

LDVを用いた波動場における潜堤周辺の流れの解析

徳島大学工業短期大学部 正 員 村上 仁士
 徳島大学工業短期大学部 正 員 細井 由彦
 徳島大学工学部 正 員 中野 晋
 徳島大学大学院 学生員 ○澤村 賀行

1. はじめに 近年、消波および海水交換機能を兼ね備えるものとして潜堤といろいろな鉛直板および水平板、あるいは透過堤と組み合わせた防波堤が注目されている。しかしながら、こうした複雑な構造物に対する消波や海水交換メカニズムについての詳細な検討は必ずしも十分とはいえない。

そこで、本研究では最も簡単な構造の不透過潜堤を鉛直板で模した実験により、潜堤の消波および海水交換のメカニズムを詳細に検討しようとするものである。流速の時間変動データの収録には、LDVを用いた。潜堤周辺の流動を詳細に調べることによって天端上水深 R による違いを明らかにした。

2. 水理実験の概要 実験水路は、長さ15m、幅0.19m、深さ0.3mの矩形断面の造波水槽を使用し、水深 $h=15$ cm、周期 $T=0.64$ sec、波長 $L=60$ cmと一定とした。潜堤モデルは、厚さ0.1cm、高さ12cm、14cmとして従来行われている反射率、透過率を天端高、波形勾配を変え、図-1に示した波高計AとBで反射率を合田ら¹⁾の方法によって求め、Cで透過率を求めた。さらに、潜堤近傍における流れの特性や渦の発生のメカニズムを調べるためにレーザードップラー流速計を使用することによって造波後すぐに測定を開始して、造波板による反射が潜堤に

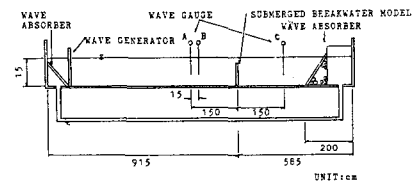


図-1 実験装置の配置

届くまでの40秒間、80測点にわたって水平方向および鉛直方向の流速、波高計で堤上および測点上での波高のデータを同時に収録した。20周期分の解析範囲を全測点共通に決め、ゼロアップクロス法によって一周期間分のデータとして水粒子速度記録を波の1/50位相ごとに平均流速を求め、その偏差を乱れ変動とした。これらの流速および乱れ成分は、水平および鉛直成分を合成して流速ベクトルおよび乱れ強度を求め、入射波の静水面上における微小振幅波の最大流速 U_{max} で無次元化した。これによって潜堤近傍の流速分布および乱れ強度分布が一周期間、各位相によってどのように変化するかを調べた。

3. 流れおよび乱れの特性 目視によって堤近傍の流動は、大きな循環流とそれによる乱れが確認できた。しかし、天端上水深 R により以下に示す位相で潜堤周辺の流動に違いが生じていることが認められた。

まず、堤外から堤内への流入量は天端上水深が異なる場合について検討を行った（深波形勾配 $R/H_0=0.28, 0.85$ ）。堤内水面付近の流速ベクトルを比べると図-3の天端上水深が大きい場合、図-2の天端上水深が小さい場合より流速ベクトルが大きく一方向性をもち、天端上水深が大きいので流入量が多いと考えられる。

同位相での堤内水面付近の乱れ強度を比べると、図-4の天端上水深が小さい場合、図-5の天端上水深が大きい場合よりも堤内での乱れ強度の大きい範囲が広い。このことと、図-2,3から得られた結果を考え合わせると、天端上水深によって堤外水の堤内への流入形式が異なっていることがわかる。

次に、位相を進めて天端上水深の異なる図に示した大きい矢印の範囲を比べた結果、図-6の天端上水深が小さい方が堤外での渦は、強弱にかかわらず図-7の天端上水深が大きい場合よりも混合範囲は広いことがわかった。

4. 透過・反射およびエネルギー損失率 図-8に天端上水深が3cmの場合を示す。縦軸に透過率・反射率、横軸に相対水深、実線はポテンシャル理論²⁾から求めた値を示したものである。図中には日野らのデータも一緒にプロットしている。この図から天端上水深が違っても反射率は理論値とほぼ一致しているにもかかわらず、透過率は理論値を大きく下回っていることがわかる。このことから、この種の潜堤では波の反射時には

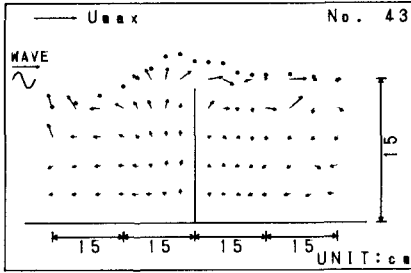


図-2 流速分布図(R=1cm)

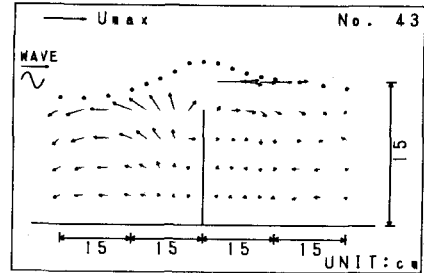


図-3 流速分布図(R=3cm)

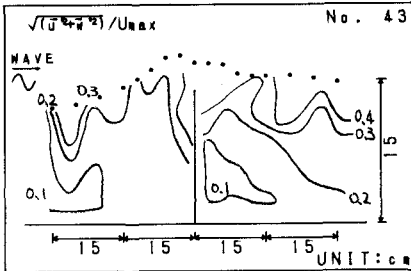


図-4 乱れ強度分布図(R=1cm)

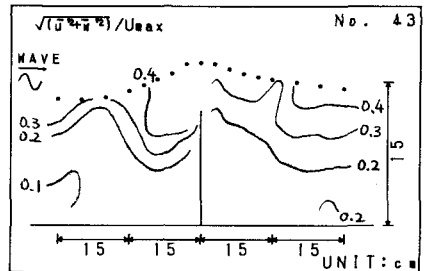


図-5 乱れ強度分布図(R=3cm)

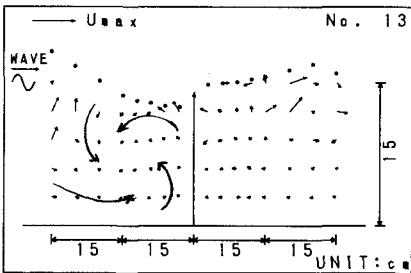


図-6 流速分布図(R=1cm)

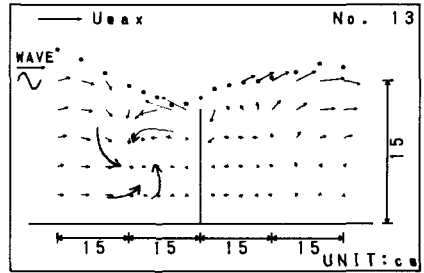


図-7 流速分布図(R=3cm)

波のエネルギー逸散がほとんど行われず、潜堤を透過する際に波のエネルギーが失われることがわかる。エネルギー損失率は、天端上水深が小さい場合、入射波高が大きくなるにしたがって0.38から0.42で、天端上水深が大きい場合、入射波高が大きくなるにしたがって0.41から0.46の値をとる。このことから、入射波高が大きくなるほど、エネルギー損失が大きくなることがわかった。

5. 結論 レーザー・ドップラー流速計を用いてデータを収録、解析することで、潜堤周辺の流動による水質交換は、乱れによるエネルギー損失と堤内外の大きな循環流によって行われていることを明らかにできた。

また、天端上水深の違いによる海域制御効果は、天端上水深が小さくなるにつれ、波が引き込まれるように波高を小さく、変形しながら堤内に移るため、エネルギー損失量が大きく、透過率が小さくなる。逆に天端上水深が大きくなると堤上で波の変形が急激に起こらないことが確認できた。これは堤内で大きな乱れが生じなくなり、波のエネルギーは逸散されにくく、透過率が大きくなったためと考えられる。

参考文献 1) 合田ほか：港研資料 No.248, pp1-24, 1976. 2) 日野ほか：土木学会論文報告集第190号, pp75-80, 1971

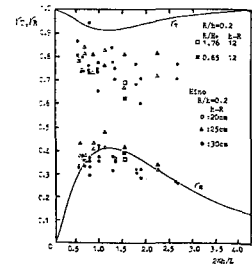


図-8 透過率・反射率(R=3cm)