

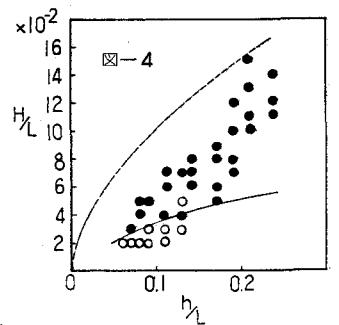
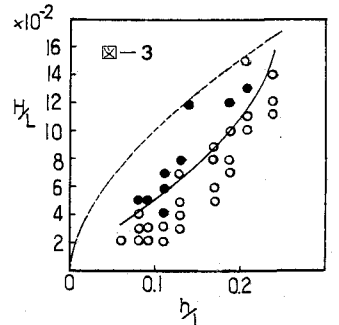
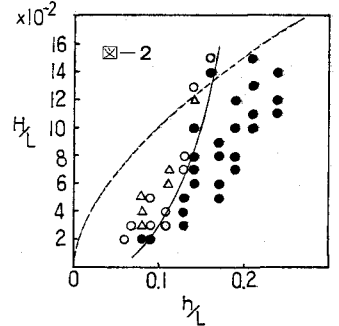
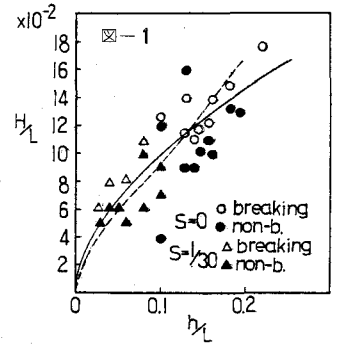
北海道大学工学部 学生員 ○許士 松森
 北海道大学工学部 学生員 山田 満
 北海道大学工学部 正 員 佐伯 浩

§1. 緒論 本研究は、海岸構造物前面における波浪の特性について調べたもので、特に重複波動理論（線形重複波理論及び有限振幅重複波理論）の適用限界を波形から明らかにする事と、重複波の Wave Set up 量を実験的に求めて、Longuet-Higgins等の理論との比較を行う事を目的としている。また木底勾配 $S=1/30$ の実験も行い、合わせて、重複波理論の斜面での適用性についても、碎波限界及び波形の面から調べたものである。

§2. 実験装置及び方法 実験に用いた水路は、長さ24m、幅0.6m、深さ1mの面がガラス張りのものであり、これに傾斜板を入れて $1/30$ とした。木底は耐水ベニヤにビニール塗装して摩擦の低減につとめた。データーは、データーレコーダーに記録すると同時にビシグラフに波形を記録して波高を測定した。また、平均水位上昇量はシグナルプロセッサーを使用して波形が安定している部分の5波を用いて算出した。また、有効時間としては $1/\sqrt{gh}$ 未満 $3\ell/\sqrt{gh}$ を用いた。ここで ℓ は有効水路長、 h は水深である。また、実験は水深一定の場合と木底勾配 $S=1/30$ の場合について行ない、構造物は直立壁としたが、一部、傾斜角 $\theta=60^\circ$ にして実験を行なった。

§3. 碎波限界 実験では周期を固定のまま碎波が起きるまで波高を上げていった。その結果が図1である。ここで○●印は木底勾配 $S=0$ であり、△▲印は碎波が行ななかったことを示している。グラフ中の曲線は岸による理論曲線を実線で、合田等が計算した Tadjbakch, Keller の理論曲線を破線で示してある。これを見ると実験値は理論値にはほぼ一致しており、また $S=1/30$ のデーターも同様に一致している。これは木底勾配が $1/30$ 程度では碎波限界には大きな影響がないことを表わして、水深一定で求めた波動理論が、 $S<1/30$ の範囲ではかなりの精度で適用可能であることを示している。

§4. Inflection Point の発生限界 アーセル数 h/L が大きくなると一般に波谷部に小山が発生する。これは波動理論から求められる二次波とは違っており、ゆるぎの波の分裂現象によって起こるもので、この小山を Inflection と定義した。時間波形の第三次近似理論曲線を見ると $\tau/T=0.35$ 、及び 0.65 近傍で曲線が屈曲しているグラフが認められる。これは進行波のストークス波の近似解にも表われていて Inflection Point と呼ばれる。これは実際の波では表われない自然な波形であるが、理論においてこの屈曲が表われる原因は表面波形が級数による最初3項までしかとらないからであり、級数解が収束しきっていないことを示している。この発生の有無を表わしたものが図2である。ここで黒塗りは Inflection Point の発生が認められないもの、白抜きは認められるものである。この Inflection Point の発生限界を調べる為にアーセル



数を導入してみると、16においてほぼその限界と一致する。この様な現象は進行波でも見られ、佐伯等の結果では $\beta > 22$ の範囲で発生している。

§5. 波形から見た理論の適用限界 時間波形について線形理論と第三次近似解曲線との適合を15%の誤差を許容できるとして調べたものが図3、4である。

図3が第三次近似解との適合を調べたもので●印が15%以上の誤差が認められるもので、○印が許容内のものである。この曲線より波形勾配 h/L が小さい領域が第三次近似解の適合領域である。また、図4は線形理論の適用限界を調べたものであり、記号は同じである。曲線よりも波形勾配が小さい範囲が線形理論の適用範囲である。今、この曲線の式を求めると、 $h/L = 0.0611 \tanh(2\pi h/L)$ で表わされる曲線がよくなってはまることが確かめられた。これより波形勾配についてみると、図4の曲線より小さい範囲においては線形理論が適用され、これより図3の曲線までの範囲においては第三次近似解の適用範囲となる。これより大きな範囲はどちらの理論も適用できない範囲である。両理論の適用外域の範囲はほぼInflection Pointの発生している領域に似かよっている。これはアーセル数が大きくなると進行波にも見られる波の分裂現象により発生するSolitonと同じような性質を持ったものであると思われる。この2つの理論波形にも含まれない領域では、一般に波頂水位は実験値の方が小さく、波谷部の水位は逆に実験値の方が高い水位を示す。それぞれ理論を使用する場合はその適用範囲を考慮することが必要であると考えられる。

図3、4の両図とも、 $\bar{h}_h$ の軸は $\times 10^3$ 、 x_L の軸は $\times 10^{-2}$ である。図3の曲線は $U=5.25$ 、 $h_L=0.17$ 、図4の曲線は $U=16.71$ 、 $h_L=0.11$ である。

§6. Wave Set up の空間分布 図5、6がWave Set up の空間分布を示したものである。それぞれグラフにおける曲線はLonguet-Higgins等が求めた重複波に対する平均水位上昇量の理論式 $\bar{\eta} = (H/4)^2 k \coth 2kh \cdot \cos 2kx$ である。ここで $k = 2\pi/L$ である。本研究の結果では $S=0$ では周期が1.2秒以上でアーセル数が10を越えてくると理論と実験との適合がよくなっていくが、その差はそれほど大きなものではない。しかしアーセル数が30を越えると、データのパラツキが大きくなる事が明らかとなった。また $S=1/30$ においては $S=0$ の場合の適合度とよく似かよっていて水底勾配の影響はそれほどみられなかった。また、 $S=1/30$ で構造物が $\theta=60^\circ$ で傾斜している場合にも、 $\theta=90^\circ$ の場合とは大きな差はない事が明らかとなった。このWave set up量と理論とを比較よく適合しているものについて示したものが図7から11である。ここで図7、8は $S=0$ のもの、図9、10は $S=1/30$ で反射壁が鉛直なもの、図11は、 $S=1/30$ で反射壁が鉛直と 60° の角度をもったものの実験結果である。これらを見ると、理論と実験とは水底勾配が $1/30$ 程度ではよく理論に一致していることが認められる。

図5、6の両図とも、 $\bar{h}_h$ の軸は $\times 10^3$ 、 H_L の軸は $\times 10^{-2}$ である。図5の曲線は $S=0$ 、 $h_L=0.17$ 、図6の曲線は $S=0$ 、 $h_L=0.11$ である。

図7、8の両図とも、 $\bar{h}_h$ の軸は $\times 10^3$ 、 H_L の軸は $\times 10^{-2}$ である。図7の曲線は $S=1/30$ 、 $h_L=0.08$ 、図8の曲線は $S=1/30$ 、 $h_L=0.05$ である。

図9、10の両図とも、 $\bar{h}_h$ の軸は $\times 10^3$ 、 H_L の軸は $\times 10^{-2}$ である。図9の曲線は $S=1/30$ 、 $\theta=60^\circ$ 、 $h_L=0.08$ 、図10の曲線は $S=1/30$ 、 $\theta=90^\circ$ 、 $h_L=0.05$ である。

図11の曲線は $S=1/30$ 、 $\theta=60^\circ$ 、 $h_L=0.08$ である。

図12の曲線は $S=1/30$ 、 $\theta=90^\circ$ 、 $h_L=0.05$ である。

図13の曲線は $S=1/30$ 、 $\theta=60^\circ$ 、 $h_L=0.08$ である。

図14の曲線は $S=1/30$ 、 $\theta=90^\circ$ 、 $h_L=0.05$ である。

図15の曲線は $S=1/30$ 、 $\theta=60^\circ$ 、 $h_L=0.08$ である。

図16の曲線は $S=1/30$ 、 $\theta=90^\circ$ 、 $h_L=0.05$ である。

