

北大工 正員 佐伯 浩
 北大工 学生員 ○住田 徹
 北大工 小野敏行

1. はじめに 海岸護岸と防波堤法線は、 $90^\circ \sim 120^\circ$ の角をなす。この隅角域に進行してくる波により、防波堤取付部付近に大きな波が集中し、異常な水位上昇を生じる。この結果、通常は堤脚部の平均水位が0もしくはこれ以下の海岸においても、天端高4M程度の防波堤を越え、背後地に多大な損害を及ぼす。実際には、この水位上昇には、Radiation stressによるものに加えて、低気圧による吸い上げ、風の吹き寄せ、波の集中、潮位等が有りかなりの量となる。波浪による平均水位の変化と理論的考察は、Longuet-Higgins等によりなされており、Radiation stressと水位の差による圧力差が釣り合うことにより、砕波点より沖側では平均水位が低下し、砕波後は平均水位は上昇する。Bowen等は実験により、実験値と理論値が良く一致することを証した。佐伯らは海底勾配 $\delta \leq 1/20$ では、平均水位の上昇は δ に比例するが一定値をとり、砕波波高の1割程度である、との結論を得た。しかし、これらの実験は水路中一定の二次元水槽におけるものであり、本研究は、水路中が変化する三次元水槽での、防波堤取付部における平均水位の上昇を求めたものである。

2. 実験装置及び測定 実験装置をFig-1に示す。実験は平面水槽(10.95M×7.35M×0.50M)を用いた。波高測定は抵抗線式波高計を用い、測点は隅角域内では40cm間隔、汀線近傍では20cm間隔とした。平均水位の測定は、版(海底)の中心線上に20cm間隔に行い、ビニール管を水槽外に引き、その長さを十分に取水位の振動を減少させた。記号を示す。

H: 波高 L: 波長 h: 水深 H_0 : 沖波波高 L_0 : 沖波波長
 δ : 海底勾配 θ : 隅角 η : 平均水位の上昇高 η_0 : 堤脚部の平均水位上昇高 H_{av} : 平均波高

3. 波高分布 隅角域内の波高分布は、反射、屈折等の影響により極めて複雑であり、沖波波形勾配(H_0/L_0)が大なる程複雑である。そのため、断面の平均波高 H_{av} を求め、 H_{av} で各点の波高を代表させて議論を進める。 H_{av} は水深が浅くなるに従い増大し、Linear TheoryのShoalingと良く一致している。 H_{av} の変化で最大値を示す点は、反射屈折する以前の砕波点と一致しているが、現実には必ずしもこの点で砕波しているのではなく、解析のEの砕波点と考える。

4. 平均水位の上昇

$$H = \gamma(h + \eta) \quad (1)$$

$$\frac{d\eta}{dx} = -K \frac{dh}{dx} \quad (2)$$

$$\text{Eで} K = 1 / (1 + \frac{\delta}{3\pi}) \quad (3)$$

Fig-1

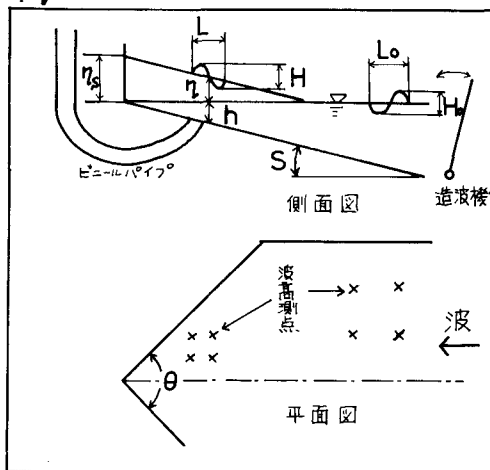


Fig-2

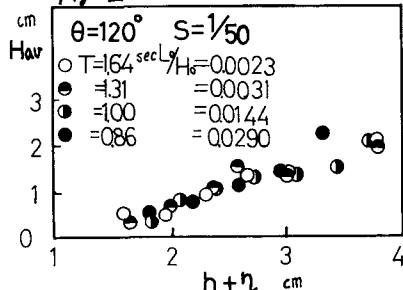
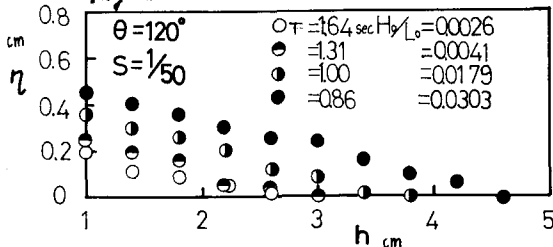
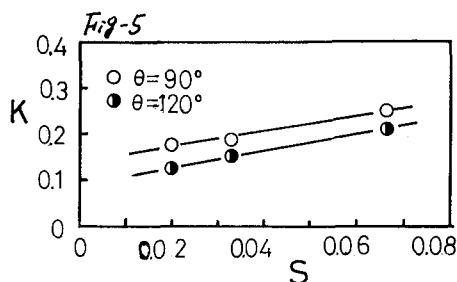
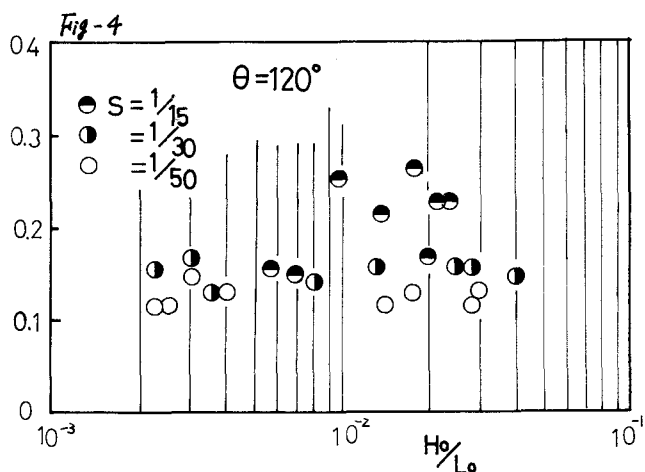


Fig-3



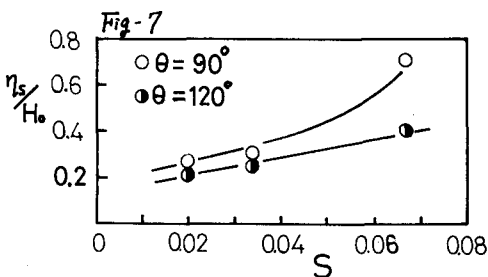
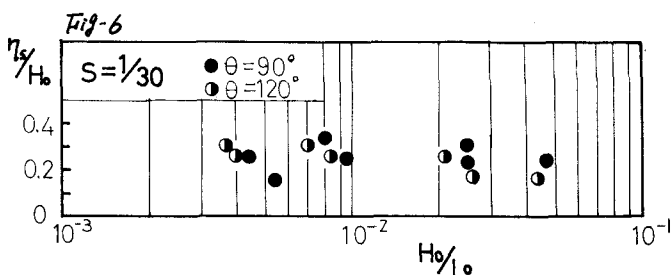
以上の式が Longuet-Higgins 等により得られて
 いる。二次元水槽 ($\theta=180^\circ$) での実験では、
 $S \leq 1/20$ において、 $K \approx 0.10$ が得られてい
 る。本実験では、Fig-2 より汀線近傍を除い
 て (10 式) の Linear な関係はほぼ満足している。K
 Fig-3 より求めた K を Fig-4 に示す。K の値
 は同一の S であれば、 θ が小なる程大とな
 り、沖波の波形勾配 (H_0/L_0) には無関係であ
 る。これは二次元水槽 ($\theta=180^\circ$) の場合と良く
 一致する。また、同一の θ であれば S が大
 なる程 K も大となる。K の値は、 $\theta=120^\circ$
 の場合、 $S=1/50$ で $K=0.13$ 、 $S=1/30$ で
 $K=0.15$ 、 $S=1/15$ で $K=0.21$ となり、 $\theta=90^\circ$ の場合は、 $S=1/50$ で $K=0.18$
 $S=1/30$ で $K=0.19$ 、 $S=1/15$ で $K=0.25$ との結果を得た。Fig-5 は、K と
 S の関係であるが、各 θ に対して linear な関係が見られる。また、
 Fig-5 の勾配より得られた K は、Fig-3 の実験値より直接得ら
 れた K と比較すると、オーダーは良く一致しているがばらつきが
 大きい。これは、 η の値の見積り方法によるものとと思われる。



5. 防波堤取付部の水位上昇 (2) 式を積分し、 $h=0$ の時
 $\eta = \eta_s$ とすると

$$\eta = -Kh + \eta_s \quad \dots (4)$$

となる。この式より、 η_s が求めれば、水位
 上昇量 η が求まる。 $S=1/30$ の場合の (η_s/H_0)
 と (H_0/L_0) との関係を図 Fig-6 に示す。これは
 より、(η_s/H_0) はほぼ一定値をとり (H_0/L_0) とは
 関係ない。(η_s/H_0) の値は、 $S=1/50$ で η_s/H_0
 $\theta=90^\circ$ で (η_s/H_0) = 0.23、 $\theta=120^\circ$ で (η_s/H_0)
 $= 0.20$ 。 $S=1/30$ で η_s/H_0 、 $\theta=90^\circ$ で (η_s/H_0) = 0.22、 $\theta=120^\circ$ で (η_s/H_0)
 $= 0.25$ 。 $S=1/15$ で η_s/H_0 、 $\theta=90^\circ$ で (η_s/H_0) = 0.65、 $\theta=120^\circ$ で (η_s/H_0)
 $= 0.40$ となる。これを Fig-7 に示す。これより、同一の θ の場
 合、 S が大なる程 (η_s/H_0) も大となり、同一の S の場合、 θ が
 小なる程 (η_s/H_0) は大となる。以上の結果より、沖波の波長 L_0
 と波高 H_0 ($L_0 = gT^2/2\pi$) が与えられれば、 η_s が求まる。また、
 S と θ が与えられれば、K が実験値より得られておるので、水
 位上昇高 η の式が求まる。



参考文献

- 1) Wave 'Set-Down' and Set-up A. J. Bowen et al Journal of Geophysical Res. Vol 73 No 8
- 2) Radiation stress in water waves M. S. Longuet-Higgins and R. W. Stewart Deep-Sea Res 1969 Vol. 11
- 3) 研波後の波の変形に関する研究 佐伯浩、佐々木幹夫 第20回海岸工学講演論文集