

# (86) ポストテンション方式により連結したコンクリート浮棧橋の実大実験

不動建設(株) ○中嶋 健治  
 フドウ建研(株) 野崎 隆雄  
 日本コンクリート工業(株) 白岩 督啓  
 (株) ベイテック 田村 徹

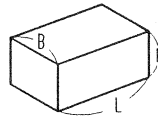
## 1. はじめに

近年、余暇の増加とともに海洋性レクリエーションに対する人々の関心が急速に高まってきた。そして、ヨット、ボート等の数も次第に増加してきており、これらブレッジャーボートを係留するマリーナ施設の不足が指摘されている。この様な社会的背景のもと、国内外の種々の浮棧橋が開発、商品化されてきている。筆者らは、EPSを浮力体として内蔵したコンクリート製の浮棧橋(以下、マルバスボンツーンシステムと称す)を開発した。本稿は、マルバスボンツーンシステムの実用化に際し実施したボンツーンの波浪による動揺程度、耐力等を検証するために行った各種実大実験の概要である。

## 2. マルバスボンツーンシステムの概要

マルバスボンツーンシステムの概要を下記に示す。

2-1 形状・寸法(巾、長さ) マリーナの環境条件や収容艇の艇種など、どんな条件にも対応できるように図-1に示す形状・寸法をモジュール化し、自在なマリーナ計画を可能としている。



	B	H	L
A型	1.0	0.9	3.8
B型	2.1	0.9	4.2
C型	2.4	1.1	4.2

図-1 形状・寸法(m)

2-2 配筋 耐久性、耐食性、製造の省力化等を考慮して、表面処理を施した溶接金網をシングルに配筋している。

2-3 連結方法 使用されるマリーナの環境条件によって、波長、波高等海象条件が異なるため図-2に示す連結方法を取っている。

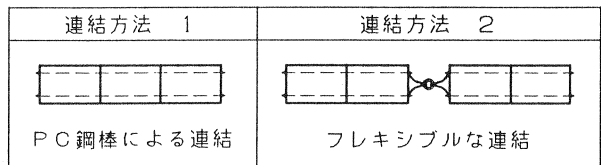


図-2 連結方法

2-4 設置方法(係留方式) 連結方法と同様にマリーナの状況に応じて、

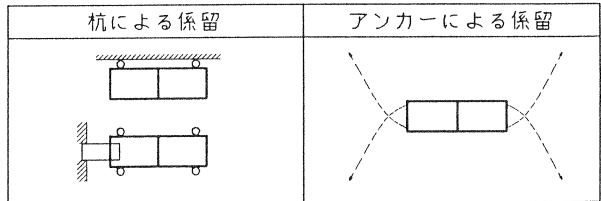


図-3 設置方法

杭による係留、アンカーによる係留を取っている。設置方法を図-3に示す。

2-5 特徴 高強度コンクリートを素材にしており十分な耐久性と、波浪に対し高い安定能力がある。又、工場生産されるため高品質なボンツーンである。上記のほかマルバスボンツーンシステムにはつぎのようなオプションも用意している。

デッキ面の仕上げ…板張り、シート張り及び塗装、係留金物…クリート、クロスビット他、設備…給水、電気、収納庫他

### 3. 実験の概要

波浪に対し複雑な挙動をする浮体の断面力、動揺量の算定手法は提案されてはいるが、これらの手法を小型浮体橋へ適用し、断面力、動揺量を定量的に算定するのは困難と言えよう。よって、比較的波浪の大きい海域にポストテンション方式で連結してマルバスポンツーンシステムを設置するに先立ち、その安全性を確認するための各種実大実験を実施した。即ち、①各種の波浪に対する浮体橋の動揺量の関係把握(3-1)、②浮体橋の曲げ耐力の確認(3-2)、③実海域の波浪に対する浮体橋の安全性の確認(3-3)の3種の実験を実施し、マルバスポンツーンシステムの安全性が確認できたので、以下にその概要を示す。

#### 3-1 実験水槽による動揺実験

##### (1) 試験体

試験体は、A型3基をポストテンション方式で連結したものであり、概要を図-4に示す。緊張力は5tとし用いたPC鋼棒は、 $\phi 17\text{mm}$ (SBPRA種)である。実験時のコンクリート強度は、 $432\text{kg/cm}^2$ である。

##### (2) 実験方法

実験は、東京商船大学船舶運航性能実験水槽で実施した。波は、試験体長軸方向に沿った方向に作用させた。表-1に、作用させた波の特性を示す。

##### (3) 測定項目

主な測定項目は、試験体の動揺量、試験体外殻部のコンクリートのヒズミ度である。表-2、図-4に測定の概要を示す。

##### (4) 実験結果と考察

試験体の動揺量と波高、波長の関係を、図-5に示す。波高が大きくなるに従い、試験体の動揺量が急激に大きくなること、同一の波高でも波長が試験体の長さに近づくと試験体の動揺量が大きくなること等、波の特性に対する試験体の動揺量の基本的関係が把握できた。

コンクリートのヒズミ度は、最大波高20cmの場合でも最大 $\pm 10\mu$ 程度であり、本体に影響を与える値ではなかった。3基の試験体の傾斜角は、ほぼ同一の値を示しており、ポストテンション方式で連結したマルバスポンツーンシステムの一体化が確認できた。又、PC鋼棒端部に作用する力の増分は、最大0.2tで非常に小さく各部材への影響は全くなかった。

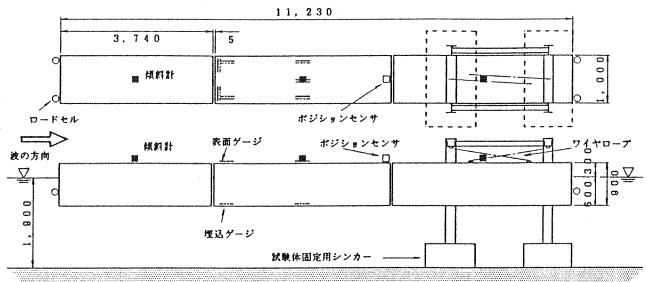


図-4 試験体の測定の概要

表-1 波の特性  
f = 周波数  
H = 波高

Hmax \ f	0.3Hz	0.4	0.5	0.6
10cm	○	○	○	○
15	○	○	○	○
20	○	○	○	○

表-2 測定項目

測定	センサ
動揺量	表面ゲージ(上版)、埋込ゲージ(下版)
ヒズミ度	ポジションセンサ、傾斜計
連結部の力	ロードセル
波高	波高計

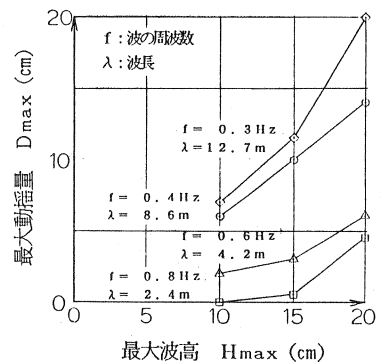


図-5 試験体の動揺量

### 3-2 曲げ耐力実験

#### (1) 試験体

試験体は、図-6に示すように、C型ボンツーン2基をポストテンション方式のプレストレスト導入によって連結した。表-3に、使用材料を示す。

#### (2) 加力方法

図-7に示すように、3等分2点載荷による静的繰返し曲げせん断実験を行った。その加力サイクルを図-8に示す。

#### (3) 測定項目

荷重(P)、変形量

( $\delta$ ) およびコンクリートのひずみ( $\epsilon_c$ )を測定し、その結果に基づいて

変形性能、ひびわれ性状および復元力特性などを解明し、プレストレストによるボンツーンの連結構造の安全性を実証しようとするものである。

#### (4) 実験結果および考察

図-9および図-10に、荷重と変形量との関係および荷重とコンクリートひずみとの関係を示す。

これらの結果より、プレストレストによるボンツーン連結法は、一体打ちボンツーンと同等程度の剛性、耐力、変形性能および復元力特性を示すことが判明した。

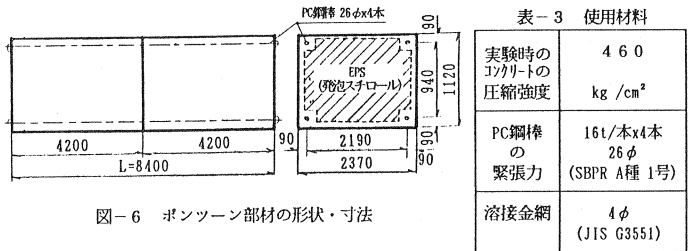


図-6 ボンツーン部材の形状・寸法

表-3 使用材料

実験時の コンクリートの 圧縮強度	460 kg/cm <sup>2</sup>
PC鋼棒の 緊張力	16t/本x4本 26φ (SBPR A種 1号)
溶接金網	4φ (JIS G3551)

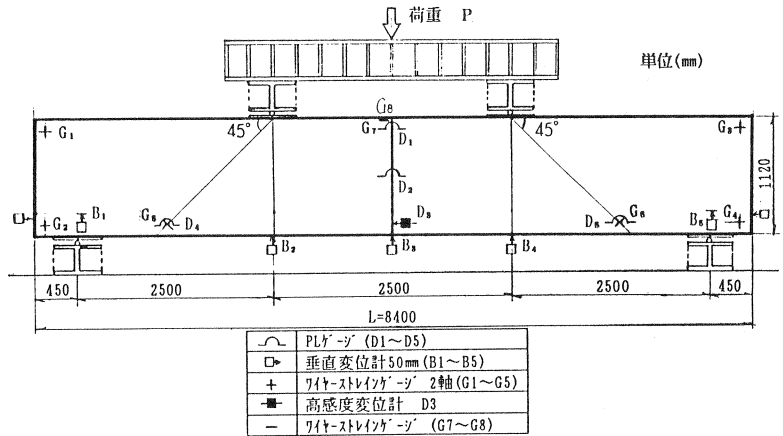


図-7 試験体の加力及び計測状況

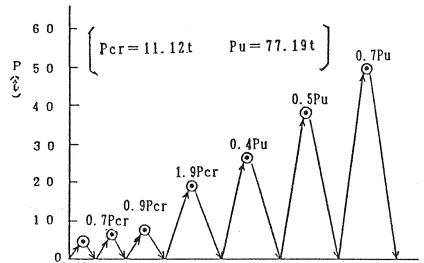


図-8 加力サイクル

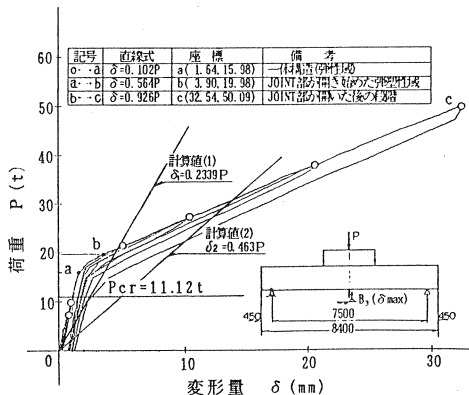


図-9 荷重と変形量との関係

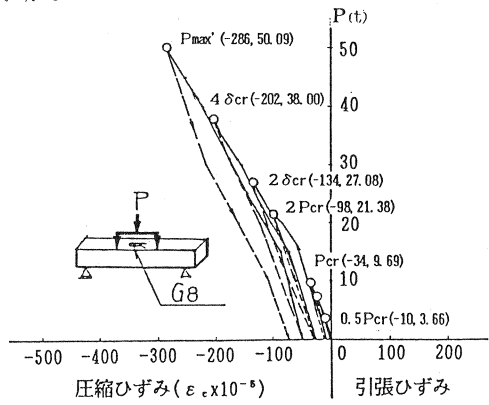


図-10 荷重とコンクリートひずみの関係

### 3-3 海上波浪実験

#### (1) 試験体

試験体は、C型3基をポストテンション方式で連結した。連結材はPC鋼棒（SBPRA種1号、φ26mm-4本）とし、波浪縦曲げモーメントに対して接合部がフルプレストレスとなるように、16t/本の緊張力を与えた。海上の波浪および試験体の動揺状況を観測するため、10cmの格子模様を試験体側面に取り付けた。試験体の形状を図-11に示す。

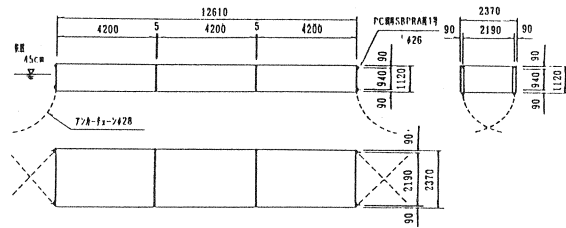


図-11 試験体形状

#### (2) 実験方法

愛知県渥美半島沖合を実験場とし、試験体はこの地域で強い西風に合わせ、東西方向に設置した。実験状況を写真-1に示す。

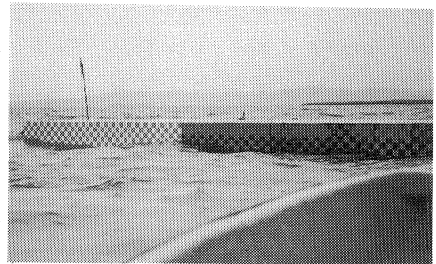


写真-1 実験状況

#### (3) 測定項目

波浪が本体構造に及ぼす影響を確認するため、1日1回船にて海上に行き、その他は陸上から双眼鏡等による観測とした。試験体の動揺程度は部材の格子模様で確認し、波高の測定は岩壁に設置したスケールによった。

#### (4) 実験結果

海上で16日間波浪実験を実施した結果、波浪および試験体の状況は表-4のとおりであった。その後、陸上あげした試験体は、本体部、接合部とも異常は全く認められなかった。

表-4 波浪および試験体の状況調査結果  
(試験日:平成2年2月24日~3月12日)

波高(cm)	日数(日)	状 況
H<20	2	風弱く波小さい、試験体の動揺も小さい。
20≤H<40	3	風やや強く白波が立つ、試験体も動揺し船より試験体に近るとき注意を要す、試験体上は充分歩行可能。
40≤H<60	3	風強く波が荒い、危険につき船上での調査は中止、試験体の動揺大きく時々波を被る。
60≤H<80	4	風強くビデオの三脚が倒れそう、試験体の動揺が大きく前後が交互に波に隠れる。
80≤H	4	風強く岸壁に立っているのがやっと、試験体の動揺が大きく全体が波に隠れる事もある。
計	16	

4. まとめ 以上の各種実験結果より、比較的波浪の大きい海域におけるマルバスボンツーン本体（モジュール寸法および部材のコンクリート厚等）および連結方法について、その安全性が確認できた。

今後は、波高50cm以下程度の静穏海域向けに営業展開を図るべく、波浪海域における仕様をベースに施工の省力化、製造の合理化等を踏まえたマルバスボンツーンシステムの形状（主にコンクリート厚）、連結方法および製造方法について開発中である。

謝辞 本開発の実験に際し、東京商船大学大津皓平教授、武井幸雄講師のご指導を頂きました。ここに記して厚く感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 上田茂他2名: 箱型浮体の波浪によるせん断力と縦曲げモーメントの計算法について、運輸省港湾技術研究所、No 505 1984 12月