

京都大学 正会員 ○沖 和哉  
神戸高専 正会員 柿木 哲哉  
神戸高専 正会員 辻本 剛三

**1. はじめに** 浮消波堤は、建設費や施工性、あるいは閉鎖性水域の水質環境への配慮などの点から、小規模な港湾やマリーナなどの静穏度確保のための構造物として有用である。これまで数多くの浮消波堤に関する研究が行われており、浮体の形状や係留方法など、その種類においても多岐にわたっている。近年においては、単なる消波目的だけではなく、浮消波堤に何らかの構造的特徴を持たせることにより、付加的な機能を追加したものも考案されている。本研究ではその一つであるダブルバリア型浮消波堤（以下 DBFB と略）に注目する。DBFB は、矩形の浮消波堤の岸沖両側に鉛直板を取付けたもので、高い消波性能や、海水交換機能が期待されている（たとえば、沖ら（2010））。本報では、水理実験によって水位変化と浮体動揺の位相差を計測し、反射率および透過率との関係を明らかにする。

**2. 実験の概要** 図-1 に示すように、神戸高専所有の長さ 18m、深さ 0.8m、幅 0.6m の二次元造波水路に浮体模型を設置し、浮体の沖側および岸側にそれぞれ入射分離のために 2 つずつ設置した容量式波高計によって水位変化を計測した。また、浮体のすぐ沖側（浮体との距離：1cm）において、浮体前面での水位変化も計測した。浮体の直上には、レーザー式の距離センサ（IL-600、キーエンス社製）を設置し、水位変動にともなう浮体の位置変化を計測した。サンプリング周波数は 1,000Hz である。入射波には、周期 0.75s、1.0s、1.25s および 1.5s の規則波を用い、浮体上への越波および砕波の生じない小さい波高とした。浮体模型については、矩形浮体および矩形浮体の岸沖両側に鉛直板を付加したダブルバリア型浮体（図-2）の亚克力製模型 2 種類を用いた。浮体は水路底から鉛直に立てた 4 本の鋼製杭によって支持されており、浮体と杭の間にあるベアリングによって上下方向にのみ滑らかに動く。なお、静水深は 31.2cm で、浮体模型の喫水は、矩形浮体が 4.1cm、DBFB が 9.1cm である。

**3. 実験の結果と考察** 図-3 に、代表的な例として入射波周期 1.0s および 1.5s の条件における浮体沖側前面での水位および浮体位置の時系列変化を示す。縦軸は水位および静水面を中心とした浮体の鉛直位置であり、いずれも入射波高で無次元化されている。また、横軸は時刻である。長時間波浪を作用させると造波板からの再反射波の影響が懸念されるが、図に示した範囲においてはその影響はない。浮体沖側前面での水位変化と浮体中心での位置変化の位相差を比較しやすくするため、入射波が微小振幅波理論による波速で伝播すると仮定した場合の浮体中心位置での位相となるように補正した水位変化も図中に記した。水位変化と浮体の位置変化の位相を比較すると、周期が短い 1.0s の場合には浮体がやや遅れて変位するのに対し、周期が長くなるにつれて位相差がほとんどなく浮体の動揺が追随していることがわかる。一方、浮体の形状による差はほとんどみられない。図-4 に、透過率  $K_t$  および反射率  $K_r$  を示す。横軸の  $B/L$  は浮体の岸沖方向幅  $B$  と入射波長  $L$  の比を表す。なお、入射分離には合田の方法を用いている。まず、反射率については、 $B/L$  が大きくなるほど、つまり入射波長が短くなる（本実験においては短い周期の条件に対応）ほど反射率が大きくなっている。すなわち、先の結果を加味すると、位相差が大きいほど反射率が大きい。港湾やマリーナを想定すると、反射波が大きくなると近辺を航行する船への影響が懸念されるが、周期 0.75s の DBFB 模型においては反射率 0.54 とやや大きくなっているものの、それを除くといずれも反射率 0.25 以下となっている。浮体形状による違いについてはあまり見受けられず、周期 0.75s 以外においてはダブルバリア型浮体の結果がわずかに大きい程度である。次に、透過率についてみると、 $B/L$  が大きいほど、周期が短いほど透過率が小さくなっている。反射率と同様に位相差との関係で考えると、位相差が大きい

ほど透過率を下げる結果となっている。反射率においては浮体の形状による差はほとんどなかったが、透過率においてはその差は顕著であり、ダブルバリア型浮体の方が透過率の低下、すなわち消波効果が高い。

**4. おわりに** 本研究では、位置センサを用いて動揺する浮体の時系列変化を計測することで、水位変動との位相差を調べた。位相差は、入射波周期によって異なるが、浮体形状による差異はみられなかった。また、反射率については浮体形状の差があまりみられなかったが、透過率は DBFB の方が全体的に小さかったことから、矩形浮体に簡易に取付けられる鉛直板によってより効果の高い消波構造物になったといえる。水位変化と浮体の位置変化が逆位相に近づくと、越波が生じない範囲においては透過率を抑制する効果を期待できることから、現地入射波特性を把握して適切な浮体幅  $B$  を設定すれば、より高い効果を期待できる。

**参考文献**

沖ら：可視化実験によるダブルバリア型浮消波堤周辺における流動場特性の画像解析，海洋開発論文集，第 26 巻，pp.795-800，2010。

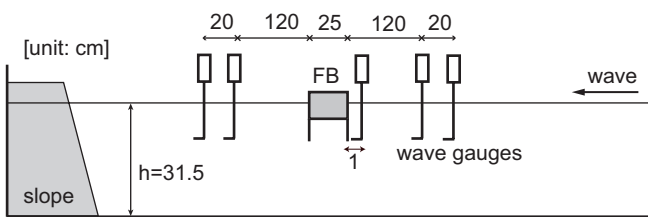


図-1 実験装置

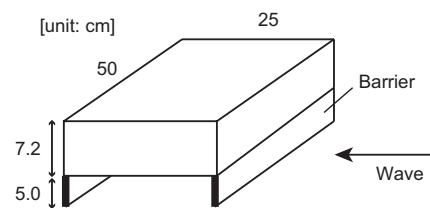
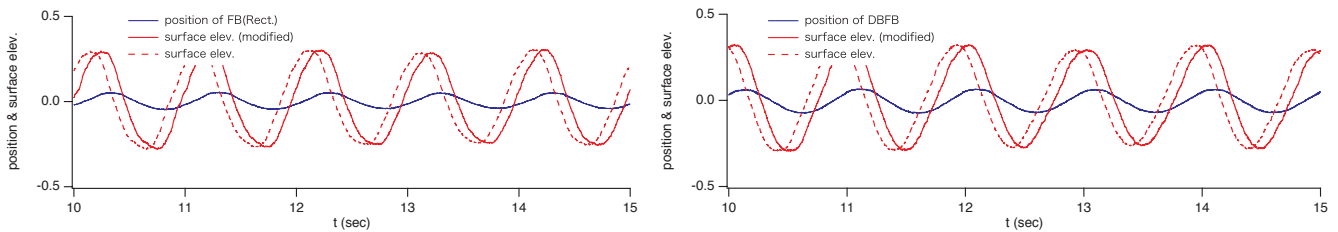
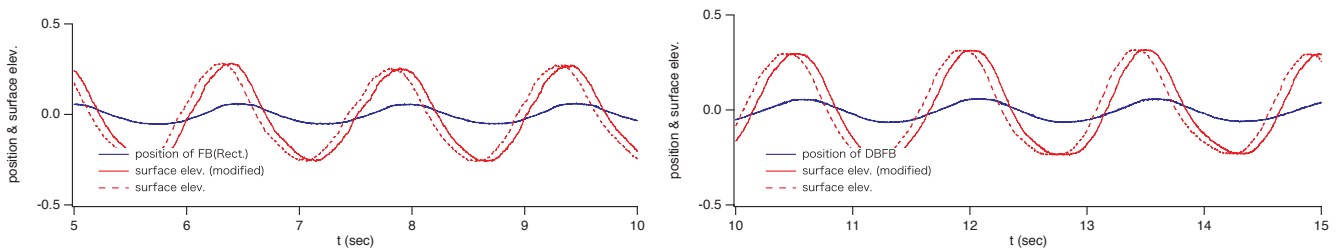


図-2 浮体模型 (ダブルバリア型)



(a)  $T=1.0s$  (左：矩形模型, 右：ダブルバリア型)



(b)  $T=1.5s$  (左：矩形模型, 右：ダブルバリア型)

図-3 水位および浮体位置の時系列変化

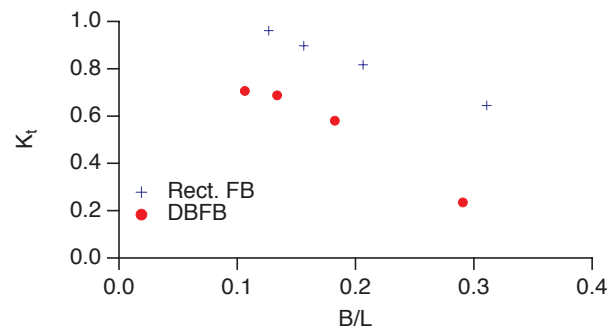
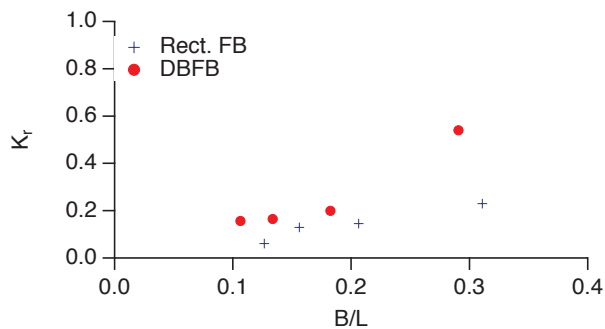


図-4 反射率と透過率