

複列潜堤背後の波浪制御効果と長周期変動に関する研究

九州大学大学院 学生員○宮地正樹 エン 曙光
九州大学大学院 正会員 山城 賢 吉田明德 入江 功

1. まえがき

海域の利用拡大に伴い、離岸堤等の波浪制御構造物は大水深域に設置される傾向にあり、潜堤も例外ではない。一般的に、大水深域に潜堤を設置する場合、所要の機能を確保するためには、巨大な構造物とならざるを得ず、建設費用の増大を招く。また、潜堤の背後海域は波と潜堤との非線形干渉で生じる高次オーダーの波により複雑な波動場となるだけでなく、同時に平均水位の上昇などの問題も生じる。加えて、著者らは、特に潜堤上で碎波が生じる場合には、潜堤の背後海域で長周期の水位変動および流速変動が生じることを確認している¹⁾(ただし、長周期変動の発生メカニズムについては不明であり現在検討中である)。このように、潜堤の背後海域では、様々な水理現象が複雑に絡み合い、それに起因すると思われる異常な洗掘等の問題が実際に生じている²⁾。

以上の問題に対し、著者らは、建設費用の低減、平均水位上昇の低減、長周期変動の抑制等を期待できる解決策として、断面の小さな潜堤を岸沖方向に複数配置する複列潜堤を考え、その有用性について検討している¹⁾。本論文は、その一環として、潜堤背後で生じる長周期の水面変動および流速変動に着目し、単一潜堤に対する複列潜堤の有用性について検討したものである。

2. 実験内容

実験には、図-1に示す末端に消波装置を有する幅30cm、深さ50cm、長さ28mの反射吸収式2次元造波水路を用いた。潜堤は台形型不透過潜堤で、堤体条件は図-1に示す通りである。入射波はBretschneider-光易型スペクトルを目標とし、有義波高($H_{1/3}$)を9.5cm、有義周期($T_{1/3}$)を2.10sec($kh = 0.55$)とした。また水深は30cmとした。

測定は水面変動と底面における水平流速変動について行った。水面変動は、潜堤の沖側約2mから岸側約11mの範囲について、潜堤上は15cm間隔、それ以外は10cm間隔で計122点を容量式波高計により測定した。水平流速については、水底から2cmの高さとし、潜堤背後から20cm間隔でおおよそ5mについて超音波流速計により測定した。サンプリング周波数とデータ個数は、水面変動、流速変動ともに、それぞれ10Hz、8192個とした。測定位置を図-1に示す。

3. 結果と考察

図-2に底面流速変動のパワースペクトルを単一潜堤と複列潜堤とで比較した結果を示す。図-2は下図が今回の

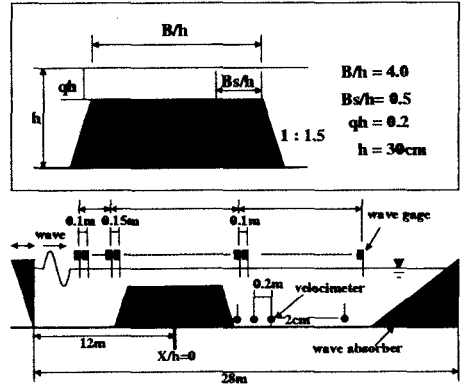


図-1 実験装置図

結果で、上図は著者らが以前に行った水深を38cmとした実験の結果であり、水深に対する潜堤の大きさ($B/h, qh$)は今回の実験と同じであるが、入射波は $H_{1/3} = 8cm$ 、 $T_{1/3} = 1.79sec$ ($kh = 0.75$)としたもので、今回の実験に比べ、有義波高、有義波の波長がともに小さい。なお、図中に示す x/h は潜堤中心から測定点までの距離である。

図より、比較的入射波の波高が小さく波長が短い($kh = 0.75$)場合の結果(上図)では、単一潜堤と複列潜堤でパワースペクトルに大きな違いが見られ、複列潜堤に比べ単一潜堤の場合、極低周波数のパワースペクトルが増大し、波浪域の周波数成分についてはパワースペクトルが大きく減少するという結果が得られていた。しかし、今回行った比較的入射波の波長が長く($kh = 0.55$)波高が大きい場合(下図)では、単一潜堤、複列潜堤ともに極低周波数に大きなパワーが生じており、特に複列潜堤の場合が格段に増大している。また、波浪域の周波数成分については、単一潜堤と複列潜堤のスペクトルが非常に類似してきている。

図-3に水面変動のパワースペクトルを示す。図-2と同様に、下図が今回の結果であり、上図は以前に行った実験の結果である。図-2の底面流速変動のスペクトルと同様に、複列潜堤では $kh = 0.55$ (下図)の場合に極低周波数のパワーが増大しており、また、底面流速変動に影響する $f < 0.6Hz$ の範囲で単一潜堤と類似したスペクトル形状を示すようになってきている。

潜堤背後に生じる極低周波数成分波の振動の空間分布の特性をみるため、各測点で得られた水面変動と底面流

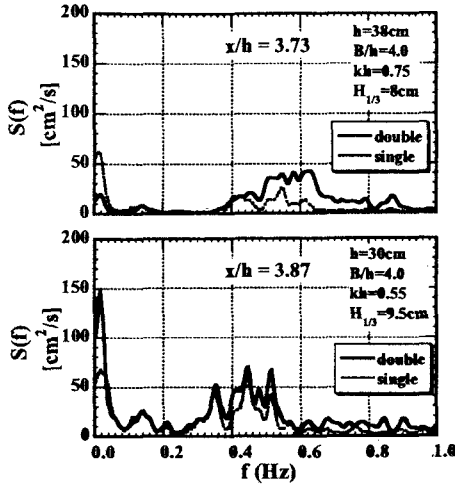


図2 底面流速変動のパワースペクトル

速変動のパワースペクトルを、極低周波数(0~0.08Hz)で積分し、それと同じパワーを有する単一正弦波として流速振幅 V_L 及び水面振動の振幅 A_L を算定した結果を図4に示している。なお、図2および図3と同様に、下図が $kh = 0.55$ で、上図が $kh = 0.75$ の結果である。

水面振動の振幅 A_L は、今回の結果(下図)でも、潜堤背後の水域全域にわたって単一潜堤の場合が複列潜堤の場合に比べて大きく、どちらも岸に近づくにつれて一様に増大する様子は以前の結果(上図)と同じであるが、単一潜堤と複列潜堤との A_L の相対的な大きさについては、以前の結果と比較すると倍近く異なっていて、単一潜堤と複列潜堤との差異がそれほど大きく現れなくなる。一方、流速振幅 V_L は以前の結果と大きく異なり、複列潜堤背後にも大きな長周期変動が現れ、流速振幅は全体的には複列潜堤の方が単一潜堤よりも小さいものの、局所的には単一潜堤よりも大きな流速を示すところがあることがわかる。

有義波高と水深との比 $H_{1/3}/h$ が最大で0.2程度の波を用いた以前の実験結果では、単一潜堤の背後には大きなパワーを有する極長周期の底面流速変動が生じるのに対し、複列潜堤では長周期変動がほとんど現れなかった。しかし、今回の実験で用いた波は $H_{1/3}/h = 0.32$ で、波高が大きい入射波に対しては複列潜堤背後にも大きなパワーの長周期変動が見られた。このことから、ある程度の波高までは単一潜堤においてのみ潜堤背後に長周期変動が生じ、複列潜堤の背後には生じないものの、波高がさらに大きくなると複列潜堤背後にも単一潜堤と同程度の長周期変動が現れてくることが推測される。しかし、どの程度の入射波高に対してどの程度のパワーを有する長周期成分が生じるかは、砕波の様子すなわち、潜堤の間隔や天端上水深などによって異なるものと考えられる。以前の实验と今回の実験は、水深に対する相対的な波高の大きさのみでなく、入射波の波長に対する堤体幅の相対

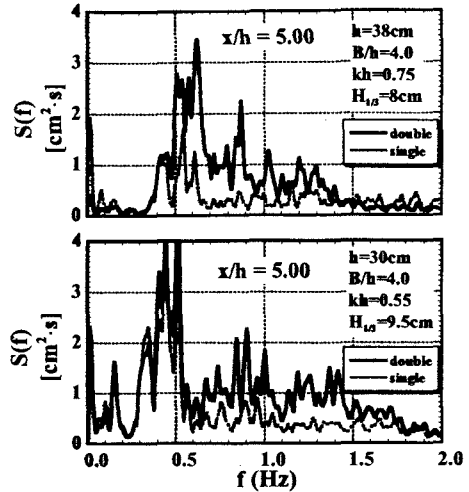


図3 水面変動のパワースペクトル

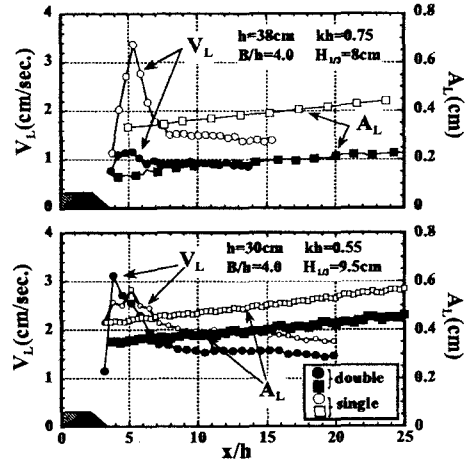


図4 流速振幅 V_L ・水面振動の振幅 A_L の分布

的な大きさも異なっており、今回の実験は以前の実験に比べて堤体幅が相対的に小さい。したがって、潜堤背後の長周期変動の発生の程度については、堤体と波との相対的な条件が異なる、幾通りかの実験を行いその特性を把握する必要がある。

4. あとがき

複列潜堤の場合には、潜堤背後の長周期変動の大きさが、入射波の波高や波長と潜堤との相対的な関係により大きく変化することが分かった。今後さらに、堤体と波との相対的な条件と長周期変動の発生の関連について実験的に検討する予定である。

参考文献

- 1) 吉田明徳 (2001): 複列潜堤背後の波動場特性, 海岸工学論文集, 第48巻, 土木学会, pp771-775.
- 2) 荻司喜博・中山春雄・滝口要之助・高橋豊喜・黒木敦司・坂井隆行 (1991): 新潟西海岸の潜堤設置による波, 流れおよび地形変化の観測, 海岸工学論文集, 第38巻, pp.316-320.