

伝 播 に 伴 う 波 群 の 変 形

京都大学工学部 正員 岩垣 雄一

京都大学工学部 正員 間瀬 肇

京都大学工学部 学生員 ○古室 健史

1. ま え が き 著者らは、以前、パワースペクトルは同じで、wave group特性が異なる不規則波を用いて、不規則波の遡上特性を調べる実験を行った。その研究の中で、造波板から10m離れた地点で測定した入射波は、沖波波形勾配によって（その後の検討から相対水深 h/L によって）、目標としたGroupiness Factor の値と大きく異なる場合があることを示した。この原因についてはふれなかったが、造波された不規則波のwave group特性が伝播に伴って変化したのではないかと考えられる。本研究は、wave group特性をSIWEH で表現し、その変動の伝播特性を実験的に調べるもので、(1)SIWEHの伝播速度、(2)初期SIWEHをその平均値とスペクトルのピーク周期で無次元化するとほぼ同じ波形となる場合について、SIWEH の伝播に伴う変形に及ぼす浅海性（相対水深 h/L ）の影響、(3)ほぼ同一のパワースペクトル（したがって相対水深が同じ）で、初期SIWEH が異なる場合について、SIWEH の伝播に伴う変形に差があるかどうか、について検討する。

2. 実験装置および実験方法 実験は京大工学部土木系教室地下実験室にある長さ27m、幅50cm、高さ75cmの両面ガラス張り水槽で行った。不規則波は、Pierson-Moskowitz 型スペクトルを持ち、ピーク周波数は0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2Hz（これらの実験ケースをNo.1～6 と呼ぶ）であり、それぞれに対し2種類の

表-1 入射波の代表量

	Case 1					Case 2				
	H	T	H/L	kh	GF	H	T	H/L	kh	GF
No.1	4.47	2.25	0.010	0.63	0.74	4.80	2.26	0.011	0.63	0.54
2	5.67	1.77	0.017	0.84	0.70	6.03	1.79	0.018	0.83	0.59
3	6.85	1.53	0.024	0.99	0.76	7.02	1.54	0.025	1.00	0.56
4	8.57	1.21	0.043	1.40	0.78	8.93	1.19	0.045	1.43	0.61
5	7.27	0.95	0.053	2.05	0.73	7.77	0.93	0.057	2.09	0.61
6	6.30	0.80	0.060	2.69	0.72	6.57	0.79	0.058	2.69	0.63

wave group特性 (Case1と2)を持つものである。波高計は、造波板から3.35m離れた地点から2.25mおきに8台 (W-1～8)設置した。波高計W-1 で測定した入射波の有義波を用いて計算した代表諸量を表-1に示す。Case1 の No.1～6 のW-1 におけるSIWEH を、その平均値とピーク周期で無次元化するとほぼ同じ波形となる。また、ピーク周波数が対応するケース（例えばCase1 とCase2 のNo.3）は、パワースペクトルはほぼ同じである。

3. 解析方法 まずwave group特性を表わすのに用いたSIWEH と、木村ら(1983)の非定常スペクトルから求められる波エネルギーの時間変化とは、アンサンブル平均したデータのかわりに生データを用い、重み関数 $w(\tau)$ を $\sqrt{Q(\tau)/T_p}$ として選べば全く同じものであることがわかった。ただし、 $Q(\tau)$ は三角形ウィンドー、 T_p はピーク周期である。ここではW-1 のSIWEH と他の波高計におけるSIWEH の相互相関を計算し、相互相関係数の最大値とその出現時間を求めた。相互相関係数の最大値 ρ_{max} からSIWEH の伝播に伴う変化の程度、出現時間からSIWEH の伝播速度を表わそうとするものである。また、各地点におけるGroupiness

Factorや波高の平均連長も計算した。スペクトル密度は、データ数を8192とし、ピリオドグラムを9個単純平均した自由度18、分解周波数0.0275Hzで計算し、非線形波列に見られるような変調モード(side band)の出現の有無を調べた。

4.実験結果および考察 W-1 からの各波高計設置点の距離と相互相関係数が最大となる出現時間の関係を最小2乗法で求め、SIWEHの伝播速度を算定した。この伝播速度を、ピーク周期と有義波周期のそれぞれを用いて得られる群速度と比較した。その結果を図-1に示す。

ピーク周期を用いた方が良い場合や、有義波周期の方が良い場合もあるが、三者は概ね良く一致している。図-2は無次元距離 kx に対する ρ_{max} を示したものである。Case1については、同じ kx に対して、No.1~4まで相対水深が大きくなるほど ρ_{max} が小さくなる傾向が顕著である。Case1と2の相対水深が同じものを比較すると、No.1~4まではCase2の方が ρ_{max} が小さく、初期SIWEHによって、SIWEHの伝播に伴う変化に差があることがわかる。しかしCase1と2のNo.5,6については、 kx に対する ρ_{max} の変化はほぼ同じである。横軸の kx のかわりに、波高計間隔をSIWEHの伝播速度で除した伝達時間で整理した結果も図-2と同様である。Benjamin(1967)やHasimotoら(1972)によって、Stokes波は $kh > 1.36$ で不安定であることが指摘されたが今回の実験ではNo.4~8がその領域に入る。初期SIWEHは伝播に伴い形が徐々に変化するが、特に $kh > 1.36$ の場合は、変調不安定のために波群が顕著になり、伝播に伴う変化が大きくなるのではないかとと思われる。Groupiness FactorはCase1のNo.5,6,Case2のNo.4,5,6の場合、伝播に伴って大きくなり、波高の平均連長もCase1と2のNo.6の場合、大きくなっていく。伝播に伴うスペクトルの変化を調べたところ、Case1と2のNo.6で変調モードの発達をはっきり見られ、波群構造への移行を示唆する結果と思われる。ピーク周波数と変調モードの周波数の差をピーク周波数で除した δ の実測値は、Case1のNo.6で0.127, Case2のNo.6で0.136であり、非線形Schrödinger方程式から求まる理論値は、有義波を平均した波の諸元を用いて、それぞれ0.111, 0.115となる。

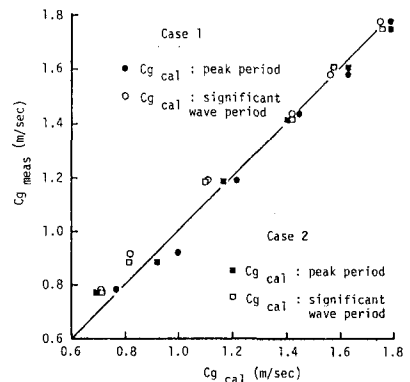


図-1 SIWEHの伝播速度

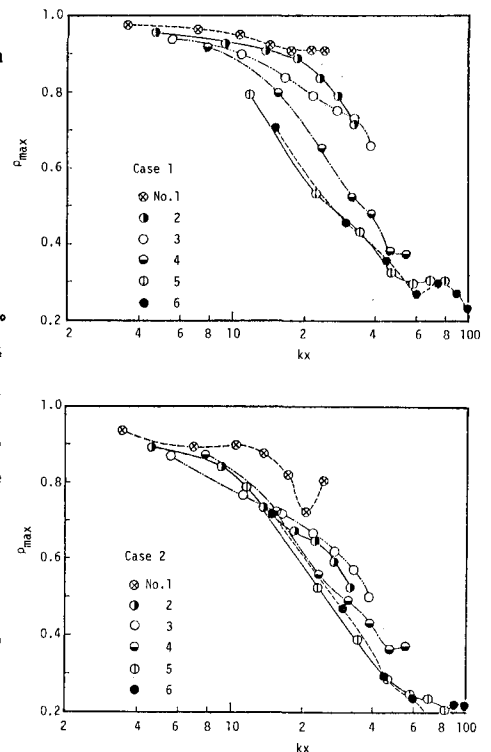


図-2 伝播に伴う相関係数の変化