

## 第II部門 画像解析を用いたダブルバリア型浮消波堤周りの流動場の計測（第2報）

京都大学 正会員 ○沖 和哉  
 神戸市立工業高等専門学校 正会員 柿木 哲哉  
 神戸市立工業高等専門学校 フェロー 辻本 剛三

## 1. 研究の背景・目的

防波堤で保護された漁港やマリナー等の小規模閉鎖性水域では水質悪化が懸念されるが、潜堤などに代表される海水交換が自由に行える没水型構造物と比較して、矩形浮体構造物の岸沖両側に鉛直の板を装着したダブルバリア型浮消波堤（以下 DBFB と略）は施工費や維持管理費の面において有利であり、消波効果や静穏度評価について研究されている（たとえば辻本ら，2009）。さらに、バリア先端で誘起される渦によって活発化する底質移動により航路や港内の埋没を抑制する効果も期待されている。海水交換や底質移動の特性が把握できれば、必要に応じて DBFB を移設・撤去する利用方法も可能である。著者ら（柿木ら，2009）は前報において、浮消波堤の動揺の可否およびバリアの有無による沖側バリア先端部（あるいは隅角部）周辺の流動場の違いについて画像解析により調べた。周期平均流速の結果から、「バリアあり・動揺あり」のケースにおいて、浮体最下点付近に最も強い渦度を有する循環流が発生することがわかった。また、その循環流の出現範囲も他のケースと比較して最も広がった。この効果は底質移動制御および海水交換に大きく影響する。ただし、浮体の沖側近傍のみの計測であったため、岸側バリア先端部周辺およびバリア下部の底面付近での流速については不明であった。海水交換や海底移動制御効果を積極的に利用するには、これらの流動場特性も把握する必要がある。本研究では、DBFB の沖側バリア先端周辺だけではなく、岸側バリア周辺および底面付近を含む周辺流動場を広く計測する。

## 2. 実験の概要

長さ 18m、深さ 0.8m、幅 0.6m の二次元造波水路に、岸沖方向幅 0.25m、横断方向幅 0.58m の DBFB 模型を設置し、周辺流動場の可視化実験を行う（図-1）。模型はアクリル製で、矩形部分の高さは 7.22cm、バリアの長さは 5cm、バリアの厚さは 1.3cm である。また、静水時におけるバリア先端からの喫水は 9.1cm である。DBFB は水槽底面から鉛直に立てられた 4 本の鋼製杭で支持されており、ベアリングによって上下方向にのみ滑らかに動く。可視化のために 2mm 厚のレーザーシートを水槽側面からガラス越しに入射させ、水中に鉛直に立てた細い鏡によって岸向きにレーザーを反射させて観測面を作成する。目視観測の範囲では、この鏡による波浪場への影響はない。ダブルパルスの間隔は  $2000\mu\text{sec}$  とし、フレームレートは  $1/15\text{sec}$  である。トレーサーには粒径 50 ミクロンのポリスチレンを用いる。水深は 31.5cm として周期 1sec、波高 6cm の規則波を入射させる。前報とは水深および周期の条件が異なっている。安定した波が到達してから 3～5 波を計測するが、この間造波板からの再反射は生じない。また、観測中に DBFB への越波も発生しない。可視化実験によって得られた画像は PIV を用いて流速ベクトルに変換し、DBFB 周辺の流動場特性を調べる。なお、一定の解像度を確保するため、観測断面を 6 つの領域に分けて計測を行う。

## 3. 実験結果と考察

図-2 に、1 周期にわたって計測した流速ベクトルの平均値および周期平均流速に基づく渦度のコンターを示す。図には、6 つに分けて計測したうちの 3 つの領域についての周期平均流速ベクトルと、2 つの領域についての渦度強さのみ示す。領域が重なる部分については平均化せず、そのまま重ねて流速ベクトルを表

示している。座標は、図-1(a)に示すように岸側バリア直下の底面を原点とし、沖向きを  $x$ 、鉛直上向きを  $z$  とする。静水時における浮体の位置を図中に示してある。まず、沖側バリア先端においては1対の循環流が形成されている。また、バリア下部へ向かう斜め向きの残差流が現れている。渦度については、沖側の循環流の方が内側のものと比べてやや強い。これらは、前報の結果と一致しているが、斜め下向きの残差流は底面付近まで届いていることが新たにわかった。次に、岸側バリア付近でも1対の循環流が形成されているが、その位置と高さは沖側バリア先端で発生する循環流とは異なっている。沖側バリア先端では対の循環流中心の高さは同じであるが、岸側バリア周辺では、一方がバリア直下のやや沖側（バリア下部側）に、他方がバリアの岸側上方にそれぞれ循環流の中心が位置している。図-3は、浮体の位置がほぼ最高位となる瞬間の流速分布スナップショットである。沖側バリア先端付近からバリア下部への斜め下向きの流れは、浮体が最高位にあるときにもっとも大きくなっている。流速ベクトルの時間変化を調べると、浮体が上昇するときには底面付近で岸向き方向の流れが発生し、浮体が下降するときには沖向き流れが発生する。なお、岸側および沖側それぞれのバリア先端付近において、対となっている循環流が半周期ごとに片方ずつ生成されるが、沖側と岸側での循環流生成のタイミングおよびメカニズムは異なっている。図-4は沖側バリア直下での岸沖方向底面流速  $u$  の時間変化を示したものである。縦軸は沖向き方向を正とした流速、横軸は入射波周期で無次元化した時間をそれぞれ表す。岸向き流速の絶対値より沖向き流速の方が大きいため、この位置においては沖向き漂砂の効果が期待できる。また、バリア下部の他の地点における底面流速と比較したところ、沖側バリア先端直下における瞬間流速がもっとも活発に変化していることがわかった。

参考文献：

辻本剛三・沖和哉・山田文彦・柿木哲哉・由比正年・江島隆晃・今村格・津嶋了：ダブルバリア型浮消波堤の透過率算定と平面波浪場への適用，海岸工学論文集，pp.761-765，2009。  
 柿木哲哉・築地美香・辻本剛三・山田文彦・由比正年・沖和哉：画像解析を用いたダブルバリア型浮消波堤周りの流動場の計測，平成21年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集，II-7，2009。

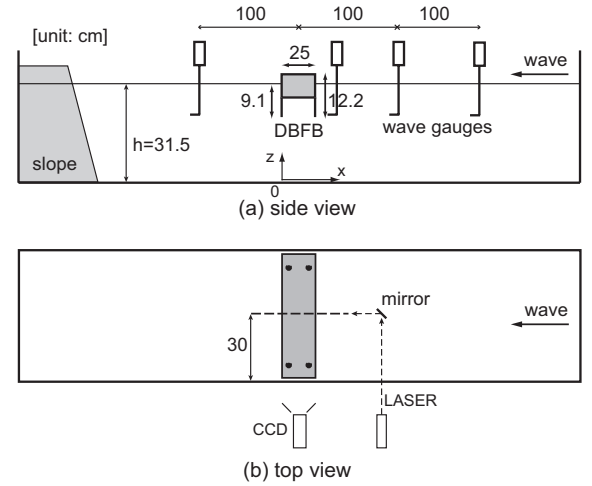


図-1 実験装置

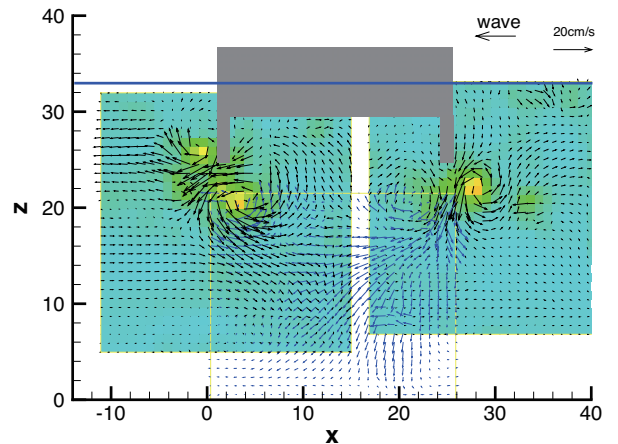


図-2 周期平均流速分布

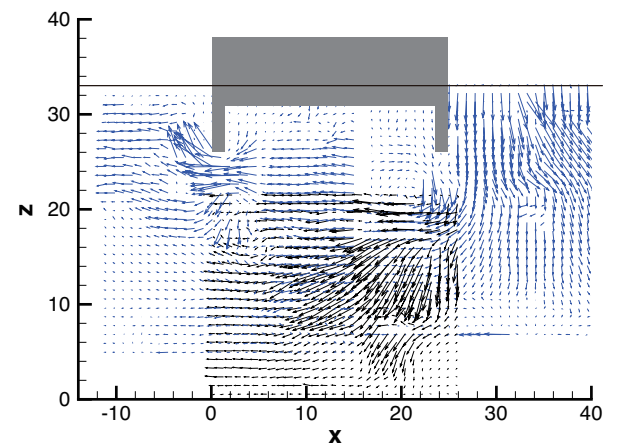


図-3 浮体最高位時における瞬間流速分布

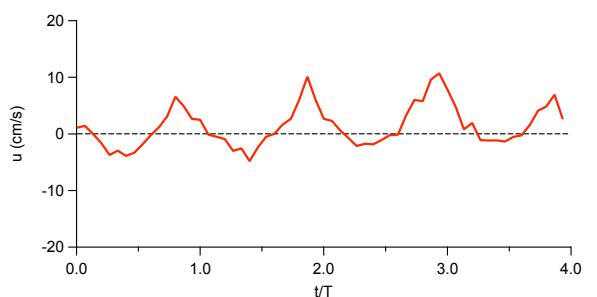


図-4 岸沖方向底面流速 ( $x=25$ )