

山梨大学工学部 正会員 荻原 能男
(株)ユニテック 正会員 長谷川 友史
会計検査院 正会員 武宮 弘

1. はじめに

空気吸込渦は取水口より上部と取水管内とで流れの回転の仕方が異なることが D. F. Denny などにより実測され、図-1 のような流速分布であることがわかっている¹⁾。取水口より上部を Vortex, 取水管内を Swirl という。筆者らは取水管内に- (マイナス) 型および+ (プラス) 型の隔壁を挿入することにより、管内の Swirl を妨害し、空気吸込渦発生水深の低下による渦発生防止効果の程度を実験的に調べた。

2. 実験装置

実験装置は幅 1.20 m、奥行き 1.20 m、深さ 0.90 m の側面鏡ガラス張り正方形断面の水槽の中央から鉛直下方に内径 80 mm の取水管を引き出したものである²⁾。この取水管の中に一枚の板 (板厚 8 mm) を挿入し、断面が ⊖ 型になるようにしたもの、二枚の板 (板厚 8 mm) を十字に挿入し、断面が ⊕ 型になるものと 2 種類について、それぞれ挿入する長さ (以下侵入長という) を変えて取水管内に生ずる Swirl を妨害するようにした。

3. ⊖型隔壁と⊕型隔壁との渦防止効果の差

図-2 は横軸にレイノルズ数 $Re = Vd/\nu$ 、縦軸にかぶり水深比 H/d をとって、隔壁のない場合と隔壁のある場合とで空気吸込渦の発生する最大水深 (以下渦発生水深という) がどのように変わるかを示したものである。ただし、 V は取水管内の实流積部分の平均流速、 d は取水管内径、 ν は水の動粘性係数、 H は図-1 に示すかぶり水深である。この空気吸込渦発生水深比 H/d はレイノルズ数 Re の増加とともに増加するが、これを実験の範囲内で平均して、平均かぶり水深比 $(H/d)_{mean}$ と隔壁の侵入長 L との関係を取水管隔壁形式別に示したものが次頁の図-3 である。これらの図から隔壁のない場合に比較して ⊖ 型隔壁、⊕ 型隔壁の順に渦発生水深を低下させる効果があることがわかる。

4. 隔壁侵入長と流量が渦発生水深におよぼす効果について

次頁の図-4 は図-2 と同様に横軸にレイノルズ数 Re 、縦軸にかぶり水深比 H/d をとり、⊕ 型隔壁の侵入長による渦発生水深の変化を調べたものである。この図から、流量の少ない低レイノルズ数のときは隔壁侵入長 L が長いほど空気吸込渦が発生しにくいことを示し、流量の多い高レイノルズ数のときは侵入長 L がある値をこえて長くなると空気吸込渦が発生しやすくなることを示している。この傾向は ⊖ 型隔壁でも同じである。

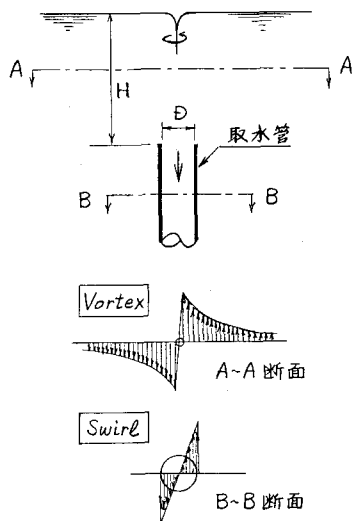


図-1. Vortex と Swirl

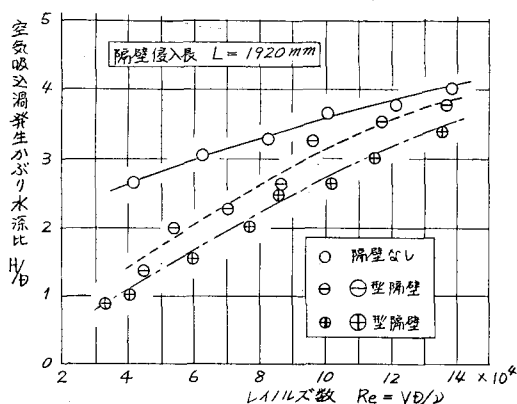


図-2. 隔壁の種類による渦発生水深

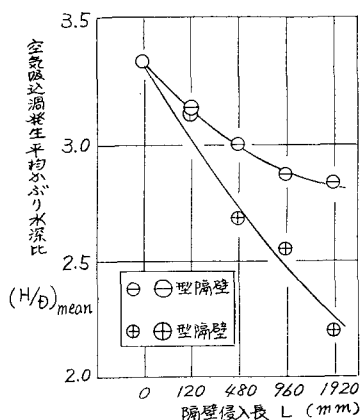


図-3. 隔壁侵入長と平均渦発生水深

そこで、この効果をより明確にするために隔壁のない場合の渦発生水深 H_0 に比較して、隔壁のある場合の渦発生水深 H がどの程度低下するのか、 $\Delta H = H - H_0$ とその差をとって図示したのが図-5である。

⊖型、⊕型ともレイノルズ数が低い値 ($Re < \text{約} 70000$) のときは侵入長が長いほど隔壁のない場合に比較して渦発生水深が低下しているが、レイノルズ数が高い値 ($Re > \text{約} 100000$) のときは侵入長が長くなるにしたがって最初は渦発生水深を低下させるが、ある限度をこえて侵入長が長くなると逆に渦発生水深が増加する傾向にある。

これらの原因について筆者らは次のように考える。

- (1) Swirl と Vortex とは相互に依存し共鳴する。
- (2) Vortex は隔壁によって仕切られた空間の一つに侵入し、その部分に Swirl を発達させる。
- (3) 取水管内隔壁は Swirl を妨害し、その強さを弱めるが流量の増大によって、それなりに強くなる。
- (4) 侵入長が非常に長いと、流量が小さいときには Swirl はできにくい、流量が大きくなると隔壁の影響をあまり受けずに Swirl は相当程度まで強くなる。
- (5) 侵入長がある程度の長さ (本実験では $L = 480 \text{ mm}$, $L/d = 6.0$) のときには隔壁と管壁によって囲まれる空間に生ずる Swirl は流量の増加とともに、それほど強くない。このことは隔壁部分が尽って、仕切られた空間を各々流下してきた流れが合流するとき、Swirl が乱れて、その発達を阻害するためである。

5. 引用文献

- 1) D. F. Denny and G. A. J. Young ; The Prevention of Vortices and Swirl at Intakes. 7th Congress of IAHR (1957), pp. C1-1 ~ C1-10
- 2) 萩原 能男; 空気吸込渦に関する研究, 土木学会論文報告集 215号 (1973), pp. 15 ~ 25

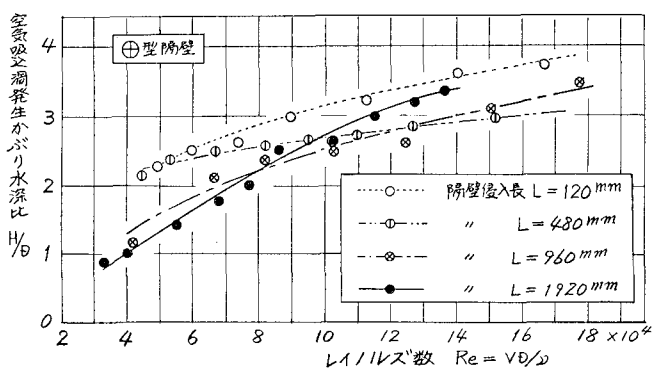


図-4. レイノルズ数を考えた隔壁侵入長の効果

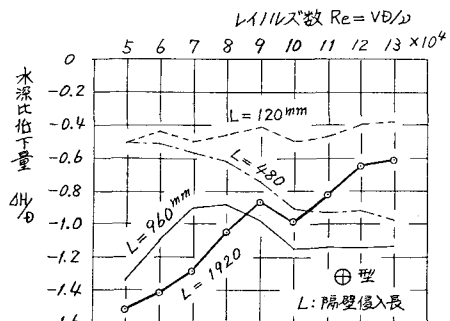
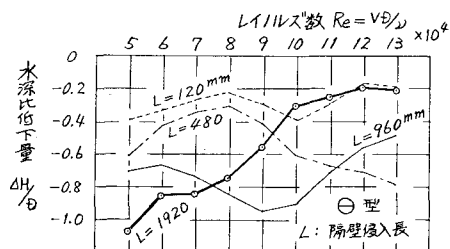


図-5. 隔壁のない場合に比較しての空気吸込渦発生水深の低下量と流量 Q の関係