

有限振幅波の内部機構に関する二、三の実験

京都大学工学部 正員 岩垣 雄一
 京都大学大学院 学生員 ○酒井 哲郎
 京都大学大学院 学生員 川島 毅

1. まえがき

有限振幅波理論に関しては、従来、波形、波速、波長および静水面からの波の挙高などについて実験的にその妥当性の検討がなされているが、水粒子速度および水中圧力など内部機構については、ほとんど検討がなされていない。ここでは、波浪実験水槽で起こした波による水粒子速度を、水中電気分解において陰極に生ずる水素気泡をトレーサースとして測定し、二、三の実験結果について Stokes 波の水粒子速度の零次近似解および微小振幅波理論のそれと比較検討する。

2. 実験装置および方法

実験は、京都大学工学部土木工字教室の波浪水槽を用い、その一端に設置された油圧式ピストン型波起し機により、起こした波を、2台の電気抵抗線式波高計を用いて記録するとともに、径 0.07 mm の白金線陰極を一台の波高計と横方向にならべて水槽底から鉛直に通り、一オその近傍の水槽側壁のガラス面に銅板陽極をはりつけ、この両極に波の峯および谷が陰極を通過するさいに、400 V の長方形パルス（パルス周期 50 msec, パルス幅 20 msec）を加え、それぞれ波の進行方向およびその反対方向に数個の水素気泡列が生じたところを、水槽側面から写真撮影した。得られた Film 上の気泡列群のうち

m 番目と n 番目の2つの気泡列を選び、両者の波の進行方向の距離を読みと、て、これをパルス幅 Δt でわれば、波の記録上で1パルスの入っている位置の波の峯からの時間差 Δt と波の周期 T とから、波の位相 $\{ \Delta t + (\frac{m+n}{2} - 1)T \} / T$ での陰極位置における水平方向水粒子速度 u が求まり、この操作を水槽底から種々の高さで行なえば、その鉛直分布が得られる。なお、実験に用いた静水深は約 30 cm, 波の周期は 1.3 ~ 1.8 sec, 波高は 4.5 ~ 8.0 cm である。

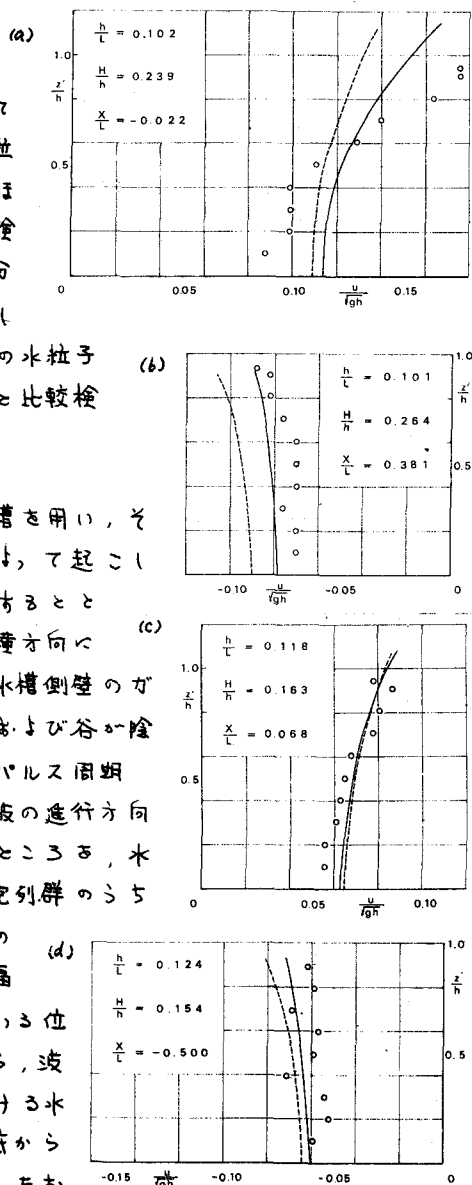


図1 水平方向水粒子速度実験結果
 (a) ~ (d)

3. 実験結果および考察

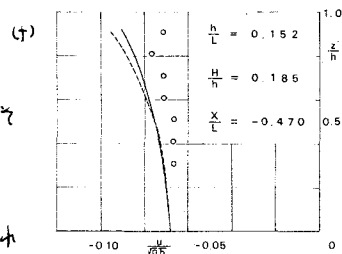
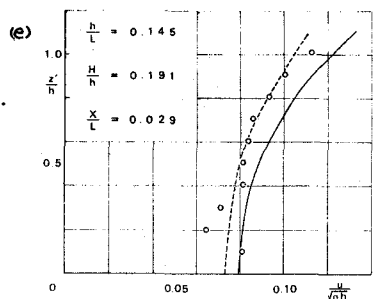
(1) 実験結果

実験結果のうち代表的なものとして6例を示したのが図・1, (a)~(f) である。図中、横軸は水平方向水粒子速度 u を長波の伝播速度 $\sqrt{gh}$ でわった $u/\sqrt{gh}$ を、縦軸には水槽底から鉛直上をにとった z' を静水深 h でわった z'/h にとり、実験結果を白丸であらわしている。なお、実験条件は波長 L を用いて h/L および H/h で示し、波の位相は、 $X/L = -\{k_0 + (\frac{m\pi}{2} - 1)4\pi\}/T$ で示してある。なお、同じ条件での Skjelbreia の Stokes 波のより次近似解および微小振幅波理論を用いて求めた u の鉛直分布を、それぞれ実線および破線で示してある。

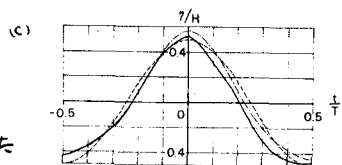
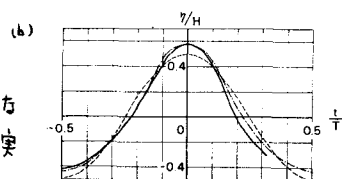
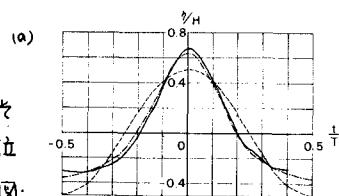
(2) 考察

図・1 の (a) と (b), (c) と (d) および (e) と (f) が、それぞれほぼ同じ条件での波の峰および谷の通過時付近の u の分布を示す。この図を見てわかるように、実験結果は一般に波の峰の通過時においては、微小振幅波理論による u の鉛直分布より勾配が急であり、波の谷の通過時においては値自体がそれより小さく、この傾向は Stokes 波理論のそれと一致している。いま参考のため、3つの実験ケースの水位の時間的变化としての波形と、両理論の波形と比較したのが図・2, (a)~(c) (図・1, (b), (d), (f) にあたる) であり、実験波形はほぼ Stokes 波理論のそれに一致している。なお図・1, (a) では、実験値の分布は Stokes 波のそれよりさう急な勾配を示しており、図・2 には揚げなかったが、この場合の実験波形は、Stokes 波のそれにくらべさう鋭い峰を有していた。図・1, (c) では、2つの理論曲線がほぼ一致しているが、これはこの場合の波の位相付近で両者の水位が一致することから当然のことと考えられる。

実験ケースがわく、実験値自体にかなりのバラツキがあるため十分な考察はできないが、少なくともこの実験の範囲では、実験結果の値そのものは十分一致しているものの、その分布の傾向はほぼ Stokes 波理論によるものに近しいといえる。今後はいさぐさ条件をかえて実験を行ない、有限振幅波理論と比較検討することによって、斜面上へ進入して変形した波にいたる過程における、波の内部機構としての水粒子速度の分布について実験を行なう予定である。



図・1 水平方向水粒子速度実験結果
(e), (f)



図・2 実験波形

—— : 実験波形
 - - - : Stokes 波の次近似解
 ····· : 微小振幅波理論