

II-17 護岸に沿う走り波の研究

東洋大学工学部 正会員 本間 仁
同 上 正会員 萩原国宏
同 上 ○学生会員 吉澤 正

§.1. まえがき

護岸（直立壁）に波が斜めに入射した場合の護岸に沿う走り波、すなわち斜め重複波の波形・波速・波向など諸特性を解明するために、次の様な実験研究を行うものである。

§.2. 実験装置および実験装置

実験は、長さ11m・幅7m・深さ0.6mの水槽で、その一端にFlap-Typeの造波装置を設置したものである。

波形は水槽の中央に図-1の様に測定範囲・測点を定め、温度補正つき抵抗線式波高計により垂直壁（反射板：ラワン材）と平行方向（X軸）、直角方向（Z軸）とに分けて、電磁式シログラフ（ペーパースピード：5mm/sec）によって記録した。

流速はアロベラ型流速計を用いて、垂直壁と平行・直角各方向の水平速度を水底から2, (4, 8, 12) cm地点でZ軸上を測定した。

波動にともなう質量の輸送に関する実験研究として、垂直壁と直角方向（Z軸）の一直線上に過マンガン酸カリウムを水底におき、その後、造波して斜め重複波形成開始を0秒として、10秒おきに過マンガン酸カリウムの移動状態を写真に撮った。

なお、上記実験に用いた水波は、水深 $H = 15$ cm, 周期 $T = 0.94$ sec, 波速 $C = 108.9$ cm/sec, 波長 $L = 102.3$ cm, 進行波（入射波）の波高 $H = 5.6$ cmで図-2に示した様にトロイダ波に属する。又、入射角 $\alpha = 45^\circ$ とした。

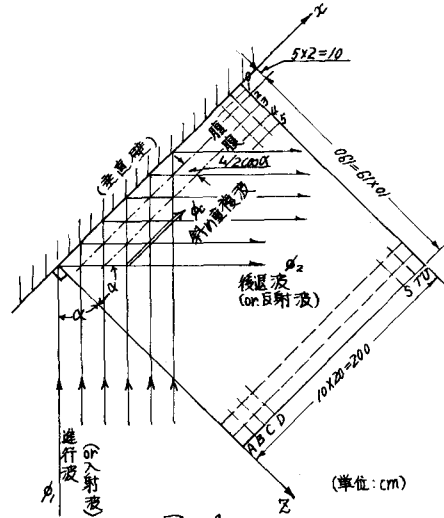


図-1

§.3. 実験結果および考察

1. 図3-(a)は斜め重複波の垂直壁に対して直角方向（Z軸）の鉛直振幅を示すものである。進行波の波長を L とすると、岸によれば斜め重複波の垂直壁より沖側への波長 L' は、 $L' = L/2\cos\alpha$ を表わされる。本実験においてのそれは、 $L' = 102.3/2\cos45^\circ = 72.4$ cm, 測定値（平均）： $L' = 74$ cmとなった。

2. 図3-(b)は流速測定結果である。○印を結んだ曲線は垂直壁に対して直角方向の流速を、△印を結んだ曲線は垂直壁に対して直角方向の流速を示す。この図から斜め重複波の垂直壁に対して直角方向の波長 L および、流速の大小が各方向ともにあり、それと相対して現れた。

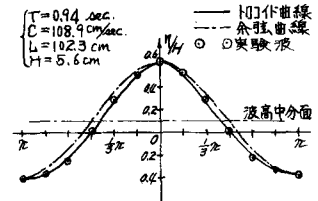


図-2

3. 図3-(C)は波動にともなう質量の輸送に関する実験結果を示す。過マンガン酸カリウムは、垂直壁に対して直角方向の垂直振幅(斜め重複波波形)の腹の位置において、X軸方向に大きく移動し、節の位置においてのそれは極小である。又、その過マンガン酸カリウムの移動方向は、波形の移動方向(X軸の正の方向)にのみである。

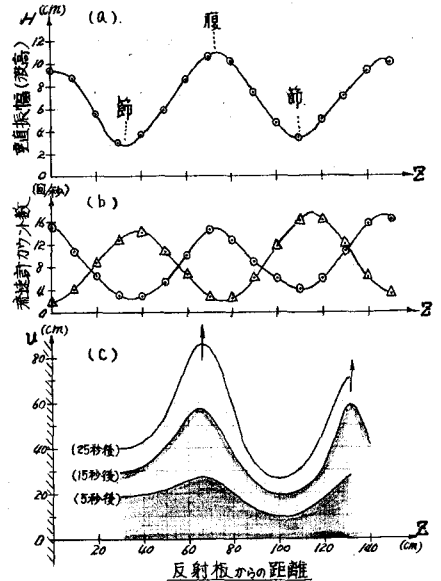


図-3

4. 図3-(A)(B)(C)を総括すると、特に図3-(A)をもとにして図3-(B)(C)の関連、すなわち斜め重複波の垂直振幅(斜め重複波波形)をもとにして、流速の大小の方向と過マンガン酸カリウムの移動方向・移動量に着目するものがある。それは、

1. 波形[図3-(A)]における節の位置での、Z軸方向への流速は最大であり、X軸方向への流速は最小である。そして、その流速の最小の方向への過マンガン酸カリウムの移動量は最小である。
2. 波形[図3-(A)]における腹の位置でのZ軸方向への流速は最小であり、X軸方向への流速は最大である。そして、その流速の最大の方向への過マンガン酸カリウムの移動量は最大である。

5. 有限振幅の浅水波の速度ポテンシャル ϕ より、斜め重複波の速度ポテンシャル ϕ_c を求めると、

$$\phi = -c\alpha + c\beta \cosh k(h+y) \sin kx.$$

$$\phi_c = -2c\alpha \sin \alpha + 2c\beta \cosh k(h+y) \cdot \sin(kx \sin \alpha) \cos(kz \cos \alpha).$$

となる。次に、斜め重複波の α 、各軸方向の水分子の流速成分 u 、 w を求めると、

$$\begin{cases} u = \frac{\partial \phi_c}{\partial x} = -2c \sin \alpha + 2c\beta k \sin \alpha \cdot \cosh k(h+y) \cdot \cos(kx \sin \alpha) \cdot \cos(kz \cos \alpha) \\ w = \frac{\partial \phi_c}{\partial z} = -2c\beta k \cos \alpha \cdot \cosh k(h+y) \cdot \sin(kx \sin \alpha) \cdot \sin(kz \cos \alpha) \end{cases}$$

となる。ここで、入射角 $\alpha = 45^\circ$ 、水深より2cm上での u 、 w を求め、それぞれの最大・最小となる位置及び方向を図示すると図-4の様になり、これと実験値の図3-(b)と比較すると、かなり相関性のあることがわかった。

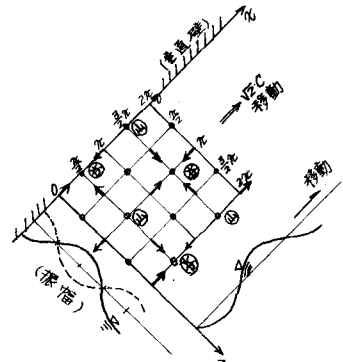


図-4

6. なお、5で記述した相関性と過マンガン酸カリウムの移動状態との相関性もうかがわれ、それらの相関性を現在解析中である。又、垂直壁の斜め重複波のみならず、壁を傾斜させた場合の斜め重複波に関する実験研究も続行中である。

[参考文献] 岸一「水理学演習(2)」: 岸 力著。(学献社)

「物部水理学」: 本間 仁・安芸敏一 編 (岩波書店) etc.