

跳水における対応水深比の理論値と測定値の誤差の影響

日本大学工学部 正員 安田 禎 輔
 “ “ 藤 田 豊

まえがき 水平水路における対応水深比の理論値と測定値とは大まによく合うといわれているが、厳密に測定してみると測定値の方が理論値よりも若干小さ目となり、この差は射流側のフルード数 F_1 が大きくなればなるほど大きくなる。

本報においては、これらの測定結果と若干の考察およびこれらの差による諸計算への影響について2,3述べる。

1. 実験結果と考察

実験装置本体は透明アクリル樹脂製水路で、上流側水槽部が長さ2.2 m、高さ0.7 mで、下流側水路部が長さ2.8 m、高さ0.45 mの全長5 mの水路で、水路幅は上下流とも等しく0.20 mである。

射流水深 h_1 の調節は、上流側の水槽部と下流側の水路部の間にあるスルースゲートにより調節し、行なった実験は表-1に示したように射流水深 $h_1 = 0.007 \text{ m} \sim 0.0304 \text{ m}$ の9種類で計367個である。

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$h_1 \text{ mm}$	7.0	9.8	12.8	16.0	18.7	22.2	25.1	28.0	30.4
a	12.0	12.0	12.9	13.3	13.1	13.0	13.2	13.7	14.3

表 - 1

実験の主目的は、跳水長さ L_j に関する理論式⁽¹⁾

$$L_j = a \sqrt{h_1 h_2} \text{ ----- (1)}$$

の係数 a の実験係数を求めることであるが、本報では関連事項の表題に示す率柄について報告するものである。

図-1は、フルード数 F_1 と対応水深比 h_2/h_1 との関係で、実線は理論式

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} (\sqrt{8F_1^2 + 1} - 1) \text{ ---- (2)}$$

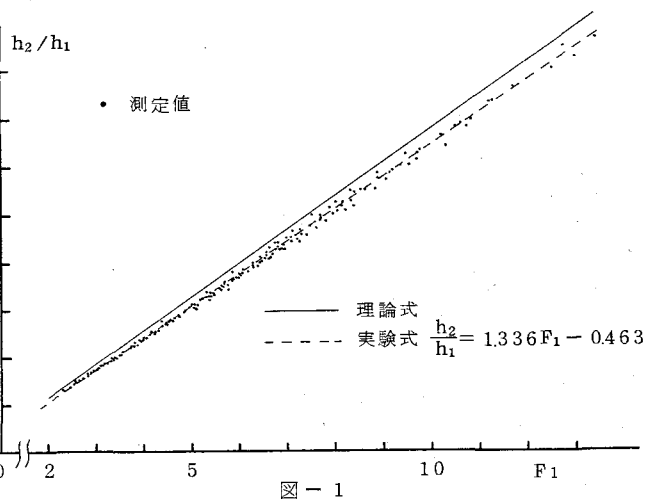
によるもので、プロットした点は測定値であり、波線が実験式

$$\frac{h_2}{h_1} = 1.336 F_1 - 0.463 \text{ ----- (3)}$$

によるものである。したがって、理論値と測定値との差は

$$\delta \div 0.0787 F_1 - 0.0371 \text{ ---- (4)}$$

となり、対応水深比を理論式(2)で計算すると必ずかではあるが、(4)式で示したような過剰誤差が生じる。



このように、理論式の方が測定値より若干大き目となる理由はいろいろ考えられるが、その最大の理由の一つは理論式(2)を壁面(河床)抵抗を無視して誘導したためで、壁面抵抗によるエネルギー損失分が含まれていないためである。

図-2~4は、 $h_1 = 7 \text{ mm}, 22.2 \text{ mm}, 30.4 \text{ mm}$ の各場合のフルード数 F_1 と損失水頭 h_L との関係である。プロットした点の内、・印は測定値、+印は

理論値であり、○印は測定値 h_1 および h_2 を用いた損失水頭の理論式

$$h_L = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4 h_1 h_2} \quad \text{--- (5)}$$

より求めたものである。ここで測定値とは測定値 h_1 , h_2 , v_1 , v_2 などを用いた損失水頭の定義より直接計算した値であり、理論値とは、測定値 h_1 , v_1 とこれらに対応する理論値 h_2 , v_2 とより計算した値である。

損失水頭の理論値と測定値との差はほとんどないが、理論値の方が測定値よりわずかに小さくなるのは図-1の結果によるものである。また、損失水頭の式(5)を用いる場合には、計算結果に大きな誤差が生じるので用いる対応水深 h_1 および h_2 の値として測定値を用いることはできない。(5)式が成立する条件として(2)式が成立しなければならぬので、用いる対応水深の値としては理論値を用いなければならぬ。

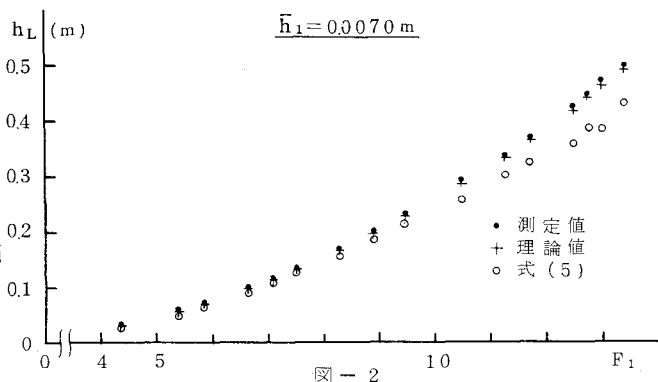


図-2

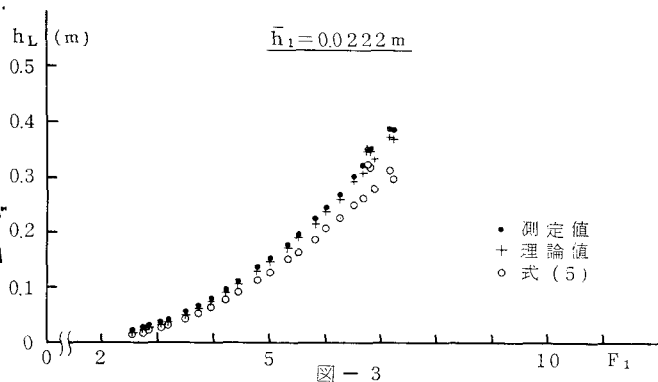


図-3

まとめ

(1) 対応水深比の理論値には、(4)式に示すように誤差が生じ F_1 が大きくなればなるほど大きくなる。

(2) この誤差の生じる原因の一つとして理論式(2)の誘導の際に壁面抵抗を無視したことが考えられる。

(3) 損失水頭の測定値と理論値との差はあまりないが、理論値の方が小さく、 F_1 が大きくなればなるほど大きくなる。

(4) 損失水頭の理論式(5)に用いる対応水深の値は理論値を用いなければならぬ。測定値を代入すると誤差が大きくなる。

(5) 跳水長の実験式には数多くの式がある。これらの式を比較する際に(2)式の関係を用いて式を比較し易い形に変形することがあるが甚だ危険である。式を比較する場合には億劫でも原式のまま比較する必要がある。

(参考文献)

- 1) 安田慎輔；跳水長の理論的解法，第28回日本大学工学部学術研究報告会講演要旨集，1985.12