

II-430 線型理論による浅海域の不規則波の水粒子速度の評価に関する考察

名古屋大学 学生員 小山 裕文
名古屋大学 正 員 岩田好一朗

1. はじめに 海岸工学の諸問題において、不規則波の水粒子速度を予測することは、非常に重要である。通常、不規則波中の代表波を、その波高・周期の等しい正弦波に置き換え、線型理論で水粒子速度を評価することが多い。これに対する検討としては、Kobuneら¹⁾によるものがあり、線型理論の有用性が報告されているが、対象とされている波は、砕波以前のものであり、工学上重要である砕波帯内における妥当性の検討は十分でないように思われる。そこで、本論では、室内水理実験により砕波帯内の不規則波の水平、鉛直水粒子速度を計測し、線型理論による妥当性を検討する。

2. 水理実験 実験は図-1に示す名古屋大学土木工学教室の二次元水槽(25m×0.7m×0.9m)で行なわれた。一端にフラップ型不規則波造波装置があり、造波板の背後は水のないdryな状態になっている。他端には1/15の木製斜面を設置し、図中×印で示す流速測定地点を設け、電気容量式水位計による水位 η とテンション・スレッド流速計²⁾による水平、鉛直水粒子速度 u , w を同時に計測し、磁気テープに収録した。ここで、発生波は一種類とし、その統計特性は、有義波高 $H\frac{1}{3}=11.3$ cm, 有義周期 $T\frac{1}{3}=1.08$ 秒である。

なお、スペース上省略するが、浅海域の水粒子速度のパワー・スペクトルは、水位変動のパワー・スペクトルの各成分のパワーに、線型伝達関数を乗じて類推されるものとは異なり、瀬山ら³⁾の指摘する通り、非型性の強い浅海域では、すべての成分波を自由波と仮定する線型フィルター法は適当でないと思われる。

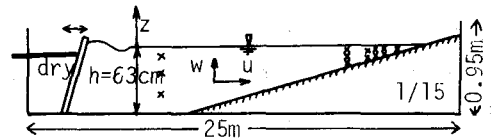


図-1 実験装置概要図

3. 結果及び考察 代表的な測定点における連続した20波について、ゼロ・ダウンクロス法による波高、周期より線型理論によって予測された水平、鉛直水粒子速度の振幅 U_p , W_p と計測値 U_m , W_m の関係を表わしたものが、図-2, 3である。 $h=63$ cm(図中○, ●)においては、 $U_p(W_p)=U_m(W_m)$ の直線付近にあるが、浅海になると、 U についてはその値が大きくなる程、線型理論では、過大評価になることがわかる。逆に W については、過小評価になることが多く、特に底面付近の地点で、その傾向が顕著である。

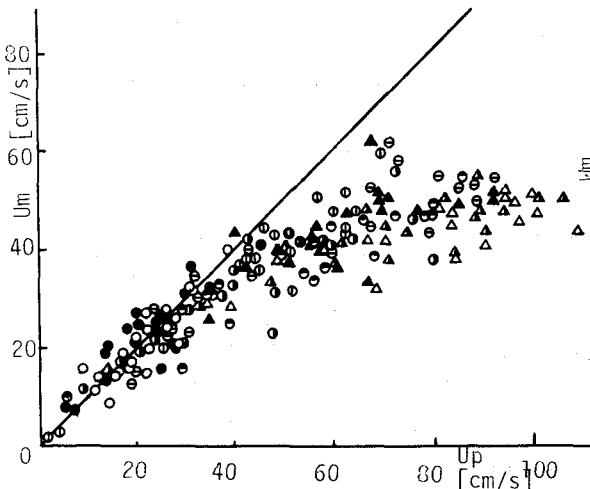


図-2 U_m と U_p

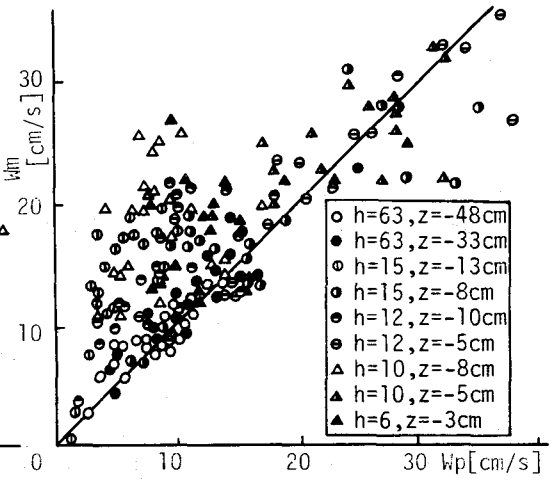


図-3 W_m と W_p

そこで、次に線型理論による予測からはずれる要因として、波高水深比 H/h 、周期 $\sqrt{h/g}/T$ 、測定点の水深 $(h+z)/h$ を考え、パラメーター U_m/U_p 、 W_m/W_p に対して整理した結果、次のことがわかった。

① U_m/U_p ：今回の実験では、 $\sqrt{h/g}/T$ 、 $(h+z)/h$ の変化により、強い傾向を示さず、 H/h の影響が大きい。図-4より、線型理論は、 $H/h < 0.2$ では過小評価、 $H/h > 0.2$ では過大評価になることが多く、 $H/h = 1$ 付近では約2倍もの過大評価になることがわかる。さらに、水平水粒子速度の波頂・波谷での評価を調べるために、波頂あるいは波谷の振幅の2倍の波高をもつ正弦波を仮定して、線型理論より求めた予測値 U_{pc} 、 U_{pt} と計測された波頂、波谷での値 U_{mc} 、 U_{mt} との比 U_{mc}/U_{pc} 、 U_{mt}/U_{pt} に対する波頂、波谷高と水深の比 η_c/h 、 η_t/h の関係を図-5に示す。同図より、浅海域の U_p が過大評価になるのは、主として波頂時における線型理論の予測が、かなり過大な評価をするためであることが類推される。

② W_m/W_p ： H/h の影響は少なく、 $\sqrt{h/g}/T$ と $(h+z)/h$ の影響が大きい。図-6より、周期の長い波の底面近くの値を予測する場合、かなり過小評価する傾向にあることがわかる。

4. 結論 室内実験の結果、浅海域の不規則波を波別解析し、線型理論により水粒子速度を求めると、水平水粒子速度では過大評価、鉛直水粒子速度では過小評価することが多いことがわかった。その要因として、今回の実験では、水平については波高水深比、鉛直については、周期・測定点の水深が挙げられた。ただし、他に斜面勾配、発生波の条件等による要因もあると思われるので、より詳細な実験と研究が必要であると同時に他の波動理論により予測した場合についても検討を加えていく必要がある。

〔参考文献〕 1) Nath and Kobune, Proc. 16th ICCE, 2) 中川・岩田・小山, 第28回海岸工学講演会論文集, 3) 瀬山・木村・国友, 第26回海岸工学講演会論文集

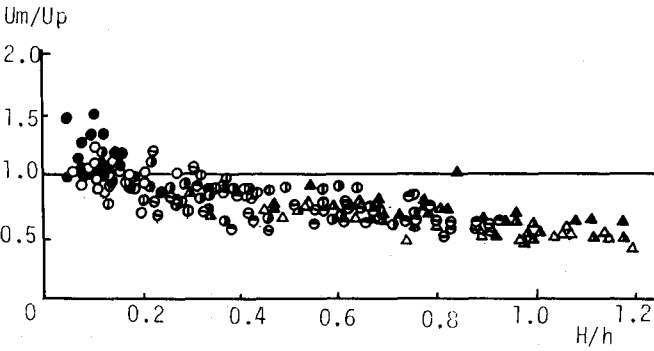


図-4 U_m/U_p と H/h の関係

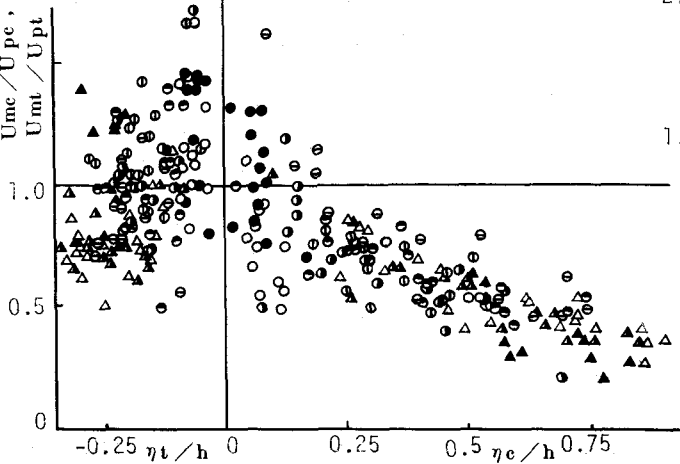


図-5 波頂、波谷における線型理論の評価と η/h (水平)

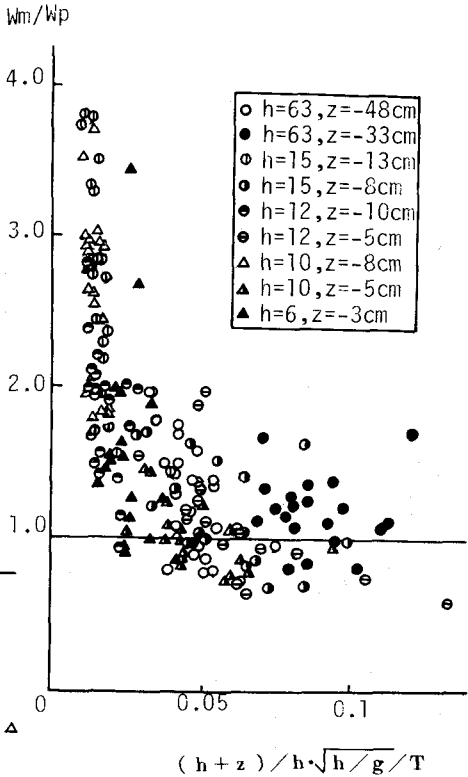


図-6 W_m/W_p と $(h+z)/h \cdot \sqrt{h/g}/T$ の関係