

II-165

空気吸込渦の発生と隔壁装置との
関係について

山梨大学工学部 正員 宮沢 直季

山梨大学工学部 正員 荻原 能男

1. はじめに

空気吸込渦の発生に伴う振動などが管路およびその他の水理構造物に悪影響を及ぼすことから、流出渦の発生や安定性についての研究は工学的に重要な課題である。著者らは空気吸込渦の防止策である隔壁装置について研究を進めている。本研究では、流出渦の形態変化を連続的に記録して検討したいという方針で、コンピュータを用いた記録方法によってデータを収集・処理した。そして、自己相関の概念を導入して、流出渦の発生に周期性・規則性があるかどうか、また、発生した流出渦の形態の割合と流量、水深などの関係について調べ、空気吸込渦の発生と隔壁装置との関係について検討した。

2. 実験概要

表-1 渦形態の分類

分類用 英記号	分類用 数字	分類説明
N	0	水面に変化がない状態からくぼみ発生まで
A	A+	くぼみが発達し空気核が確認でき反時計回り
	A-	くぼみが発達し空気核が確認でき時計回り
B	B+	空気がちぎれながら断続的に吸い込み反時計回り
	B-	空気がちぎれながら断続的に吸い込み時計回り
C	C+	反時計回りの空気吸い込み渦の発生
	C-	時計回りの空気吸い込み渦の発生

実験装置については、文献1)に詳述してあるのでここでは省略する。取水管内に設置する隔壁装置の断面形状は、原型の○型、隔壁を1枚挿入した一型、2枚挿入した+型である。実験では、時間的に継続して観測し、連続した渦形態のデータを求めた。その渦形態を表-1に示す。実験方法は、取水管に種々の隔壁を挿入し、それぞれに対し流量およびかぶり水深を変えて、そのときの発生渦形態を観察した。実験時間は1,200秒とし、コンピュータを用いて渦の形態を1秒ごとに時間的に連続して記録した。

3. 実験結果と考察

図-1は、代表的な渦形態の時間的変化を示した図である。有効キャップ直径 $\phi = 6.0 \text{ cm}$ （流量 $11.4 \sim 9.96 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ ）、かぶり水深 $H = 16 \text{ cm}$ で隔壁装置の形状○型、一型、+型の場合である。渦形態の時間的連続データだけでは渦形態の性質がよくわからない。そこで、不規則な変動を呈している実験データに周期性

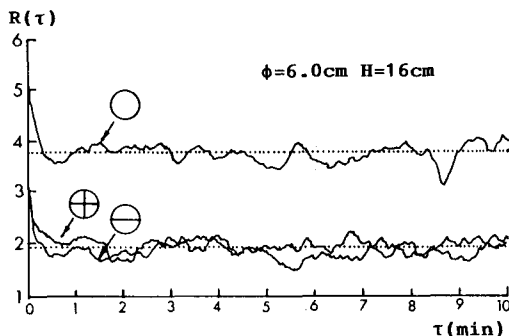


図-2 自己相関関数

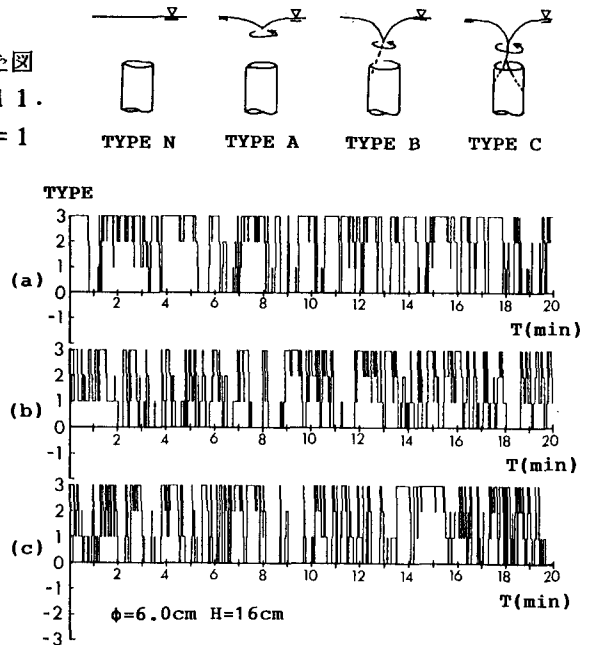


図-1 渦形態の時間的変化（実験データ）

(a)○型断面 (b)一型断面 (c)+型断面

があるかどうかを調べるために、自己相関関数をとったものが図-2である。自己相関関数 $R(\tau)$ は、不規則に変動する量を $x(\tau)$ とすると次式のように表される。

$$R(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) x(t+\tau) dt \quad (1)$$

この図において、点線は元の変動の平均値の二乗の値であり、また、実験データがC型渦（空気吸込渦）のみであれば、 $R(\tau)$ は全範囲で $R(\tau) = 9$ であり、B型渦のみであれば4、A型渦のみであれば1となる。この図から、 τ が10～30秒までに $R(\tau)$ は急激に低下しており、その後は点線を基準として変動しているが、この基準値に収束するような様子はみられない。このような変動の仕方はほとんどのデータにおける自己相関関数に見られる。このことから、渦形態の変化には持続性がなく顕著な周期成分も含まない偶発的な変動と考えられる。

図-3は、隔壁装置別にかぶり水深の変化に対する各自己相関関数の平均値の変化を示した図である。この図から、流量が減少するにつれて $R(\tau)$ の平均値のピークは減少し、それに対するかぶり水深も低下する傾向をもつ。隔壁装置別に比較すると、 $R(\tau)$ の平均値の変化はかぶり水深の変化に対し似たような傾向を示すものが多く、渦の発生傾向は隔壁装置の有無、種類に関係しないと考えられる。

図-4は、C型渦の発生割合における相対水深とレイノルズ数の関係を隔壁装置別に示した図である。この図から、各断面形状とも渦が発生している相対水深とレイノルズ数の範囲はあまり変わっていない。しかし、断面形状で比較してみると○形断面では $Re = 7 \times 10^4$ 辺りから相対水深が3.0以下で発生割合25%～50%のデータが現れているが、一型、+型断面では $Re = 8 \times 10^4$ 以上で同じ割合のデータが現れており、わずかであるが隔壁装置の効果が現れている。また、その効果は一型隔壁よりも+型隔壁の方がやや高いようである。このことから、隔壁装置の効果は空気吸込渦の発生水深を浅くする効果よりも発生する割合を抑制する効果があると考えられる。

謝辞

最後に、実験と計算に尽力頂いた卒業生・雨宮研、河西正樹、沼野克史3氏に謝意を表す。

参考文献 1) 荻原能男：土木学会論文報告集，第215号，pp15-25（1973）

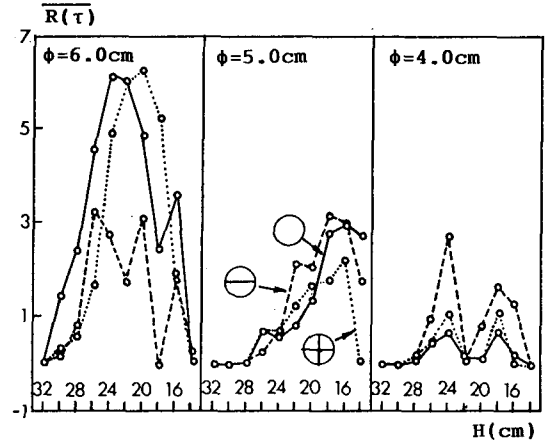


図-3 かぶり水深Hに対する自己相関関数の平均値 $\overline{R(\tau)}$ の変化

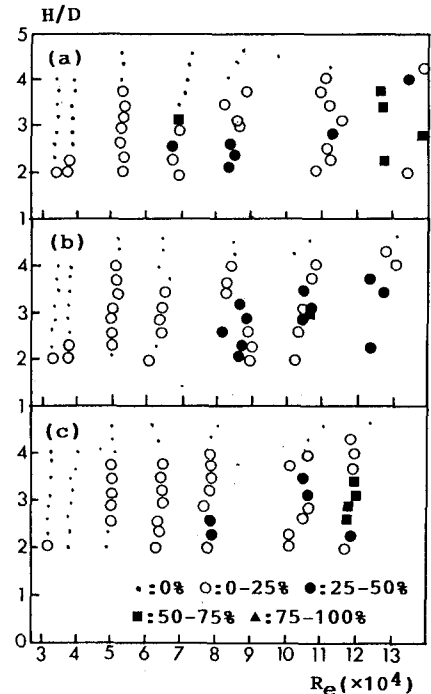


図-4 相対水深とレイノルズ数の関係（C型渦）
(a)○形断面 (b)一型断面 (c)+型断面