

ステップ形状リーフによる波の変形とその近傍の水粒子軌跡について

宮大 正 河野 二夫

正 高野 重利

学生○吉田 孝久

1. まえがき

離岸堤などのように、波動内の構造物に対する波の影響についての研究は、理論的にも、実験的にも多くなされているが現象が複雑なため十分に解明されてはいない。本研究では波形がリーフ構造物によりどのように変形するか、あるいは、その近傍の水粒子の軌跡はどのようになるかなどについて実験的に研究したものである。

2. 実験装置及び実験方法

実験には、宮崎大学工学部に設置してある長さ15m、幅0.8m高さ1mの二次元造波水路を使用した。水路の一端にはF₄g-Typeの造波板が取り付けられており、側壁の片面はガラス張りになっている。図-1に示すように水路の一端に、ステップ形状のリーフモデルの装置をおき、その端部には消波工を設けてある。波形はリーフ先端部前面と後方およびリーフ先端部に容量式波高計を設置しビジュグラフに記録させた。波形の計測と同時に比重1.02、粒径3mmのプラスチック粒子により、リーフ先端部近傍の波動内の運動を可視化し、これをビデオカメラで撮影した。また実験に使用した波の特性は表-1に示した。表中のT, Hはそれぞれ沖波の周期と波高である。

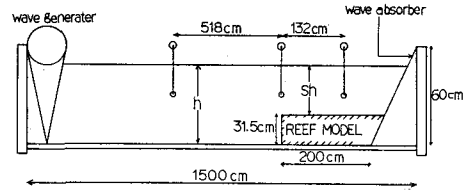


図-1 実験装置

NO.	h(cm)	T(sec)	H(cm)	S	$\sigma^2 h/g$	H/L
1	45.0	0.80	4.43	0.30	0.29	0.009
~	~	~	~	~	~	~
12	~	2.40	15.60	~	2.83	0.278
13	~	0.80	3.81	~	0.28	0.008
~	40.0	~	~	0.21	~	~
24	~	2.40	12.70	~	2.52	0.109
25	~	0.80	3.52	~	0.24	0.008
~	~	~	~	0.10	~	~
36	35.0	2.40	14.61	~	2.20	0.114

3. 実験結果と考察

(A) リーフ先端部の波形

図-2は、上から σ が0.3, 0.21, 0.1の場合のリーフ先端部の波形であり、縦軸には波の位相を横軸は、沖波波高に対する比をとった。また、細線は実測値を太線はポテンシャル連続法で求めた、ストークスの3次近似的波形である。比較的、実測値と理論値とは一致するが、 σ の値が小さい程、波形勾配H/Lが大きい程、顕著に表われている。

また、 σ の値が小さい時、実測値の谷の位相が理論値よりも遅れている。これはリーフ先端部の剪断力のためと思われる。

(B) リーフ上の波形

図-3は、リーフ上の波形であり、縦軸、横軸は図-2と同じように、沖波波高に対する比と位相とで整理している。3つの図をみて共通していることは、波高はかなり減衰していることであり、それも、峰側の振幅より谷側の振幅の減衰の方が大きくなっている。

表-1 実験の諸元

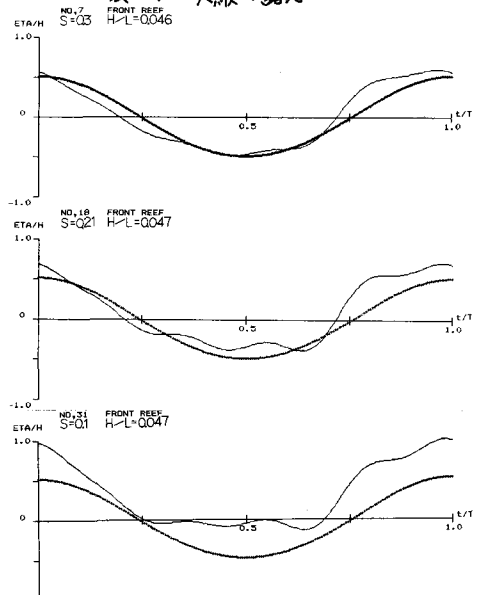


図-2 リーフ先端部の波形

また、谷の位相は0.75付近になっている。このことも入射波の波形勾配が大きくなるほど、その傾向は大きいようである。ここで、図-2のリーフ先端部の波形と比較すると、 δ が小さい場合はリーフ先端部から波の変形は始まり、 δ が大きい場合は、リーフ先端部での波の変形は小さく、リーフ上を進行していく間に波は変形することがわかる。

(c) 水粒子の軌跡

図-4は、本実験における水粒子の軌跡の代表的な3つのパターンについてのグラフである。横軸は、リーフ先端を水平位置の原点とし、波の入射方向を正、沖側を負とし、沖波波長 λ の比で水粒子の水平位置を表わしている。縦軸は、平均水面を垂直位置の原点として、鉛直上向きを正、下向きを負とし、水深 h の比で水粒子の垂直位置を表わしている。

また、実線は、実験による水粒子の軌跡を表わし、点線はポテンシャル接続法で求めた微小振幅波理論での水粒子の軌跡である。NO.2のグラフはリーフ上の水粒子の軌跡が逆方向に回っている場合であり、NO.5のパターンは、水粒子の軌跡が波の位相の2周期によって、水粒子が1循環した場合である。NO.11は、波の位相の1周期の間に水粒子の軌跡が2回循環しているパターンであるが、この2回目の循環は、リーフ先端部近傍の水平渦の発生のため起こったものと考えられる。

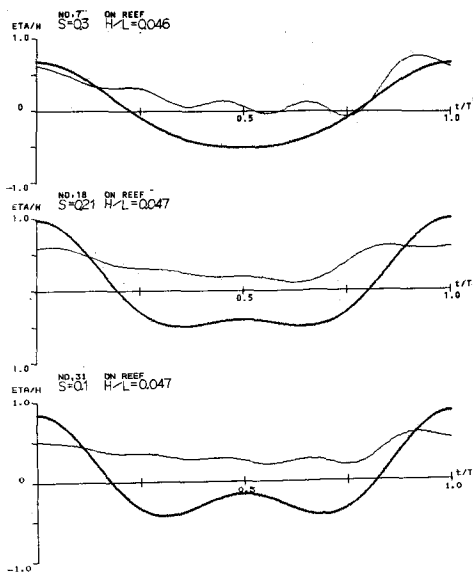


図-3 リーフ上の波形

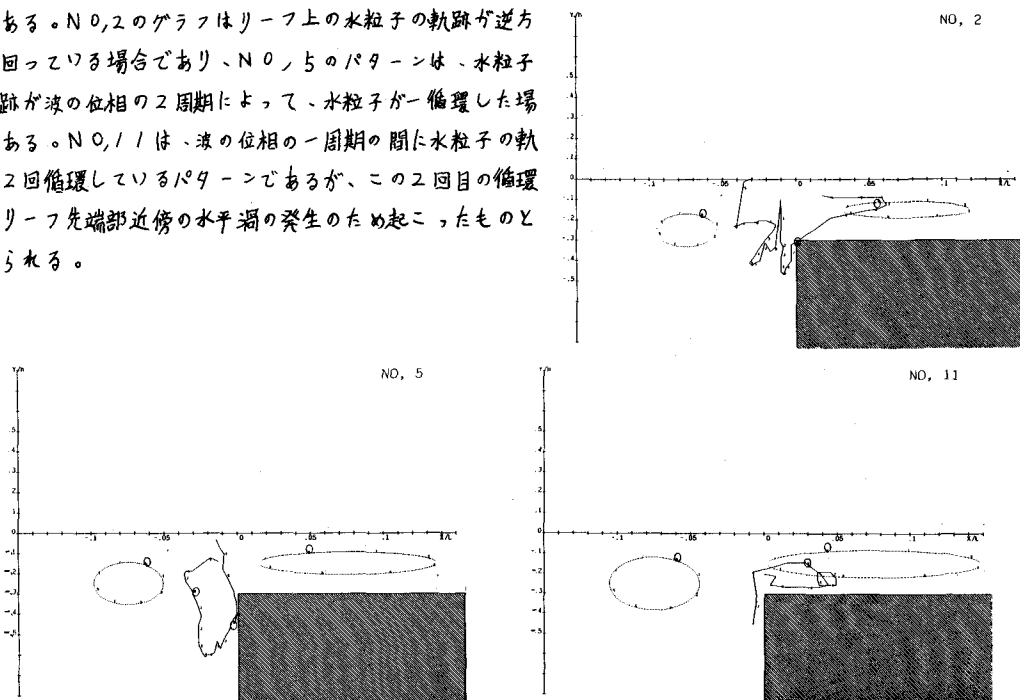


図-4 リーフ先端近傍での水粒子の軌跡

4. まとめ

本論文では、リーフ先端部及び、リーフ上での波形変化についての波形勾配などの波の諸元に対する傾向は、明らかにすることはできた。また、水粒子の軌跡については、3つのパターンを発見したが、波形勾配の変化に対しての波の位相と水粒子の軌跡に対する傾向は、把握することはできなかった。