

II-62

津波氾濫時の植生域海側の流速分布に関する基礎的検討

秋田大学 学員○川口 一也

秋田大学院 学員 今井健太郎

秋田大学 正員 松富 英夫

1. はじめに 植生域を遡上する津波の浸水深や流速を評価する場合に、植生域海側の流速分布や浸水深の特性を理解することは重要な事である。

津波先端部やその背後における流速分布、定常流下における植生域内の流速分布に関する研究として、藤間ら¹⁾、清水ら²⁾や Latief ら³⁾の研究が挙げられるが、植生域を透過する津波における研究例は少ない。そこで、本研究では植生域（防潮林）を透過する津波の海側流速分布を実験的に検討する。

2. 実験 津波氾濫流はゲート急開流れて模擬した。ピーク時の津波氾濫流をこの流れで模擬してよいのは確認済みである⁴⁾。

図-1に実験装置の概略を示す。貯水部（水深 h_v ）が6m、一様水深部（水深 h_u ）、一様勾配斜面部（勾配 $S=1/26$ ）が2.0m、斜面に連続的に接する陸上部が2.0m（植生域長 $L=0.25$ m）で、全長が12mの両面ガラス張り鋼製矩形造波水路である。計測機器の配置を図-2に示す。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の亚克力樹脂製棒を千鳥に配置した。植生密度と植生域長で構成される首藤のパラメータ⁵⁾、植生厚み dn （ d ：植生の胸高直径、 n ：沿岸方向1m当たりの植生本数）は本実験条件の範囲では $dn=70 \sim 200$ であり、実際に近いものである。浸水深の測定は容量式波高計（計測技研製）、流速の測定には直径3mmプロペラ流速計（中村製作所製）を用いた。波高計は線形応答確保のため、深さ3cmの箱の中に据えた、流速計については応答性を考慮し、反応後0.1秒経過後の値からを用いた。また、波高計と流速計は同一断面上に設置してある。流速測定に関して、水深方向には準定常時の平均海側浸水深を基準として1割水深の間隔で流速測定を行った。水路横断方向中心付近の流速分布については顕著な違いが見られなかったため、水路側壁面から5cm離れた地点に固定して測定を行った（図-3参照）。実験条件を表-1に示す。また、模型縮尺は1/100を想定している。

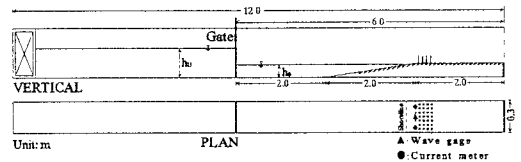


図-1 実験装置の概略

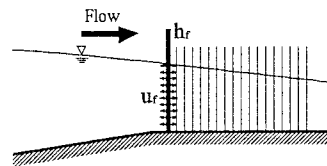


図-2 計測機器の配置

表-1 実験条件

貯水深 h_v (cm)	14, 16, 18
一様水深 h_u (cm)	6.7
植生域長 L (cm)	25
斜面勾配 S	1/26
植生密度 κ (%)	0.5, 1.0, 1.5
植生配置	千鳥配置
植生直径 d (mm)	2.4

3. 実験結果とその考察 図-3に相対段波波高 $\Delta H/h_u=0.62$ における津波氾濫時の浸水深と海側流速分布の経時変化を、図-4に断面平均流速を用いて評価したフルード数 Fr の経時変化を示す。氾濫初期段階では顕著な違いは確認出来ないが、氾濫流先端部の背後にある準定常状態での Fr は植生厚みが大きいほど小さくなることが判る。また、図-3と図-4を比較した時、 Fr により流速分布形の変化過程が分けられることが判る。よって、以下では、 $Fr > 1$, $Fr \approx 1$, $Fr < 1$ の3つの領域に分けて考察を進める。

3.1 $Fr > 1$ の領域（領域Ⅰ） 氾濫初期段階（ $t = 0 \sim 0.8$ ）においては、流れは強い射流状態となる。この場合は植生域からの反射の影響は受けにくく、段波先端部の流速分布¹⁾として考察できる。本実験結果においても、流速分布は底面付近の速度勾配の大きな領域（境界層領域）と、一様流とみなせる領域、流れ方向に鉛直に発生する渦による流速欠損領域

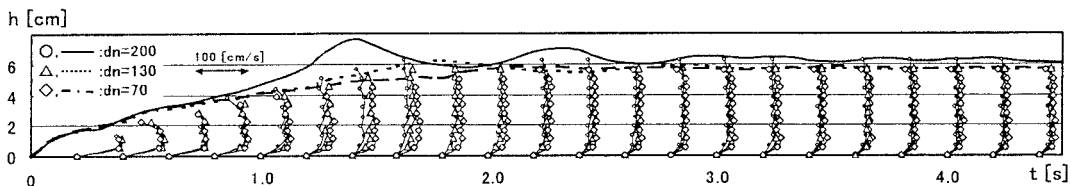


図-3 津波氾濫時の浸水深と流速分布の経時変化

域で構成されることが判る。しかし、底面近傍での流速は本実験の測定範囲では、境界層と一様流域の境界やその発達機構を正確に把握することは難しいと言える。

3.2 $Fr \approx 1$ の領域(領域Ⅱ) $Fr \approx 1$ の領域($t=0.8 \sim 1.2$)においても、領域Ⅰと同じように底面境界層領域と、一様流と見なせる領域で構成されていることが判る。しかし、植生による反射波の影響から、水表面近傍での流速は反射波による逆向きの流速と相殺するため観察される。特に、植生厚みが大きい場合は、流れに対する反射も大きくなるので速度欠損が顕著となる。

3.3 $Fr < 1$ の領域(領域Ⅲ) この領域では、氾濫流は準定常状態として捉えることができ、流速分布は Fr が小さくなると流速の大きさそのものには違いがあるものの、植生厚みによる、流速分布形に關しての顕著な違いは現れず、特に底面近くを除くとほぼ流速分布は一様となることが判る。これは流れが準定常になることにより、植生からの反射の影響も定常となることから、一様流化するものと考えられる。

4. 簡易流速測定法 以上の結果を用いて、準定常時の平均浸水深を基準とした1点法、3点法による流速測定(以下、簡易流速測定法)の適応性を考える。図-5に断面平均流速 u と簡易流速測定法での流速 u_e の相関を示す。領域Ⅰでの流速分布形は流れ方向に凸であり、一点法では表現しきれない部分もあるが、全領域においては10%程度の誤差を含んでしまうものの、うまく表現出来ている。断面平均流速と簡易測定流速間に線形近似を行うと、

$$u = 0.905u_e$$

となり、相関係数 $R^2 = 0.98$ となる。

5. まとめ 本実験で得られた結果は以下である。

1) 植生域海側の流速分布は複雑な分布形となり、植生からの反射の影響を考慮に入れなければうまく

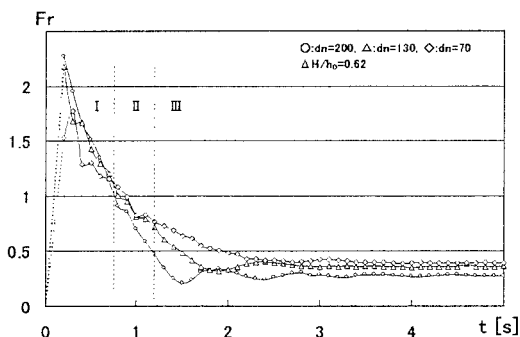


図-4 津波氾濫時の海側フルード数の経時変化

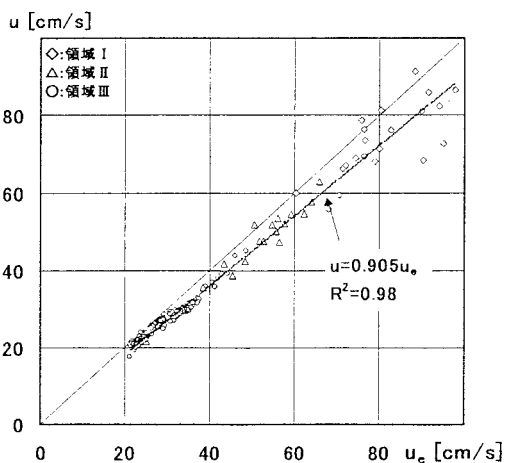


図-5 u と u_e の相関

議論出来ないが、従来の津波氾濫流と同じく、底面境界層域と一様流域に分けることが可能である。

2) 氾濫流が準定常状態になると、植生域海側流速は底面近傍を除き、ほぼ一様化する。

3) 補正を加えれば、断面平均流速は1点法・3点法による流速測定で表現が出来る。

参考文献 1) 藤間ら：土木学会論文集，第399号，pp.203-212，1988. 2) 清水ら：土木学会論文集，第438号，pp.31-40，1991. 3) Latiefら：東北地域災害科学研究，第35巻，pp.127-132，1999. 4) 松富ら：海洋工学論文集，第45巻，pp.361-365，1998. 5) 首藤伸夫：第32回海岸工学論文集，465-469，1985. 6) 松富ら：海洋工学論文集，pp.316-320，2001.