

不規則波の波長について

京都大学工学部 正員 岩垣雄一
 京都大学工学部 正員 木村 晃
 若 築 建 設 脇 政 哲 夫

1. はじめに： 不規則波の水面形は進行とともに刻々その形状が変化してゆくことは、周知の事実であるが、比較的短い区間を進行する間であれば、その水面形はほぼ保存され、容易にその進行を目で確かめ得るということもまた経験的によく知られた事実である。この研究は、こうした特性を利用して、不規則波の諸量を波分解析法、特に zero-up-cross 法で定義した場合、各波の最も基本的な特性量である波長あるいは波速がいかなる性質を有するをも実験的に検討したものである。

2. 実験装置および方法： 実験に用いた水槽は、長さ 27m 幅 60cm、高さ 70cm の両面ガラス張り水槽であり、この水槽の一端には電気油圧式不規則波発生機が設置してある。また、他端には 1/3 勾配のアルミメッシュ製スロープにステラシートを張ったものを設置し波の反射を防いだ。造波板より 13m、14m および 15m の各地点の水槽中央に正確に 1m 間隔で 3 台の電気抵抗線式波高計を設置し、水面の変動を測定した。また、波長を写真撮影するための目印として、水槽前面のガラスには静水面と一致するように水平に黒のビニールテープを張るとともに、このテープの上に 10cm 間隔でやはり黒のビニールテープで目印を張った。カメラは 3 台の波高計のうち、中央の波高計の位置で、水槽の前面より 3m 離れた地点に設置し、水槽中に発生させた不規則波浪が十分定常になったと判断した時より写真撮影を開始した。シャッターは、前述した 3 台の波高計の中央の波高計の位置で、水面が静水面を上から下に向けて横切る瞬間に切った。この瞬間は、中央の波高計の水位の時局記録では、zero-up-cross 法で定義した一波のほぼ中央の位置に相当し、フィルム上には図-1 の下図のように水面が撮影されている。このフィルムよりフィルムモーションアナライザーを用い、zero-down-cross 法で波長 λ を読みとった。また、波速 C は、図-1 に示したように、3 台の波高計の記録より、水位の zero-down-cross 点の時局間隔 t_A, t_B で波高計の間隔 (100cm) を割り、その平均値を波速 C とした。

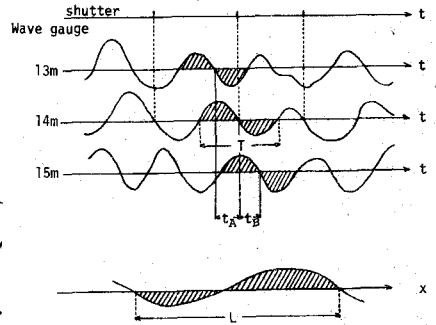


図-1 zero-up-cross 法による周期、波長、波速の定義

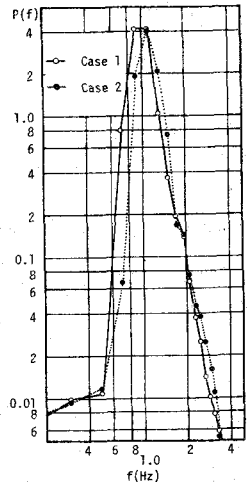


図-2 パワースペクトル

3. 実験結果ならびに考察： 図-2 は水深 50cm で flutter type の造波板を用いて発生させた 2 種類の不規則波のスペクトルを示したものである。図-3 は zero-up-cross 法で定義した不規則波の周期と、同じ時刻に撮影した写真より読み取った不規則波の波長との比

係を Case-1, Case-2 の両者を一緒にして示したものである。図中の実線は微小振幅波理論にもとづく波長と周期の関係を示したもので、この図より、実験値はかなりの幅でばらついているが、実線で示した微小振幅波理論と定性的によく一致していることがわかる。また次式で示すように、最小二乗法により次の D の値を最小にする K の値を計算したところ、

$$D = \left| L(\text{実験値}) - \bar{K} \frac{gT^2}{2\pi} \tanh kh \right|^2 \quad \dots\dots(1)$$

\bar{K} の値は Case-1 では 0.98, Case-2 では 1.00 といずれも 1.0 に近い値が得られた。しかし、図-3 を詳細に検討すると、実験値の平均的な傾向と微小振幅波理論との間にはわずかではあるが、差がみられる。この差を検討したものが図-4 であり、図中の各点は次式により決定した K と周期との関係を示したものである。

$$K = \frac{L(\text{実験値})}{\frac{gT^2}{2\pi} \tanh kh} \quad \dots\dots(2)$$

各点はかなり大きくばらついているが、T が小さい場合は 1.0 より大きく、T の増加に伴い徐々に減少する傾向があることがわかる。図

-5 は、前に説明した方法により定義した、波速 c と周期の関係を示したものである。各点は若干ばらついてはいるが、図中にあわせて示した微小振幅波理論の c と T の関係とその傾向がよく一致している。(1) 式の K と同様な手法で、最小二乗法により、微小振幅波理論の理論値と実験値の差を最小にする常数 \bar{K} を計算したところ $\bar{K} = 1.02$ となり、これも 1.0 に非常に近い値が得られた。また図-6 は (2) 式と同様な手法で計算した実験値と微小振幅波理論の波速の理論値との比 R をプロットしたものである。図中の各点は、図-4 と同様に右下りの傾向が見られるが図-4 ほど顕著ではない。

4. おわりに： この研究は zero-up-cross 法で定義した特性量である周期、波長および波速の相互の関係を、実験室内で発生させた不規則波浪を用いて検討したものである。今回行った実験では、図-2 よりわかるように、そのスペクトル特性が比較的限定された範囲の実験結果の処理解析ならびに検討にとどまったが、この範囲内では周期、波長ならびに波速の平均値は微小振幅波理論の傾向がほぼ正確に成立していることがわかった。しかし本文中に示した各図よりわかるように、実験値はかなりのばらつきを示し、理論値との差の標準偏差は、波長では Case-1 で 24.4 cm, Case-2 で 18.4 cm, 波速では Case-1 で 14.8 cm/sec, Case-2 で 11.0 cm/sec となった。また、理論式と実験値の平均的な傾向の差も無視できない。この点も今後更に検討を要すると考える。最後にこの研究は、文部省科学研費による研究の一部であることを付記して感謝の意を表す。

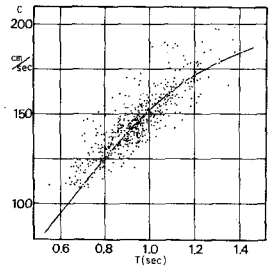


図-5 波速と周期の関係

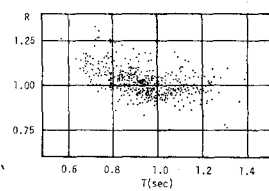


図-6 波速の実験値と理論値の比

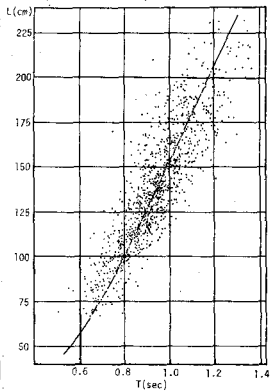


図-3 波長と周期の関係

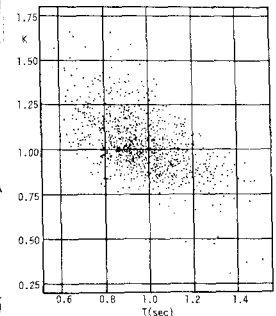


図-4 波長の実験値と理論値の比