

II-27

相似則に基づく樹幹部模型を用いた植生域氾濫実験

秋田大学 学生員 ○大沼康太郎 正員 松富 英夫

1. はじめに

植生が絡んだ流れの研究が盛んに行われている。著者らも津波対策の一つである防潮林の津波減勢効果などを明らかにする目的で、植生模型を用いた実験的研究を行った^{1),2)}。その際に悩んだ、対象樹種のより実際の模型化として、対象とする流れと樹種に応じた植生模型の相似則（模型化の指針）の誘導が考えられる。

そこで、本研究は、①樹幹部相似則³⁾に基づく植生模型と既往の植生模型^{1),2)}での実験結果の比較を行い、本相似則の必要性を確かめ、②入射する津波氾濫流（以下氾濫流と略す）が植生へ及ぼす流体力と振動の影響を検討するものである。

2. 実験

著者ら³⁾が提案した樹幹部相似則に基づいて樹幹部材料を選択した結果、本研究における植生模型の樹幹部材料としてウレタンゴム丸棒（ $E \approx 5 \times 10^2 \text{ kgf/cm}^2$ ）を用いる。また、著者ら^{1),2)}の既往の実験との比較のためにアクリル丸棒（ $E \approx 32 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ ）も用いる。

氾濫流はゲート

表1 実験条件

貯水深 h_0 (cm)	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
一様水深 h_u (cm)	6.7
斜面勾配 S	1/26
樹高 l (cm)	8.5
胸高直径 d (cm)	0.4
縮尺比 λ	1/200
植生模型	アクリル丸棒：枝葉無、有 ウレタンゴム丸棒：枝葉無、有

急開流れで模擬した。ピーク時の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⁴⁾。実験水路は、全長が11mの両面ガラス張りの鋼製矩形水路である。また、水平流体力には10Hzのローパス・フィルターをかけ、高周波数成分をカットした。

実験水路の概略と計測機器の配置を図1に示す。植生模型には樹幹部（丸棒）に既製の枝葉模型（材質：軟質のポリ塩化ビニル樹脂）を取り付けたものと、樹幹部（丸棒）のみのものの2種類とした。また、樹幹部材料として、上述の2種類を用いた。実験条件を表1に示す。実験は各ケース3回ずつ行った。

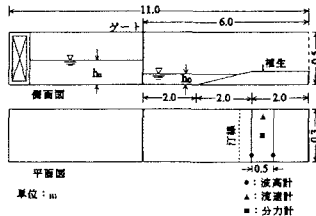


図1 実験装置の概略

3. 結果と考察

3-1 浸水深と水平流体力の経時変化

海側浸水深

と水平流体力の経時変化のうち、特徴的なものを図2に示す。ただし、実験値は3回の平均である。

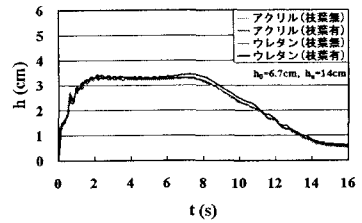
海側浸水深

は $h_u=14\text{cm}$ のケースを代表とするように、植生模型の種類に関わらず、ほぼ同じ浸水深であり、植生からの反射波等の影響を受けない。 $h_u=14\text{cm}$ のケースで、入射する氾濫流が植生の枝葉部下端に触れ始める。

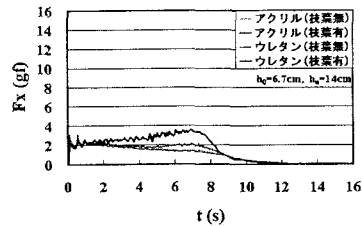
この場合、枝葉

有りとなしの植生模型の水平流体力に顕著な差が現れ始める。これは、枝葉部に氾濫流が触れ始めることで、樹幹部の撓みに大きな違いが生じ、水面下の枝葉部の量の差がこの結果を生み出したと考えられる。また、 $h_u=14 \sim 17\text{cm}$ の場合、枝葉有りのウレタンゴム丸棒とアクリル丸棒における水平流体力の大小関係は同じである。これは、ウレタンゴム樹幹部の弾性係数がアクリルのものより小さく、より大きく撓んで水面下の枝葉部が増え、大きくなったと考えられる。

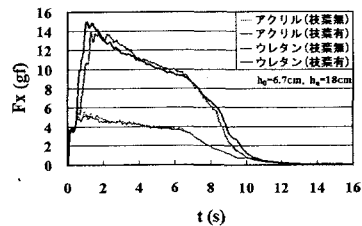
$h_u=18\text{cm}$ のケースは、入射する氾濫流が植生の枝葉部全体を浸水させてしまう状態である。この場合、枝葉



(a) 海側浸水深



(b) 水平流体力



(c) 水平流体力

図2 浸水深と水平流体力の経時変化

有りの植生模型に作用する水平流体力の大小関係がこれまでと逆になる。これは、アクリル丸棒とウレタンゴム丸棒共に枝葉部全体が浸水するという共通性を持つ中で、樹幹部の弾性係数が大きいアクリル丸棒の方がウレタンゴム丸棒よりも水平変位が小さいため、流れ方向の投影面積が大きくなり、このような逆転現象が生じたと考えられる。

$h_u=11\sim13\text{cm}$ のケースは、入射する氾濫流が植生の枝葉部に触れず、樹幹部のみ触れている状態である。この場合、何れの植生模型もほぼ同じ水平流体力を氾濫流から受けている。これは、他のケースにおける枝葉無しの植生模型でも共通している。つまり、水平流体力に関して枝葉無しの植生模型に樹幹部相似則を導入したことによる影響がほとんどないことがわかる。

3-2 パワー・スペクトル

スペクトル解析はデータ数が少ない場合に適するMEM法で行った。解析データは、トレンドを直線的に除去することとし、3データのうちの最も尤もらしくトレンドの除去がなされているものとした。データ数は2秒間、サンプリング間隔0.01sの201個である。海側浸水深と水平流体力のスペクトル結果のうち、特徴的なものを図3-1～3-4に示す。

入射してくる氾濫流は何れの貯水深でも第1ピークの周波数がほぼ等しく、高周波数になるにつれて右下がりの傾向がある。これらのことから、何れのケースにおいても同じような周波数成分を持った氾濫流が入射し、植生の影響を受けていないことがわかる。

アクリル丸棒、ウレタンゴム丸棒の第1固有振動数はそれぞれ45.1Hzと5.4Hzで

あるが、枝葉無しの植生模型では何れの貯水深の場合にも、この周波数での水平流体力のパワー・スペクトルのピークは存在しない。

これらのことから、枝葉無しの植生模型の場合、強制外力（入射波）で振動することがわかる。 $h_u=12\text{cm}$ の

場合、その強制外力の影響をそのまま受けて振動している。 $h_u=14\text{cm}$ の場合、アクリルのスペクトルは植生模型の種類に関わらず、入射波により同じ影響を受けている。しかし、ウレタンゴムのスペクトルにおける枝葉無しの植生模型の場合、入射波が持つパワー・スペクトルのピークがやや高周波数側にシフトするが、枝葉有りの植生模型の場合には、やや低周波数側にシフトしたものとなる。樹幹部の弾性係数の違いが、アクリルとウレタンゴムの振動にこのような現象を生じさせたと考えられる。 $h_u=16, 18\text{cm}$ の枝葉無しの植生模型の場合、他のケースと同様に入射波のパワー・スペクトルのピークがそのまま植生模型の振動にシフトする。また、枝葉有りの植生模型の場合、枝葉無しの植生模型で受けていた入射波の影響は見られず、入射波が持つパワー・スペクトルのピークが打ち消されたものとなっている。

4. おわりに

本研究で得られた結果は次の通りである。①水平流体力と振動に関して、枝葉無しの植生模型では樹幹部相似則の必要性はあまりないが、著者らの最終目的とする枝葉有りの植生模型では相似則を必要とする。②水平流体力を議論する上で投影面積の与える影響は大きい。③氾濫流中の植生模型の振動は固有振動ではなく、氾濫流による強制振動である。④枝葉無しの植生模型の場合、入射波のパワー・スペクトルのピークがそのまま植生模型の振動にシフトするが、枝葉有りの植生模型の場合、投影面積の与える影響が大きくなり、そのピークが打ち消される傾向にある。⑤トレンド除去の仕方によってスペクトル解析結果がやや異なった。今回はトレンドを直線として除去したが、最適な除去法を検討する必要がある。

参考文献 1) 松富英夫ら：海岸工学論文集，2001. 2) 今井健太郎ら：海岸工学論文集，2003. 3) 松富英夫ら：東北地域災害科学研究，2004. 4) 松富英夫ら：海岸工学論文集，1998.

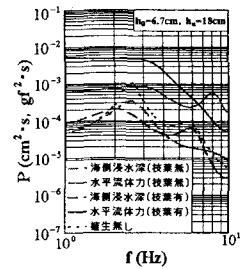


図 3-4 ウレタンゴム

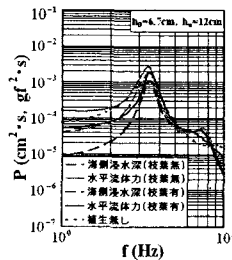


図 3-1 ウレタンゴム

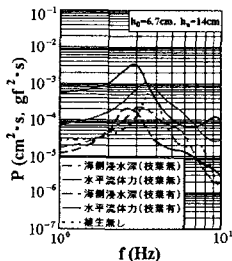


図 3-2 アクリル

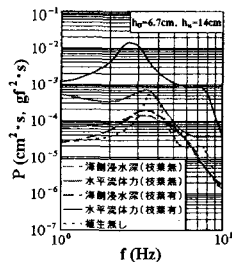


図 3-3 ウレタンゴム