

北大工 正員 佐伯 浩
北 電 正員 入鶴 徳雄
北大工 学生員 横山 隆夫

§1. 諸論 波のshoalingに関する理論及び実験結果についてはすでに数多く発表されている。本研究は水深勾配 $\beta=1/50$ における、波高(H)、波速(C)波頂高(η)の変化と波の変形の度合を表わすParameterであるURSELL数に対応させて検討したものである。

§2. 実験装置及び方法 実験は長さ24m、幅0.6m、深さ1.0mの両面ガラス張りの鋳製水路で行なった。斜面は鋳製フレームに6mm厚のアクリル板を張ったもので、摩擦の影響を小さくするように掛けた。波速は波高計を50cm間隔に設置する事により求めた。

§3. URSELL 数の変化 沖波の波高、波長を H_0, L_0 とし、水深 h 点における波高、波長を H, L とすると、水深 h におけるURSELL数 U は $U=HL^2/l^3$ で表わされる。 U と (h/L_0) の関係の一部を(Fig-1)に示す。この図から明らかなように、 (h/L_0) が小さくなるにつれて、即ち波が砕波に近づくにつれて U は対数紙上で直線的に大きくなっていく。これは $\beta=1/50$ については、 (H_0/L_0) に関係なく同一の勾配で示式で示される。

$$U = A (h/L_0)^{-\frac{5}{2}} \quad (1)$$

(1)式は砕波点近傍でも満足されている。また(1)式の係数 A は(Fig-2)に示されるように、 (H_0/L_0) に関係していて、次式で示される。

$$A = 3.9 (H_0/L_0)^{6/5} \quad (2)$$

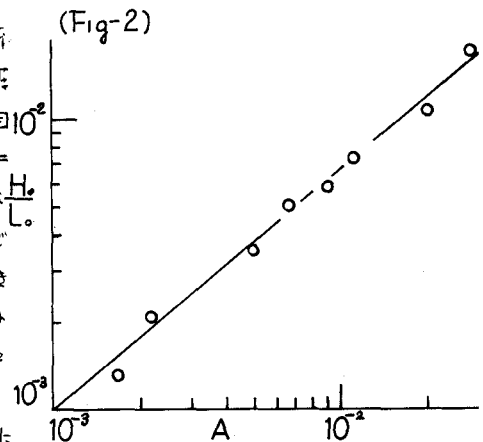
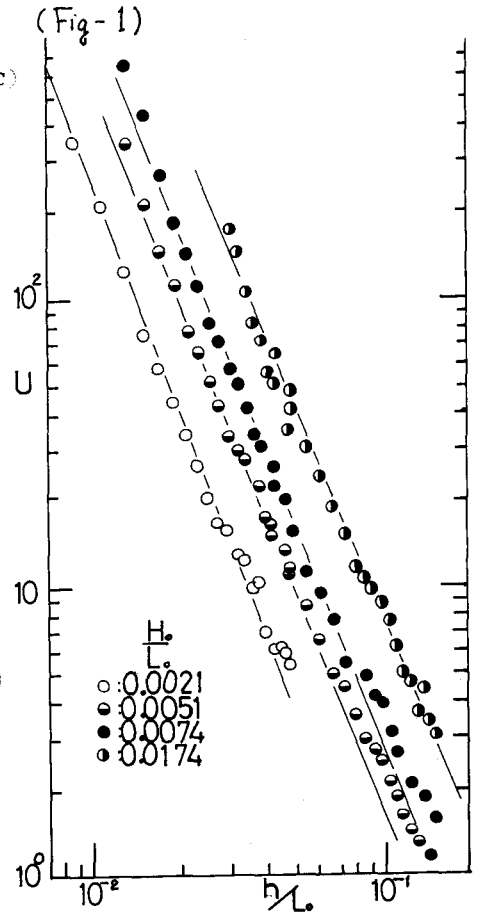
(1), (2)式より、 $\beta=1/50$ における U の変化は次の(3)式で示される。

$$U = 3.9 (H_0/L_0)^{6/5} \cdot (h/L_0)^{-5/2} \quad (3)$$

(3)式からも明らかなように、 U の変化率は波が砕波点に近づくにつれて大、きくなる。

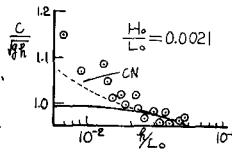
§3. 波速 C の変化 実測値と理論値の比較したものの一部を(Fig-3)に示す。この(Fig-3)と(Fig-1)より、斜面上において、水深で得られた理論波速が適用可能でその範囲は $U \leq 100$ である。 $U > 100$ の範囲では、実測値の方が理論波速より大きくなっている。筆者の一人、佐伯は、 $\beta=0$ の場合の波速についての詳細な実験も行ない $U < 20 \sim 40$ では実測値は理論値に一致し、 $40 \leq U \leq 100$ の範囲では数%の誤差で一致する事を示しているが、今回の $\beta=1/50$ の場合でもこの事が適用できる事が明らかとなった。また斜面上の波形を調いた結果 $U < 38$ では1solitonであるが $38 \leq U \leq 100$ では2solitonsとなり、この結果も水深の場合と良く一致を示している。

§4. 波頂高の変化について (η_0/H) と (h/L_0) の関係(Fig-4)に

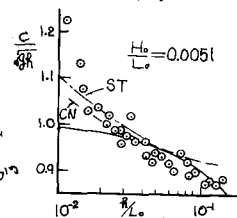


示す。図中に Hyperbolic 波とクイド波の理論値を示しているが、Hyperbolic 波は似た変化の波を示すが実験値の波が値は小さい。またクイド波と比較すると $U \leq 100$ の範囲では理論値と良好一致を示すが、 $U > 100$ では実験値の波が大きい値を示している。 $U \approx 100$ を境に、逆周波数を決める事は波速の場合と同様の結果となっている。

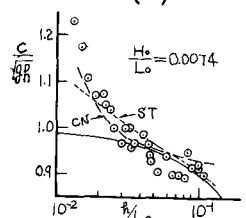
(a) (Fig-3)



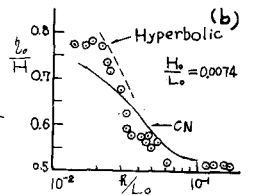
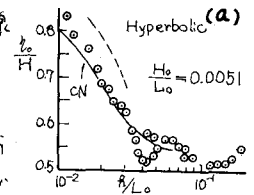
(b)



(c)



(Fig-4)



§ 5. 波高の変化 (H/H_0) と (h/L_0) の関係を示したものが (Fig-5) である。今回の我々の実験においても Iversen, 岩垣等の結果と同じく $(h/L_0) \approx 0.1$ の近傍では、線形 Stokes 波理論より得られる波高の変化より小さな値を示している。Hyperbolic 波の適用範囲内では、Hyperbolic 波の変形曲線に非常によく似た変化の傾向を示すが、実験値は一割程小さい。また線形理論と比較すると、実験曲線と線形理論より得られる波高変化曲線と交叉する位置は URSELL 数が $U \approx 100$ であり、 $U \geq 100$ では実験値の波が線形理論より得られる波高より大きくなる値を示し、 $U < 100$ では逆に実験値の波が小さい値を示す事が明らかとなった。実験結果をまとめたものが (Fig-6) である。

§ 6. 結論 以上の結果より、斜面上の波の変形には URSELL 数 U が大きく関係し、

$U \leq 100$ の範囲であれば斜面上においても $\beta = 0$ の条件で得られる全波の permanent type の理論が適用できる事が明らかとなった。これは $\beta = 0$ の場合の permanent type の波の理論の適用範囲と一致している。 $\beta = 1/50$ の場合には、(a) 式が成立する事から $U \leq 100$ の範囲は (b) 式より $\hat{h} \geq (0.039)^{2/5} \cdot (H_0)^{2/5} \cdot (L_0)^{3/5}$ となり $h \geq \hat{h}$ の範囲で波の理論が得る事を意味する。また (b) 式を変形すると次式を得る。

$$(H/L_0) = 3.9 (H_0/L_0)^{6/5} \cdot (h/L_0)^{1/2} \cdot (L_0/L)^2 \dots (4)$$

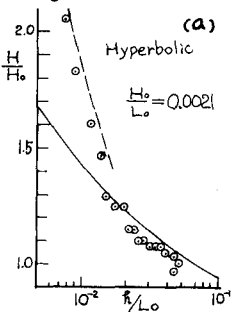
(4) 式を用いる事により、 $\beta = 1/50$ における、波高変化の実験式を得る事ができる。ただし、(4) 式における L は理論から求められる必要があるので、 $U \leq 100$ でのみ波高変化を得る事ができる。

参考文献 岩垣、酒井；有限振幅波の shoaling について (2)；第 15 回海嶺論文集，岩垣；波の変形論；土木学会

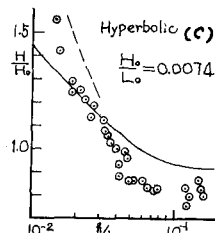
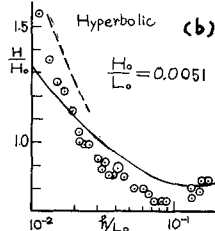
1967 年度水工学に関する基礎研究発表

海嶺集，佐伯；波の理論の適用範囲について；土木学会北海道支部論文報告集 1775 号

(Fig-5)



(Fig-5)



(Fig-6)

