

大阪産業大学工学部 正会員 重光 世洋

大阪産業大学大学院 学生員 ○ 片岡 正明

1. はじめに

ダム決壊が起こったときや水門を急激に開放したときには、波の前面が不連続に立ち上がった波が下流へ伝播し、高い水位の波面ほど伝播速度が大きく、また進行につれて波が分散波形に移行し、場合によっては第1波の波形勾配が急となり、ある条件に達すれば碎波が起こる。こうした不連続な前面をもつ段波が進行方向へ大量の質量輸送をもたらすため下流部の橋脚や護岸などの構造物に大きな被害をもたらす。また、日本は台風の影響を受けるためリアルタイムに適切なゲート操作が必要となる。しかし、大きな破壊力をもった段波を人工的に減衰させる工法はあまりみかけない。本研究は基礎的な研究として矩形断面水路の両側に対称な横越流堰の区間を設けた場合の流れに対し、上流端の流量を増加させた場合の下流へ伝播する段波が横越流堰によってどのように変形・減衰するかを水理実験により検討を行ったものである。

2. 実験装置・方法および条件

実験装置：表-1に示すような透明アクリル製の水路を設置し、上流端より下流へ5mの地点にゲートを設け、これより下流4mの地点に種々の横越流堰長(L)をもつ対称な横越流堰を設け越流させるものである。水位計は水路中心線上に表-2に示すように計7地点設置した。

表-1 水路諸元

幅(B)	0.2 (m)
高さ	0.5 (m)
長さ	1.5 (m)

実験方法：ゲートを境として上・下流に水位差(H_s)を予め設定し、その後急激に開放して段波を発生させる。ゲートの開放は手動で一律0.3秒程度に操作した。

表-2 水位計設置地点

水位計No	設置地点
1	ゲートから下流へ1.0 (m)
2	ゲートから下流へ3.0 (m)
3	越流堰直上流
4	越流堰中央
5	越流堰直下流
6	ゲートから下流へ6.5 (m)
7	ゲートから下流へ8.5 (m)

実験条件：水路勾配は水平とし、初期下流水深(H_o)は7.2, 9.3, 11.2, 12.6 (cm)の4種類、上流側水深(H_s+H_o)は $H_s/H_o=0.2, 0.4, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 1.8$ の7種類、横越流堰長は40, 60, 80, 100 (cm)の4種類とした。

3. 実験結果と考察

(1) 横越流堰のない場合の波形の遷移変形：段波は下流への進行につれて変形し、場合によっては分散波列を形成し、波状段波となる。初期相対水深($H_s/H_o=0.4$)の場合の波形は崩れることなく増幅しながら下流へ伝播し、安定波形へ移行する。 $H_s/H_o=0.9$ の場合の波形は波の峰が不安定となって白く泡立って波頂部が碎ける崩れ波型碎波(spilling型)の形態をなして伝播する。 $H_s/H_o=1.0$ の場合では波形勾配は急増により、進向方向に波の峰を巻き込んで碎ける巻き波型碎波(plunging型)の碎波形態をなす。 $H_s/H_o=1.5$ の場合では巻き波型碎波のように碎け出し、波の峰はもはや現れず、そのまま進行して碎け寄せ型碎波(surging型)の碎波形態をなす。

(2) 第1波の段波高の透過率：図-1は第1波の段波高の透過率と越流堰長の関係について示した1例 ($H_s/H_o=0.4$) である。透過率 (H_5/H_3) は $(L/H_o) \cdot (H_3/B)$ の増大に伴って減少する¹⁾。これは越流堰長が長く、水路幅が小さいほど減衰は大きくなることがわかる。ここに、 H_3 , H_5 は越流堰直上流と越流堰直下流での第1波の段波高である。

図-2は透過率 (H_5/H_3) を $\alpha \cdot (L/H_o)^\beta \cdot (H_3/B)^\gamma$ として示した1例 ($H_s/H_o=0.4$) である。計算値と実験値の透過率を比較したものであり、計算結果と実験結果はほとんど一致しており、2変数のべき乗で表現できることがわかる。

図-3はべき数と相対水深との関係を透過率 (H_5/H_3) の場合について示したものである。 α , β および γ はほぼ2次関数で表される。 $H_s/H_o=0.9$ 近くにおいて、 α は最大値を、 β , γ は最小値を示す。このことから L と B は $H_s/H_o=0.9$ の波に対して最も支配的であることがわかる。

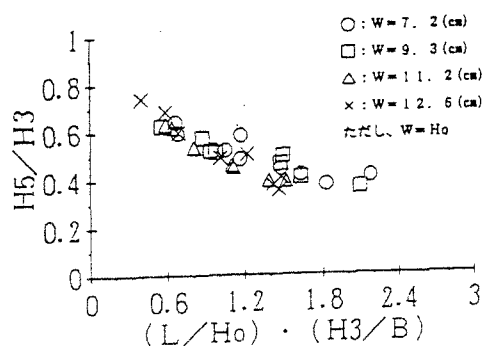


図-1：第1波の段波高の透過率

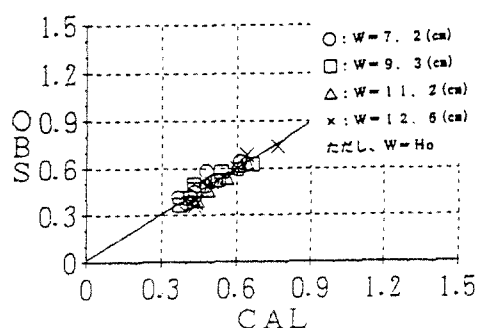


図-2：透過率の計算結果と実験結果

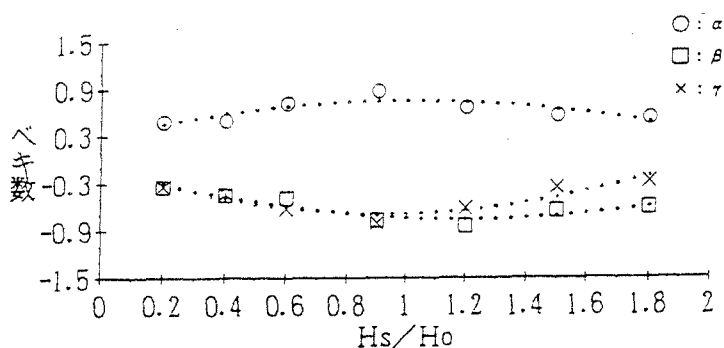


図-3：透過率のべき数と相対水深との関係

4. まとめ

初期相対水深は段波波形の遷移変形に対して支配的である。横越流堰長が長い程あるいは水路幅が小さい程、第1波の段波高の透過率が小さい。透過率は2変数のべき数で表現できる。最後に、本実験は、本学学生 福本太郎および森脇稔浩両君の協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

(参考文献)

- 1) 重光・横田・日沖：横越流による段波の変形・減衰に関する実験的研究，第49回年講，1994