

衝立パネル式ケーソンの海水交換特性 に関する実験的研究

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS ON WATER-EXCHANGE PERFORMANCE OF A CAISSON WITH A FRONT PANEL

島田 潔¹・松原直哉²・吉村正³・神瀬哲⁴

Kiyoshi SHIMADA, Naoya MATSUBARA, Tadashi YOSHIMURA and Tetsu KAMISE

¹工修 (株)三井造船昭島研究所 事業統括部 (〒196-0012 東京都昭島市つつじが丘1-1-50)

²(株)三井造船昭島研究所 技術統括部 (〒196-0012 東京都昭島市つつじが丘1-1-50)

³正会員 工修 三井造船(株) 鉄構建設事業本部 (〒104-0045 東京都中央区築地5-6-4)

⁴顧問 三井造船(株) (〒104-0045 東京都中央区築地5-6-4)

Water-exchange performance of newly-developed caisson with front panel in waves is investigated by model experiment. Panel height, panel spacing from the caisson and diameter of water introducing pipe are adopted as experimental parameters.

Panel height, which is found an important parameter, should be adjusted to the still-water level. The present caisson of unit length in waves of one-meter height can introduce several hundred tons of the outer water, which seems enough quantity for improvement of water quality, to the restricted area behind the caisson per hour.

Key Words: Water exchange, caisson, front panel, panel height, water introducing pipe, water quality

1. はじめに

防波堤は港外からの波浪の侵入を防ぐと同時に港外の海水の流入を抑えるため、港内の海水が滞留し、水質の悪化が生じる場合がある。最近では、風力、波浪等の自然エネルギーを有効に利用して港外の海水を内部水域へ導入し、港内の水質悪化を防ぐ試みがなされている。

佐藤ほか¹⁾は、防波堤前面に鉛直壁による遊水部を設け、防波堤後方への海水の導入が効率的に行えるシステムの提案を行った。

本論文では、防波堤ケーソンの前面に衝立パネルを配備した簡単な一体構造によって衝立パネルを越波する外部海水を確保し、これをケーソン内の導水

管によってケーソン後面に導く新形式の海水交換システムについて、衝立パネル高さ等の各種パラメータを系統的に変化させた模型実験を実施し、各パラメータが海水交換性能に及ぼす影響を明らかにした。

2. 供試模型

供試模型の概略図を図1に示す。模型は想定実機を1/20に縮尺したものであり、2次元水路(長さ25m、幅1.1m、深さ1.4m)に設置するため、1080mm長さの部分模型とした。なお、模型はアクリル板を用いて製作した。

4. 実験方法

本実験における導水量の計測手順を、図3を用いて次に示す。

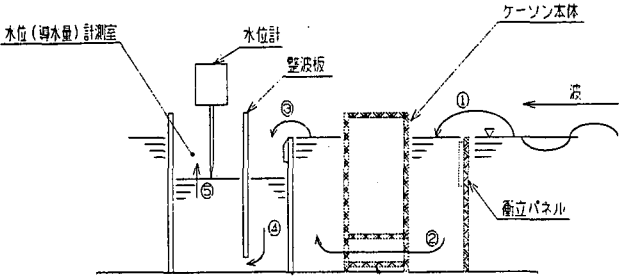


図3 計測手順

- ①造波機で起こされた規則波が衝立パネルを越える。
- ②衝立パネルとケーソン本体の間に確保された水が導水管を通り、ケーソン後方へ移動。
- ③ケーソン後方の水が、静止水面と同じ高さの仕切板を越えて導水量計測室へ移動。
- ④制波板の下を通過して水位計の下へ移動。
- ⑤導水量計測室内の水位上昇を水位計で計測。

5. 実験結果

導水量計測室内に設置された水位計によって計測された水位上昇の時系列の一例を、図4に示す。一波ごとの変動を示しながらも一定の平均速度で水位が上昇していること、つまり一定の単位時間当たり導水量が確保されていることがわかる。

衝立パネル高さ：0mm（導水管：100φ、パネル幅：200mm）
（波周期：1.50sec、波高：80mm）

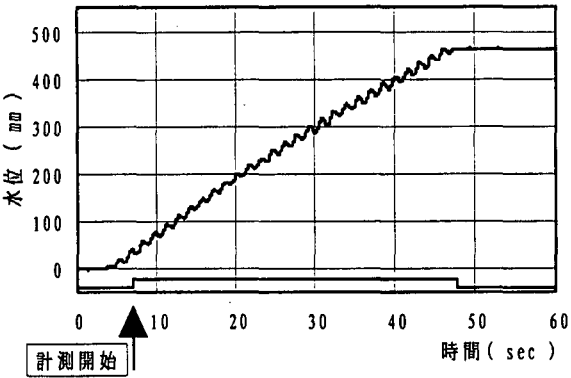


図4 水位上昇の時系列の計測例

単位長さのケーソンが単位時間に確保する導水量を、計測結果の実機換算値として波周期を横軸にとり、図5～図7に示す。図5は衝立パネル高さをパ

ラメータに取った場合の結果を示したものである。衝立パネル高さがゼロ、つまり静止水面とパネル上端が一致している状態が最も大量の導水量が確保でき、パネル高さが大きくなっても小さくなっても導水量は減少する傾向が見られる。図中にはパネルがない場合の結果も示してあるが、パネルがない場合には海水交換能力はほとんどゼロと言える。つまり、一枚のパネルをケーソンに装着することにより、ケーソンに海水交換能力が生じることになる。

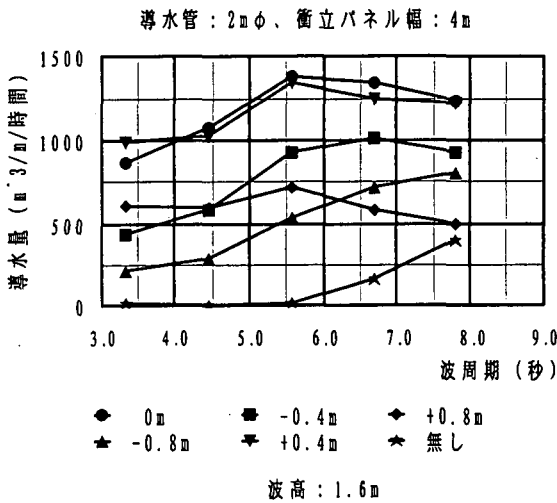


図5 単位長さケーソンの1時間当たりの導水量（衝立パネル高さの影響）

図6は衝立パネル幅をパラメータに取った場合の結果を示したものである。波周期が5秒を越えると導水量に対するパネル幅の影響が見られるようになる。波周期の増加、つまり波長の増加に伴って水位上昇範囲が長くなり、衝立パネル幅が小さい場合にはパネルを越えた水塊がパネルとケーソン本体の間に確保されずに跳ね返ることが多くなるため、導水量は小さくなる。

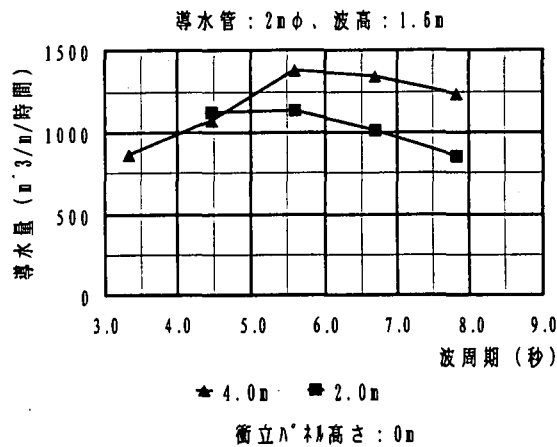


図6 単位長さケーソンの1時間当たりの導水量（衝立パネル幅の影響）

図7は導水管直径をパラメータに取った場合の結果を示したものである。導水管の面積が小さい場合には、衝立パネルとケーソン本体の間に溜まった水がケーソン後方に流れるのに要する時間が長くなるため、一旦パネルを越えた水が戻ってしまい、導水量が減少する。今回、対象とした導水管の直径は1.4mと2.0mであり断面積で2倍の差があるが、導水量の差は約15%に収まっている。

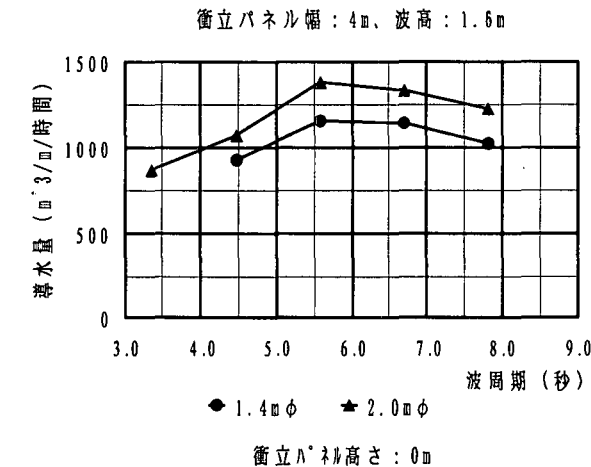


図7 単位長さケーソンの1時間当たりの導水量
(導水管直径の影響)

最も導水量が多い衝立パネル高さがゼロの場合について、ケーソン単位長さ当たりの導水量 Q を入射波の波高波長比(H/L)を横軸に取って図8に示した。

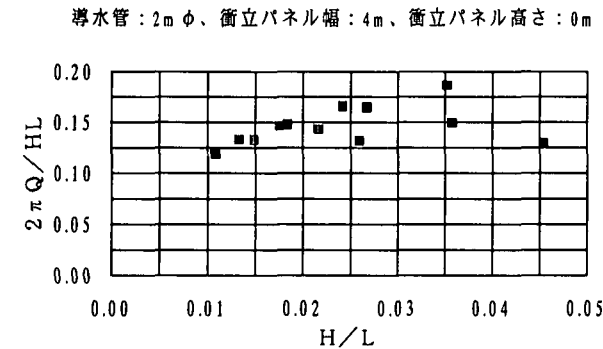


図8 無次元導水量 (波高・波長比の影響)

ここで、ケーソン単位長さ当たりの導水量の無次元化に用いた定数は、静止水面を越える入射波の面積(水量)であり、図9のハッチング部分に対応する。

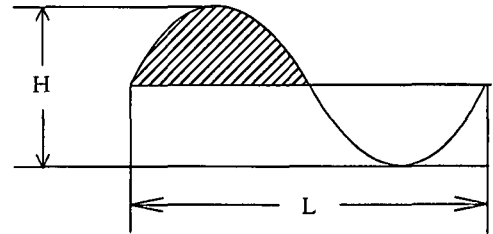


図9 静止水面を越える入射波の面積(水量)の概念図

静止水面を越える入射波の面積は、(1)式に示すように入射波の正弦波形を進行方向の X 座標について積分することによって求められる。

$$\frac{H}{2} \int_0^{L/2} \sin \frac{2\pi X}{L} dX = \frac{HL}{2\pi} \quad (1)$$

図8からわかるように、無次元導水量は波高波長比によらず、0.15程度となっている。

図10は、衝立パネル幅が4m、導水管直径が1.4mの場合に対する無次元導水量の実験結果を、衝立パネル高さ d と波高 H の比を横軸に取って示したものである。図5でも示したように、パネル高さがゼロの場合の導水量が最大で、パネル高さが静止水面より高くなっても低くなっても導水量は減少する。図中の曲線は、実験結果をスプライン近似したものである。

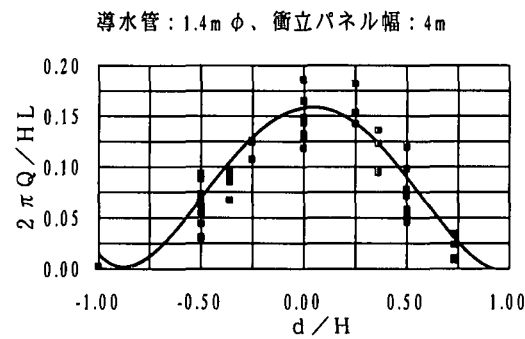


図10 無次元導水量 (衝立パネル高さの影響)

6. 実機導水量の推定

ケーソンの要目、つまり衝立パネル幅と導水管直径(あるいは等価開口高)が決まっているとき、波高、波周期、潮位が決まれば導水量が決まる。ここでは、さらに簡便に実機ケーソンの導水量を推定するために、図10に示す平均曲線を作成した。つまり、波周期の影響を除き、波高と潮位から導水量が推定

できることになる。

実機ケーソンの導水量の算定例として、衝立パネル高さがゼロの場合についての推定結果を図11に示す。図11の推定結果によると、波高 1m の状況が 1 時間継続すれば数百立方メートルの海水が防波堤背後に導入されることになる。水深が 10m 程度と考えると、防波堤背後数十メートルの海水が、1 時間で港外の海水と交換されることを意味しており、本ケーソンは十分な海水交換能力を有していると考えられる。

なお、対象とする海域の潮位変化および波浪統計（波高と周期の発現頻度表）があれば、より正確に海水交換量を推定することが可能となる。

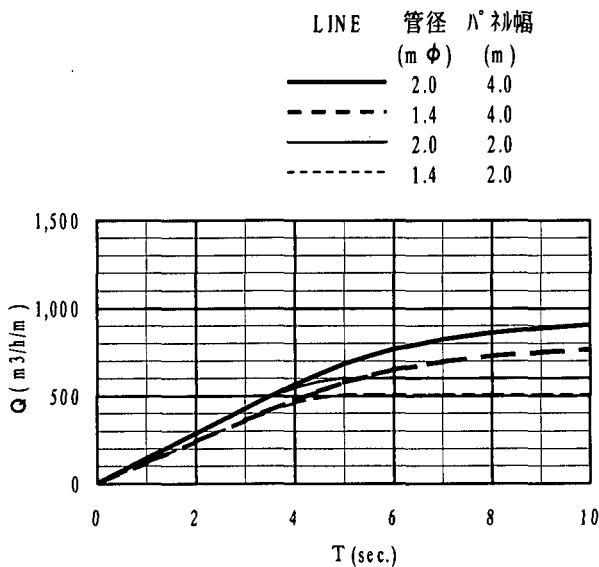


図11 単位長さケーソンの 1 m 波高時における
1 時間当たりの導水量の推定

7. 終わりに

本ケーソンは、従来のケーソンの前面に衝立パネルを、ケーソン内部に導水管を、それぞれ設置しただけの非常に簡便な構造であるが、十分な海水交換能力を有することが水槽実験によって確認できた。本ケーソンで防波堤を構成することによって、内部水域の海水交換が十分行われ、内部水域の水質悪化が発生せず、良好な港湾環境を維持することが可能と考えられる。

参考文献

- 1) 佐藤仁、明田定満、谷野賢二、小柳一利、宮部秀一、神瀬哲：遊水部付き有孔堤の海水交換機能について、海洋開発論文集, Vol.10、PP.103-106、1994.

(1999.4.19 受付)