

造波水路内に発生する長周期波について

— 特に成分波の造波に伴う差の周波数成分について —

大阪大学工学部

正会員

○青木伸一, 榎本 亨

清水建設(株)

正会員

辻上修士

1 はじめに : 海洋波の波群性、特にその周期性が問題となる現象(例えば係留浮体や小規模港湾の波群周期での振動)を模型実験によって明らかにしようとする場合、造波水路特有の長周期波の発生によって現象が過大あるいは過小に評価されることがある。簡単のために、波群性の最も顕著な波として周波数差の小さな成分波を考える。この群波の造波に伴って発生する造波水路特有の長周期波としては次の二つが考えられる。1つは成分波(primary waves)の二次干渉によって生じる差の周波数成分が造波板上で表達をもたないという条件など、造波板上の二次の境界条件から生じる長周期波(これは波群に拘束されない free wave である)であり、他の1つは primary waves の反射、浅水変形、砕波などの変形過程で発生すると考えられる長周期波(free wave)の造波板による反射波である。本研究では、二次元造波水路内の緩やかな斜面上に造波した成分波に付随して生じる差の周波数成分の特性を実験的に明らかにしたのでその概要を報告する。

2 実験結果および考察 : 水理実験は図-1に示すようなフラップ型造波機を有する二次元造波水路において、成分波の群周期 T_g 、primary waves の周期 T_1 、 T_2 および波高を数種変え、造波板前面 $x=0$ の地点から 50cm 間隔で 18m の地点まで計33点で水位変動を記録した。

図-2は $T_g=10.24\text{sec}$ 、 $T_1=1.6\text{sec}$ 、 $T_2=1.896\text{sec}$ で、造波水路端部の消波工まで砕波せずに波が

進行するケース(反射率は1割前後である)における各周波数成分の振幅の空間的な変動を示したものである。図中横軸には造波板からの距離 x を、縦軸には各成分波の振幅を $X=2\text{m}$ における T_2 の波の振幅で無次元化した値を示している。これより、primary waves の振幅特に T_1 の波の振幅は $x=10\text{m}$ の地点を境に大きく変化していることがわかる。これは波エネルギーの、他の周波数成分への分散および成分波相互の複雑なエネルギーの授受が原因していると思われるが現在のところこの理由ははっきりしない。

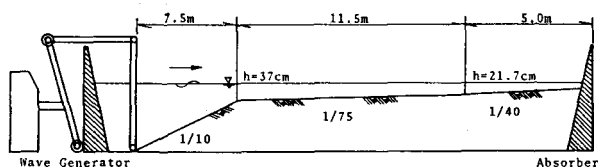


図-1 二次元造波水路の概要

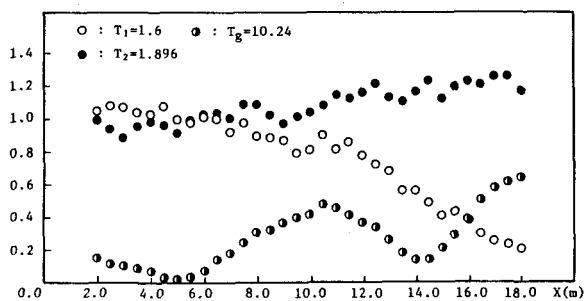


図-2 各周波数成分の空間的な変動

Shin-ichi AOKI Toru SAWARAGI Shuji TSUJIGAMI

一方、周波数差の成分の振幅は空間的に変動しながら増加する傾向を示し、 $X=18^m$ では初期の primary wave の振幅の6割程度にまで達している。このような変動を示す差の周波数成分を構成する長周期波としては、成分波の二次干渉の結果生じる拘束波 (bound wave, set-down wave) および分散関係式を満足する自由波の二つが考えられる。これらを例えば数点の水位変動の同時記録から分離することは長周期波の場合困難であるので、今回は拘束波成分については Hansen¹⁾ らが示した算定式を用いて各点の水位変動記録から近似的に求め、それと実験値の差として free wave をとらえることにした。図-3は $X=2^m, 10.5^m, 14.0^m, 18.0^m$ の地点での水位変動の時系列上に、それに含まれる差の周波数成分および計算により求めた拘束波成分をそれぞれ実験値および破線で示したものであるが、両者はオーダ的にはほぼ等しいものの位相関係に若干のずれがみられる。図-4に拘束波の振幅(●)の空間的な変動を実験値(○)とともに示すが、拘束波成分は浅海になるに従って徐々に増大する傾向を示し、実験値のように振動する傾向は示していない。そこで、

実験値から計算で求めた拘束波成分を差引いた成分の振幅を図中に(○)で示すが、この変動パターンからみて free wave が水路内で反射定常波を形成していると考えられる。前述したように、この free wave には造波板上の二次の境界条件から生じるもの、および primary waves の変形過程で生じるものの二つが考えられる。前者については造波板の動きが知られれば Barthel²⁾ らに従ってその振幅を計算できるが、今回の実験にあてはめてみると造波板上で 20cm 程度であり、無視できるほどであった。したがって、今回現われた自由波成分は primary waves の変形過程で生じた free wave が水路内の斜面上で反射定常波を形成していると考えてよいであろう。

実験はこの水路中央部で破壊するケースについても行なったが、非破壊のケースほど顕著でないものの今回示したのとはほぼ同様の傾向がみられた。さらには free wave の発生は破壊するケースよりもむしろ非破壊の方が大きく、破壊に伴って自由波成分が増大するような現象はみられなかった。今後は free wave の定量的な評価および水路内での存在形態についてさらに詳細な検討を行なう必要がある。最後に本研究を行なうに当り御協力頂いた日高修君(大阪大学)に感謝致します。

<参考文献>

- 1) Hansen et al.: Correct reproduction of group-induced long wave, Coastal Eng., 1980
2) Barthel et al.: Group bounded long waves in physical model, Ocean Eng., 1983

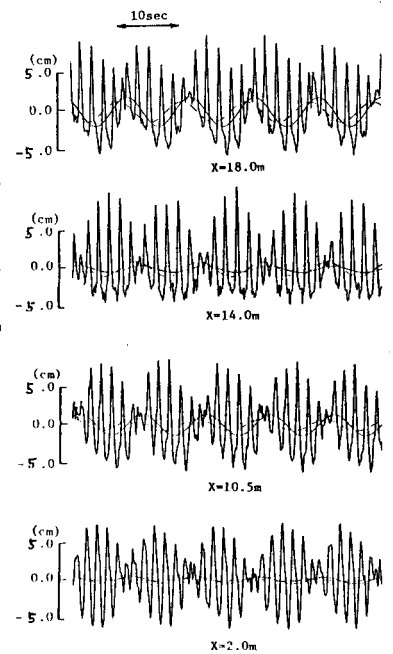


図-3 水位変動および長周期成分の時系列

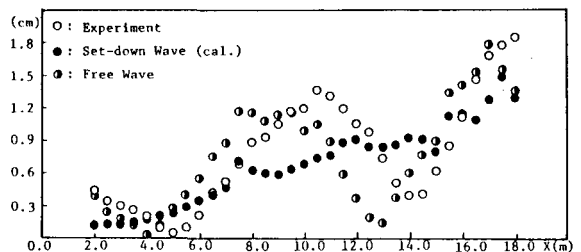


図-4 長周期波成分の空間的な変動