

Ⅱ - 54

透水層厚を考慮した透水性斜面への波の打ち上げ高さに関する一検討

東北工業大学 学正員○奥 康彦

東北工業大学 正 員 高橋敏彦

東北工業大学 正 員 沼田 淳

1. はじめに

護岸や、防波堤等の前面を消波ブロックで被覆した構造物への波の打ち上げ高さや、反射率に関する研究例は、これまで数多く発表されている。しかし透水性斜面の透水層厚に関する研究例は少ない。その中で高橋ら¹⁾は、相対打ち上げ高さ R/H_0 を λ の関数として表し、波の打ち上げ高さの推定方法について報告してきた。本研究は、透水層内の空隙率、透水層厚等に着目し、波の打ち上げ高さの推定方法について検討した。

2. 実験条件及び実験方法

実験水槽は、長さ18.0m、幅1.0m、高さ0.8mの両面ガラス張り造波水路の水路幅を2分し、片側0.3mの水路で行った。実験は、水深20.0cm、周期1.26sec、波高約0.8~6.5cmで行った。表-1に示す実験条件に基づいて各3回ずつ実験を行い、その平均値を実験値とした。模型堤体は、図-1に示す様に1/5勾配に滑面を設置し、その上に透水性斜面としてアルミナボールを層積み（1~18層）にした。透水性斜面の粒径 d は、5, 10, 20mmの3種類である。入射波高、反射波高はHealyの方法で求め、波の最大打ち上げ高の水平目視距離を X_{max} とし、波が安定する20波~40波の X_{max} を読み取りその平均値より打ち上げ高さ R を計算し実験値とした。

表-1 実験条件

実験NO	周期 (sec)	入射波高 H (cm)	粒径 (mm)	層
P-0			5	1
P1-1			5	1
~			5	1
P13-1			5	13
P14-1			5	14
P16-1			5	16
P18-1			5	18
P1-2	1.26		10	1
~			10	1
P10-2			10	10
P1-3		7.0	20	1
~			20	1
P7-3			20	7

3. 実験結果及び関係

3-1. Q_i/Q_0 と L_0/S との関係

汀線から最大打ち上げ高さ X_{max} 迄の斜面に垂直な体積の透水層内に水が飽和したと仮定すると単位幅当りの貯留水量 Q_i は、次式で表す事が出来る。

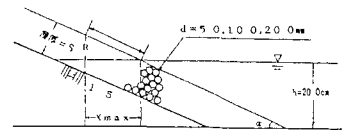


図-1 模型堤体略図

$$Q_i = S \cdot X_{max} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \lambda \cdot 1 \cdots (1)$$

ここに、 S :透水層厚、 $\cos \alpha$:斜面勾配、

λ :空隙率(=0.4)

一方、沖波を正弦波と見なした時、沖波1周期単位幅当りの輸送水量 Q_0 ²⁾は(2)式で表される。

$$Q_0 = H_0 \cdot L_0 \cdot \frac{1}{2\pi} \cdots (2)$$

ここに、

H_0 :沖波波高、

L_0 :沖波波長

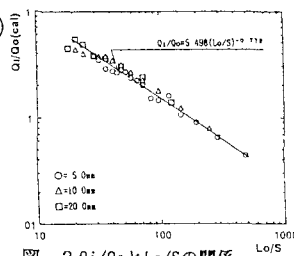


図-2 Q_i/Q_0 と L_0/S の関係
($H_0/L_0=0.005$)

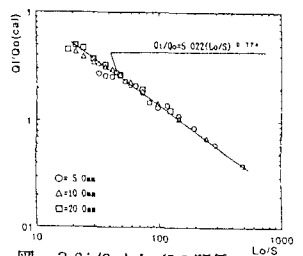


図-3 Q_i/Q_0 と L_0/S の関係
($H_0/L_0=0.010$)

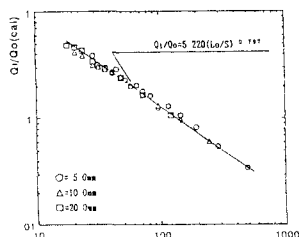


図-4 Q_i/Q_0 と L_0/S の関係
($H_0/L_0=0.015$)

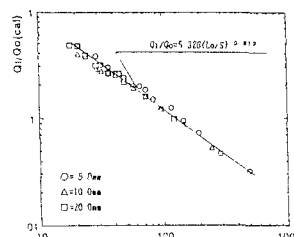


図-5 Q_i/Q_0 と L_0/S の関係
($H_0/L_0=0.020$)

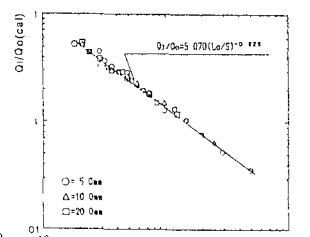


図-6 Q_i/Q_0 と L_0/S の関係
($H_0/L_0=0.025$)

Qi/Qoの比を縦軸にLo/Sを横軸に取り、粒径dをパラメータとして示したのが、図-2～6で Ho/Lo=0.005から0.025迄の0.005毎の結果である。図-2～6は、d=5.0mmで16ケース、d=10.0mm, 20.0mmではそれぞれ10及び7ケースの合計33ケースを示している。各波形勾配とも、Qi/QoとLo/Sの間には 粒径の大きさにかかわらず、相関係数が0.99以上でかなり高い相関関係が認められる。表-2は、Qi/QoとLo/Sの関係の結果をまとめたものである。

3-2 係数A, BとHo/Loの関係

表-2の式は、 $Q_i/Q_o = A \cdot (L_o/S)^B \dots (3)$ の形になっており、係数A, Bの値とHo/Loの関係を示したものが図-7である。係数A, Bの回帰式はそれぞれ(4), (5)式で表される。

$$A = 4.569 \cdot (H_o/L_o)^{-0.931} \dots (4)$$

$$B = -0.751 + (H_o/L_o) \cdot (-3.180) \dots (5)$$

式(3)に式(4), (5)を代入すれば、Qi/QoはLo/SとHo/Loの関数として求める事が出来る。

3-3. R/Hoの計算値と実験値の比較

前節でQi/QoとLo/Sの相関性がかなり高い事が分った。(1), (2)式より、Qi/Qoは次式で表される。

$$\frac{Q_i}{Q_o} = S \cdot X_{max} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \lambda \cdot \frac{2\pi}{H_o \cdot L_o} \dots (6)$$

ここで、 $\tan \alpha = R/\lambda_{max}$ の関係を導入し、 λ_{max} を消去して整理すると(6)式の様になる。

$$\frac{R}{H_o} = \frac{Q_i}{Q_o} \cdot \frac{L_o}{S} \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{2\pi \cdot \lambda} \dots (7)$$

(7)式の左辺は相対打ち上げ高さR/Hoであり、Qi/QoはHo/LoとLo/Sが分かれば求まる。更に、斜面勾配、空隙率、沖波入射波高が与えられれば、R/Hoが求められる事になる。図-8は、相対打ち上げ高さR/Hoの実験値(exp)と計算値(cal)を比較したものである。計算式の適用範囲は $0.005 \leq H_o/L_o \leq 0.025$ であるが、この図には、この範囲外の実験結果も含めてある。図中には、○印としてd=5.0mmの160点、△印としてd=10.0mmの100点、□印としてd=20.0mmの70点の合計330点をプロットしている。目安の為に、±15%のラインを破線で示してある。最大誤差は20%未満で、15%以上の誤差は数個である。ほとんどの値が誤差15%以内となっており、各粒径共実験値と計算値はよく対応している。

4. おわりに

透水層内の空隙率、層厚等を考慮した相対打ち上げ高さの一推定方法を検討し(7)式を得た。実験値と比較した結果、計算値は粒径の大きさにかかわらず実験値とよく対応する事が分った。

<参考文献>

- 1) 高橋・沼田(1992)：透水性斜面の透水層厚を考慮した波の打ち上げ高さの一推定法，土木学会第47回年次学術講演会概要集，PP II-530～531.
- 2) 石原・岩垣・三井(1957)：海岸堤防の越し波防止効果について，第4回海岸工学講演会講演集，PP. 99～109.

表-2 Ho/Loの上の5ケースに対応するQi/Qoの式

沖波波形勾配	Qi/QoとLo/S
Ho/Lo=0.005	$5.498(L_o/S)^{-0.772}$
Ho/Lo=0.010	$5.022(L_o/S)^{-0.774}$
Ho/Lo=0.015	$5.220(L_o/S)^{-0.797}$
Ho/Lo=0.020	$5.326(L_o/S)^{-0.819}$
Ho/Lo=0.025	$5.070(L_o/S)^{-0.829}$

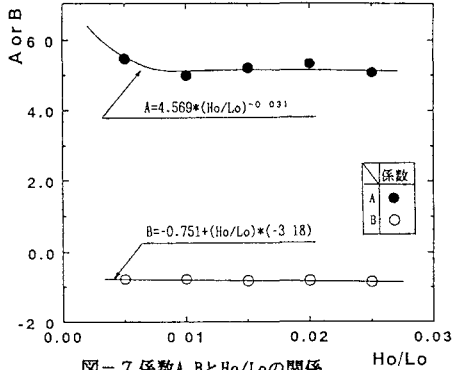


図-7 係数A, BとHo/Loの関係

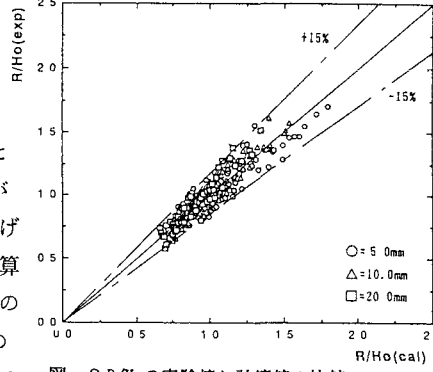


図-8 R/Hoの実験値と計算値の比較