

大阪産業大学工学部 学生員 ○近藤 恒生
大阪産業大学工学部 植田 真行
大阪産業大学工学部 玉木 真知子
大阪産業大学工学部 嘉津 義久
大阪産業大学工学部 正会員 重光 世洋

1. はじめに

将来、地球の温暖化による気象変化、特に雨の降り方が、瞬間的及び局地的に変化し、それに伴い河川などの水門及び堰の開閉が頻繁に行われると予想され、流量の急減急増による段波が発生する可能性がある。こういった波は、河川を上流へ伝播していく過程で増幅する場合があります、堤防を越流・決壊し洪水を引き起こす原因となる。その段波の遡上高を減衰できれば大きな災害をさけられると考えられ、段波の変形などの諸特性を基礎的に解明することを目的として水理学実験的手法により研究を行った。

2. 実験方法

図. 1 は実験装置の概略図である。横越流堰を両側対称もしくは片側のみに設けた水路に、等流の流れを作り、水路下流端に設けた遮断ゲートを急遮断することにより遡上段波を発生させ、各水路断面に設置した波高計 (ch. 1 ~ ch. 6) によって各断面の段波高を観測した。今回、水路勾配 I_0 、初期水深 H_0 および横越流幅 L_0 の条件を変え (表.1参照) 実験を行った。

表 1. 記号の説明

記号	説明	単位	備考
L	水路総配		$L=1/500, 1/1000, 1/2000$
H_0	初期水深	m	$H_0=0.072, 0.098, 0.126$ 0.158, 0.190
η_n	各断面の遡上段波高(ピーク値)	m	$\eta=1.23, 4.56$ (各断面の段波高を示す)
η_m	各断面の遡上段波高(平均値)	m	$\eta=1.23, 4.56$
ω	伝播速度	m/s	$\omega=\sqrt{gH}$
L_0	越流幅	m	$L_0=0.60, 8.10, 12.14$
B	横越流幅幅	m	$B=0.1$
Frs	段波のフルート数		$Frs=\omega/\sqrt{gH}$
X	距離	m	

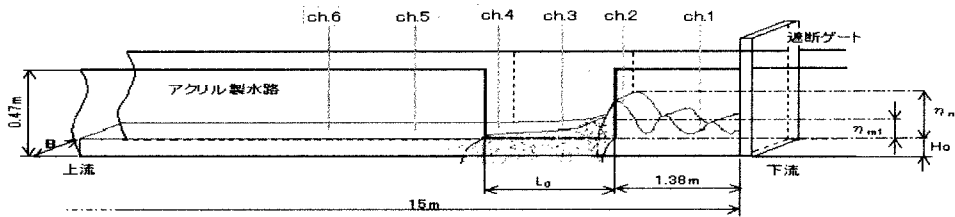


図 1 実験装置概略図

3. 碎波形態による分散波の分類

発生した初期の段波は、それからの進行に伴って分散変形を起こし、非線型分散波列からなる波状段波になる。分散により段波は最終的に安定した波状段波 (undular bore) となる場合、もしくは安定限界波高を越えて碎波する場合に分けられる。碎波する場合、その碎波状態は室田らの実験¹⁾によると段波相対波高によって分類されており図 2 の通りである。我々の実験でも同じ傾向が見られたため、碎波形態別に実験値を解析し、比較を行った。

- 1) 崩れない場合 (no breaker) $\eta_{m1}/H_0 < 0.25$ 2) 崩れ波型 (spilling breaker) $0.25 < \eta_{m1}/H_0 < 0.33$ 3) 砕け寄せ波型 (surging breaker) $0.33 < \eta_{m1}/H_0 < 0.47$ 4) 巻き波型 (plunging breaker) $0.47 < \eta_{m1}/H_0$



図 2 分散波の分類

4. 考察

図. 3は越流堰による段波高の減衰について非線形回帰分析を無次元解析した結果である。今回我々は各碎波形態別に無次元解析を行った。縦軸における変数についてFrsは段波の相対速度から算出した段波のフルード数である。水路の流れについてのフルード数Frで考えるよりもFrsを用いたほうが解析結果のばらつきは小さくなる為利用した。

1) 碎波形態による比較

横越流堰による段波高の減衰について、各碎波形態すなわち、巻き波型、崩れ寄せ波型、崩れ波型、安定型の順に相関性は上昇している。また段波がより激しく碎波するほど減衰効果が小さくなる。これは段波が碎波する過程で波のエネルギーが分散するためと考えられる。

2) 両側、片側越流堰の減衰効果についての比較²⁾

片側越流堰に比べ両側越流堰の方が高い減衰効果が得られるが堰幅の総長さが同じ場合に減衰率が同じになるわけではない。仮に no breaker の減衰率が0.3の場合について考えると、片側越流堰のみで両側越流堰と同じ減衰率を得ようとすると、約3倍の長さが必要となる。

表. 2は 減衰率 (η_4/η_2) が0.2, 0.3, 0.4の時の $L_0^* \eta_{ml}/(H_0^* Frs^* B)$ の値を示したものである。全体を見てみると、波形が安定傾向になるほど、 $L_0^* \eta_{ml}/(H_0^* Frs^* B)$ の値に差が生じる。このことから $\eta_{ml} H_0 Frs, B$ が同値と仮定すると堰幅 L_0 の総長さは、両側越流堰に対して、片側越流堰はより長い幅を必要とされることが解る。したがって、実際に横越流堰を設置する場合、効率の良い減衰工法を考える必要がある。

5. 終わりに

今回の我々の実験では矩形断面水路を用いて行ったが実際の河川は、ほとんどが台形断面のため、台形断面水路についても検討し、両者の特性を比較検討することが望ましい。

6. 参考文献

- 1) 室田 明、岩田 好一郎：段波の変形に関する研究 土木学会論文集 第160号 (1968)
- 2) 上田 昌之：水路幅と横越流部を考慮した段の遡上に関する実験的研究 (2002)

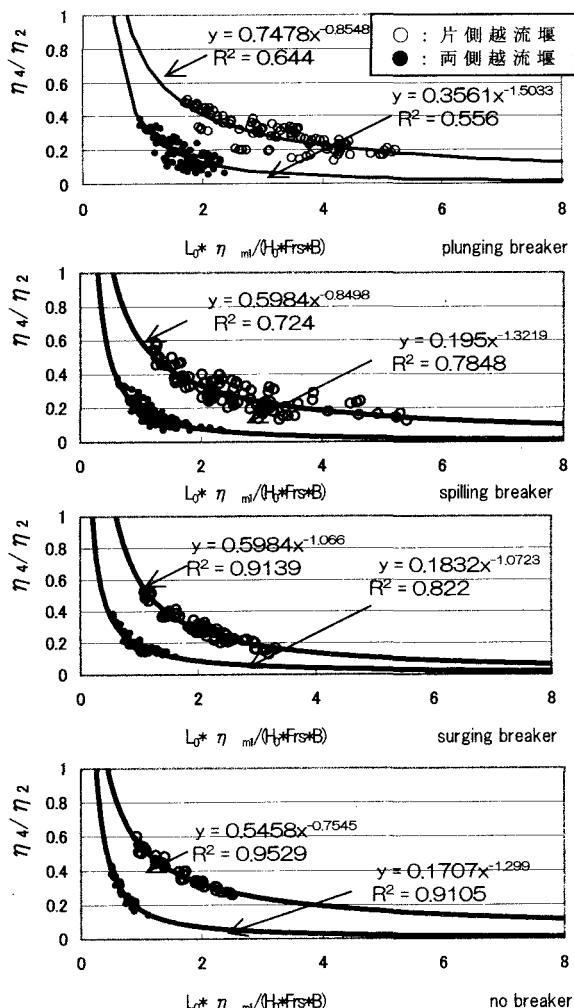


図3 横越流堰による段波高の減衰

表2 段波の減衰効果

	y	$x_1^{*1)}$	$x_2^{*2)}$
plunging	0.2	4.91	1.04
	0.3	3.06	0.79
	0.4	2.18	0.66
surging	0.2	3.98	0.66
	0.3	2.47	0.48
	0.4	1.76	0.39
spilling	0.2	2.71	0.82
	0.3	1.85	0.56
	0.4	1.41	0.43
no breaker	0.2	4.61	0.59
	0.3	2.69	0.43
	0.4	1.84	0.35

1) $L_0^ \eta_{ml}/(H_0^* Frs^* B)$ (片側越流堰)

2) $L_0^ \eta_{ml}/(H_0^* Frs^* B)$ (両側越流堰)