

1. ま え が き 最近における海岸・海洋構造物の堤脚水深の増大化は構造型式にも変化をおよぼし、従来の混成堤および鉛直壁型式から次第に有脚プラットフォーム型式に移行するものと考えられる。有脚プラットフォームの設け方に対する応答解析についてはかなり解明されているが、越波に関しては未だ充分検討されていないようである。そこで、この研究は有脚プラットフォームにおける波の打上げ高および越波量の特性を実験的に調べ、有脚プラットフォームの天端高および桁下高の影響を明らかにしたものである。さらに、有脚プラットフォームの波の打上げ高および越波量のそれぞれの算定方式について検討を加えたものである。

2. 研究 方 法 天端の延長が無限のいわゆる2次元の無風時における波の打上げおよび越波を対象とし、図-1の不透過鉛直壁の場合と図-2の有脚プラットフォームの場合とを比較することによって、有脚プラットフォームの打上げ特性および越波特性を明らかにしようとするものである。すなわち、図-2において、プラットフォームの波向き方向の長さ l を一定とした場合に、パラペットの静水面上の天端高 H_c およびプラットフォーム下端と静水面との間の桁下高 ΔH_c が非越波時の打上げ高 R_p および一周期の越波量 Q_p とどのような相関特性があるかを検討したい。また、パラペットに衝突する波と近似的に波頂高が R_p に相当する完全重複波と仮定し、有脚幅重複波理論の第2次近似式の空間波形より越波量の算定方式を提案したい。

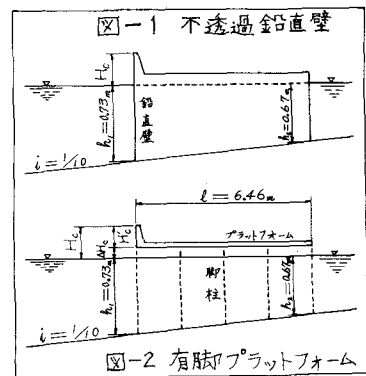
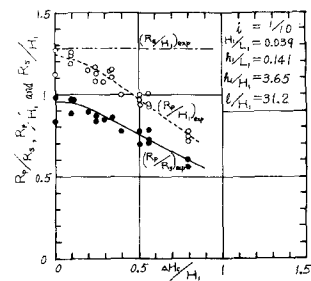


図-2 有脚プラットフォーム

3. 実験 方 法 造波水路の一樣水深を1.30mとし、有脚プラットフォームを図-2に示されるように海底勾配 $i = 1/10$ の上に前面の堤脚水深 $h_1 = 0.73m$ 、背面の堤脚水深 $h_2 = 0.67m$ になるように設置し、プラットフォームの長さ $l = 6.46m$ とした。また、パラペット天端高 $H_c = 6, 10, 14, 18, 22, 26cm$ の6種類に変化させ、プラットフォーム下端の桁下高 $\Delta H_c = 0, 2, 5, 7, 10, 11cm$ の6種類に変化させて非越波時の打上げ高 R_p 、一周期当りの越波量 Q_p を測定した。さらに、有脚プラットフォームと同一条件の不透過鉛直壁(図-1)の実験を行い、非越波時の打上げ高 R_s 、一周期当りの越波量 Q_s を測定した。なお、実験波は周期 $T = 2.2 sec$ 、入射波高 $H_1 = 20.7cm$ 、入射波長 $L_1 = 53.48cm$ であり、 $H_1/L_1 = 0.039$ 、 $h_1/L_1 = 0.141$ 、 $h_1/H_1 = 3.65$ 、 $l/H_1 = 31.2$ 、 $l/L_1 = 1.21$ であった。

4. 実験結果とその考察 (1) 波の打上げ高 R_p 図-3は R_p/H_1 、 R_p/R_s と $\Delta H_c/H_1$ との関係を表わしたものである。これより、 $R_p/R_s < 1$ であり、 $\Delta H_c/H_1$ が大きいほど R_p/R_s が小さく、 $\Delta H_c/H_1 = 0$ では、 $R_p/R_s = 0.95$ 、 $\Delta H_c/H_1 = 0.5$ では、 $R_p/R_s = 0.75$ である。また、 R_p は $\eta_c \leq R_p \leq R_s$ (η_c : 進行波の波頂高)であるので、 R_p の算定式は $\Delta H_c/H_1 \geq 0$ において実験的に次のように示される。

$$\frac{R_p}{H_1} = \frac{\eta_c}{H_1} + \left(\beta \frac{R_s}{H_1} - \frac{\eta_c}{H_1} \right) \left(1 - \frac{\Delta H_c}{\eta_c} \right)^n \text{----- (1)}$$

図-3 波の打上げ高, R_p

ここに、 η_c は、Skjelbrea の第3次近似式によれば、次のように示される。

$$\eta_c = a + \frac{1}{2} \frac{\pi}{L_1} a^2 \left\{ \frac{\cosh 2\pi h_1/L_1 (\cosh 4\pi h_1/L_1 + 2)}{\sinh^3 2\pi h_1/L_1} \right\} + \frac{3}{16} \left(\frac{\pi}{L_1} \right)^2 a^3 \left(\frac{8 \cosh^6 2\pi h_1/L_1 + 1}{\sinh^6 2\pi h_1/L_1} \right) \quad (2)$$

ここで、 a は H_1 と次の式で関連づけられている。

$$a = \frac{H_1}{2} - \frac{3H_1^3}{128} \left(\frac{\pi}{L_1} \right)^2 \left(\frac{8 \cosh^6 2\pi h_1/L_1 + 1}{\sinh^6 2\pi h_1/L_1} \right) \quad (3)$$

式(1)の R_s は、Miche の第2次近似式より、次の式で示される。

$$R_s = H_1 + \frac{1}{4} \frac{\pi}{L_1} H_1^2 (3 \coth^3 2\pi h_1/L_1 + \tanh 2\pi h_1/L_1) \quad (4)$$

式(1)の n および β は実験係数で、今後の研究にまたなければならぬが、この実験では、 $n \approx 1/2$ 、 $\beta \approx 0.95$ であった。図-4 は式(1)の計算値と実験値とを比較したものであるが、これより、明らかに計算値の適合性はかなりよいことがわかる。

(2) 越波量、 Q_p 図-5 は $2\pi Q_p/H_1 L_1$ と $2\pi Q_s/H_1 L_1$ の比較、図-6 は Q_p/Q_s について示したものであるが、それぞれ、 H_c/H_1 、 $\Delta H_c/H_1$ の影響を明らかにしている。これより、 H_c/H_1 および $\Delta H_c/H_1$ が大きいほど Q_p/Q_s が小さくなり、越波量の減少効果が大きい。たとえば、 $H_c/H_1 = 1$ 、 $\Delta H_c/H_1 = 0$ で $Q_p/Q_s = 0.43$ となり、 $H_c/H_1 = 1$ 、 $\Delta H_c/H_1 = 0.24$ では $Q_p/Q_s = 0.14$ である。

一方、 Q_p の算定方式は近似的に次のように考えることができる。有脚プラットフォームの前面の波は部分重複波と考えられるが、いま近似的に波頂高 R_p に相当する完全重複波が生じるものと仮想すれば、 Q_p は、有限振幅重複波理論の第2次近似式の空間波形を用いて、次の式で示される。

$$Q_p = a_p \int_0^{x_c} \{ \eta(x) - H_c \} dx = a_p \left\{ \frac{H_p L_1}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{L_1} x_c + \frac{H_p^3}{16} \times (3 \coth^3 \frac{2\pi h_1}{L_1} + \tanh \frac{2\pi h_1}{L_1}) \sin \frac{4\pi x_c}{L_1} - H_c x_c \right\} \quad (5)$$

ここに、 a_p ：有脚プラットフォームの越波量係数、 H_p ：仮想入射波高（ $= R_p - \varepsilon$ 、 ε ：重複波の波高中分面の静水面からの高さ）である。

H_p は、式(4)より、次の式で計算できる。

$$H_p = \left\{ 2L_1/\pi (3 \coth^3 2\pi h_1/L_1 + \tanh 2\pi h_1/L_1) \right\} \left\{ \left\{ \frac{R_p \pi}{L_1} (3 \coth^3 2\pi h_1/L_1 + \tanh 2\pi h_1/L_1) + 1 \right\}^{1/2} - 1 \right\} \quad (6)$$

なお、 a_p については、^(今後) H_1/L_1 、 h_1/L_1 、 H_c/H_1 、 $\Delta H_c/H_1$ を種々変化した実験を行い、その特性を検討したい。

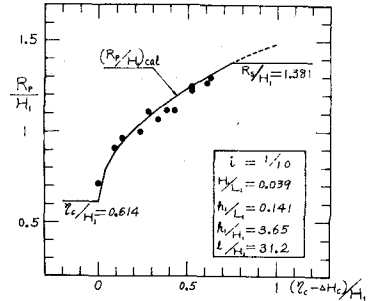


図-4 R_p の算定式の適合性

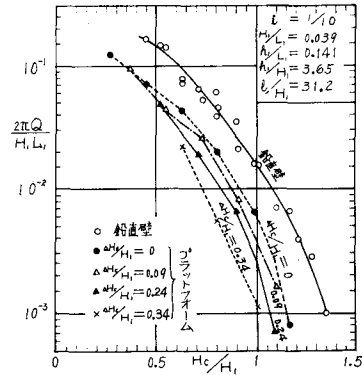


図-5 越波量、 $2\pi Q/H_1 L_1$

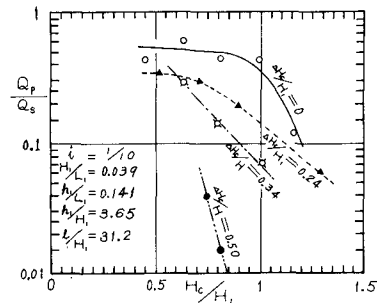


図-6 Q_p/Q_s と H_c/H_1 、 $\Delta H_c/H_1$ との関係