

II-2 構造物背後における渦の3次元挙動

東北大学大学院 学生員○武田 光弘

東北大学工学部 正 員 真野 明

1. はじめに

隅角部をもつ構造物の背後ではレイノルズ応力に特異な分布が現れ、これを説明するために、本堤から生じる縦渦と潜堤から生じる横渦のマウンドへの接地というモデルが提案された。これをうけて、隅角部背後の渦の3次元挙動をより詳細に解明することを目的に可視化実験を行なったものである。

2. 実験装置および方法

図-1に、堤体模型とその座標系を示す。本実験で用いた水路は、幅 0.41m、長さ 20m、高さ0.4mの側面がガラス張りの循環式矩形水路である。可視化には2色のポスターカラーを用い、負圧を利用することで本堤及び潜堤より連続的に剝離点に注入した。可視化状況は8mmVTRで撮影した。点計測は2方向電磁流速計を用い、サンプリング周波数 20HzでA/D変換しパソコンで処理した。基準流速は構造物の影響がないと思われる

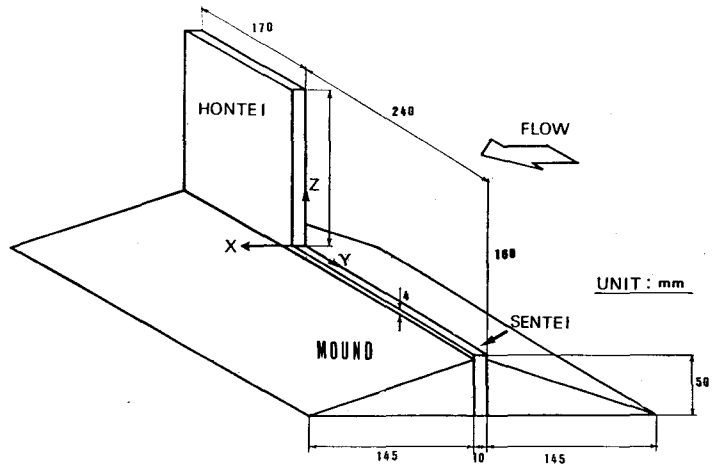


図-1 堤防模型

$X=-95\text{cm}$, $Y=3\text{cm}$ での値, $U=8\text{cm/s}$ を用いた。また潜堤天端上での水深は 2.8cmであり、これらを用いて計算した潜堤天端上での平均流速は, $U=28.5\text{cm/s}$ である。

3. 考察

(1) マウンドが無い場合

マウンドが無い構造物の場合、縦渦の回転軸は流下方向に傾いていて渦管は直線的に伸びていた。その渦端は、マウンド表面に接地せず発散しているように見える。一方、潜堤からは隅角部付近で複数の流線が剝離し、それらがらせん状にねじり合わさりながら縦渦の流下方向に沿って流下していくのが見えた。ここで、らせん状の流線のねじれによる流れを特にらせん渦と呼ぶことにする。

(2) マウンドがある場合

① 流れの概況

次にマウンドがある場合の流況についてのべる。この場合も縦渦とらせん渦の存在が確認できた。マウンドが無い場合に比べると、らせん渦の流下方向は、潜堤に沿う方向から縦渦の流下方向まで大きなふらつきがあった。また縦渦は、潜堤天端からマウンドへの段落ちによって下方の引き延ばされるのが分かった。その渦軸は直線状ではなく、死水域に向かって途中で折れ曲がっている。これはらせん渦の存在のためだと思われる。もう少し流下すると、縦渦の渦端はらせん渦の下を通るような形で開口部中央付近の潜堤に向かって伸びている。この段階の前後において、縦渦は、らせん渦に巻き込まれたりマウンドに接地したり、あるいはそのまま流下したりする。

② 縦渦のらせん渦への巻き込み

写真-1は、らせん渦が最も本堤よりふれた場合の写真であり、縦渦の下方がらせん渦に巻き込まれ

ている状態を示している。本堤から生じる縦渦の下端はらせん渦と近接しており、しかもその回転方向は流下方向に向かって同じ時計回りである。そのことと、2つの渦糸の間隔や強さが空間的に不均一であることが、2つの渦の巻付きの原因になっていると考えられる。

写真-2は、らせん渦が本堤からはなれて、潜堤よりになっている場合の写真である。この場合に、縦渦はマウンドに沿って大きく引き伸ばされており、先端ではやはりらせん渦に巻き付いていることが分かる。また、この引き伸ばされた縦渦は下流（図-3-A）で切れてマウンドに接地している。さらに図-3-Bでは、縦渦同志が下方でねじり合わさってらせん渦となっている（合体）。

この他ここでは示していないが、潜堤端部から生じたらせん渦と縦渦の巻付きが無い場合も観察された。

4. おわりに

可視化実験により、本堤から生じる縦渦とそれに沿う形のらせん渦の存在、およびそれらの相互作用が確かめられた。



写真-1 : 縦渦とらせん渦とのよじれ



図-2 : 写真-1の略図

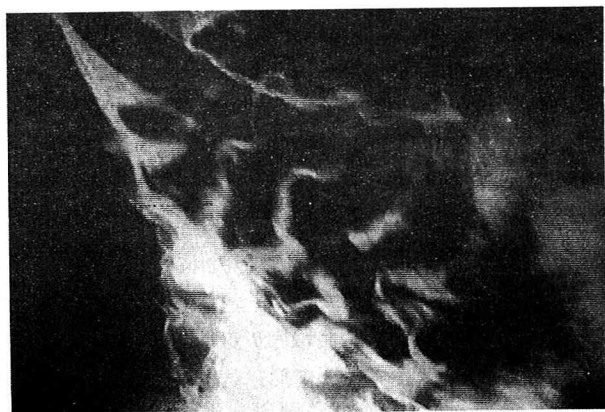


写真-2 : 縦渦の接地

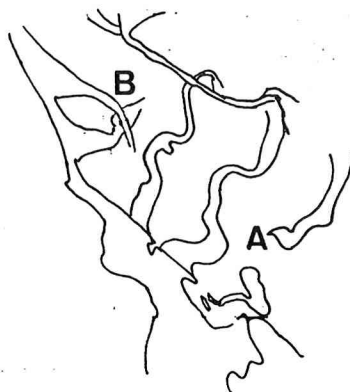


図-3 : 写真-2の略図