

II-101 鉛直刃形水門の縮流係数における縮尺効果と水路幅の影響について

広島大学工学部 正員 名合宏之

自由流出時の水門の流出機構を解明するためには縮流係数の特性を知ることが必要であるが、従来の実験的研究の結果ではこの値は各研究者によってまちまちである。¹⁾ この原因として縮尺効果の問題と水路幅の影響とが考えられる。著者はさらに幅が一定の水平水路において水深方向の長さの縮尺を変化させた場合の縮流係数の特性について報告した。²⁾ 本報告は縮流係数における水路幅の影響をも考慮して、水深方向縮尺を変化させると同時に水路幅をも変化させ幾何学的には3次元的に相似な模型における縮尺効果および力学的に相似な模型における水路幅の影響について考察したものである。

1. 実験装置および実験方法

実験は長さ 9.9 m、深さ 60 cm のアクリライト製水平直線水路において、水路幅を 20 cm、30 cm および 40 cm の3種に変化させておこなった。水門としては厚さ 5 mm のステンレス板を用いた。ゲート開度 a は表に示されるような値を用いた。水門からの流出状態の概要は図-1に示されるとうりであり、縮流水深 h_2 は水門下流側水路中心線に沿う水深のうち最小のものとし、これとゲート開度 a との比を縮流係数 μ とした。

2. 実験結果とその考察

i) 縮尺効果：図 2, 3, 4, 5, および 6 はそれぞれ a/B

が 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 および 0.5 の場合の縮流係数を示したものである。図中の実線は2次元ポテンシャル流

水路幅 B	ゲート開度 a (cm)							
20 cm	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	16.0	20.0
30 cm	2.0	4.0	4.5	6.0	9.0	12.0	15.0	
40 cm	2.0	4.0	6.0	8.0	12.0			

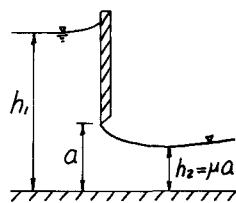
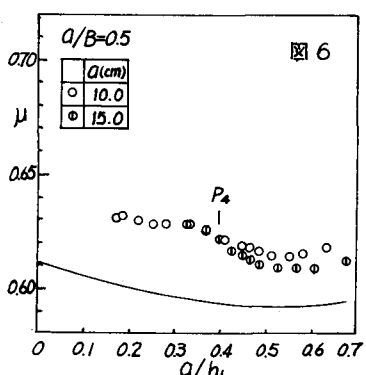
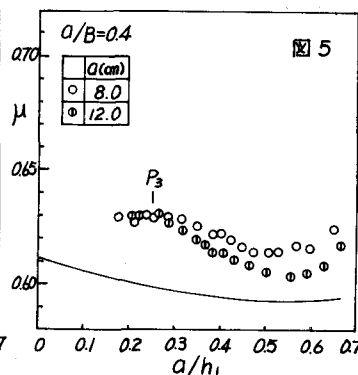
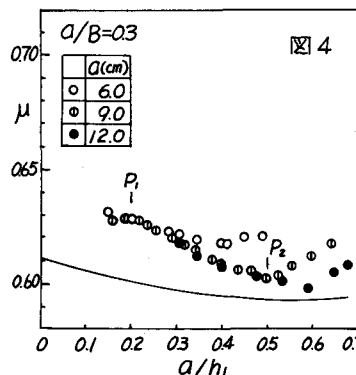
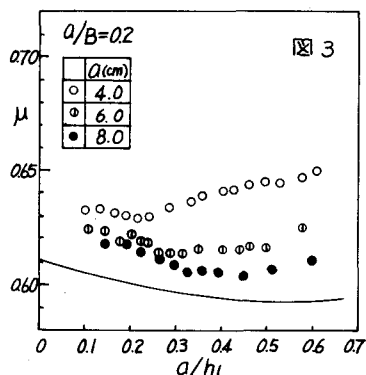
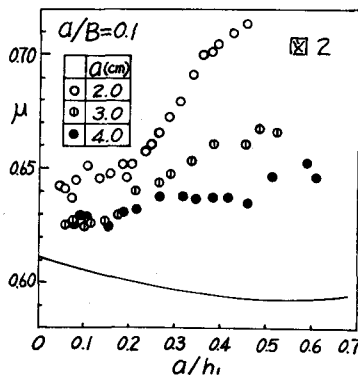


図1 水門流出図



の仮定のもとに Fangmeier と Strelkoff が得た理論曲線である。これらの図によると Q/B および a/h_1 が一定の場合、模型の大きさが変化すると縮流係数が変化し、縮流効果の存在が認められる。その傾向は模型が小さいほど、また Q/h_1 が大きいほど大きくなることわかる。縮流効果の原因としては粘性力および表面張力の影響が考えられるが、これらの影響が無視できる、すなわち実物と力学的に相似な縮流係数が得られる模型の大きさの限界を知るためレイルス数 $Re = Q/\nu B$ (Q : 流量, ν : 動粘性係数), およびウェーバー数 $W = Q/B\sqrt{\sigma}$ (σ : 表面張力) と縮流係数との関係を調べた。その結果は図7 および図8 のようである。これらの図の作成にあたっては水路幅の影響が無視できる場合 ($a/B < 0.2$ 後述) の縮流係数を用い、さらに図4.5 および6 に示されている実験値の Re 数および W 数の値を参考にした。図7. および図8. によると Re 数および W 数の小さい領域においては縮流係数は急激に変化することわかる。レイルス数 Re とウェーバー数 W の間には $Re = \sqrt{\sigma a} W$ の関係があるためこれらの図から粘性力のみあるいは表面張力のみの影響を読みとることはできない。しかし Re 数が約 10^5 以上および W 数が約 50 以上になれば縮流係数における縮尺効果はほとんど無視できると考えてよいであろう。

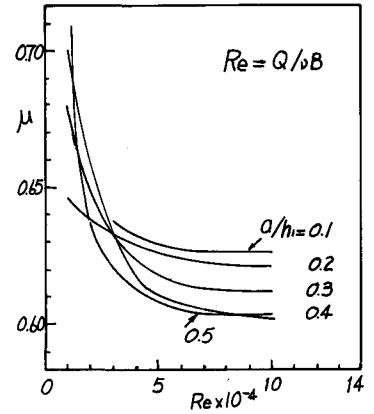


図7 $Re \sim \mu$

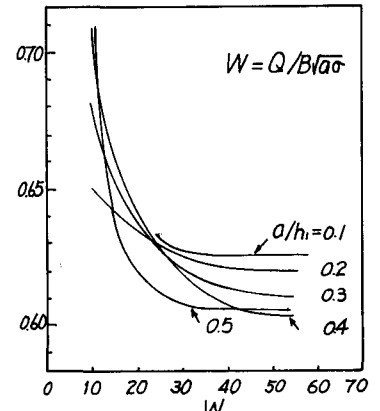


図8 $W \sim \mu$

ii) 水路幅の影響: 上に得た結果にもとづいて縮尺効果が無視できると考えられる実験値について Q/B をパラメータにして整理したのが図9である。この図によると各 Q/B について a/h_1 の全領域の値が得られていないため全体的な傾向を知ることは困難であるが Q/B に対する縮流係数の変化の程度は最大約5%程度であろうと考えられる。 Q/B が 0.2 以下の場合にはゲート開度 a を一定にして縮流係数の水路幅に対する変化を調べると(たとえば図2 および図3 における $a=4.0$ cm の場合を参照), 水路幅の影響はほとんどないことがわかった。

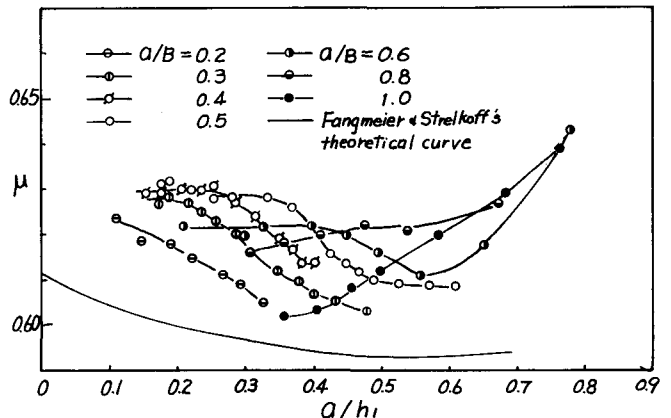


図9 縮流係数に対する水路幅の影響

- 参考文献 1). Iwasa, Y. & H. Nago : Memoirs, Fac. Eng. Kyoto Univ. Vol. XXX, Part 2 pp. 105~116, Apr., 1968.
 2). 名合英之, 堀江教 : 第20回土木学会中部支部年講. 昭. 40. 7
 3). D.D. Fangmeier & T.S. Strelkoff : Jour. EM div. Proc. ASCE. pp. 153~176. Feb., 1968.