

II-334 防波堤隅角部より生ずる渦の特性

東北大学工学部 学生員 ○ 武田 光弘

東北大学工学部 正 員 真野 明

1: はじめに

津波防波堤には、船舶の出入りのため潜堤構造が多用される。そのため海面に達する本堤からは鉛直方向に軸をもつ縦渦が、また潜堤からはスパン方向に軸を持つ横渦が発生し、これらの影響によりマウンド表面近くで大きなレイノルズ応力が発生すること考えられる。本研究では、点計測及び流れの可視化により縦渦の水理特性を明かにし、さらにマウンド表面付近での流れの様子について考察した。

2: 実験装置及び方法

図-1に実験模型と (x, y, z) 座標系および流れの模式図を示す。本実験で用いた水路は、幅1.2m、長さ11.8m、高さ1.4mの矩型水路である。可視化には白のポスターカラーを用い、本堤隅角部より表層に注入した。点計測は、2方向電磁流速計及び容量式波高計を用い、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。可視化のVTRと点計測とは発光ダイオードとパルス信号を記録することにより時間合わせを行った。

3: 考察

図-2に表層および底層でのレイノルズ応力の分布を示す。 U_0 は潜堤天端上での基準流速である。表層では縦渦の流下経路に沿ってピークが存在する。Liepmann & Lauferの実験値を使ったGoertlerの解では最大値は0.008となっており本実験の値とほぼ一致する。底層でのレイノルズ応力 $-\overline{u'v'}$ はマウンド被覆材の最も動き易い所でピークをもつ。また、底層でのレイノルズ応力 $-\overline{u'v'}$ にはピークが2つ存在する。底層では、縦渦の他に潜堤天端から剝離した横渦が存在し、これらの相互作用によって横渦が押し下げられて接地しているものと考えられる。このときマウンド表面では、2種類の渦が存在し、その回転方向は逆であるので $-\overline{u'v'}$ のピークは小さくて2つに分かれているものと考えられる。図-3に $x=30\text{ cm}$ での水位の経時変化を示す。図中で黒く塗りつぶしてある部分は、VTRと点計測より渦中心が波高計の位置を通過した時の波形である。これらを集め位相平均して求めた渦の波形を図-4に示す。この横軸を渦の中心での流速を用いて距離に換算し渦が同心円上の運動をすると仮定して接線方向流速分布を求めると図-5のようになる。この図より渦の中心付近では剛体的な回転を行っており、その外側ではしだいに減少していることがわかる。つぎに接線方向流速分布から求めた半径方向の渦度分布を図-6に示す。半径方向の渦度分布より面積積分をして循環を求め、これと渦の周波数を用いて求めた渦度フラックスの分布を図-7に示す。渦の周波数は、図-2において渦が連続して通過したと判断した部分より求めた。この図より循環は x 方向に大きくなっていき、渦の周波数はしだいに減少していくことが分かる。これは渦が下流に流下するにしたがって渦が合併するためだと思われる。また潜堤上での渦度フラックスを基準とすると各渦に集中している渦度は約40～60%であることが分かる。

4: おわりに

本実験より、水面付近でのレイノルズ応力の分布、渦度の分布および循環の分布が分かった。又底層での渦の挙動を推測することができた。しかし、マウンド被覆石に対する外力を求めるためには底付近のこれらの量と渦の挙動との定量的な関係を明らかにする必要がある。

《参考文献》

- (1) 石井義裕・真野明：津波防波堤開口部の流れの特性，第34回海岸工学講演会論文集，pp.182-186, 1987.
- (2) N. ラジャラトナム原著，野村安正訳：噴流，森北出版株式会社，83p., 1981.

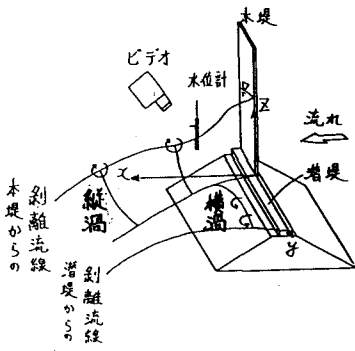


図-1 堤防模型

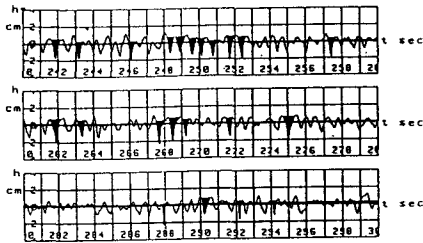


図-3 水位の経時変化

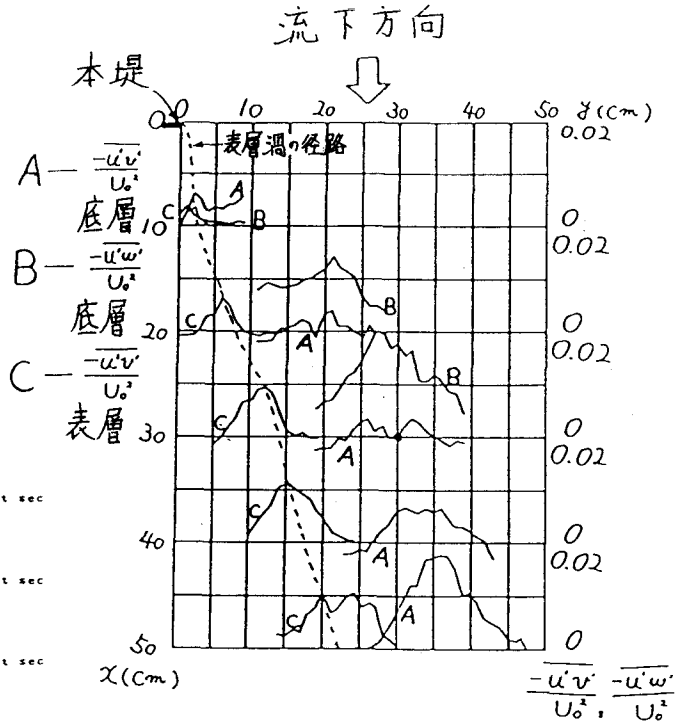


図-2 レイノルズ応力の分布

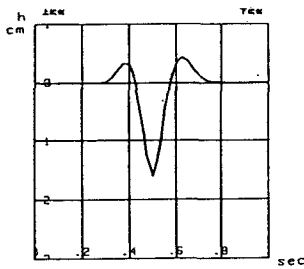


図-4 代表的な渦の波形

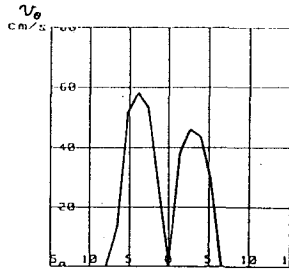


図-5 接線方向流速分布

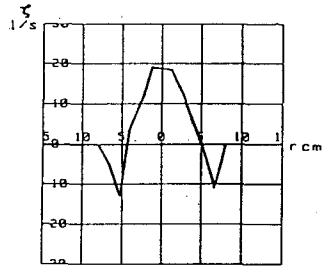


図-6 渦度の分布

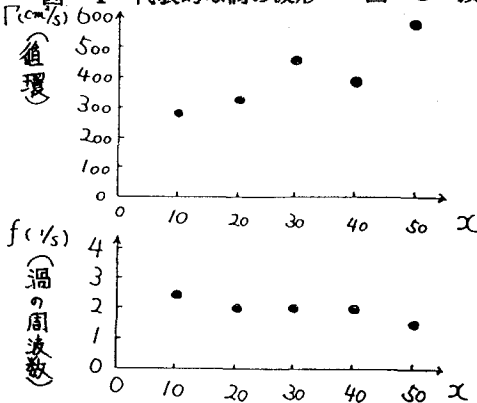


図-7 循環・渦の周波数

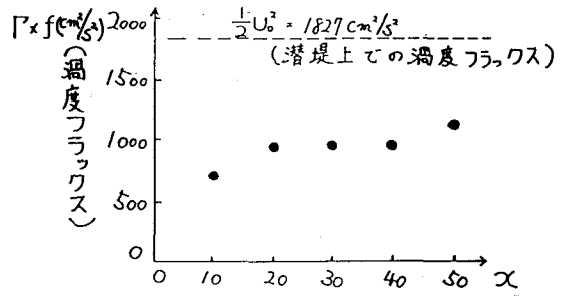


図-8 渦度フラックスの分布