

# II-150 空気吸込渦発生防止に関する実験的研究

山梨大学工学部 正員 萩原能男  
山梨大学大学院 学生員 ○黒羽公明

1. はじめに、貯水池などの取水口附近に生ずる流出渦、特に、比較的水表面近くから取水する際に生ずる空気吸込渦に注目し、工学的見地から効果的防止方法を考え、その効果を実験によって確かめ、ここに報告する。本報告では「流出渦の発生原因は水面にある」という観点から、水面の流れを抑制する筏を浮かべるとともに、周辺回転流を阻止する目的で板を入れる方法と採用した。

2 実験装置及び実験方法 実験水槽の概略は図-1に示す通りである。流量及び水深の調節は、流入量調整バルブ及び流出管末端に取付けた有孔キャップによった。予備実験を行ない、渦現象は非常に不安定であり安定渦を得るまで30分以上を必要とするところ、及びベルマウス状呑口の方が、シリンドー状呑口より渦が発生しやすいことを確かめ、 $\phi 60\text{mm}$ のベルマウスを採用した。防止策である筏は木製の1cm角材で組立て、角材間の絶間隔を格子間隔とし、2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15cmの9種を用意した。筏は、取付装置によって格子と呑口の中心を一致させ、水平方向は固定し鉛直方向は自由に動けるようにした。また、図-2に示すように透明アクリライト板(800x690x2)も補強し、取付装置で放射状に1, 2, 4枚と入れる3種の組合せを採用した。有孔キャップは、渦防止策をしない場合に対し $\phi 30 \sim 70\text{mm}$ (5mm間隔)の9種、筏に対し

$\phi 50 \sim 70\text{mm}$ の5種、板に対し $\phi 35 \sim 70\text{mm}$ の8種を用いた。実験方法は各々の筏あるいは板の組合せに対して有孔キャップを順次交換することで水深を変化させながら、データ

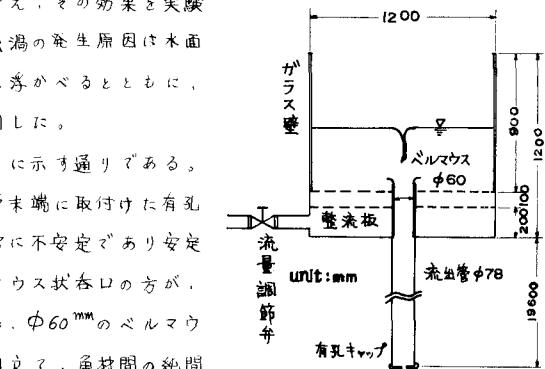


図-1 流出渦実験装置

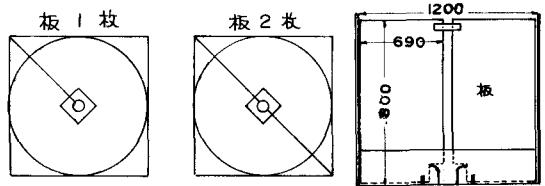


図-2

表-1

渦型	記号	形 状
A	●	水面に回転なく渦なし
B	○	回転とくぼみが継続するが、空気吸込なし
B <sub>(C)</sub>	□	筏を取付けた時に発生し小気泡を吸込む
B <sub>(C)</sub>	▼	Bであるが時々先端が切れて気泡を吸込む
C	●	常に空気を吸込む渦
D	○	空気を吸込まない管上の渦
E	△	空気を吸込む管上の渦
F	●	回転なく落ち込む

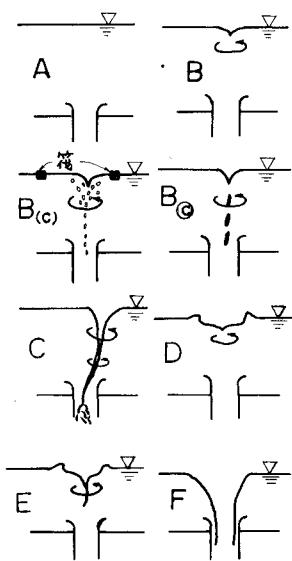


図-3

(渦形状、回転方向、かぶり水深、流量、水温等)を得た。また、各種の渦を表-1及び図-3の様な形式に定めて、分類した。

3. 実験結果、空気吸込渦(C型渦)発生防止効果の判定をするのに、無次元量 $h/D - Re$ ,  $h/D - Fr$ を整理した。ここに、 $h$ ：かぶり水深、 $D$ ：流出管口径 $Re$ ； Reynolds number =  $VD/\nu$ ,  $Fr$ ； Froude number =  $V/\sqrt{gh}$ である。図-4 図-5は渦防止をしない場合である。格子間隔2cm, 15cmの筏と板1枚の $h/D - Re$ を図-6,  $h/D - Fr$ を図-7に示す。図中の曲線は、C型渦の

$h/D_{\max}$  と B 型渦の  $h/D_{\min}$  から最小自乗法で得た実験式である。図-4 の曲線は、Denny Curve<sup>1)</sup> と呼ばれ比較のため図-6 に点線で示す。筏の格子間隔と C 型渦発生限界の関係を図-8 に示した。

(1) 筏の効果 C 型渦と B 型渦の発生境界をみると、 $h/D - Fr$  よりも  $h/D - Re$  の方が一層明確に筏の効果がみられる。格子

間隔の狭い方が効果的であり、小流量になるにつれ格子間隔の差は渦発生にあまり影響しなくなる。

(2) 板の効果 枚数の増加による発生領域の変化は、ほとんど認められなかったので、1枚の場合のみについて示した。また、C 型渦の発生はほとんど見られず、筏より防止効果は大きかった。

4.まとめ 筏や板は、空気吸込渦発生防止効果を持つことが明らかになった。筏は、格子間隔の狭い方が有効であり、特に大流量の際は著しくその効果が表われる。さらに、筏を水面に浮かべた時よりも、少し沈めた時の方が一層効果的なることもわかった。しかしながら小流量の時にはそれほど差はない。また大流量では多量の気泡の吸込が認められ、完全な空気吸込防止効果と筏に期待できない。板の場合は、枚数の違いによりその差を特に認められなかつたが、1枚だけでも充分その効果が発揮され筏よりも有効である。今後、空気吸込渦の発生限界や防止対策について、さらに実験検討を重ねていくつもりである。

最後に、笠原俊男（神奈川県方）佐野茂（東亜建設）両氏の御協力に感謝の意を表します。

#### <参考文献>

- 1) D.F. Denny An experimental study of air entraining vortices in pump sumps Proc. Instn. Mech. Engrs. Vol. 170 No. 2 1956
- 2) K.T. Zanker Some hydraulic modelling techniques 同上 Vol. 182 Pt. 3M 1967~68
- 3) E. Levi Experiments on unstable vortices Proc. ASCE Vol. 98 EM-3 1972

4) 笠原能男 空気吸込渦に関する研究 土木学会論文報告集 No. 215. pp. 15~25 1973-7

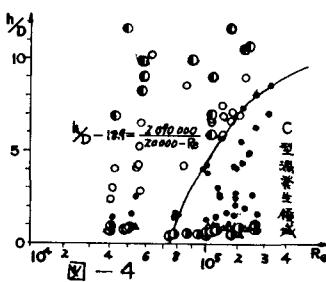


図-4

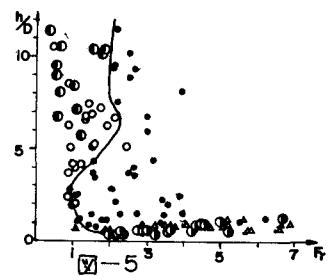


図-5

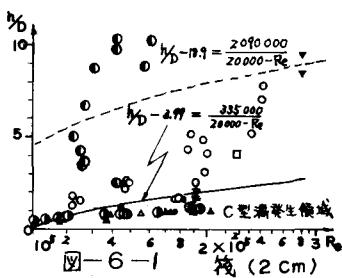


図-6-1 筏 (2 cm)

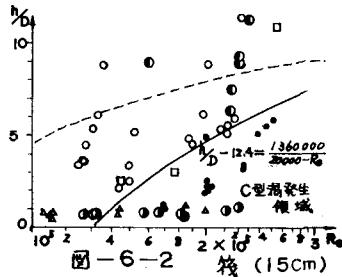


図-6-2 筏 (15 cm)

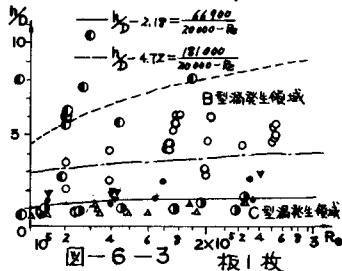


図-6-3 板 1 枚

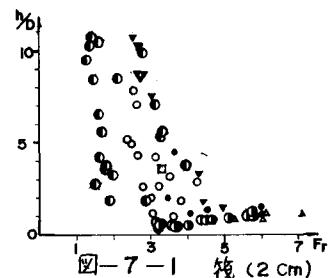


図-7-1 筏 (2 cm)

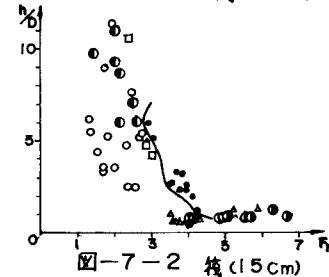


図-7-2 筏 (15 cm)

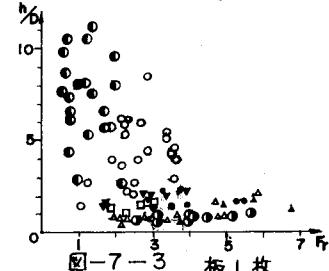


図-7-3 板 1 枚

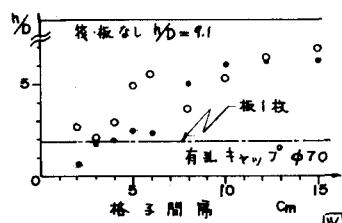


図-8