

II-11 砂嘴を越える津波の基礎的検討

秋田大学 学員○穂積拓哉

秋田大学 正員 松富英夫

1. まえがき

1998年バプア・ニューギニア津波の特徴の一つは、Lagoonの右岸砂嘴上で最大津波高を生じたことである¹⁾。そこで、本研究は砂嘴越流時の津波に着目し、実験に基づいて、植生の存在をも考慮しながら、その基本特性を検討するものである。

2. 実験

津波氾濫流はゲート急開流れで模擬した。ピーク時の津波氾濫流をこの流れで模擬してよいことは確認済みである²⁾。実験装置の概略を図-1に示す。貯水部が5m、一様水深部、一様勾配斜面部(1/26)が2m、斜面に連続的に接する陸上部(弧長)が0.5m、一様水深のLagoon部が1.5mで、全長が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直径2.4mmの塩化ビニール樹脂棒を千鳥と格子状に配置した。植生域長が0.5m、植生密度が1.5%の千鳥配置の例を図-2に、計測機器の配置や諸記号の定義を図-3に示す。ただし、海側流速 u_1 は反射の影響のないLagoon側流速 u_2 と流量連続条件を用いて評価した。

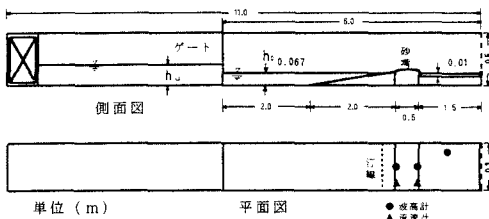


図-1 実験装置の概略

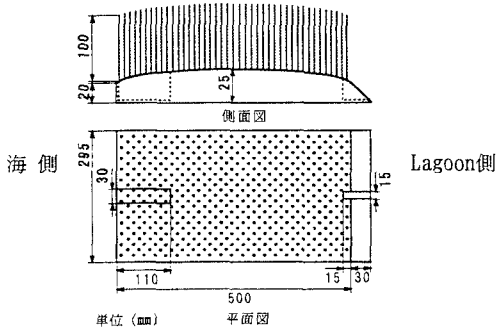


図-2 椰子模型の配置例 ($\kappa=1.5\%$)

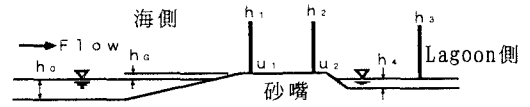


図-3 計測機器の配置と諸記号の定義

表-1 実験条件

貯水深 h_0 (cm)	11, 12, 13, 14, 15, 16
一様水深 h_4 (cm)	6.7
Lagoon水深 h_4 (cm)	1.0
地盤高 h_0 (cm)	1.5
植生域長 L (m)	0.1, 0.3, 0.5
植生密度 κ (%)	0, 0.5, 1.5, 3.0, 5.0

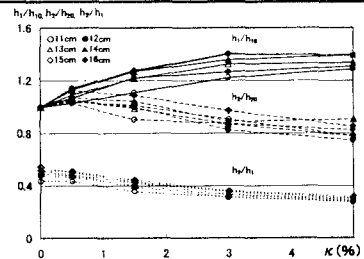


図-4 浸水深の植生密度への依存

実験条件を表-1に示す。縮尺は1/200を想定している。本条件は周期7.5～9.1分の津波に相当し、バ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

断らない限り千鳥配置の植生域長0.5mの結果を述べる。

3.1 浸水深

図-4に浸水深と植生密度 κ の関係を示す。図中、添字0は植生密度が0%であることを示す。図から、海側浸水深 h_1 は植生密度の増加に伴って増加するが、小さいうちの方が急増する。Lagoon側浸水深 h_2 はほとんどの場合で海側浸水深の半分以下となり、植生密度が増加するにつれてゆっくりと低下する。

図-5にLagoon側浸水深とLagoon内の最大跳水高 h_3 の関係を示す。図から、Lagoon内跳水高はLagoon側浸水深と同程度になることが判る。

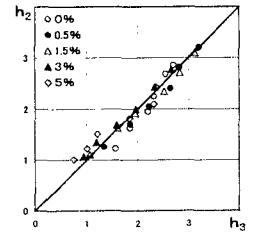


図-5 h_2 と h_3 の関係

3.2 流速

図-6に流速と植生密度の関係を示す。図から、次のことが判る。植生密度が大きくなるにつれて、海側とLagoon側の流速は共に低下するが、海側で著しい。低下率は植生密度が小さい間の方が激しい。

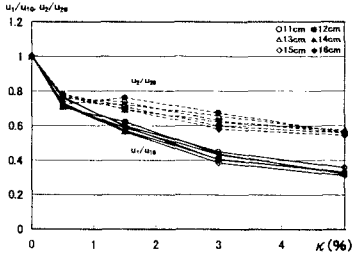


図-6 流速の植生密度への依存

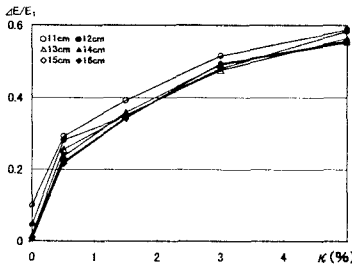


図-7 エネルギー損失率の植生密度への依存

3.3 エネルギー損失

植生や底面摩擦によるエネルギー損失率 $\Delta E/E_1$ と植生密度の関係を図-7に示す。ここで、 $\Delta E = E_1 - E_2$ 、 E_1 と E_2 は各々海側とLagoon側測点での比エネルギーである。図から、植生密度が大きくなるにつれて、エネルギー損失率が大きくなることは勿論であるが、底面摩擦によるエネルギー損失率の割合が小さいこと、エネルギー損失率が入射段波の強さにほとんど依存しないこと、なども判る。

3.4 合成抗力と合成抗力係数

簡便さを考えて、植生・砂嘴による抗力と底面摩擦力を分離せず、合成抗力という概念で議論を進める。

合成抗力 D は次式のように表現される。

$$D = \sum D_i = \sum \rho C_D u_i^2 h_i d / 2$$

$$= \rho C_D N d (Q/B)^2 / 2 h_T \quad (1)$$

ここで、 C_D' と C_D は各々の定義での合成抗力係数、 ρ は水の密度、 B は植生域（水路）幅、 Q は流量、 N は植生の本数、 d は植生の幹径、 h_T は代表浸水深である。植生密度 κ 、 N 、 d の間には次式の関係がある。

$$N = \kappa B L / 25 \pi d^2 \quad (2)$$

よって、式(2)を式(1)に代入すれば合成抗力係数として次式を得る。

$$C_D = 50 \pi (d/L) (B h_T / Q^2) D / \rho \kappa \quad (3)$$

h_T には、松富・大向の実験結果³⁾や汎用性から判断して h_i を採用すればよさそう。

運動量の定理から合成抗力 D を、式(3)から合成抗

力係数を評価

し、植生密度との関係を検討したものが図-8、図-9である。図から、両者は植生密度が大きく、また入射段波が強くなるにつれて、大きくなることが判る。そして、0.5%のデータを除き、

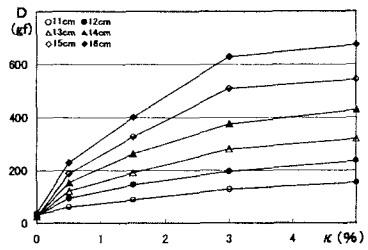


図-8 合成抗力の植生密度への依存

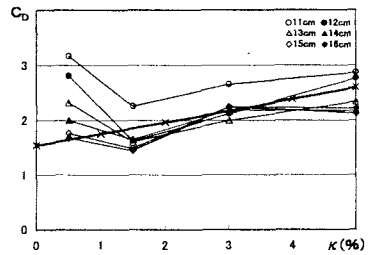


図-9 合成抗力係数の植生密度への依存

無視した時の、全ての植生配置と植生域長のデータに対する合成抗力係数の近似実験式として次式を得る。

$$C_D = 0.048 (L/d)^{0.65} \{1 + 0.055 \kappa (L/d)^{0.17}\} \quad (4)$$

図-9中の太実線が式(4)である。

3.5 フルード数の推移

図-10に全ての植生域長に対する海側とLagoon側のフルード数を示す。図より、常流から射流に推移する地点が、植生密度と植生域長に依存することが判る。

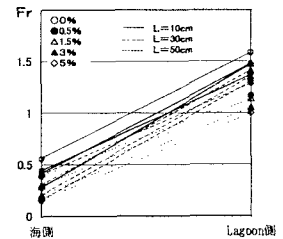


図-10 海側とLagoon側のフルード数

4. まとめ

①浸水深から見た植生は減災効果がないが、流速は減少し、減災効果が期待できる。勿論、漂流物の阻止効果も期待できる⁴⁾。②Lagoon側浸水深は海側浸水深の半以下となり、流速は倍以上となる。③植生密度次第で、砂嘴頂部付近で限界流が形成されたり、されなかったりする。④砂嘴上でのエネルギー損失率は入射段波の強さにほとんど依存しない。⑤Lagoon内の最大跳水高はLagoon側浸水深と同程度かそれ以上になる。⑥植生域内の水面形は上に凸である。⑦植生配置（千鳥・格子）による顕著な差は認められなかった。

〈文献〉1)松富ら：海岸論文集,1999。2)松富・飯塚：海岸論文集,1998。3)松富・大向：海岸論文集,1999。

4)Shuto,N.:Coastal Eng. in Japan, 1987。