

# 棚式有孔壁防波堤前面の水面変動について

九州産業大学工学部 正会員 ○ 奥蘭英明  
九州産業大学工学部 正会員 阿部孝行

## 1. はしがき

遊水部をもつ直立消波構造物は、入射波に対して断面寸法を適切に選べば反射率を十分小さくできることが明らかにされている<sup>1)</sup>。著者らは越波や係留船の動揺を考える場合に重要となる消波構造物前面の水面変動について、長波近似理論と実験により検討を行った<sup>2)</sup>。

ここでは、水深が大きい場所で一般に施工される、堤体下部をある程度の高さ不透過にして、遊水部内水深を浅くした棚式直立消波構造物について、その前面波形の特性を明らかにする。

## 2. 実験装置および方法

実験は図-1のような長さ22m、幅80cm、高さ80cmのフラップ式造波装置をもつ2次元水路において水深を $h=50\text{cm}$ とし、周期 $2.59\text{秒}\sim 1.03\text{秒}$  ( $\sigma^2 h/g=0.3\sim 1.9$ )、入射波高 $H_i=5.0\text{cm}$ の波について行った。ここで、 $\sigma$ は角周波数、 $g$ は重力の加速度である。

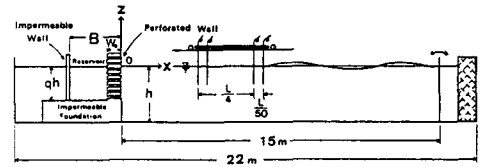


図-1 実験装置概略図

有効壁としては、発泡スチロール板とベニヤ板に直径4.8cmの孔をあけたものを用い、壁厚を $W_0/h=0.1, 0.2$ 、空隙率を $V=0.099, 0.159, 0.198, 0.247, 0.318$ とした。また、遊水部内水深と堤体前面水深との比 $q$ は $0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ とした。測定には容量式波高計を用い、波長の $1/50$ 間隔で水面変動を測定し、部分重複波のnode位置を求めた。尚、以下に示す計算値はすべて文献1)の方法による。

## 3. 計算値と実験値および考察

図-2, 3は、 $\sigma^2 h/g=1.0$ 、 $W_0/L=0.03$  ( $L$ は波長)で、 $q$ がそれぞれ $0.6, 0.4$ のとき、 $V=0.14, 0.16, \dots, 0.34$ についての反射率 $K_r$ の計算値を、全堤体幅と波長の比 $B/L$ を横軸として示したものである。反射率は、壁厚 $W_0/L$ 、空隙率 $V$ の有孔壁に対して特定の遊水部幅のとき最小になるが、これを最適全堤体幅 $B^*/L$ 、最小反射率 $K_r^*$ と呼ぶことにする。

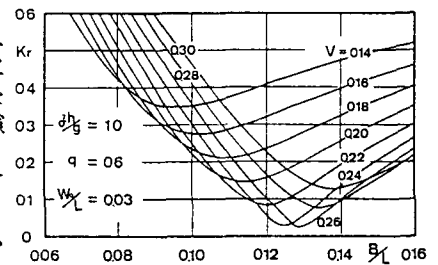


図-2 棚式有孔壁防波堤の反射率 (遊水部幅を変化)

$q=0.6, 0.4$ の各図において、 $K_r^*$ はそれぞれ $V=0.26, 0.30$ のとき $B^*/L=0.13, 0.11$ 付近で最小となる。すなわち、棚式の場合、小さい反射率を得るためには遊水部内水深を浅くするに従って、全堤体幅は狭くする必要がある。このことは既に文献1)でも示した。

図-4, 5は有孔壁前面 ( $x=0$ ) から部分重複波のnodeまでの無次元距離 $X^*/L$ を示すもので、それぞれ図-2, 3に対応する。 $q=0.6, 0.4$ いずれも、反射率を最も小さくする ( $K_r^*$ を最小にする) 空隙率よりも小さい空隙率では、最適全堤体幅 $B^*/L$ において $X^*/L=0.75$ となり、堤体前面はちょうどloopになる。また、 $B^*/L$ 付近では遊水部幅が広くなるに従って、node位置は堤体からはなれていく傾向にある。逆に、 $K_r^*$ を最も小さくする空隙率よりも大きい空隙率では、 $B^*/L$ において $X^*/L=0.5$ となり、堤体前面はちょうどnodeになる。また、 $B^*/L$ 付近では遊水部幅が広くなるに従って、node位置は堤体に近づく傾向にある。

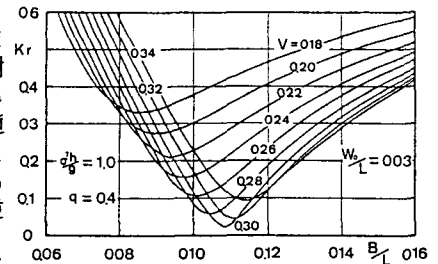


図-3 棚式有孔壁防波堤の反射率 (遊水部幅を変化)

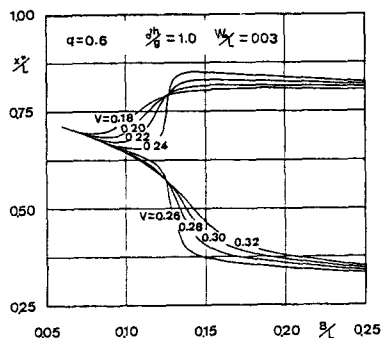


図-4 棚式有孔壁防波堤による部分重複波のnode位置 (遊水部幅を変化)

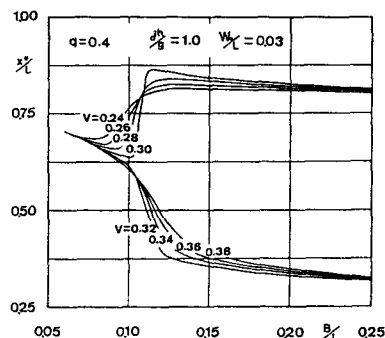


図-5 棚式有孔壁防波堤による部分重複波のnode位置 (遊水部幅を変化)

すなわち、棚式の場合も基本型<sup>2)</sup>と同様な傾向を示す。ただし、空隙率が非常に小さくなると $X^*/L$ はいずれも $V=0$  (不透壁)の値である0.75に漸近するが、空隙率が非常に大きくなると、それぞれの棚の高さに対応したステップ型断面 ( $V=1.0$ すなわち有孔壁がない場合)の値に漸近する。

図-6は、 $\sigma^2 h/g=0.5$ ,  $W_0/L=0.0246$ のとき、 $V=0.318$ で、 $q=0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ としたときの実験値と計算値の $X^*/L$ を比較したもので、文献1)の図-27の反射率の値に対応する。 $q=0.2$ と $0.4$ では $V=0.318$ は反射率を最も小さくする空隙率よりも小さいため、node位置 $X^*/L$ は先に述べた前者の傾向を示し、 $q=0.6, 0.8$ では、逆に $V=0.318$ は反射率を最も小さくする空隙率よりも大きいため後者の傾向を示す。また、実験値と計算値はよく一致している。

図-7は、堤体前面の水面変動の絶対値 $|z/a|$ の計算例を示したもので、 $q=0.6$ ,  $B/h=0.70$ ,  $W_0/h=0.15$ の堤体に $\sigma^2 h/g=1.0$ の波が作用したときの値である。横軸は有孔壁前面を $X=0$ として沖方向に $X/L=1.0$ すなわち1波長までを示す。空隙率 $V=0.25$ では反射率が $K_r=0.052$ と小さく、水面変動は小さい。 $V=0.20$ では $K_r=0.211$ ,  $X^*/L=0.305, 0.805$ となり、堤体前面はほぼloopとなる。反射率を最も小さくする空隙率よりも大きい $V=0.30$ では $K_r=0.143$ ,  $X^*/L=0.031, 0.531$ となり、堤体前面はほぼnodeとなる。

#### 4. むすび

以上のように、遊水部をもつ直立消波構造物において、遊水部内水深と堤体前面水深の比 $q$ 、透過壁の厚さ $W_0/L$ と空隙率 $V$ および全堤体幅 $B/L$ の断面条件に対する、堤体前面の水面変動の特性を明らかにすることができた。

今後は、堤体前面の水面変動が小さくなる断面条件をもとに、実際に越波を低減できる防波堤の開発をめざしたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) たとえば、井島武士・奥蘭英明：遊水部をもつ棚式直立消波構造物の理論解析と消波特性，土木学会論文報告集，第327号，PP.87～97，1982。
- 2) 奥蘭英明・阿部孝行：遊水部をもつ直立消波構造物前面の水面変動特性について，第33回海岸工学講演会論文集，PP.382～386，1986。

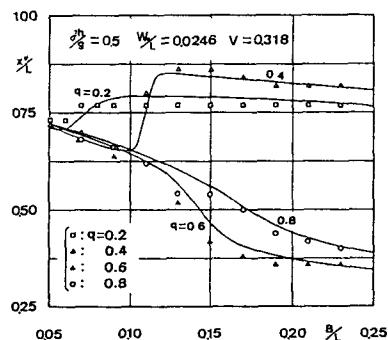


図-6 棚式有孔壁防波堤による部分重複波のnode位置 (遊水部幅を変化)

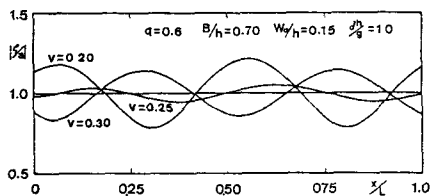


図-7 棚式有孔壁防波堤前面における水面変動の絶対値