

II-334

透過性構造物周辺の流体運動の可視化

大阪工業大学大学院 学生員 小林 悟
 大阪工業大学工学部 正 員 井田 康夫
 修成建設専門学校 正 員 須貝 輝博

1.はじめに 透過性の海岸・港湾構造物は消波や水質改善が期待できるほか、近年では透過後の制御された波浪を利用する立場からその施工例は多い。このため、これらの構造物が用いられた場合の波浪変形の予測が盛んに研究されている。しかしながら、構造物の内部および周辺の流体運動は、計測上の困難さから依然として明らかではないため、数値計算に際しても構造物による具体的な抵抗の評価は難しい状況にある。

そこで、本報では透明な透過性構造物模型を作製し、これと屈折率の等しい溶液を用いて、波動下の構造物周辺の流体運動を超高速ビデオカメラにより可視化し、流体場の解析を試みるものである。

2.実験概要 実験は、造波水槽(高さ $0.4m$ × 幅 $0.3cm$ × 長さ $5.0m$)中に、透明シリコンゴム(シリコン: $KE-108$)製のテトラポッド模型(1個の高さ $7.2cm$, 屈折率 1.41)を乱積みし、金網で被覆した堤体幅 $18cm$ の直立堤を設置し、水深 $h=22cm$, 波高 $H=4.53cm$, 周期 $T=1.0sec$ の波を発生させた。水槽中の液体は、模型と屈折率が等しいヨウ化ナトリウム水溶液である。トレーサーは、水溶液と比重がほぼ等しいポリ塩化ビニル細粒($30\mu m$ 程度)を用い、照明はアルゴンイオンレーザーのシート光を水槽底面から上方に照射した。粒子運動の計測と解析は、近畿大学理工学部 江藤剛治教授の開発された超高速ビデオカメラと粒子追跡計算ソフトを使用させていただき、本実験では $500pps$ で約2秒間撮影し、堤体内外の粒子運動を追跡した。実験装置の概略を図-1に示す。

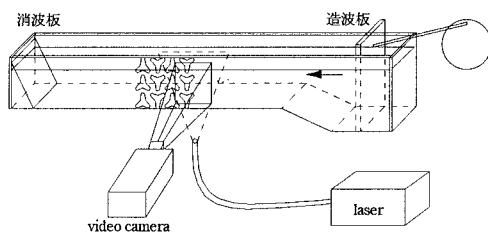


図-1 実験装置概略

3.実験結果と考察**(1)堤体前方および後方の流速ベクトルと経時変化**

波動下の各時刻において、堤体の前方および後方の流況を格子点の流速ベクトルによって表すこととし、堤体前面が波峰と波谷になる時刻を代表例として図-2に示す。

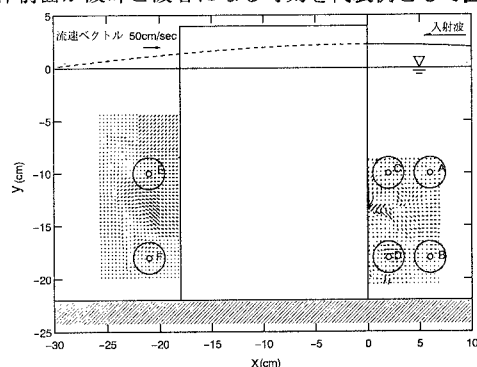


図-2(a) 堤体周辺の流速ベクトル(波峰時)

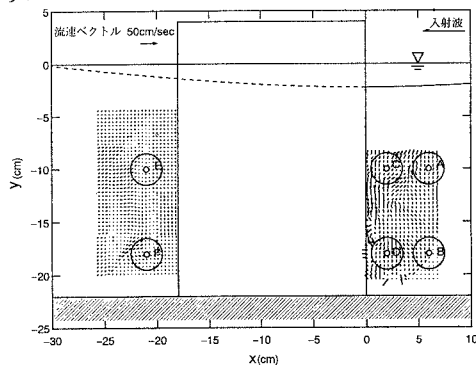


図-2(b) 堤体周辺の流速ベクトル(波谷時)

これらの図より、波峰時には堤体前方で渦が形成され、内部に向かう流速ベクトルが明らかに認められる。そして、波谷時には不規則ではあるが沖へ向かう流速ベクトルが認められ、いずれも堤体に近いほど乱れは大きい。また、堤体後方では元々、流速ベクトルが小さい上、追跡可能となった粒子数が少ないため評価は難しい。次に、堤体近傍の各位置における流速の違いを明らかにするため図-2中の $A \sim F$ (半径 $1.5cm$) の領域内の

平均流速を求め、これの水平、鉛直流速成分(u, v)の経時変化を図-3に示す。

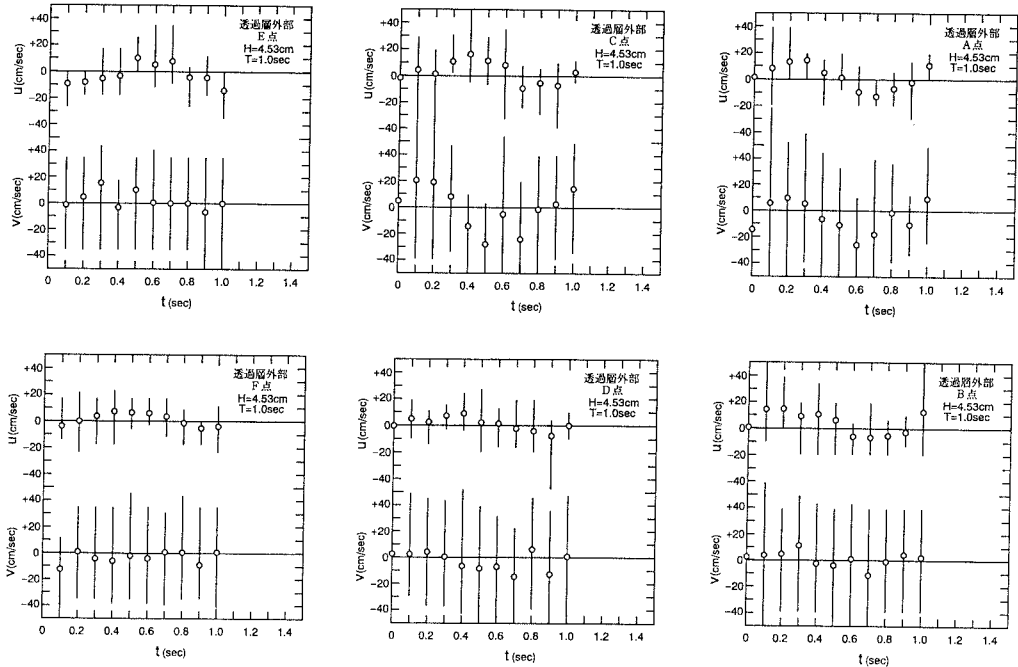


図-3 水平および鉛直流速成分の経時変化

図中の○印は15コマ間の平均値で、実線はその間の最大値および最小値を表し、間歇的に1周期分を示している。図-3より、水深が大きくなるほど、 u, v は小さくなり、堤体前方では、堤体に近いほど変動幅が大きくなっている。

(2) 堤体内部の断面平均流速の経時変化

堤体内部の複雑な空隙形状から、流速は局所的に大きく異なる。図-4は15コマ間の粒子の出現状況を示した代表例であるが、連続して追跡できる粒子数はかなり少ない。そこで全断面の流速の平均値を求め、この経時変化を見ることにし、その結果を図-5に示す。図より、1周期中の流速変動が読みとれるが、全体的に見ると u より v の変動が大きいことは興味深い。

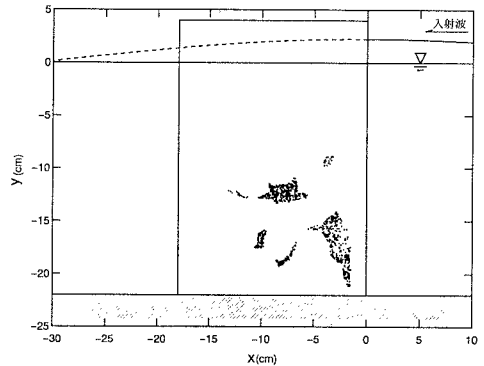


図-4 堤体内部の粒子位置

4. おわりに 波動下の透過性構造物において、内部および外部の流体運動の可視化を試みた結果、透明体モデルと溶液の屈折率を一致させ、超高速ビデオカメラにより現象を記録すれば、二次元的な計測にもかかわらず、ある程度の流況と流速の数値化が可能となった。しかしながら、適正な粒子数の選定、水面付近の乱れの計測など改善すべき点があり、今後、検討する予定である。

参考文献 井田康夫・榎木亨・須貝輝博：超高速ビデオカメラを用いた透過性構造物内部の流体運動可視化に関する実験，海洋開発論文集，vol.10, pp.307-312, 1994。

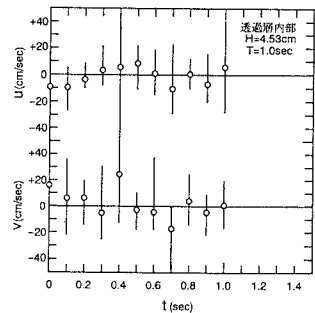


図-5 堤体内部の断面平均流速の経時変化