

○武蔵工業大学 学生員 出頭 圭太  
 武蔵工業大学 正会員 長岡 裕  
 武蔵工業大学 正会員 田中 厚至

## 1. はじめに

海岸域の整備における波浪や漂砂の制御には一般的にコンクリートなどの硬い構造物が用いられている。しかし、波の侵食などにより周辺の海底や構造物の表面などが洗掘され、沈下する恐れがある。そこで消波作用があり、海底部の砂の保持が期待できる人工海藻などの柔軟な植生を利用する方法が注目されてきている。

本研究では実験水路と柔軟な擬似植生としてシリコンチューブを使用して植生近傍での流速変動を測定することにより植生領域内部の乱れエネルギーの算出を行い、水深および波形勾配を変化させて、発生する乱れエネルギーについて考察した。

## 2. 実験装置

実験装置の概要を図1に示す。長さ600cm、幅20cm、高さ65cmの水路前部(沖側)に造波装置を設置し、これにより進行波を発生させる。後部(岸側)には、反射波の影響を抑えるために消波材を設置した。また、波を安定させるために造波装置の前に整流板を設置した。水路前部より150cmの位置より長さ360cm、幅20cmに外径0.5cm、内径0.3cm、長さ20cmの擬似植生を13×120で正方格子状に配列した。チューブの先端にはシリコン樹脂を充填した。水路前部より75cmと125cmの位置に2基の容量式波高計センサーを設置した。

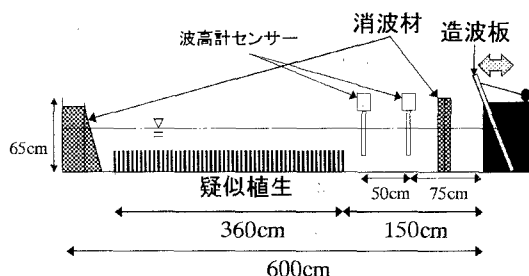


図1 実験装置

## 3. 実験方法

### (1) 流速変動の測定

表1に波動条件を示す。なお、植生密生度は3.472で、算出方法は〔チューブ表面積/植生範囲面積〕とした。

流速の測定はL. D. V. (Dantec社製後方散乱型2次元光ファイバードップラー流速計)を使用した。各条件について、流速の測定周波数は100Hz、サンプリング数4096とし、水平方向及び鉛直方向の流速の測定を行った。トレーサーには水性修正液(白色顔料懸濁液)を使用した。測定位置は植生範囲の中央部とし、水路底面より鉛直上方向に1cm間隔で測定した。

表1 波動条件

| case |   | h  | v     | H    | L     | T     | h/L   | H/L    |
|------|---|----|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| 1    | a | 20 | 112.7 | 1.56 | 116.2 | 1.031 | 0.172 | 0.0134 |
|      | b |    | 125.6 | 1.70 | 132.7 | 1.057 | 0.151 | 0.0128 |
|      | c |    | 134.7 | 3.79 | 153.3 | 1.138 | 0.130 | 0.0247 |
| 2    | a | 30 | 123.6 | 3.80 | 132.1 | 1.069 | 0.227 | 0.0287 |
|      | b |    | 123.1 | 3.72 | 131.6 | 1.068 | 0.228 | 0.0283 |
|      | c |    | 134.6 | 3.79 | 153.2 | 1.138 | 0.196 | 0.0247 |
| 3    | a | 38 | 141.0 | 6.04 | 154.4 | 1.095 | 0.246 | 0.0391 |
|      | b |    | 143.6 | 5.18 | 176.4 | 1.228 | 0.215 | 0.0294 |

h: 水深(cm) v: 波速(cm/sec) H: 波高(cm)  
 L: 波長(cm) T: 周期(sec) h/L: 相対水深  
 H/L: 波形勾配

### (2) 解析方法

測定によって得られた流速変動をFFT(高速フーリエ変換)法を用いてパワースペクトルに変換し、コヒーレンス法を利用して波動成分及び乱れ成分に分離した。植生領域内における乱れ現象を把握するため、式(1)を用いて乱れエネルギーを算出した。L. D. V. による流速の測定は2次元であるため、奥行き方向の乱れ成分は算出できない。本研究では、奥行き方向の乱れ成分は鉛直方向の成分と等しいと仮定する。

キーワード: 乱れエネルギー, 流速, 植生, 波

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 TEL 03-3703-3111 FAX 03-5707-2186

$$k = \frac{1}{2}(\mathbf{U}_i^2 + \mathbf{V}_i^2 + \mathbf{W}_i^2) = \frac{1}{2}(\mathbf{U}_i^2 + 2\mathbf{V}_i^2) \quad (1)$$

$k$ : 乱れエネルギー,  $\mathbf{U}_i$ : 水平方向乱れ成分

$\mathbf{V}_i$ : 鉛直方向乱れ成分,  $\mathbf{W}_i$ : 奥行き方向乱れ成分

乱れエネルギーを単位体積あたりの波動エネルギーによって無次元化した。無次元化した乱れエネルギー $k^*$ の算出式は式(2)を用いた。

$$k^* = \frac{k}{\left( \frac{1}{16} \frac{gH^2}{h} \right)} \quad (2)$$

$k$ : 植生領域内の乱れエネルギー( $\text{cm}^2\text{s}^{-2}$ )

$g$ : 重力加速度( $\text{ms}^{-2}$ ),  $H$ : 波高(cm),  $h$ : 水深(cm)

#### 4. 実験結果及び考察

流速変動を成分分離した結果の一例として case3 における乱れ成分の水平・鉛直成分分布図を図2・図3に示す。水平・鉛直方向の乱れ成分の分布は、どちらも同じような傾向を示していた。これは各 case において、同様な分布形をした、3次元的に発生しているということが示された。

図4、図5、図6に無次元化した乱れエネルギーの分布図を示す。各条件とも乱れエネルギーのピークは水路底面と水面付近および水路底面から19cmとなった。植生長さは20cmであるが植生の揺動を考えると植生先端部は水路底から19cm程度となる。したがって、植生先端部において乱れエネルギーは最大になると考えられる。

波形勾配と乱れエネルギーの関係については顕著な特徴は得られなかった。

#### 5. まとめ

植生領域内の乱れのピークは植生先端部と水路底面に発生した。乱れは3次元的に発生していると考えられる。

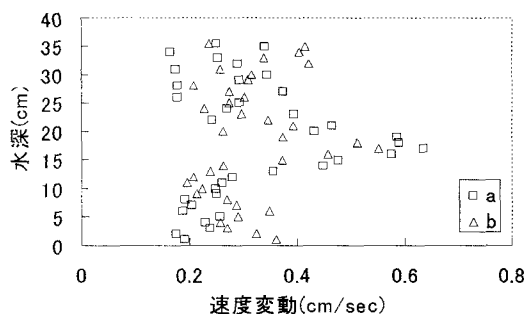


図2 水平方向乱れ成分(case3)

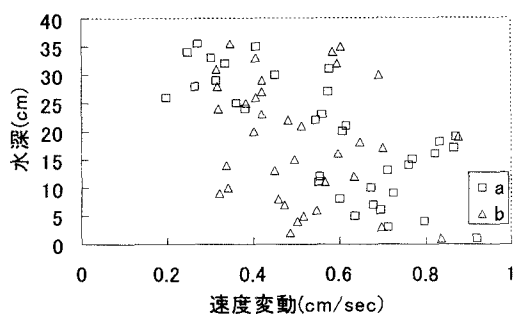


図3 鉛直方向乱れ成分(case3)

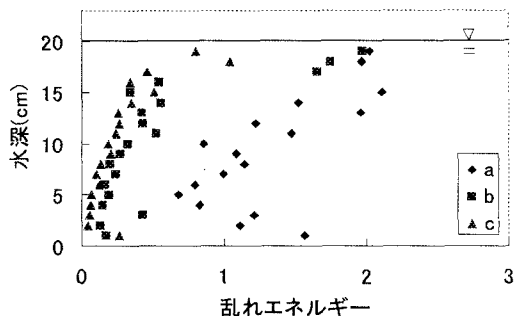


図4 無次元化した乱れエネルギー(case1)

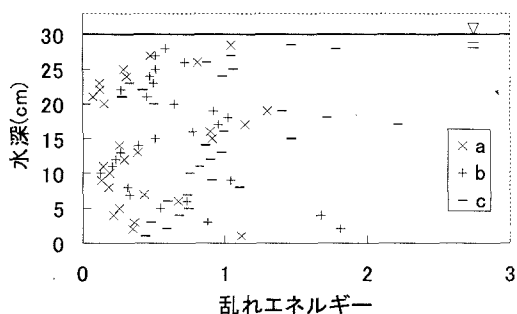


図5 無次元化した乱れエネルギー(case2)

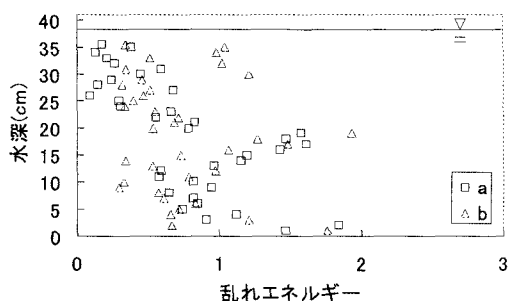


図6 無次元化した乱れエネルギー(case3)

1) 田中厚至, 長岡 裕, 原 恒司 往復流下における柔軟な植生周りの流れに関する研究, 海岸工学論文集題 46 巻, 1999