

越波量の評価について

山口大学 正会員 羽田野袈裟義

山口大学 学生会員 O馬 駿

山口大学 学生会員 吉田 啓史

1. はじめに

本研究室では、波の遡上高さの評価を行っている。今回、Jea-Tzyy Juang¹⁾らの実験による越波量データと波の予測遡上高さを関係付けることを試みた。まず、越波高さの定式化を行い、次いで Jea-Tzyy Juang らの越波量実験に適用する。

2. 遡上高さの検討

遡上高さの定式化は、岩垣らおよび湯氏の実験を用いて行った。岩垣ら²⁾の実験は、底面勾配 s は $1/10$ 、前面水深 d で 42.9cm としている。堤防面の勾配は $1/10 \sim 2/1$ と可変で、波高 H を $0.6 \sim 12\text{cm}$ 、周期 T を 1.48sec としている。湯³⁾の実験は、底面勾配 s は $1/65$ 、水深は水路の平坦部分で 75cm 、堤体前面 d で 8.4cm としている。堤防面の勾配は $1/2 \sim 1/6$ と可変で、波高 H を $3 \sim 25\text{cm}$ 、周期 T を $1.2 \sim 2.2\text{sec}$ としている。

2.1 遡上高の無次元表示

従来の方法では、遡上高 R を波高 H で無次元化し、これと波形勾配の関係を求めている。本研究室では、遡上高さを波による水の運動の速度水頭により無次元化したものを採用している。ここでは、波長が不明な Jea-Tzyy Juang らの実験の越波量評価に適用するため、波の条件を示す無次元量として水面上下動の加速度の無次元量 $g/(H/2)(2\pi/T)^2$ を考え、これと無次元遡上高さととの関係をまず定式化する。図1と図2は、無次元遡上高として $\log(R/H)$ と $\log(R/(U^2/2g))$ をとり、これを無次元化速度に対してプロットしたものである。また図は、1次式による回帰分析結果に示している。図と相関係数の比較から、無次元遡上高として、 $R/(U^2/2g)$ を用いる方が有意であるといえる。

2.2 遡上高の定式化

無次元遡上高を定式化するため、 $y = \log(R/(U^2/2g))$ 、 $X_1 = \log(g/(H/2)(2\pi/T)^2)$ とおき、 X_2 、 X_3 に種々の無次元パラメータを使って $Y = AX_1 + BX_2 + CX_3 + D$ を定式化する

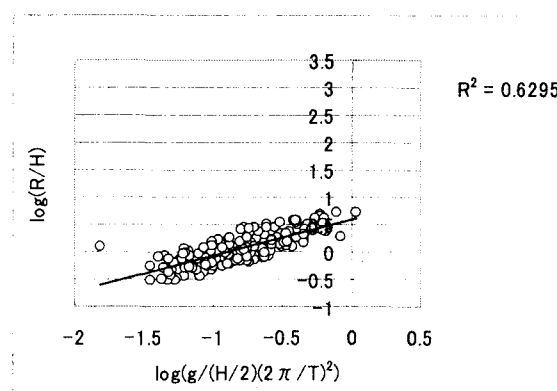


図1 越波高さを波高で無次元化

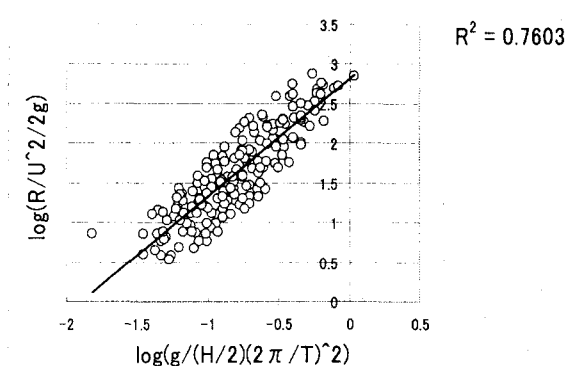


図2 越波高さを速度水頭で無次元化

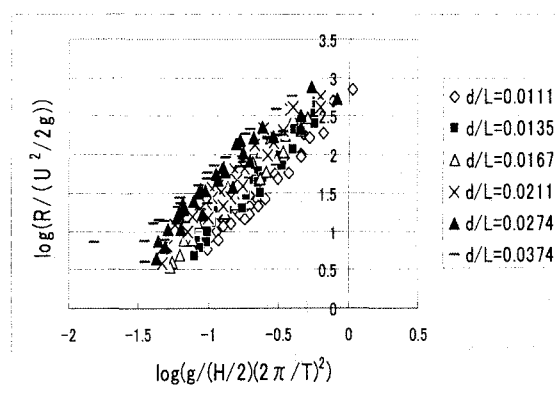


図3 相対水深 d/L の分布図（湯の実験）

ことを試みた。図3、図4は、それぞれ無次元前面水深（湯の実験） d/L と法勾配 s の影響を見たものである。図より、 d/L が大きいほど無次元遡上高が大きいこと、法勾配が急なほど無次元遡上高が大きいことが分かる。重

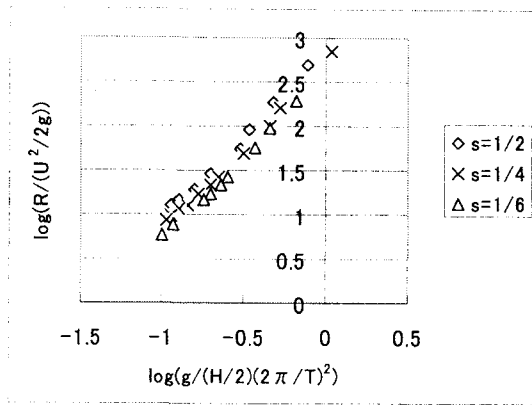


図4 相対水深 $d/L=0.0111$ の勾配 s の分布図

回帰分析による定式化の結果、次式のようになる。

$$Y = 1.520 \log(g/(H/2)(2\pi/T)^2) + 0.423 \log(s) - 0.574 \log(d/L) - 4.412 \quad (1)$$

3. Jea-Tzyy Juang らの越波量実験への適用

Jea-Tzyy Juang らの実験は、堤頂高 $R_c=2\sim 10\text{cm}$ 、波高 $H_s=2\sim 10\text{cm}$ 、堤防高さ $D=56\text{cm}$ 、水深 $h=46\sim 54\text{cm}$ としている。図5は、勾配 $s=0.5$ とし、単位幅流量を q とし、この無次元量を無次元堤頂高 R_c/H_s に対して図示したものである。いずれの $R_c/D=R_c/(h+R_c)$ についても、無次元越波量は無次元堤頂高の増加と共に減少する。越波量の評価においては、越波量は高さ h_c の護岸肩 A を超える流れで A 点での限界流が発生すると考え、 $Y=AX_1+BX_2+CX_3+D$ による遡上高 R の算定値ベルヌイの定理により A 点の代表流速 V_A を $V_A=(2g(R-h_c))^{0.5}$ の式で求め、限界流の条件から越波流量を $q=V_A^3/g=(2g(R-h_c))^{1.5}/g$ 、 $Q=q \cdot T$ で与える。ただし、 $R>h_c$ で適用され、 q は単位幅、単位時間の越波体積。 Q は単位幅、1 サイクルの越波体積である。図6は、横軸を波高 H_s の代わりに実験データで作成した回帰式(1)で求めた Jea-Tzyy Juang らの実験の R の計算値 R_r を使用した。図5と図6を見比べると、 R_c/D の分布が大変よく似ていることが分かる。図7は、上の取りあつかいで遡上高さに関係付けた越波量の表現式による越波量の無次元量を図示したものである。また、 $q'=V_A^3/g=(2g(R-h_c))^{1.5}/g$ 、 $q_{cal}=q' \cdot T$ で与え、 q' は単位幅、単位時間の越波体積。 q_{cal} は単位幅、1 サイクルの越波体積の計算値である。

4. 結語

以上、本研究では、波の遡上高さと同越波量を関係付けることを評価した。その結果、越波高が予想遡上高に近くなると評価が難しいことが分かった。今後、回帰

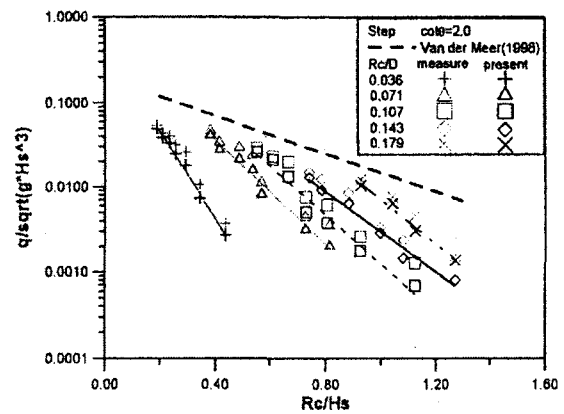


図5 Jea-Tzyy Juang らの実験データ ($s=0.5$)

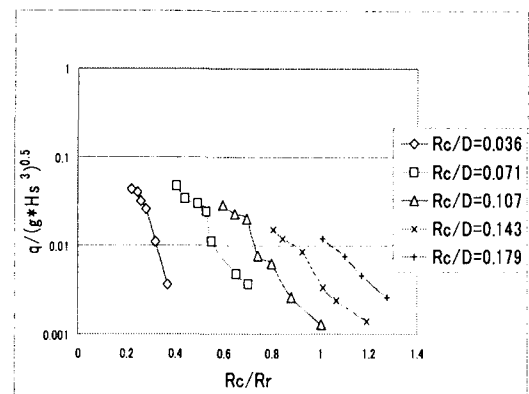


図6 $q/(gHs^3)^{0.5}$ と R_c/R_r の関係図

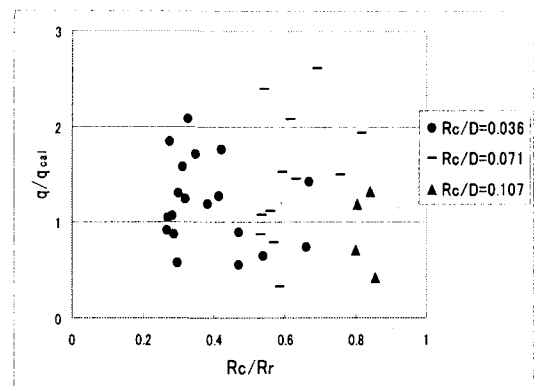


図7 q'/q_{cal} と R_c/R_r の関係図

式の高精度化と、越波流量の時間変動を表したモデル化が必要である。

参考文献

1. Jea-Tzyy Juang・Chao-Fu Lin・Wen-Lan Lin : 『Wave Overtopping on Smooth and Step Dike』
2. 岩垣雄一・井上雅夫・大堀晃一 : 『のり面上の波の遡上気候に関する実験的研究』 第13回海岸工学講演会(1966)
3. 湯 麟武 : 『砕波後の波の遡上に関する研究』 第10回海岸工学講演会 (1963)