景寂莫として心すみ行のみおぼゆ——閑さや岩にしみ入蟬の声」

山寺ともいわれる立石寺である。山門を入ると根本中堂。その横には芭蕉の座像がかしこまる。実物大の像でなかなかの男前。そばに名物のコンニャクおでんを売る茶店が店を開きしている。その上に冷たい清水がわいている。そ

のあたりから道はいよいよ急になり、見上げる堂にたどり着くと、すぐまた上に堂が現れる。行けども行けども果てしない道のりである。千数百段という石段の数をはじめから聞いておけばよかったと、後悔してもあの祭。足は棒、いや鉄パイプ……。

こうして、車を駆って芭蕉の歩いた道のりをたずねてみたわけだが、横断道のありがたさを痛切に味わう結果となった。

### 摩擦杭として 鋼管杭を採用

さて、工事の進む酒田線のうち、このほど杭打ちが行われたのが、山形北インターの建設を中心とした、青野橋、国道13号橋、流通1号橋など5橋。昨年4月に杭打ちが開始され、7月末に無事完了している。

杭基礎の選定に当たっては、酒田線が通過する山形盆地は、扇状堆積物および湖沼堆積物が地表面下200~400mと厚く堆積し、構造物を支持するため

の明確な支持層は相当深い所まで存在していない。したがって、この構造物基礎は、鋼管杭を摩擦杭として使用せざるを得ない結果となった。

摩擦杭は、支持層の薄い所や支持層が極端に深い場所で採用されるケースが多く、経済的にも将来有望な基礎形式である。しかし、摩擦杭は、地盤沈下が生じるような地盤では、長期における支持力の低下、地盤と杭の相対沈下の定量的な把握およびネガティブフレクションによる杭の安定性など、不明な点も残されている。

そこで、これらを解明するため、一連の載荷試験を実施し、満足ゆく結果を得ている。

### 4基のJASPP型防音 カバー杭打ち機が活躍

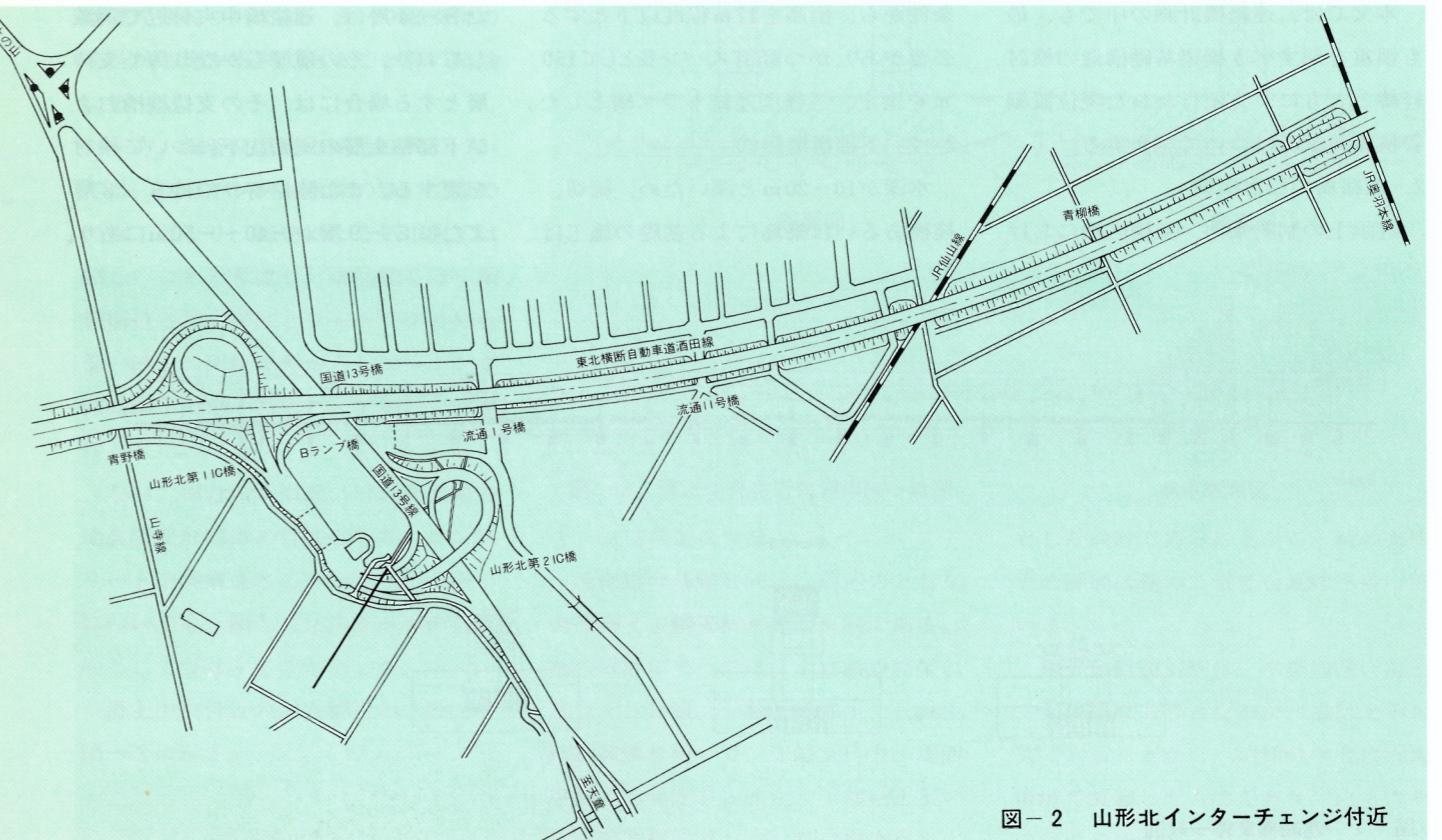
さて、この摩擦杭の採用とともに、酒田線での工事の特色は、JASPP型防音カバー杭打ち機の活躍である。

ちょうど国道13号線をはさんで、その北側には流通団地があり、杭打ちに当たっての騒音防止対策としてJASPP

型防音カバー杭打ち機が導入されたことになった。騒音・振動に関しては、試験杭打設時の調査結果から、打込み工法でも環境保全規制値を確保できることが確認されたが、念を入れての採用となったもの。現地では計測器が設置され、騒音・振動の測定を行っている。国道13号線をひっきりなしに走る車の騒音のせいか、防音カバー杭打ち機からの音はなるほどほとんど気にならない。ピーク時には4機の防音カバー杭打ち機が入り、効率のよい杭打ちを行った。

ここに使用された鋼管杭は、Φ600×9~16t×l(25~31m) 1,100セットとなっている。

東北縦貫自動車道を背骨として、太平洋岸と日本海岸を結ぶろっ骨ともいいうべき東北横断自動車道酒田線。表日本、裏日本と呼んだのはもうひと昔も前のこと。表も裏もない文字通り一体となった東北地方の実現に一役を買つ酒田線の1日も早い完成を祈りつつ現場をあとにした取材班である。



# 鋼管杭ゼミナー

## 関西国際空港連絡橋の基礎構造と杭の支持力試験

関西国際空港(株) 辻 秀紀

### 1. はじめに

関西国際空港は泉州沖約5kmの海上に設置されるため、空港と陸域間は、高速道路および都市高速鉄道の交通アクセス施設として海上連絡橋で連絡する計画である。

連絡橋の計画に当っては、比較的水深のある海上であることから、海水の流れ、波浪等の海象条件、耐風・耐震性、連絡橋下の船舶交通の対応、軟弱な海底地盤に適合する基礎の選定等、設計に当って解決すべき技術的課題が多く、また海上での施工といった建設条件も甚だ厳しいものがある。

本文では、連絡橋計画の中でも、最も慎重を期すべき橋梁基礎構造の検討経緯とともに、先頃行われた現位置鋼管杭載荷試験について紹介する。

### 2. 連絡橋の設計概要

計画上の制約条件、架橋区域における

自然条件および道路、鉄道の線形条件、施工計画等を加味した結果、連絡橋の計画は次の通りとしている。(図-1 参照)

水深は陸岸部で7~8m、空港島取付部で17m程度である。

2-2. 上部構造形式  
上空の高さ制限(構造物高さは海面上49m以下)、船舶通航路による桁下クリアランス確保(海面上25m)のため、上路部を道路、トラス内に鉄道を配した併用トラス橋としている。

なお、空港島および前島側では、各々の取付条件から、道路・鉄道単独の鋼製箱桁橋としている。

トラス部のスパン長は、空間的制約条件から、桁高を17m程度以下とする必要があり、かつ経済スパン長として150mを選定、三径間連続トラス橋とした。

### 2-2. 下部構造形式

水深が10~20mと深いため、締切、棧橋あるいは築島による基礎の施工は

地質概要、基礎構造の検討経緯については次の通りである。

(1) 地形および地質  
架橋地域の海底地盤調査は昭和56年度に3本、60、61年度に43本のボーリングを実施している。(図-2 参照)

水深は陸岸部で7~8m、空港島取付部で17m程度である。

海底面には極めて軟弱な沖積粘土層(N値0~2)が堆積し、その厚さも徐々に沖合に向かって厚く、空港島側では15mに達する。その下部ではN値10前後の洪積粘土層を主とし、薄い砂層を介在した互層となっており、橋梁支持地盤として、明確な支持層は極めて深く、S-8層またはS-9層(C.D.L.-80m~-120m)となる。

当初、杭の支持層として想定していたS-4層は、連絡橋中央付近で消滅しており、その層厚もかなり薄く支持層とする場合には、その支持機構および下部粘土層の圧密沈下について検討を要する。また陸岸寄りではS-8層またはS-9層が-40~-50mにあり、

工程が長期化し、経済性でも劣るため船舶による施工を基本条件とし、フローティングケーン、鋼管矢板基礎、多柱式基礎、鋼製水中基礎工法による鋼管杭基礎等について比較検討した結果、鋼管杭基礎が最も適していると判断された。

地質概要、基礎構造の検討経緯については次の通りである。

### (1) 地形および地質

架橋地域の海底地盤調査は昭和56年度に3本、60、61年度に43本のボーリ

支持層として期待出来ること等である。

### (2) 基礎構造および杭の支持方式

概略設計および地盤状況を再度検討の結果、

①杭の1本当りの必要極限支持力は、杭の打設可能長および支持力期待値の検討結果に基づき径1500mmで1500tを目安とする。

②薄層支持杭の支持力については、その先端支持力度を十分検証する必要があること、薄層支持が期待出来ないときは、摩擦杭による設計を取り入れることにより合理的設計を指向する。

③S-4層下部の粘土層は圧密降伏応力と有効土被り圧との差が各層とも1.4~2.1kg/cm<sup>2</sup>あり、また想定される杭長のうち50%以上はこの過圧密層への根入れとなること、さらに各橋脚位置でボーリングを行い、土質定数をかなり精度よく推定出来ること、また、現位置載荷試験により、十分信頼性の高い支持力の評価が出来た場合を前提として、摩擦杭に対しても支持杭と同じ安全率(當時3地震時2)の適用が可能と考えることとした。

④陸岸側については、S-9層支持の支持杭基礎が有利であること等の結論に至った。

一方、鋼管杭基礎の構造形式については、フーチングが水深の深い位置での施工となり、締切による気中施工は難しいことを考慮し、脚柱構造は、鋼箱構造とし、脚柱とフーチングの結合部の構造の明快さ等から、フーチング部は鋼I桁格子構造とし工場で一体製作とした。

なお、脚柱の水中部には、脚天端の地震時変形制御を目的として、コンクリート中詰構造とし、設計上の取扱いについても、鋼とコンクリートの合成柱として設計することとした。

海上中央付近の代表脚柱の一般図を図-3に示す。

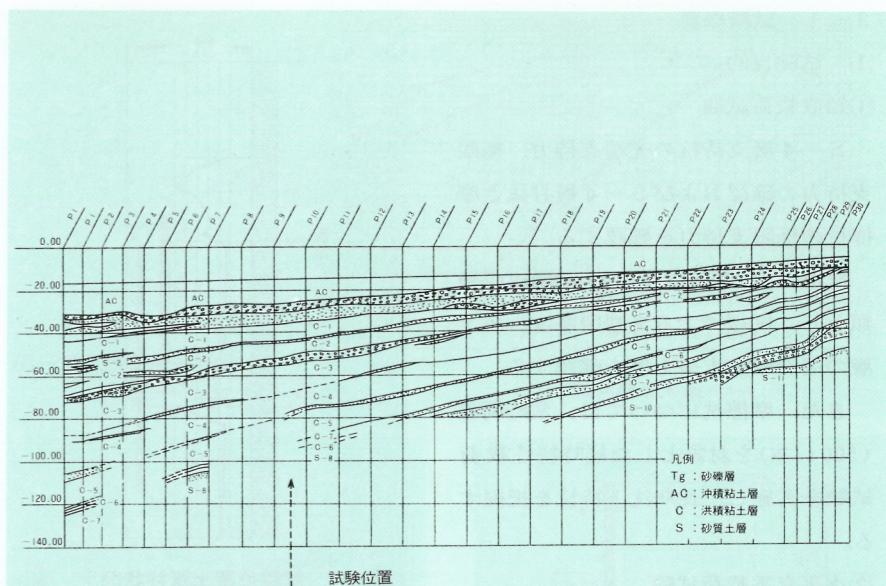


図-2 連絡橋地質縦断図

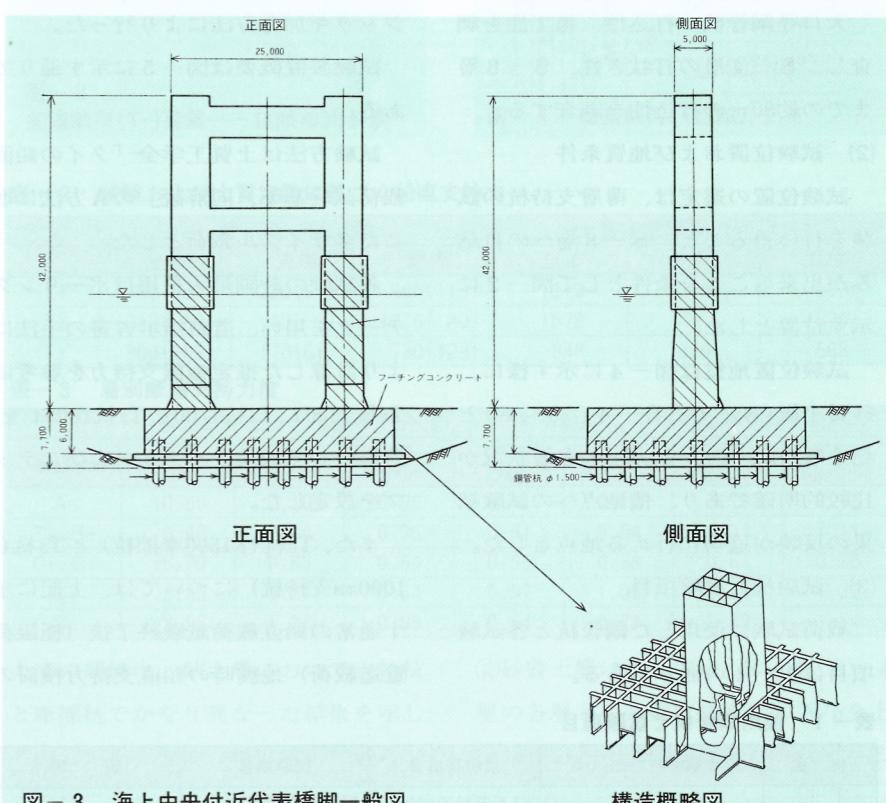


図-3 海上中央付近代表橋脚一般図

### 3. 鋼管杭載荷試験

連絡橋の基礎形式は、前述のとおり、全橋脚とも鋼管杭基礎が有利である。

杭の設計に当っては、土質調査結果に基づく、N値、一軸圧縮強度、三軸圧縮試験値を用いて、先端支持力、周面摩擦力を算定し、また、下部粘土層の圧密等を推定したが、特に摩擦杭を主

とした設計であることから、杭の支持力の評価は極めて重要な意味を持っている。

鋼管杭載荷試験は、水深の深い海上で大規模なものとなるが、設計上不可欠であることから、昭和61年度に現地海域で実施したものであり、以下にその概要を紹介する。

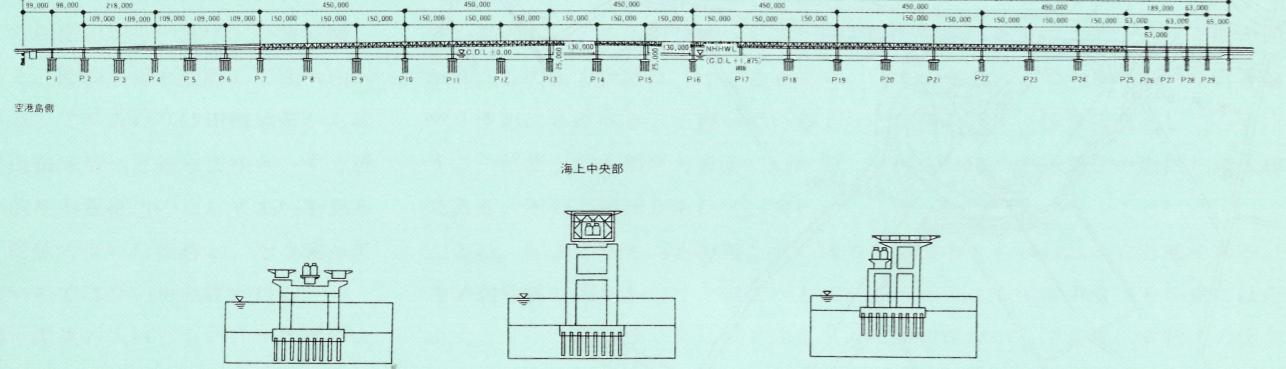


図-1 連絡橋全体一般図

### 3-1. 試験概要

#### (1) 試験目的

##### ①鉛直載荷試験

S-4層支持杭の先端支持力、極限支持力の確認およびS-4層打抜き摩擦杭の極限支持力を確認する。

杭径は $\phi 1500\text{mm}$ および $\phi 1000\text{mm}$ の2種類とし、杭径による先端閉塞度、各土層の周面摩擦支持力度を確認する。

また、摩擦杭については、常時荷重(500t/本)を対象とした経時特性載荷試験を実施し、長期沈下特性を把握する。

##### ②水平交番載荷試験

$\phi 1500\text{mm}$ 杭の水平載荷試験により、横方向地盤反力係数(K値)等を確認する。

##### ③打込試験

大口径鋼管杭の打込性、施工性を調査し、S-4層の打抜き性、S-8層までの約80mの打込性を調査する。

#### (2) 試験位置および地質条件

試験位置の選定は、薄層支持杭の試験を行い得ること、S-8層への打込みが出来ることを条件として図-2に示す位置とした。

試験位置地盤は図-4に示す様に、砂質土層(S-1、S-4、S-8)と粘土層(C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>層)の成層状況が比較的明確であり、他地点への試験結果の反映が適切に行える地点とした。

#### (3) 試験杭と試験項目

載荷試験に使用した鋼管杭と各試験項目は表-1の通りである。

表-1 使用鋼管杭と試験項目

杭名	使用鋼管杭寸法(mm)	杭付帯項目	試験項目	備考
試験杭	T <sub>1</sub> $\phi 1500 \times t22 \times 58000$	ひずみ計取付け 先端変位装置	打撃応力測定 鉛直・水平交番載荷	S-4層打止支持杭
	T <sub>2</sub> $\phi 1500 \times t22 \times 69000$	//	打撃応力測定 鉛直(緩速・急速)載荷 経時特性試験	S-4層打抜き摩擦杭
	T <sub>3</sub> $\phi 1000 \times t19 \times 58200$	//	打撃応力測定 鉛直(緩速・急速)載荷	S-4層打止支持杭
反力杭	R <sub>2</sub> $\phi 1500 \times t19 \times 59500$	ひずみ計取付け 先端1m十字リブ	打撃応力測定	S-4層打止め
	R <sub>3</sub> $\phi 1500 \times t19 \times 64500$		打込施工性	S-4層打抜き
	R <sub>6</sub> $\phi 1500 \times t19 \times 101500$	Friction cutter付 海上継ぎ杭	深層への打込施工性	S-7層まで打込み
	R <sub>1</sub> R <sub>4,5</sub> $\phi 1500 \times t19 \times 59500$		打込施工性	S-4層打止め
基準杭	K <sub>1-K4</sub> $\phi 800 \times t12 \times 36500$		変位測定基準杭	中間砂層 S-1層打止め

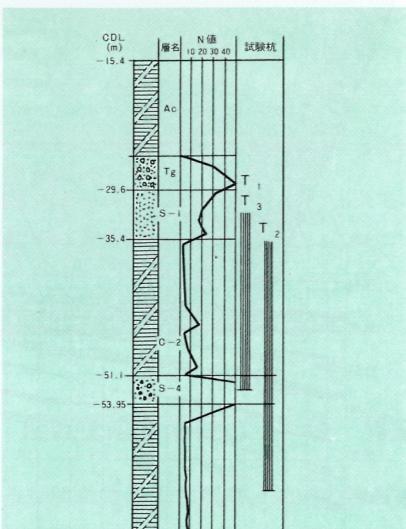


図-4 試験位置土質柱状図

#### (4) 試験方法

##### ①鉛直載荷試験

鉛直載荷試験装置はT<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>杭とも基本構造は同じであり、4本反力杭、ジャッキ加力方法により行った。

##### ③水平交番載荷試験

試験は土質工学会基準「杭の鉛直載荷試験方法・同解説」に準じた方法により、図-6に示す装置で実施した。

なお、試験最大荷重は、杭の海底面変位5cm以上を目標とし、30tを5サイクルに分割、2方向に交番載荷する方法とした。

##### ④打込み試験

試験は全杭を対象として行ったもので、ひずみ計を取付けた4本(T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>、R<sub>2</sub>杭)は打撃応力を測定した。

また、T<sub>2</sub>杭( $\phi 1500\text{mm}$ 摩擦杭)とT<sub>3</sub>杭( $\phi 1000\text{mm}$ 支持杭)については、上記に示す通常の鉛直載荷試験終了後(極限荷重迄載荷)地震時の鉛直支持力検討の

打抜きおよびS-8層に至る深層への打込みに要する打撃回数、沈下量等の一般的な施工性を調査した。

ため急速に載荷した場合の杭の極限支持力を調査した。

なお、載荷は通常試験の数倍の速さ(400t/分)で、一気に最大(極限)荷重迄載荷した。

##### ②経時特性試験

T<sub>2</sub>杭(摩擦杭)を対象として、通常の鉛直載荷試験に先立ち、持続荷重に対する沈下および周面摩擦抵抗の経時変化を調査し、摩擦杭設計上の問題点となる長期的な特性の検討資料とした。

試験装置は通常の試験装置(図-5参照)を利用し、荷重は設計許容支持力程度の500tとした。

載荷方法は100tピッチ(5分間定荷重保持)で500t迄載荷し、それ以降は定荷重を保持しつつ工期的な問題も考慮し、13日間の調査とした。

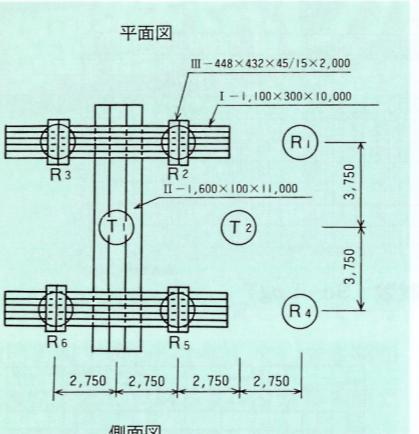


図-5 Ti-gui鉛直載荷試験装置

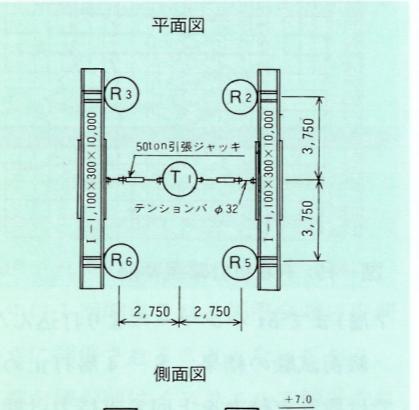


図-6 水平交番載荷試験装置

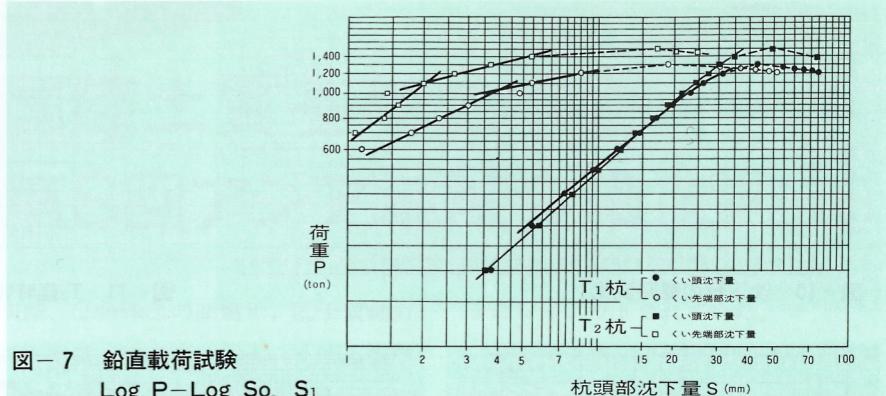


図-7 鉛直載荷試験  
Log P-Log S<sub>1</sub>

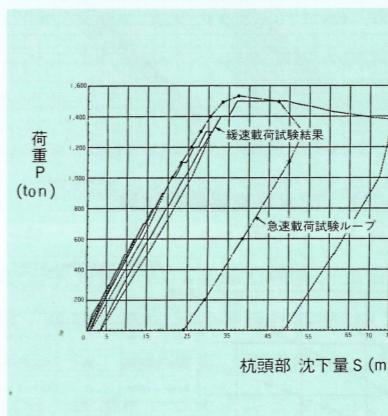


図-8 鉛直載荷(T<sub>2</sub>)荷重—杭頭部沈下量

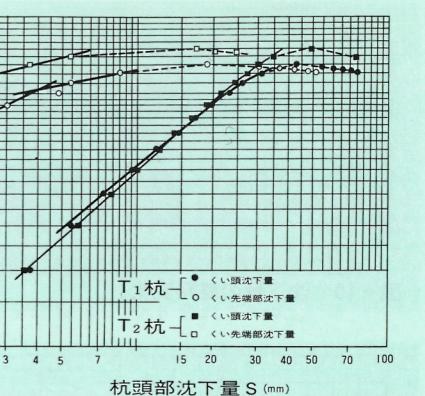


図-9 鉛直載荷(T<sub>2</sub>)軸力分布

表-2 試験および土質定数に基づく鉛直支持力

	載荷試験			土質定数準拠(道示式)		
	全体	先端	摩擦	全体	先端	摩擦
T <sub>1</sub>	1180(97)	220(61)	960(113)	1213	360	853
T <sub>2</sub>	1310(83)	40(—)	1270(80)	1579	—	1579
T <sub>3</sub>	900(106)	170(61)	730(129)	848	280	568

表-3 層別摩擦支持力度

土層	層厚m	載荷試験に基づく摩擦支持力度					
		平均値kg/cm <sup>2</sup>	平均値-σkg/cm <sup>2</sup>	1200t/kg/cm <sup>2</sup>	1300t/kg/cm <sup>2</sup>	1400t/kg/cm <sup>2</sup>	1500t/kg/cm <sup>2</sup>
Ac	10.60	0.10	0.06	0.11	0.17	0.18	0.18
T <sub>g</sub> , S <sub>1</sub>	9.40	0.44	0.36	0.91	0.94	1.01	1.11
C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>	15.70	0.80	0.54	0.55	0.58	0.61	0.55
S <sub>4</sub>	2.85	0.87	0.64	0.97	1.06	1.18	1.25
C <sub>3</sub>	9.55	1.38	0.95	0.64	0.74	0.89	1.14

支持力は、道示式による計算値に対して61%と、かなり低めの値であり、S-4層での先端支持力はあまり期待出来ない事が判った。

一方、各杭における周面摩擦支持力度は粘土層の場合、支持杭(T<sub>1</sub>、T<sub>3</sub>)では土質定数( $q_u/2$ またはC)に近似しているが、摩擦杭(T<sub>2</sub>)では70%程度の値となっている。また、砂層の場合は支持杭、摩擦杭とも土質定数(N/5)を大きく上回った値となっている。

摩擦杭設計に当っての周面摩擦支持

力度の評価は、粘土層において支持杭と摩擦杭でかなり異なる結果を示しているため、T<sub>2</sub>杭(摩擦杭)に着目し次の様に考えた。  
①粘土層での摩擦力の評価については各土層毎に降伏値と考えられる値を求め、その値を評価の対象とし、各土層毎に得られた最大値についても評価の対象とした。

さらに各橋脚位置でのバラツキを考慮し、土質定数( $q_u/2$ またはC)の2/3とし、最大 $10\text{t}/\text{m}^2$ とした。

# 鋼管杭レポート

## 国際土質基礎工学会 第8回アジア地域会議(京都会議)

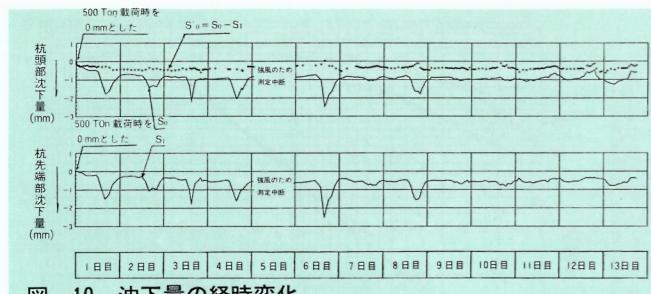


図-10 沈下量の経時変化

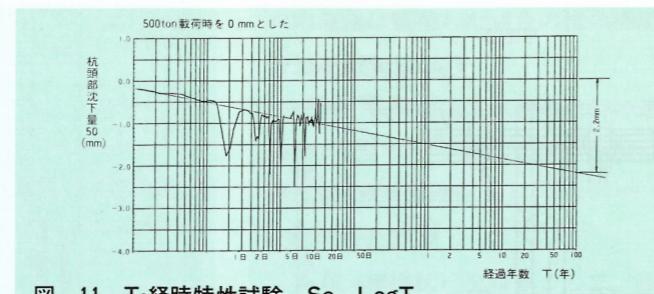


図-11 T<sub>2</sub>経時特性試験 So-LogT

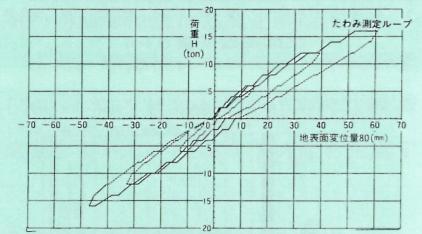


図-12 T<sub>1</sub>水平交番載荷試験  
荷重-地表面変位量

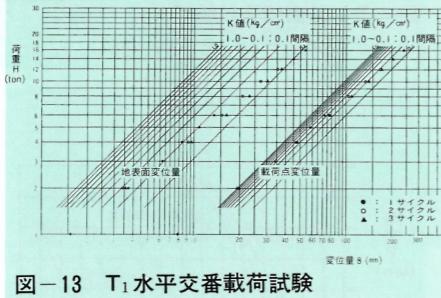


図-13 T<sub>1</sub>水平交番載荷試験

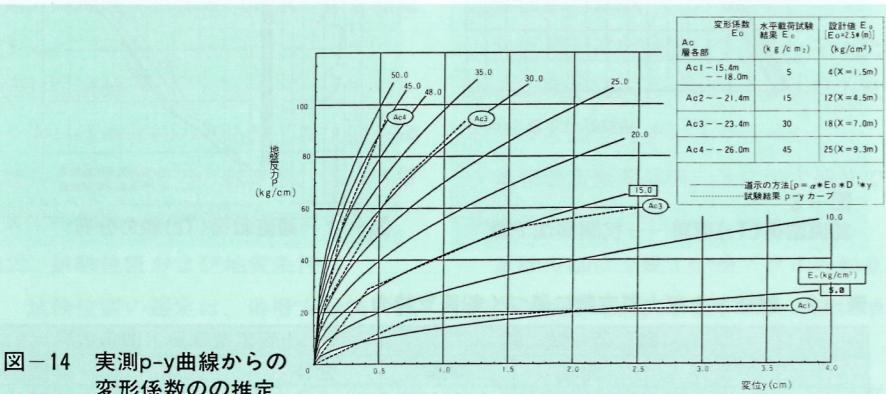


図-14 実測p-y曲線からの  
変形係数の推定

### (2) 経時特性試験

500t載荷後の杭沈下量分布は図-10、図-11に示す通りである。

実測値は気象、海象等の影響を受けて、かなりバラツキが認められるものの、図-10に示す補正値(S<sub>0</sub>)によれば、大きな気象等の条件変化時を除き平均的な分布となっており、沈下の進行は短時日で止まり、安定した状態を示している。

沈下の進行期である初期の勾配を基に、100年後の沈下を推定すると、図-11に示すように、わずか2mm前後であり、長期沈下に関する設計への反映は考慮しなくてよいと考えられる。

### (3) 水平交番載荷試験

交番載荷荷重と地表面変位量の関係は図-12に示すとおりであり、Chang式による横方向地盤反力係数の理論線と実測値分布の比較は図-13に示す通

通りである。

載荷点と地表面では、バネ定数の変化等で若干異なるが、地表面変位量10mm付近でのK値は0.2kg/cm<sup>2</sup>程度であり、(+)(-)ループともほぼ一致した結果を得た。

K値同様、地表面変位量10mm時の水平バネ定数Khは5t/cm程度である。

一方、多層系地盤モデルで、しかも非線形の地盤バネ(道示の方法による $p = \alpha \times E_0 \times D^{\frac{1}{4}} \times y^{\frac{1}{2}}$ )を考える場合、主な対象地盤であるAc層の変形係数E<sub>0</sub>は図-14に示すように、試験結果p-y曲線と設計p-y曲線(道示の方法)とを比較することにより求められ、その値はいずれの層でも試験結果数値が設計値を上回る結果を得た。

### (4) 打込み試験

深層迄の打込みを目的としたR6杭は、GL下約76m(CDL-91.2m)のS-

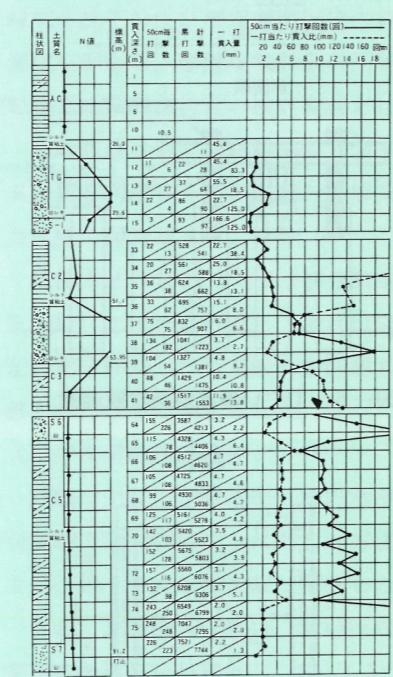


図-15 R6杭打撃概要図

7層)まで8tハンマーにより打込んだ。

載荷試験の結果、S-4層打止め杭では設計支持力を上回る支持力は期待出来ず、本杭はS-4層を打抜くことが必要となったが、打込みデータ(打撃回数、沈下量等)からみて、7tまたは8tハンマーにより、十分に適性な範囲での施工が可能と判断された。

### 4. あとがき

本試験は海上での大規模な載荷試験であり、自然条件等種々課題があったが、比較的良好なデーターが得られ、摩擦杭の設計上、貴重な資料となったと考えている。

試験計画、実施に当って御指導御尽力を頂いた空港連絡橋設計施工委員会並びに鋼管杭協会に対して厚くお礼申し上げます。

わが鋼管杭協会も会員となっている(社)土質工学会が主催して、去る昭和62年7月20日~24日まで、京都の国立京都国際会館で「国際土質基礎工学会第8回アジア地域会議」が開催された。

同会議が、日本で開催されたのは、昭和38年の東京会議以来24年ぶりである。また会議の一環として土質基礎工学全般にわたる初の展示会「ジオテクフェア'87」も併せて開催され、昭和62年の夏は、土質基礎に関する一大イベントが関西地区でくりひろげられたわけである。

### 会議と展示のあらまし

この会議の母体は、国際土質基礎工学会で、54ヶ国1万数千名の学会員で構成されている。アジア地域会議は、4年に1回開催される国際会議の中間時点に開催されることとなっており、京都会議の前はイスラエルで開催されている。

アジア地域会議は、アジア在住の研究者、技術者を中心に意見を交換し国際交流をはかるものであるが、今回はアジア地域の国々の他にアメリカ、ソ連、イギリス、ベルギー等からの参加者があり、日本を含め19ヶ国500名以上の参加者があった。

本会議では、特別講演として、ブルムス国際土質基礎工学会長が「東南アジアにおける軟弱地盤の土質工学的諸問題」、ワイスマン同副会長が「海岸・海域における土質上の問題」、中瀬東工大教授が「関西国際空港・人工島の建設」をそれぞれ講演された。

京都会議で設定されたテーマは6課題で、①土質基礎工学における理論と

うにレイアウトされていた。

ジオテクフェア'87の出展者は、鋼管杭協会をはじめ日本のメーカー、ゼネコン等のほか、イギリス、オランダ、アメリカ、シンガポールなどから75社の参加があり、土質基礎工学関係の展示としては、かつてない大規模の展示会であった。したがって、国内にも大きな反響を呼び、本会議参加者のみならず一般の見学者(業者、学生等)を含め、会期中の入場者総数は延べ6700名を越える盛況であった。

### Session 5 深い基礎と浅い基礎

このセッションの議長は、岸田東京工大教授が担当され、テーマレクチャーのあと提出されている23論文を中心にして討議が実施された。

テーマレクチャーは、R.K.バンダリ氏(インド)が、提出された23論文を分類整理し、それぞれの分類に対応して、文献を引用しつつ問題提起をしていた。



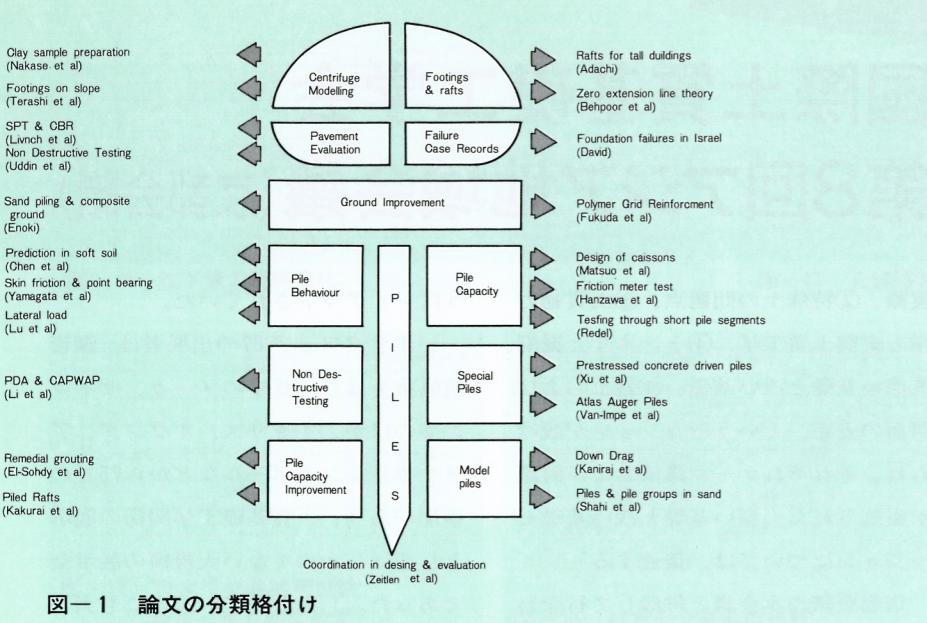


図-1 論文の分類格付け

引用文献は、我が国の山肩、岸田、木村、網干、中瀬先生等のほか、マイヤホフ、テルツアギ等各先生方の文献130であった。

バンダリが示した分類を図1に示す。提出された論文で、杭基礎に関するものの中から2~3をひろいだしてみた。(詳細は、同会議のプロシーディングVOL.1をお読み願いたい)。

#### (1)鋼管杭に関するもの

軟弱地盤中の摩擦杭として施工した

鋼管杭の支持力について、その試験結果を加倉井氏(竹中工務店)が発表している。

土質条件、杭基礎については、図2に示す。

#### (2)ネジ込み杭に関するもの

ベルギーで開発したネジ込み杭についての載荷試験結果等についてIMPE(ベルギー)が発表している。

アトラスタイルパイプと呼ばれているもので、その形状を図3に示す。

図-2 土質条件と杭基礎

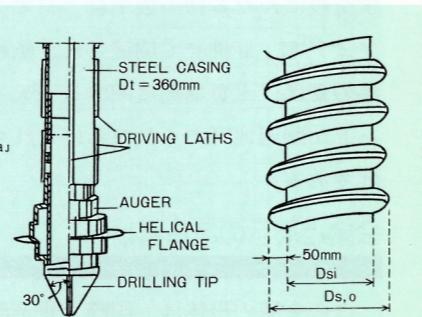
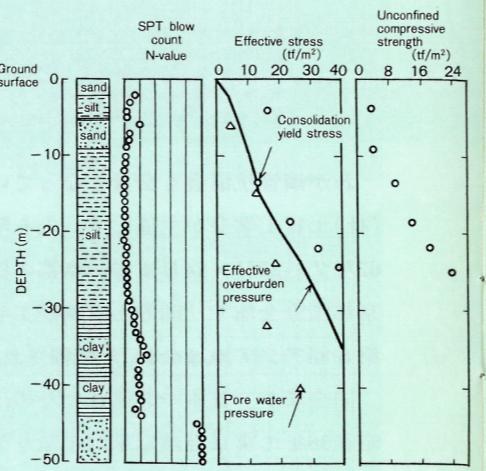


図-3 アトラスタイルパイプ  
(3)パイルドライビングアナライザ(PDA)に関するもの

表-1 杭種別支持力

Site	Soil Condition	Pile Description				Hammer Type
		Material	Length	Diameter	Thickness	
A	Silty Clay	PC*	20m	400mm	75mm	McKinnan-Terry DA35B
B	Course Sand	PC	35m	800mm	130mm	Delmag D60
C	Silt	PC	19m	600mm	100mm	Delmag D46
D	Silty Sand	Steel**	36m	812.8mm	12mm	Delmag D62

\* pre-stressed concrete pile  
\*\*steel pipe pile

A	Loading Test	Hiley Formula	Signal Matching	Pile Driving Analyzer		
				J value	Result	Remark
	45 tons	59 tons	37 tons	0.40	20 tons	RSP*
					39 tons	RMX**

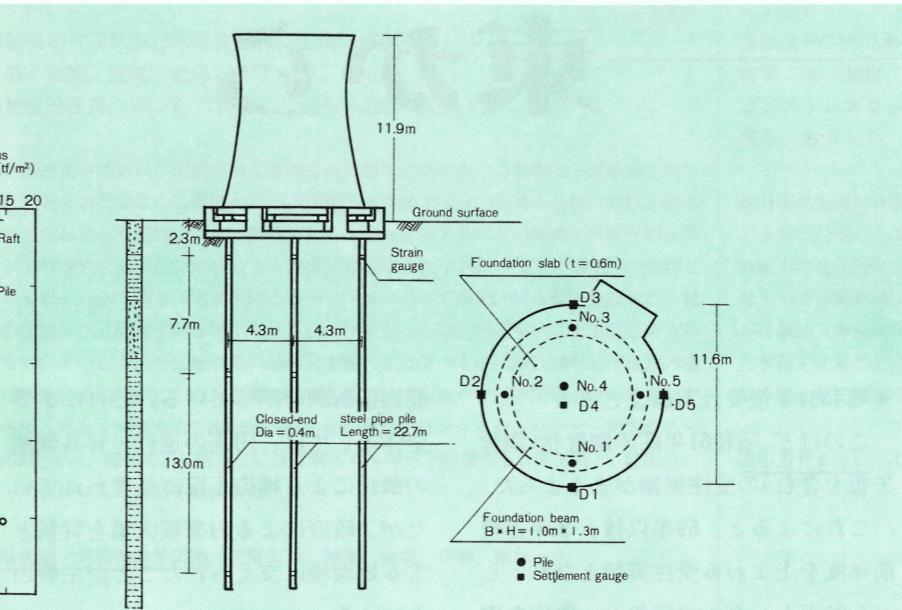
\* RSP is the static ultimate bearing capacity with normal soil quake value.

\*\*RMX is the static ultimate bearing capacity when high soil quake value was encountered.

B	Loading Test	Hiley Formula	Signal Matching	Pile Driving Analyzer		
				J value	Result	
	830 tons	492 tons	546 tons	0.10	585 tons	

C	Loading Test	Hiley Formula	Signal Matching	Pile Driving Analyzer		
				J value	Result	
	240 tons	168 tons	242 tons	0.35	365 tons	
				0.55	252 tons	

D	Loading Test	Hiley Formula	Signal Matching	Pile Driving Analyzer		
				J value	Result	
	440 tons	454 tons	320 tons	0.15	409 tons	
				0.40	355 tons	



鋼管杭、PC杭について、載荷試験と対比しつつPDAにより求めた支持力の検証をし、PDAの使い方に習熟を要することについて、LI(台湾)が発表したものである。

LIが示した試験結果を表1に示す。

## ジオテクフェア'87

ジオテクフェアの展示計画は、わが国の土質基礎に関する材料、機器等のレベルの高さを内外に示すとともに、実務者にも初心者にも体系的に技術情報が得られるように配慮してレイアウトされた。

その考え方は、①わが国にどういう巨大プロジェクトがあるか、②それを

建設するための工法としてどのようなものがあるか、③そのための土質地盤等の調査方法があるか、④最新の建設材料はなにか、⑤その施工方法、機械はどうか、⑥その管理手法はどうか、という一連の流れに沿うように展示ブースが設けられた。

ジオテクフェア'87の展示期間5日間の総入場者は6700名を超えたが、入場者の業種別、都道府県別の分類がアンケートによって集計されている。集計結果を図4に示す。また展示の状況を写真で示す。

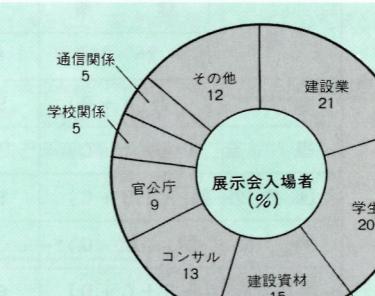
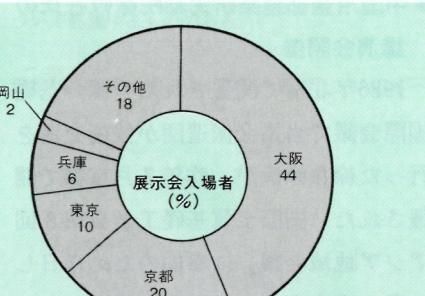


図-4 業種別入場者(A)



都道府県別入場者(B)



# 西から――東から

## ●当協会専務理事に浅間達雄氏就任

当協会専務理事に元日本鋼構造協会事務局長の浅間達雄氏が就任した。なお、16年間専務理事をつとめてきた、田中柳之助氏は顧問に就任した。



## ●中国冶金部建築研究総院徐攸在氏の講演会開催

1986年北京で開催された「深い基礎国際会議」で当協会派遣団が技術交流を行った徐在攸氏が、昨年7月京都で開催された「国際土質基礎工学会第8回アジア地域会議」に参加のため来日した際、当協会での講演申し込みがあったため、講演会を開催し、活発な意見交換が行われた。

## 杭に関する文献の抄録集

(1980~1985)刊行

当協会ではすでに10周年記念事業の一環として、「杭に関する文献の抄録集(1970~1979)」を刊行しているが、このほどその総編を刊行した。

杭に関する文献は、これまでに多数のものが発表されている。当協会では、1973年発足以来、杭に関する技術資料の収集と整理をつ

## ●昭和61年度受注実績まとまる

このほど、昭和61年度の鋼管杭(鋼管矢板を含む)の受注実績がまとまった。

これによると、59年以後、3年連続前年度を上まわる受注実績となり、しかも80万トン台への回復と、着実な需

要回復基調を示している。これは業界全体としては、円高の進行・貿易摩擦の激化による構造不況に見舞われていたが、政府による内需拡大策を背景とする好環境に支えられたことが主要因といえる。

## 昭和61年度受注実績

(単位:千トン)

部 門		鋼 管 杭	鋼管矢板	合 計	対前年度
官 需	土 木	370	158	528	43
	建 築	12	1	13	△ 2
	小 計 (A)	382	159	541	41
民 需	土 木	134	27	161	51
	建 築	19	-	19	△ 3
	小 計 (B)	153	27	180	48
合 計(A+B)		535	186	721	89
複 合 杭 (C)		44	-	44	13
国 内 外 販(A+B+C)		579	186	765	102
間 接 輸 出 (C)		29	-	29	11
外販合計(A+B+C+D)		608	186	794	113
自 家 使 用 (E)		19	1	20	△ 1
総計(A+B+C+D+E)		627	187	814	112

づけているが、今回は文献収集の期間を1980年から1985年の6年間とした。対象とした刊行物は国内で刊行されたものに限定し、1970~1979年版で採用されたもの以外にも新しい刊行物を追加した。この結果、杭に関する文献は、1970年から1985年の16年分が抄録されたこととなり、文献数は前回収録した1,177に今回の947を追え、2,124になっている。



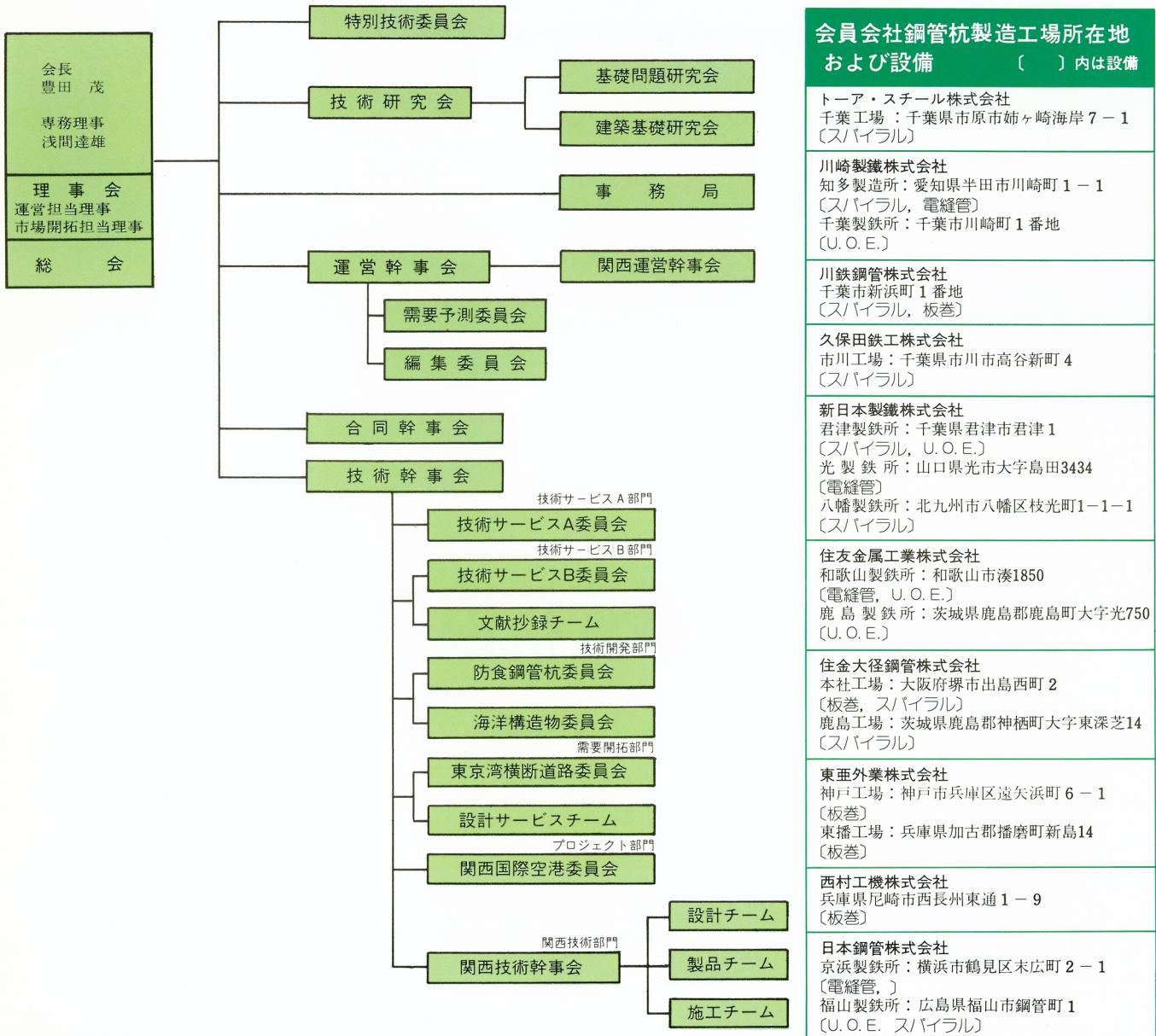
定価 6,000円

発行所 山海堂

〒113 東京都文京区本郷5-5-18

申込方法 直接最寄りの書店  
または発行所へ。

# 钢管杭協会組織図 (昭和63年1月1日現在)



「明日を築く」

## 編集委員会

委員長 白庭瑞夫(久保田鉄工)  
委 員 小川誠二(久保田鉄工)  
" 大谷吉夫(新日本製鐵)  
" 笹野龍夫(住友金属工業)  
" 片山 猛(新日本製鐵)  
" 藤 丈詩(日本钢管)  
" 野口浩一(川崎製鐵)  
" 原田隆正(日本钢管)

## 钢管杭協会会員一覧 (50音順)

川崎製鐵株式会社	住友金属工業株式会社
川鉄钢管株式会社	東亜外業株式会社
久保田鉄工株式会社	トーア・スチール株式会社
新日本製鐵株式会社	西村工機株式会社
住金大径钢管株式会社	日本钢管株式会社

明日を築く No.53

発行日 昭和63年1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) 24337  
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 (新光オフィソーム)  
TEL 03 (357) 58888  
(無断転載禁)

