

II-4 合成波の反射実験における二、三の問題

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

1. 概要: この研究は Random Wave の反射特性を解明する研究の手がかりとして、異った周期を持つ有限個の規則波を組み合わせた合成波を用いて反射実験を行う際に特に障害となり、問題となった二、三の重要な点について述べたものである。

2. 実験方法: 実験に用いた水槽は、幅 50cm・高さ 70cm・長さ 27m の両面ガラス張り水槽である。この水槽の一端に 8 個のピストンを備えた合成波発生機が設置してある。また他端には、 $\frac{1}{3}$ 寸配のアルミ製スロープの上にステラシートを張り消波工とし、ここに到達した波は完全に消波されるようにした。水深は実験を通じて 30cm に保った。合成波の実験においては、内に含まれる成分波の波速が異なる。したがって反射板を設置した点において各成分波が定常状態に達している合成波を得るため、実験をつぎに述べるような 2 通りの方法でおこなった。(1). 造波機より 20m の奥に幅 50cm 高さ 70cm・厚さ 3mm の鉛直方向に可動のアルミ製反射板を設置した。そしてこの反射板の前面に、電気抵抗線式波高計を設置し、水位を測定した。(2). 長さ 20m・高さ 50cm・厚さ 3mm のアルミ製江切り板で水槽を縦断方向に幅 25cm プツに 2 等分し、一方を入射波測定用水槽、他方を反射波測定用水槽とした。反射波測定用水槽には、造波機より 20m の奥に(1)と同様幅 25cm 高さ 70cm・厚さ 5mm で鉛直方向に可動の塩化ビニール製の反射板を設置した。この反射板の前面と、江切り板に対して対称な入射波測定用水槽の対応奥に 1 台づつ電気抵抗線式波高計を設置し、それぞれ水位を測定した。今回の実験においては、反射板の前面の水位記録を各成分波の重複波の腹の位置の記録とし、入射波の水位記録と比較し、反射率を求める方法を採用した。

3. 解析方法: 解析は上記のような方法で求めた水位記録をデータレコーダーおよび A-D 変換器を用いてデジタル化し、周波数分析をおこない、各成分波の振幅および周波数を計算し、その後の解析に用いた。

4. 実験結果: 図-1 は上記の(1)の方法でおこなった実験のうち、2 つの規則波を組み合わせた合成波に含まれる各成分波の反射率 R を周期 T に対してプロットしたものである。図中で組み合わせた成分波はお互に実験で結んである。また 2 つの規則波を組み合わせる際に、波の振幅をがえて組み合わせた。図中の○印は振幅大、●印は振幅小に対応するものである。この図より明らかなように、●印の値は○印に比して $R=1.0$ よりのはずっきが大きい。この点についてつぎのような解析を進め原因の究明を試みた。写真-1, 2 は(2)の方法でおこなった実験のうち、周期 0.88 sec、振幅 2.4 cm の規則波について、オシロスコープに垂直入力として反射波水槽の水位、水平入力として入射波水槽の水位を入力ブラウン管上にリサージュ図形を描かせたものである。写真-1(a) は反射

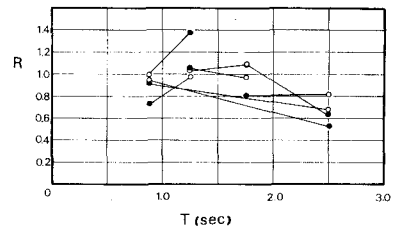
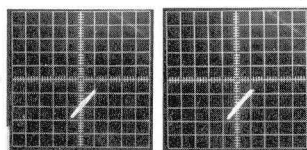


図-1 成分波の反射率

汲水槽に反射板を入れない状態のリサージュ図であり、写真-1b)は写真-1a)より20sec後の同じ記録

である。写真-2a)は反射板を入れた直後のリサージュ図であり、写真-2b)はその20sec後の記録である。これらの写真より明らかなように、反射板を入れたことにより、入射波および反射波測定用水槽の波の位相がしだいにくいちがってきている。この位相のずれを更に検討するため



規則波の反射実験における入射波と重複波の水位記録を周波数分解した結果、両者の周波数の間には微小ではあるが差がみられた。図-2は縦軸に入射波と重複波の周波数の差 ΔF 、横軸に入射波の波形こう配 H/L をとってプロットしたものである。実験に用いた規則波の周期は、写真-1, 2と同じ0.88secであった。この図より明らかなように、波形こう配が増大すると、周波数のずれが大きくなる傾向がある。しかし波は規則的に発生させたものであり、この見かけ上の周波数のずれは、入射波と反射波がかさなりあって、それぞれの波の波速が減少したことによるものであろう。また、合成波の反射実験時にも同様の現象が見られた。写真-3a), b)は写真-1と同様の方法で、4成分の合成波の反射板を入れない状態のリサージュ図を描かせたものである。写真-3a), b)により、両水槽に共振する合成波の位相は、20sec後もほとんど変化がないことがわかる。写真-4a)は反射波測定用水槽に反射板を入れた直後のものであり、写真-4b)はその20sec後のものである。写真-3, 4と比較してわかることは、写真-1, 2と同様に、合成波の反射時にも反射板を入れることにより位相差が発生している。以上のような理由で、水槽をは切り板などで仕切って反射実験をおこなう際に注意しなければならないことは、入射波と反射波の両水槽において、波の位相がしだいにずれてくることである。したがって引算回路を用いて反射波を取り出す場合は、完全反射でなくても反射率 R は見かけ上1.0より大きな値を得る可能性がある。

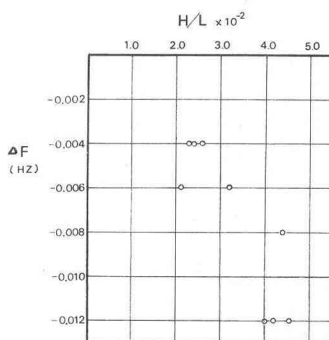
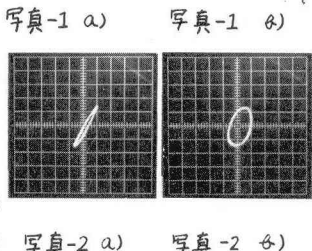


図-2 周波数の変化

また、不規則波を用いて反射に関する研究をおこなう際に、入射波水槽でもそうであるが、特に反射波測定用水槽においては、互に不規則な入射波と反射波が干渉しあうため、その成分波の波速の変化(見かけ上の周波数の変化)は非常に不規則になり、この成分波を一定の周波数と考えて周波数分解すると間違った振幅を取り出すことになって問題があると考えられる。図-1において●印で示した振幅の小さい成分波の反射率のばらつきが大きくなっている理由は、振幅の小さい成分波が振幅の大きい成分波の干渉を強くうけるため、見かけ上の周波数の変化が大きく、周波数分解をおこなっても、その振幅を正確に求めることができなかったためと考えられる。

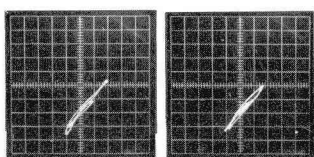


写真-3 a) 写真-3 b)

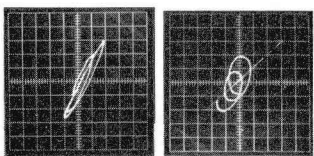


写真-4 a) 写真-4 b)