

明日を築く55

REPORTAGE

世界初の海上人工島

空港に挑む

関西国際空港

鋼管杭セミナー

钢管杭協会における

腐食防食に関する活動

国土を拓く

運輸省港湾局



钢管杭協会機関誌

世界初の海上人工島空港に挑む 関西国際空港

関西国際空港株式会社



カラーイラスト提供 関西国際空港株式会社

もくじ

- ルポルタージュ⑮……………1 世界初の海上人工島空港に挑む
関西国際空港
- 西から東から……………5
- 鋼管杭セミナー……………6 鋼管杭協会における腐食防食に関する活動
- 国土を拓く……………11 第2回 運輸省港湾局
- 文献抄録……………15^{*} 組織図・会員紹介

表紙のことば

港湾、それはいま、もっとも熱い視線を浴びているエリアである。360°海に囲まれたわが国にとって、この地域および海域の有効な利用は、明日の経済・文化機能向上を大きく左右するとまでいわれている。

編集MEMO

「異常気象」という言葉を頻繁に耳にした'88年。この冬は、寒くともほどほどに、と願わざにはいられません。明日を築く55号をお届けします。

今号では、関西国際空港のルポルタージュと運輸省港湾局の国土を拓く、話題の港湾地域を大きくクローズアップ。さらに、腐食・防食に関する当協会の活動を、鋼管杭レポートでご紹介します。

なお、本誌に対するきたないご意見をお待ちしています。

ひとつの空港の建設は、宇宙開発にも匹敵するビッグプロジェクトであるといわれている。たしかに航空、機械、土木、建築、エレクトロニクスなど、建設にあたって結集される技術がひじょうに多岐にわたっていること、しかも各々が時代を代表する最先端テクノロジーであること、そこに投じられる建設費のことなどを考えれば、うなづけるはなしである。

今号でスポットを当てる関西国際空港は、その最たるものであろう。

大阪湾の南東部、泉州沖5kmの海上に人工島をつくり、その上に空港を建設する。同時に海上空港と陸上をつなぐ大橋梁も建設しなければならない。これは、きわめて難易度の高い、大規模な建設計画であり、もちろん世界で初めての試みである。

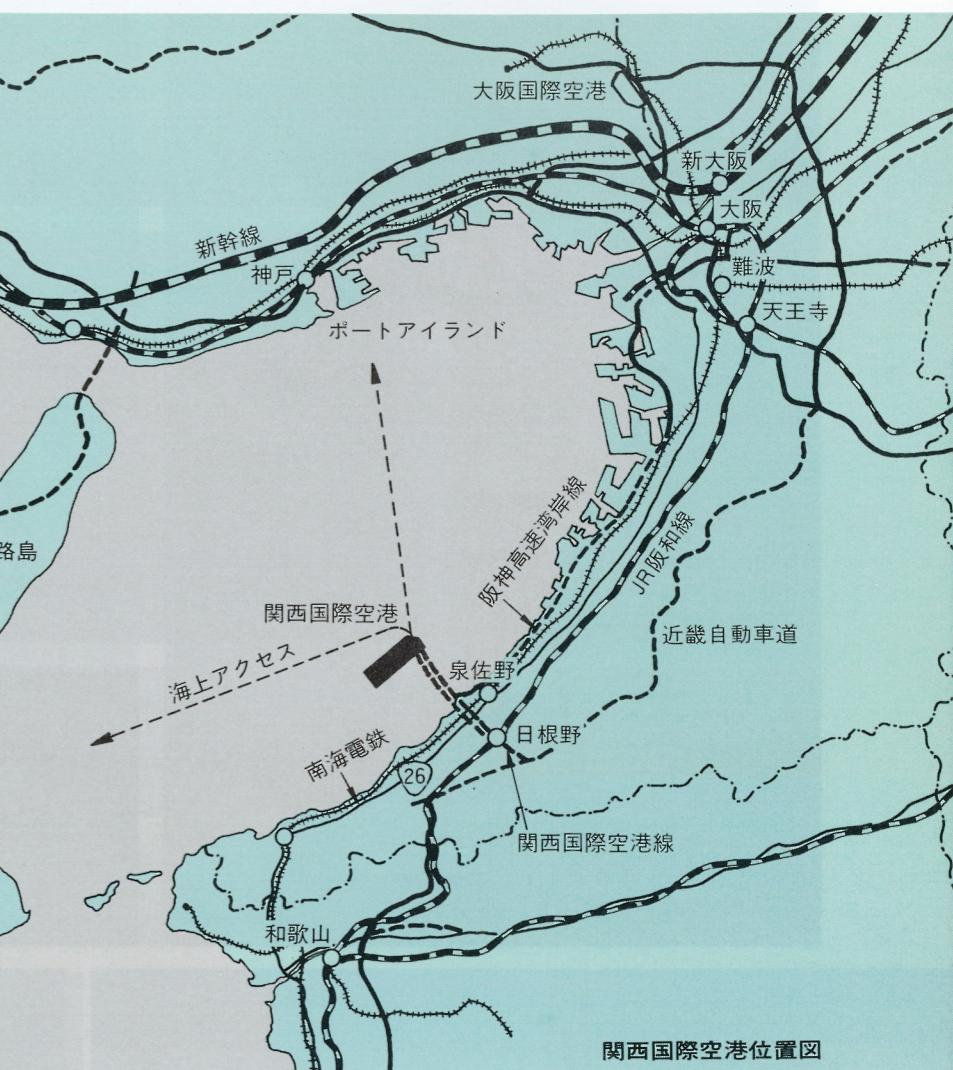
完成すれば、わが国初の24時間運用が可能な海上空港となり、関西圏の経済や文化機能の向上に大きく貢献するものと期待されている。関西国際空港は、いま、世界中から注目を集め、建設工事が急ピッチで進行中である。

動きだした 巨大プロジェクト

現在、関西の空の窓口として利用されている大阪国際空港は、航空機の離着陸回数、時間帯などが厳しく制限され、国内外からの新規乗り入れや増便へのニーズに対応できない状況である。空港周辺の著しい市街化とそれに伴う環境の変化——大阪国際空港の騒音問題は、国際交流の担い手として空港がはたす役割に、大きな障害となってきたのである。

このような既存空港の環境面、機能面における諸問題を背景に、世界でも類の無い“海上に築く新空港”という夢のような計画が具体化してきた。

しかし、水深約20mの海上を埋立て、



関西国際空港位置図

そこに精妙な空港を建設するわけだから、不同沈下などのミスは絶対許されない。昭和43年、運輸省により空港建設候補地の調査・検討が始まって以来、着工までの間には、実に多くの調査が繰り返し行われてきた。ついやされた時間は、なんと19年にもおよぶ。

そして現在、この巨大プロジェクトの一部分（空港島の護岸と連絡橋の橋脚）が、ようやく泉州沖に現われたのである。

期待される 24時間運用

関西国際空港の建設は、段階的に行われる。まず、1992年3月末の開港を目指し、現在着々と進められているのは、第1期計画である。完成すれば、空港島の面積511ha、主滑走路1本を備えたものになる。なんだ、滑走路1本だ

けなら羽田空港（滑走路2本）よりも機能は劣るのか？と思われるかもしれない。ところが関西国際空港の最大の魅力は、24時間運用の海上空港である。利用客の少ない夜間は主に航空貨物便を発着させるが、その貨物輸送量は年間約140万トンが見込まれ、この数字は現在の成田空港の約2倍に相当する。また、離着陸能力も羽田空港と同じ、年間約16万回が可能となる。24時間運用のメリットを最大限に生かすことにより、第1期計画だけでも、羽田、成田両空港に並ぶ機能を持つことになるのだ。

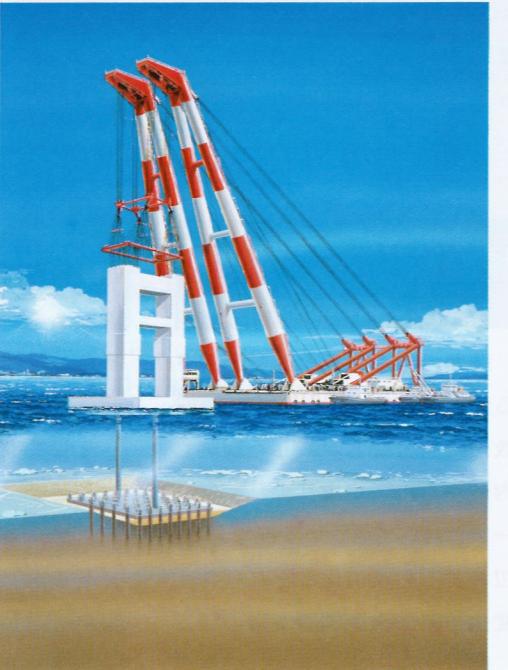
関西国際空港の最終的な全体構想は、人工島面積1,200ha、4,000mの主滑走路2本、3,400mの補助滑走路1本を備え、年間約26万回の発着能力を誇る世界有数の大空港となる。

空港島とともに、このビッグプロジ



エクトのかなめとされているのが、連絡橋の建設である。総延長3.75kmにもおよぶこの大橋梁は、空港島と陸上、大阪府泉佐野市をむすび、海上空港へのアクセス機関として重要な役割をはたすことになる。

構造は、海上中央部を上段に道路、



下段に鉄道を配した併用トラス構造、空港島および陸岸側は、道路、鉄道各々の鋼箱桁橋分離形式となる。

ここにJR阪和線、南海本線の2本の鉄道と、阪神高速湾岸道路や近畿自動車道などが乗り入れる。これら交通機関も、開港のタイミングに合わせて、

現在急ピッチで工事が進行中である。

再開発される 泉佐野市

“さあさあ、アジやシャコが安いぞ！”活気あふれるかけ声が飛びかう泉佐野漁港。大阪市内の喧騒をぬって



国道26号線を車で南下すること約1時間半、空港島と連絡橋でもすばれる、ここ泉佐野市の有名な青空市場へやって来た。市場中央の道をはさむように30軒ほどの魚屋さんが、ビシッと軒をつらねている。新鮮で格安の魚を求める客でごったがえす道を、その熱気に



泉佐野漁港



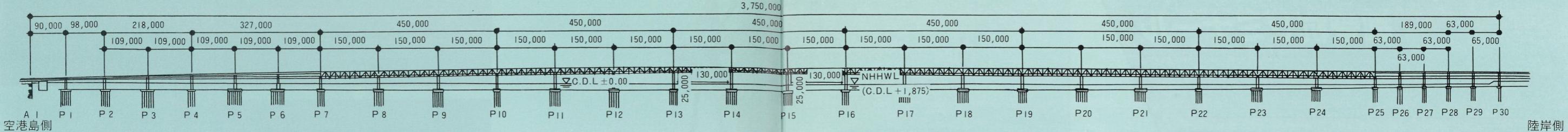
青空市場

南海本線・
泉佐野駅

りの活気。泉佐野漁港の青空市場に、商人の町として栄えてきた大阪のパワーと心意気をかい間見ることができる。

漁港をあとに、南海本線・泉佐野駅を通過して車で20~30分も走つただろうか。泉佐野市が“まち”として機能はじめた頃（平安末期～鎌倉時代）

連絡橋全体一般図



の面影を今に留める国宝、慈眼院多宝塔がひっそりとたたずんでいる。鎌倉中期文永8年（1271）に再建されたというこの塔は、一辺2.7m、高さ10.5mの小ぶりなつくりではあるが、さすがに歴史の重みを感じさせる外観である。

こんな多宝塔の静けさのなかにいると、泉佐野市が、新空港建設に伴い国際都市としてインテリジェント化される計画は、まったく別の次元のはなしであるように思えてならない。

泉佐野市再開発の主なところでは、「りんくうタウン」があげられる。空港と一体となった新しい国際臨空都市を目指し、空港対岸部の海上318.4haを埋立てて建設されるもので、空港業務施設が集中的に配置され、また、ホテルや国際会議場、多目的情報センターなども誘致される。いわばウォーターフロントの複合機能都市である。

このほか泉佐野市では、先端技術産業の研究所や大学、国際交流施設などを備えた「コスモポリタン計画」などが着々と計画・建設されている。

延長3.75kmの地盤構造を考慮して

さて、泉佐野市をあとにした取材班は、やや北にある岸和田市まで戻り、その足を高速艇に切り換えた。海風に乗ってハングライダーのように飛行するカモメたちを眺めながら30分ほど走ると、前方にうっすら“何か”が見えてきた。ん？　さらに進むと、その“何か”的正体がわかつってきた。連絡橋の橋脚である。トータル31基。そのうち、およそ10基が完成し泉佐野市から沖合まで一直線に立ち並んでいるのだ。そして空港島の護岸に近づくと、橋脚の基礎である鋼管杭を打設している、巨大な杭打ち船が見えてきた。高速艇はその周囲を迂回し、海上基地へと向う。

海上基地のヘリポートに立つと、空港島をかたちどる護岸と、泉佐野市の海岸線まで伸びている橋脚が一望でき、完成した関西国際空港の姿が容易に想像できる。

空港島の海域は、平均水深18m、海

底には厚さ約20mの軟弱な粘土層、その下には400m以上の洪積層が横たわっている。このため護岸を含む空港島海域の地盤全域に、サンドドレン工法などによる地盤改良が行われた。

一方、連絡橋であるが、こちらは陸岸から空港島まで3.75kmの海底地盤の構造を踏まえた基礎づくりが必要とされる。最上層は軟弱な沖積粘土層、その下に段丘堆積層の砂れき層、さらに洪積粘土層を主体として薄い砂層との互層が続く。地質縦断面図でもわかるように、地層構造は陸岸から沖合に向って単斜構造になっていて、各層厚は沖に行くほど厚くなっている。したがって同一の地層であっても、陸岸と沖合では約80mもの深度差がある。

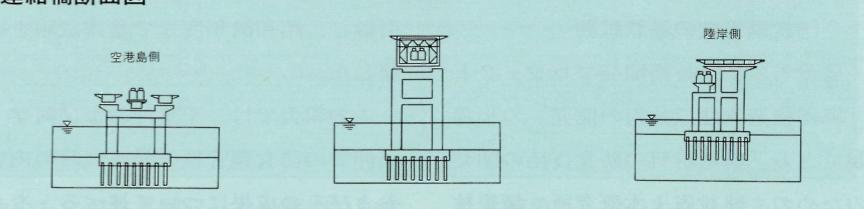
このような海底地盤の性質や、海水の流れや波浪などの海象条件、耐風性、耐震性、海上での施工性、経済性などを考慮し、比較・検討した結果、連絡橋の基礎には鋼管杭がもっとも適しているとされ、採用が決定された。

順調に進む杭打ち作業

杭基礎の選定に当っては、連絡橋を支持するための明確な支持層が橋脚位置によりかなり異っており、一連の載荷試験を実施し、支持層の薄い所や支持層が極端に深い所では摩擦杭を採用することになった。

支持杭、摩擦杭の併用とともに、連絡橋工事の特色は、何種類かの杭打ち機を使用している点である。陸岸の杭打ちは、泉佐野市の海岸沿への騒音や振動を配慮して、JASPP型防音カバー杭打ち機と、油圧パイルハンマが使用されている。取材時の打設位置は空港島に近い沖合であったため、大きな打撃力を持つディーゼルハンマが威力を発揮していた。

連絡橋断面図



打ち始めは、1回の打撃でかなりの長さが打ち込まれ、海底地盤上層部のきわめて軟弱な様子がよくわかる。杭打ちが進み、海面から突出している杭長がどんどん短くなるにつれ、1回の打撃で打ち込まれる長さも、ごくわずかになってきた。

1本の杭打ちが完了すると、すぐさま次の杭が杭打ち機にセットされていく。62年8月から開始された杭打ち作業は、こうして効率よく順調に進められてきた。杭打ちが全て完了するのは1990年末の予定。

連絡橋で使用される鋼管杭は、Φ1,500が1,246本、Φ1,000が215本の合計1,461本使用される。重量は16～25t、長さは35～55mのものが使われ、トータル重量では48,320tにもなる。

21世紀に向けてのビッグプロジェクト・関西国際空港。今度ここを訪れるときは高速艇ではなく、おそらく航空機でアッと言う間に空港島に着陸することになるだろう。その日が一日でも早く来ることを願いつつ現場をあとにした取材班であった。

西から――東から

●重防食製品の全国PRを実施

当協会では、重防食製品に関して、その詳細仕様の説明をベースにした全国PR（全国17ブロック、約300か所）を、昭和63年9月から12月にかけて実施した。

重防食製品は、鋼管杭、鋼管矢板にポリエチレン被覆およびポリウレタン被覆を施したものである。昭和58年に発売以来すでに港湾、河川などの構造物基礎の防食に、約1,000件以上の採用実績がある。今回の全国PRは、重防食製品についてさらにユーザーの便宜をはかるために実施されたものである。

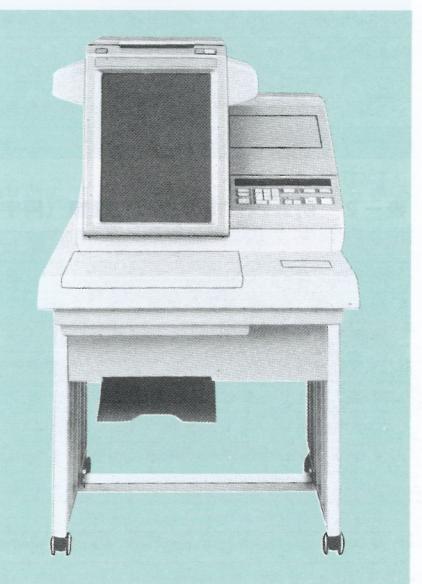
●抄録文献の電子カセットファイル化システムを構築！

当協会では、事務作業合理化の一貫として、電子カセットファイルを導入し、杭に関する文献を容易に検索できるシステムを作成した。

必要な文献を簡単にスピーディに検索できるため、手軽な情報ツールとして検索効率の向上をはかるとともに、皆さまにいつでも利用いただける体制をとっているので、お問い合わせいただきたい。

カセットファイルに収めた文献は、山海堂発行・鋼管杭協会編「杭に関する文献の抄録集」1970～1979、1980～1985の上下二巻に掲載している、杭に

関する技術論文約2,500件および学術講演会論文集約2,000件。



連絡橋地質縦断図

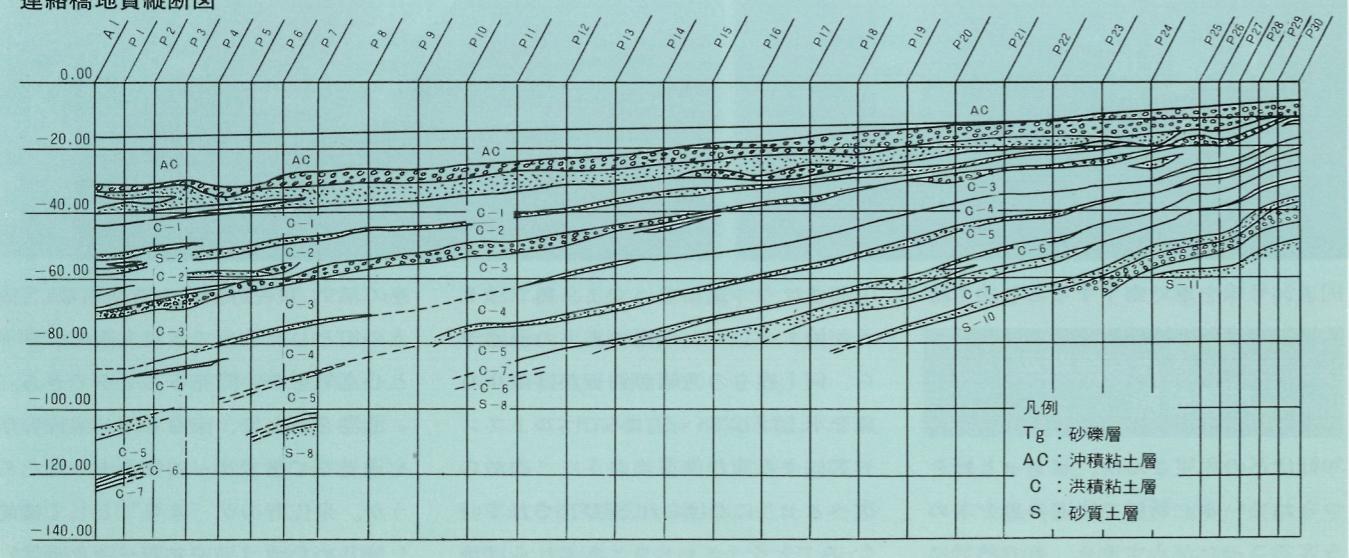


表-4 暴露試験(千葉沖11.5年間, 阿字ヶ浦沖10.5年間)に供した防食鋼管杭の性能と利用可能性

	防食被覆の種類	試験場所		耐久性		施工性		経済性			*利用可能性
		千葉沖	阿字ヶ浦沖	耐食性	耐衝撃性	初期	補修	初期コスト	メンテナンスコスト	50年間のトータルコスト	
塗装	無機ジンク(75μm)+タールエポキシ(300μm×3) 無機ジンク(75μm)+ガラスクロス補強エポキシ(300μm×3) Al溶射(100μm)+タールエポキシ(300μm×2) Al溶射(100μm)+ビニロンクロス補強エポキシ(300μm×2) Zn溶射(100μm)+タールエポキシ(300μm×2)	O O O O O	O O O O O	B下 C C C C	C B下 C B下 C	A下 B上 A下 B上 A下	B B B B B	A下 A下 B上 B上 B上	B B B B B	B C C C C	
	有機ライニング ポリエチレン(4mm) エポキシ系レジンモルタル(4mm) ポリウレタンマスチック(3mm) ポリウレタンゴム(4mm)	O O O O	O O O O	A下 C C A下	B上 B上 B上 B上	A上 B下 B下 C	B B C C	A上 B上 C C	B C C B	A C C B	
	無機ライニング スチール・ファイバー・コンクリート(50mm吹付け法, 100mm型枠法)	O		B上	B上	B下	C	B上	—	B	B
	複合防食法 セメントモルタル(47mm)+FRPカバー(3mm)		O	B上	B上	B下	C	B下	—	C	B
	金属ライニング ステンレス鋼(3mm) 耐海水鋼(6mm) Al溶射(200μm)		O O O	A上 B下 C	A C A上	— C C	— A下 B上	C — —	C — —	B C C	

鋼管杭ゼミナー

钢管杭協会における腐食・防食に関する活動

1. 千葉沖および阿字ヶ浦沖における防食钢管杭の暴露試験

建設省の総合技術開発プロジェクト

「海洋構造物建設技術の開発」の小課題である「構造材料の防食技術の開発」

のため、建設省土木研究所、钢管杭協会、(財)国土開発技術研究センター3者による共同研究が昭和48年度に開始された。研究手段としては、千葉沖(昭和50年2月設置)と阿字ヶ浦沖(昭和51年1月設置)の2箇所を暴露海域とする防食钢管杭の実地暴露試験を実施した。この3者による共同研究は、昭和51年度に終了したが、その後は建設省土木研究所と钢管杭協会の両者から成る「防食杭開発委員会」を钢管杭

1-1. 試験材(防食钢管杭)

千葉沖(川崎製鉄千葉製鉄所沖、海岸線から80mの海域)および茨城県那珂湊市阿字ヶ浦沖(土木研究所・漂砂観測用桟橋、海岸線から100~200mの海域)に打設した钢管杭に施工した防食被覆の種類を表-1、2に示す。防

钢管杭の寸法および防食範囲は図-1のとおりである。この試験は飛沫帯・干満帯に適用する防食法の開発を目的としているので、防食範囲は暴露海域の干満のレベルにあわせて、図-1のとおりとした。千葉沖の暴露試験では、杭打設後に防食钢管杭の頭部を絶縁結束して試験ステーションとした。阿字ヶ浦沖では、標砂観測用桟橋の橋脚に防食钢管杭を使用した。

表-1 防食钢管杭の被覆の種類(千葉沖)

防食被覆の種類	数量	加工担当会社
無処理	2	川崎製鉄株
ステンレス鋼(25Cr-13Ni系)ライニング(3mm)	2	新日本製鉄株
耐海水鋼(Cr-Al系)ライニング(6mm)	2	NKK
アルミ溶射(100μm)+タールエポキシ塗装(300μm×2)	2	住友金属工業株
アルミ溶射(100μm)+ビニロンクロス補強タールエポキシ塗装(300μm×2)	2	同上
アルミ溶射(200μm)	2	同上
亜鉛溶射(100μm)+タールエポキシ塗装(300μm×2)	2	同上
無機ジンクリッヂペイント塗装(75μm)+タールエポキシ塗装(300μm×3)	2	川崎製鉄株
無機ジンクリッヂペイント塗装(75μm)+ガラスクロス補強エポキシ塗装(300μm×3)	2	同上
ポリエチレン押出しライニング(4mm)(粘着剤使用)	2	新日本製鉄株
エポキシ系レジンモルタルライニング(4mm)	2	川崎製鉄株
ファイバーコンクリートライニング(型枠法: 100mm)	1	NKK
ファイバーコンクリートライニング(吹付け法: 50mm)	1	住友金属工業株
計	24	

(注) 打設時期: 昭和50年2月

表-2 防食钢管杭の被覆の種類(阿字ヶ浦沖)

防食被覆の種類	数量	加工担当会社
無処理	1	住友金属工業株
耐海水鋼(Cr-Al系)ライニング(6mm)	1	NKK
無機ジンクリッヂペイント塗装(75μm)+タールエポキシ塗装(300μm×3)	2	川崎製鉄株
アルミ溶射(100μm)+ガラスクロス補強タールエポキシ塗装(300μm×3)	2	住友金属工業株
無機ジンクリッヂペイント塗装(75μm)+ガラスクロス補強エポキシ塗装(300μm×3)	2	川崎製鉄株
エポキシ系レジンモルタルライニング(4mm)	2	同上
ポリウレタンマスチックライニング(3mm)	2	住友金属工業株
セメントモルタルライニング(47mm)+ポリエスルFRPカバー(3mm)	2	NKK
ポリウレタンゴムライニング(4mm)	2	新日本製鉄株
ポリエチレン押出しライニング(4mm)(粘着剤使用)	2	同上
計	18	

(注) 打設時期: 昭和51年1月

钢管杭に適用した防食系は、次の5種類に分類出来る(表-3)。

表-3 供試防食被覆の分類

1	塗装系: タールエポキシ塗装 (補強なし、ビニロンクロス補強) ガラスクロス補強 エポキシ塗装 (ガラスクロス補強)
2	有機ライニング系: ポリエチレンライニング、ポリウレタンマスチックライニング、ポリウレタンゴムライニング、エポキシ系レジンモルタルライニング
3	無機ライニング系: コンクリートライニング
4	複合防食系: セメントモルタル+FRPカバー
5	金属ライニング系: ステンレス鋼ライニング、耐海水鋼ライニング、アルミニウム溶射

(注) 塗装系と有機ライニング系の区分は膜厚の大小による。すなわち膜厚が1mmより小さいものは塗装系、大きいものは有機ライニング系に区分した。

1-2. 耐食性評価方法

防食被覆の耐食性評価は、目視観察を中心とする防食被覆の経年劣化調査により行った。12年近い暴露期間を経

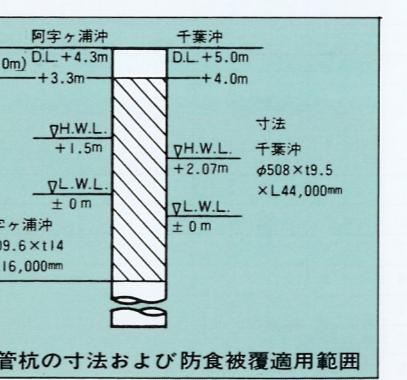


図-1
防食钢管杭の寸法および防食被覆適用範囲

たのちに引抜き回収した千葉沖の防食钢管杭については、破壊試験によりその耐食性評価を行った。

(1) 目視観察

防食被覆の劣化や損傷を毎年同じ時期に観察し、記入した。海中部の観察はダイバーによって行った。

(2) 計測機器による測定

計器による測定で防食被覆の耐食性を評価する方法としては、防食被覆の膜厚、ピンホール、電気抵抗、インピーダンス、自然電位の測定などが考えられる。このうちの自然電位の測定は、金属ライニング系を中心に毎年実施した。自然電位の測定以外については引抜き回収した千葉沖の防食钢管杭について実施した。

(3) 部分補修

钢管杭の防食被覆は、防食施工期間、打込み打設期間、暴露期間、それぞれに損傷を受ける可能性がある。これら

の損傷部分を起点とする防食被覆の劣化の広がりは、とくに塗装系を対象とするとき、防食性の評価を左右する重要な因子である。そこで、特定の試験材については、海上における防食被覆の人工剥離および補修を行い、その部分の劣化状況の経年観察を実施した。

1-3. 試験結果

(1) 試験結果のまとめ

表-4の耐食性の欄は、試験最終年度における防食钢管杭の目視観察結果をまとめたものである。表-4から得ら

れる結論は、次のとおりである。

① 飛沫帶・干満帶に適用したとき、最も耐食性にすぐれている防食被覆は、ステンレス鋼ライニングとポリエチレンライニングの2種類であった。これらの防食被覆あるいはこれらに相当する耐食性を有する防食被覆以外は飛沫帶・干満帶に適用すべきメンテナンスフリーの防食法としてリコマンドしたい。

② 飛沫帶・干満帶に塗装系を適用しても長期の耐食性は期待できない。塗装系における塗膜劣化の進行には、下塗り塗膜の影響が大きかった。最も成績のよかつた下塗り塗膜は、無機ジンクリッヂペイントであった。

③ 暴露海域の違いによる耐食性の差異は、その防食被覆の耐食性の相対的順位を変えるほどではなかった。

ステンレス鋼ライニングやポリエチレンライニングの耐食性が優れている理由としては、その環境遮断性能もさることながら、物理的損傷に強い点を指摘する必要がある。その点で対照的なのが塗装系である。いかに環境遮断性能が優れていても、一度損傷を受けると、その塗膜はもはや鋼材を防食しない。また、現状の技術水準で見るかぎり、海上での塗膜損傷の補修技術は、コストや作業性の点で多くの問題を抱えている。したがって、塗装は飛沫帶・

干満帶の長期防食系にはリコメンドしがたい。

とはいって、塗装系には施工性の良さや、色彩のあざやかさ等他の防食法には見られない特長がある。長期防食に塗装系を適用するには、これらの特長を活用すると同時に簡便で信頼性の高い現地補修技術を開発し、総合防食システムにして取組む必要がある。

干満帶・海中部にステンレス鋼ライニングを適用するときには電気防食の併用を必要とする。よく知られているように、ステンレス鋼は海水中で孔食やすき間腐食を起こすことがある。すき間腐食の原因となる溶接などの構造上のすき間や海中生物付着部などの自然に生じるすき間の両方を完全にとりのぞくことは困難である。このすき間腐食を防ぐには、電気防食が有効である。すなわち、すき間腐食発生電位より卑な電位にそのステンレス鋼が保持されればよい。今回の暴露試験では電気防食を施さないにもかかわらず、ステンレス鋼にすき間腐食が発生しなかった。これは被覆がない部分の鋼管杭が犠牲陽極として作用し、ステンレス鋼は自然に電気防食されていたからである。

ステンレス鋼ライニングの実使用にあたっては、無被覆部の鋼管杭を犠牲陽極として用いるわけには行かないでの、Al流電陽極などで電気防食する必要がある。

表-5 暴露試験材明細および撤去予定

No.	素材鋼種	素材の形状・寸法	防食被覆の種類	フィリピン				シンガポール				
				撤去予定(経過年数)	総本数	撤去予定(経過年数)	総本数	3	5	7	10	
1	SGP	STPG38	鋼管 100A×8.6t×5,500mm	無処理(黒皮材)	1	1	1	1	4	1	1	1
2			電気防食(Al流電陽極)		1	1	2		1	1	1	2
3		SGP	鋼管	無機ジンクリッヂペイント(75μm)+タールエボキシ(300μm×3)		1	1	2		1	1	2
4			フィリピン100A×4.5t×3,500mm	無機ジンクリッヂペイント(75μm)+エボキシ(200μm×3)		1	1	2		1	1	2
5			シンガポール100A×4.5t×5,500mm	タールエボキシ(300μm×2)		1		1		1		1
6			ガラスフレーク入りポリエチレン(1.4mm)		1	1	2		1	1		1
7			ガラスフレーク入りエボキシ(2.0mm)		1	1	2		1	1		1
8			低密度ポリエチレン(3mm)		1	1	2		1	1		1
9			[接着剤変性ポリエチレン(0.3mm)]		1	1	2		1	1		1
10			ペトロラタムテープ(2mm)+FRPカバー(3mm)		1	1	2		1	1		1
11	SS41	L形鋼 170×100 耐海水鋼 ×8-10t×4,500mm	モネル(3mm)		1	1	1	3				
12			無処理(プラスチック)		4	4	4	12				
13	SS41	H形鋼 150×150 ×7-17t×5,500mm	無処理(プラスチック)		1	1	1	3				
14	SY30	鋼矢板 8,500mm	無処理(プラスチック)		2	2	2	6				
			合 計	9	3	15	17	44	1	2	4	7
												14

ある。

1-4. おわりに

実海域での暴露試験は、費用もかかるところながら、長年月を要する。このような大掛かりな暴露試験を行う機会は今後も少ないと想われる。この意味から、貴重な財産としてこの暴露データを、今後長く活用して行きたい。

2. 热帯域(フィリピンおよびシンガポール)における鋼材の暴露試験

東南アジア地域における鋼材の需要拡大のためには、熱帯地域における鋼材の腐食状況の把握および防食対策の確立が必要である。そこで当協会の防食钢管杭分科会では昭和56年度に研究計画を策定して試験場所の選定調査を開始し、昭和58年1月からフィリピン・ミンダナオ島およびシンガポールにおいて海洋暴露試験を開始した。ミンダナオ島は典型的な熱帯海域であるので、試験データに広域性があり、シンガポールは熱帯地域で臨海工業地帯という特徴をあわせ有する点が場所選定の理由である。



写真1. フィリピン暴露試験状況

3-1. 試験材

暴露試験材の明細および撤去予定を表-5に示す。

2-2. 試験場所

フィリピンではミンダナオ島カガヤン・デ・オロのPhilippine Sinter Corp.構内の護岸前面、シンガポールでは、Juron Shipyard Ltd.構内のNo.2 Dry Dock西方のドルフィン前面に暴露用架台を設置し、それに試験材を取りつけた。暴露試験状況を写真1、2に示す。

2-3. 暴露環境

暴露環境は海上大気部、飛沫帶、干満帶、海中部の4ゾーンであり、そのほか一部の試験材については海底土中部にも暴露した。試験場所の水質は日本近海のそれと大差のない清浄海水であり、水温は約28~29°Cと日本近海よりもかなり高い。

2-4. 調査項目および試験

調査項目は、試験材の外観調査、自然電位・防食被覆の絶縁抵抗・膜厚の測定、引抜きによる評価調査(日本に持帰り)、防食被覆の付着力・生物付着・



写真2. シンガポール暴露試験状況

局部腐食調査など)の引抜き調査は、防食被覆の劣化が予想より小さいため、当初の予定を変更して表-5に示すとおりとした。

試験期間は10年間を予定しており、現在までに5年目の調査を行った。今後の調査は7年目(1990年)と10年目(1993年)の予定である。

2-5. 試験結果(3, 5年目)

2-5-1 フィリピン、シンガポール共通
(1) 普通鋼の腐食量は、日本での値よりもかなり大きかった。干満帶上部から飛沫帶にかけて厚いさび層が形成し、そのさび層にはクラックが多数発生していた。また試験材上端部の飛沫帶では、さび層が一部剥離していた。

(2) 防食被覆系では、5年目の観察で一部の塗装系試験材にチョーキングが見られた以外に異常は認められなかった。

(3) 生物付着は比較的少なく、小さなフジツボ、カキなどが少量観察されたのみであった。日本でよく見られるイガイの存在はほとんど確認できなかった。

2-5-2 フィリピン



図2. 暴露試験場所

(1) 干満帶上部から飛沫帶にかけて突起状のさびこぶが多く発生していた。干満帶中央部では、さびこぶはあまり見られなかった。

(2) 海中部では、日本では見られない白色の付着物が見られた。

(3) モネルには緑色の腐食生成物が点在していた。

(4) 海水の透明度は高かった。

2-5-3 シンガポール

(1) 小さなフジツボが付着していたが、その量は日本と比べて少なかった。また海中部には、粘土質の付着物が認められた。

(2) 3年目の引上げ調査で普通鋼钢管材(STPG38)のL.W.L付近の1箇所に大きな貫通孔が見られた。5年目の試験材にも同様な部位の数箇所に貫通孔が見られた。日本では通常見られない局部腐食速度である。

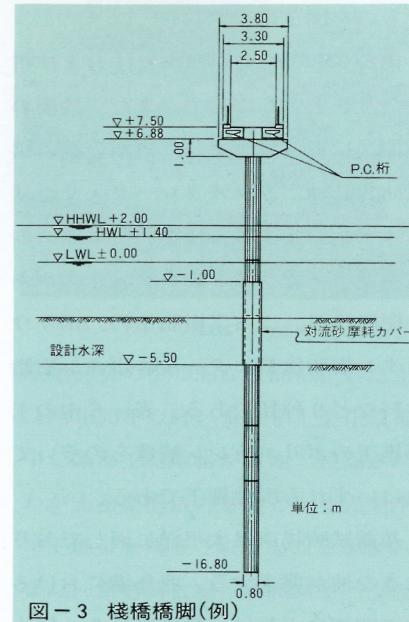
(3) 海水は緑白色をおび、透明であった。

3. 波崎沖における防食钢管杭の暴露試験

運輸省港湾技術研究所、(財)沿岸開発技術研究センターおよび钢管杭協会は海洋環境における鋼構造物の防食技術の向上のため、「钢管杭の防食法に関する研究」を波崎沖で行っている。この共同研究は全体が10年計画で策定され、昭和59年度に開始されている。

表-6 棧橋橋脚钢管杭の供試防食法および担当会社

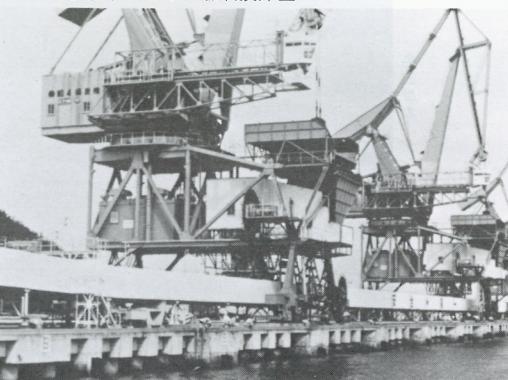
供 試 防 食 法	担 当 会 社	数 量
防食シート接着 ライニング工法	大日本塗料株	2
メロックスラリー重防食工法	昭和シェル石油株	2
水中硬化型樹脂ライニング工法	株井上商会	1
一体成形防食工法(B法)	日鉄防蝕株	1
水中硬化型塗料防食工法	日鉄防蝕株	1
水中硬化型樹脂ライニング工法(A法, B法, C法)	三井造船株	3
ペトロラタム/FRPカバー防食法(PTC-N法)	中川防蝕工業株	2
ペトロラタム/PEカバー防食法(PE工法)	日本防蝕工業株	2
水中硬化型樹脂ライニング工法	大日本塗料株	1
GRC補強カバー工法	石川島建工業株	1
水中硬化型樹脂ライニング工法	関西ペイント株	1
セメントモルタル/FRPカバー工法	株ブリヂストン	1
防食テープ/FRPカバー工法	株ブリヂストン	1
流電陽極法・ペトロラタム防食法併用	中川防蝕工業株	1
流電陽極法	中川防蝕工業株, 日本防蝕工業株	3
一体成形防食工法(A法)	日鉄防蝕株	2
極厚マスチック防食法(型枠注型法)	日本防蝕工業株	2
鉄筋コンクリート被覆工法(CRUS工法)	吉川海事興業株	1
ポリエチレン被覆法	钢管杭協会(钢管杭メーカー5社)	5



茨城県鹿島郡波崎町(図2)の鹿島灘海岸に港湾技術研究所の施設として建設された全長427mの波崎海洋研究施設・碎波帶総合観測用桟橋(写真3)の橋脚(钢管杭)33本および観測室の下の钢管杭12本に各種防食法を施工し、その耐久性、防食性の観察調査を毎年実施している。また適時、防食被覆の剥離調査を行っている。钢管杭協会のメンバーとしては钢管杭メーカー5社のほかに、防食会社、塗料会社、建設会社などが参画し、それぞれの得意工法あるいは新規開発工法を供試している。桟橋橋脚は钢管杭がそのまま立ち上がった形になっている。その代表的な



写真3. 碎波帶総合観測用桟橋



なものを図3に示す。

橋脚(鋼管杭)の供試防食法および担当会社を表-6に示す。また、桟橋の陸側端にある観測室の下の鋼管杭の供試防食法は、ガラスフレーク入りポリエスチル樹脂塗料、超厚膜型エポキシ樹脂塗料、ガラスフレーク入りエポキシ樹脂塗料、ふつ素樹脂塗料、ポリウレタン樹脂塗料、タルエポキシ樹脂塗料など9種類である。表-6中の工場施工のポリエチレン被覆をのぞいて他はいずれも現地施工である。

暴露試験場所は太平洋に面しており、大きな波が襲来する。鹿島港における波高観測によれば、最高波高5m以上の大波が1年間に15回前後記録されている。また海底は遠浅のため、桟橋の名称からもわかるように、常に碎波が発生しており、試験鋼管杭には強い波力が作用している。したがって湾内などに比べて防食法にとって非常に厳しい環境である。また、防食法を現地で施工する場合、この自然環境のため良好な作業環境を得ることが困難であり、不利な条件となっている。逆にいえば、外洋における防食法の確立を目指すためには最適な試験場所であると言えよう。

本研究により防食性能が高く耐久性の優れた防食法が確立されることが期待される。

4. 海洋鋼構造物の防食指針・同解説(案)

海洋鋼構造物にとって、飛沫帶・干満帶は海洋環境のなかで最も腐食が厳しい部位である。また、飛沫帶・干満帶では防食被覆の劣化・損傷が激しくかつ劣化・損傷部の補修・更新も非常に難しい。さらに、海中部では非常に有効な電気防食も飛沫帶・干満帶では必ずしも有効ではない。このようなことから、海洋鋼構造物では飛沫帶・干満帶における防食が大きな問題となる。

このため、建設省では、当協会との共同研究により、飛沫帶・干満帶にお

表-7 海洋鋼構造物の防食指針・同解説(案)(飛沫帶・干満帶編)の内容

まえがき
第1章 適用範囲
第2章 防食設計
2.1 防食設計の考え方
2.2 防食法の選択
2.3 防食仕様の選択
第3章 防食法
3.1 塗装
3.1.1 推奨塗装系
3.1.2 塗装の補修
3.2 有機ライニング
3.2.1 推奨有機ライニング
3.2.2 有機ライニングの補修
3.3 コンクリートライニング
3.4 複合防食法
3.5 耐食性金属被覆
3.6 防食仕様の信頼性に関する評価
第4章 施工
4.1 素地調整
4.2 防食被覆の施工
4.3 組立て・運搬時の損傷防止
第5章 維持・補修
5.1 維持管理
5.2 補修

表-8 重防食鋼管杭・鋼管矢板製品仕様書の内容

はじめに
第1章 総則
1.1 適用範囲
1.2 定義
第2章 使用材料
2.1 鋼管杭および鋼管矢板
2.2 重防食被覆材料
第3章 製造方法
3.1 ポリエチレン被覆
3.2 ウレタンエラストマー被覆
第4章 外観、寸法および寸法許容差
4.1 外観
4.2 被覆層の厚さおよび寸法許容差
4.3 被覆範囲および寸法許容差
4.4 鋼管矢板の縫手周辺の被覆範囲および被覆厚さ
第5章 檢査
5.1 檢査一般
5.2 材料検査
5.3 製品検査
第6章 表示
第7章 運搬
第8章 提出書類

表-9 重防食鋼矢板製品仕様書の内容

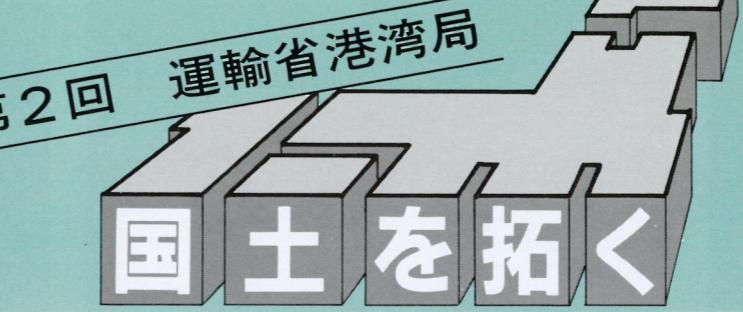
はじめに
第1章 総則
1.1 適用範囲
1.2 定義
第2章 使用材料
2.1 鋼矢板
2.2 重防食被覆材料
第3章 製造方法
3.1 ポリエチレン被覆
3.2 ウレタンエラストマー被覆
第4章 外観、寸法および寸法許容差
4.1 外観
4.2 被覆層の厚さおよび寸法許容差
4.3 被覆範囲および寸法許容差
4.4 縫手周辺の被覆範囲および寸法許容差
第5章 檢査
5.1 檢査一般
5.2 材料検査
5.3 製品検査
第6章 提出書類

ける海洋鋼構造物の防食に関する文献調査ならびに防食鋼管杭・試験片の大規模な実地暴露試験を行い、得られた成果を昭和51年に防食指針・同解説として取りまとめた。その後、防食材料および施工に関する技術的進歩は著しく、また、前述の実地暴露試験における11年目の結果も得られたので、当協会の防食鋼管杭委員会では、それらを取り入れて先に作成した防食指針の見直しを行い、本指針(案)を作成した。なお、本指針(案)は現在建設省にて検討中である。

この指針(案)の内容は表-7に示すとおりである。本指針(案)の特徴は、各種項目に関する記述が新たな知見にもとづきなされていることおよび防食仕様選択のための手法を提案していることなどである。

多くのユーザーから、共通の製品仕様書を作らないかとの呼びかけがあり、その要望に応じて当協会の技術サービスB委員会の業務として、各社に共通し、しかもすぐれた性能を保証する仕様書のまとめを行った。成果は「重防食鋼管杭・鋼管矢板製品仕様書」として昭和63年2月に発行された。内容は表-8に示すとおりである。

重防食鋼矢板については、鋼矢板技術研究委員会が「重防食鋼矢板製品仕様書」を作成し、昭和63年3月に発行した。内容は表-9に示すとおりである。



進化する水際

ウォーターフロント。簡単にいえば「水辺の空間」だが、特に都市臨海部においては「人工域と自然域との融合地域」といえる。水際線をはさみ、水域の豊さや潤い、陸域の活発さを併せもった空間だ。

海に囲まれているわが国は、国土面積37.8万km²に対して、200カイリ経済水域の面積は約451万km²と12倍もあり、両方合わせた面積は世界で10番目の規模になる。さらに国土面積あたりの海岸線延長は0.091km/km²とデンマークについて長い。まさにわが国は、ウォーターフロントの宝庫だといえよう。

この「水辺の空間」はこれまで、物流・工業生産の場として、わが国の高度成長を支えるため活用してきた。

しかし、今、物流革新、産業構造の変化、国際化、情報化などに対応した都市空間需要の増加、価値観やライフスタイルの変化といった時代の流れに伴なって、ウォーターフロントの空間利用の再構築が必要となってきた。

現在、横浜みなとみらい21や幕張メッセ、関西国際空港、さらに神戸ポートアイランドを代表とする沖合人工島など、ウォーターフロントの総合的な利

用をめざして、各地でさまざまな展開をみせている。これらがそれぞれ完成すれば、物流・産業・生活が互いに連携しながら、より高度な機能を発揮できる総合的な活動空間となるのだ。

これらウォーターフロント事業を手掛けているのが、運輸省港湾局である。

物流と生活の場、ウォーターフロント

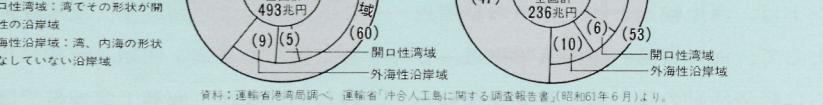
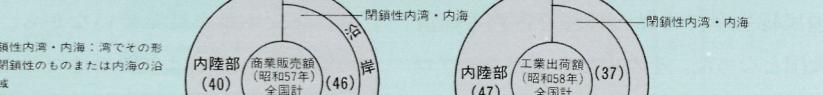
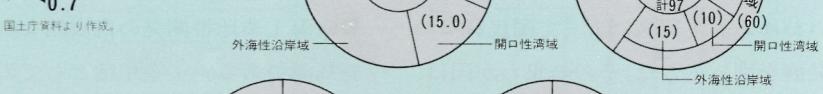
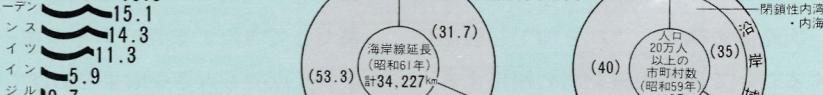
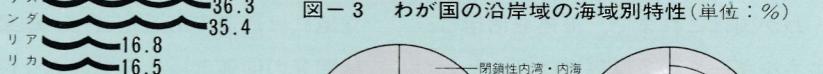
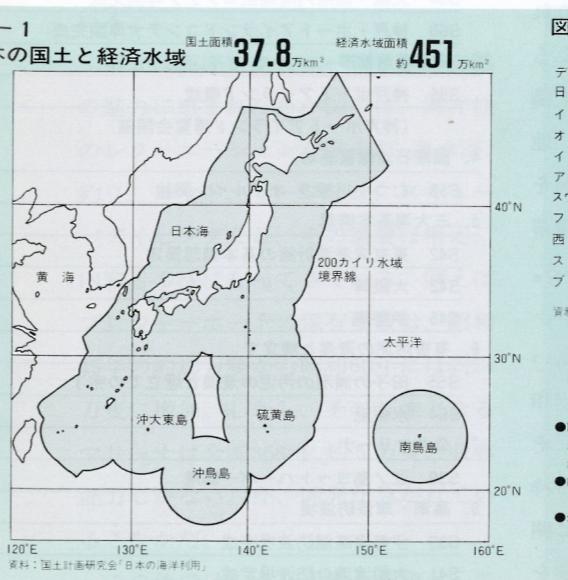
ウォーターフロントの歴史を振り返ってみると、私たちは太古の昔より海とは深いかかわりあいをもっていた。いつの時もその時代を反映し、わが国経済や地域社会の発展、そして私たちの生活向上に重要な役割を果たしてきた。

しかし、今、物流革新、産業構造の変化、国際化、情報化などに対応した都市空間需要の増加、価値観やライフスタイルの変化といった時代の流れに伴なって、ウォーターフロントの空間利用の再構築が必要となってきた。

海運以外に有効な輸送手段のなかた時代では、港は輸送・交流の拠点として、経済社会活動の多くの部分を担ってきた。現在、わが国を代表する都市の多くは、こうした港町、ウォーターフロントから発展していった。

しかしその反面、海洋汚染など公害問題への対応が深刻化し、自然環境保全への市民運動が高まった。

昭和50年代以降、わが国は高度成長期から安定成長期への変換をむかえ、



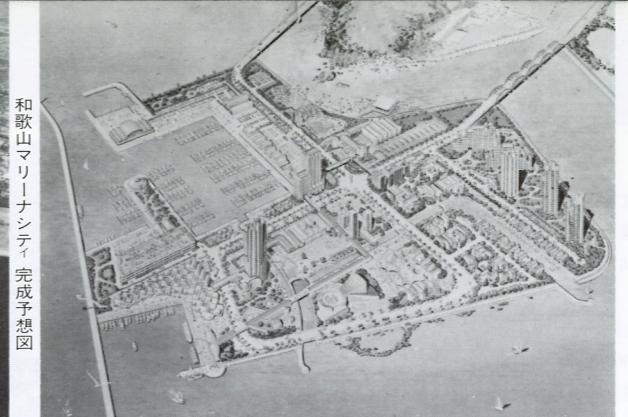
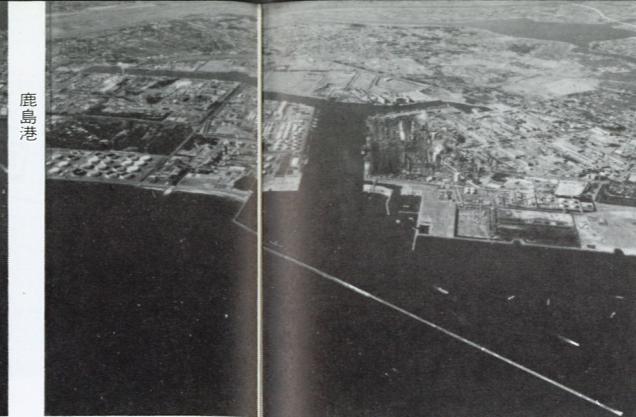
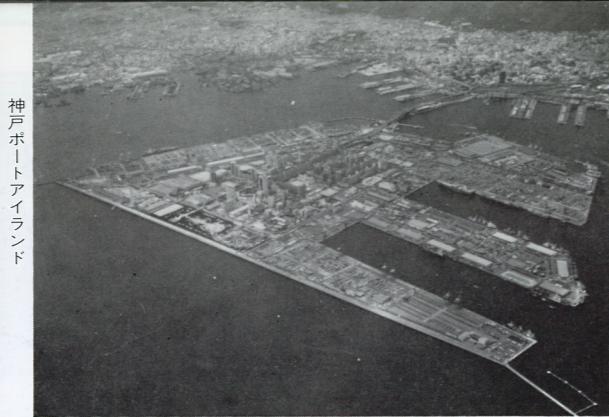
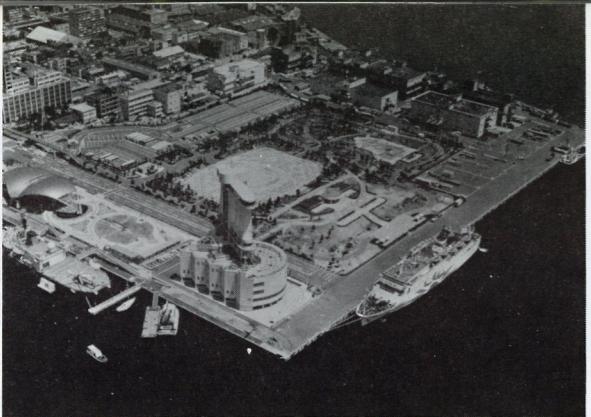


表-1 戦後のウォーターフロントの歴史

	昭和20年代	昭和30年代	昭和40年代	昭和50年代以降
時代の背景	戦後復興期 <ul style="list-style-type: none"> 鉄鋼、石炭などの基礎産業の復興(傾斜生産方法) 食料の確保 	高度成長期(I) <ul style="list-style-type: none"> 輸出・競争力の強化 産業構造の重化学工業化(太平洋ベルト地帯構想) 地域開発(拠点開発) 	高度成長期(II) <ul style="list-style-type: none"> 先進国へのキャッチアップ 地域格差の是正への取組み(大規模プロジェクト) 社会的なひずみの顕在化(公害・過疎・過密) 石油危機 	安定的成長期 <ul style="list-style-type: none"> 高度成長から安定成長 国際化社会 価値観の多様化 定住構想への取組み 200カイリ問題
ウォーターフロント形成に関するでき事	<ul style="list-style-type: none"> ウォーターフロントの利用は低調 港湾施設の復旧・整備(主要港湾の接收解除・港湾法の制定) 食料増産のための大規模な干拓事業の実施 台風による高潮、津波による被害多発 	<ul style="list-style-type: none"> 三大湾における大規模埋立工業地の造成、石油化学コンビナートの建設 地域開発の核の形成(新産業都市、工業整備特別地域の整備) 海岸災害に対する施設整備の促進 (伊勢湾台風(昭和34年)、チリ地震津波(昭和35年)) 養殖(ノリ、カキ、真珠)の開始 	<ul style="list-style-type: none"> 物流合理化へ対応した施設整備 (外貿コンテナ埠頭、物資別専用埠頭、フェリー埠頭、大水深岸壁) 大規模工業基地の建設(苫小牧、むつ小川原) 積極的な埋立地造成(約300km²、工業用地率約65%) 公害問題の発生(赤潮の発生、海洋汚染) つくり育てる漁業の増加(200カイリ水域への対応) 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー備蓄港湾の整備 都市の発展を支える施設用地の需要増大 (廃棄物処理用地、公園・緑地、工場移転用地) 港湾再開発の動き 海洋性レクリエーション需要の増大(マリーナ、人工海浜などの整備) つくり育てる漁業の増加(200カイリ水域への対応)

2度のオイルショックの教訓より資源・エネルギーの制約の強化など、わが国の経済社会に大きな変化が生まれた。

エネルギー安定供給のための備蓄基地の建設、都市発展に必要な空間の供給、高まるマリンスポーツにむけての海浜整備、200カイリ漁業専管水域に対応した“つくり育てる”漁業など、ウォーターフロント開発へのニーズが高まってきた。

ウォーターフロントの空間形成

わが国はこれまで、海運を活用し、エネルギーや工業原料をはじめとした一次産品を輸入。これを加工し製品化することで付加価値を高め輸出する、いわゆる加工貿易によって国民経済の発展を図ってきた。その結果わが国は、国民総生産で世界の10%を占める経済大国となった。その中でウォーターフロントは、海上輸送と陸上輸送の結節点として、海外貿易、国内貨物輸送、さらに経済活動の場として重要な役割を果してきた。

果たしてきた。

このような時代の流れを背景に、運輸省港湾局(以下、港湾局とする)では、さまざまな事業を各地で展開している。その概要を、ウォーターフロントの利用状況とともに紹介しよう。

まず第1に臨海工業地帯の整備である。わが国の工業生産のメインはウォーターフロントで行われており、全国工業出荷額の53%を占めている。これは埋立による用地の確保、船舶による大量で低廉な輸送が可能なため、工場立地には最適であるからだ。結果、地域開発の促進という面で大きな役割を果たしてきた。また、エネルギー備蓄という点でも大きな成果をあげている。

臨海工業地帯開発の代表的な例が、鹿島灘である。工業用地としての高いポテンシャルを持っていながら、昭和30年代前半までは未開の地だった。そこで港湾局は昭和38年、土木技術の粋を結集した事業を開始、昭和44年に開港した。現在、鹿島工業地帯では港を

中心にした3,000haの工業用地に、70社の工場が活発な生産活動を行っており、鹿島地域の人口も18万人から25万

表-2 港湾に関する主な出来事

1. 大規模工業基地
S38 苫小牧港開港
S44 鹿島港開港
2. 外貿コンテナ
S49 横浜本牧A突堤完成
S50 東京・大井コンテナ埠頭完成
S54 大阪・南港内陸地区コンテナ埠頭完成
S60 神戸・ポートアイランドコンテナ埠頭完成
3. 海上港湾都市
S56 神戸ポートアイランド概成 (神戸ポートアイランド博覧会開催)
4. 国家石油備蓄基地
S58 むつ小川原港 オイルイン開始
5. 三大湾基本構想
S42 東京湾港湾計画の基本構想策定
S42 大阪湾 //
S45 伊勢湾 //
6. 有害汚泥の浚渫と埋立て
S55 田子の浦港の汚泥の浚渫と埋立ての完了
S64 水俣港 //
7. 公共マリーナ
S39 江ノ島ヨットハーバー開港
8. 高潮・津波防波堤
S39 伊勢湾高潮防波堤完成
S41 大船渡港防波堤完成

人へと増大した。

第2は都市活動、ますます深刻化する土地需要の問題に対して、新たな空間を提供し都市活動を支えているのが、埋立地である。住宅・公園・下水処理施設、あるいは工場用地・廃棄物処理施設などさまざまな用途に利用されている。

そして今、未来に向け最も期待がかけられているのが、沖合人工島だ。代表的な例は、神戸港ポートアイランド。神戸市は世界有数の国際港都であるが、平地が少なく、背後には山地がせまっている。そのため海面の埋立地へ伸びていかざるを得ない状況にある。このような状況の中、昭和41年の着工から15年の歳月と5,300億円の巨費を投じ完成したのが、面積436ha、世界最大規模の人工島ポートアイランドである。現在はコンテナバース・倉庫などの港湾施設で構成されるポートエリア他、インターナショナルスクエア、約2万人が住む住宅・学校などのコミュニティスクエア、と多様な空間を形成している。

第3は海洋レクリエーション。自然の魅力に恵まれたわが国では、海洋性的レクリエーションが盛んだ。海水浴、釣り、ヨット、サーフィン、スキー、バダイビングなど、その需要は増え、内容も多様になってきている。例えばプレジャーボートの保有隻数は、昭和45年の約13万隻から昭和60年には約24万隻に増加。しかし、その基地となるマリーナは全国368港、約5万隻の収容能力しかない。今、開発が急がれています。

その他では、水産活動の基地として

私たちの豊かな食生活を支えたり、自然の脅威に備え、津波防波堤、高潮防波堤、海岸堤防などを築き、私たちの生活に大きく貢献している。

変わりつつある

ウォーターフロントのあり方

「内需拡大」が進む今日、ウォーターフロントをとりまく経済社会もまた、歴史的な転換期をむかえている。

社会資本の整備においては、質の高い施設の整備、老朽化した施設の再開発、自然環境の保全と改良、そして民間活力の導入が求められている。

産業分野においては、通商摩擦、円高、NIESの伸長に影響を受け転換が進んでおり、工業面でも重厚長大型か

ら先端産業へ重点が移り、立地条件にも変化が発生してきている。

それらと同様に物流構造では、陸・空輸送との連携、物流活動の高度化のための新たな機能集積が必要となっている。

また、産業構造の高度化とともに都市化が進み、私たちの価値観は多様化・高質化してきた。レクリエーションや自然との接触の場を、ウォーターフロントにおいて求めようとする姿勢が高くなっている。再開発を通して再びにぎわいを取り戻すことができれば、インナーシティの問題も解決できるだろう。

このような状況の中、これからのウォーターフロントを形成するために、物流・産業・生活のより充実した空間形成を重点的に進める必要がある。そのため港湾局では、今後のウォーターフロント整備に対する基本的目標を設定。これを達成するための主要な施策をとりまとめるとともに、施策推進上、必要となるパラダイム(制度)を明らかにしている。

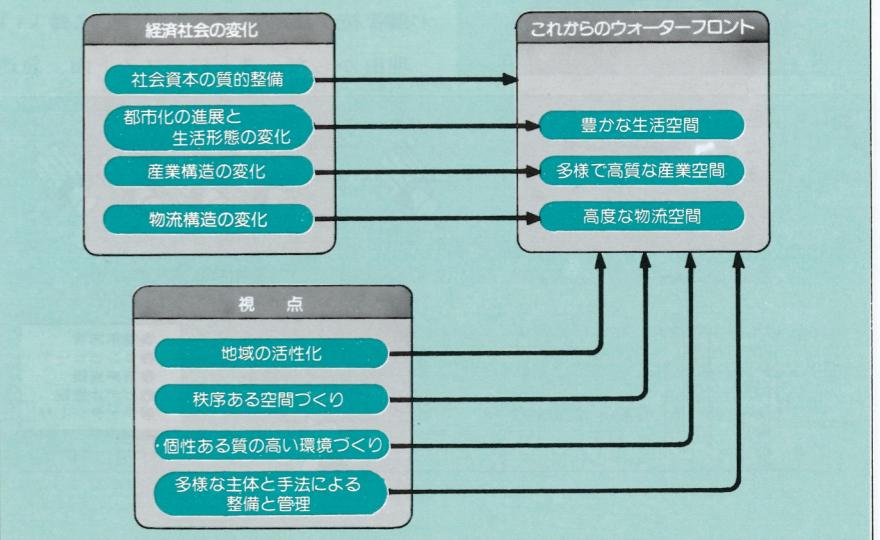
基本目標と主要な施策 新たなウォーターフロントに向けて

目標の1つは、「総合的な港湾の創造」である。これは物流、産業に係る多様な機能を導入とそれらの高度化、高質化を、そして生活に係る諸機能を積極的に整備し、物流・産業・生活の3空



大阪南港外貿コンテナ埠頭

図-4 ウォーターフロント利用の考え方



間が調和し互いに連携することで、より高度な機能を発揮できる、総合的なウォーターフロントの形成をめざしている。

2つ目は、港湾相互のネットワーキングの推進。大都市依存の地域構造から、地域相互の連携を強化する構造へ。海上交通網ばかりでなく、空・陸の交通を通じ、相互の連携を強化。複数の港湾が共同で機能することで、その効果を高めるような港湾相互のネットワーキングを推進する。

これら基本目標を達成するために、高度な物流空間の形成、多様で高質な産業空間の形成、豊かな生活空間の形成の3つの施策がとりまとめられている。「高度な物流空間の形成」では、港湾相互のネットワーキングを図りつつ、港湾における物流機能の高度化が強力に進められている。

次に「多様で高質な産業空間の形成」では、地球的規模の高度情報都市づくりをめざし、テレポートの構想も生まれた。

そして、「豊かな生活空間の形成」で

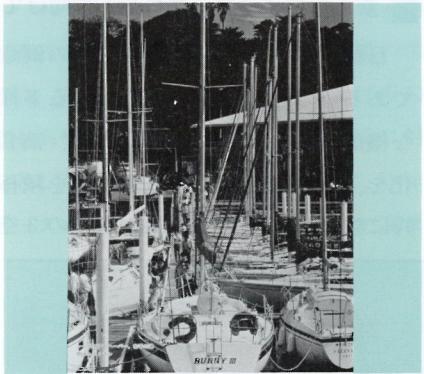
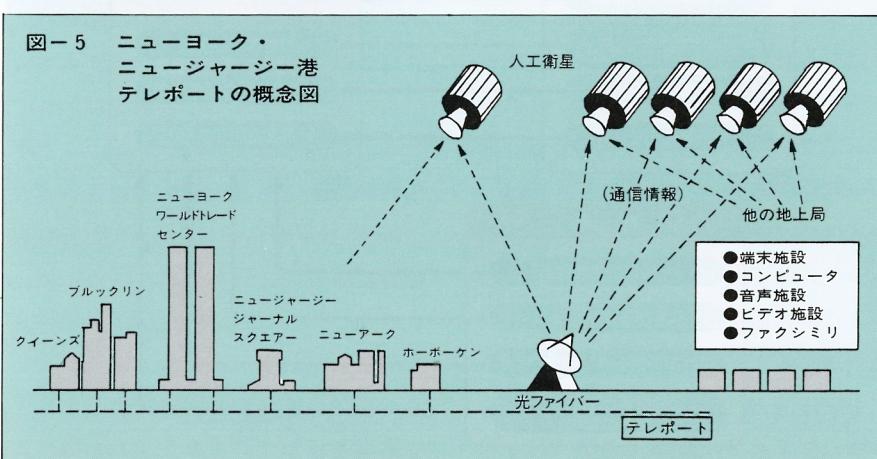
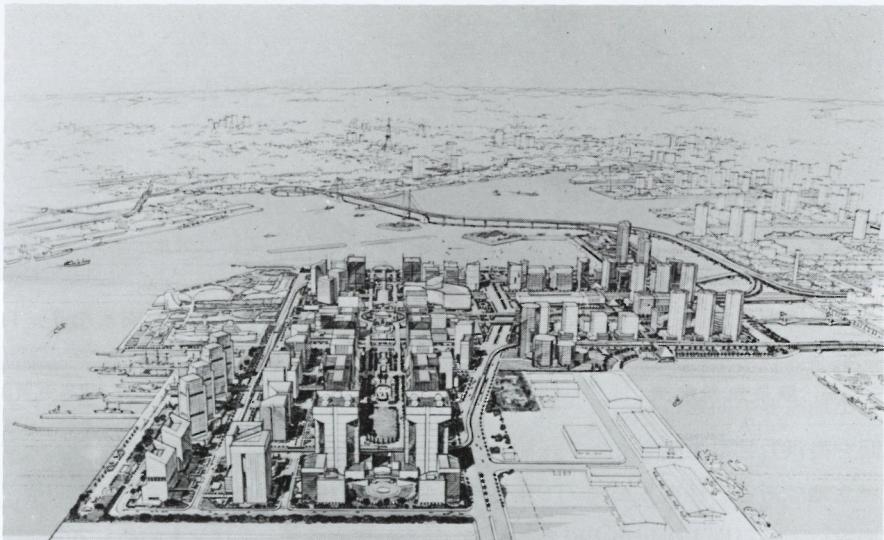


図-5 ニューヨーク・ニュージャージー港テレポートの概念図



東京臨海部副都心 完成予想図



は、アメニティの向上、レクリエーション基地の整備や災害対策などの施策が行なわれている。

さらに今、新しいウォーターフロントの空間、沖合人工島の構想などの具体化が図られている。

また、これら港湾整備を効果的に推進するため、民活制度等の新たなパラダイムの形成が進められている。

ウォーターフロントの影の力

—鋼管杭

高度化・高質化が進むウォーターフロントにおいても、鋼管杭は、ウォーターフロント構築の支えとして、その特性をいかんなく発揮している。

ウォーターフロントの場合、そのほとんどが軟弱地盤である。さらに土圧、波浪等の外圧条件に耐えることが第一。主に護岸および桟橋、けい留施設等に鋼管杭が使われているのは、こういう理由からだ。さらに、コスト面、急速

施工が可能であること。20m以上の水深工事にも対応できることが、鋼管杭選定の理由となっている。

例えば、鋼管やH形鋼などで組立てたジャケットを壁体として用いる鋼製ジャケット護岸では、これを支持するために鋼管杭が使われている。

そして、沖合人工島においては、護岸等はもちろんあるが、敷地内の建物の基礎として本来の力を発揮している。目白押しとなっている沖合人工島の整備構想にも、一役を担うものとして鋼管杭は、その大きな期待を背負っているのだ。

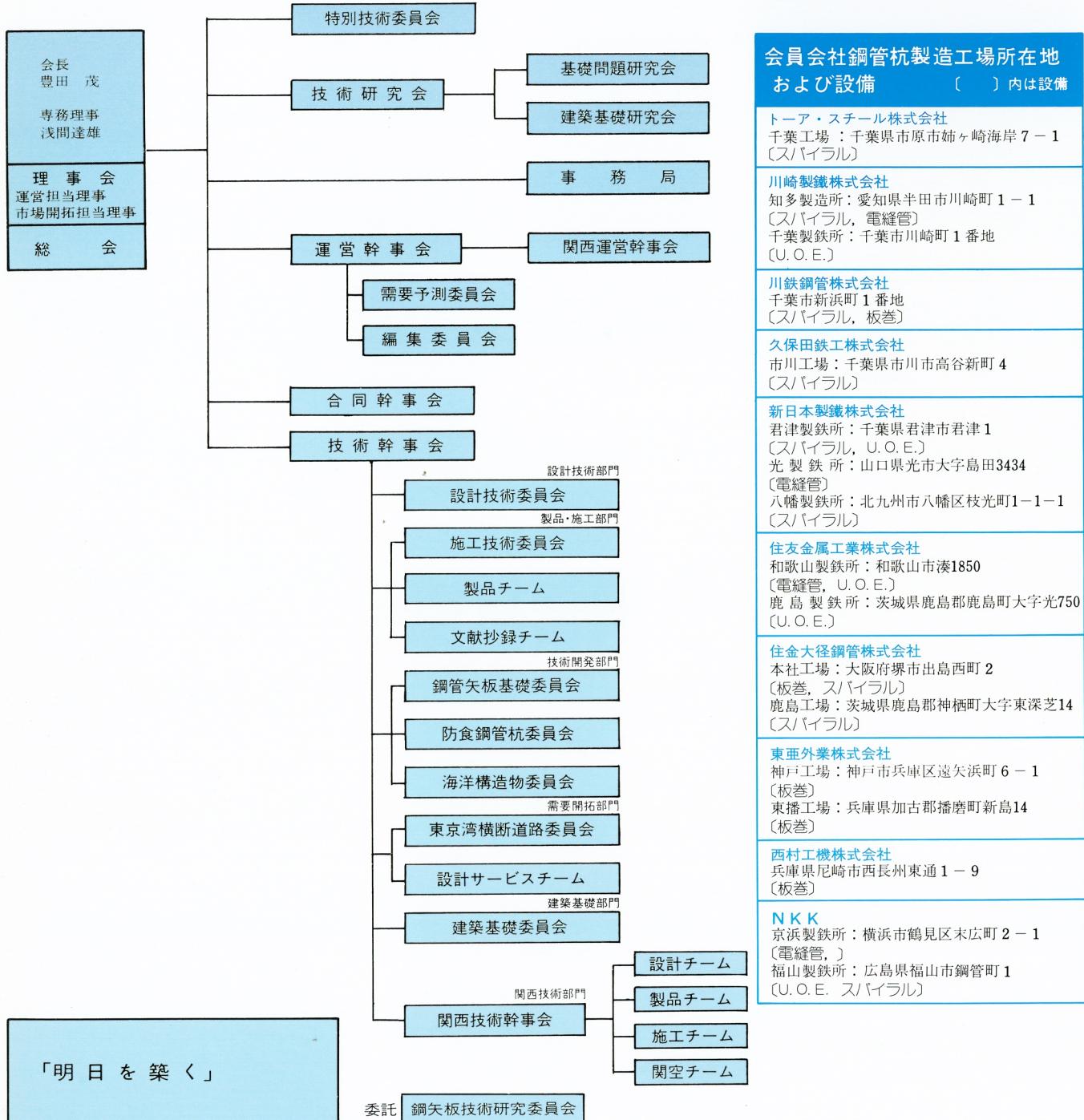
21世紀に向けて

21世紀に向かって、潤いと活力ある社会を形成していくため、ウォーターフロントのもつ開放感や快適性、人々を惹きつける魅力、文化・歴史の集積といった資質を生かしながら、物流・産業・生活など広範な要請に対応し、調和のとれた総合的なウォーターフロントの利用を図って行く必要がある。

そして現在、ウォーターフロントにおいてビッグプロジェクトが各地で進行している。

運輸省港湾局は、それらウォーターフロント事業を推進、実行しながら、私たちの未来社会構築に大きく貢献しているのだ。

鋼管杭協会組織図 (昭和63年12月1日現在)



鋼管杭協会会員一覧 (50音順)

N K K	住金大径钢管株式会社
川崎製鉄株式会社	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

明日を築く No.55

発行日 昭和63年12月20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(新光オフィソーム)
TEL 03(357) 5888
(無断転載禁)



鋼管杭協会