

(Ⅱ-8) 斜面における不規則波の変形

足利工業大学 正員 新井信一

1 緒言

海岸の保全および海岸構造物の性能などの研究において果たす水槽実験の役割の重要性はあらためて述べるまでもない。本学では昭和62年度において二次元水路に不規則波造波装置を新設したので、その造波性能の把握の意味も含めて、不規則波を発生させ、傾斜海浜水路上でその変形を調べてみた。

2 不規則波造波装置および造波水路

造波装置は電気油圧サーボ方式により位置制御されたプランジャー型で、造波板形状はその前面が水面に対して45度の傾斜を有する直角三角形である。その最大ストロークは±20cmで、水深に合わせて初期位置を設定できる。造波信号については、外部から

任意の信号の入力が可能であるとともに、0.5Hzから2.0Hzまで0.15Hz間隔に11周波数成分の正弦波発生器がついており、それは振幅の調整ができて、かつ任意の個数の波を同時に造波できるようになっている。従って、不規則波を造波するには、外部から不規則信号を入力するか、内部信号発生器

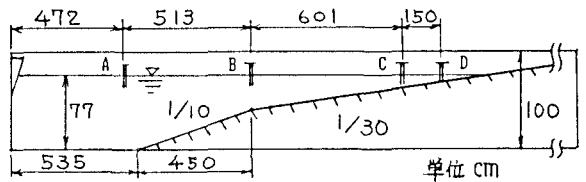


図1 水路形状と波高計位置

により11成分以内の正弦波を重ね合わせるかすればよい。今回はこの後者の方法を取ることにした。

水路は幅0.8m、全長28m、深さ1mであり、図1の様に1/10及び1/30の傾斜水路底が取り付けられている。今回の実験水深は0.77mであり、容量式波高計で同図に示す位置の波形を記録した。

3 造波実験ならびにその結果と考察

造波した波はブレッグシュナイダー・光易のスペクトルを有し、有義波高8cm、有義波周期1secである。このスペクトルはいわゆる one-side spectrum であるから、これを $S(\omega)$ とおくと、所望の不規則波は周知のごとく次式により発生させることができる。

$$\eta(t) = \sum_{n=1}^{n_0} \sqrt{2S(\omega_n)\Delta\omega_n} \cos(\omega_n t + \varepsilon_n)$$

ここに、 ω は円周波数、 ε は任意のランダムな位相である。周波数の幅 $\Delta\omega$ はなるべく小さくし、したがって成分波の個数 n_0 を大きくするのが理想であるが、造波機の性能から n_0 は最大11個である。ただし位相については設定できないので機械まかせになる。

波高計により記録された波形はA/D変換器によりYHPのPS9000に取り込み処理した。図2は造波機前面の波高計Aで記録された波のスペクトルである。解析ソフトの分解能が高いため各成分波の強さが明瞭に出ている。その強さの比を見るとほぼ所望の造波が行われていることが分かった。

図3は最も汀線よりの波高計Dで記録された碎波帯付近の結果であるが、そこではエネルギーが周波数のより

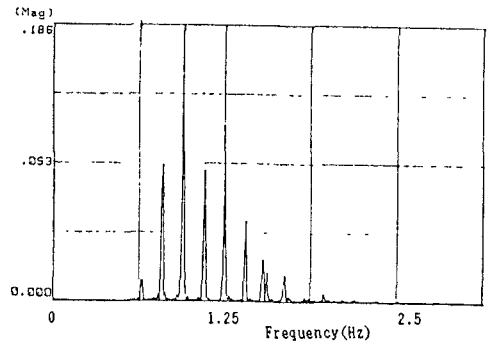


図2 発生波のスペクトル (波高計A)

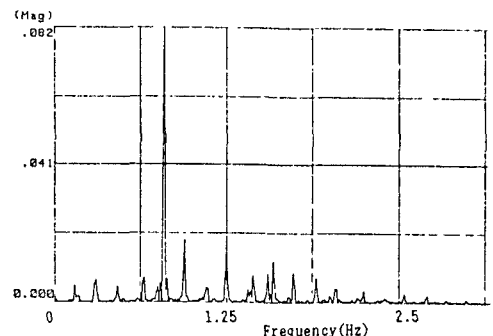


図3 発生波のスペクトル (波高計D)

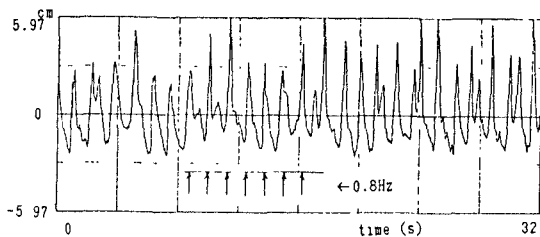


図4 波の時系列の例(波高計D)

低い方より高い方の両方に分散していることが分かる。ここで特に0.8Hzの成分が卓越しているのが目を引くので、参考のためにこの時の時系列を示したのが図4である。0.8Hz間隔で頻繁に砕波あるいはそれに近い波が来襲している。図5には有義波周期はこの例と同じで、有義波高を5.4cmとかえたときの波高計Dにおける波スペクトルを示してあるが、この場合は0.8Hzが特に目を引くほどにはなっていない。

図6は波高計A、C、Dにおける時系列の確率密度を示したものであり、実験値を棒グラフにて示してある。また、それぞれについて“平均値”と“標準偏差”、“ゆがみ”、“偏平度”を求め、第5項まで取った Gram-Charlier 級数を一点鎖線で、さらに、正規分布関数を実線で示してある。

まず造波板前面の波高計Aでは発生波がほぼ正規分布しており、標準偏差は1.92cmでその4倍である有義波高は7.68cmであり、一方、時系列からゼロアップクロッシング法により読み取った有義波高は7.49cmであった。かくして微小振幅不規則波としての特性をよく有していることが分かる。次に波高計Cではゆがみが大きくなり、波の山と谷の非対称性がかなり目立つようになるが、Gram-Charlier 級数がよくその形を表現しているといえる。波高計Dになると砕波現象もはいるためか、その分布形は第5項までの級数では表せないほど変形してしまっている。

4 結言

以上、新設造波機にて不規則波を造波し斜面上でのその変形を概観してみた。造波の繰り返し現象を避けるなどのより高度な操作は外部信号を造波機に入力しなければならないが、備え付けの関数発生器によって、簡単に不規則波を作成できることが分かった。なお、本装置は本学の岩崎敏夫教授のご尽力によって実現したものであり、また、この実験は本学四年の酒井宏彦氏、中村学氏の助力によるところ大である。ここに記して感謝の意を表する次第である。

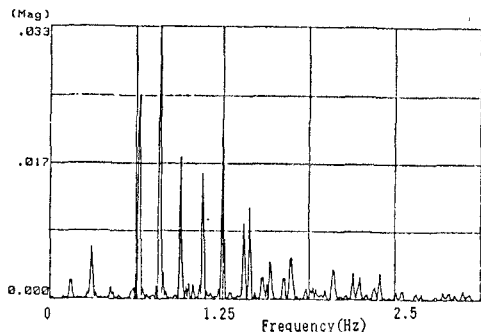


図5 他のスペクトルの例(波高計D)

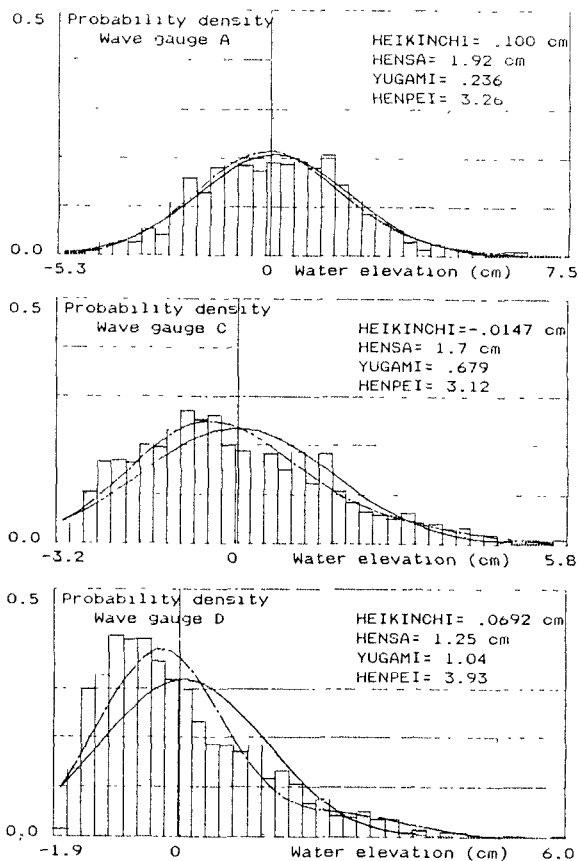


図6 記録波形の確率密度