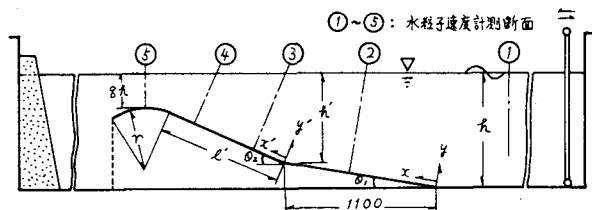


1. 緒言

'70年代はじめの石油ショック以来、海波風、太陽熱等のエネルギー利用を目指した研究が種々行なわれている。筆者らもこのような観点から斜面上の遡上波の水深減少に伴う流速増大に注目し、水粒子速度と流量を最大ならしめる最適海底形状に関する実験的研究を続けている。本報はその一連の研究のうち、図・1に示すような円弧頂部をもつ水底形状のときの斜面上の水粒子速度と流量の分布に関する実験および若干の理論的検討結果について述べるものである。



図・1 実験装置概要図

2. 理論的検討

微小振幅波を仮定して図・1の斜面上の点 (x', y') 、 (x'', y'') における水粒子速度 u を、同図の断面①の水表面における水粒子速度 u_0 を基準に無次元表示すれば、質量及びエネルギー保存則より次式のようにになる。

$$\left| \frac{u_p}{u_0} \right| = \left| \frac{\tanh kh}{\tanh k_p h_p} \left\{ \frac{2kh + \sinh 2kh}{2k_p h_p + \sinh 2k_p h_p} \right\}^{\frac{1}{2}} \frac{\cosh k_p y_p (h_p + y)}{\cosh kh} \cos \theta_p \right| ; p=1, 2 \quad (1)$$

式中添字 $p=1, 2$ は各々傾斜角 θ_1, θ_2 の斜面上の点の値であることを示し、 h_p, k_p は点 (x', y') 、 (x'', y'') を通る鉛直断面の水深および波数を示す。次に斜面上の各断面の流量 Q_{px} は、これらの断面を N 等分した各微小区間の流量の和をとることとし、断面①の流量 Q_0 に対する無次元値で示すと次式のようにになる。

$$\frac{Q_{px}}{Q_0} = \frac{kh}{N} \frac{h_p}{h} \cos \theta_p \sum_{n=1}^N \left[\left\{ \frac{2kh + \sinh 2kh}{2k_p h_p + \sinh 2k_p h_p} \right\}^{\frac{1}{2}} \frac{\cosh k_p y_{pn} (h_p + y_n)}{\cosh kh} \right] ; p=1, 2 \quad (2)$$

式中の h_{xp} は x' 、 x'' 上で斜面に垂直な断面の水深と水面間の距離を示し、他の記号は(1)式と同じである。

3. 実験装置と実験方法

実験には琉球大学土木工学科の2次元造波水路(幅 0.8 m ×深さ 1.0 m ×長さ 22.0 m)を用いた。実験装置の概要を図・1に示すが、モデルは鋼アングルと合板で作成した。実験方法は、各実験ケースにつき図示の5断面で水粒子速度を計測するものであるが、計測断面の波形も同時に記録した。なお、断面①には波高計を常置して入射波の計測にあてた。水粒子速度の計測には小型プロペラ式流速計を用い、波の計測には電気容量式波高計を用いたが、両計器は同一の支持台にとりつけて水粒子速度と波形が同時に計測できるようにした。水粒子速度および波形の記録にはペン書きマルチコードを用いた。

表・1 実験モデルおよび実験波の諸元

各実験ケースにおいて用いたモデルおよび実験波の諸元を表・1に示した。

4. 結果および考察

図・2、図・3には実験で得られた水粒子速度 $|u|/u_0$ および流量 Q/Q_0 と

Case No.	θ_1	θ_2	h' (cm)	y (cm)	θ	$T(\text{sec})$	$H_0(\text{cm})$	計測断面		
								② x/h	③ x'/h'	④ x''/h''
I-1-1~3	10°	20°	18	0.0, 0.1, 0.2	0.76 ~ 2.10	2.1 ~ 11.4	0.85 ~ 1.06	0.51 ~ 0.73	1.52 ~ 2.17	
I-2-1~3			36	"	0.76 ~ 2.23	2.7 ~ 10.9	0.93 ~ 1.04	0.49 ~ 0.70	1.48 ~ 2.10	
I-3-1~3			54	"	0.76 ~ 2.20	2.9 ~ 10.4	0.82 ~ 1.02	0.48 ~ 0.68	1.44 ~ 2.03	
II-1-1~3	10°	35°	18	0.0, 0.1, 0.2	0.75 ~ 2.13	2.8 ~ 11.2	0.82 ~ 1.02	0.24 ~ 0.34	0.82 ~ 1.15	
II-2-1~3			36	"	0.75 ~ 2.08	2.9 ~ 11.0	0.77 ~ 0.96	0.22 ~ 0.31	0.75 ~ 1.04	
II-3-1~3			54	"	0.76 ~ 2.05	2.9 ~ 11.0	0.73 ~ 0.90	0.20 ~ 0.28	0.69 ~ 0.94	
III-1-1~3	10°	50°	18	0.0, 0.1, 0.2	0.78 ~ 1.82	3.8 ~ 11.5	0.88 ~ 1.10	0.22 ~ 0.32	0.60 ~ 0.85	
III-2-1~3			36	"	0.80 ~ 1.86	3.6 ~ 13.7	0.79 ~ 0.98	0.19 ~ 0.27	0.52 ~ 0.72	
III-3-1~3			54	"	0.80 ~ 1.29	3.6 ~ 10.4	0.71 ~ 0.89	0.17 ~ 0.23	0.45 ~ 0.62	

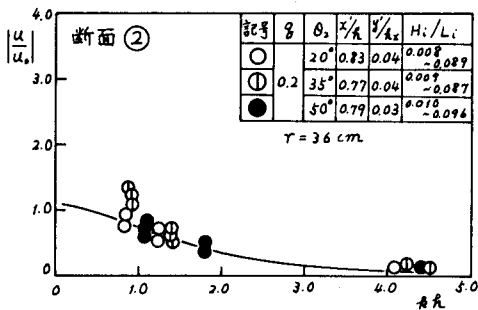


図 2.1 $|u|/u_s$ と r/L_i の関係 (断面②)

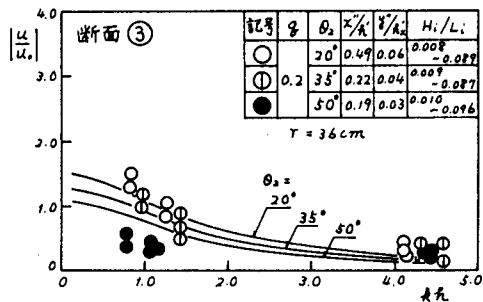


図 2.2 $|u|/u_s$ と r/L_i の関係 (断面③)

相対水深 r/L_i との関係図の 1 例を示した。なお、図中の実線は (1) 式および (2) 式による計算値である。

1) 水粒子速度 $|u|/u_s$ の分布特性

図 2.1 ~ 2.4 は図 1 の天端水深比 $g = 0.2$ の場合の各計測断面における $|u|/u_s$ の分布図である。全体的に $|u|/u_s$ は r/L_i が小的时候大きく、 r/L_i の増加と共に減少する。岸側に近い断面ほど水粒子速度は大きくなり、この傾向は天端水深比 g が小さいケースほど顕著となるが、これは波の斜面遡上に伴う一種の縮流効果によるものと思われる。第 2 斜面角 θ_2 の影響は頂部付近断面④、⑤で r/L_i が小さいとき大きい。(しかし断面④で r/L_i が小さいときは、斜面からの反射波や碎波等のため逆に流速は小さくなる。円弧頂部の曲率半径 r の $|u|/u_s$ に対する効果は、頂部付近断面を除いてほとんどない。

2) 流量 Q/Q_s の分布特性

図 2.3 は $g = 0.2$ で θ_2 が 20°, 35° のときの流量 Q/Q_s の分布を示したものである。 Q/Q_s は r/L_i によりそれほど変化しない。全般的に沖側の断面の方が流量は大きくなる傾向を示すが、これは天端水深比 g が小さい場合も同様である。岸側の断面では上述のように流速は大きくなるが、流積が岸向きに減少していくので流量はあまり増加しない。

5. 結語
 主な結論は次の様になる。

1) 流速 $|u|/u_s$ は r/L_i に

対し右下りの分布を示し、

岸側に近い断面ほど、かつ

r/L_i が小さいほど流速は大きくなる。

2) 流速の実験値と計算値の分布傾向は一致し、水深の大きい断面では両者は比較的よく適合する。

3) 流量は r/L_i によりあまり変化せず、水深の大きい断面で大となる傾向を示す。

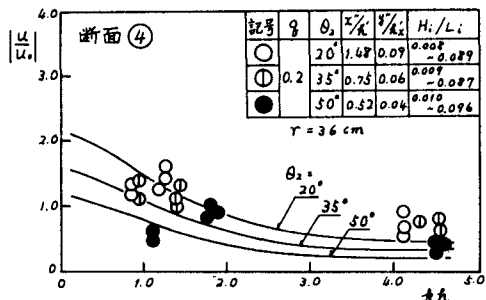


図 2.3 $|u|/u_s$ と r/L_i の関係 (断面④)

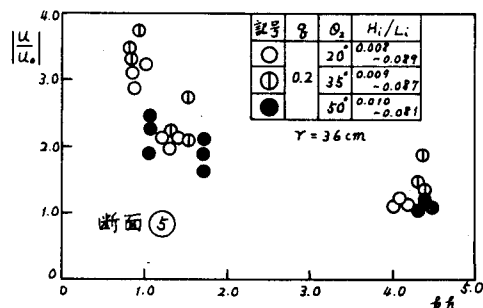


図 2.4 $|u|/u_s$ と r/L_i の関係 (断面⑤)

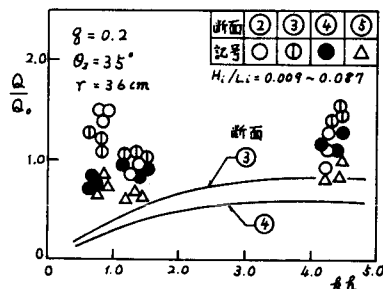
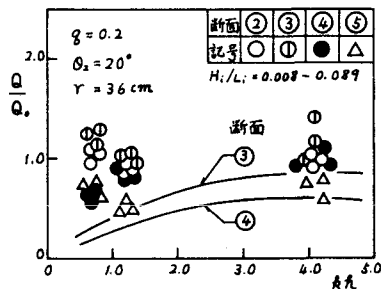


図 3 Q/Q_s と r/L_i の関係

4) 流量は r/L_i によりあまり変化せず、水深の大きい断面で大となる傾向を示す。