

京都大学工学部 正員 岩田雄一

京都大学工学部 正員の木村 晃

京都大学大学院 専攻員 千田哲雄

1. まえがき: この研究は Random Wave の反射特性を解明する研究の手初めとして、異なる周期をもつ有限の規則波を組合せた合成波に対して実験を行ない、その結果を検討したものである。ここでは特に鉛直かつ滑らかな面を持つ反射板による波の反射について実験を行なった。

2. 実験方法: 実験水槽は幅 50cm、高さ 70cm、長さ 27m の両面ガラス張りである。この水槽の一端に 8 口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 1/3 のこの配をもつ消波工を設け、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。今回の反射実験はつぎに述べるような 2 通りの方法で行なった。すなわち、(1)、造波機より 20m の奥に幅 50cm、高さ 70cm、厚さ 3mm の上下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縦に水槽を幅 25cm づつに 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 の奥に幅 25cm、高さ 70cm、厚さ 5mm の上下方向に可動の塩ビ製反射板を設置した。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部に 1 台づつ電気抵抗線式波高計を設置し、水位を測定した。合成波の反射の実験においては、成分波の波長がそれぞれ異なる。したがって従来用いられてきた Healy の方法は用いることができない。今回の実験においては、反射板の前面の水位記録と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て反射率を求めた。

3. 解析方法: 合成波が振幅 a_n 、周波数 f_n 、初期位相 θ_n をもった n 口の正弦波の重ね合わせたものであるとする。この合成波の水位 $\eta(x, t)$ は次式であらわされる。

$$\eta(x, t) = \sum_{n=1}^N a_n \exp i(2\pi f_n t + k_n x + \theta_n)$$

ただし、 k_n は波数である。

今、波高計の位置を $x=0$ とすると水位記録 $\eta(0, t)$ を周波数分解することにより、各周波数での振幅 a_n と初期位相 θ_n および周波数 f_n が求められる。実際の計算にあたっては、(1)の方法による水位記録は $\Delta t = 0.08 \text{ sec}$ 、(2)の方法による水位記録は $\Delta t = 0.12 \text{ sec}$ でディジタル化し、計算をおこなった。

4. 実験結果: 図-1 は(1)の方法によっておこなった

実験のうちの、2 成分の合成波に含まれる各成分波の

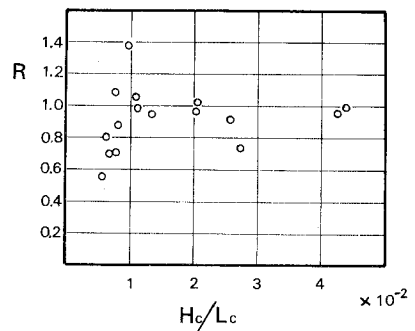


図-1 成分波の反射率

反射率 R を各成分波の波形こう配 H_c/L_c に対してプロットしたものである。この図から明らかなように、 H_c/L_c が 0.01 より小さい領域では、反射率 R が大きくばらついている。このばらつきの原因を調らべるためつぎのような解析を試みた。図-2 は前述の (2) の方法による水位記録の例で、上図は重複波、下図は入射波の水位記録である。図中の実線は実験により得られた水位記録であり、破線はこの水位記録を調和分解して得られた a_n, f_n, θ_n を用い、再合成して得られた波形である。まず入射波の下図について、実線と破線を比較すると、図中の A、C および E の部分はほぼ一致しているが、B および D の部分はよく合っていない。このことは重複波の上図についてもいえるが、A、C および E の部分について上図と下図を比較すると、上図の方が実線と破線とはあまり一致していない。これより次のことがいえる。水位記録を調和分解して得られた成分波の波高は、あくまで時間平均的なものであり、実際の成分波の波高は定常的であるとはいえないので、上述のような不一致がおこったものと考えられる。また合成波の波形が反射によりどのように変化するかを示したものが図-3 および図-4 である。すなわち、両図はそれぞれ図-2 の C および D の部分について、縦軸に重複波の水位 η_r 、横軸に入射波の水位 η_i をとってプロットしたものである。図中の矢印は時間の経過を示している。これらの図において、完全反射した場合は、こう配が 2 で原点を通る直線上に各点のゐるはずであるが、図-3 においては、その直線を長軸とする長円、図-4 においては 8 の字型をしている。したがって、これよりつぎのことがいえる。すなわち、図-2 の C の領域の波は反射時に一部位相がずれたこと、D の領域は反射によって合成波の波形が変化したことを示している。このように、反射によって合成波の波形が変化すると、この合成波の中に含まれる成分波の波高はそれに応じて変化する。これが図-1 において、各成分波の反射率がばらつく理由であると考えられる。最後にこの研究は文部省一般研究による研究の一部であることを併記する。

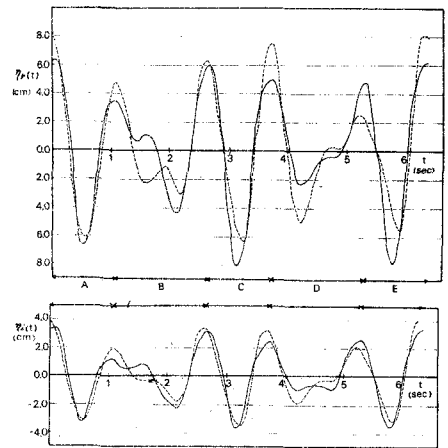


図-2 重複波および入射波の水位記録

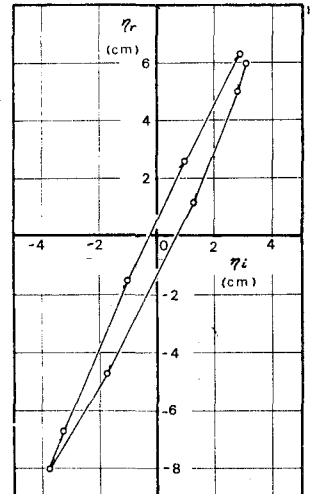


図-3 この部分の入射波と重複波の水位の相関

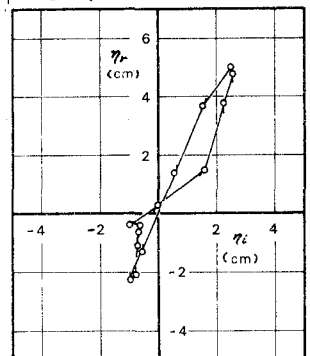


図-4 別の部分の入射波と重複波の水位の相関