

II-359

不連続型多方向波造波機によって発生する斜め規則波の特性

(財)電力中央研究所 正会員 平口博丸 ○池野正明

1. はじめに 多方向不規則波の造波装置が日本でも導入されてきており、その用途は今後さらに増えるものと予想される。本研究は、幅40cmのピストンタイプの不連続型造波板24枚からなる造波機によって発生する斜め規則波の性能試験を行い、理論解と比較することにより、多方向不規則波の造波性能の基本となる斜め波の特性について検討したものである。

2. 実験条件およびデータ解析方法 平面寸法4.5m×3.5mの水槽内に図-1に示すように全長9.6m、6ユニット(1ユニットは幅40cmの造波板4枚からなる。)の造波機が設置されており、波高制御(低反射制御)方式と位置制御方式の2種類の制御方式が可能である。水槽側壁には、反射波を極力抑えるため、消波砕石が設置されている。発生波は、表-1に示すように2種類の制御方式について行い、発生波の目標波高を10cmと一定とし、周期を3種類、波向きを3種類変化させた。座標系の原点を造波機前面の中心位置にとり、造波板に平行な方向にX、直角な方向にYとした。水深は50cmとし、図-1に示すように、容量式波高計6台と電磁流速計3台を直線状に配置し、54地点の波高計による測定データから波高分布を、27地点の波高計と流速計による測定データから方向スペクトル解析(最尤法)により波向角を求めた。1ch当りの計測データはサンプリング周期0.05sec、データ数1024個である。

3. 斜め波の理論計算 高山¹⁾は、不連続型造波機によって発生する斜め波の理論式を、ポテンシャル理論により、各造波板が同一の振幅と周期で一定の位相差をもって運動するとして誘導している。本研究では、理論式を幅40cmのピストン型造波板24枚を有する造波機に適用し、波高分布と波向角に関する性能試験の結果と比較することにより、斜め規則波の特性について検討した。理論式から求まる波向角として、楕円運動となる水粒子速度の軌跡の長軸方向を採用した。

4. 斜め波の造波特性 (1) 波高分布の特性 図-2に、造波板幅と波長との比 $b/L=0.26$ 、発生波向角 $\theta=-30^\circ$ と -45° で斜め波を発生させた場合の $Y=7.0$ mでの波高分布と目標波高の比 H/H_0 を示したものである。図中、△印が波高制御方式による実験結果、○印が位置制御方式による実験結果、実線が理論式による計算結果である。実験結果と計算結果を比較すると、 $\theta=-30^\circ$ の場合は、波高制御の実験値と位置制御の実験値は理論値よりも若干下回るものの、概略的な傾向はほぼ一致している。しかし、 $\theta=-45^\circ$ の場合は、2種類の実験値が理論値を大きく下回り、違いが顕著にみられる。この原因として以下の2つが考えられる。第1の原因として、本実験では造波機が図-1に示すように水槽内中央部に配置されており、発生波が造波機側面や背後に回り込む状態で行われている。一方、理論式は、両側に半無限の静止壁を有する造波板の運動により発生する波動場を、造波板の枚数分重ね合わせることににより求めたものであり、造波機側面への回折波が静止壁により完全反射される境界条件での解である。このような実験時との境界条件の違いが発生波の波向角が大きくなると、顕著に現れるためであると考えられる。第2の原因として、造波板に対する理論的な造波効率と実際の造波効率との差により、発生波自体が理論値よりも小さくなっていることが考えられる。上記の原因については、今後、実験時の境界条件を忠実に満足した数値計算との比較により、解明していく予定である。図-3に、 $b/L=0.26$ 、 $\theta=-30^\circ$ の場合の理論式による斜め規則波の波高分布と目標波高との差が20%以内(波高比 $1.2-0.8$)を許容値とした場合の波高安定領域を示す。斜め波を発生させると、波長に対する有限な造波板幅の影響により、理論的にも波高分布がある程度変動するので、模型実験を行う場合には、波高安定領域を考慮して設置位置を決める必要がある。

(2) 波向角の特性 図-4に、 $b/L=0.14$ 、 $\theta=-30^\circ$ の場合の $Y=5.0$ mでの波向角の分布特性を示す。図中の○△□印は波高制御方式による実験データの方向スペクトル解析結果から求まる3種類の代表波向であり、○印が方向スペクトルの周波数に関する0次モーメントが最大となる方向で定義される波向 θ_0 、△印が方向スペクトルの周波数に関する1次モーメントが最大となる方向で定義される平均波向 α_1 、□印が方向スペクトルの周波数に関する2次モーメントが最大となる方向で定義される主波向 α_2 である。図中の実線が理論式による水粒子速度の楕円軌道の長軸方向を示したものである。実験結果と計算結果とを比較すると、 θ_0 と計算結

果はほぼ一致しており、理論どおりの方向に造波されていると判断される。

5. まとめ 不連続型造波機によって発生する斜め規則波の特性を性能試験と理論計算により検討した。その結果、発生波の波向角が大きくなると、実際に造波される波の波高分布は高山の理論式よりも小さくなるが、波向きは理論式に一致することがわかった。原因として既述したことが考えられるので、今後は、実験時の境界条件を忠実に満足した数値計算と比較検討し、造波性能をより詳細に把握した上で、実際に発生した多方向不規則波の目標波への修正方法について検討していく予定である。

<参考文献> 1) Takayama, t. (1982): Theoretical properties of oblique waves generated by serpent-type wavemakers. Report of the Port and Harbour Research Institute, Vol. 21, No. 2, pp. 3-48.

表 - 1 発生波の条件

制御方式		波 向(°)	周 期(S)
位置制御	波高制御	$\theta = 0$	1.0
〃	〃	〃	1.5
〃	〃	〃	2.0
〃	〃	-30	1.0
〃	〃	〃	1.5
〃	〃	〃	2.0
〃	〃	-45	1.0
〃	〃	〃	1.5
〃	〃	〃	2.0

波高; 10 cm

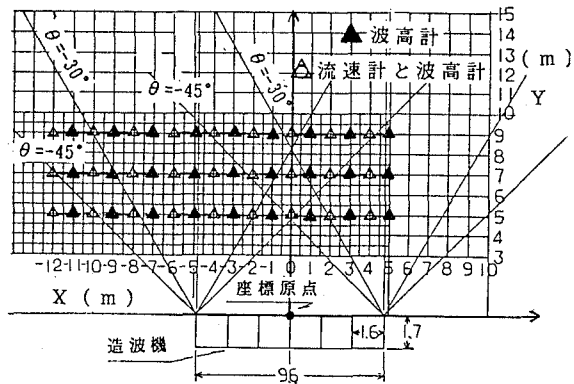


図 - 1 計測範囲および座標

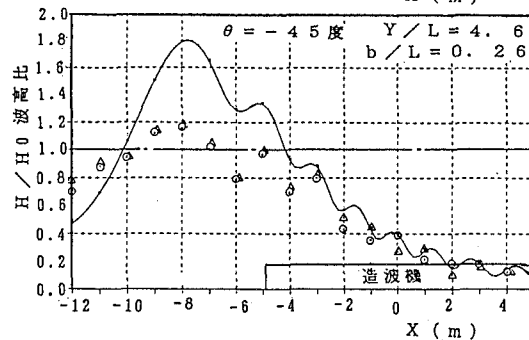
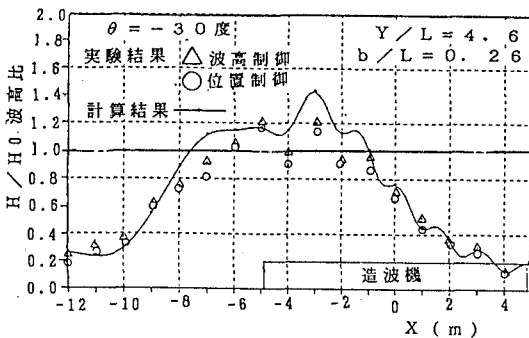


図 - 2 波高分布の特性 (Y = 7 m)

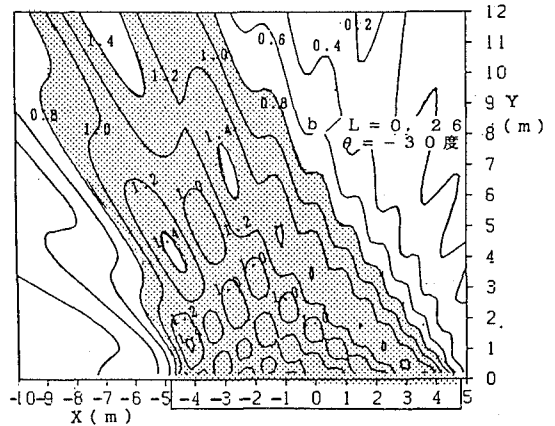


図 - 3 波高分布のコンター図

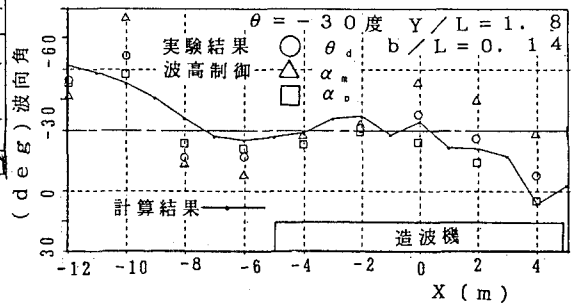


図 - 4 波向角の特性 (Y = 5 m)