

II-171 潜堤背後に於ける渦の3次元の挙動

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、本堤及び潜堤からの縮流により、複雑な流れが現われる。これをうけて、隅角部背後の渦の3次元の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。

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。潜堤天端上での水深は 3.0cmであり、断面平均流速は、 $U=36\text{cm/s}$ である。実験条件は、①マウンドがある場合、②マウンドが無い場合の2通り行なった。用いた座標系は、隅角部より下流方向を x 軸、スパン方向を y 軸、鉛直上方を z 軸とした。

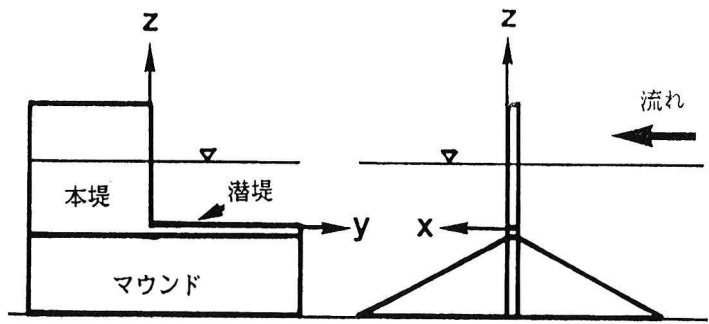


図-1 堤防模型

3 考察

写真-1-aにマウンドが無い場合の流況を示す。ここでは、潜堤隅角部から剝離した複数の流跡線がらせん状にねじり合いながら縦渦の流下方向に沿って流下していくのが観察される。以後、この流れをらせん渦と呼ぶことにする。このらせん渦は写真-1-bに示すように出現しないときがある。このとき、剝離直後に於ける縦渦の渦管はまっすぐ下方に伸び、 $y=0$, $z=0$ 付近で向きをスパン方向に変え、そのまま潜堤から剝離する横渦につながって1本の渦となる。らせん渦が出現しているときは、写真-1-aに示されるように、剝離直後から縦渦の渦軸はスパン方向に傾いているのが分かる。このときには、横渦の端部はらせん渦となっており、縦渦と離れている。



写真-1-a



写真-1-b

間欠的に発生するらせん渦の様子(マウンドなし)

つぎに、同じ実験条件でマウンドがある場合の流れの様子を写真-2に示す。この場合、縮流が大きくなっているために、縦渦の流下方向は主流よりになっている。少し下流に流下した点では水面付近で縦渦が合体しているが、その縦渦の下端はその渦と合体せず1本前の渦を追い越している。マウンドがある場合、らせん渦は常に存在していて、その流下方向は縦渦の上端の流下方向から潜堤に沿う方向まで大きくふれていく。縦渦よりふれた場合を、写真-3に示す。このとき、剥離直後に縦渦の下方がらせん渦に巻き付くという現象が観察された。この原因として、縦渦の下端とらせん渦とが近接すること、マウンド表面で両者の回転方向が流下方向に向かって同じ時計回りであることが挙げられる。らせん渦が潜堤よりふれた場合は、前者と比べて、縦渦の先端がらせん渦に巻き付くという現象がみられる。また、縦渦の接地も観察された。一方、潜堤から流れに注入した染料は、写真-4に示すとおり、マウンドが無い場合潜堤の全断面から染料は一様に出ており横渦の渦軸はほぼ一直線であることが分かる。一方、マウンドがある場合、潜堤からの染料は、隅角部から少し離れた点から潜堤中央部までの断面から出ていた（写真-5）。そこでは、多数の流跡線が互いにねじり合っており、横渦というよりは多数のらせん渦の集合のような流況となっている。

4. おわりに

可視化実験により得られた結果を示す。

- ①マウンドがある場合と無い場合での流況の違いが分かった。
- ②マウンドがある場合、縦渦同士の追い越し、合体、マウンドへの接地、らせん渦への巻き付き等の現象がみられた。

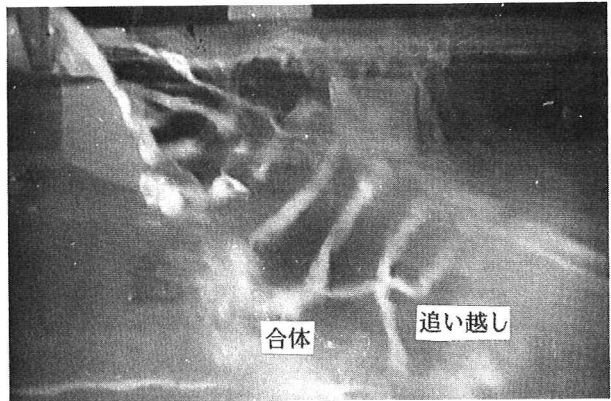


写真-2 縦渦の流況（マウンドあり）



写真-3 縦渦のらせん渦への巻き付き

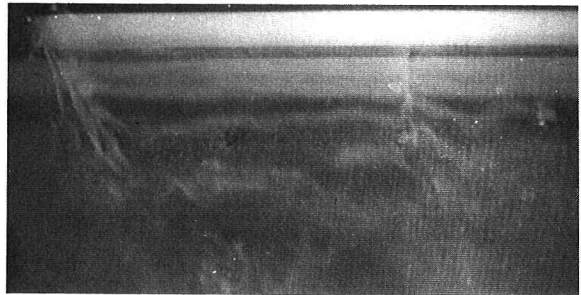


写真-4 横渦の流況（マウンドなし）

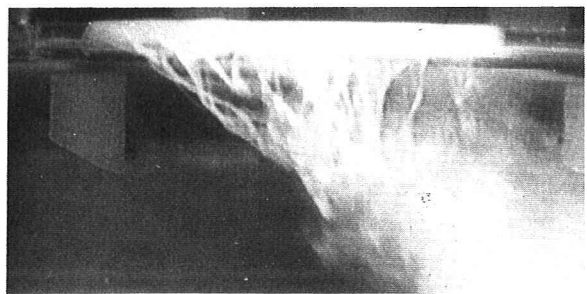


写真-5 横渦の流況（マウンドあり）