

II-53

砂嘴植生域を越える津波の水理

秋田大学 学員○今井 健太郎

秋田大学 正員 松富 英夫

1. はじめに 1998 年パプア・ニューギニア津波の特徴の一つは砂嘴植生域上で最大津波高を生じたことである¹⁾。そこで、本研究は砂嘴植生域を越える津波に着目し、首藤の津波に対する防潮林の効果と限界を論じた判定図²⁾の有効利用や利便性を考慮して、既報³⁾やその後の実験データを植生厚み d_n で検討し、その結果を報告するものである。

2. 実験

津波氾濫流はゲート急開流で模擬した。ピーク時の津波氾濫流をこ

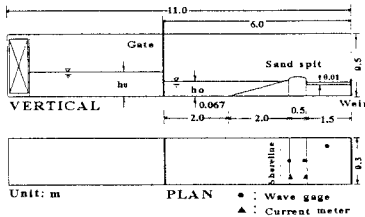


Fig-1 実験水路の概略

の流で模擬してよいのは確認済みである⁴⁾。実験装置の概略を Fig-1 に示す。

貯水池（水深 h_u ）が 5m、一様水深部（水深 h_o ）、一様勾配斜面部（勾配 $S=1/26$ ）が 2m、斜面に連続的に接する陸上部（長さ）が 0.5m、一様水深

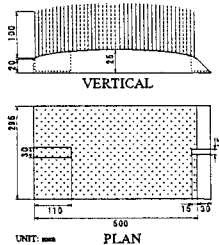


Fig-2 椰子模型図

の Lagoon 部が 1.5m で、全長が

Fig-3 計測機器の配置と諸記号の定義

Table-1 実験条件

貯水深 h_u (cm)	1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6
一様水深 h_o (cm)	6.7
Lagoon 水深 h_l (cm)	1.0
地盤高 h_g (cm)	1.5
植生域長 L (cm)	(0, 1.0, 3), 0.5
植生密度 κ (%)	0, 0.5, 1.0, 1.5, (3.0, 4.0, 5.0)
植生配置	千鳥, 格子
植生 ($d=2.4$ mm)	枝葉有 ($h_v=2.5, 4.0$ cm), 無

11m の両面ガラス張り鋼製矩形水路である。陸上部には枝葉のない椰子の木を模した高さ 9.5cm、直径 2.4mm のアクリル樹脂製棒を千鳥と格子に配置した。植生域長が 0.5m、植生密度が 1.5% の千鳥配置の模型図を Fig-2 に示す。また、実験ケースの一部で樹脂棒に枝葉模型を取り付けた実験も行った。計測機

器の配置や諸記号の定義を Fig-3 に示す。ただし、流速は反射波の影響のない Lagoon 側のものが正確と考えられ、海側の流速は定常を仮定し、Lagoon 側の流速、浸水深と流量連続条件を用いて評価したものを採用する。実験条件を Table-1 に示す。枝葉を有する場合、 L と κ の () 内の条件は実験を行っていない。縮尺は 1/200 を想定しており、本条件は周期 7.5 ~ 9.1 分の津波に相当する。この周期はパプア・ニューギニア津波のそれに近い¹⁾。

3. 実験結果とその考察 合成粗度係数を除き、枝葉のない場合の結果を論じる。枝葉の有無に関わらず、本実験の範囲では植生配置による顕著な差は認められなかった。よって、以下では千鳥配置の結果のみを示す。実験は全て三回の平均である。

3.1 浸水深 Fig-4 に浸水深と d_n の関係を示す。図中、 $\Delta H/h_o$ は沖の一様水深部での相対段波波高、2 番目の下添字 0 は植生厚みが 0 のものであることを示す。

海側浸

水深の d

に対する

まとまり

は比較的

よいが、

Lagoon 側

浸水深は

まとまり

が悪く、

植生域長

変化の影響

を強く

受けている

ことが

考えられる。

また、

 d_n が

大きくなる

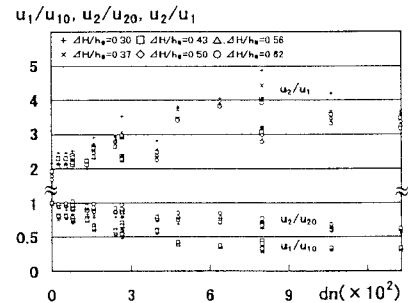


Fig-4 浸水深の植生厚みへの依存

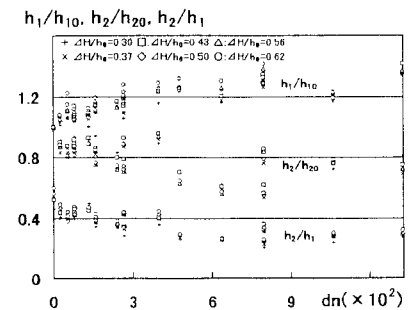


Fig-5 流速の植生厚みへの依存

につれて、海側浸水深の増幅率は大きくなる。

3-2 流速 Fig-5に流速と dn の関係を示す。海側及び Lagoon 側流速の dn に対するまともりは比較的よい。また、 dn が大きくなるにつれて、海側と Lagoon 側流速の減衰率は大きくなる。

3-3 エネルギー損失

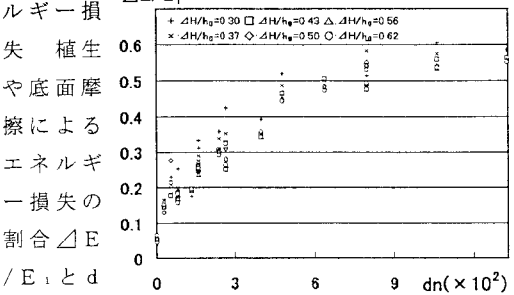


Fig-6 エネルギー損失割合の植生厚みへの依存

を Fig-6 に示す。ここで、 $\Delta E = E_1 - E_2$ 、 E_1 と E_2 は各々海側、Lagoon 側の比エネルギーである。

dn に対するまともりは比較的よい。 dn が大きくなるにつれて、エネルギー損失割合が増加することは勿論であるが、植生により 50%程度減少させ得ることが判る。

3-4 合成摩擦力と合成粗度係数 簡便さを考え、砂嘴や植生による底面摩擦力と抗力を分離せず、合成摩擦力という概念で議論を進める。

一般に、底面摩擦力は次式で表現される。

$$\tau_o B L = \rho g I \cdot R B L \quad (1)$$

ここで、 τ_o は底面摩擦応力、 B は植生域(水路)幅、 ρ は水の密度、 g は重力加速度、 R は径深、 I はエネルギー勾配である。

陸上氾濫流速にマンニング式を用い、合成摩擦力 D を底面摩擦のように表現すると次式となる。

$$D = \rho g n_s^2 h r^{-7/3} (Q^2/B) L \quad (2)$$

ここで、

Q は流量、 n_s は合成粗度係数である。また、 $R \approx h_r$ としており、 h_r は代表浸水深で

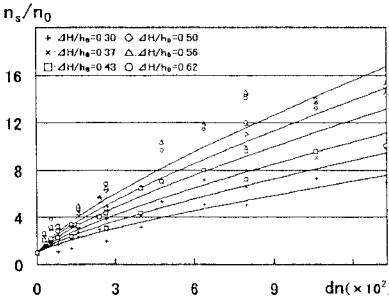
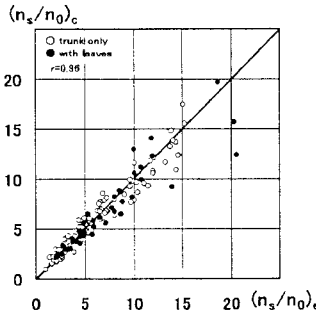


Fig-7 合成粗度係数の植生厚みへの依存

ある。これには松富・大向の実験結果²⁾や汎用性から判断して h_r を採用すればよからう。運動量の定理から合成摩擦力 D を、式(2)から合成粗度係数を評価



し、植生厚みとの Fig-8 合成粗度の回帰値と実験値の整合比較関係を検討したものが Fig-7 である。合成粗度係数は dn 、入射段波が大きくなるにつれ、増加することが判る。同じ dn の場合、植生域長が短くなるにつれて、合成粗度係数は大きく評価される。これは、植生の幹径と本数が同じ時、植生域長の短い方が流れを透過させ難いことを示しており、その極限である不透過壁の場合を考えれば妥当な結果と言える。

枝葉が有る場合をも含めた千鳥配置の全データに対する合成粗度係数の回帰式として、次式を得た。

$$n_s/n_0 = 1 + 0.11 (dn)^{0.77} (L/h_0)^{0.20} L^{0.21} (h_r/h_0)^{0.44} \quad (3)$$

ここで、 L は無次元植生域長である。Fig-7 の実践が $L=1$ 、 $h_r/h_0=1$ (h_0 を樹幹部の浸水深と解釈)とした時の式(3)である。回帰値と実験値の相関が Fig-8 である。 dn は合成粗度係数の記述によりパラメータと言える。枝葉の影響も、本実験の範囲内や用いた枝葉に関して h_r/h_0 で表現できていることが判る。

4. むすび ①植生厚み dn は植生域を透過する津波の水理特性の記述によりパラメータである。②植生により、海側浸水深は最大で 40 %程度増加し、Lagoon 側浸水深は 40 %程度減少する。一方、海側流速は最大で 70 %程度、Lagoon 側流速は 40 %程度減少する。③植生により、Lagoon 側浸水深はほとんどの場合で海側浸水深の半分以下となり、Lagoon 側流速はほとんどの場合で海側流速の倍以上となる。④植生により、エネルギーを 50%程度減少させ得る。⑤合成粗度係数の評価実験式を得た。

〈文献〉1)松富ら：海岸工学論文集，1999. 2)首藤：海岸工学論文集，1985. 3)松富・穂積：東北地域災害研究，2000. 4)松富・飯塚：海岸工学論文集，1998. 5)松富・大向：海岸工学論文集，1999.