

# 定常流と波浪の重合場におけるBaNKシステムの残差流生成特性の実験的検討

九州大学大学院 学生会員 ○國澤 義則 正会員 押川 英夫 藤田 和夫  
 国土交通省下関港湾空港技術調査事務所 正会員 吉田 秀樹 山内 洋志 黒田 祐一  
 九州大学工学部 非会員 沖田 翔吾 九州大学大学院 フェロー 小松 利光

## 1. 研究背景及び目的

貿易大国である我が国は、その地理的条件などもあり港湾が重要な役割を果たしている。その一方で、航路の浚渫に代表される港湾の維持管理は管理者である国や自治体の大きな負担となっている。このような背景のもと、当研究室では波浪エネルギーを利用して底質の輸送の自在な制御を可能とするBaNK(Beach and Navigation Keeper)システムを提案している<sup>1)</sup>。これは非対称形状の構造物を海底に複数個設置することで、底質の任意の方向への輸送を可能とするものであり、本システムを用いて航路埋没を抑制することで港湾の維持管理の中長期的なコストを軽減することが期待されている。

本研究の最終目標はBaNKシステムの実用化であり、従来より室内実験や数値シミュレーション、現地試験などでその効果について検討を行ってきた<sup>1)</sup>。しかしながら、実海域においては短周期の波浪とともに長周期の潮流なども存在するため、BaNKシステムを適用するにあたってはそれらの影響を考慮する必要があるが、過去の研究では短周期の往復流場のみを検討対象としてきた。そこで、本研究ではBaNKシステムの研究開発の一環として、潮流を意図した定常流と波浪の重合場においてBaNKシステムの基本となる残差流の生成特性について実験的に検討を行った。

## 2. 実験装置及び方法

実験には図-1に示す全長1600cm、幅25cm、高さ60cmの鉛直2次元吸収式造波水槽を用いた。非対称構造物には円筒を縦に2等分した半円筒を用いた。構造物の直径は3.0cm、高さは1.5cmであり、中心間隔6.0cmで縦断方向に11列、横断方向に4列の計44個を等方格子状に配置した。また比較用に縦断方向に15列、横断方向に4列の計60個を設置した場合についても実験を行っている。造波機で波を起こすのと同時にポンプで定常流(断面平均で流速-1.0cm/s及び-2.0cm/s)を発生させ、構造物設置領域付近の流速を超音波式流速計(以下、流速計)により計測した。一様水深部における静水深を $h=30\text{cm}$ として、波高 $H=5.0\text{cm}$ 、周期 $T=1.0\text{sec}$ の進行波を造波させた。流速の測定断面は構造物の設置位置の沖側端を原点とするデカルト座標系において、構造物が44個の場合縦断方向には $x=3.75, 15.75, 27.75, 39.75, 51.75, 63.75(\text{cm})$ の6断面(60個の場合、 $75.75, 87.75(\text{cm})$ を加えた8断面)、横断方向には水路中央を $y=0$ として $y=0, 1.5, 3.0(\text{cm})$ の3断面、鉛直方向には水路床を $z=0$ として $0.1, 0.375, 0.75, 1.5, 2.25, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0, 10.0, 15.0, 20.0(\text{cm})$ の12断面とした。各点ごとに得られた100波分の流速の時系列データを平均することで、底質輸送制御効果の指標となる残差流を求めた。

## 3. 実験結果及び考察

図-2～図-7に各条件における残差流ベクトルの空間分布の例を示す。図中の太矢印はポンプで発生させた定常流の方向とその値(断面平均流速)を示している。なお、これらのベクトルは横断方向3断面の平均値である。まず定常流がない波のみの場合における基本場としての残差流の分布について検討した。図-2より底面付近の $z=0.1 \sim 5.0(\text{cm})$ 付近に $x$ 方向の正の残差流が生じていることが分かる。一方、 $z=7.0(\text{cm})$ から水面にかけては構造物によって生じた底面付近の残差流の補償流として負の残差流が生じている。図-3の敷設領域が長い場合についても残差流の分布は図-2とほぼ同様で、底面付近には正の残差流、中層から上層にかけては負の残差流が生じている。

ここでは波浪と非対称構造物の効果によって底面付近に生じる残差流が、それに逆行する定常流によって受ける影響を評価することでBaNKシステムの効果に及ぼす潮流の影響を検討する。図-2, 4, 6を見ると、定常流が強くなるに伴っ

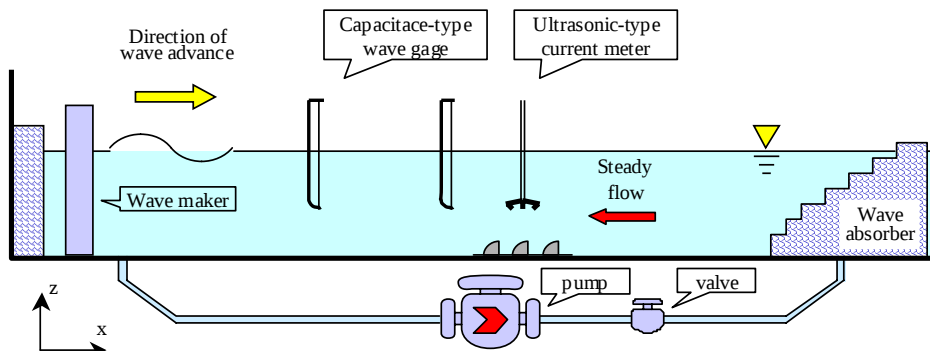


図-1 実験装置概略図

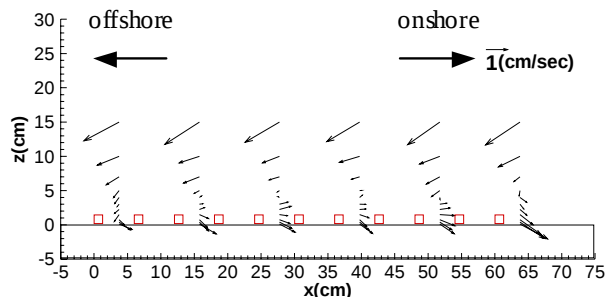


図-2 残差流のベクトル図(構造物44個設置, 波のみ)

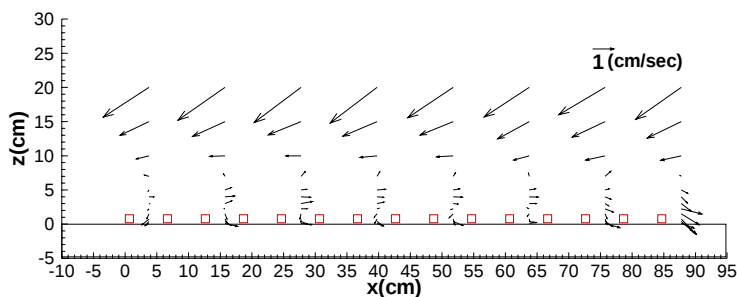
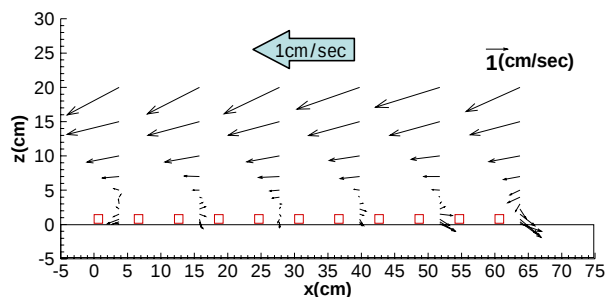
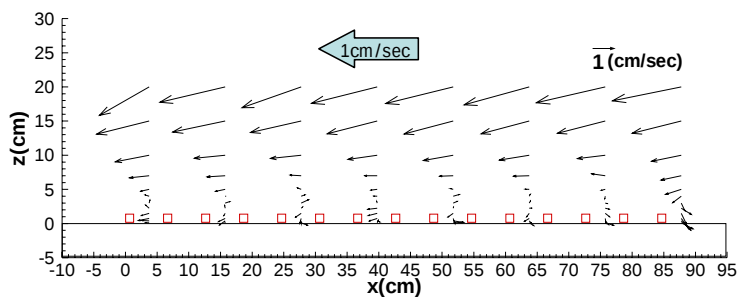
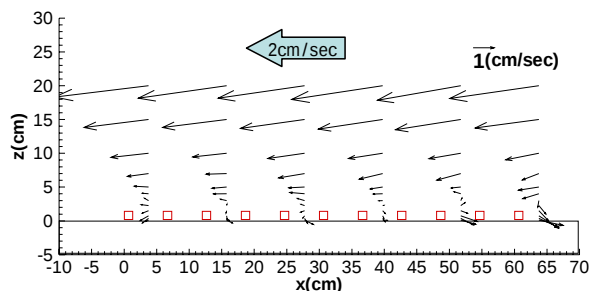
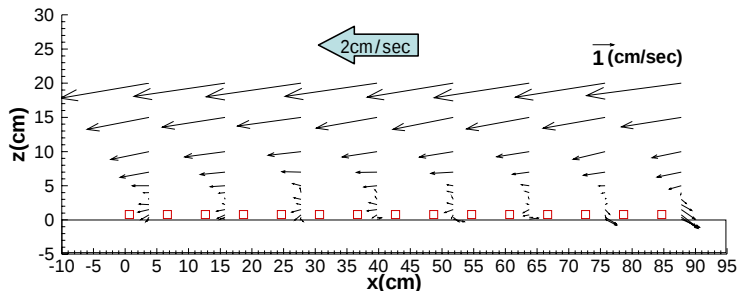


図-3 残差流のベクトル図(構造物60個設置, 波のみ)

図-4 残差流のベクトル図  
(構造物44個設置, 波と定常流(1cm/s))図-5 残差流のベクトル図  
(構造物60個設置, 波と定常流(1cm/s))図-6 残差流のベクトル図  
(構造物44個設置, 波と定常流(2cm/s))図-7 残差流のベクトル図  
(構造物60個設置, 波と定常流(2cm/s))

て、 $z=4.0\text{cm}$  付近から上層にかけては負の方向の残差流が強くなっていることが分かる。また、底面付近についても沖側の4測線に関しては、定常流が大きくなるにつれて正の残差流が減少している。一方、岸側の2測線の底面付近では逆行する定常流が存在しても強い正の残差流が生じており、定常流の大きさが変わっても残差流の大きさは殆ど変化せずその影響が小さいことがわかる。この点は図-3, 5, 7の構造物の設置領域が長い場合についても同様であり、岸側の2測線の底面付近では正の残差流が維持されている。これより、波浪と定常流の重合場で岸向きの残差流が生成されるのは岸側の一部の範囲に限られることがわかる。このことは波浪のみの場合と比較して、波浪と定常流の重合場では残差流の発達に要する構造物の敷設長が短いことを意味している。したがって、重合場における最適、或いは十分な敷設長の検討が重要と考えられるが、実験条件が少ないためにその評価は今のところ困難であり、今後の課題である。

#### 4. 結論

本研究により以下の知見を得た。

- 1) 半円筒型構造物群を海底に設置することにより、底面付近に残差流を発生させることが可能であり、波浪のみの場合にはその生成厚は構造物の高さの3倍程度である。
- 2) 波浪と定常流の重合場では、残差流の縦断方向の発達に必要な構造物の敷設長は比較的短い。従って、実海域で本システムを適用する際には、数個の非対称な突起を有するユニット型式のBaNKブロックを適当な間隔で設置することが有効であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 例えば、小松利光・齋田倫範・小橋乃子・安達貴浩・柴田卓也: 方向抵抗差をもつ海底小規模構造物を用いた海底近傍の物質輸送の制御, 水工学論文集, 集45巻, pp.1087-1092, 2001