

# PC洋上マリーナ施設に関する設計・施工法の研究（その1）

海洋構造物委員会

## 委員会構成

委員長	長崎 作治（東海大学）		
委員	白石 哲也（運輸省港湾局技術課）	委員 B	材寄 勉（神鋼鋼線工業（株））
" B	石橋 悦治（住友電気工業（株））	" A	仲田 健治（（株）ピー・エス）
" C	板井 栄次（住友建設（株））	" ○B	野永 健二（（株）銭高組）
" C	梅田 順治（ドーピー建設工業（株））	" A	三野 光明（日本高圧コンクリート（株））
" B	岡本 裕昭（鹿島建設（株））	" A	三宅 裕典（興和コンクリート（株））
" B	甲斐 一夫（オリエンタル建設（株））	" ○A	三輪 渉（大成建設（株））
" B	加島清一郎（三井建設（株））	" B	八木 秀明（（株）日本構造橋梁研究所）
" C	梶原 勉（（株）富士ピー・エス）	事務局	筒井 武徳（当協会事務局長）
" ○C	小菅 茂（（株）大林組）		

ワーキング委員名；五十音順 ○；グループリーダー

A；基本・係留動揺・法規グループ B；構造・文献調査グループ C；概念・施工グループ

## まえがき

プレストレストコンクリート技術協会の海洋構造物委員会は昭和53年（1978年）に発足し、まず浮上式プレストレストコンクリート製海上空港の構想をまとめる活動を実施している。このときは300m×60m×12mのプレストレストコンクリート函体により構成される浮上式海上空港のスタディであった。その後、当委員会ではいろいろなスタディを重ね、最近の2年間は「プレストレストコンクリート洋上マリーナ施設に関する設計・施工法の研究」というテーマで活動してきた。沖合に設置できるマリーナを主体としたレクリエーション施設・ホテル・ヘリポート等を備えた円筒形の大型プレストレストコンクリート製浮体構造物（直径130m、高さ57m）を考案し、具体化についてスタディしたものである。

日本経済の発展とともに、生活水準の向上、価値観・意識の変化、余暇の増大によってレジャー指向が高まり、わが国の海洋レクリエーションも海水浴・海辺のキャンプ等の親水アメニティー型や釣りに加え、ヨット・モーターボート・スキューバダイビング・サーフィン等のスポーツ型、客船・遊覧船等のクルーズ型と様々な分野の幅広い活動が盛んに行われるようになってきた。特にスポーツ型レクリエーションは、FRP製の安価なプレジャーボートや用具の開発により広い層へ普及

してきているが、欧米諸国と比較してみるとかなり立ち遅れており、今後ますます普及率が高まると思われる。

このマリンスポーツの受け皿となるのがマリーナであるが、プレジャーボートの増加に伴い現在全国に存在する約380か所のマリーナの数では明らかに不足しており、各地で放置艇の問題が顕在化している。

これらの社会的背景を元に各地でマリーナを中心とする開発事業が計画されているが、マリーナの建設に最適な入り江や港湾・河川等の静穏な区域は漁業活動や輸送活動などに活発に利用されており、水面利用の調整も難しくなっている。静穏な入り江や港内にはなく、今まで建設適地と考えられていなかった沖合（off shore）に設置できる「プレストレストコンクリート洋上マリーナ施設」の研究は時機を得た取組みになると思われる。

当報告は、あくまで考えた構想をまず描いてみようという段階のものであり、調査研究の足りないところもあるが、プレストレストコンクリート技術を海洋構造物の分野で活用していく一つのきっかけとして提案し、各界の御叱正と御指導を仰ぎたいと考えた次第である。

また、当研究の報告は2回に分けて掲載するが、今回は次に示す目次のうち、1. 研究概要、2. 基本条件、3. 概念設計および構造の設定、4. 係留動揺の検討、を範囲とする。引き続き次号に、5. 構造の検討、6. 施工方法の検

討, 7. 法規, 8. 今後の課題について報告する予定である。

## 目 次

1. 研究概要
  - 1.1 我が国の海洋性レクリエーションの動向
  - 1.2 マリーナの現状と課題
  - 1.3 研究の目的
2. 基本条件
  - 2.1 基本コンセプトおよび基本条件
  - 2.2 立地位置の選定
  - 2.3 設計条件の設定
  - 2.4 導入機能および規模の設定
3. 概念設計および構造の設定
  - 3.1 空間利用計画
  - 3.2 基本構造形式
  - 3.3 構造の設定
4. 係留・動揺の検討
  - 4.1 基本方針
  - 4.2 動揺計算
  - 4.3 係留計算
5. 構造の検討
  - 5.1 構造図
  - 5.2 各部材の検討

- 5.3 構造上の課題
6. 施工方法の検討
  - 6.1 基本条件
  - 6.2 施工法の検討
  - 6.3 施工上の課題
7. 法規
8. 今後の課題

## 1. 研究概要

### 1.1 我が国の海洋性レクリエーションの動向

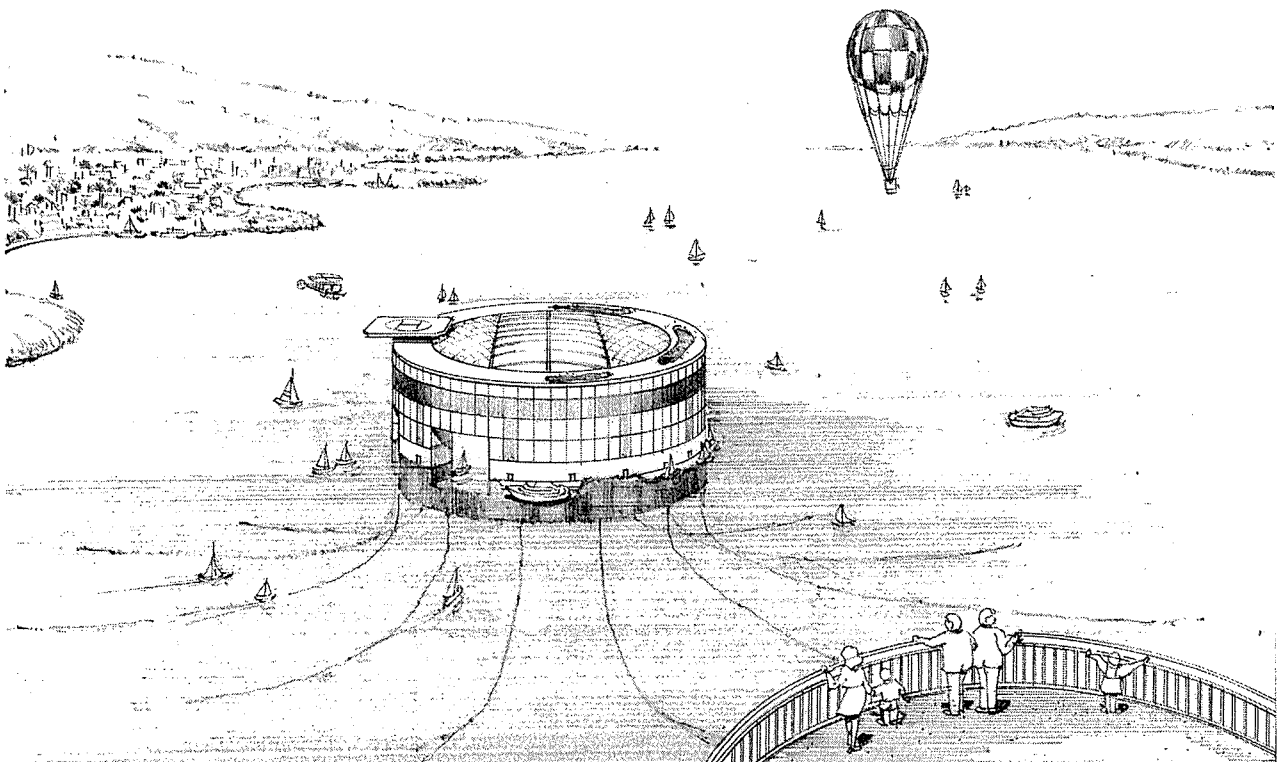
近年の経済社会の成熟が進展する中で余暇活動も活発化・多様化し、特に海に囲まれたわが国にあっては雄大な自然へのあこがれを背景に海洋性レクリエーションに対する関心が高まっている。

いままで、多くの国民の間で行われてきた海洋性レクリエーションと言えば、やはり海水浴であり、年間延べ1億人前後の人々が楽しんでいる。これに次いで釣りや

表-1 海水浴参加人口, 年間平均活動回数, 延べ参加人数の推移  
(単位: 百万人)

	昭和60年	昭和61年	昭和62年	昭和63年	平成元年	平成2年
参加人口	38.4	37.0	33.7	30.7	33.4	31.5
年間平均活動回数	3.0	3.3	2.7	3.1	3.0	3.1
延べ参加人数	115.2	122.1	91.0	95.2	100.2	97.7

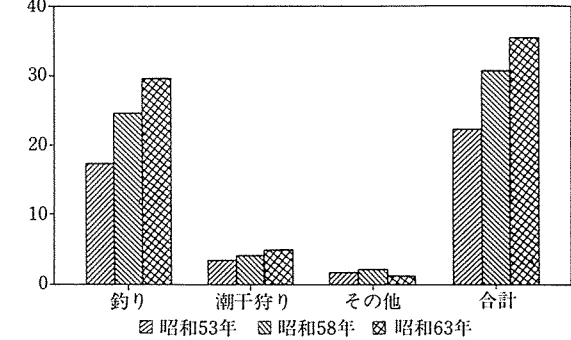
資料: 「レジャー白書 '90」「レジャー白書 '91」(財団法人余暇開発センター)より作成



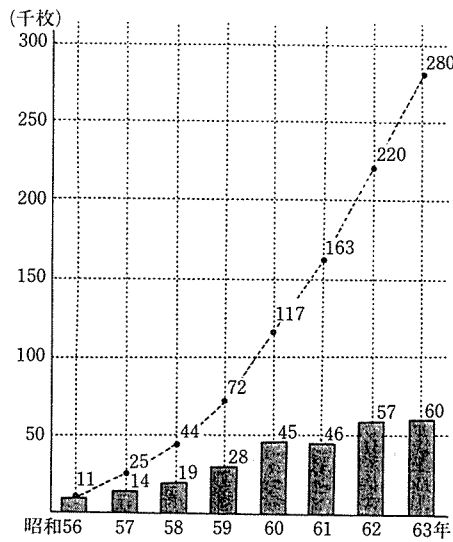
◇研究報告◇

潮干狩などの遊漁であり、年間3千万人を上回る人が行っている。

ところが、ここ数年の間にマリンスポーツと呼ばれる



資料：「漁業センサス」農林水産省  
図-1 年間延べ遊漁者数の推移



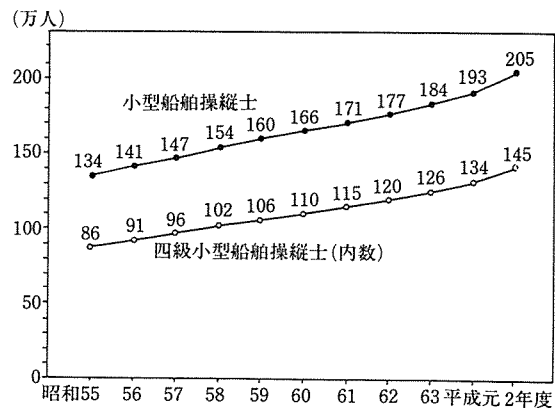
注) 1. 上段：折れ線グラフ=Cカード発行総数  
2. 下段：棒グラフ=各年度別Cカード発行数  
資料：(社)海中開発技術協会

図-2 Cカード (Certification Card：認定証) 発行数の推移

ヨット・モーターボート、ジェットスキー、ボートセーリング、スキューバダイビングなどのスポーツ型海洋性レクリエーションが、比較的若い世代を中心に行われるようになってきた。

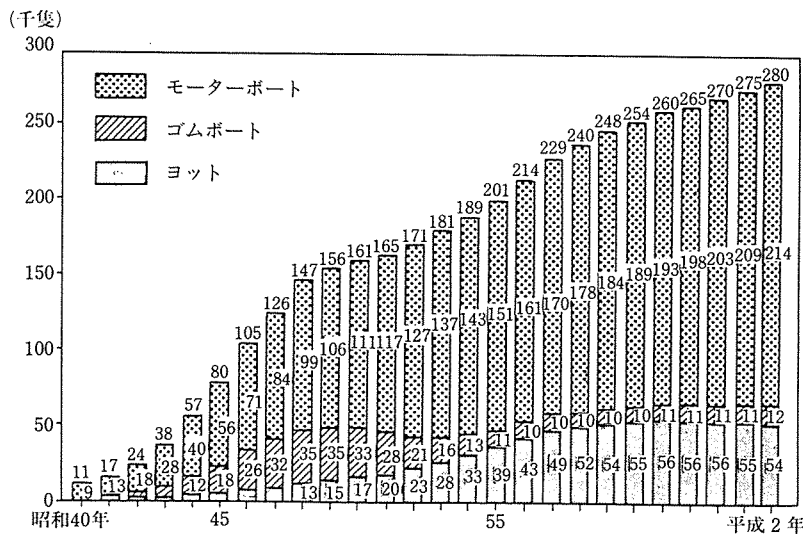
ヨットおよびモーターボートの保有隻数は推計で約28万隻、スキューバダイビングの技能認定証(Cカード=Certification Card)保有者は推定で約30万人と海水浴を楽しむ人々には全くおよばない人数であるが、図-3のようにヨットおよびモーターボートの保有隻数は毎年増加しており、また図-4に示されるように、モーターボートやエンジン付きヨット、水上オートバイなどを操縦するために必要とされている小型船舶操縦士免許の取得者も増加し続けている。

これらのことから、海の雄大さ・開放感・自然との触れ合いを直接感じることでできるマリンスポーツの急速な普及が考えられる。また、国民の海洋性レクリエーションに対する需要も以前のように単一的なものではなく、多種多様なものとなってきており、それらの展開さ



注) プレジャーボートに限らず漁船等の操縦士も含む。  
資料：運輸省海上技術安全局船員部

図-4 小型船舶操縦士の免許取得者数の推移



資料：(社)日本舟艇工業会の資料をもとに(財)日本海洋レジャー安全・振興協会において推計

図-3 モーターボート・ヨット保有隻数 (推計値) の推移

れる場所も海浜のみでなく、海洋へと展開しつつある。

### 1.2 マリーナの現状と課題

スポーツ型海洋性レクリエーションの象徴であるヨットやモーターボートなどのプレジャーボートの保有隻数は、図-3で示したように、平成2年度現在28万隻と推定されている。

運輸省の「全国マリーナ等整備方針」によれば、今後ともプレジャーボートの保有隻数が増加すると想定し、平成12年で約40万隻程度に達すると見込んで整備目標を立てている。

しかし、このようなスポーツ型海洋性レクリエーション、特にプレジャーボートに対する需要の急速な増大に対して、本来ならばそれを確実に受け止めるべきであるわが国のマリーナは、現在、公共・民間を併せて約380か所整備されているが、その内の多くは保管能力が100隻以下の小規模マリーナで合計保管能力もわずか5万隻弱しかなく、まだまだ受入れ側の体制の整備は遅れている。

このようなマリーナの不足などが原因となって、港湾や河川で不法係留されている放置艇の数は、運輸省が実施した実態調査では昭和60年度に約9万3千隻が確認され、昭和62年度には約12万隻にまで増加していると

表-2 マリーナ等の形態別プレジャーボート保管隻数目標

保管形態	昭和62年 (万隻)	平成12年 (万隻)	増減(概数) (万隻)	整備目標
マリーナ	4.9	18	13	
*公共マリーナ	(0.8)	(6)	(5)	今後新たに全国で100港程度整備する。
民間マリーナ	(4.1)	(12)	(8)	今後新たに全国で270港程度整備する。
プレジャーボート スポット	---	6	6	今後早急に全国で800港程度整備する。
小計	4.9	24	19	
その他の保管	7.9	16	8	
放置艇	12.0	-	△12	
合計	24.8	40	15	

\*第3セクター等が設置・管理するものを含む。  
資料：運輸省港湾局「全国マリーナ等整備方針」（昭和63年9月）

表-3 マリーナの収容能力

(平成2年7月)

収容能力(隻)	公共マリーナ	民間マリーナ	計
	数(%)	数(%)	数(%)
50未満	3(8)	111(33)	114(30)
50~100	3(8)	99(29)	102(27)
100~200	10(25)	87(26)	97(26)
200~300	8(20)	23(7)	31(9)
300~400	7(17)	9(3)	16(4)
400~500	5(12)	5(1)	10(3)
500~700	3(8)	4(1)	7(2)
700~	1(2)	0(0)	1(0)
計	40(100)	338(100)	378(100)

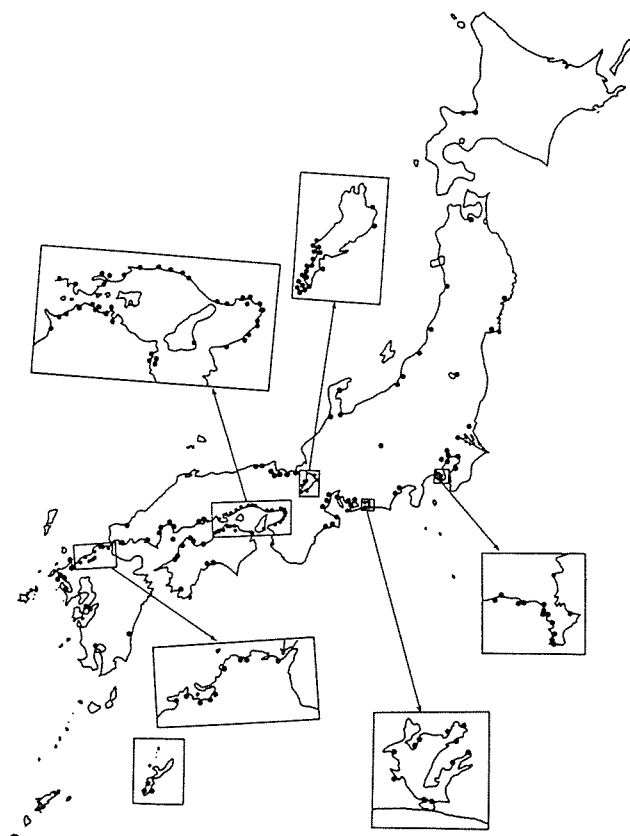
推計されている。また、この放置艇の増加が、漁船とのトラブルなどさまざまな問題を引き起こす原因となっている。

このため、海洋性レクリエーションの健全な発展を図るためには、これらの放置艇に加えて、これからも増加し続けると考えられるプレジャーボート保管場所の確保が大きな課題となっている。

### 1.3 研究の目的

当委員会では、これまで海洋域でのプレストレストコンクリート技術を活用した大型海洋構造物を実現すべく討議を重ねてきたが、前述の課題背景により具体的活用方法としてマリーナ機能を有する洋上のレジャースポットをプレストレストコンクリート構造物で計画して、その効果と課題を研究することにした。

プレストレストコンクリート構造物は橋梁構造物を中心に大径間架橋技術として発展してきたが、そのほかにもタンクや建築構造物等にもかなり使われるようになってきている。コンクリートの持つ良い面を最大限に発揮すべく研究された技術であるので、もっと広い分野での使用が期待されている。海洋構造物としてもある程度実績は増えてきているが、まだまだ限られた状況である。



資料：「日本の港湾1989」（財）日本海事広報協会より作成

図-5 マリーナの分布（収容能力100隻以上）

## ◇研究報告◇

具体的な活用方法を研究・提案することによりプレストレストコンクリート構造が海洋構造物分野でもっと採用されていくことをさらに期待するものである。

浮体構造物の設置にあたっては、まだまだ建築基準法・船舶安全法・公有水面埋立法等の適用法の明確化、そして漁業権の補償調整や行政方針整備とその指導體制の充実に大きな課題がありそうである。しかし、社会的ニーズが顕著化しつつある現在、まず技術的可能性を探る取組みを積極的に進めることで実現への道を求めるものである。

## 2. 基本条件

### 2.1 基本コンセプトおよび基本条件

#### 2.1.1 基本コンセプト

基本コンセプトはマリナーを中心とする浮体式総合レジャー基地として、『PC 洋上マリナー』とした。

#### 2.1.2 基本条件

『PC 洋上マリナー』を考案していくにあたって、基本条件を以下のように設定した。

- ① 都心から3~4時間でアクセスできること。
- ② 風・波が穏やか、かつ景観の良好な位置に立地。
- ③ 法人あるいは中・高所得者層の割合を多く考慮した会員制リゾート。
- ④ マリナーは中・大型のプレジャーボートを対象。
- ⑤ 形状は円筒として、浮体内部を有効利用しバラストを極力少なくする。
- ⑥ 浮体はプレストレストコンクリート構造とする。
- ⑦ 浮体はカタナリー係留とし、緊急用・エグゼクティブ用としてヘリコプター輸送も併用する。

### 2.2 立地位置の選定

立地候補の選定条件を以下のように設定した。

- ① 首都圏から3~4時間でアクセス可能な位置ということで、東京湾内もしくは相模湾内を想定する。
- ② 水深が50 m程度確保できること。
- ③ 島影や岬背後で、風・波が穏やかであること。
- ④ 背後地にマリナー建設適地がないこと。

これらの条件に適合すると考えられる地点として、図-6に示す3か所を想定した。

- (A) 横須賀沖合
- (B) 館山港沖合
- (C) 初島の島影

### 2.3 設計条件の設定

想定した3か所の立地位置の自然条件を調査・比較検討し、総合的に判断して以下のような設定条件のもとで、以後の本施設に対する設計・施工の検討を行うこととした。

- ① 水深：60 m
- ② 地盤：砂質地盤
- ③ 潮位：HHWL+2.00  
LWL+0.00
- ④ 潮流：2.0 kn (1.0 m/sec)
- ⑤ 波浪：常時  $H_{1/3}=0.5$  m  
 $T_{1/3}=6$  sec  
暴風時  $H_{1/3}=4.0$  m  
 $T_{1/3}=10$  sec
- ⑥ 風速：常時  $U_{10}=10$  m/sec  
異常時  $U_{10}=40$  m/sec

なお、浮体構造であるので免震性が期待できるため、

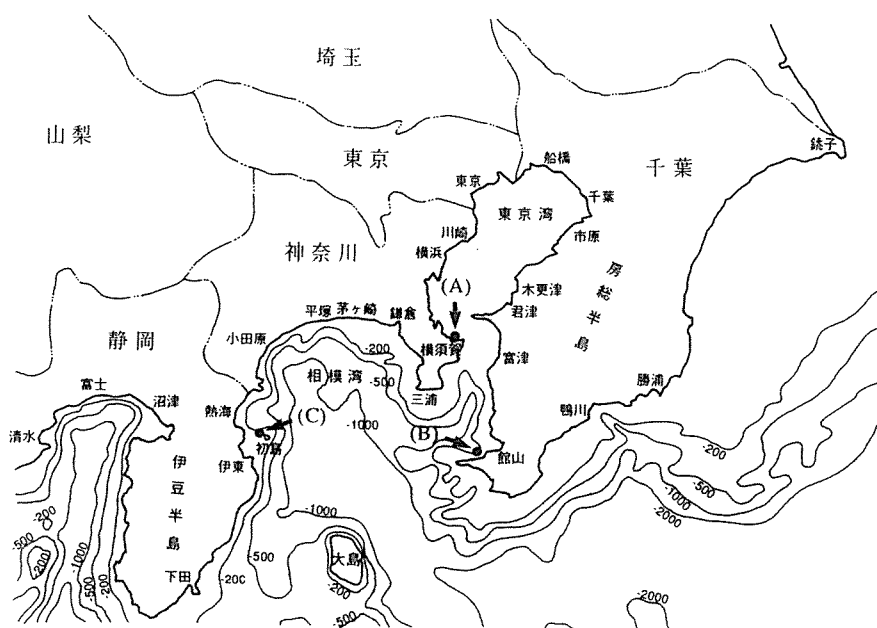


図-6 立地候補地点位置図

地震については特に検討しないものとした。

#### 2.4 導入機能および規模の設定

導入機能および規模を設定するにあたり、以下の条件を決めた。

- ① 総合海洋レジャー基地として必要な機能はできるだけ多く導入する。
- ② 採算性を考慮しボート保管隻数、客室は極力多くする。
- ③ 浮体没水部のエリアは、機械室・タンク等に有効利用する。

これらの設定条件を基に導入機能およびその概要と規模を表-4のように定めた。

表-4 導入機能一覧表

導入機能	概 要	規 模
ハーバー施設	対象船舶比率(中・大型を主とする) モーターボート 8割 ヨット 2割	300隻以上 (デッキ上保管含む)
客 室	ツイン以上(40~80 m <sup>2</sup> /室)	300室以上
レストラン	展望レストラン(最上階) 100名 水中展望レストラン 50名	1 1
プ ー ル	屋上レジャープール(大人用2,子供用1) 屋内プール(ダイビング用, 競泳用各1)	3 2
ヘリポート	緊急用またはエグゼクティブ用(28人乗りクラス)	1
水上バス棧橋	水上バスアクセス用(100人乗りクラス以上)	2
テニスコート	屋内8面	8面
アスレチックジム	トレーニング設備一式, エアロビクススタジオ, etc	1
そ の 他	バー, カフェテリア, 補修工場, 機械室, 浄化設備, 飲料水タンク, etc	

### 3. 概念設計および構造の設定

#### 3.1 空間利用計画

基本条件で設定された導入機能および規模に基づいて、空間利用計画を次のように行った。

##### 3.1.1 ハーバー施設

###### ① 対象船舶

中・大型艇を対象とし、次の諸元で計画した。  
平均艇長 10.5 m, 平均ビーム 3.3 m, 最大喫水 2.2 m

###### ② 海上係留施設

海上係留施設としては常時係留施設、一時係留施設および暴風時係留施設を検討した。

常時係留施設は図-7, 図-8に示すように円筒内の内側シャフト周辺の全周と外壁の内面に57隻分設けた。

マリーナ外周にビジター用のヨットやボートを10隻程度一時係留するための棧橋と、100人乗り程度の水上バス用棧橋を2か所設けた。

また暴風時には、マリーナ外側のプレジャーボートをマリーナ内に避難させるに十分な遊水部も確保してい

る。

###### ③ 艇 庫

艇庫は浮体フロート部空間と常時係留施設背面のデッキ部に設けた。

浮体フロート部空間は高さが13 mあるため艇庫内を3段にし、198隻のモーターボートを収容する。

またデッキ部には平置きで45隻収容する。

###### ④ 船舶収容能力

船舶収容能力数としては、一時係留隻数と暴風時係留隻数は含まないものとする。

海上係留隻数 57隻

艇庫内保管隻数 243隻(198+45)

合計 300隻

#### 3.1.2 宿泊関連施設等

##### ① 客 室

一室40 m<sup>2</sup>~80 m<sup>2</sup>で平均60 m<sup>2</sup>/室とし、浮体外周部に300室設ける。

##### ② レストラン他

レストランは最上階に展望レストラン(100名程度収容)、マリーナ没水部に水中レストラン(50名程度収容)を配置した。

またこのマリーナ施設は1000名程度の利用客を考えているため、それらに対応できる各種の処理設備・動力設備およびタンク等没水部に配置した。

#### 3.1.3 スポーツ関連施設等

スポーツ施設および関連施設は図-7, 図-9に示すようにマリーナ上部に配置した。

#### 3.1.4 ヘリポート

緊急用・エグゼクティブ用ヘリコプターとして28人乗りクラスが発着できるヘリポートを屋上に設置した。

### 3.2 基本構造形式

#### 3.2.1 基本構造形式の考え方

基本構造形式を立案するに際して、自然条件、運動・力学特性、構造特性等を考慮し、以下のように基本構造形式を決定した。

- ① 平面形状は波浪の影響を小さくするため、円形とする。
- ② 浮体の直径はプレジャーボートの停泊(係留)と航行面から必要となるスペース確保より130 mとする。なお、直径が大きくなるので浮体センターには支柱を設ける。
- ③ 浮体および壁体はPC構造とする。
- ④ 浮体の安定は構造重心を下げるとともに、水際面の断面2次モーメント( $I$ )を大きくすることで確保する( $G_M=I/V-CG$ )。
- ⑤ 構造重心を下げるために構造下部はコンクリート造、構造上部はスチール造とする。また、浮体水際

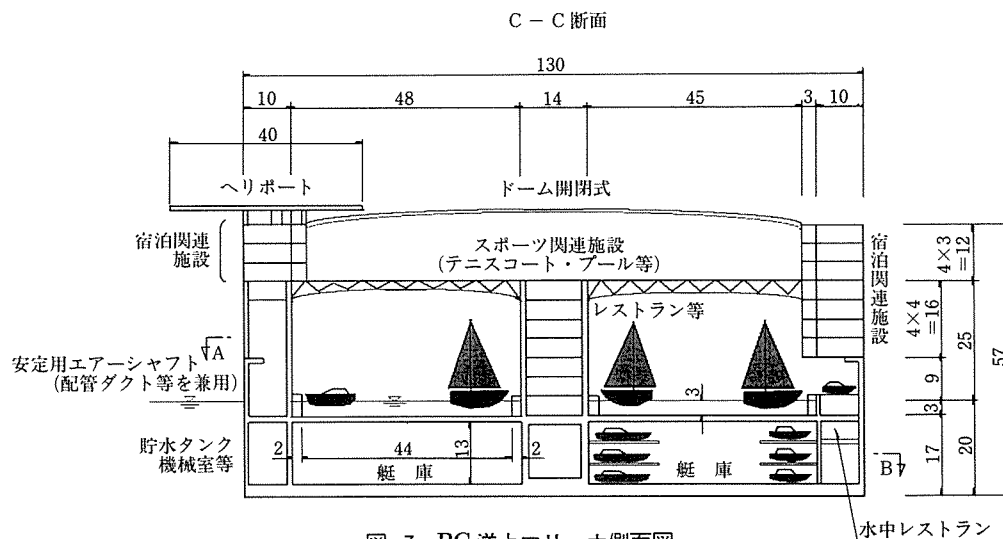


図-7 PC 洋上マリーナ側面図

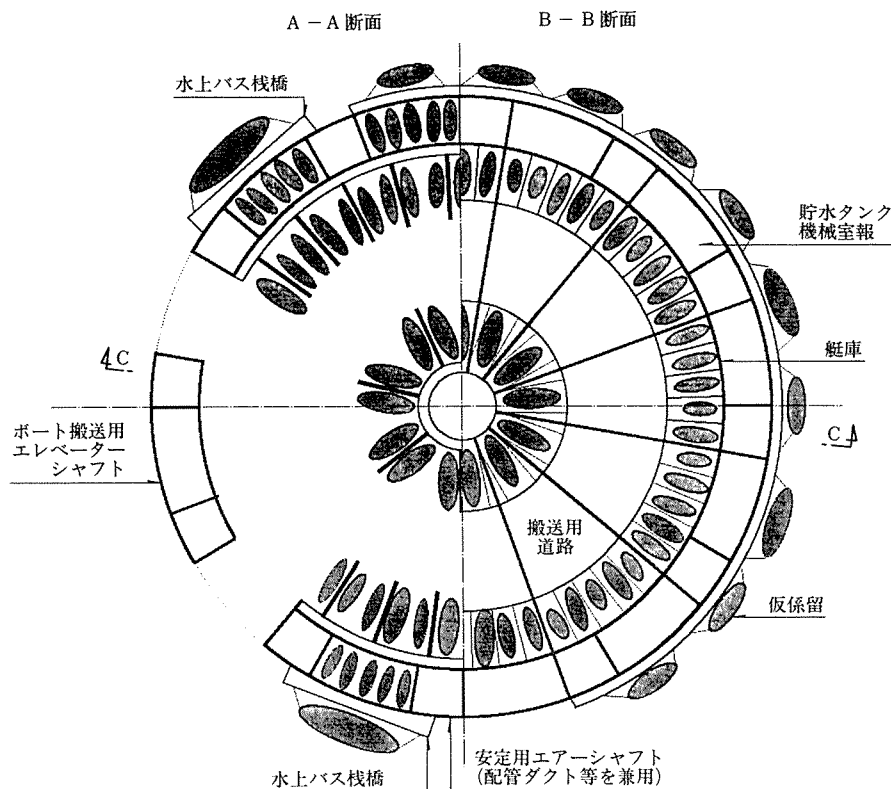


図-8 PC 洋上マリーナ断面図

面の断面 2 次モーメントを大きくとるため円筒浮体外周部に仕切壁（空室）を設ける。

- ⑥ 浮体重心の平面的な偏心による浮体傾斜に対する姿勢制御は、浮体外周部の支柱底部に海水をバラスト水として入れバラストコントロールする。
- ⑦ 浮体内のプレジャーボート用の内水面水深は 3 m を確保する。
- ⑧ コンクリート構造の内部空間はプレジャーボート等の保管、電気・機械設備、貯蔵設備の設置や水中レストラン設置等に有効利用する。

⑨ 構造上部には宿泊関連施設、スポーツ関連施設等の利用客用の各種施設を中心に配置する。

以上の考え方に基づいた“PC 洋上マリーナ”の基本形状は前述の図-7、図-8 に示したとおりである。

### 3.2.2 浮体の安定検討

図-10 に示す構造概要に基づき、各構造材の重量計算を行った結果を表-5 に示す。これをもとに浮体の安定検討を行った結果を以下に示す。浮体部上床版の上部 3 m の位置が喫水線になるようバラストを考慮して安定度を確認する。

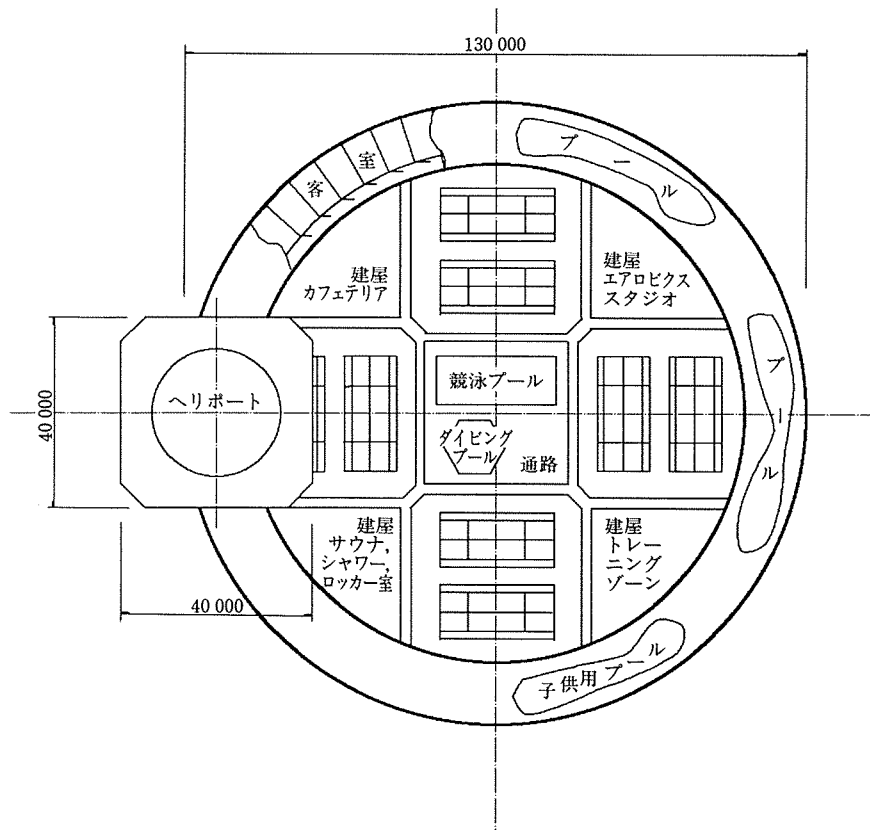


図-9 スポーツ関連施設のレイアウト図

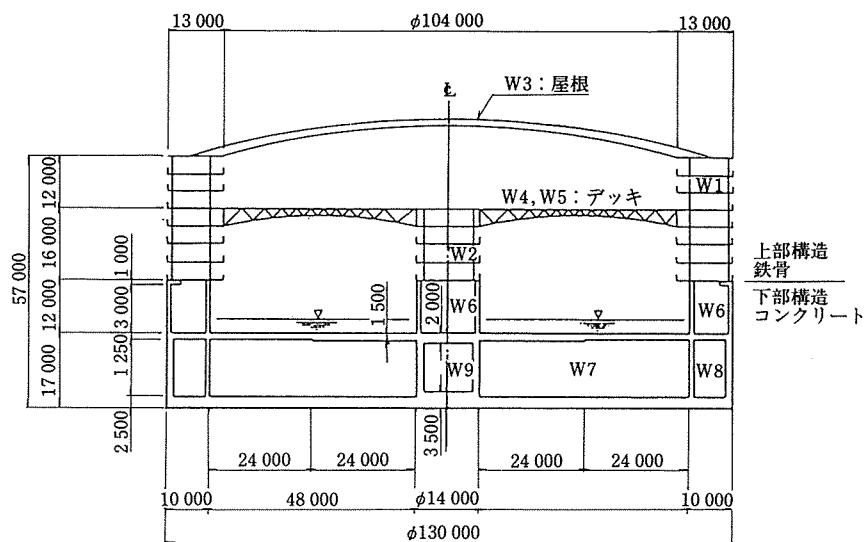


図-10 荷重位置説明図

表-5 重量算出一覧表

構造材重量 (死荷重)	空間内部利用搭載重量 (死・活荷重)
$W_1, W_2$ : 床面積当たり (設備含む) $700 \text{ kg/m}^2$ $W_1 = \pi/4 \times (1302 \times 1042) \times 7 \text{ F} \times 0.7 = 23\,410 \text{ t}$ $W_2 = \pi/4 \times 142 \times 4 \text{ F} \times 0.7 = 430 \text{ t}$ $W_3$ : 屋根 $250 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 2\,120 \text{ t}$ $W_4$ : デッキ $200 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 2\,120 \text{ t}$	$W_5$ : デッキ上設備等 $200 \text{ kg/m}^2$ $W_5 = \pi/4 \times 1042 \times 0.2 = 1\,700 \text{ t}$ $W_6$ : シャフト内空間利用 $20 \text{ kg/空 m}^3$ $95 \times 12 \times 12 \text{ 本} + \pi/4 \times 142 \times 12 \times 0.02 = 310 \text{ t}$ $W_7$ : モーターボート・ヨット保管 $243 \text{ 隻} \times 6 \text{ t 隻} = 1\,450 \text{ t}$ $W_8$ : 浮体外周部空間 $\rightarrow 1\,090 \text{ t}$ $W_9$ : 浮体センターシャフト部空間 $\rightarrow 41 \text{ t}$ 利用客等人荷重 $\rightarrow 60 \text{ t}$
上部構造 $S_1 = 28\,080 \text{ t}$	設備等 $S_3 = 4\,651 \text{ t}$
下部構造 $S_2 = 208\,203 \text{ t}$	



◇研究報告◇

浮体の安定条件  $G_M=I/V-CG>1.0$  m  
 喫水面断面二次モーメント  $I=4\,742\,401.0$  m<sup>4</sup>  
 浮体の排水容積  $V=233\,916.3$  m<sup>3</sup>  
 浮心位置（浮体底からの距離）  $C=9.01$  m  
 重心位置（浮体底からの距離）  $G=13.50$  m  
 重心とメタセンターとの距離  $G_M=15.78$  m $>1.0$  m  
 （半潜水浮体であるので最小  $G_M$  を  $1.0$  m とした）

3.3 構造の設定

構造は概念的に内部空間利用可能な中空円筒盤状の浮体の上に諸施設を配置できるようなものとしている。浮体部は直径 130 m および 110 m の二重に配置した外周円筒壁と直径 14.0 m の中央塔身円筒壁，さらに放射状に配置した 12 枚の梁壁と上・下床版により成っている。外周円筒壁は防波壁として喫水線上部まで立ち上がっており，船舶の出入りが可能なように 2 か所の開口部を有している。上部諸施設は，この外周壁と中央塔身により支えられており，内部空間にはヨットの航行や係留が可能な，水深 3 m の静穏な水面を確保できるようにする。また外周壁の喫水部内側には，浮体としての復元性を大きくし，安定性を良くするために，箱形の浮体部を 6 か所設けた。これらの構造が成り立つことを裏付けるために，浮体部の上・下床版，放射梁壁，外周円筒壁，そして喫水線付近の外周防波壁についての構造検討と全体の重量バランスを計算し確認する。

3.3.1 解析モデル評価の整理

① 水中浮体構造高さ

浮力バランスの検討により水中浮体の構造高さは  $H=17$  m としている。

② 上床版・下床版の検討

FEM 解析で 30° 分割モデルと 60° 分割モデルを比較検討して，30° 分割モデルが適当であることがわかり，上床版厚 1.25 m と下床版厚 2.50 m を目安として設定した。

③ 放射梁+上・下床版の構造解析

床版の有効幅を設定して梁モデルとして解析し PRC 構造で成り立つことを確認した。

④ 外周円筒壁の検討

4 辺固定版として解析し，PC 部材として設定する。水圧によるフープ力は水平方向の部材軸力として考慮して，厚さ 1.50 m となる。鉛直方向は PC 部材で，水平方向（円周方向）は RC 部材となる。

⑤ 外周防波壁の検討

厚さ 1.00 m の RC 部材として 4 辺固定版として解析検討する。

⑥ 塔身壁周辺上床版厚さ

FEM 立体折板解析の結果，塔身壁付近上床版部に応力が集中するため厚さ 1.50 m とする。

⑦ 塔身内上・下床版厚さ

塔身内上・下床版厚さは FEM 立体折板解析で応力の流れを確認している値を使うものとして上床版厚さは 2.00 m で下床版厚さは 3.50 m とする。

3.3.2 各部材応力の確認

床板応力，放射梁応力，外周壁応力等を確認して各部材断面と構造を決定する。さらに FEM 立体折板解析の結果分析により全体構造での応力の分布状況を把握する（5. 構造の検討（次号掲載）参照）。

表-6 決定構造一覧表

構造体	構造寸法	構造	備考	
水中浮体構造高さ	$H=17.0$ m		一部軽量コンクリート使用 単位体積重量=2.4 t/m <sup>3</sup>	
上床版厚	外周壁側	$t=1.25$ m	PC 構造	FEM 解析・梁モデル解析
	塔身壁周辺	$t=1.50$ m	PC 構造	梁モデル解析 FEM 立体解析
	塔身壁内部	$t=2.00$ m	PC 構造	FEM 立体折板モデル解析
下床版厚	一般部	$t=2.50$ m	PC 構造	FEM 解析・梁モデル解析
	塔身壁内部	$t=3.50$ m	PC 構造	FEM 立体折板モデル解析
外周壁	外側	$t=1.50$ m	PC 構造	四辺固定版モデル解析
	内側	$t=1.00$ m	RC 構造	
中央塔身壁	$t=1.00$ m	RC 構造		
放射梁壁	$t=1.00$ m	上下床版一体 PRC 構造	梁モデル解析	
外周防波壁	$t=1.00$ m	RC 構造	四辺固定版モデル解析	

4. 係留・動揺の検討

4.1 基本方針

基本構造形式に基づき，浮体の係留システムの計画例としてチェーンを使用した多点係留方式で検討を行った。

検討を行うに際し，以下の基本方針に従っている。

- ① 係留方法は，カテナリーチェーンによる多点係留方式とする。
- ② 係留アンカーは，コンクリートシンカー方式とする。
- ③ 浮体は，開口部・突起等のない円筒と仮定する。
- ④ 係留チェーンの設計に際しては，設計条件に基づき以下の荷重を考慮する。

- ・風荷重（風圧力）
  - ・潮流力
  - ・波漂流力
  - ・動揺による変動力
- } 定常外力として扱う。

係留ラインにかかる張力および係留復原力は，静的解析法により計算した。

4.2 動揺計算

浮体の運動方程式により，自由浮体として動揺を解析

表-7 動揺解析結果

	常 時	異 常 時
$\delta_x$ : スウェイイング (m)	$1.45 \times 10^{-2}$	$\pm 0.785$
$\delta_y$ : ヒービング (m)	$9.81 \times 10^{-4}$	$\pm 0.508$
$\theta_z$ : ローリング (deg)	$2.93 \times 10^{-3}$	$\pm 0.642$

した結果を表-7 に示す。

計算結果から判断して常時は問題ないが、異常時には生理学的にどうか研究していく必要がある。

#### 4.3 係留計算

浮体の係留方法は係留チェーンにより放射状に12点係留するものとし、係留計算を行った。

動揺時の計算結果を図-11 に示す。

動揺時の係留チェーンに作用する最大張力は720tとなり、安全率を考慮すると呼び径6インチのチェーンが必要となる。またアンカーは、11m×11m×5mのものが必要となる。

#### 参 考 文 献

1) 運輸省：運輸白書

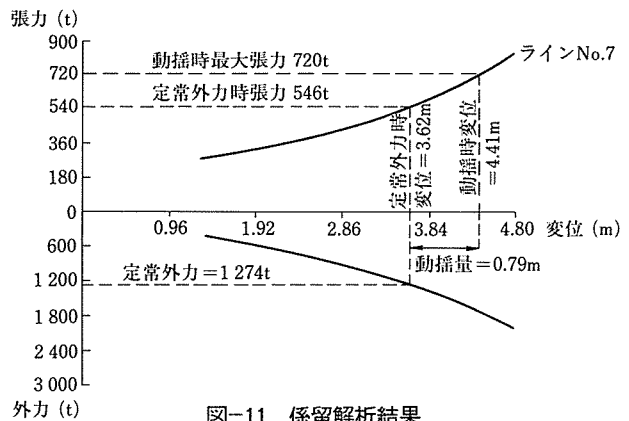


図-11 係留解析結果

- 2) 総理府：観光白書
- 3) 運輸省港湾局：豊かなウォーターフロントをめざして
- 4) (社)日本港湾協会：港湾要覧
- 5) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術場の基準・同解説
- 6) (財)日本海事広報協会：海洋性レクリエーションの現状と展望
- 7) 鹿島出版会：マリーナの計画

【1992年4月10日受付】

#### ◀刊行物案内▶

## 第 2 回 プレストレストコンクリートの 発展に関するシンポジウム 論 文 集

(平成3年11月)

本書は、平成3年11月に奈良で開催された標記シンポジウムの講演論文集です。

頒布価格：6 000 円 (送料 450 円)

体 裁：B5判, 箱入り

内 容：特別講演2編(10頁), 講演論文集72編(350頁)