

海上空港都市

PACIFIC AIRPORT 21



二十世紀は、ライト兄弟に始まった。
一九〇三年、アメリカで世界最初の動力飛行が実現して以来、最新鋭の超音速ジェット旅客機の航行に至るまで、今世紀はまさに航空機発達の時代であった。その中であつて、航空輸送の基盤ともいえる空港の発展にも、まためざましいものがある。航空機の離着陸の場から、文明と文明との出会いの場へ、さらにはあらゆる分野の国際交流の場へと変遷を遂げ、その果たしてきた役割の大きさは計り知れない。この延長上に未来の空港像を考える時、二十一世紀の空港とはどのようなものであるか。大林組プロジェクトチームは今回、建築家・菊竹清訓氏の監修のもとに、わが国の新しい空港像として、水深二〇〇メートルの沖合において、二十四時間稼働型の海上空港都市の建設に挑戦した。

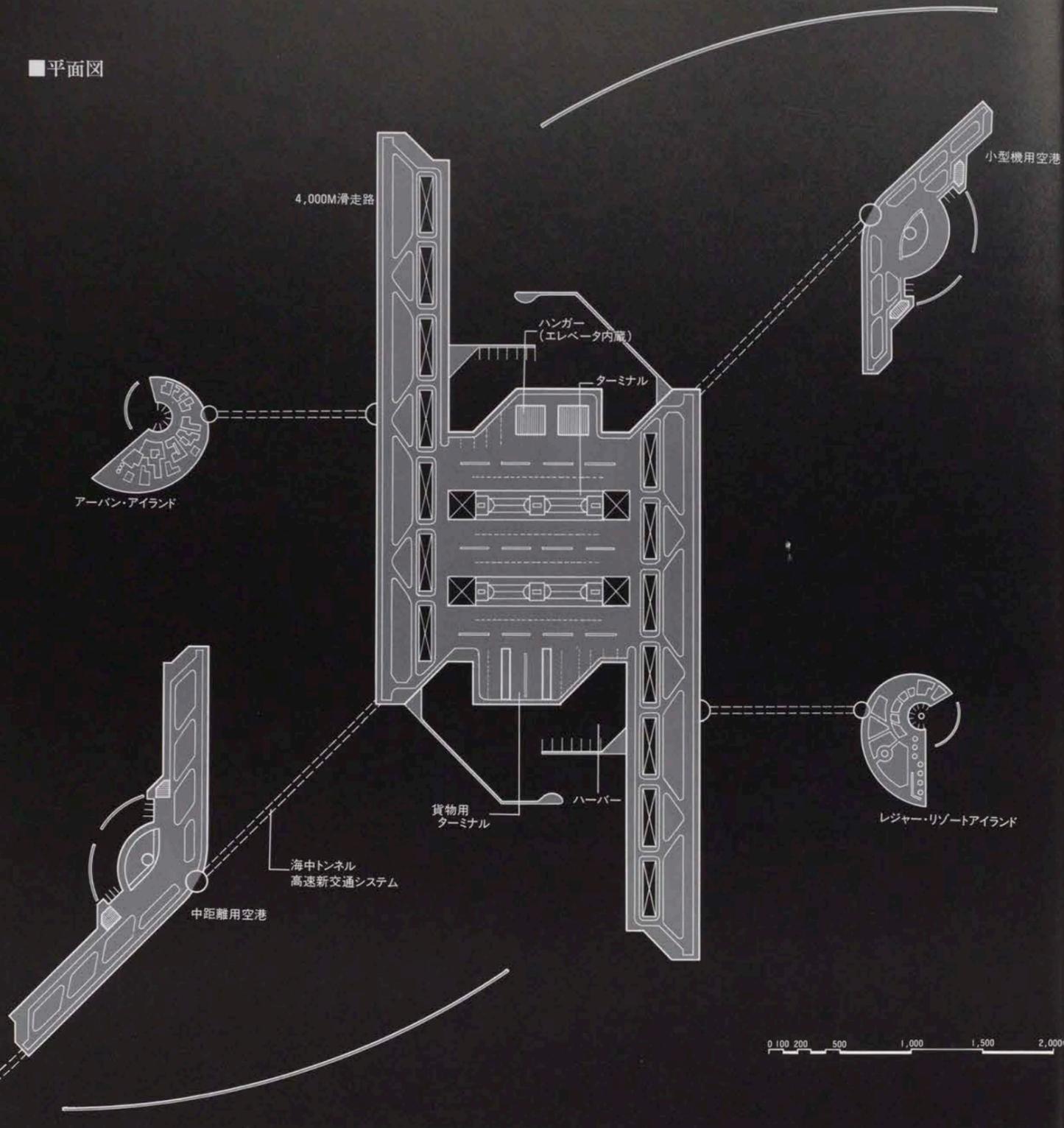
大林組プロジェクトチーム 監修・菊竹清訓

海上空港・都市部想定図

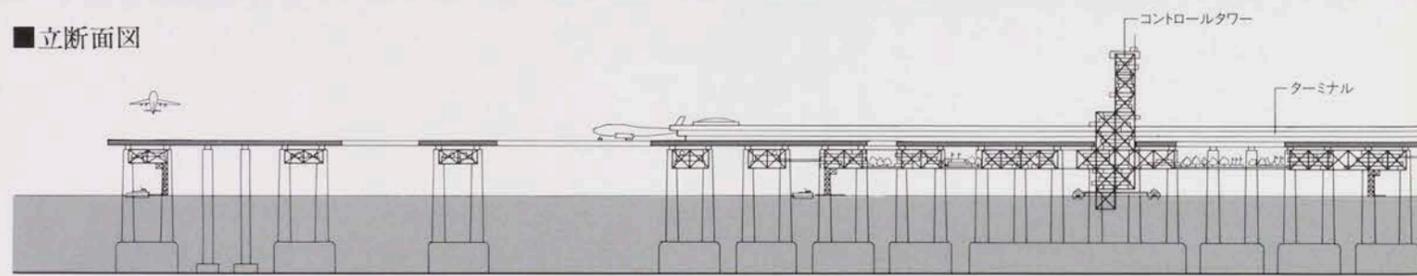


「パンフィック」エアポート 21 がもつ都市機能のひとつを象徴する
 24時間タウン。海外からの訪問客を迎えるのに文化交流やビジネスの
 場として、またその準備やつろまの場など多目的に活用できる。
 その下には半潜水型の高速双胴船やホバークラフトが発着する。

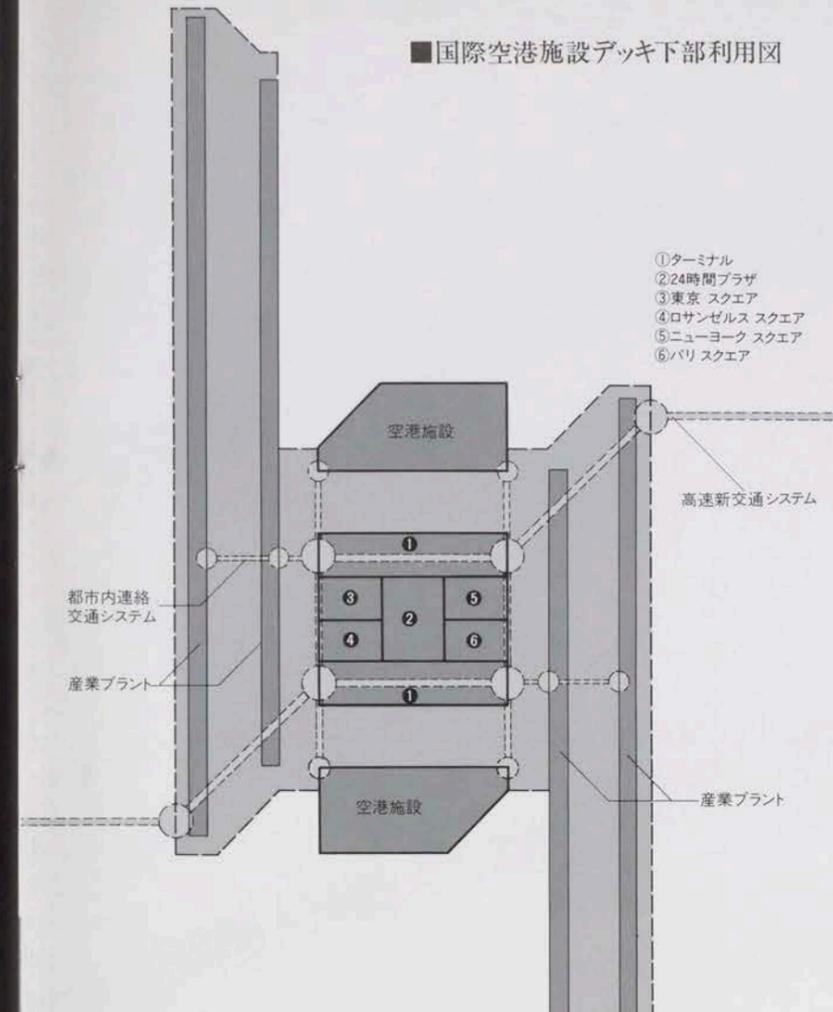
■平面図



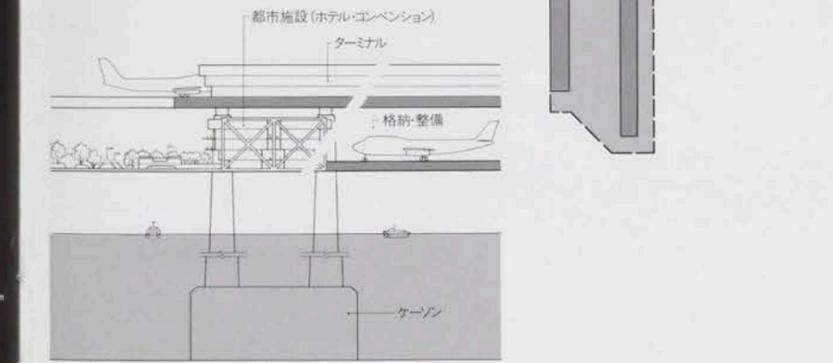
■立断面図



■国際空港施設デッキ下部利用図



■部分断面図



一、海上空港時代の幕開け

わが国における、近年の航空輸送の発展はめざましい。国際旅客数は、昭和四十五年には約三〇〇万人であったものが、昭和五十八年度には一、五〇〇万人を超えた。また国際貨物量は、同時期に二一万吨から七三万吨へと飛躍的に増大している（いずれも日本に到着した数量。旅客数は出入国の合計）。首都圏では、新東京国際空港の建設や羽田空港の拡張が進められてきたが、二十一世紀にはビジネス・文化交流・観光など多分野にわたって、さらに国際間の航空輸送需要の増大が予想されている。しかし、東京のように過密化した大都市では、新たな国際空港用地を近郊に確保することは極めて困難である。また、市街地近郊では、既存コミュニティや周辺環境の破壊、騒音公害などの社会問題が発生する可能性もある。

こうした現実を踏まえ、二十一世紀の空港像を考える時、もっとも可能性のある立地は、海上スペースである。幸い、わが国の大都市の多くは、沿岸部に位置している。海上からのアクセスが比較的容易であり、スペースの制約を受けない利点からも、海上空港こそ未来空港にふさわしいといえることができる。現在、アメリカ、イギリスなどの先進諸国を中心に、さまざまな海上空港プランが提案されつつあるが、そこには世界の大都市に共通の背景があるといえるだろう。

一方、空港自体の機能が、近年、大きな変化を見せている。世界一の広さを誇るアメリカのダラス・フォートワース空港は、空港を核として、周囲にビジネス・文化・商業・サービス施設、さらには住宅地が広がり、ひとつの都市を形成している。特に注目されるのは、コンベンション（集会）機能である。空港が核になれば、国際ビ

ジネスや学術交流など、さまざまな情報交換をその周辺でスムーズに行うことが可能となる。また、高度情報産業時代の工業製品は小型・軽量化が進み、航空輸送にも都合がよい。

このような都市機能を備えた未来型の国際空港を新たに建設するには、わが国の大都市近郊では海上において他には考えられない。そこで今回、世界最初の、都市機能を有する海上国際空港の建設をめざすこととした。二十一世紀の国際化時代のシンボルとなる海上空港都市「パシフィック エアポート21」の提案である。

◆海上空港の立地

海上空港とは、滑走路を始めとした空港施設が、陸地

二、海上空港都市「パシフィック エアポート21」建設構想

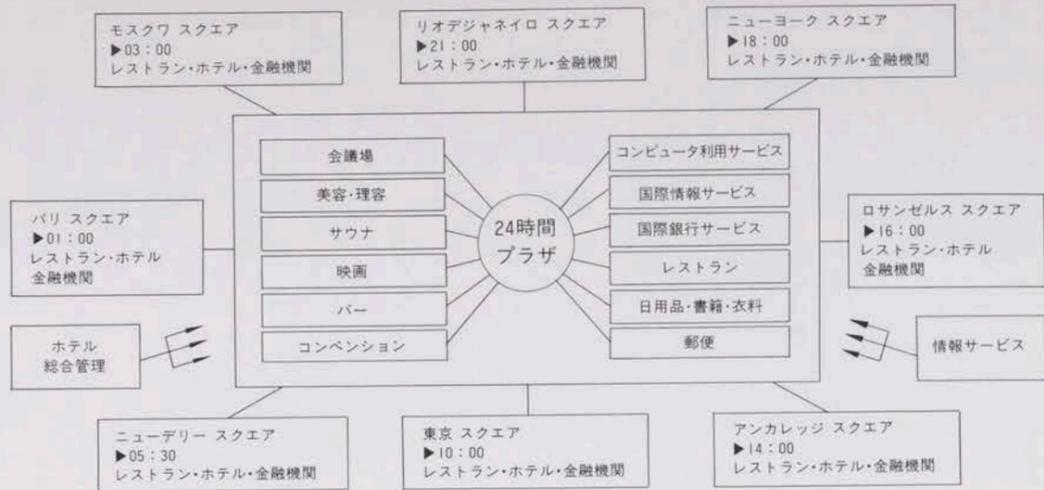
から独立した空港である。沿岸部の埋立てなどによる臨海空港とは、形状から区別されている（ちなみに、大阪湾に建設中の関西国際空港は海上空港の一形態であり、東京湾の東京国際空港「羽田」は臨海空港である）。

そこで、海上に大規模な空港を建設するには、立地が重要な課題となる。われわれはまず、地理条件、気象、海象条件などから首都圏沿岸部全般を検討し、候補地として茨城県・鹿島灘沖、神奈川県・相模湾、東京湾内、そして千葉県・布良沖を選定した。さらに、新東京国際空港や羽田空港との管制上の問題、市街地へのさまざまな影響を考慮してアクセスについて詳細な検討を行った結果、布良の沖合約九キロ地点を、今回の海上空港建設予定地とした。

布良は、房総半島先端部の洲崎と野島崎の間に位置し、黒潮の影響を受けて気候温暖な地である。その沖合は太平洋であり、一年を通して波高も比較的大きく、また風も強い太平洋側特有の海象である。しかし、海底勾配は比較的緩やかで、海底土質は砂が主体であることから、大規模な海底地盤工事の必要がないものと思われる。布良沖に空港を建設することによるメリットとしては、飛行ルートを陸地から離れて設定できるので、騒音域を海上に設定できる。

●東京湾岸道路（建設中）とドッキングする高速道路を建設することにより、都心まで一〇〇キロ程度で結ぶことができる。
 ●海上ルートの利用により、東京湾岸の大型開発プロジェクト（幕張新都心、都十三号埋立て地、みなとみらい21など）に、直接アクセスできる。
 ●海上ルートにより、首都圏周辺の代表的な観光リゾート地（南房総、三浦半島、熱海・箱根、伊豆半島など）への直接的な乗り入れが可能となる。
 ●小型機の利用により、東京を中心に環状に広がっている先端産業や研究・学園ゾーン（上総研究学園都市、成田臨空工業団地など）の国際性の強い施設へのアクセスに都合がよい。

24時間タウン概念図



ある。とりわけ今回の計画では、国際空港の構造はコンクリート製のケーンソンとタワーから成るプラットフォームを連続して並べたものであり、デッキと海面との間に巨大なスペースを確保できる利点がある。これを積極的に活用し、多層型の空港都市をめざした。

①二十四時間タウン
 コンベンション機能としては、ターミナル・デッキの下に「二十四時間タウン」を建設する。ここは通関手続

●首都圏の外郭都市に小型機空港を建設することにより、小型機やコミュニティターによるサービスを行いやすいなどを挙げることができる。

なお、布良沖九キロの水深は、約一〇〇メートルである。これほどの深さでの大規模な海洋構造物の建設は、世界でも類を見ない。われわれは今回、未来空港へのアプローチという意味もこめて、あえて水深一〇〇メートルの海上空港建設に挑戦した。

◆海上空港都市の概要

今回計画した海上空港都市「パシフィック エアポート21」は、メインの国際空港と付帯施設から成っている。国際空港は、外洋上空から接近する旅客機から見ると、数百本の柱に支えられた海の古代遺跡か、あるいは未知の惑星で出会う宇宙船の基地のように思えるだろう。海洋構造物の利点を生かし、純粋な機能形態を追求した結果、そこには今までにないダイナミックな海上空間が誕生した。

機能的には、離着陸用の滑走路を、互いに影響し合わない距離を空けて分離した。それぞれ長さ四、〇〇〇メートルの専用滑走路である。ターミナルは、両滑走路の中間に直交する形の構成とした。これは、着陸からターミナルへ、ターミナルから離陸へと動線をスムーズにし、同時に、将来の拡張にも対応できる形状である。さらに海洋環境への影響を最小限にとどめるため、平面的な広がりよりも、多層構造を採用した。上部デッキは滑走路エリアとターミナルエリアのみのシンブルなデザインであり、格納・修理機能などはすべて下部デッキに配置した。後に詳しく述べるが、下部デッキには都市機能やアクセス用の諸施設も納められている。

これによって、国際空港の上部デッキ部分の面積は約五七二万平方メートルとなる。これは後楽園球場の四〇〇倍程度の規模である。

一方、付帯施設とは、レジヤリゾート・アイランドと都会的雰囲気をもつアーバン・アイランド、中小規模を必要とせず、海外との自由な交流を図る場であり、空港をキャンパスにして描かれた世界の縮図ともいえる。その中心となるのは二十四時間プラザである。見本市会場、国際会議場、ホール、金融機関、郵便局、スポーツ施設、劇場、商業施設、図書館などが二十四時間体制で稼働している。イベントやビジネス活動を連続的に行うことにより、世界各地からさまざまな時間に訪問する客に対し、絶えず情報を提供する体制をとることができる。世界各地から来る人々がその場で文化交流やビジネス活動をスムーズに行えるような、海上の人工環境を創造した。さらに将来的には、生活サイクルを自分で調節する職業の人々（学者、研究者、芸術家、マスコミ関係者など）の生活空間としても期待できるだろう。

二十四時間プラザの周囲には、世界各地のスクエアを接続させた。ニューヨーク・スクエア、モスクワ・スクエア、パリ・スクエア、リオデジャネイロ・スクエアなど、各国の時差ごとに分けたスクエアである。ホテル、レストラン、その地域の金融機関などが、それぞれの現地時間で稼働している。空調、照明によって季節や昼夜を自由に演出し、現地の環境（ニューヨーク・スクエアならば、ニューヨークの気候、時刻など）を再現している。また、インテリア、サービス体制などによって、現地の雰囲気もそのまま表現してある。国際ビジネスマンが、時差のハンデを容易に克服できるようにしたもので、各地のスクエアを上手に利用し、睡眠、食事などの基本条件から次のビジネスへの準備態勢まで、ここで調整することができる。

この二十四時間タウンの総面積は約二〇〇万平方メートルもある。超高層ビル二〇本分に相当する貴重な都市空間が、海の錬金術のごとくに誕生する。

②海上工場

滑走路デッキ下部については、臨空型産業用の工場に利用する。海上工場は、船舶や航空機による資材や製品の輸送に便利であるとともに、海水を資源とした産業にも適している。また、総面積が約一〇〇万平方メートルあり、

用空港一基で、国際空港の管制に影響しない海上に建設する。レジヤリゾート・アイランドは国際空港への訪問・滞在客、空港内の施設スタッフ、さらには一般観光客のための海に浮かぶレクリエーション施設となる。

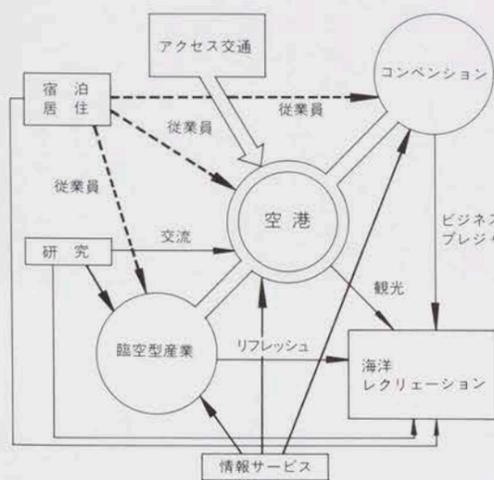
例えば、海外からの訪問客が国際空港に降り立ち、空港内のホテルに滞在してビジネスや会議を行う際、時差ボケ（ジェット・ラグ）対策や息抜きなどに活用する。一方、中小規模用空港は、日本各地への国内中型機の発着や、個人用小型機の時代の到来に備えた空港として機能する。またアーバン・アイランドは国際空港の都市機能の一部をフォローするものである。

なお、アイランドと中小規模用空港は、それぞれの性格を明確にする有機的な形態をモチーフとし、前者を巻貝、後者を風に飛ぶ風の種をイメージして設計した。上空からの訪問者に、心なごむ楽しい印象を与えることであらう。

◆国際空港の施設

国際空港の下部デッキには、新しい試みとして、コンベンションと臨空型産業とを軸とした都市機能を導入した。これは未来空港が、従来の空港機能を超えて、より広範な都市の核として機能することを前提としたものである。

空港を中心とした都市機能概念図



長大でシンプルな空間は、自在なライン設計が可能である。さらに、保税工場の可能性もあるなど、多くのメリットが考えられる。産業としては、資源面からは、海洋生物を培養して金属や医薬品を製造する海洋バイオマス産業、また柱と梁だけの理想的な空間の利用面からは、ロボットによる無人化とバリエーション・ラインとの高度システム化を必要とする自動車組立て工場や、技術開発により独自の工場を必要とする先端産業にも都合がよく、リース工場としての機能性も高い。

③その他の利用

構造面からは、コンクリート・ケーンソンやコンクリート・タワー内部も高度利用を図る。コンクリート・ケーンソンは、構造の項で詳細に述べるが、一基が八〇メートル四方もある。その内部を、食糧や製品の倉庫、航空燃料などの備蓄、温度差発電や海水淡水化などの各種プラントの設置、海洋関連の研究室、さらには海中レストランや展望室などの観光に利用する。

また、空港デッキを支えるコンクリート・タワーの内部についても、汚水処理スペースや、高速エレベータ、各種パイプスペースとした。

◆海上空港都市のアクセス

布良沖九キロの地点に海上空港都市を建設する際、陸地と結ぶアクセスも大きな課題となる。ここでは、次のような複数の方法を採用した。

①道路輸送

海上空港都市からの最寄りの陸地である布良までは、海中トンネルを敷設し、新交通システムによる輸送を行う。布良からは高速道路を建設し、現在建設が進んでいる東京湾岸道路のネットワークと木更津市付近で結び、都心及び首都圏各地への連絡を図る。

②海上輸送

海上空港都市にもっともふさわしいアクセスは、船舶による海上輸送である。特に、上総研究開発都市、幕張新都心、川崎テクノピア、湘南国際村などの国際性豊かな

PACIFIC AIRPORT 21 配置図

な新しいプロジェクトが東京湾の沿岸部に多くあること、さらに、地元の名産品を始め、大島、伊豆、熱海、箱根などの代表的観光地にも海上を通れば近いことなどから、今回、海上交通を重視した。

その主軸となるのは、一、〇〇〇〜二、〇〇〇人乗りの全天候型の大形・高速・半潜水式双胴船（セミサブマリーナブル・カタマラン）である。従来、こうした船は、乗降にかなりの時間を要したが、ここではカプセル・コンパートメントに客を乗せてそのまま乗降するカートリッジ式を導入した。半潜水式双胴船をフォローする船舶として、近在には二〇〇〜三〇〇人乗りの大型ボートクラフトを空港内部まで直接乗り入れるようにし、さらに静岡、名古屋などの遠距離都市向けには新幹線並みの高速性を有するリニアモーター船を採用、そして航空貨物中継輸送には天候に左右されない潜水艇を使用することも考えられる。

③航空輸送

わが国では現在、地方空港の整備と路線の増加が望まれている。今後、ビジネスの敏速化が進むにつれ、ますます地方路線への中型機導入が必要とされるであろう。

また、小型航空機の需要が大幅に伸びつつある。二十一世紀には、業務用、個人用を問わず、アメリカ並みの小型機時代が到来する可能性もあるだろう。今回の計画では、すでに述べたとおり、国際空港と並んで中小型機専用空港を二基建設する。ここから地方都市や首都圏内陸部のプロジェクトとを結び国内近距離航空路、コミュニティ航空路、ヘリコプター航空路を設置し、高速輸送を図る。

④鉄道輸送

鉄道輸送については、空港から布良までは道路と同様に新交通システムの海中トンネルを利用する。布良に、空港玄関駅ともいえる新駅を設置し、既存の鉄道を整備して首都圏と結ぶ。

二、海上空港都市の構造と施工

◆海上空港都市の全体構造

大型海洋構造物の構造形式には、一般に埋立て方式、接地（固定）方式、浮体方式がある。今回の計画では、その核となる構造物が都市機能を備えた二十四時間体制

の空港であり、設置水深も一〇〇〇以上と大水深域を対象としている。そこで、もつとも安定性が高く、利用スペースを十分に取れる構造として、海底に着底させる接地式構造とした。

①国際空港の構造

従来の海上空港の構想では、海面上のスペース利用が主であったが、本構想では海面上及び海中部に有機的、積極的に利用することが特長である。そこで国際空港は、重力式コンクリート・プラットフォームの構造形式を採用した（16頁図参照）。これは、海底に巨大なコンクリート・ケーソンを設置し、デッキとの間をタワーで接続するものである。コンクリート・ケーソン及びタワー（コンクリート・シャフト）は内部が空洞であり、そのスペースに空港・都市・産業の各機能を導入し、全体として高密度・高付加価値型の海上空港都市を計画した。

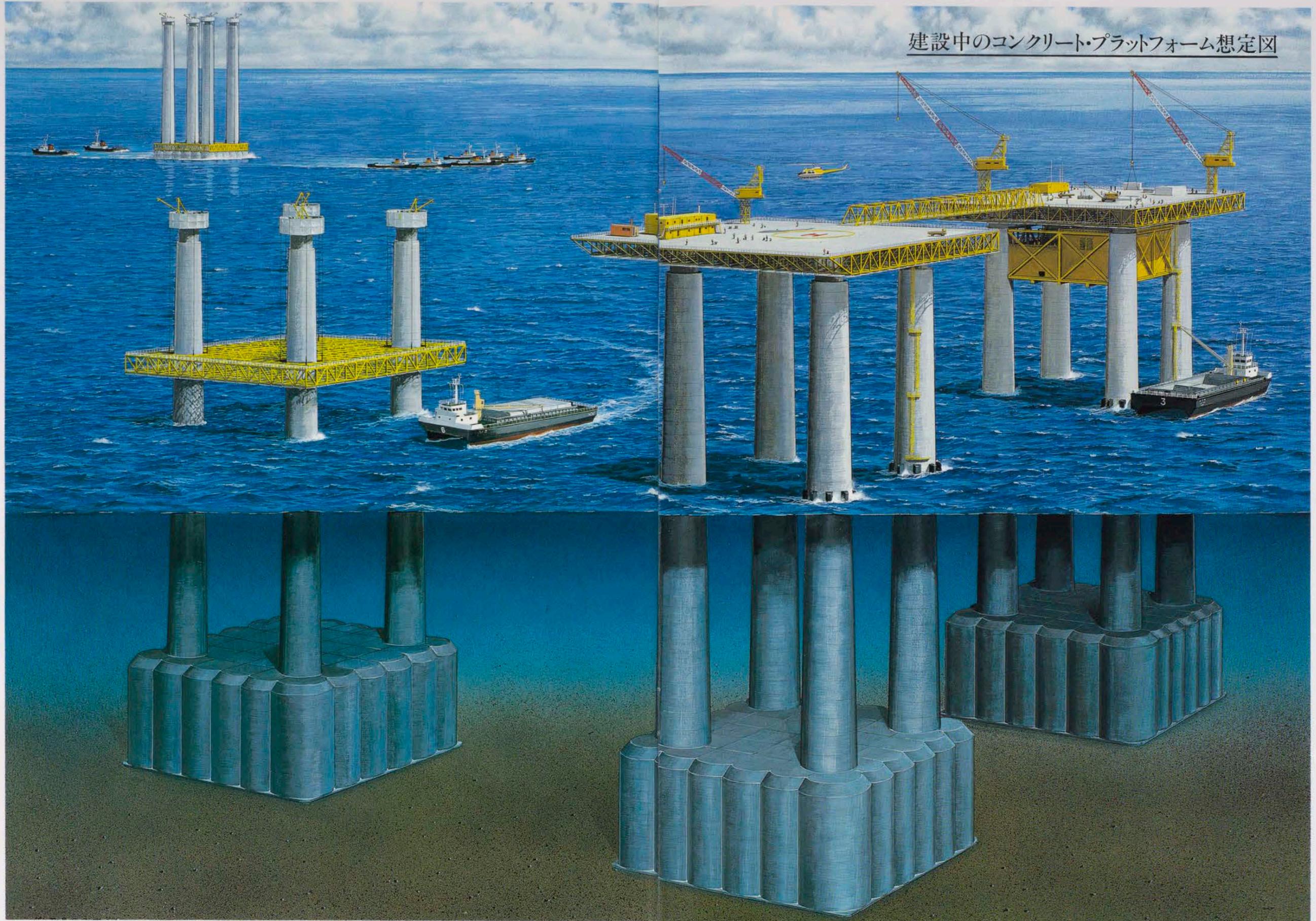
建設技術面では、重力式コンクリート・プラットフォームはすでに北海などにおいて海底油田、海底ガス開発などに二十四基が稼働している。その設置水深は一〇〇〜一五〇あり、近い将来、北海では水深三四〇地点への設置も予定されており、技術的にも確立されている。

-  先端産業ゾーン
国際型プロジェクトゾーン
-  レクリエーションゾーン
-  小型機連絡航空路
-  高速船連絡航路
-  東京湾岸道路
-  幹線自動車道
-  空港アクセス計画道路
-  計画地より150km圏
-  既存民間機飛行場

0 10 20 30 40 50km



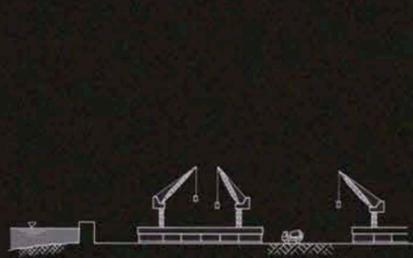
建設中のコンクリート・プラットフォーム想定図



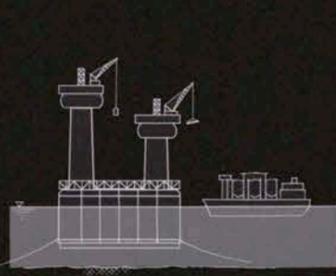
重力式コンクリート・プラットフォームによる海上空港の建設。水深100メートルにおける巨大海洋構造物の建設は、技術面からみても多くの将来的テーマになっている。国土が狭く海に囲まれた日本では、今後こうした海洋構造物の必要性が高まるであろう。

■施工順序図

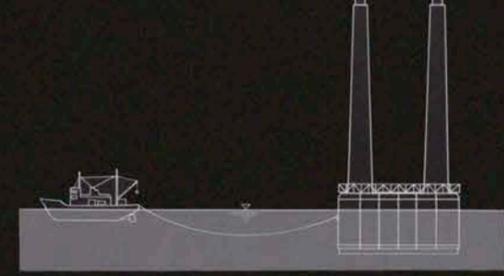
①ケーソン建造(ドライドック)



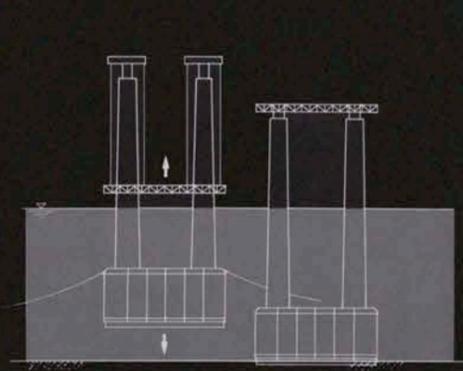
②ケーソン・タワー建造
(フローティングサイト)



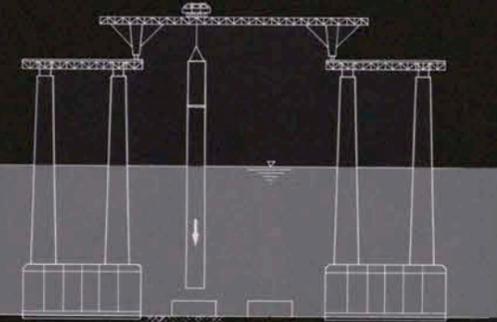
③プラットフォームの曳航
(フローティングサイト→現場)



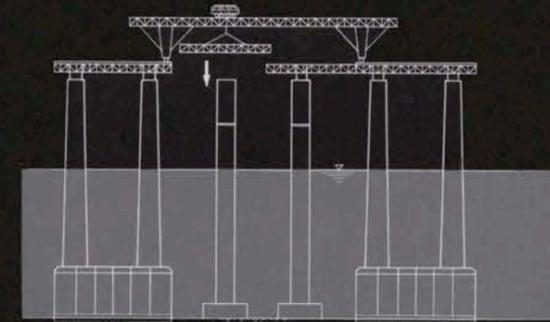
④沈設・デッキリフトアップ



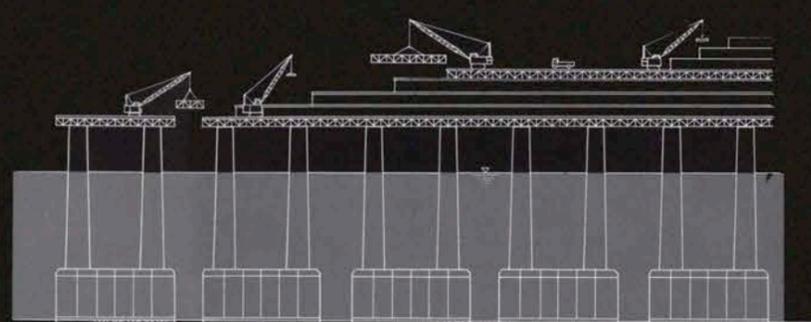
⑤フーチング沈設・コラム建込み



⑥デッキ架設(滑走路部)



⑦都市部建造



①ドライドック内で、プラットフォームのケーソンの一部(高さ10%程度)を建造する。ドックに注水し、ケーソンを浮上させ、水深30~40mの内湾のフローティングサイトに曳航し、係留する。

②フローティングサイトにおいて、残りのケーソン部とタワーを建造する。デッキ部はあらかじめ工場製作し、タワー施工前にケーソン上に組み込む。

③タワーの建ったケーソンを、タグボートで空港建設位置に曳航する。

④ケーソン内に水バラストを注水し、所定の位置に沈設する。同時にケーソン上のデッキ部分をジャッキでリフトアップし、タワー上に固定する。

⑤滑走路部分はケーソン、フーチング、コラムを併用するので、同じくドライドック内で建造されたフーチング、コラムをタグボートで建設位置まで曳航する。曳航したフーチングは、水バラスト注水及びデッキ上に設置したガントリークレーンで所定の位置に沈設する。その上に、同様に曳航したコラムを注水しながら建込む。

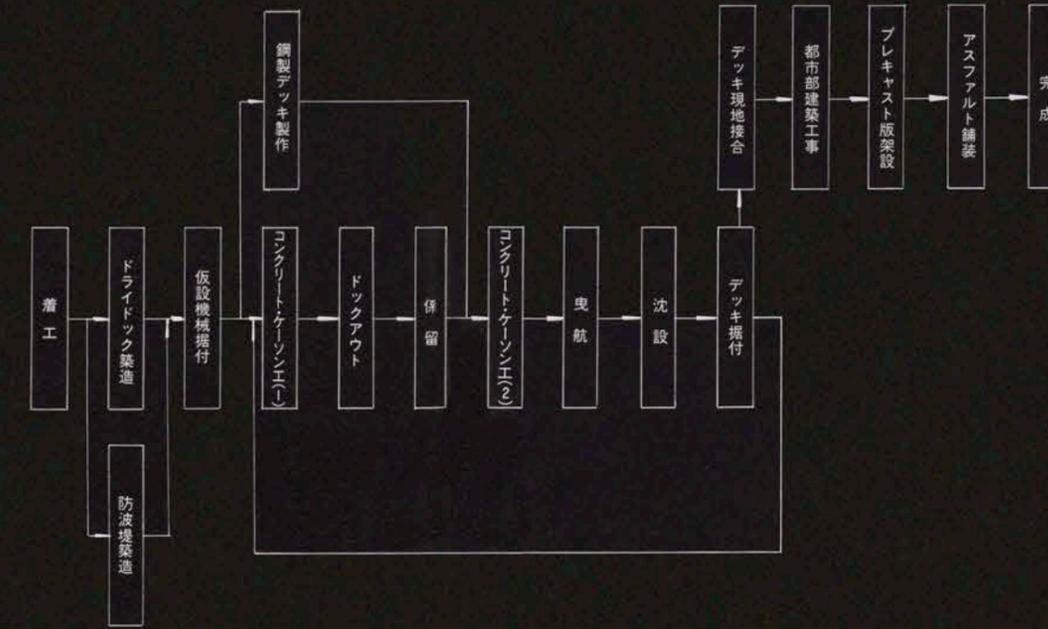
⑥コラム上部にガントリークレーンによりデッキを架設する。その上にプレキャスト・コンクリート版を敷き、舗装を施して滑走路を建設する。

⑦一方、ターミナル及び都市部は、滑走路部分と同様にプラットフォームを所定の位置に設置し、海面より30mの位置にデッキを固定する。このデッキを基地として、都市部の構造物を建設し、さらに上部デッキを架設、舗装する。最後にターミナルビルの建設を行う。

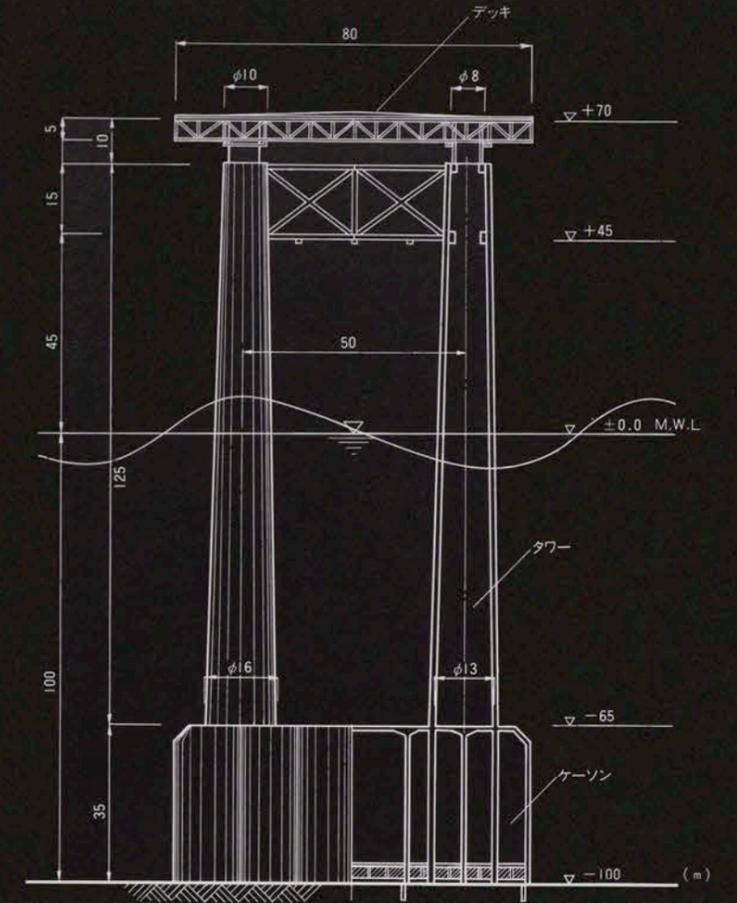
■工程表(単位:年)

工事	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ドライドック築造他	■									
2. 下部工製作据付		■	■	■	■	■	■	■	■	■
3. 上部路盤工・舗装			■	■	■	■	■	■	■	■
4. 都市部建築工事				■	■	■	■	■	■	■
5. 中小型機用空港							■	■	■	■
6. 海中トンネル工事	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

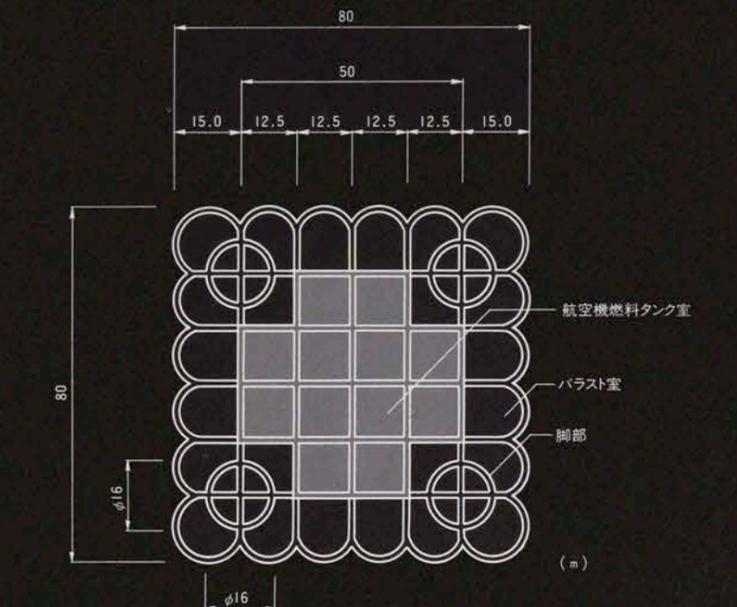
■海上空港都市 施工順序フローチャート



■コンクリート・プラットフォーム基本構造図



■コンクリート・ケーソン基本水平断面図



る。地震が多いわが国周辺では、耐震設計が要求されるが、この点についての技術的な配慮も行った。

ターミナルエリアの構造は、八〇センチ×八〇センチのコンクリート・プラットフォームを海底に並べる。その上のデッキ部分などは鋼構造とした。デッキ上にはターミナルビルを、また下部デッキには二十四時間タウンを建設する。

滑走路エリアは、コンクリート・プラットフォームとコンクリート・フーチング（脚色、コラム（脚部）の組み合わせを下部構造とし、その上に鋼製デッキを乗せ舗装する。デッキ下部には海上工場などの産業施設を建設する。これらの工事に要する数量は、次のとおりである。

プラットフォーム フーチング コラム

ターミナルエリア 二四八基

滑走路エリア 一二六基 三九二基 三九二本

計 四七四基 三九二基 三九二本

②アクセス用海中トンネルの構造

海上空港都市と陸地（布良）とを結ぶアクセスは、コンクリート製の海中トンネルとした。浮力を利用し、支持架台と係留索の併用により海中に固定する。その断面は、潮流や波浪の影響を受けにくい楕円形状とし、新交通システム（複線）を通す。こうした海中トンネルは、イタリアのメッシナ計画などですでに提案されているが、荒天にも影響されないアクセス手段として、実現性の高い方法といえる。

③中小型機用空港とアイランドの構造

国際空港と並んで建設する国内中型機、小型機、コミューター空港、及びアイランドは、すべて浮体構造とした。これは、従来どおり海面スペースのみの利用で十分であることと、将来、こうした海洋構造物は、日本各地の必要海域への移動によって、より機能性を発揮することを考慮したからである。浮体構造の場合、波浪や風に

よる揺れの問題が生じるが、浮体形状の選択と係留技術の進歩を加味して、最適な方法を探ることとした。

◆海上空港都市の施工概要

海上空港都市建設に際しては、まずコンクリート製のプラットフォーム、フーチング、コラムを建造する必要がある。そのためのドライドックを、空港建設にもっとも適した布良近辺に設置する。プラットフォームが膨大な数量となるので、一度に五十五基を同時に建造できるようにし、ドライドックは広さが約八〇万平方メートル、水深一〇メートルとした。この中で、ケーソンの下部を建造し、注水して浮上、曳航し、残る部分を海上において建設する。

その施工順序の詳細は、図に示したとおりである。

また、このドライドック用敷地は、空港完成時には陸上支援基地として、港湾、駐車場、駅などに転換利用することとした。

海上空港都市『パシフィック エアポート21』の建設概要は、以上に述べてきたとおりである。一〇〇メートル水深の海上に大型構造物を建設するには、まだ未知の要素も多いが、現在の建設技術の粋を結集すれば十分に可能である。生花の産地として有名な南房総の海に、国際化時代に適応した二十一世紀の空港が大輪の花を咲かせる日は、そう遠くないかも知れない。

四、海上空港都市の工程と工費

海上空港都市建設の工程は、工事工程表と施工順序図に示したとおりである。ここでは、国際空港、中小型機用空港二基、及びメインアクセス（海中トンネル）のみについて検討した。これらの工事に要する工期は、約十年であるが、実際には六年目の時点から国際空港の一部については供用を開始することができる。

また、建設に必要な工費については、仮設のドライドック、国際空港、中小型機用空港二基（構造物のみ）、及び海中トンネルの土木建設費のみを検討した。

- 工期 十年（六年目から一部供用開始）
- 工費

国際空港（五七二万平方メートル）	一〇兆円
中距離用空港（八〇万平方メートル）	九、〇〇〇億円
小型機用空港（六〇万平方メートル）	六、〇〇〇億円
仮設ドック（八〇万平方メートル）	一、〇〇〇億円
海中トンネル（九、〇〇メートル）	五、〇〇〇億円
（総計）	一二兆一、〇〇〇億円

作業を終えて

海上空港の構想は数多く発表されているが、実現したものは少ない。まして、コンクリート・鋼構造としてこの様な巨大なもの皆無といってもよいだろう。従って、この施工法の検討、建設工期・工費の算出については、推定の域を出ないものもある。

最近、北海道田のコンクリート・プラットフォームを見学する機会があったが、その海上での巨大さは目をみはるものがあった。これが数百基並ぶとなれば、想像を絶する超巨大プロジェクトとなろう。

中小型機用空港は浮体構造として検討したが、当然のことながら波浪が最大の問題となる。波さえなければ、この様な海面にまだまだ安価な空港（人工地盤）が出来ると思われ、消波技術や浮体の最適形状化などの一層の開発が望まれる。

航空輸送がますます増大し、空港の新增設の必要性が大きくなる今日、この『パシフィック エアポート21』建設構想がわが国の未来空港を考える際の一助となれば幸いである。