

II-178 跳水の水面形と流れ特性

金沢工業大学 正員 今井 悟
 金沢工業大学 正員 中川武夫

1. 緒言

跳水現象に関する研究の歴史は長く、すでに数世紀を経ている。特に自然跳水での跳水の形や流れ特性については1959年のChowによる研究が有名である。それによると跳水前の射流のフルード数 Fr によって (1) 波状跳水 (2) 弱跳水 (3) 動揺跳水 (4) 定常跳水 (5) 強跳水の五つに分類されている¹⁾。しかしこの分類は主として水路中心軸を含む垂直断面内の跳水の水面形と流速分布に基づいており、個々の跳水の特性が水路横方向の位置にどのように依存するかについては未だ明らかではない。

実験の内容は大きく波状跳水と弱跳水の二つに分かれるが、ここでは主として弱跳水における跳水の水面形、流速分布、せん断力および水位スペクトルが水路横方向の位置にどのように依存するかについて述べる。

2. 実験方法

実験は金沢工業大学水理実験室内の可傾斜型開水路で行った。水路は全長9.0m、幅0.3mそして深さが0.6mである。図1に弱跳水実験の概要を示した。波状跳水実験では、水路床に設置した長さ2.0m、幅0.3m、厚さ5mmの亚克力板後縁直後に形成される跳水を研究の対称とした。また弱跳水では亚克力板を取り除いて実験を行った。座標軸は、波状跳水では亚克力板後縁、弱跳水ではスルースゲート直下の水路床をそれぞれ原点とし、下流へX、左方へY、上方へZの正方向と定義した。測定点は、波状跳水では左右対称と考え $Y=0, -4, -8, -12$ cmの軸に沿って、弱跳水では $Y=12, 8, 4, 0, -4, -8, -12$ cmの軸に沿って、それぞれX、Z方向に任意の間隔にとった。

表1には本実験の主な水理パラメータを掲げた。

3. 結果および考察

1) 水面形

波状跳水では、図2から水深の最も深い位置は $Y = \pm 4$ cm付近であることがわかる。これは跳水が、水路両側壁から発生した水面衝撃波の交差点よりも上流側にあったためであり、もし衝撃波の交差点と同じならば、 $Y=0$ cmの位置が最も深かったであろう。

2) 流速分布

図3, 4, 5は弱跳水の水面形と流速分布を示している。これらの図から $Y=0$ cmと $Y=4$ cmでは同様の傾向がみられるのに、 $Y=-4$ cmとはかなり異なっていることがわかる。このことは、弱跳水では水面形および流速分布が左右対称ではないことを示唆している。また $Y=0$ cmの $X=278$ cm付近では表面渦が形成されているために、

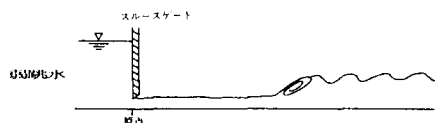


図1 弱跳水実験の概要

表1 水理パラメーター

	波状跳水	弱跳水
平均流速 $c\text{ m/s}$	65.2	109.2
平均流量 $l\text{ / s}$	4.2	7.9
$Fr = V / \sqrt{gH}$	1.42	2.27
勾配	1 / 1000	水平

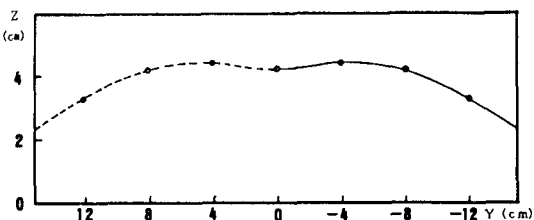


図2 波状跳水の横断水面形 ($X=42$ cm)

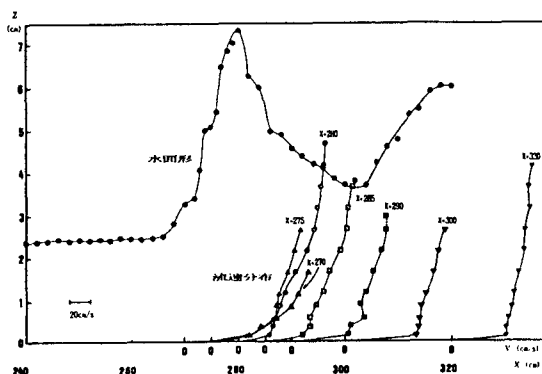


図3 弱跳水の水面形と流速分布 ($Y=4$ cm)

流速の変化が激しくなっている。

3) せん断力

図6に弱跳水のせん断力分布を示した。せん断力の値は水路幅方向には中央部で最大となり、中央から遠ざかるにつれて徐々に減少する。一方、水路縦方向には波状に増減を繰り返すことが明らかとなった。

4) スペクトル解析

図7,8に $X=295\text{cm}$ と $X=320\text{cm}$ におけるそれぞれの水位スペクトルを示した。図7より跳水付近の $X=295\text{cm}$ では、水路中央から遠ざかるにつれて低周波数領域のスペクトラムが徐々に減少することがわかる。また跳水点から40cm程度離れた図8の場合には、図7と同様な傾向に加えて1 Hz 付近に卓越周波数が存在することが明らかとなった。

参考文献 1) 水理公式集, 土木学会, PP.309

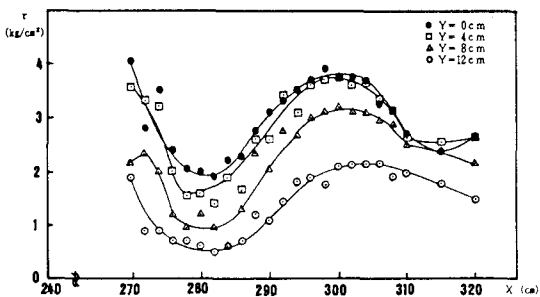


図6 弱跳水のせん断力

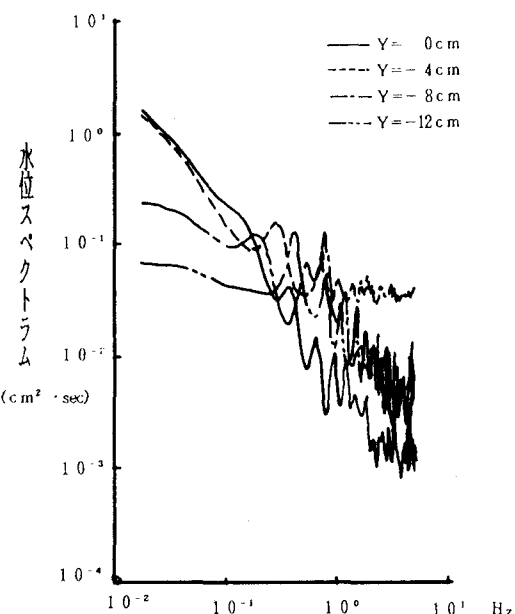


図7 弱跳水のスペクトル($X=295\text{cm}$)

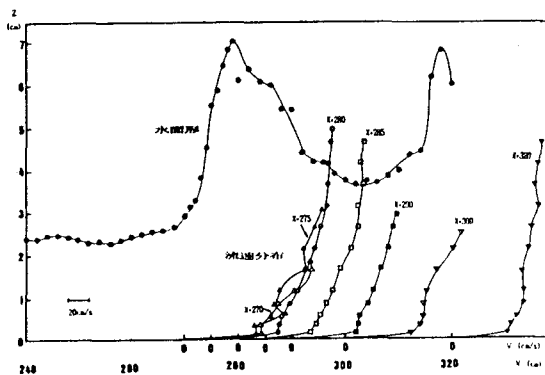


図4 弱跳水の水面形と流速分布($Y=0\text{cm}$)

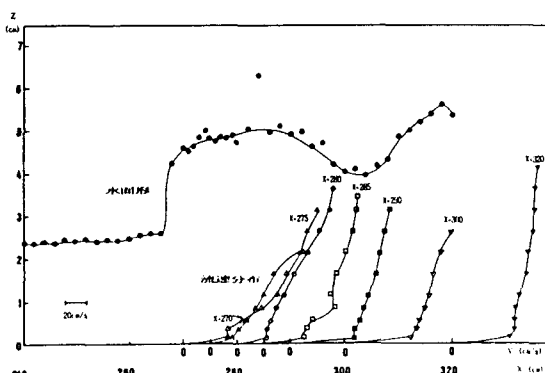


図5 弱跳水の水面形と流速分布($Y=-4\text{cm}$)

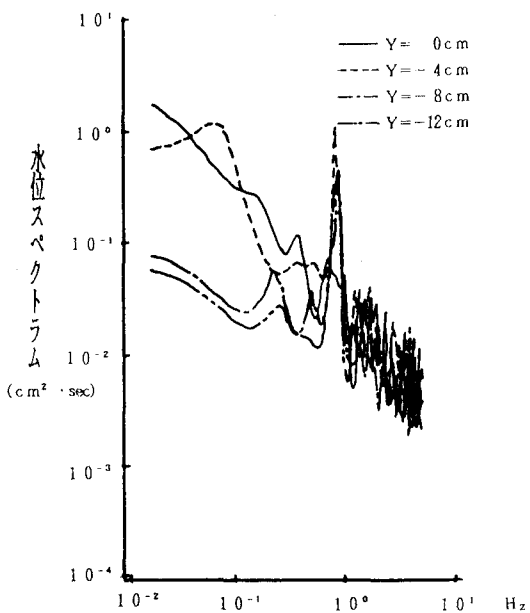


図8 弱跳水のスペクトル($X=320\text{cm}$)