

## 傾斜構造物に取り付ける鉛直方向海水交換装置について

東洋建設(株)鳴尾研究所 正会員 ○金澤 剛  
 東洋建設(株)大阪本店 阪下 勝啓  
 東洋建設(株)北陸支店 正会員 神野 夏樹

## 1. 目的

閉鎖性内湾を中心として、夏期における底層水の貧酸素化は底生生物に壊滅的な影響を与えることから、注目されている。この底層での貧酸素状態の改善方策として、重松ら<sup>1)</sup>は波浪エネルギーを利用して外部動力なしに上層の酸素が豊富な水塊を底層に輸送する直立式の「表層水供給型鉛直循環流誘起堤体」を提案している。外部動力なしという点では、小松ら<sup>2)</sup>も越波によって獲得された位置エネルギーを利用する水質改善技術を、また小沢ら<sup>3)</sup>は潮流による負圧を利用した海水交換技術を提案している。

一方、直立壁に比べ環境に優しいとされる傾斜構造物においても、前面の海域が貧酸素状態となれば、その影響を受ける。また、傾斜構造物上で藻場造成を試みたところ、海水の流動が弱く細粒分が堆積して海藻の発芽を阻害するという問題があった。そこで、本研究では、傾斜構造物を対象に、波エネルギーにより表層水を底層に輸送して底層環境を改善し、また、底層での海水吐出によりその周辺での細粒分の堆積を防止することを期待した鉛直方向海水交換装置を提案し、数値計算および水理模型実験により検証した。

## 2. 鉛直方向海水交換装置の概要

図-1に示すように、傾斜構造物に取り付ける鉛直方向海水交換装置は、斜面上に設置した管状装置であり、水面付近で水面と平行な切り口を有する上部開口部と底層の下部吐出口を有している。鉛直方向の海水交換機能は、上部開口部が水面上にある場合は、波が海水交換装置の斜面を遡上して管内に越波することによって生じる水位差を利用して、越波した表層水を下部吐出口から底層へ輸送するものである。また、上部開口部が水没している場合は、上部開口部と下部吐出口との水位差によって海水の管内輸送を図るものである。

## 3. 数値計算による検討

提案した鉛直方向海水交換装置の機能を確認するた

め、数値波動水路(CADMAS-SURF)<sup>4)</sup>による検討を行った。対象断面は図-2に示す、一様水深-5.0mに築造された法勾配1:2、天端高+2.0mの緩傾斜護岸とした。鉛直方向海水交換装置は高さ1.0mの矩形パイプとし、上部開口部を平均水位(M.W.L.;+0.85m)に一致させ、海底に接した下部吐出口の高さは0.5mとした。対象波浪は規則波とし、内湾における夏期の平均的な波を考慮して波高Hは0.2m, 0.3m, 0.4m, 周期Tは3.0sと4.0sとした。水位はM.W.L.(+0.85m), M.W.L.±HおよびH.W.L.(+1.7m)の4通りとした。

吐出口での水平流速の計算結果を検討したところ、上部開口部が静水面に一致するケースでは下部吐出口上に波が到達して以降、吐出口では常に冲向き流れ、すなわち表層から底層への海水輸送が生じていた。この吐出口での水平流速から波の1周期あたりの吐出流量(岸向き正)を求め、上部開口部の設置高さとの関係を示したのが図-3である。横軸は海底から測った上部開口部の設置高さ $h_p$ と静水深 $h$ の差を入射波高Hで無次元化したもので、正の場合は上部開口部が静水面より上部にあることを表す。図-3によれば、上部開口部

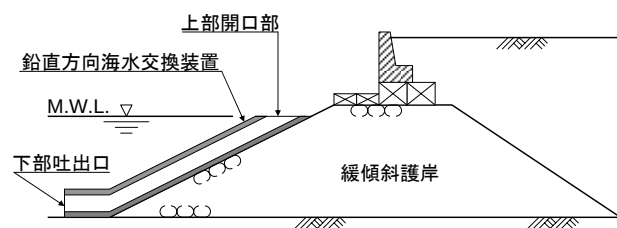


図-1 鉛直方向海水交換装置の概要図

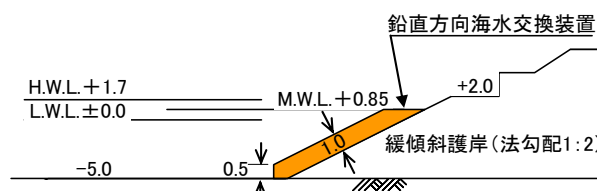


図-2 計算対象断面

キーワード 鉛直方向海水交換装置, 貧酸素, 数値計算, 水理模型実験

連絡先 〒663-8142 西宮市鳴尾浜 1-25-1 TEL 0798-43-5902 FAX 0798-40-0694

が静水面より1波高も高い位置にあると海水輸送は生じないが、それよりも低い位置であれば、海水輸送が生じている。但し、上部開口部が2波高以上没水した場合は期待したのと逆の向きであった。

#### 4. 水理模型実験による検証

数値計算により確認された本装置の機能を検証するため、水理模型実験で下部吐出口での流速を計測した。実験は2次元造波水路(L40.0m×W1.0m×H1.6m)を用い、勾配1:2の緩傾斜護岸(模型縮尺1/7)を対象に実施した。水路条件により法尻は-4.0mとしたが、鉛直方向海水交換装置の諸元は数値計算と同一とした。対象波浪は波高0.4m、周期4.0sと5.0sの規則波に加え、有義波高0.4m、有義波周期4.0sの不規則波も実施した。水位はM.W.L.±0.5Hの2通りを加えて6通りとした。

図-4に実験結果による波の1周期あたりの吐出流量と上部開口部の設置高さの関係を示す。図-4によれば、実験でも上部開口部が静水面より1波高高い位置にあると海水輸送は生じていない。上部開口部が静水面より入射波高の±0.5倍の範囲に位置するとき、沖向きすなわち表層から底層への海水輸送が生じている。また、1波高以上没水していると、岸向き流量が生じた。このように、実験結果と計算結果は概ね同一の傾向を示した。しかしながら、上部開口部が静水面より1波高だけ水没している条件では、実験と計算の流量の向きが逆となった。この理由は明らかに出来ていない。

図-4には、上部開口部が静水面に一致する条件だけではあるが、不規則波の結果も示した。不規則波が作用する場合も、規則波と同様に鉛直方向の海水輸送が期待できるが、規則波に比較して吐出流量が低下する可能性が示された。これは、不規則波の場合には上部開口部と下部吐出口での水位の位相差が波の連なりによって時々変化し、どちらか一方の流れが卓越せずに管内を水塊が振動するため、水塊が管内に留まる時間が長くなることによると考えられた。

#### 5. まとめ

上層と底層の海水交換を促進するため、傾斜構造物に取り付け、外部動力なしに波浪エネルギーのみで鉛直方向の海水輸送を行う鉛直方向海水交換装置を提案し、数値計算と水理模型実験によってその効果を検証した。その結果、鉛直方向海水交換装置の上端が静水面から入射波高の0.5倍程度高い位置にある場合から入射波高の2倍程度の深さに没している範囲で、鉛直

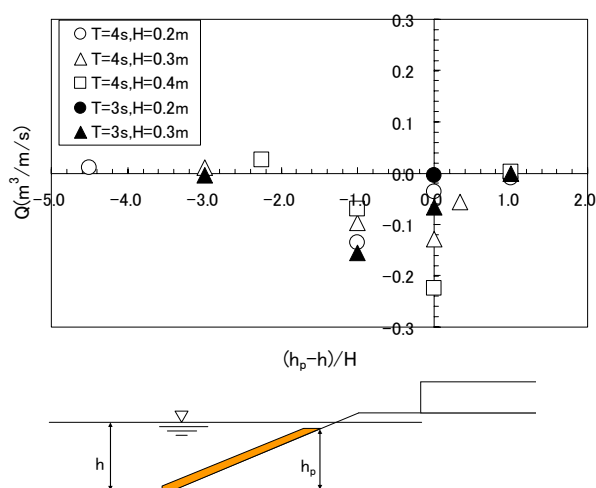


図-3 吐出流量と開口部設置高さの関係(計算)

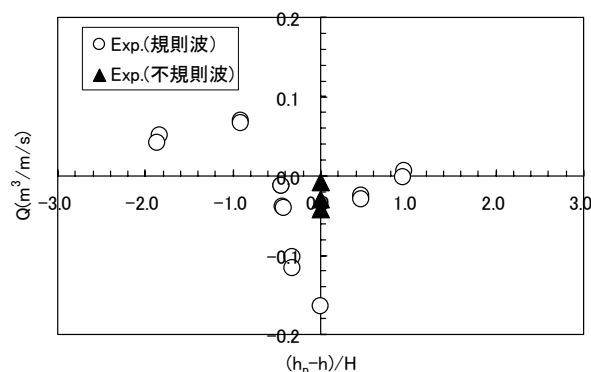


図-4 吐出流量と開口部設置高さの関係(実験)

方向に海水を輸送することを確認した。なお、装置上端位置と静水面の関係で輸送方向が異なる場合もあったが、海水交換促進の本来の目的からは本装置の可能性を示せたと考える。

#### 参考文献

- 1) 重松孝昌・池田憲造・小田一紀・藤田孝(2002): 底質環境の改善を目的とした鉛直循環流誘起堤体の開発, 海岸工学論文集, 第49巻, pp.791-795.
- 2) 小松利光・岡田知也・中村由行・中島信一・長谷部崇・藤田和夫・井芹寧(1999): 閉鎖性水域底層への表層水供給による水質改善効果, 海岸工学論文集, 第46巻, pp.1111-1115.
- 3) 小沢大造・平出友信・古川恵太・中村聡志・小林茂雄・国栖広志(2000): 負圧を利用した海水交換潜堤の揚水特性の基礎的検討, 海岸工学論文集, 第47巻, pp.1161-1165.
- 4) 磯部雅彦・高橋重雄・余錫平・榊山勉・藤間功司・川崎浩司・蔣勤・秋山実・大山洋志(1999): 数値波動水路の耐波設計への適用に関する研究—VOF法基本プログラムの作成—, 海洋開発論文集, 第15巻, pp.321-326.