

II-386

斜交波の水粒子速度の非線形特性に関する一考察

名古屋大学工学部 正会員 ○姜 閔 求
 名古屋大学工学部 正会員 富田 孝史
 名古屋大学工学部 正会員 岩田好一朗
 東洋建設技術研究所 正会員 倉田 克彦

1. はじめに: 多方向不規則波による海岸および海洋構造物に作用する波力や地形変化などを精度よく予測するためには、その波動場を精度高く評価する必要がある。非線形な多方向波不規則波については研究されているものの大部分が深海域を対象にしたものであり、沿岸近くの浅海域における波の非線形特性については未解明の部分が多い。また、多方向不規則波の非線形挙動の解明に基本的な重要となる二方向波(斜交波)の非線形挙動についても十分検討されていない。そこで、本研究では、浅水域における斜交波を取り上げ、その非線形挙動を含んだ斜交波の波動場において生じる諸現象、とくに水粒子運動特性について、著者が既に誘導した斜交波の3次オーダー近似理論¹⁾と水理実験の両面より一考察を行った。

2. 水理実験: 実験では、東洋建設(株)総合技術研究所鳴尾研究所の平面水槽(長さ30m, 幅21m, 深さ1.5m)を使用した。この水槽にはピストンタイプの多方向不規則波の造波装置が設置されており、水槽内周囲に反射波を極力小さくするために砕石による消波斜面や消波かごを設置した。水理実験の条件は表1に示すように、27ケースの単一成分規則波と30ケースの斜交波を発生させた。ここで、 T と H はそれぞれ周期と波高を表し、下付き添字AとBは図1に示したように斜交波を構成する2つの基本波Wave-AとWave-Bを表す。 θ は2つの基本波の交差角、 h は静水深である。なお、表1中の*印のある波高はWave-AとWave-Bから形成される斜交波が砕波に近いが砕波しない状態になるように決めたものである。実験では、造波板から7m離れた地点(図1中の○印)の水位変動を電気容量式水位計で、それと同じ位置における鉛直方向 $z/h=-0.25, -0.5, -0.75$ の3点の水粒子速度 $u, v(u, v$ はそれぞれ x と y 方向の成分)を超音波式流速計で計測した($z=0$: 静水面)

表1 実験条件

Wave-A		Wave-B		θ (deg.)	h (cm)
T_A (sec)	H_A (cm)	T_B (sec)	H_B (cm)		
1.1	6.5	2.00	12.0*	0 30 60	50
			9.0		
			5.5		
			1.61		
			9.5*		
			6.5		
		1.30	8.0*		
			5.0		
			2.00		
			9.0		
8.4*	2.00	1.61	6.5		
			1.30		
			5.0		

れた地点(図1中の○印)の水位変動を電気容量式水位計で、それと同じ位置における鉛直方向 $z/h=-0.25, -0.5, -0.75$ の3点の水粒子速度 $u, v(u, v$ はそれぞれ x と y 方向の成分)を超音波式流速計で計測した($z=0$: 静水面)

3. 結果および考察: 図2は斜交波の線形理論(1次オーダー)、非線形理論(3次オーダー)および水理実験より得られた2つの基本波の周期の最小公倍数の時間内における斜交波(図中のcrossing waves)の水粒子速度ベクトルの変位を示したものである。同図は $z/h=-0.25$ と -0.75 の深さにおける結果である。同図より、最大波峰と波谷近傍の位相における斜交波の水粒子速度の方向の差は、線形理論では 180° である。しかし、非線形理論の場合には、最大波峰の位相における水粒子速度の方向は水粒子速度の大きい基本波の方向に偏向し、波谷の位相では水粒子速度の小さい基本波の方向に偏向して、それらの差は 180° ではない。さらに、その方向の偏向の程度は波峰の位相より波谷の位相でより強く現われる。このような現象は底面より表面に近づくほど強くなり、実験結果からも確認できる。また、紙面の都合上図示しないが、Wave-Bの波が図2のものより小さい波高による斜交波の水粒子ベクトルの変化は、線形理論によるものに近いことが確認された。これらの結果から、水粒子速度に及ぼす非線形効果は波峰より波谷の位相

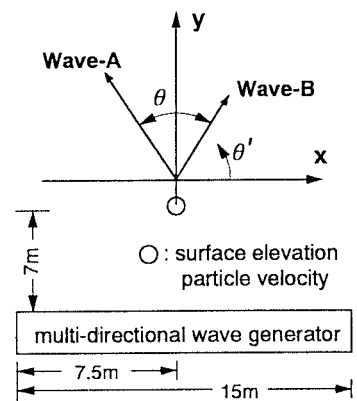


図1 座標系、計測機の設置位置

でより強く現れると判断される。

図3は実験で得られた斜交波の水粒子速度ベクトルの平面的な変化の楕円度 $\gamma_u (=R_s/R_l, R_s \text{と} R_l \text{はそれぞれ軌跡の楕円の短軸と長軸の長さ})$ を示したものである。図中の $R_E^{(-0.5)}$ は、計測点の深さ $z/h=-0.5$ の位置で、周期の短い基本波の水粒子の軌跡の長軸の長さに対する周期の長い基本波の比を表す。この図より、2つの基本波の周期の差が大きくなるほど、そして交差角が大きくなるほど底面と表面における楕円度 γ_u の差が大きくなる。すなわち、底面よりも表面に近づくほど2つの基本波の影響が強く現われ、水粒子は楕円運動性よりも円運動性が強くなるが判る。

4. おわりに：本研究では、浅水域における斜交波を取り上げ、その水粒子速度の非線形性な特性において生じる現象について検討を加えた。今後、斜交波の波動場における生じる諸現象をまとめ、さらに、多方向不規則波の波動場における非線形挙動についても検討を加えていく所存である。

<参考文献> 1) Kang, Y.K, T.Tomita, K. Kurata and K. Iwata(1994) : *Wave Kinematics of Nonlinear Crossing Waves*, Proc., 4th Int'l. Offshore and Polar Eng. Conf., Vol.3, pp.91-98.

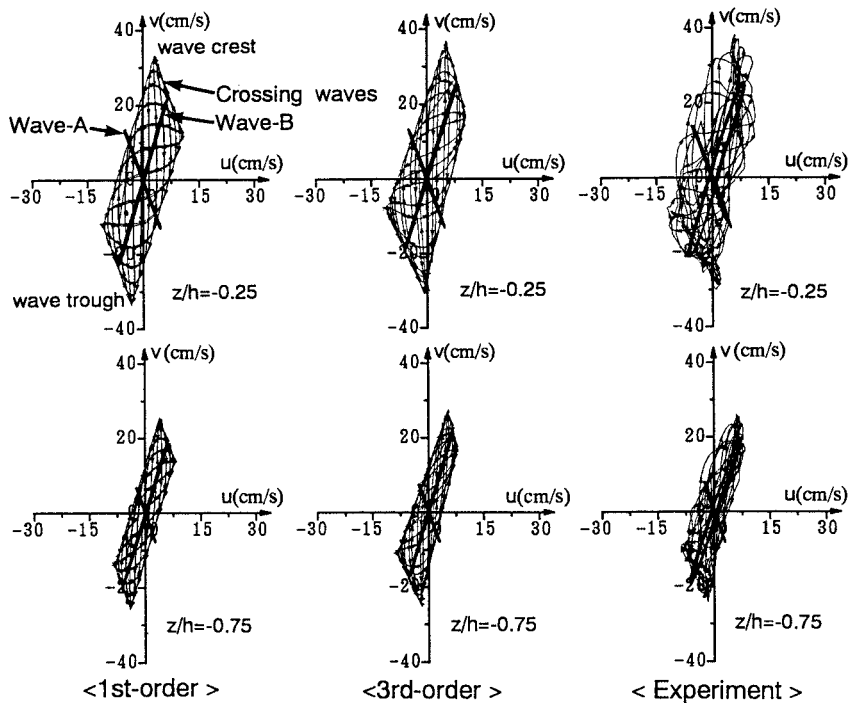


図2 斜交波の平面水粒子速度ベクトルの変位($T_A=1.1s, H_A=6.5cm, T_B=2.0s, H_B=12.0cm, \theta=30^\circ$)

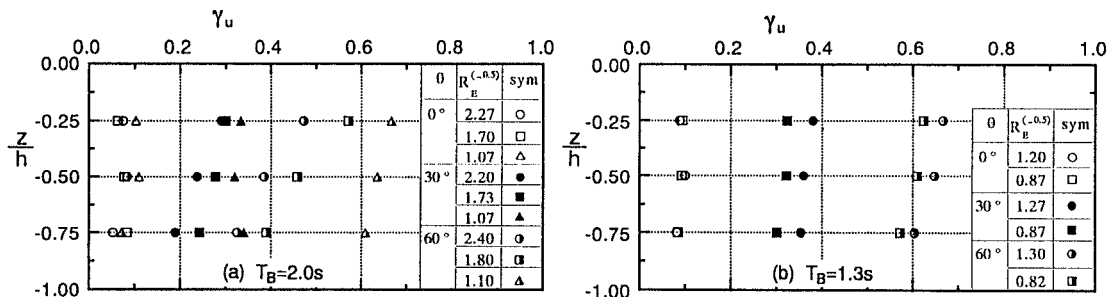


図3 斜交波の平面水粒子速度ベクトルの楕円度 γ_u ($T_A=1.1s, H_A=6.5cm$)