

1. はじめに.

最近、砂浜海岸における侵食防止対策あるいは養浜工の一貫として、傾斜ブロック堤による沿岸堤工法を採用する例が多くなりつつある。しかし、沿岸堤の堆砂機構について十分な解明がなされているとは言えず、種々の角度からの研究が必要である。傾斜ブロック堤の波高伝達率の定式化もその一つと考えられる。この種構造物の非越波時の波高伝達率については、理論的あるいは実験的に、かなりの成果が得られているが、越波時の波高伝達率については、まだ十分とは言えないように思われる。本研究では、そのための一つの試みとして、まず、傾斜ブロック堤に対する波のうちあげ高を定式化すべく二・三の検討を行った。

2. 従来の実験結果

図-1は、Hudsonによる法面勾配1:125および1:15の捨石¹⁾斜面に対する実験値(破線および実線)と白石・遠藤が²⁾法面勾配1:13のテトラポッドで被覆した消波護岸を対象に行なった実験値と比較したものである。前者の曲線は、 h/L 、 $\div 0.056 \sim 0.50$ の実験値のほゞ上限を示したものであり、後者は、 $h/L \div 0.09 \sim 0.16$ の実験値がある。この二つの実験結果

に関する限り、捨石斜面とブロック斜面に対する波のうちあげ高さには余り大きい差はなく、うちあげ高さによぼす h/L の影響も、測定値のバラツキのため明確ではない。図中の実線は、 R/H_0 と H_0/L のみの関数として求めた式(1)による近似曲線である。

$$\frac{R}{H_0} \div 0.94 + 591\left(\frac{H_0}{L}\right) - 101.25\left(\frac{H_0}{L}\right)^2 \quad (1)$$

3. うちあげ波形を直線近似した場合のうちあげ高.

法面へのうちあげ波形を図-2の記号を用いて式(2)のように仮定する。

$$Y = \tan \delta \cdot x - A \quad (2)$$

式(2)において、 δ として、Brantzaeg³⁾による捨石斜面に対する実験式(3)を用い、壁体背後の最初の谷の位置の振幅 A を式(4)で表わす。

$$\delta = 767(H/L) \quad (3), \quad A = A_i + A_r = A_i(1 + k_r) \quad (4)$$

ここに、 A_i = 入射波の振幅、 A_r = 反射波の振幅、 k_r = 反射率 である。さらに、有限振幅波の波頂高 η_c として合田⁴⁾が求めた実験曲線を式(5)の如く近似すれば、 A_i は式(6)のように表わされる。

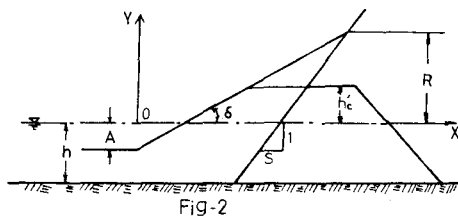
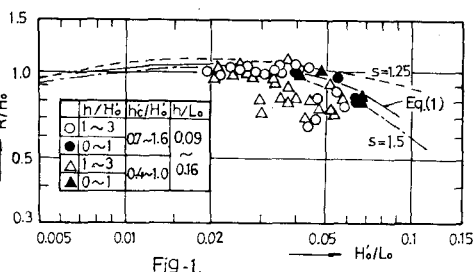
$$\frac{\eta_c}{h} = \frac{H}{2h} + 0.455\left(\frac{H}{h}\right)^{2.18} \quad (5), \quad A_i = H - \eta_c = h\left\{\frac{H}{2h} - 0.455\left(\frac{H}{h}\right)^{2.18}\right\} \quad (6)$$

ただし、 $H/h < 0.8$ である。一方、図-2のうちあげ波形に質量保存則を適用すれば

$$\frac{1}{2} A \cdot \frac{A}{\tan \delta} = \frac{1}{2} \frac{R^2}{\tan \delta} - \frac{SR^2}{2}, \quad \therefore R^2 = \frac{A}{1 - S \tan \delta} \quad (7)$$

式(7)に、式(4)および(6)を代入すれば、式(8)をうる。

$$\frac{R}{H} = \frac{(1 + k_r) \left\{ \frac{1}{2} - 0.455 \left(\frac{H}{h} \right)^{2.18} \right\}}{\sqrt{1 - S \tan \delta}} \quad (9)$$



式(8) から、従来の研究成果と比較できるように、 h/L_0 をパラメーターとして、 H_0/L_0 と R/H_0 との関係を求めたのが図-3 である。その際、消波護岸の反射率 k_r は、 H_0/L_0 の小さい所で 0.4、大きい所で 0.2 程度という従来の実験結果を考慮して、

$$k_r = 1 / \{ 1 + 5.0 (H_0/L_0)^{0.5} \}^2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

と近似した。また、 $H/L, R/H$ などと $H_0/L_0, R/H_0$ などと換算する際、浅水係数 K_0 として、合田⁵⁾が、有限振幅波に対して求めた計算図表を用いた。式(8)の計算値は下に凸、実験式は上に凸の曲線となり、相反する傾向を示すが、これは、前述したように、実験式は h/L_0 の影響を無視して、実験値のほぼ最大包絡線を近似しているためであると考えられる。ちなみに、図-3 には、Hudson の実験値の一例をプロットしたが式(8)による計算値と近似した傾向が認められる。

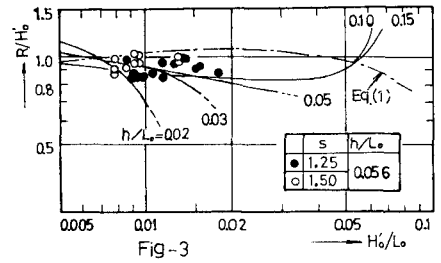


Fig-3

4. エネルギー的考察によるうちあげ高

波の最大のうちあげ高さは、護岸前面における波の峯附近の水粒子が持っているエネルギーにひとしいと仮定すれば

$$R = (1 - k_f^2) \frac{(u_{\max})^2}{2g} + (1 + k_r) \eta_c \quad \dots\dots\dots (10)$$

ここで、 k_f^2 : 損失係数、 $u_{\max}$: 波頂附近の最大水平水粒子速度、今、式(10)における $u_{\max}$ として合田⁴⁾による実験式(11)を用いれば、式(10)は式(12)となる。

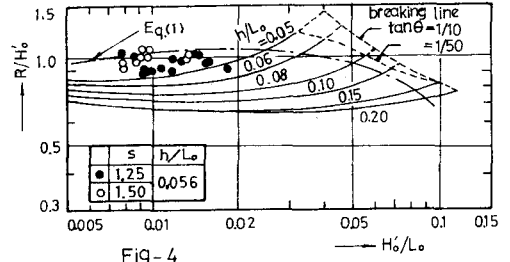


Fig-4

$$u_{\max} = \frac{\pi H}{T} \left\{ 1 + \alpha \left(\frac{H}{h} \right)^{1/2} \left(\frac{h + \eta_c}{h} \right) \right\} \cdot \frac{\cosh k(h + \eta_c)}{\sinh kh} \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\frac{R}{H} = (1 - k_f^2) \left\{ \frac{\pi}{2} \frac{H}{L} \left[1 + \alpha \left(\frac{H}{h} \right)^{1/2} \left(1 + \frac{\eta_c}{h} \right) \right] \cdot \frac{\cosh^2 k(h + \eta_c)}{\sinh 2kh} \right\} + (1 + k_r) \frac{\eta_c}{H} \quad \dots\dots\dots (12)$$

上式中の α は、合田の実験曲線を式(13)のごとく近似し、さらに、 k_f^2 は、ブロック構造物や波の諸元 K に左右されると考えられるが、ここでは、単純に、 $k_f^2 = 1 - k_r^2$ とした。

$$\alpha = -0.646 \log \left\{ 1.562 \left(\frac{H}{L} \right) \right\} \quad \text{for } 0.07 < \frac{H}{L} < 0.4, \quad \alpha = 1.50 \quad \text{for } \frac{H}{L} < 0.07, \quad \alpha = 0.25 \quad \text{for } \frac{H}{L} > 0.4 \quad \dots\dots\dots (13)$$

図-4 は、第3節と同じ方法で、 R/H_0 と H_0/L_0 の関係を求めたものである。同図には、図-3 と同様、式(1)の実験曲線および Hudson の実験値の一例と比較のため併記した。Hudson の実験値に対する近似度は、図-3 より劣るが、 $H_0/L_0 > 0.02$ の領域では、式(1)による最大包絡線をほぼ満足するものと考えられる。

5 あとがき

以上、2種類の方法によって、傾斜ブロック堤に対する波のうちあげ高を試算し、オーガー的には、ほぼ実験結果を満足するような値が得られることが分った。しかし、 h/L_0 や H_0/L_0 によるうちあげ高の相違を定量的に把握するためには、さらに精密な実験的検討が必要であると思われる。

参考文献

- 1) 例えば、水工学便覧(森北出版)、P.309、および Proc. of ASCE, WW3, 1959, PP.93~121.
- 2) 白石・達藤: 第10回海講, 昭38, PP.138~143.
- 3) Brantzaegら: Proc. 10th Conf. on Coastal Eng., 1966, PP.977~989.
- 4) Goda: Rept. port and Harbour Res. Inst. No.8, 1964, 74PP.
- 5) 合田: 港研報告, 第14巻, 第13号, 1975, 9, PP.59~106.