

HORIZON

明 日 を 築く

BACK TO THE SCENE
東京都葛西下水処理場

HORIZON INTERVIEW
ビッグプロジェクトの仕組論/梅澤忠雄

未来FRONT
伊勢湾岸道路・名古屋ベイエリアを貫く新たな大動脈。

TECHNICAL NOTES
弾塑性設計法

60



钢管杭協会

BACK TO THE SCENE

東京都葛西下水処理場

フィールド・オブ・ドリームス。

鋭いホイッスルの音と共に、子供達の黄色い嬌声が球技場にこだまする。Jリーグの誕生以来、少年サッカーの人気は凄い。だが、子供達が伸び伸びとプレーできるスペース、施設が不足しているのも事実だろう。ここ江戸川区臨海球技場は、5,0388m²の敷地に、それぞれナイター施設を完備した2面の少年サッカー場と4面の少年野球場を有している。しかも一般より子供達優先で解放しているのだ。実はこの球技場、下水処理場の上にあるのをご存じだろうか。

下水道の普及と共に水質汚染が深刻な社会問題として取り上げられ始めた昭和50年代。大規模な葛西沖開発計画と同時に、下水処理場建設の最初の杭が打ち込まれた。当時、江戸川区、葛飾区にまたがる葛飾処理区分約4,540haに対応し、1日当たりの計画処理水量940,000m³となる広大な建設であった。この時、下水処理場のその後の変貌ぶりをだれが想像できただろう。

下水処理場は、平坦な構造であり、工夫次第で、その上の広大なスペースを利用する。子供達に自由でゆとりあるスポーツ施設を考えていた江戸川区は、早速ここに目をつけた。“下水処理場と球技場のドッキング”、まさに他に類の見ない素晴らしいパブリシティを造り上げたのだ。平成元年4月のオープン以来、ここでは少年サッカー、野球、ラグビーなどの各種大会が多数催されている。今日も、子供達の熱い歓声が、球技場内に響きわたっていく。



▲そもそも現場は、埋立造成地であり、シルト層主体の軟弱地盤であった。そのため山留材として施工性、安全性、経済性にすぐれた鋼管矢板〔φ1,000～φ1,200 mm × t12～t25 × l 33～43m(3本継ぎ)〕を使用した。使用量はφ1,000=436本、φ1,200=431本、合計867本、総重量16,700トンに達している。

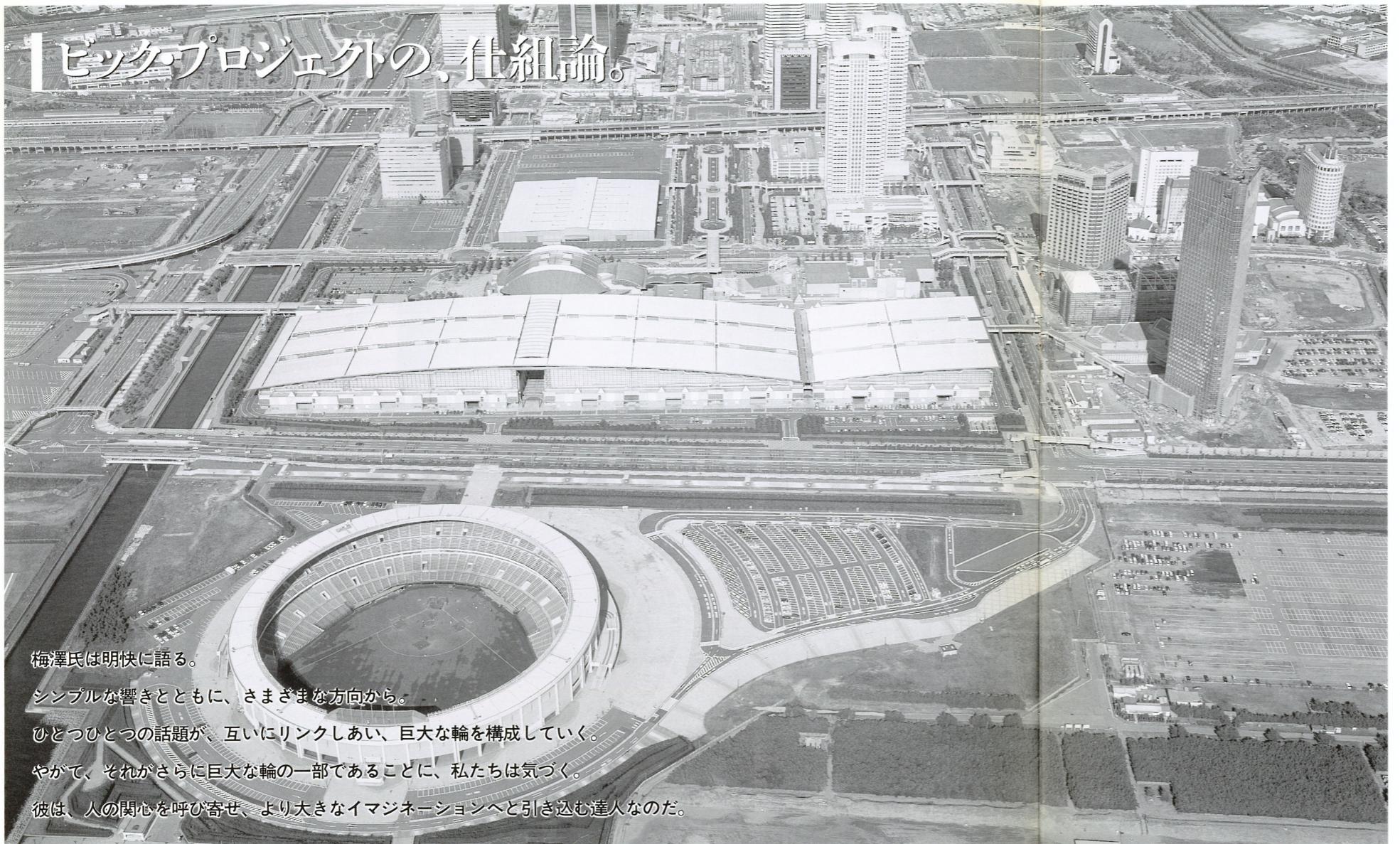


球技場の側面から見ると下水処理場であることがわかる。



夕闇の中に浮かび上がる江戸川区臨海球技場。





INTERVIEW
HORIZON

TADAO UMEZAWA

梅澤忠雄

都市開発プロデューサー



1943年、東京生れ。
東京大学工学部都市工学科卒。
大川端リバーシティ21、筑波テクノパーク、幕張メッセ、
幕張新都心など、わが国最大規模の都市開発プロジェクトをプロデュース。ウォーターフロント、コンベンション都市、リゾート開発ブームの仕掛け人として知られ、民活法、リゾート法の成立にも寄与する。
建設省建築審議会委員、経済企画庁国民生活審議会委員などを務め、リゾート開発研究会代表幹事なども兼任。
主な著書に、「コンベンション都市戦略」「着眼発想の科学」など。
1991年、日本都市計画学会石川賞を受賞。

たとえば、超々高層ビルのプロジェクトをやろうという時、なぜ建てるのか、だれが入るのか、まず、その「シナリオ」が必要になります。予測されるトラブルは、政治的なことまで含めて、あらかじめ手を打っておく。いざスタートしてからゴタゴタしないように。そして素早く実現する。

それが私の仕事です。

どんな都市開発プロジェクトも、最終的に実現しなければ意味がありませんが、その進め方というものは、うまくやれば、驚くほど合理的にできるものなのです。

プロジェクトがうまくいくための仕組論を、私はやっているというわけです。

都市開発プロジェクトには、それをリードしていくプロデューサーが必要になります。オピニオンを集約する組織、あるいは個人……。そのリーダーを通して、すべて対処していく。スタッフ全員が、一貫した考えのもとに動くことで、素早く、実現へ

と向かうことができます。

しかし、日本では、たとえば大臣を中心になってあるプロジェクトをやろうとしても、任期というものがあって、長く携わることができない。そのプロジェクトを、なかなか自分自身が解決すべき課題として取り組みません。体を張っていない。世論やジャーナリズムに対して、とことん戦って、考えを通し抜くというような。

どんな立場の人間でも、いったんリーダーとなったら、プロジェクトを遂行し終えるまで、それに取り組むべきです。いろんなプロジェクトがうまくいっていない原因は、その辺にあります。投資が集中せず、お金の無駄使いになっています。

日本も戦後は、いってみればドサクサの時代で、若い人がどんどん大きなプロジェクトを任されていました。フーバーダムを見たり、100トントラックなんていうのを見て、驚く。これは勝てないと。復興の

ために、なにをするべきか、考えて実行してきたわけです。

現在の日本は、戦後に比べて途方もなく大きな経済規模を持つのに、その頃の方がよっぽど大きなプロジェクトを実現していた。いまは、そこから成熟したというより、組織が硬直してきています。

遷都の問題なども盛んですが、首都をどこへ移そうかという議論をするから、ケンカになる。取り合いになって、らちがあかない。私は、各都道府県にひとつずつ新都市をつくって、首都を持ち回りにすればいいと思うんです。移動する首都……、つまり、国体方式です。

新しい都市をつくるのは、それほど大変なことではありません。そのプロジェクトを進めるだけの仕組は、もうすでに「解けて」いる。資金の面でも、公共投資10ヶ年計画の430兆円を有効に使えばいい。その3分の1も使えば十分です。幕張メッセで

も5兆円規模なんです。

ですから、都道府県の数だけ新都市をつくって、それぞれオープンと同時に首都がやってくるというのはどうでしょう。西暦2000年から開始したらいい。首都って、そういうものでしょう。

たとえば、サミットでは、ある一時期だけ、世界の首脳や記者が集まって、何千人も移動して行われるけれど、これは暗示的なことだと思います。サミットの開催期間は、そこが世界の首都になっているわけです。

次の時代の首都って何なのか。農耕社会のように、お城があって防備をして政をやって、という時代ではない。いま日本でやっている議論は、古めかしいし、悲しい。現代は、にわかにリゾートホテルが首都になる、というような時代なんです。今までとはまったく違う「シナリオ」が求められている時代だと、私は思うんです。

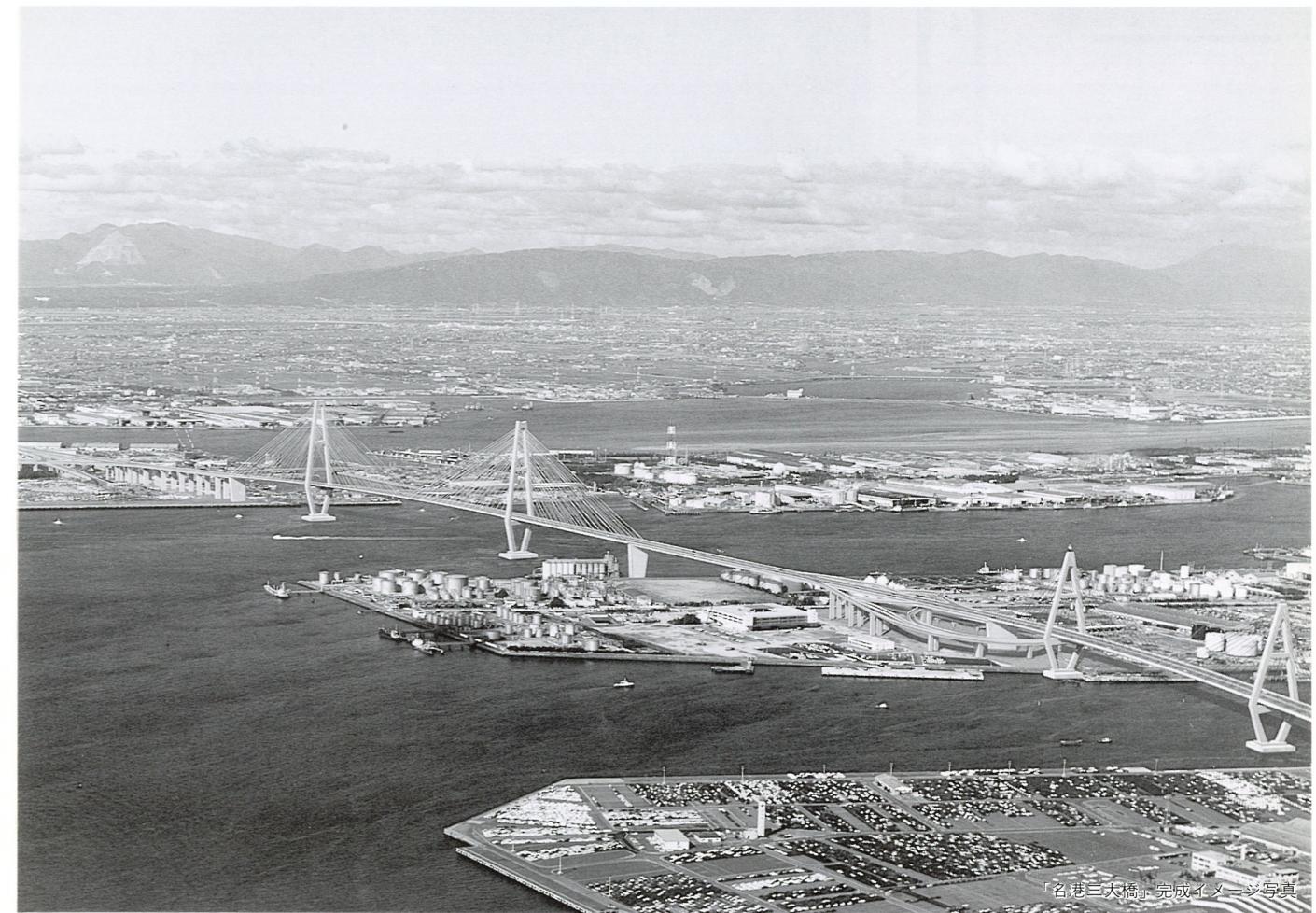
未 来 FRONT

刻一刻と変貌するメトロポリス。
増殖する細胞のごとく広がる道路ネットワーク。
21世紀はいま、少しずつその姿を現そうとしている。
各地で進むさまざまな国土開発プロジェクトの中へ、まだ見ぬ日本を探しにいこう。

名古屋ベイエリアを貫く新たな大動脈。

伊勢湾岸道路

現在、名古屋を舞台に3つの大型プロジェクトが計画されている。関西国際空港と同様に海上空港として計画されている「中部国際空港」、夢の超高速エクスプレス「リニア中央新幹線」、そして「第2東名・名神高速道路」である。いずれも名古屋地域の交通基盤の強化につながるものだが、そこには、東京や大阪との距離、移動時間を大幅に短縮することで、中部圏の、ひいてはわが国の産業発展の新しい可能性がひらけるとの期待が込められている。交通・経済の要衝として大きな役割を担う都市、名古屋。ここに、いまひとつ新たな大動脈が建設されようとしている。愛知県豊田市から三重県四日市市まで、名古屋ベイエリアを貫く伊勢湾岸道路。それは、名古屋近郊や中部圏一帯の幹線道路になるばかりでなく、わが国の新しい国土軸にもなる一大プロジェクトである。



全線開通に向けて動きだした伊勢湾岸道路

飛島インターチェンジから船舶航路をまたぎ、金城埠頭へ向かう。3.2km、所要時間約4分。あっと言う間のドライブだった。走ってきたのは「名港西大橋」。これが現在開通している唯一の伊勢湾岸道路である。しかし、近い将来この道路は、愛知県豊田市と三重県四日市市をむすぶ延長約53kmの高速道になる。このうち、名古屋港をまたぐ約7.6kmの海上部区間(東海市新宝町～海部郡飛島村木場)には、三本の長大な鋼斜張橋が架かる。通称「名港三大橋」である。

名港西大橋はそのうちの一本で、二車線の有料道路として、昭和60年3月に暫定的に開通した。橋長758m、中央径間405m。当時は東洋一の鋼斜張橋として話題を集めだが、その優美な景観は名古屋港を美しく彩り、いまも人々を魅きつけてやまない。

名古屋の西部地区と金城埠頭をむすび、港湾物流基地である同埠頭の、輸送効率向上にも大きく貢献しているのである。

残る二本の橋は、金城埠頭と9号地をむすぶ「名港中央大橋」、9号地と東海市をむすぶ「名港東大橋」である。いずれも昭和62年11月に、関連区間とともに一般有料

道路として事業化され、平成元年12月、名港中央大橋の下部工事着工を皮切りに、日本道路公団の手により建設が進められている。(9号地インターチェンジ部のみ名古屋港管理組合管轄)

また平成3年12月、豊田～東海インターチェンジ間の約26kmを第2東名高速道路として、飛島～四日市インターチェンジ間の約19kmを第2名神高速道路として、それぞれ整備していくことが決定された。このような経過をふまえて、いま伊勢湾岸道路は全線開通に向けて建設がたけなわである。



土木技術の粋が結集される名港三大橋建設。



名港西大橋の主塔頂上から見た金城埠頭の様子。



交通渋滞が絶えない国道23号。



名港西大橋

名港西大橋にのぼる

コンテナの重さにあえぎながら、大型トレーラが唸りをあげて通り過ぎていく。1台、2台、3台……伊勢湾岸道路の建設作業車も入り乱れて、金城埠頭は、なにかと慌ただしい雰囲気に包まれていた。わたしたちは、建設工事の様子をカメラにおさめるために、許可をいただいて名港西大橋の主塔にのぼってみることにした。行き交うトレーラに注意しながらあちこち動きまわるよりも、高い位置から現場をいっぺんに見てしまおうというわけだ。

頂上までは、主塔の内側に備え付けられた点検用エレベーターで一気にのぼることができた。青空の下に出ると、伊勢湾からそよぐ爽やかな潮風が頬をなでる。眼下に目を向けると、わたしたちを圧倒した大型トレーラも、箱庭の中のミニチュア。主塔頂上部は、海面から約130mの位置にあり、その高さに思わず息を飲む。

目の前に広がる名古屋港には、製鉄・自動車・化学・航空宇宙などの工場があり、ところせましと林立していた。わが国のおもな基幹産業が集約され、工業都市・名古屋の力強いエネルギーで満ちあふれている。中京工業地帯をふとろに抱える愛知県が、工業出荷額日本一であるということを、あらためて思いだす。同時に、ここを行き来する車の交通量も、容易に想像できるのである。名古屋市を東西に走る国道1号や23号、名古屋環状2号線（国道302号）など、おもな幹線道路の渋滞は年々悪化の一途をたどっている。市街地を通らずに、名古屋港をひとまたぎできる名港三大橋がすべて完成すれば、市内の渋滞緩和や名古屋港の機能アップに、絶大な威力を発揮するにちがいない。



船舶の航行に配慮しながらの大工事

さて、その名港三大橋の建設状況であるが、現在は名港中央、東大橋とともに海上部に立つ主塔の下部工事が着々と進行している。また名港西大橋についても、今後、南側50mの位置に同じような橋をもう1本つくる計画である。片側3車線づつの並列橋にして、全線開通時に見込まれる膨大な交通量に対応できるようにするためだ。

いずれの橋も巨大な構造物であり、しかも、名古屋港を航行する船舶の安全を確保しながらの架設工事になる。このため、建設工事には、現代の土木技術の粋が結集されている。

とくに名港中央大橋の架橋地点は、名古屋港の主航路上にあたり、1日約400隻もの船が行き交っており、9号地と金城埠頭には大型船舶が着岸する。このため、船舶の航行と操船スペースを十分に確保する必要から、水域内に建設できる橋脚は2基に制約された。したがって構造は、中央径間590m、橋長1,170mと、世界的にも過去の実績を大幅に上回る規模である。



金城埠頭の橋脚基礎に鋼管杭を採用

検討の結果は、上層地盤が軟弱であるため、横抵抗が小さく、基礎の水平変位量によって杭本数・形状寸法が決定されることから、杭基礎の中でも、鋼管杭がもっとも経済的で有利な基礎形式であることが確認された。

取材したときは、道路をはさんだ2か所で鋼管杭が打設されていた。当初は、厚い中間層を打ち抜く必要から、中掘り工法で設計されたが、コンピュータシミュレーションや杭打ち試験の結果、打ち込み工法でも十分施工できることが確認された。現場では、2台の杭打ち機がフル稼働。油飛散対策として油圧ハンマが使用されていた。



中部圏の道路交通ネットワークの中核として。



パワフルな油圧ハンマが威力を発揮

地質構造は、上層に昭和40年代に埋立てられた超軟弱層、その下に液状化の対象である細砂層が続いている。支持層として考えられるのは、50m付近の砂質土層、70m以深の砂礫層である。しかし70m以深では深すぎることから、50m付近の砂質土層を支持層にすることになった。

支持層まで、杭長約12mの鋼管杭が4本継ぎで打ち込まれていく。さすがに埋立て地である。1本目は、1回の打撃でかなり

の長さが地中に打ち込まれる。溶接後、3本目あたりになると、1回の打撃で打ち込まれる貫入量は次第に小さくなってくる。最後にやっとこが使用され、杭頭が見えなくなるまで打ち込まれる。上層の砂質土を打ち抜くために、1本平均約1,500回の打込みが必要である。

現在、杭打ちの行なわれている金城第1～第3高架橋は、平成5年度に完了する予定。その後、平成6年から第4高架橋が施工される。なお鋼管杭は、飛島インターチェンジ、9号地潮見高架橋、東海市新宝西高架橋でも使用される。

金城埠頭高架橋で使用される鋼管杭
Φ600×約4,600本 計約28,000トン

伊勢湾岸道路によせられる大きな期待

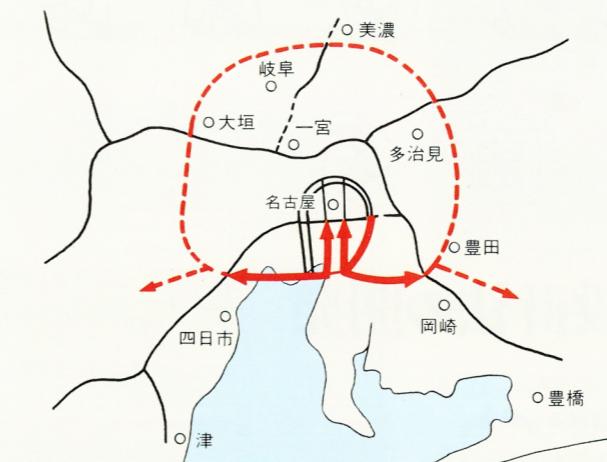
名港三大橋がすべて完成するのは、平成8年の予定である。三大橋の建設と並行して、伊勢湾岸道路のその他の関連区間も急ピッチで建設されることになるはずだ。

ここで、伊勢湾岸道路が全線開通したときに果たす役割を紹介しておこう。

①市の外周部を走る総延長約66.2kmの「名古屋第2環状線（国道302号）」と一体になって、都市内交通の円滑な分散導入をはかる。



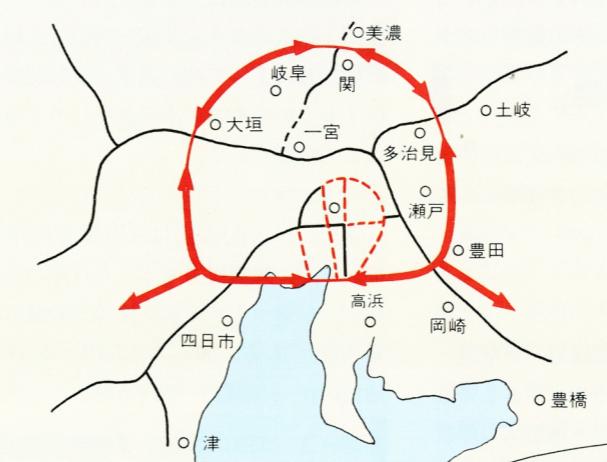
都市内幹線道路網を強化



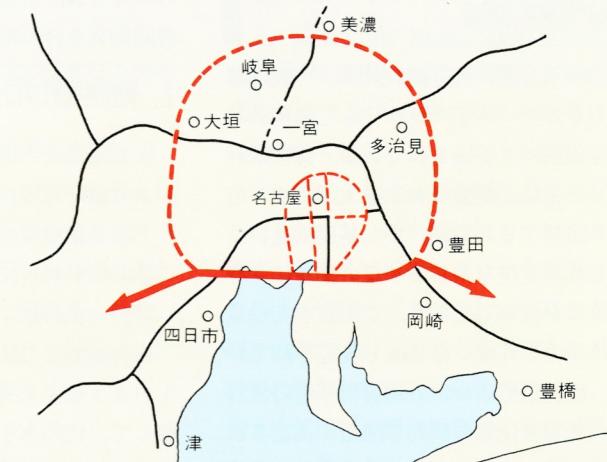
伊勢湾周辺地域の都市を相互に連絡



核都市相互を連絡



新しい国土軸を形成



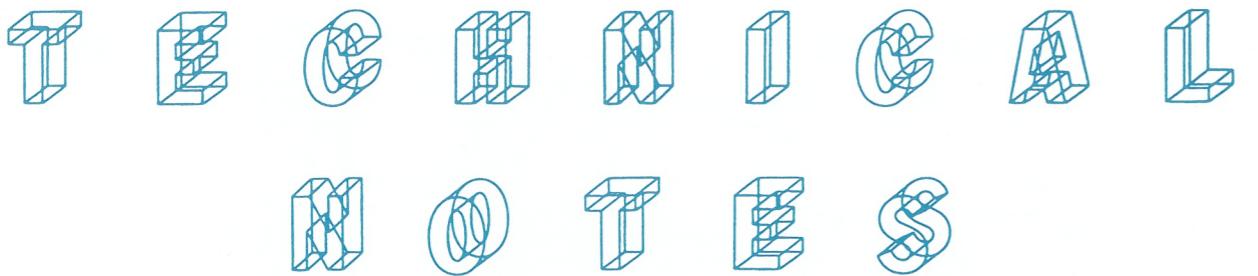
②名古屋第二環状線の外周に計画されている総延長約160kmの「東海環状道路」とともに、周辺諸都市をむすぶ都市間交通ネットワークを形成する。

③東名高速道路や東名阪自動車道と接続し、その後、伊勢湾に沿って豊橋や津などの周辺都市と連絡する。

④第2東名・第2名神高速道路をむすぶ通過ルートとして、従来の東名～名神ルートに変わる、新たな国土軸を形成する。

このように、21世紀へむかって中部圏一帯にはさまざまな交通ネットワークの夢が広がっている。これらを実現するためには、とりもなおさずその中核をなす伊勢湾岸道路の早期完成が望まれる。「すべての道はローマへ通じる」という言葉を借りれば、まさに「伊勢湾岸道路はすべての道に通じる」のだから。





杭基礎の弾塑性設計法の開発

鋼管杭協会 弾塑性設計法委員会

1. 設計法開発の経緯

道路橋示方書の杭基礎設計は、一般に地盤反力を弹性バネでモデル化した弹性設計法（変位法）で実施されている。弹性設計法においては、地盤反力を過大評価する危険性を回避するために、また基礎構造物に大きな残留変位を生じさせないように、許容変位量を設定している。この許容変位量は、杭径の1%或いは15mmと規定されているが、軟弱地盤における鋼管杭基礎の設計では、許容変位量の制約で構造が決定され、鋼管杭の応力に余裕が残る不経済な設計となる場合があった。

平成2年における道路橋示方書の改定においては、上記のような不経済性を解消するために、許容変位量の制約を受けない杭基礎の設計法が推奨されている。この場合には、杭基礎の変形に対する安定を照査するために、地盤の塑性化を考慮した弾塑性設計法を適用することを規定している。

一方で、杭基礎の弾塑性設計法に関する港湾基準やJRの構造物設計標準や米国石油協会の海洋構造物設計基準（API-RP2A）に一部採用されているものの、道路橋への適用例は国内での実績ではなく、実構造物への適用にあたっては十分な検討が必要となる。

現道路橋示方書（H2版）では、弾塑性設計法の適用に際し現地盤での水平載荷試験の実施等を推奨している。杭基礎の弾塑性設計法の適用によって鋼管杭の設計を経済的なものとするために、建設省土木研究所と鋼管杭協会は、弾塑性設計プログラム

の開発と設計土質定数の検討を目的として共同研究を行った。以下にその概要を記す。

2. 弾塑性設計プログラムの開発

杭基礎設計で地盤の非線形性或は塑性変形を考慮した解析法には次の3種類がある。

- ①複合地盤反力法
- ②非線形解析法
- ③p-y曲線法

複合地盤反力法は、地盤反力バネを図1のような完全弾塑性型のモデルとして近似して、杭の水平変位に伴う地盤反力の状態によって、地盤を塑性域と弹性域に分割し、塑性域の地盤反力を抵抗荷重に置き換えて解析する手法である。JRの構造物設計標準にあるパイルベントの弾塑性設計法はこの手法に相当する。（図-2）

図-1 完全弾塑性型の地盤反力モデル

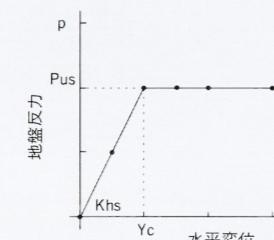
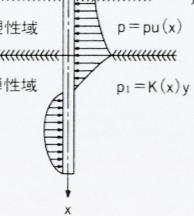


図-2 複合地盤反力法

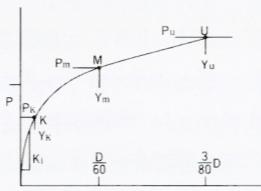


非線形解析法は、地盤反力と変位の関係を（1）式のような非線形関係で近似して、数値計算によって杭の荷重-変形関係を解析するものである。港湾基準にある港研式はこの部類である。

$$p = k * x^m * y^n \quad (1)$$

また、p-y曲線法はAPI等で採用されているが、地盤反力モデルを任意の曲線を与え、伝達マトリックス法等で数値計算する手法である。図-3にAPIにおける砂地盤のp-y関係の一例を示す。

図-3 APIによるp-y曲線一例



これらの弾塑性解析手法は、海洋構造物や港湾構造或いは単杭形式のパイルベント等を対象に適用されてきたために、解析が単杭に絞られていた。道路橋の場合には、群杭で使用される場合が一般的で上記のいずれの方法も道路橋へは直接的には適用できない。

そこで、共同研究において開発した弾塑性設計プログラムの作成においては、以下の各点に留意した。

- ① 地盤反力モデルは、現設計の弹性設計からの乖離が少なくなるように、完全弾塑性型の地盤反力モデルを適用した。
- ② 群杭状態に適用できるものとするために、p-y曲線法で適用される伝

達マトリックス法を用いた。

③ 群杭内の各杭の地盤反力の特性値を個別に設定可能とした。
共同研究において、作成した弾塑性解析プログラム（NPILAN）のフローチャートを図-4に示す。

図-4 NPILANの解析フロー

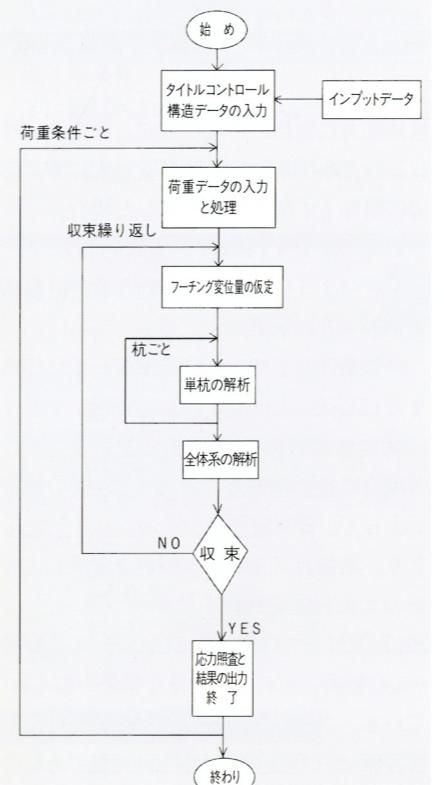


表-1 解析対象実験の一覧

No	ケース名	名 称	杭 諸 元		δ_{max} (%)	δ_{max}/D	備 考
			D × t (mm)	杭長(m)			
1	S-1	土研1	φ90.7×5.3	4.5	25.5	13.3	砂質土
2	S-2	首都高	φ18.5×6.9	15.0	38.6	12.1	砂質土
3	S-3	扇島（単杭）	φ60.9×9.5	21.0	70.0	11.5	砂質土
4	S-4	弁天大橋（第2回）	φ60.9×12.7×9.5	36.0	17.9	2.9	砂質土
5	S-5	SPS	φ12.8×15	17.0	96.2	11.8	砂質土
6	C-1	堺	φ90.7×5.3	5.0	20.0	10.5	ソフトクレー
7	C-2	山形	φ12.8×14	30.7	70.0	8.6	ハードクレー
8	C-3	JR	φ100×27.2	20.0	96.4	9.6	ハードクレー
9	C-4	琵琶湖大橋（1）	φ150×13	33.1	76.6	5.1	ソフトクレー
10	C-5	横断道路	φ200×22	51.5	255.9	12.8	ソフトクレー

注) δ_{max} は誤差評価に使用する杭の最大変位（地表面付近）

る (α_K, α_P) の組合せを調査した。

表-1に調査対象とした10例の試験の概要を示す。地盤反力特性は砂地盤と粘性土地盤で異なる事が予想されたので、それぞれの地盤から5例の試験事例を検討した。また、弾塑性的な挙動を検討する目的から、試験における最大水平変位の大きなものを選んで解析対象とした。

図-5は、解析結果の荷重-変位関係と深さ方向のモーメント分布が実験結果とよく適合した (α_K, α_P) の組み合わせをプロットしたものである。図から (α_K, α_P) の適合値として概略以下のようないちが得られた。

砂地盤に対して、

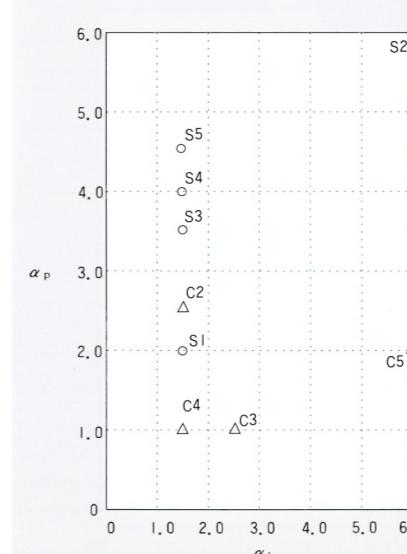
$$\alpha_K = 1, 5 \quad \alpha_P = 2.0 \sim 4.5$$

粘性土地盤に対して

$$\alpha_K = 1, 5 \quad \alpha_P = 1.0 \sim 2.5$$

群杭効率 η_K , η_P に関しては、群杭の水平載荷実験の事例が少なく、現時点では適当な値を設定する理論的な根拠も少ないにて、次項の実験によってその検討を試みた。

図-5 (α_K, α_P) の最適パラメータ



4. 群杭の大変形水平載荷実験

水平抵抗に関する群杭効率については、少数ではあるが幾つかの実験が行われて、各基準においてその評価方法が設定されている。道示では、 k_H 値の群杭効率として、杭間隔が2.5D以上であれば1.0としている。道路公団やJRの設計基準においては、主に場所打ち杭を対象とした実験結果に基づいて、道示よりも小さな群杭効率を設定している。また、最大地盤反力に対する群杭効率が基準等で採用されている事例はない。これは、現時点での諸設計法が微小変形レベルの弾性設計を基本としているためで、将来の限界状態設計法の導入等においては、最大地盤反力に関する群杭効率が重要となるものと考えられる。

弾塑性設計法は、限界状態設計法と既存の弾性設計法との中間的な設計法であるために、書式上は η_K を導入しておき、将来的限界状態設計法に備える事とした。この η_K と η_P を検討するために、以下の大変形水平載荷実験を実施した。

図-6 土研の群杭模型実験装置

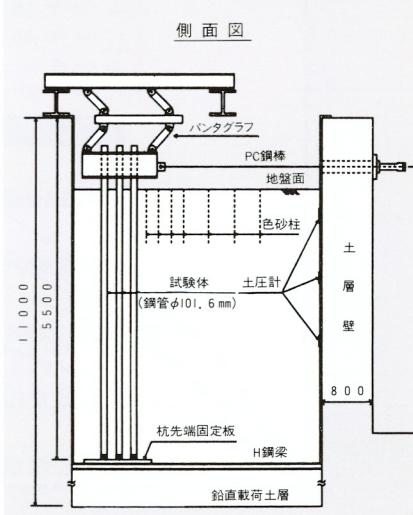


表-2 適合性の得られた土質定数

ケース	杭位置	土質定数の値		解析結果
		α_p	η_p	
単杭		3.0	3.0	
群杭		η_p	η_p	
2本直列	前列杭	1.0	1.0	
	後列杭	0.27	0.33	
3本直列	前列杭	1.0	1.0	
	中間杭	0.43	0.33	
	後列杭	0.27	0.17	
2本並列		0.83	0.83	
3本並列	中間杭	0.93	0.83	
	側方杭	1.07		
9本組	前列杭	中央: 0.83 側方: 0.80	0.83	
	中間杭	中央: 0.53 側方: 0.43	0.33	
	後列杭	中央: 0.43 側方: 0.40	0.33	

※文献2)に修正して加筆

実験は土木研究所の大型土槽で行った。載荷試験装置を図-6に示す。試験杭は外径101.6mmの極厚の電縫鋼管で、杭体の降伏を避けるために、高張力鋼を使用した。群杭の水平載荷実験では、杭頭部のフーチングの回転が問題となるために、ここでは杭頭の回転を拘束して実験を行った。試験地盤は鹿島砂を水中落下法によって造成した後に、排水によって水締めした砂地盤である。

実験ケースを表-2に示す。各ケースの荷重-変形関係を杭1本当たりの水平力に換算した結果を図-7に示す。杭本数の増加に従って、杭の水平抵抗が減少し、群杭の効果が表れている事が分かる。本試験結果における単杭の α_p は1.5で α_p は3.0であった。また、群杭効率に関する η_p と η_k の結果を表-2に示す。9本群杭に着目すれば、地盤反力係数に関する群杭効率 η_p は0.23で、道示で与える群杭効率よりも小

図-7 荷重-変位曲線

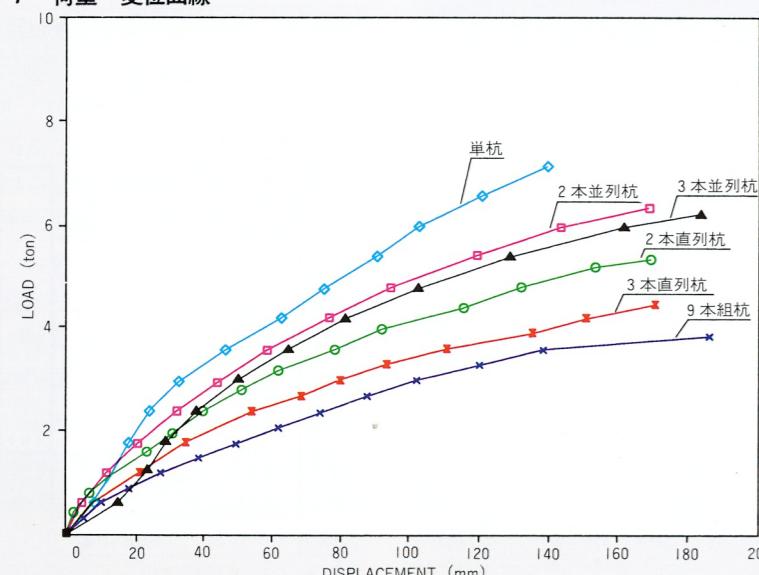


表-3 弾塑性設計による試設計結果

PATERN - I	CASE - I	CASE - 2	CASE - 3	PATERN - 2	CASE - 4	CASE - 5	CASE - 6
	$V=21723 \text{ ton}$ $H=5871 \text{ ton}$ $M=122694 \text{ tm}$	同左	同左	$V=14094 \text{ ton}$ $H=4500 \text{ ton}$ $M=79590 \text{ tm}$	同左	同左	同左
設計条件				設計条件			
地盤条件	$N=5$	同左	同左	土質条件	$N=1$	同左	同左
鋼管杭本数	$\phi 800*14*44\text{m}$ $17*11=187\text{本}$	$15*11\text{本}(\text{SKK490})$ $=165\text{本}$	$13*11\text{本}$ $=143\text{本}$	応力度	1434 kgf/cm^2 15.0 mm	1634 kgf/cm^2 17.3 mm	1916 kgf/cm^2 20.6 mm
水平変位				鋼材重量	2339 kgf/cm^2 18.9 mm	2837 kgf/cm^2 24.5 mm	
				鋼材重量	2230 ton	1967ton	$1705\text{ton}(76\%)$

さい値となった。また、最大地盤反力に対する群杭効率 η_p は、前列の杭に対して、0.8で後列の杭に対しては0.3程度であった。本実験結果は、試験地盤の作製の制約から、杭間の砂の密度が周辺地盤よりも小さくなっている可能性があり、今後は打ち込み杭等による詳細な実験が必要であろう。

5. 弾塑性設計法による試設計

弾塑性設計法の適用に関しては、群杭効率の設定に関して今後の課題を残しているが、今回得られた諸定数を用いて、従来の弾塑性設計との差異を実際の設計例を用いて検討した。

PATERN-1に相当するCASE-1,CASE-2,CASE-3では、試験地盤のN値は表層部で5とした。この場合には、弾塑性設計法とSS490の適用によって、鋼材重量で24%の削減が可能となり、高張力エキストラ価格を考慮してもそのコスト削減効果は大きい。

PATERN-2に相当するCASE-4,CASE-5,CASE-6でも、同様な結果が得られている。この場合の地盤条件としては、表層N値が1程度の超軟弱な砂地盤である。このような状態では、弾塑性設計法の適用によって、鋼材重量を24%削減でき、その経済効果は大きい。

上記の計算で使用した弾塑性設計用の各土質定数は、既往の実験結果及び模型杭の水平載荷試験結果を考慮して、以下のように設定した。

$$\alpha_k = 1.5 \quad \eta_k = 1.0$$

$$\alpha_p = 3.5 \text{ (砂質土層)} \quad \eta_p = 1.0 \text{ (前列杭)}$$

$$\alpha_p = 1.0 \text{ (粘性土層)} \quad \eta_p = 0.5 \text{ (後列杭)}$$

6. まとめ

以上、鋼管杭協会の弾塑性設計法委員会において、建設省土木研究所との共同研究を通じて得られた知見とその実設計への適用における効果に関して述べた。弾塑性設計用の設計定数の一般的な設定については、前に述べたように今後の検討課題も残されているので、基礎設計法の限界状態設計法への移行の過程の中で当協会や種々の研究機関により詳細な検討が必要であろう。

当面は、弾塑性設計法の適用が効果的となる地盤においては水平載荷試験の実施等で詳細な土質定数の検討によって実設計に

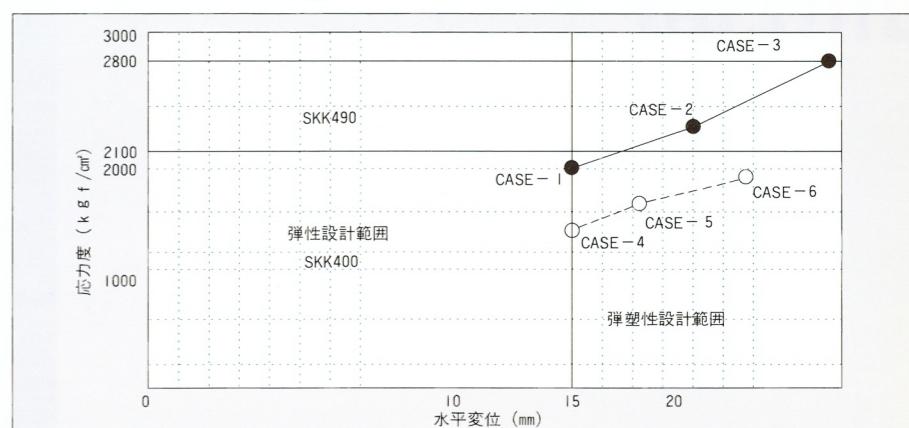
適用していく事となろう。

鋼管杭協会においても、平成4年度から発足している「限界状態設計法委員会」において、残された課題の検討を実施する所存である。

参考文献

- 1) 土木研究所資料 「郡杭模型の水平方向載荷実験」 平成4年3月
- 2) 第47回土木学会全国大会 岡原・木村・高木 「杭基礎の大変形シミュレーション」

図-8 弾塑性設計による試算例

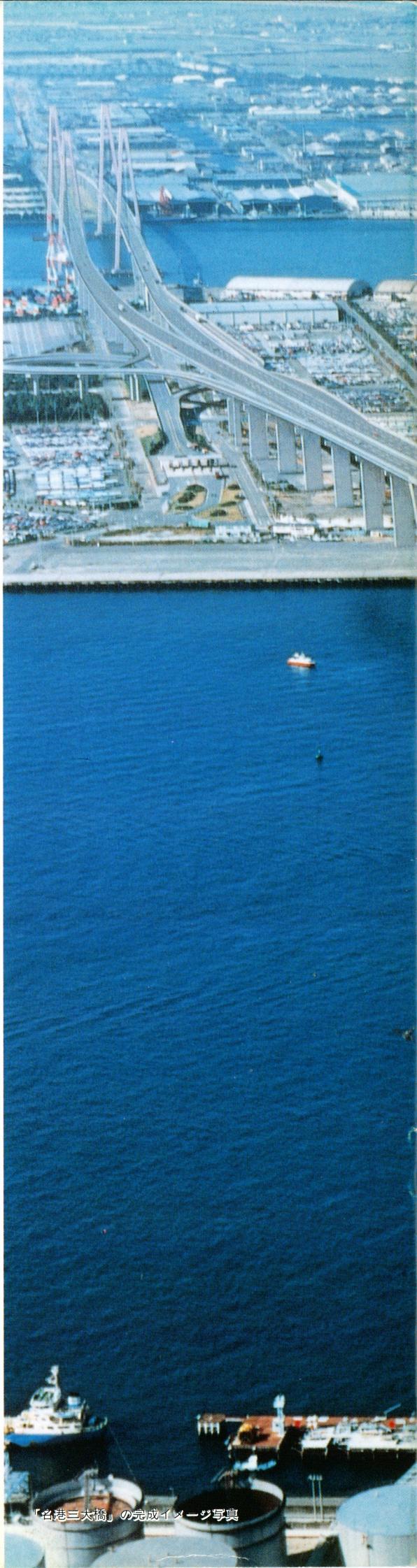


鋼管杭協会組織図 (平成4年度)



HORIZON

No. 60



1992年12月1日発行 禁無断転載

発行 ■ 鋼管杭協会 〒103 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10(鉄鋼会館) ■ (03) 3669-2437

制作 ■ 株式会社ニューマーケット 〒160 東京都新宿区三栄町20-3(新光オフィソーム) ■ (03) 3357-5888

「名港三大橋」の完成イメージ写真