II-237 跳水長諸式の比較検討

日本大学工学部 正 員○藤 田 豊
〃 〃 安 田 禎 輔

まえがき 跳水長 L_j に関しては，数多くの実験式が提案されている．これらの式によって跳水長 L_j を計算してみると，甚だしいときはその計算結果に4〜5割も差が生じることも珍しくない．このことは，跳水長の定義も明確でなく，実際に跳水長 L_j を測定することは困難であり個人差が生じるばかりでなく，表面渦の現象は複雑でわずかな水路条件の違いや，現象規模の影響を受けやすいため，当然のことと見なされ放置されているのは甚だ残念に感じる。本報においては，以上の問題点を踏まえて，本報告会で報告予定の「跳水長の理論的解法」に続いて代表的と思われる跳水長 L_j に関する諸式を比較検討し，それらの特性を調べようと試みたものである。

1. Smetana 型と Safranez 型の矛盾

Safranez と Smetana の式は，跳水長の式として我国では最も代表的な式としてよく知られている。ここでは，やや単純過ぎるかも知れないが，次のような問題を考えてみよう。すなわち (h_2-h_1) が等しいが射流水深 h_1 が異なる二つの跳水，また逆に h_2 が等しいが (h_2-h_1) が異なる場合の二つの跳水の長さを Smetana および Safranez の式で計算してみると，表－1のような結果となり，跳水長 L_j を Smetana 型あるいは Safranez 型で表現することには若干無理がある。すなわち表－1の現象(1)と(2)においては Smetana で計算した場合には L_j は等しくなるが Safranez で計算すれば当然ながら異なる。また，現象(1)と(3)に対しては逆の結果となり少なくともいずれか一方の表現型式には無理がある．h_2 どうしが等しくとも，また (h_2-h_1) どうしが等しくともフルード数 F_1 すなわち h_1 が異なれば，実際には後述するように跳水長 L_j は異なるので全ての場合について a を定数として Safranez 型 $L_j=a\,h_2$，または Smetana 型 $L_j=a(h_2-h_1)$ で表わすことはできない。よしんば両型式で表現できるとしても，係数 a は h_1 または F_1 の関数となるはずである。

	h_1	h_2	h_2-h_1	h_2/h_1	F_1	Smetana	Safranez
(1)	0.02	0.33	0.31	16.5	12	1.86	1.49
(2)	0.07	0.38	0.31	5.43	4.18	1.86	1.40
(3)	0.07	0.33	0.26	4.71	3.67	1.54	1.49

表－1　（m単位）

2. 実験結果と諸式との比較

比較に用いた式は以下の諸式である．

- Safranez (1)　$L_j=4.5\,h_2$
- 〃 (2)　$L_j=5.2\,h_2$
- Bakhmeteff　$L_j=(4.5\sim5)h_2$ の最大値
- Bradley & Peterka　$L_j=(6.1+4i)\,h_2$，$i=0$ の場合
- Smetana　$L_j=6(h_2-h_1)$
- Bureau of Reclamation　$L_j=6.9(h_2-h_1)$
- Woycicki　$L_j=(8-0.05h_2/h_1)(h_2-h_1)$
- Ivanchenko　$L_j=10.6F_1^{-0.37}(h_2-h_1)$
- Yasuda　$L_j=a\sqrt{h_1h_2}$ -----(1)

a：詳しくは文献1)参照

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h_1 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－2

図－1は，h_2 と L_j の関係であり，測定値はほぼ直線分布とみなせるが，射流水深 h_1 によってその勾配が変化している。h_2 が大きくなると諸式による計算値にはかなり差があり，測定値とも差があるが，(1)式による計算値は各場合とも測定値とほぼ一致している。

以上の事柄より，跳水長 L_j を Safranez 型で表現することは困難である。

図－2および3は，($\bar{h}_2-\bar{h}_1$)とLjとの関係であり，前図のように測定値は一応直線分布とみなせるが，射流水深$\bar{h}_1$によってその勾配などが変化している。Smetanaによる計算値は，$\bar{h}_1$=7.0 mmの場合の測定値と，Bureau of Reclamation式は$\bar{h}_1$=22.2 mmの場合の測定値に，Woycickiは$\bar{h}_1$=30.4 mmの場合の測定値と大体一致する。しかし，(1)式をのぞき各式ともそれ以外の場合には合わない。

以上の事柄より，跳水長Ljの係数を定数とするSmetana型の式で表現することは困難であり，この方法で表わそうとすれば$\bar{h}_1$の数だけの式が必要となる。

むすび

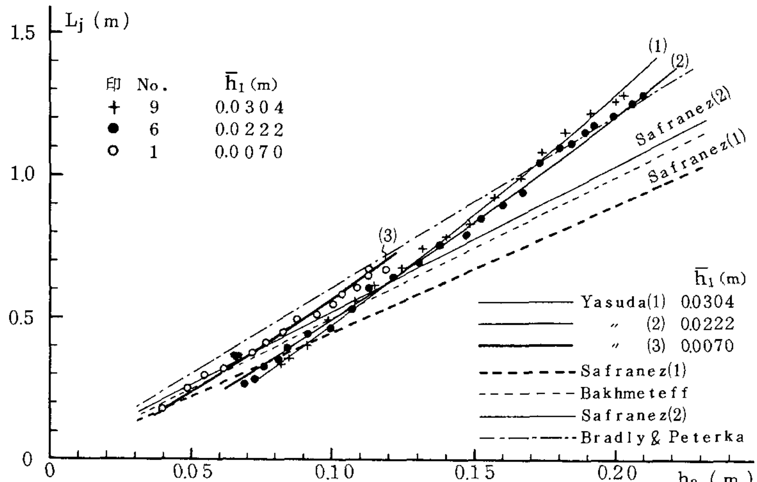
水平水路における跳水長Ljに関して，以上の事柄を要約すれば次の通りとなる。

1) 跳水長Ljを諸式で計算すると相当に差が生じ，計算結果に疑問が生じる。

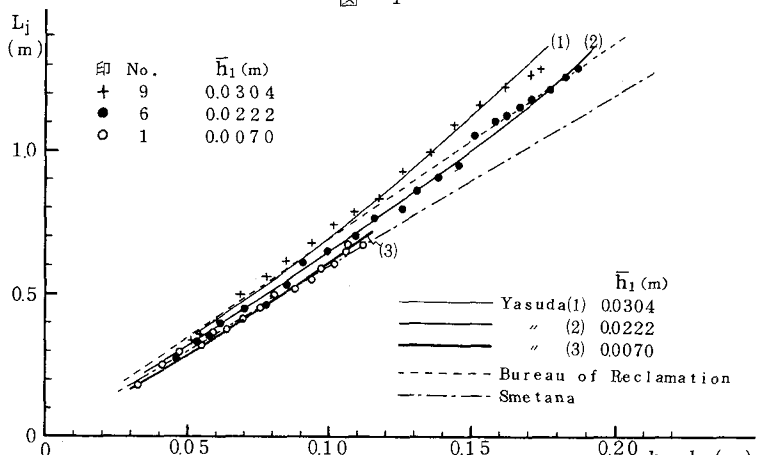
2) 跳水長LjをSmetanaあるいはSafranez型の式で表現することは困難であり適切でない。

3) 実験室規模程度の現象に対しては，ある程度計算できる式もあるが，一般的に適合する式は残念ながら目下皆無に等しい。

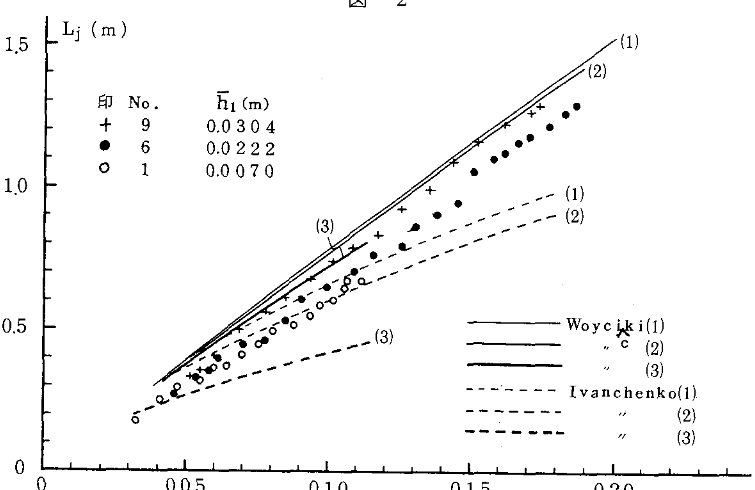
4) (1)式は，実験の範囲では全ての場合について比較的適合性が良く一般性がある。



図－1



図－2



図－3

参考文献

1) 安田禎輔：跳水長の理論的解法，土木学会第41回年次学術講演会講演概要集，1986.11

2) 安田禎輔：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.

3) 水理公式集，水理学の一般的な参考書など 計29冊