

浮遊式海洋構造物の実海域実験

II. 実験構造物

大川 豊* 原 正一* 北村文俊*

At-Sea Experiment of a Floating Offshore Structure

II. The Prototype Model "POSEIDON"

By

Yutaka OHKAWA, Shoichi HARA and Fumitoshi KITAMURA

Abstract

This report describes the outlines of the prototype model "POSEIDON" and its mooring systems which have been used for this at-sea experiment.

目次

1. はじめに	7	6.5 乗降用設備	16
2. 浮体形状と構造様式	8	6.6 計測のための付加物および 甲板上の開口	16
2.1 前史	8	6.7 塗装	16
2.2 構造物の検討	8	6.8 その他	16
2.2.1 要素浮体形状	8	7. 実験状態および係留状態	16
2.2.2 要素浮体の構成	9	7.1 実験構造物の重心および慣動半径	16
2.2.3 ブレース	9	7.2 係留状態	17
2.2.4 上部構造物	9	8. おわりに	19
2.2.5 SR192実機試験小委員会 での検討	9	参考文献	19
3. 設計条件と概念設計(仕様)	10	1. はじめに	
4. 構造物設計変更の経過	11	本報告では、まず、実験の目的を果たすために、ど のような考え方に基づいてどのような実験用構造物を 建造したかという観点から、計画段階および設計段階 における検討の過程について述べる。次に、出来上がった 構造物について、係留用機器、艀装品なども含めた やや詳しい説明をする。最後に、実験時の構造物およ び係留の状態はどうであったかという、本実海域実験 を見ていく上で認識しておかなければならない事柄に ついて述べる。	
4.1 コラムの高さ	11	将来、大型浮遊式海洋構造物を展開しようという全 体の研究計画ではあるが、予算面からその実験の規模 は自ずと限定され、実際に出来た実験構造物は「大型」 というイメージとはかけ離れたものにならざるを得な	
4.2 コンクリート製フーティング	11		
4.3 コラムの直径	11		
5. 係留計画とその変更の経過	11		
6. 実験構造物の詳細	12		
6.1 構造物本体	12		
6.1.1 本体構造の概要	12		
6.1.2 本体構造の主要目	12		
6.2 測風塔	14		
6.3 係留設備	14		
6.4 艀装品	14		

* 海洋開発工学部

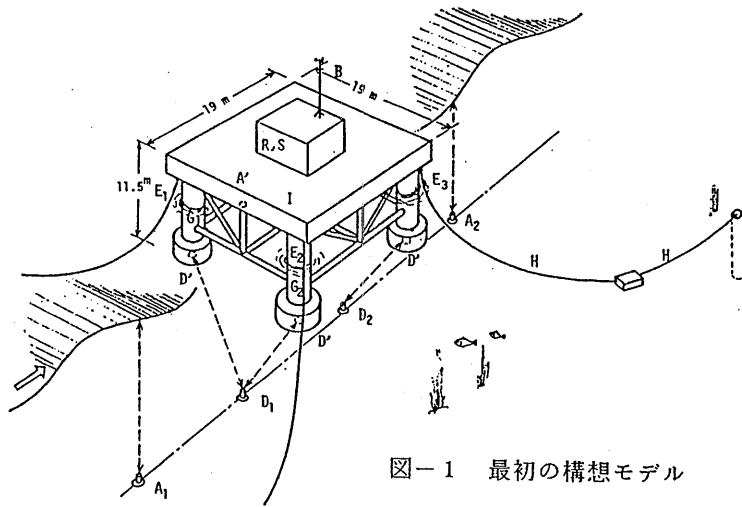


図-1 最初の構想モデル

かった。そこで、今回の構造物は「将来実現しようとしている大型構造物の一部を切り出し、その1/3のスケールとしたプロトタイプ構造物」と位置付けられた。

2. 浮体形状と構造様式

2.1 前史

浮遊式海洋構造物の実海域実験の構想は、「海洋構造物による海洋空間等の有効利用に関する研究」が科学技術振興調整費による正式な研究課題として採用される前段階の、フィジビリティスタディーにおいて最初の検討がなされている。

その報告書¹⁾には、図-1のような、フーティング付きコラム4本を要素浮体とした実験構造物が示されている。大きさも上部構造物が19m×19mと、実際に建造したものより一回り小さな規模であった。

要素浮体としてフーティング付きコラムがでてくるのは更にその前、1977年度、1978年度に実施した「浮体工法による海上空港建設に係わる評価のための技術調査研究」²⁾にさかのぼる。海上空港の場合、フーティング無しの普通の円柱も検討されたが、流体力学的性質の優位さから、フーティング付きコラムの採用はゆるぎないものとなっていた。

更に数年さかのぼると、展示用とは言え初めて海洋空間利用を実現した沖縄海洋博のアクアポリスは、ローハルで構成されていた。これは、海洋開発におけ

る浮遊式海洋構造物の本流とも言える、浮遊式石油掘削リグで多く採用されてきた形式の延長であった。

以上のように、浮遊式海洋構造物による海洋空間の利用を考えた場合、その構造物の要素浮体の形式は、フーティング付きコラムかローハル形式、いわゆる半潜水型にほぼ限定されて考えられていたと言っても過言でない。それはひとえに半潜水型の優れた流体力学的性質によるものである。

以上の浮遊式海洋構造物の構造様式は、いずれも多数の要素支持浮体によって上部構造物を支える形式のものである。

2.2 構造物の検討

2.2.1 要素浮体形状

要素浮体形状は、単純で保守管理が容易である点、流体力の推定法が比較的確立されているなどの点から、フーティング付きコラムで検討が進められた。この形はいわゆる波無し形状であり、上下方向に力を受けない波周期が1点存在し、その為にその前後の周期でも波力が小さくなる性質をもつ。今回は要素浮体単独の波無し周期を8秒とすることを目標とし、有限要素法および特異点分布法による流体力計算によって、図-2に示すようなコラムとフーティングの直径比および長さ比が求められた。図-2には上下および左右方向に働く波強制力も示してある。なお同図中の破線は、

設計の最終段階でコラムの直径を2.5mに修正された4本のフーティング付きコラムについての波強制力特性である。

2.2.2 要素浮体の構成

先のフィジビリティスタディーでは4本の要素浮体で構成されていたが、この構成では4本のいずれもが係留ラインの中間支持点を持つことになり、例えば、フーティング付きコラム単独に働く純粋な波力や、構造歪などを調べることが出来ない。そこで、最低1本は係留に無関係の支持浮体を設けることが提案され、支持浮体の数5本、8本、9本、12本などの案が出された。最終的には12本案が採用されたが、その主な理由は、全体形状で縦横同寸法になることを避けること、ある程度支持浮体数を多くし、浮体間の相互干渉の効果なども現れやすいようにするということである。

2.2.3 プレース

点検、保守管理の部分を少なくするためにはプレースは最小限に、あるいはない方がよいという意見も出た。しかしながら、全くなくすのは係留ラインの支持点となるコラムに支障がでるのではないかという懸念から、第1次案ではコラム間に水平または斜めのプレースを入れることとした。

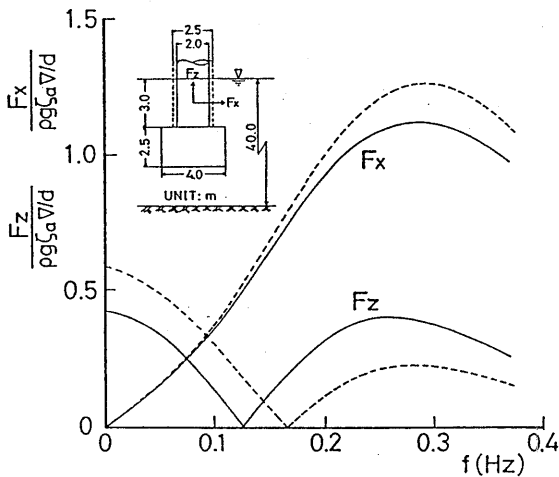


図-2 要素浮体の形状と波強制力

2.2.4 上部構造物

上部構造物は各コラムを支持し、上載物の重量を支持する強度を保持できればいいわけであるが、万が一の事故の時に沈没を避ける必要があるとの認識から、ボックスガーダーの採用により、これを水密区画として予備浮力を持たせることとした。

甲板上部には計測室等の機器を収容できるスペースを設けることとした。

2.2.5 SR192 実機試験小委員会での検討

日本造船研究協会第192研究部会 (SR192) は、「海洋構造物の設計外力および復原性に関する研究」を行う委員会であるが、ここに1984年度、1985年度の2ヶ年にわたり実機試験小委員会が設けられ、本実海域実験実施の検討が行われた。上記2.2.1~2.2.4の検討の結果をまとめた図-3に示す実験構造物の第1次案が、この委員会で検討された。ここでの実験構造物に対する意見は次のようなものであった。

- (1) セミサブではローハル型が主流となっており、実験結果の有効利用も計りやすい。また、プレースは省略して構造を簡略化する傾向にある。
- (2) 海洋空間利用で将来大型の構造物を考えているのであれば、単純な形状であるフーティング型がよい。空間利用の面からは丈夫なデッキにしてプレースをな

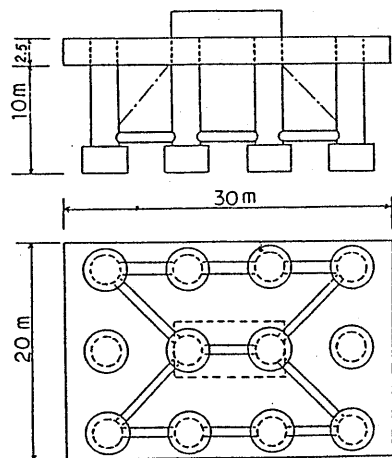


図-3 実験構造物第1次案

くす方がよい。

結局、海洋空間利用が主目的であることから、フーティング付きコラム案に決定した。ブレースについては意見に従って省略する方向となったが、係留ラインの支持点になる四隅のコラムにだけ、斜めブレースをいれることになった。

3. 設計条件と概念設計（仕様）

構造物建造のために、1985年10月に仕様書が作成された。その中には設計条件と、構造様式や係留方式について検討したことを踏まえて、それらに基づく概念設計が示されている。

設計条件を表-1に示す。この設計条件が適切であったかどうかについては、本別冊の別報「VII. 設計値と実測値」で詳しい検討をしているので参照されたい。

なお、「海洋構造物による海洋空間等の有効利用に関する研究」においては、海洋科学技術センターが緊張係留方式の研究を行うことになっており、実海域実験も同じ浮遊式海洋構造物を用いて行うことが前提となっていた。緊張係留方式に関する検討は全て海洋科学技術センターが行ったので、ここでは緊張係留に関しては説明上必要なことのみを記述するにとどめる。

概念設計で示された実験構造物の主要目は以下のようなものである。

(1) 全体

全長 …………… 34.000 m
全幅 …………… 24.000 m
喫水 …………… 約 5.500 m
支持浮体の取付間隔 …………… 10.000 m
(長さ・幅方向共)

(2) 上部構造物

有効長 ……… 30.000 m
有効幅 ……… 20.000 m
高さ ……… 2.500 m
水蜜区画 …… 約 600 m³
キャンバー（幅方向） …… 1/100

(3) 支持浮体

本数 ……… 12基
コラムの直径 ……… 約 2.000m
コラムの高さ ……… 約 7.500m

表-1 設計条件

自然環境条件の再現期間	: 50年
水深	: 40m
10分間最大平均風速	: 35m/sec
有義波高	: 8.0m
有義波周期	: 11.0sec
最大波高	: 12.0m
最大波周期	: 12.0sec
最大流速	: 0.5m/sec
最大潮位差	: 1.2m

(エアギャップを十分考慮して決定する)

フーティングの直径 …… 約 4.000m
フーティングの高さ …… 約 2.500m
水蜜区画 …………… 約 220 m³

この他主な構造の特徴としては、甲板室の側壁に水面上約20mの測風塔をつけること、前部および後部の両端4基の支持浮体には2本以上のブレース材をつけること、また同支持浮体の中心には緊張係留用の直径400mmのパイプを底面から上甲板まで貫通させること、などが盛り込まれている。

係留についてはこの時点では構造物設計のための暫定的な扱いで、次のように示されている。

(1) 弛緩係留用錨

予定主要目; 型式: QUICK HOLD型、材料: 鋳鋼、
数量: 6個、重量: 約 10tons、
期待把駐力係数: 約 10

(2) 弛緩係留用中間シンカー

予定主要目; 型式: 重量コンクリート製、
水中重量: 約 5tons、数量: 6個

(3) 緊張係留用シンカー

予定主要目; 型式: 重力式ブロック形式
長さ: 約 30m、幅: 約 20m
高さ: 約 2m

(4) 弛緩係留用鎖

予定主要目; 型式: JIS F 3303 スタッド付き第3
種電気溶接アンカーチェーン、
鎖直径: 約φ50mm、
1条の長さ: 約 280m、条数: 6条

(5) 緊張係留用鎖

予定主要目; 型式: スタッド付き第4種電気溶接ア

ンカーチェーンの一部をラバー
チェーンにて製造

鎖直径：約φ50mm

ラバーチェーン外径：φ300mm

1条の長さ：約50m、条数：4条

(6) 弛緩係留ライン用中間支持点治具

- i) ムアリングパイプ(JIS F 2007 B 300)を使用してもよいが、弛緩係留鎖が少なくとも3リンク以上かかるようなガイドを付加する。
- ii) 沖合い側の両端の支持浮体にはそれぞれ2個ずつ、陸側の両端の支持浮体にはそれぞれ1個ずつ取り付ける。

4. 構造物設計変更の経過

上記の仕様に基づいて入札が行われ、落札した三井海洋開発(株)によって建造のための詳細設計が進められた。その間、および建造段階で設計変更された大きな事項がいくつかあるので、その内容と理由について述べる。

4.1 コラムの高さ

当初、海洋科学技術センターが行う緊張係留実験は9月までの比較的静穏な時期に行うことになっており、緊張係留時の設計最大波高は5mとされていた。しかしながらその後、実験期間を10月まで延長したい、それに伴って海象条件の設定に台風の襲来を想定し、最大波高を9mとしたいとの申し入れがあった。その場合、波の山を5m、潮汐変動0.3m、surgeによる沈下0.3mとして、水面と上部構造物底面との距離が最低5.5m必要であり、計画より1m高くして欲しいとのことであった。

弛緩係留時におけるエアギャップについても再検討した結果、当初計画では最大有義波高の時エアギャップが無くなることが判明し、コラム高さを1m高くすることにした。

4.2 コンクリート製フーチング

個別共同研究として、大成建設(株)がフーチングの一つをコンクリート製とし、その耐久性や電気化学的性質の変化を調べることになった。その場所とし

て中央後部(NO.8コラム)をあてた。そのための重量増加が約11トンとなった。

大成建設(株)は同コラムにレジンモルタルを塗り、そのテストも同時に行うこととなった。

4.3 コラムの直径

コラムの高さを1m増したこと、コンクリート製フーチングを付けることになったことにより、安定性に問題が生じてきた。すなわち横方向のGMが不足気味になっていることが判明したのである。その対策として、両舷側の4本のコラム(NO.2、NO.3、NO.10、NO.11)の直径を2mから2.5mに増すこととした。

その結果、排水量は当初の503.5トンから527.5トンと24トンの増加となった。

5. 係留計画とその変更の経過

構造物建造の仕様書における係留計画は3.で示したように暫定的なものであった。弛緩係留ラインの展張方向も当初は図-4に示すように、沖側が15°および30°、陸側が30°であった。

係留計画の最終決定は1986年度の発注になる「実海域実験用海洋構造物の設置工事」に関する仕様書(1986年6月)に示されることになるが、その間に係留計画に関する再検討がなされた。

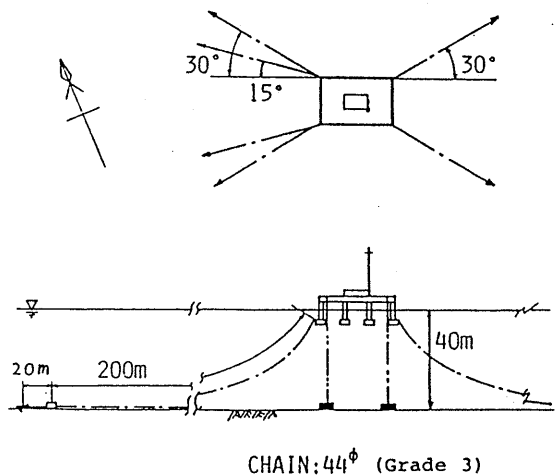


図-4 係留計画第1次案

まず、展張方向に関する検討が、複数係留ラインの静的係留特性を求めるプログラムによって行われた⁹⁾。これは、当初計画の沖側15°ラインを固定し、想定される平均年間最大、および異常時の波、風、流れによる外力に対し、他の沖側2ラインおよび陸側2ラインの最適展張角度を求めたものである。その結果、当初の沖側30°ラインを60°に、陸側30°ラインを45°に変更した。

次に、係留用器材の検討である。これは予算面からの制約が大きく、安全を損なうことなくコスト軽減を追求する必要があったことによる。まず、予定していたQUICK HOLD型アンカーの代わりに中古品を捜してもらうことになった。また、中間シンカーの代わりに太めのチェーンをアンカーまで這わせる案がでて、これも中古品のチェーンを捜してもらうこととなった。その結果、アンカー、チェーンとも入手の見通しがついたので、この案を実行することとなった。

中間シンカーを太めのチェーンに替えたのは、大変位したときの係留力の急激な増加を、アンカー側からみた場合に、中間シンカーによって集中的に緩和させるのではなく、大型チェーンの海底面との摩擦力を期待して分散的に緩和させることに相当する。この方法は、大変位したときに中間シンカーの存在によって生ずる変動張力の極端な増加を防ぐ方法として有効であることが知られている¹⁰⁾。

6. 実験構造物の詳細

建造され、実海域実験に供された実験構造物の詳細について述べる。なお、構造部材の配置等に関する詳細は「POSEIDON完成図書」（海洋開発工学部に保存）を参照されたい。

本構造物は半潜式構造物であることから、船舶安全法でいう「船舶」に分類され、船舶検査等の手続きを踏んだ。船名は「海洋空間利用のためのプラットフォーム(Platform for Ocean Space Exploitation)」から、ギリシャ神話のオリンポス12神の一人である、POSEIDON(海神)を選んだ。

6.1 構造物本体

6.1.1 本体構造の概要

本体構造は図-5にその概要を示すように、12本のフーティング付きコラムで上部構造物を支える様式である。

フーティング・コラムは、中央列後部のコンクリート製フーティングを付けたコラムを除いて、すべてバラストタンクになっている。各コラムとも上甲板上に水密のマンホールがあり、コラム内には垂直梯子が取り付けられていて、フーティング下部まで降りることができる。全実験期間を通じて、実際にバラストタンクとしたのは4隅の要素浮体のみであった。

4隅のコラムには、緊張係留用の鎖を通すために、内径400mmの鋼管が上甲板からフーティング底面まで貫通している。その底部はレジュューサーによってやや広げて底面に接続している。

上部構造物は水密区画からなるボックスガーダーで周囲を囲み、内側はI型ガーダーが縦1列、横2列入っており、内側のコラムはその交点に配されている。ボックスガーダー内へは上甲板に設けられた水密のマンホールから入ることができる。

デッキは上甲板のみで、中央には機械室および計測室からなる甲板室が据えられている。

4隅の係留ラインの支持点となるコラムには2方向にボックスガーダーに向かう斜めブレースが付いている。ブレース材は外径406.4mmの鋼管である。

6.1.2 本体構造の主要目

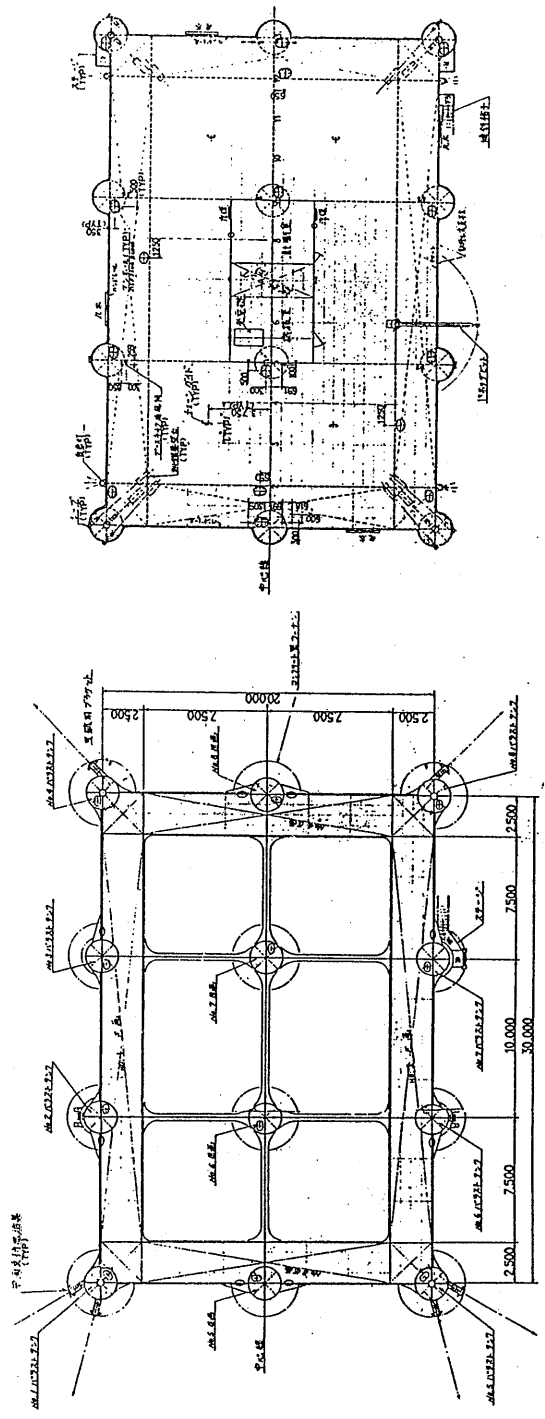
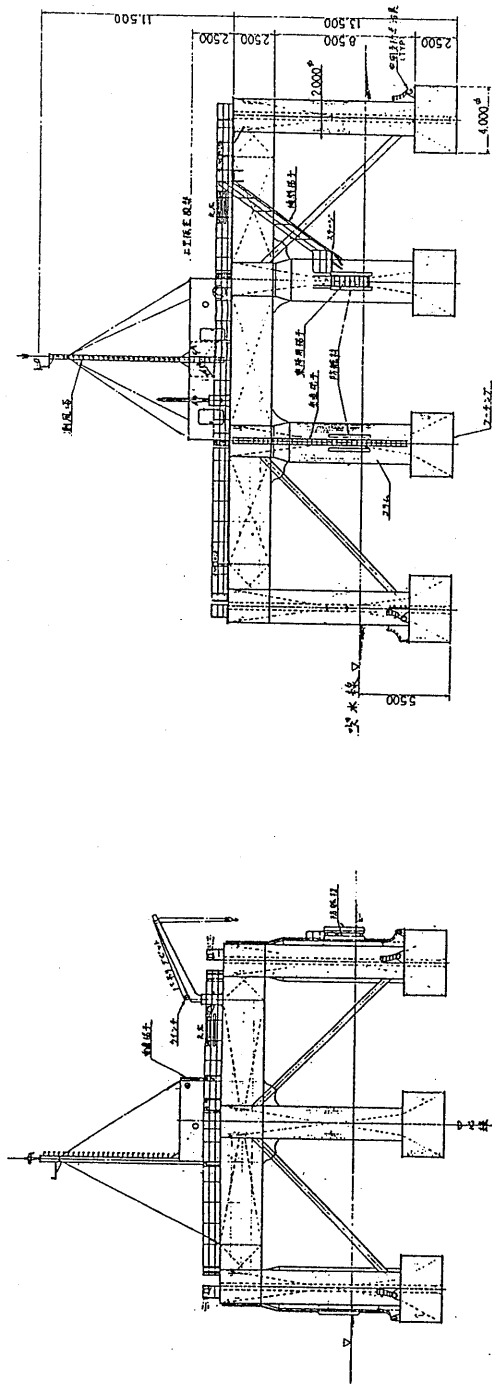
本体構造の主要目を以下に示す。

(1) 全体

最大長さ	.....	34.00 m
最大幅	.....	24.00 m
最大高さ	.....	26.00 m
喫水	.....	5.50 m
排水量	.....	527.5 tons
要素浮体の取付間隔	.....	10.00 m
(長さ・幅方向共)		

(2) 上部構造物

有効長さ	.....	30.00 m
有効幅	.....	20.00 m
高さ	.....	2.50 m
水密区画	.....	473.0 m ³



図一五 構造の概要 (全体図)

キャンパー（横方向）…… 1/86.5

(3) 要素浮体

本数 …… 12本
コラムの直径 …… 2.00 m
" (一部) 2.50 m
コラムの高さ …… 8.50 m
フーティング直径 … 4.00 m
フーティング高さ … 2.50 m

(4) その他

計測室；長さ 5.00m、幅 3.95m、高さ 2.413m
機械室；長さ 5.00m、幅 3.95m、高さ 2.413m
燃料タンク；15.0 m³

6.2 測風塔

海面上 19.5mの高さの風向・風速を計測するために、甲板室の側面に高さ10.83m（喫水線より18.83m）、直径 300mmの測風塔を立てた。測風塔には昇降用のステップ、風速計取付台をつけた。また、φ 8mmのワイヤロープ4本でステーを取った。頂部には避雷針をつけた。

6.3 係留設備

甲板上の係留設備の位置は図-7に示す。

(1) 中間支持点治具

中間支持点治具は弛緩係留ラインの展張方向に合わせ、沖側両端のフーティング上面に各2カ所、陸側両端のフーティング上面に各1カ所設けられた。これはアンカー側から張られた係留ラインをデッキ上にあげるために方向を変える点であり、図-6に示すように、△アリングパイプと少なくともチェーンの3リンクが当たるような曲率をつけたガイドからなっている。

(2) チェーンホイールおよびチェーンガイド

中間支持点から立ち上がったチェーンを上甲板上で制鎖器に導くよう再度方向を変えるためのものである。チェーンホイールは回転可能な支持点を設けて甲板に取り付けることにより、ロードセルと組み合わせて係留張力を計測できるようにした。（図-7[a]）

チェーンガイドは固定式で単にラインの方向を変えるだけのものである。（図-7[b]）

弛緩係留ではチェーンホイールを3台（沖側右舷に

2台、陸側左舷に1台）、チェーンガイドを3台（残りのライン）設置した。

緊張係留用には4台ともチェーンホイールを装備した。

(3) 制鎖器（チェーンストッパー）

緊張係留用4台、弛緩係留用6台をそれぞれのライン方向に従って、チェーンホイールまたはチェーンガイドの延長上に設置した。これらの定格荷重は200トンである。（図-7[c]）

(4) 電動ウインチ（図-7[d]）

係留ラインの展長、調整用に1台が設置された。仕様は次の通りである。

定格能力：10 tons、 定格速度：2 m/min

電動機：4極、5.5KW、200V、50Hz

計画当初はウインドラス2台を搭載することになっていたが、予算の都合で仕様が悪くなったものである。

(5) ケーブルガイド

ウインチが1台しかないために、係留ラインの調整はワイヤロープと滑車を組み合わせて操作しなければならない。その力の方向を変えるために4本のガイドが設けられた。（図-7[e]）

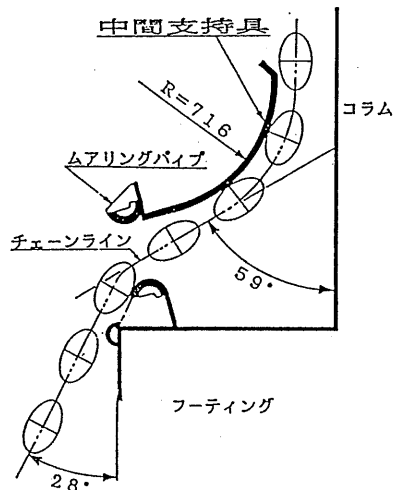


図-6 係留ライン中間支持点治具

6.4 艀装品

甲板上の艀装品の位置も、図-7に示す。

(1) 手摺

甲板の周囲に高さ約1mの手摺を巡らせた。重量物搬入部分は取り外し可能な手摺柱とチェーンを使用した。手摺には各辺1カ所に3本の丸太(図-7 [f])をくりつけた。これは地元の波電協議会(海洋科学技術センターが波浪発電装置“海明”の実験を行った際に作られた地元との協議機関。本実験においても、地元との協議はすべてこの機関を通じて行った。)の要望で、緊急救助用に有用であるとの意見に従ったものである。

(2) 重量物搭載ブーム(図-7 [g])

旋回半径: 5.0 m、旋回範囲: 270°(手動)

巻上荷重: 1.0 tons、巻上速度: 5 m/min

電動機: 4極、1.5KW、200V、50Hz

(3) 標識灯

甲板室上に主灯1基、上甲板の4隅に副灯各1基(図-7 [h])、合計5基の標識灯が設置された。これらは日光弁により暗くなると自動的にU信号を発するものである。

主灯; 光度: 1500Cd、光達距離: 27.0km

副灯; 光度: 155Cd、光達距離: 14.6km

(4) エンジン発電機(図-7 [i])

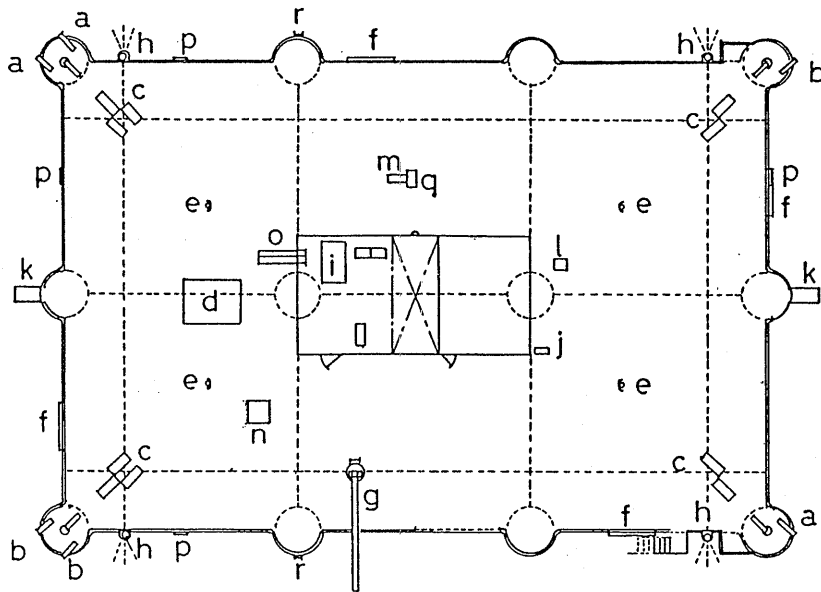
電力は基本的には海底ケーブルによって陸上から供給されるが、停電時または何らかの非常時に電力を供給するために備えた。以下に仕様を示す。

発電機; 定格出力: 20KVA、 定格周波数: 50Hz

定格電圧: 200V、 定格電流: 57.7A

エンジン; 形式; 4サイクル水冷4気筒ディーゼル
 定格出力; 25PS/1500rpm、総排気量: 2369cc

(5) 空調機



[a] チェーンホイール	[g] 重量物搭載ブーム	[m] 流速計用開口
[b] チェーンガイド	[h] 標識灯(副灯)	[n] 水中長大管取付用開口
[c] 制鎖器	[i] エンジン発電機	[o] 波浪計用ケーブルガイ
[d] 電動ウインチ	[j] 空調機室外ユニット	[p] 風圧計測用側板
[e] ケーブルガイド	[k] 相対波高計取付台	[q] 流速計昇降用ウインチ
[f] 丸太	[l] 長周期運動計測装置用開口	[r] 垂直梯子

図-7 甲板上の係留機器および艀装品等の位置

計測室の計測機器の環境保護のために設置した。室内温度は約18°に保った。熱交換器は室外ユニットタイプであったので、計測室の脇の甲板上に設置した。

(図-7 [j])

冷房能力：4,000kcal/h、消費電力：1.87kW

暖房能力：4,300kcal/h、消費電力：1.84kW

(6) ファン

エンジン発電機運転中の強制排気装置として、機械室天井にファンを1基取り付け付けた。

(7) 水中ポンプ

バラスト水注排水のために4台の水中ポンプを装備し、平常時は機械室に収納した。注排水に使用するサニーホース9m、ワンタッチカップリング、フレキシブルホース10mが各ポンプの付属品としてついている。ホース類は平常時はボックスガード内に収納した。

口径：100mm 全揚程：10m

吐出量：1.0 m³/min 出力：3.7 kW

重量：50kg

(8) 電気設備

機械室内に、高圧受電盤、高圧配電盤、配電盤、標識灯用の蓄電池が備えられている。構造物内の電力の供給は、動力関係の200Vと室内電灯および計測関係の100Vの2系統で配線されている。

(9) 救命・消火設備

船舶安全法に定められた救命・消火設備品として次のものを備えた。

救命浮環4個、救命胴衣14着、自己点火灯2個、自己発煙筒2個、粉末消火器4本

6.5 乗降用設備

(1) 乗降用梯子およびステージ

構造物への乗降は主としてNO.11コラムに設置した垂直梯子、ステージ、斜め梯子によった。垂直部分は通船が接舷するので、防舷材として梯子の両側に材木を取り付けている。

この乗降設備は1カ所しか作らなかつたが、南西風の強いときは非常に接舷しづらいことがあり、反対側にもう1カ所作っておくべきであるとの、通船の船長のアドバイスがあった。

(2) 補助垂直梯子

(16)

(1)の乗降設備が使用できなくなった場合に使う目的で、NO.2とNO.10コラムに(1)と同じ防舷材および上甲板まで上れる垂直梯子(図-7 [r])を取り付けた。

6.6 計測のための付加物および甲板上的開口

当初から計測用に取り付けた主な付加物、開口等は次のものである。

(1) 歪計(構造物内24カ所)

(2) 百葉箱(甲板室上)

(3) 相対波高計取付台(図-7 [k])

(4) 海中ケーブル(電力用)ガイド

(5) 波浪計用ケーブルガイド(水中)

(6) 水温計用パイプ

(7) 長周期運動計測用治具と開口(図-7 [l])

(8) 流速計用フックと開口(図-7 [m])

(9) 水中長大管取付用開口(図-7 [n])

2年目以降にも次の付加物を取り付けた。

(10) 波浪計用ケーブルガイド(甲板上、図-7 [o])

(11) 風圧計測用側板(図-7 [p])

(12) 流速計昇降用ウインチ(図-7 [q])

これらの詳細は本別冊の別報「V. データ計測および解析処理」を参照されたい。

6.7 塗装

本構造物の甲板室外面およびコラム・フーティングの側面は、(社)日本塗料工業会との共同研究として、防食実験用の塗装が行われた。特にコラム・フーティング部については、塗料会社が一社一本づつ没水部、スプラッシュゾーン、非没水部と塗り分け、比較することになった。

6.8 その他

日本船籍の「船舶」であるために、国旗を備える必要があった。また、停船表示用に黒球形象物3個を測風塔に取り付けた。

7 実験状態および係留状態

7.1 実験構造物の重心および慣動半径

実験構造物の重心査定のための傾斜試験が、1986年

表-2 傾斜試験から軽荷状態の推定

項目	W(tf)	KG(m)	1次モーメント(tf-m)	慣性モーメント(tf-m ²)		備考
				x軸回り	y軸回り	
試験時状態	430.40	7.24	3,116.10	3,890.5	6,335.8	慣性モーメントは 傾斜試験時の重心 回り (KG=7.24m)
(-) 移動重量	9.56	14.09	134.70	55.5	101.1	
(-) 計測員	0.59	14.05	8.29	----	----	
(-) バラストNO. 1	19.79	0.80	15.83	228.1	540.5	
(-) バラストNO. 4	14.55	0.59	8.58	215.7	401.3	
(-) バラストNO. 9	16.92	0.68	11.51	248.4	464.7	
(-) バラストNO. 12	16.98	0.68	11.55	249.8	466.4	
計	352.01	8.31	2,925.64	2,833.0 2,912.9	4,361.8 4,441.7	軽荷時の重心回り

表-3 軽荷状態から稼働状態の推定

項目	W(tf)	KG(m)	1次モーメント(tf-m)	慣性モーメント(tf-m ²)		備考
				x軸回り	y軸回り	
軽荷状態	352.01	8.31	2,925.64	2,912.9	4,441.7	慣性モーメントは 稼働時重心回り (KG=6.475)
バラストNO. 1	30.73	1.24	38.11	404.1	796.1	
バラストNO. 4	40.40	1.89	76.32	510.6	1,025.8	
バラストNO. 9	37.97	1.68	63.87	485.3	969.5	
バラストNO. 12	31.31	1.27	39.61	411.4	810.8	
燃料油	6.48	14.91	96.63	47.1	47.1	
係留チェーン	25.71	4.54	116.62	368.6	731.8	
余りチェーン	5.64	13.53	76.30	70.2	133.5	
海中ケーブル	0.30	1.50	0.45	---	---	
搭載機器類	0.26	14.00	3.60	---	---	
計	530.81	6.475	3,437.11	5,210.2 Kxx=9.81	8,956.3 Kyy=12.86	慣働半径(m)

7月18日に神例造船所の艀装岸壁付近で行われた。その方法等については文献⁶⁾を参照されたい。試験結果は、横方向の傾斜および縦方向の傾斜から求めた重心の平均をとると KG=7.24m であった。この試験状態からその時の付加荷重（傾斜用重錘、バラスト水、計測員など）を除いた、軽荷状態における重心および慣性モーメントは、表-2に示すように求められた。この軽荷状態を基礎とし、実験海域においてその後に搭載された機器、係留鎖、バラスト水等を加えた初期実験状態（第1次緊張係留実験が終了し、弛緩係留実験用に調整した1986年11月13日以降）の重心および慣働半径が、表-3のように推定された。

7.2 係留状態

実験構造物は、1986年7月の設置工事で、図-8に示すように、長手方向の中心線が計画通りほぼ正確に292.5°を向くように設置された。係留ラインの構成は、図-9のようになっている。実際に使用されたアンカーの要目を表-4に示す。設置工事の際に、係留状態の確認として、各ラインについて、フーティングの側面となす角度およびラインが海底と接地するまでの水平距離を計測している。それらの結果およびそれらから推定された初期張力を表-5に示す。

以後、係留状態は緊張係留実験への変更や各種の工事によって変遷する。係留状態のモニターとして、それらの工事の際にはできる限りラインとフーティング

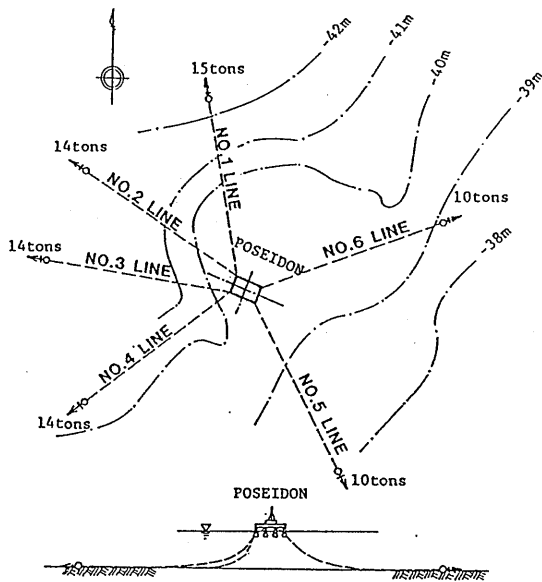


図-8 実際に係留された状態

側面との角度を計測した。その結果を表-6に示す。
計測はダイバーによる水中作業であるため、精度は極めて悪いが、実験開始後1年目の計測値が非常に小さくなっている。これは、最初の係留ライン設置の時に蛇行やリンク間の緩みがあり、1年間の間に移動や

表-4 アンカーの主要目

係留ライン番号	形式	総重量(トン)
1	Used AC-14 (BV船級)	14.55
2	Used AC-14 (ABS船級)	14.55
3	Used AC-14 (BV船級)	14.44
4	Used AC-14 (LRS船級)	13.75
5	Used Baldt (Stockless)	9.82
6	Used Baldt (Stockless)	10.14

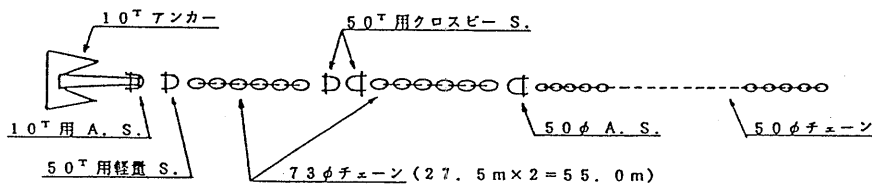
表-5 各ラインの推定初期張力

係留ライン番号	角度(deg.)	接地点までの水平距離(m)	推定初期張力(tons)
1	26.5	50.0	3.39
2	26.5	47.5	3.42
3	27.0	46.4	3.47
4	27.5	44.7	3.51
5	40.0	65.6	5.20
6	40.5	70.8	5.32

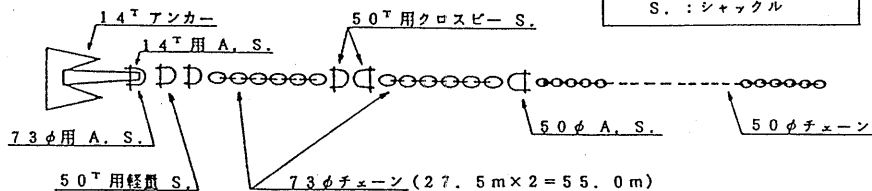
動揺を繰り返したため、蛇行や緩みがとれたものと推定されている。

その後は係留ラインの長さをデッキ上で調整している。表-7にアンカーからデッキ上の制鎖器までの係留ラインの長さの変遷を示す。

NO. 5, NO. 6 LINE



NO. 1 ~ NO. 4 LINE



A. S. : アンカーシャックル
S. : シャックル

図-9 係留ラインの構成

表一六 係留ラインの角度計測結果

年・月・日	NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6	備考
86/ 8/10	26.5	26.5	27.0	27.5	40.0	40.5	初期設置工事、写真読取り
87/ 8/ 2	10.3	10.0	16.8	0.0	12.5	27.5	係留力計、波浪計設置工事
87/ 9/10	9.0	21.0	25.0	18.0	30.0	23.0	T L P 終了後の調整
87/10/27	23.0	25.0	26.0	23.0	36.0	29.0	
87/12/10	12.0	12.0	20.0	20.0	30.0	35.0	長周期運動計測装置設置
88/ 7/ 6	15.0	17.5	28.0	11.5	34.0	33.0	
89/ 7/ 3	8.0	25.0	16.0	8.0	36.0	24.0	
89/ 8/25	8.0	25.0	24.0	4.0	33.0	17.0	係留鎖調整前
89/ 8/26	18.0	28.0	25.0	20.0	36.0	28.0	係留鎖調整後
89/ 9/ 7	15.0	19.0	18.0	17.0	30.0	30.0	係留力計取付後
90/ 7/ 1	20.0	30.0	15.0	20.0	40.0	25.0	自由動揺試験前
90/ 7/ 7	16.0	24.0	23.0	15.0	36.0	24.0	自由動揺試験前

表一七 係留ラインの長さ（アンカーより制鎖器まで）の変遷

年・月・日	NO. 1	NO. 2	NO. 3	NO. 4	NO. 5	NO. 6	備考
86/ 8/ 9	264.2	260.6	247.2	262.2	254.2	224.0	初期設置工事
86/ 9/11	274.2	260.6	247.2	272.2	264.2	234.0	T L P のため繰り出し
86/11/ 7	264.2	260.6	247.2	262.2	254.2	224.0	T L P 終了後引上げ
87/ 7/ 3	274.2	270.6	257.2	272.2	264.2	234.0	検査のため浮上させた
87/ 7/26	264.2	270.6	247.2	262.2	254.2	224.0	角度計測のため引上げ
87/ 8/ 2	274.2	270.6	257.2	272.2	264.2	234.0	T L P のため繰り出し
87/ 9/10	246.2	260.6	245.2	248.2	254.2	218.0	T L P 終了後の引上げ調整
87/10/26	236.4	260.6	245.2	244.0	254.2	213.4	
88/ 7/ 6	236.4	260.6	245.2	244.0	253.4	212.6	
89/ 8/26	232.0	260.6	245.2	233.2	253.4	212.6	係留ライン調整作業

8 おわりに

実海域実験に用いたプロトタイプの実験構造物POSEIDONについて、できるだけ全貌がわかるようにまとめた。

POSEIDONは無事その役目を終え、1990年7月には一部の試験体を取り出して解体された。

参考文献

- 1) 1981年度科学技術振興調整費「海洋構造物による海洋空間等の有効利用に関するフィージビリティスタディー」調査報告書、Apr. 1982
- 2) 安藤定雄、上野勲、大川豊；浮体工法による海上

空港建設に係わる評価のための技術調査研究、船舶技術研究所報告別冊第4号、Mar. 1983

- 3) 星野邦弘；係留ラインに働く静的および動的張力特性について、船舶技術研究所報告第25巻第2号、Mar. 1988
- 4) 高井隆三、安藤定雄、加藤俊司、大川豊；浮体の複数係留システムに関する研究、船舶技術研究所報告別冊第6号、Mar. 1985
- 5) 大川豊、大松重雄、大津留喬久、井上令作、田中義久、山川賢次；実海域実験構造物に関する実機試験、第48回船舶技術研究所研究発表会講演集、Nov. 1986