

斜交波の水粒子速度場に及ぼす交差角の影響について

名古屋大学工学部 正会員 富田 孝史
 名古屋大学大学院 学生員 ○姜 閔 求
 名古屋大学工学部 学 生 岡田 全弘
 東洋建設(株) 正会員 倉田 克彦
 名古屋大学工学部 正会員 岩田好一朗

1. はじめに：多方向不規則波が作用する波浪場において、海岸および海洋構造物に作用する波力や地形変化を精度良く予測するためには、その流速場を精度高く評価することが非常に重要である。著者の内の1人は、多方向不規則波の基本的な特性（波の非線形的な相互干渉や方向性）を有する二つの波がある角度をもって交差する斜交波を取り上げて、その3次近似理論を誘導して¹⁾、その適用性を水理実験から検証している²⁾。斜交波の交差角が流速場に及ぼす効果をこの理論を使用した解析により論議することを目的とする。

2. 解析方法：一定な浅海水深域における斜交波の3次理論解では図1に示された座標系を用いる。図1で、 X_A や X_B は二つの自由波、Wave AやWave Bの進行方向、 θ は交差角、 h は水深である。斜交波の3次近似解は摂動法を使用して誘導されたものであるため、この水粒子速度 $V(=u, v, w)$ は微小量 $\alpha(=ak_A)$ 、 $\beta(=bk_B)$ により、次のように表わされる。

$$V = \alpha V_{10} + \beta V_{01} + \alpha^2 V_{20} + \alpha\beta V_{11} + \beta^2 V_{02} + \alpha^3 V_{30} + \alpha^2\beta V_{21} + \alpha\beta^2 V_{12} + \beta^3 V_{03} \quad (1)$$

ここで、 u, v, w はそれぞれ x, y, z 方向の水粒子速度、 a, b はそれぞれ二つの自由波の1次オーダーの振幅、 k_A, k_B はそれぞれの自由波の波数である。

3. 結果および考察：図2は二つの波の波長比や交差角の変化と関連づけて y -方向の水粒子速度の時間波形の上下非対称性を表す歪度(skewness)を示したものである。斜交波(図中 crossing waves)の歪度はいずれも歪度の大きい自由波の歪度より小さい。斜交波の歪度の値は、交差角が大きい場合(60°)には、歪度の大きい自由波の歪度の値にかなり近くなり、交差角度 60° の場合の歪度が 0° の場合より大きくなる。また、二つの自由波の波長比が大きいほど、斜交波の歪度に及ぼす二つの自由波の波形勾配や交差角の影響が大きくなる。交差角 0° で、二つの波長が異なる場合、斜交波の歪度が(-)値になるところが認められる。ここでは、(-)方向の速度が重要な役割を果たしていると考えられる。図3は同じ波形勾配の二つの自由波による斜交波の波峰と波谷における、1周期間(=二つの自由波の周期の最小公倍数)の水平方向の水粒子速度 $U(=\sqrt{u^2+v^2})$ の最大値やその方向を交差角や二つの自由波の波長比と関連づけて示したものである。ここで、水粒子速度は静水面下 $h/2$ (h : 静水深)の位置で計算したものであり、その方向は図1の δ で示してある。交差角の変化による波峰における最大値の変化は、波長比の大きい場合には、交差角の変化によらず大きくないが、波長比が1.0の場合には顕著になる。その最大流速の方向は、二つの自由波の流速の線形的な和と比べて大きな差が現れていない。波谷においては、二つの波の波長比の大きさによらず最大流速が交差角の変化とともに大きく変化し、その最大流速の方向も波峰の場合に比べて、交差角の影響を受けている。この波谷において交差角の影響が強く現れるのは、二つの自由波の交差角の影響を受ける干渉項の影響によるものであると思われる。

4. おわりに：本研究は、斜交波の水粒子速度場に及ぼす二つの波の交差角の効果を理論解析に基づいて論議した。流速場に及ぼす交差角度の影響は、最大値に関しては二つの波長比が同じ場合に、歪度に関しては二つの波長比が大きい場合に大きく現れる。さらに、今後、理論解の流速場に対する適用範囲を明確にする必要があり、数多いの実験結果との比較検討する所存である。

参考文献：

- 1) Kang, Yoon-koo(1993): On the non-linear interaction of two waves crossing in finite water, Proc., 25th Cong. of Int'l. Assoc. for Hydr. Res., Vol.6, pp.17-24.
- 2) Kang, Y.K., T. Tomita, K. Kurata and K. Iwata: Wave Kinematics of Nonlinear Crossing Waves, Proc., 4th Int'l. Offshore and Polar Eng. Conf., 1994 (投稿中)。

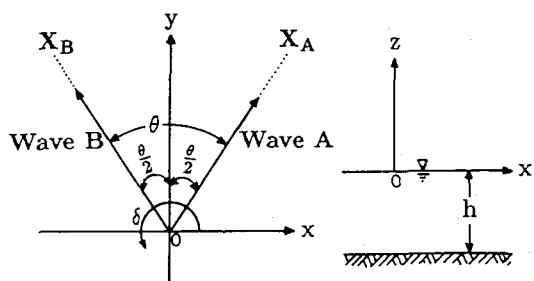


図1 座標系.

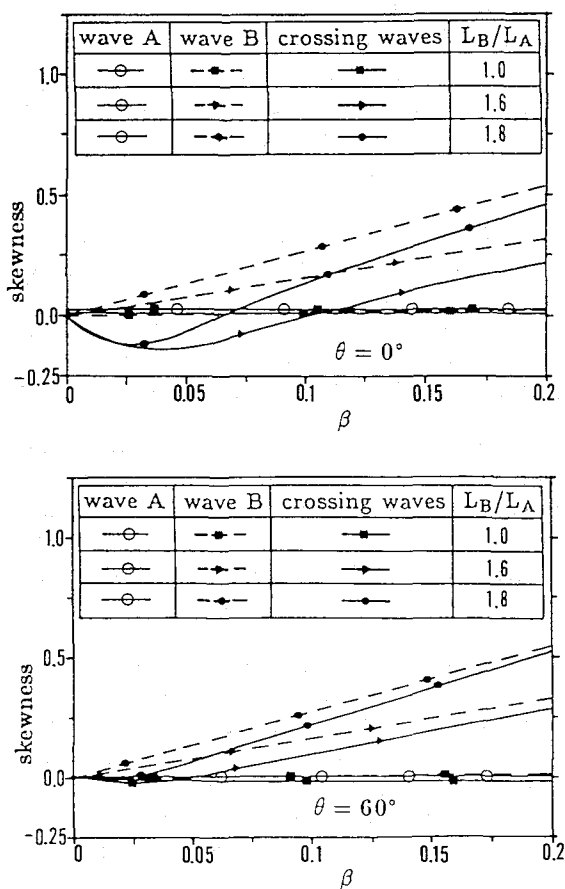


図2 θ , β と L_B/L_A の変化による v の skewness ($h/L_A = 0.28$, $\alpha = 0.1$).

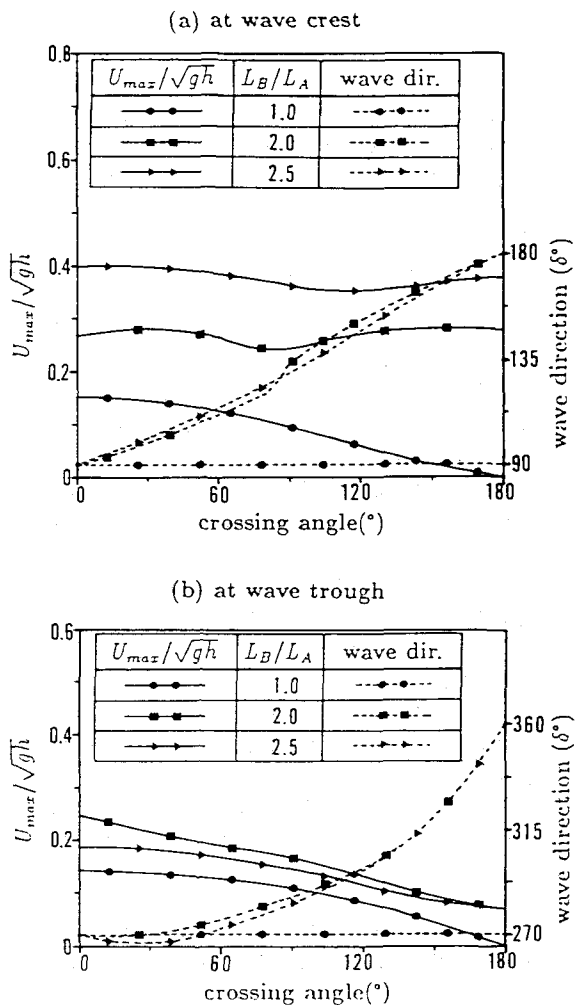


図3 交差角や波長比の変化による最大水粒子速度や波向 ($\alpha = \beta = 0.2$, $h/L_A = 0.28$).