

大規模模型実験による鉛直循環流誘起堤体の効果の検討

大阪市立大学大学院 学生会員 ○遠藤 徹
 大阪市立大学大学院 正会員 重松 孝昌

1. 目的

鉛直循環流誘起堤体は、重松ら^{1),2)}によって底質環境の改善を目的として提案された堤体である。本堤体は、従来の防波堤に上部通水部・遊水室・下部通水部を設けた構造になっており、上部通水部を通過した表層水が遊水室へ進入し、遊水室で激しい鉛直混合を受けた後、下部通水部から冲向きの流れとして輸送される構造になっている（図-1 参照）。

従来、構造物の開発には、模型実験を行って所期の目的が達成できるような構造諸元を模索してきたが、構造諸元を試行錯誤的に模索する場合、時間的・経済的負担が大きい。そこで、本研究では、数値モデルにより構造諸元を決定し、模型実験で検証するという手順を踏んだ。鉛直循環流誘起堤体は、数値モデルを用いてその構造諸元が考案され、中規模模型実験によって本堤体の特性が検討された¹⁾。さらに、小規模模型実験によって密度成層場における効果についても検討された²⁾。中規模模型実験では、波が上部通水部を通過する際に砕波が生じるため、表層水を底層へ輸送する機能だけでなく、曝気機能も有することが確認できた。しかし、小規模模型実験では、上部通水部で砕波が発生せず、いわゆる縮尺効果の影響が見られた。そこで本研究では、より実海域に近い大規模模型実験を行って鉛直循環流誘起堤体の特性を把握することにした。

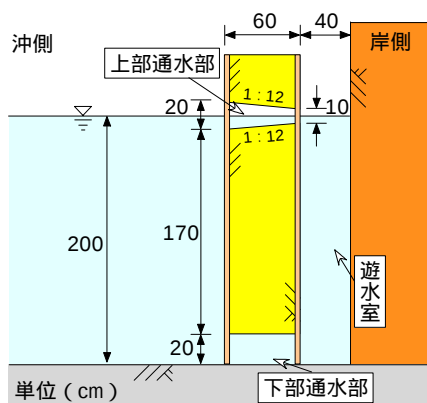


図-1 実験模型の断面図

2. 実験概要

実験は、長さ 100m、幅 3 m、高さ 3 m の二次元造波水槽内に、図-1 に示すような堤体模型を設置して行った。実験水深 $h = 2.0\text{m}$ の一定で、周期 $T = 1.34, 1.78, 2.27\text{sec}$ とし、波形勾配は周期 1.34sec の時のみ $H/L = 0.02$ で、それ以外は $H/L = 0.01, 0.02$ の合計 5 種類の波浪条件により実験を行った（表-1 参照）。流速の測定には 3 台の鉛直二軸電磁流速計（アレック電子製）を用いて図-2 に示す 61 地点で測定した。反射率の測定には 2 台の容量式波高計（KENEK 製）で得られた波形データを用いて入反射分離推定法により求めた。データのサンプリング周波数は 50Hz とし、測定領域が多重反射場を形成するまでに計測を終えた。

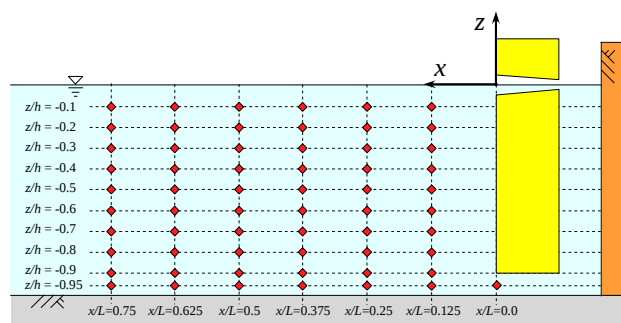


図-2 流速の測定位置

3. 実験結果

反射率 K_r の実験結果を、表-1 の最右欄に示す。CASE4 の K_r は 0.59 とやや高めの値を示しているが、その他の実験ケースでは $K_r = 0.36 \sim 0.50$ と低反射機能を有することがわかる。

図-3 は、CASE3 の場合の一周期移動平均流速を示したものである。同図により明らかなように、 $t/T=50$ で堤体の下部通水部より底層冲向きの流れが形成され

表-1 実験結果

	周期 $T(\text{sec})$	水深 $h(\text{cm})$	波長 $L(\text{cm})$	波高 $H(\text{cm})$	波形勾配 H/L	反射率 K_r
CASE1	1.34	200	280.2	5.6	0.02	0.38
CASE2	1.78	200	488.9	4.9	0.01	0.36
CASE3	1.78	200	488.9	9.8	0.02	0.50
CASE4	2.27	200	750.0	7.5	0.01	0.59
CASE5	2.27	200	750.0	15	0.02	0.50

キーワード

鉛直循環流誘起堤体，底質環境改善，大規模模型実験

連絡先

〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138

TEL 06-6605-2732

FAX 06-6605-2733

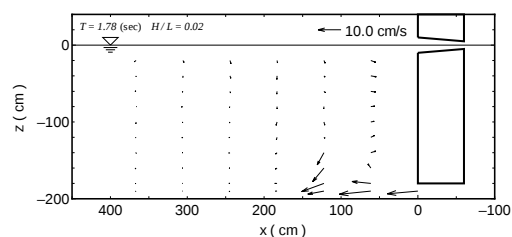
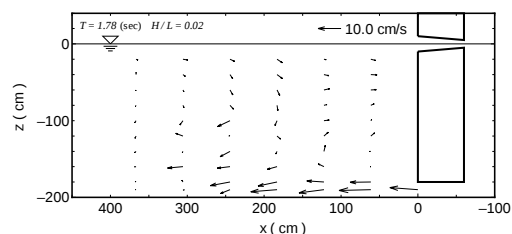
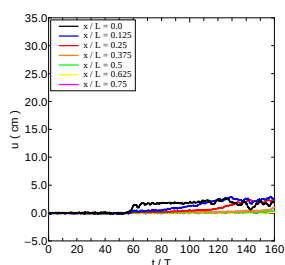
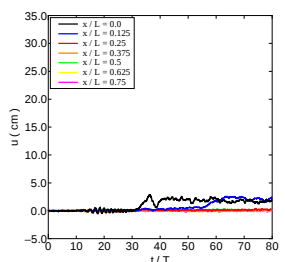
(a) $t/T = 50$ (b) $t/T = 80$

図-3 一周期平均流速ベクトル

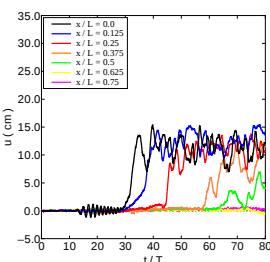
はじめ, $t/T=80$ では底層部の冲向き定常流速の大きい領域が広がっていることがわかる。また, これに伴って中・上層部の水塊も岸側, 底層部へと輸送されていることがわかる。このように, 本実験スケールにおいても鉛直循環流の誘起効果が確認された。



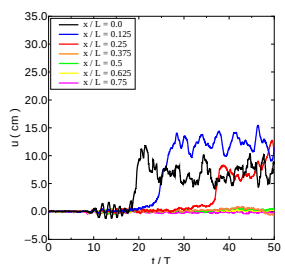
(a) CASE1



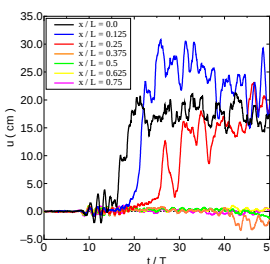
(b) CASE2



(c) CASE3



(d) CASE4



(e) CASE5

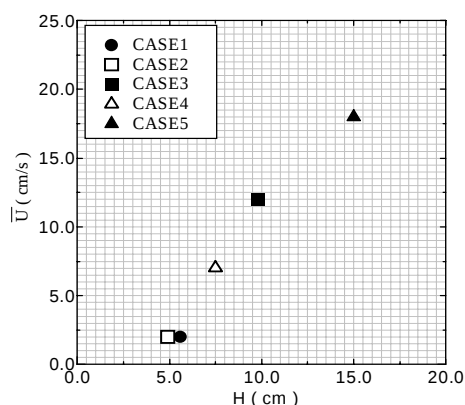
図-4 水底近傍 ($z/h=-0.95$) の水平流速の経時変化図-5 平均流速 $\bar{U}$ と波高 H の関係

図-4 は, $z/h = -0.95$ における一周期平均流の経時変化を示したものである。図-4 によると下部通水部 ($x/L=0.0$) の平均流速は, CASE5 が最も大きく, CASE3, CASE4, CASE1・CASE2 の順に小さくなる。これは, 入射波高が大きいほど下部通水部から沖側へ流出する流速が大きくなることを示している。また, 波浪条件によっては, $x/L=0.0$ における流速よりも $x/L=0.125$ におけるそれの方が大きな値を示す場合がある。これは, 下部通水部から流出する流れによる連行効果ではないかと考えられる。

図-5 は, 造波板からの再反射の影響が現れるまでの $x/L=0.0$, $z/h = -0.95$ における平均流速 $\bar{U}$ と入射波高 H との関係を示したものである。同図より明らかなように, 入射波高の増加とともに平均流速 $\bar{U}$ がほぼ線形的に増加する傾向があることがわかる。このような傾向は, 数値計算および中規模模型実験で得られた結果と一致している。

4. まとめ

本研究は, 大規模模型実験を行って鉛直循環流誘起堤体の効果について検討したものである。大規模模型実験の結果は既往の中規模模型実験と同様な傾向が見られ, 大規模模型実験によっても提案している鉛直循環流誘起堤体の効果が検証できた。

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) 重松孝昌・池田憲造・小田一紀・小池敏也・延廣玲子・遠藤徹・藤田孝・戸川進 (2003): 密度成層場における鉛直循環流誘起堤体の効果に関する研究, 海岸工学論文集, 第 50 巻, pp.1206-1210