

東北工業大学 正員 沼田 淳

早坂 俊均

1 はじめに

著者の一人は、昨年の年講において合田¹⁾およびBrantzaeg²⁾の既往の研究成果を用いて、ブロック堤法面への波のうちあげ高算定式の一試案を発表したが、実験的な検証を行なはなかった。そこで、本研究では、単純化したブロック堤の模型を用いてうちあげ高の実験を行ない、手法の妥当性について検討を加えた。

2 実験装置および方法

長さ18.0m、幅1.0m、高さ0.8m水路のプランジャー型造波機設置端より約15m離れた位置に約50%の空けきとなるよう格子状に直径2cmの孔をあけた平板を所定の勾配 (case1: 1/1.46, case2: 1/1.28 および case3: 水深hの1/2の深さの所から1/1.46の勾配にセットした場合) に設置しその上に4ton テトラポットの1/20 模型ブロックを2層整積みしたものをブロック堤の模型とした。実験は水深hを45cmと一定に保ち、周期T=1.07、1.20、1.38、1.70および2.4secの波について波高Hを1.0~14.0cmの間で種々変化させて行ない、反射率、透過率およびソ上波形のうちあげ高の測定を行なった。ソ上波形およびうちあげ高の測定はモータードライブカメラによって1秒間に4コマの写真撮影を行なって読み取った。

3 実験結果および考察

Fig. 1 は、最大ソ上時のうちあげ波形と静水面とのなす角 δ と波形勾配H/Lとの関係を周期T (あるいは水深波長比h/L)をパラメーターとして図示した一例である。 δ はH/LおよびTの増加とともに増加する傾向が認められるが、Brantzaegらと同様に δ をH/Lのみの関数として近似したのが図中の実線である。case2, case3の実験では、 δ の値はFig. 1の場合より幾分大きくなる傾向を示すが、Tの相違による実験値のバラツキに比べるとその差はごくわずかであった。

Fig. 2 は、反射率 K_r とH/Lとの関係をやはりTをパラメーターとして示した一例である。 K_r はH/LおよびTの増加とともに減少する傾向が認められるが、Tの相違による実験値のバラツキはFig. 1と同程度であるので、 K_r をH/Lのみの関数として近似すると図中の実線のようになる。

Fig. 1, 2の近似曲線式のうちあげ波形を直線近似した場合のうちあげ高算定式³⁾

$$\frac{R}{H} = \frac{(1 + K_r) \left\{ \frac{1}{2} - 0.455 \left(\frac{H}{h} \right)^{1.18} \right\}}{\sqrt{1 - S \cdot \tan \delta}} \quad (1)$$

にあてはめ、h/Lをパラメーターとして相対うちあげ高R/HとH/Lの関係を図示したのがFig. 3の曲線である。同図にはR/Hの実験値を式(1)による計算値と比較するためh/Lの値によって記号を区別してプ

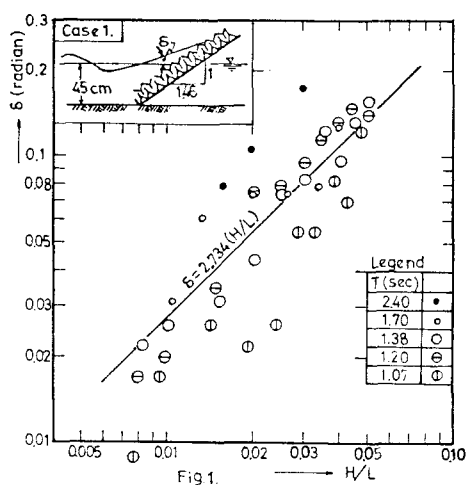


Fig. 1.

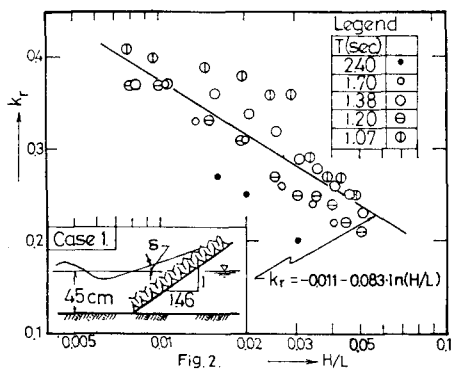


Fig. 2.

ロットしてある。式(1)による計算曲線は、 H/L が大きくなるにしたがって R/H におよぼす h/L の影響が大きく現われるが、実験値は h/L の影響が小さい領域のものしか得られていない上、バラツキが大きいので、計算曲線にみられるような傾向を立証することができなかった。しかし、 H/L の増加にともなって R/H が減少する傾向はほぼ近似しており式(1)はオーダー的にはほぼ妥当な近似を与えるように思われる。なお、Fig.3の曲線は δ および K_p にそれぞれFig.1、2に示した実験式をあてはめて計算しているが、これを実験値を用いて計算し、実測の R/H の値と比較

してみたのがFig.4である。計算値と実測値の一致度がよくなることを期待したが、 δ および K_p に実験式をあてはめた場合の計算値と実験値の一致度とほとんど同じ結果となった。一方、エネルギー的考察から求めたうちあげ高算定式³⁾

$$\frac{R}{H} = (1 - K_1^2) \left\{ \frac{\pi H}{2L} \left[1 + \alpha \left(\frac{H}{h} \right)^{0.5} \left(1 + \frac{\eta_0}{h} \right)^3 \right] \frac{\cosh^2 k(h + \eta_0)}{\sinh 2kh} \right\} + (1 + K_p) \frac{\eta_0}{H} \dots (2)$$

による計算曲線は、Fig.3に示した破線のようになる。図には実験の上・下限を示す $h/L=0.095$ の場合と0.268の場合の曲線だけを示したが、式(1)による曲線とは全く逆の傾向を示し、しかも実験値より大きい値を示す結果となった。式(2)の右辺第1項と第2項のオーダーを比較すると K_1^2 を零と考えても h/H が2より大きい場合には、第2項の方が第1項よりかなり大きい値となる。このことは、波の持つ運動エネルギーと位置エネルギーの和が最大うちあげ時の位置エネルギーにひとしくなるといふ考え方は、波から流れへの過渡的な現象を示す波のソ上には適用できないことを示唆しているように思われる。

そこで、式(2)を式(3)のように書き改め、波のソ上に有効なエネルギーの割合を示す係数 K_B (ソ上エネルギー係数と呼ぶことにする)を式(1)による計算値にほぼ合致するように求めてみた。結果はFig.5に示すとうりである。

$$\frac{R}{H} = K_B \left\{ \frac{\pi H}{2L} \left[1 + \alpha \left(\frac{H}{h} \right)^{0.5} \left(1 + \frac{\eta_0}{h} \right)^3 \right] \frac{\cosh^2 k(h + \eta_0)}{\sinh 2kh} \right\} + (1 + K_p) \frac{\eta_0}{H} \dots (3)$$

図中の直線は $K_B = 1.0 - a \cdot (H/L)$ によって近似したもので係数 a と h/L との関係はFig.6のようになる。この結果、式(1)が妥当であるとすればソ上エネルギー係数は H/L の増加にともなって減少し、また、 h/L の減少にともなって減少することになる。

4 あとがき

実験値のバラツキのため、うちあげ高算定式の妥当性を十分検証することができなかったが、オーダー的には式(1)がほぼ妥当な近似を与えることが分った。

参考文献 1) Goda: Rept. Port and Harbour Res. Inst. No. 8, 1964, 74p. 2) Brantzaeg: Proc. 10th Conf. on Coastal Eng., 1966, pp. 997~106. 3) 沼田: 第31回年講第2部 pp. 96~97, 昭51.10.

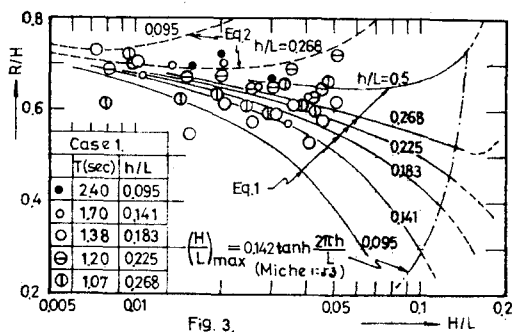


Fig. 3.

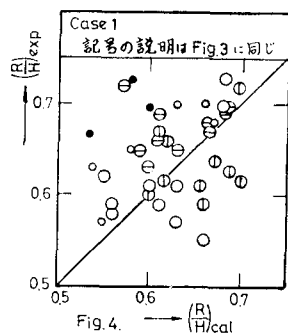


Fig. 4.

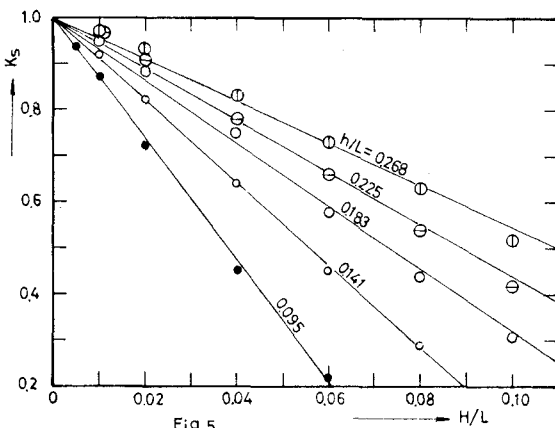


Fig. 5

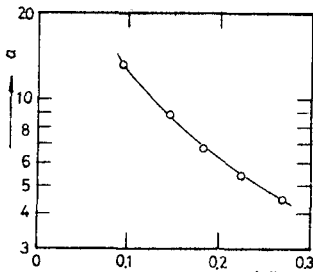


Fig. 6.