

流れを受ける場合の空気防波堤の気泡噴流の性質

京都大学工学部 正員 岩垣 雄一, 正員 ○ 浅野 敏之

1. はじめに 感潮河川域での風波の消波には、流れを妨げることなく、また航行する船舶の支障とならない点で、空気防波堤が適用できればきわめて有効となる。しかし流れによって気泡噴流の性質や消波性能が変化することが予想され、こうした水域への適用にあたっては、この問題に対する解明が不可欠である。本研究は流れによる気泡噴流の性質の変化を、水面に形成される水平流の流速変化を通して考察するもので、室内実験と、実際に設置が検討されている現地での実験の結果とを整理し検討したものである。

2. 実験水槽での測定 a) 実験の概要 実験は長さ27m、幅50cm、高さ70cmの循環流発生装置の付いた造波水槽を用いて行った。実験条件は空気量について3通り、流れの流速は流れなしの場合を含めて4通りに変え、合計12ケース行った。水深は60cmで一定である。水平流の流速測定は25mm径のプロペラ流速計を用

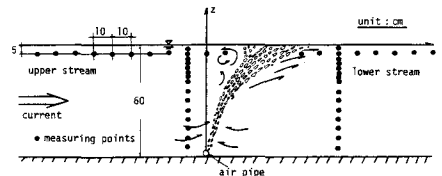
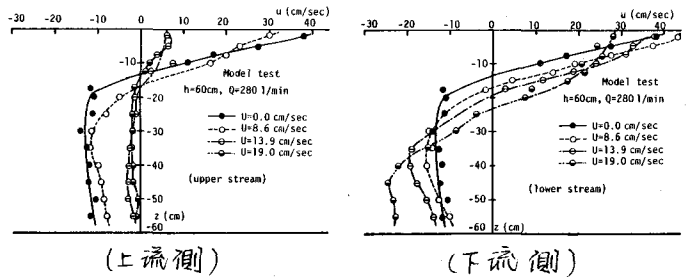


図-1 実験の概要

い、まず10cmピッチで水面下5cmの流速を測定し、流速が最大となる位置で鉛直方向の流速測定を行った。実験はまず空気を供給しない状態で流れの流速を測定し、次に空気を放出させて流速測定を行い、両者の流速の差をもって気泡噴流が形成した水平流速とした。

b) 表面水平流の流速分布 気泡噴流が形成した水平流の鉛直分布を図-2に示す。図より上流側では流れの流速の増加とともに、表面水平流および下部のもどり流れの流速が小

さくなることがわかる。一方、下流側では流れの流速の増加とともに、表面水平流の流厚が増加し、流量は大きくなるが、水平流の最大流速は必ずしも増加しないようである。次に図-3は、表面水平流の水平方向分布を示したもので、上流側では流れの流速が増加するにつれて、大きな水平流速の得られる範囲が狭くなるのに対し、逆に下流側では流れがある場合には流れがない場合より広い

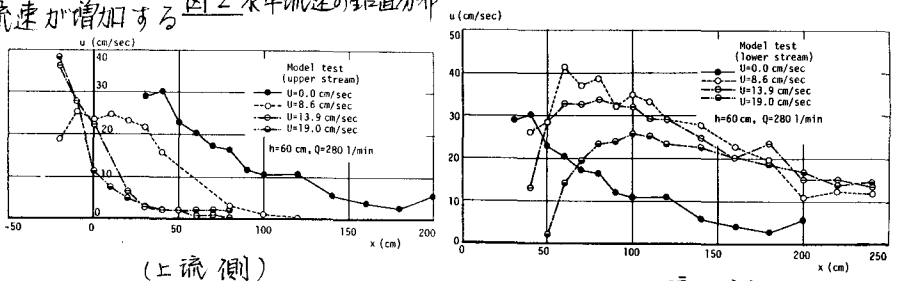


(上流側)

(下流側)

図-2 水平流速の鉛直分布

図-3 表面水平流の水平方向分布



(上流側)

(下流側)

範囲で大きな水平流が得られていることがわかる。しかし水平流速の極大値については流れによる変化の様子は明らかでなく、下流側では流れの流速の増加とともに、いったん増大したあと、逆に減少する傾向が見られる。

3. 現地観測の概要 観測を行ったのは東京都の荒川の支流にあたる川幅115mの放水路で、水域内の流況は東京湾の潮位変動と上流からの河川流出に支配され、最大で約12m/secの流速記録が得られている。空気防波堤は河床に長さ36.4mにわたって施設され、その設置水深は潮位とともに変化するが、平均で約4mである。測定は電磁流速計を用いて行った。実験室での測定と同様、河川流をまず測定し、次いで空気を放出させた場合の流速を測定して、両者の差を気泡噴流が形成した水平流速とした。河川内の流れは潮位変動にもとづくために、測定中も時間とともに変化する。そこで河川流の測定を本測定の前後に行い、その時間的変動を考慮して、気泡噴流による水平流速を求めることにした。観測結果の1例を図4に示す。

4. 流れによる表面水平流の性質の変化に関する検討

として、流れがない時に空気量 Q_0 を供給した場合の水面上の水平流速 U_0 との比 U/U_0 を用いた。ここで U_0 は次式で表わされる。 $U_0 = 1.22(1 - \frac{0.075}{h'})\sqrt{gQ_0}$ ここに g は重力加速度、 h' は気泡管の設置水深(m)である。水平流の特性を代表するものとして、場所的な水平流速の最大値 U_{max} と、表面水平流の流量 $Q_s = \int_{-d}^d U dz$ をとりあげた(d は水平流の流厚)。上記の諸量を用いて、

実験室と現地での測定結果を整理したものが、図5~図8である。これらの図より、水平流速の最大値も水平流の流量とともに、上流側と下流側の平均値に関する限り、流れが大きくなると低下することがわかる。また実験室の結果では、下流側の結果は上流側より常に大きく、流れによって下流側では水平流の流量は流れのない場合より増加するようであるが、現地のデータからはこれらの特性を見出すことができない。

流れの流速 U に対する無次元量

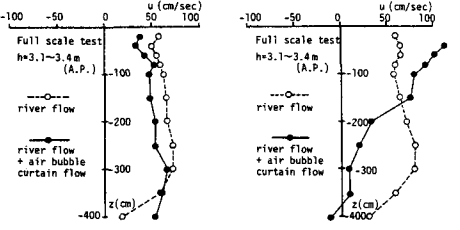


図4 現地観測結果の1例

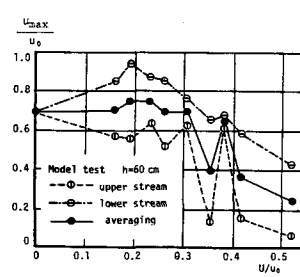


図5 水平流の表面流速と河川流速の関係 (室内実験)

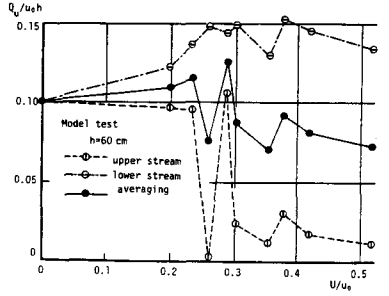


図6 水平流の流量と河川流速の関係 (室内実験)

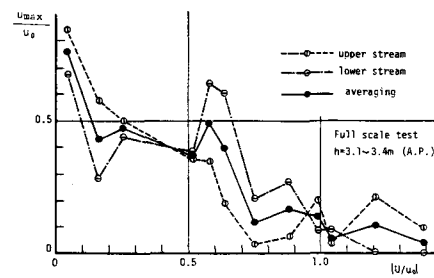


図7 水平流の表面流速と河川流速の関係 (現地実験)

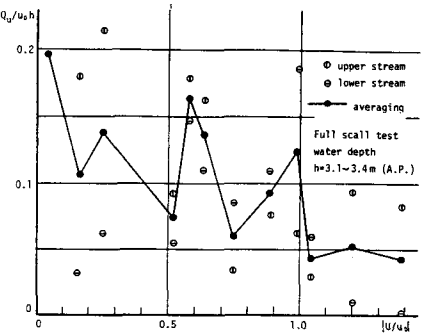


図8 水平流の流量と河川流速の関係 (現地実験)