

京都大学工学部 正員 工博 岩佐 義朗
 京都大学工学部 正員 工修 〇名合 宏之

1. 縮流係数の性質

著者らは各種水門の流出機構を解明する研究の第一歩として、図-1に示されるような水門からの流出をとりあげ、その縮流係数の性質についてつぎのような結果を得ている¹⁾。すなわち、 q_{H_0} の同じ値に対してもゲート開度 α の変化により縮流係数 μ の値が変化する。その値はすべてPajeroの理論値よりも大きく、また、ゲート開度が小さいほど大きな値を示す。そこで、ここでは、この原因について実験結果をもとにして若干の考察をおこなう。

流れ全体がポテンシャル流であるとするれば、ゲート開度 α を変化させても q_{H_0} が一定であるならば、流れの形、したがって、縮流係数も変化しないはずである。 q_{H_0} が一定で α を変化させたとき、流れの形が変化するとすれば、そこには実在する流体の特徴である粘性の影響がはいてきていると考えられる。このことは、図-2に示されているように、実験から求められた縮流係数 μ_e とPajeroの理論曲線から求められる値 μ_t との差がRe数の増加にしたがって減少していくという傾向がみとめられることから推定できる。そこで、上述のような縮流係数の傾向は主として粘性の影響によるものと考え以下に考察をすすめる。

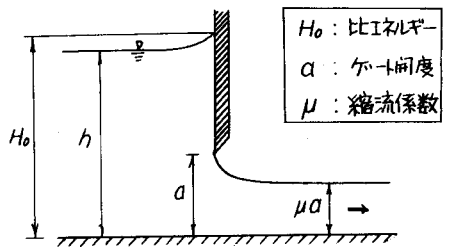


図-1 流出一般図

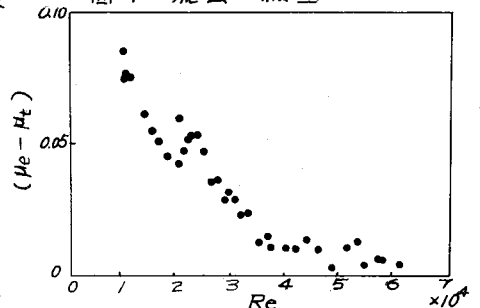


図-2 $(\mu_e - \mu_t)$ とRe数との関係

2. 水門上流側の死水域の性状

水門からの流出において、粘性の影響を大きくうけると考えられる部分としては、図-3に示されている水門上流側の死水域の部分と下流側における高速流の底面近傍とであろう。下流側底面近傍での粘性の影響については、境界層的概念を用いて解析した結果、縮流係数におよぼす影響は非常に小さいことがわかったので、²⁾ここでは、死水域の性状について述べ、つぎに、その縮流係数におよぼす影響について考察する。

従来、水門の上流側に死水域が形成されるということはよくいわれているが、その水理学的性状についての研究はほとんどなされていない。それはこの部分における水面形状が非定常な性質を示したり、流速が主流のそれにくらべて非常に小さく、また、場所によっては主流の方向と逆向きに流れたりするため、内部の流体の挙動を測定することが非常に困難であるためと考えられる。著者らは水門板近傍の流況を写真撮影によって観察し、確かに死水域の存在をみとめたが、その形状を明確にとらえることは困難であった。そこで、死水域を判定する一つの目安として、水面にあらわれるはく離点の位置を観測した。この位置の水門

板からの距離を L とし、そのゲート開度に対する比を H_0/a の関数として示したものが図-4である。图中的破線は Re 数をあらわしている。この図から、 L/a は H_0/a が一定でもゲート開度 a の変化により異なり、 a が小さくなると急激に大きくなることがわかる。また、 H_0/a が一定の場合、死水域の形状は相似的なものではなく、 Re 数が小さいほど上流側に長く伸びる性質のものであろうと推定される。

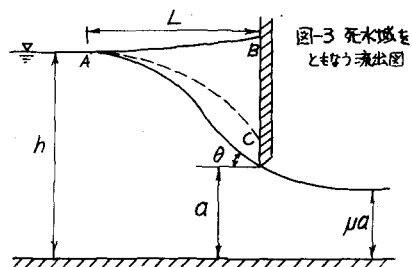


図-3 死水域をともなう流出図

3. 縮流係数におよぼす死水域の影響

Knapp³⁾は、縮流係数は q/H_0 の他に図-3に示されるような流出角 θ の関数でもあると考えている。それは θ が小さくなれば流れ全体の弯曲がゆるくなり、縮流係数が大きくなるという考え方にもとづいている。しかし、この角度 θ がどのような値を示すかについては示されていない。そこで、いま、 L/a が大きくなることは近似的に流出角 θ が小さくなることと考えると、図-3に示される実験結果から H_0/a が一定でも a が小さくなるにつれ θ が小さくなるということがわかる。死水域のこのような性質は縮流係数の性質、すなわち、 q/H_0 が一定でも a が小さくなるほど縮流係数が大きくなるという傾向とある程度説明しているものと考えられる。以上は流出角 θ が図-3に示されているような形で存在すると考えてきたが、実際の現象にみられる死水域はKnappが述べているようではなく、水門の流出端にまでおよぶということはないようである。この点に関し、インクを流して水門板近傍の流れの状態を調べてみると、水門板全面が死水域の境界面を形成することではなく、死水域は図-3において破線で示される楔形の部分ABCのような形をしていることがわかる。したがって、水門の流出端近傍においては流れは鉛直下方に向いている。このような形状を示すとしても、境界面ACが存在することが流れの弯曲の度を小さくする効果をもったため、やはり、縮流効果を減少させる。すなわち、縮流係数は流れ全体をポテンシャル流と仮定した場合よりも大きくなる。

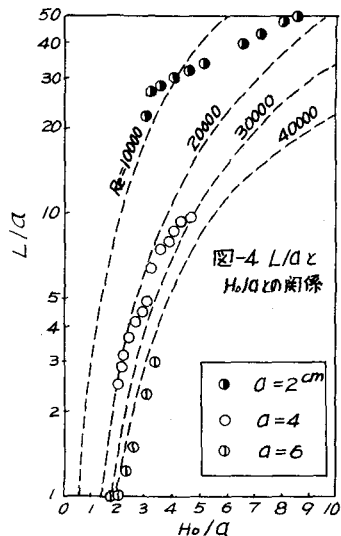


図-4 L/a と H_0/a の関係

以上、水門からの流出にともなって形成される死水域の性質とその縮流係数におよぼす影響について現象論的な検討を試みたが、今後、このような死水域の形状を実験的に確かめ、死水域が存在した場合の縮流係数について理論的な解析をおこなっていくことが必要と考えられる。

参考文献

- 1) 岩佐義朗, 名合宏之: 水平水路上に設置された鉛直水門の流出機構について, 土木学会関西支部第39年度学術講演会講演要録
- 2) 岩佐義朗, 名合宏之: 水平床面上に設置された鉛直水門の流出機構について, 土木学会 第20回年度学術講演会講演要録
- 3) F.H.Knapp: Ausfluß, Überfall und Durchfluß im Wasserbau, verlag G.Graun, Karlsruhe. 1960.