

II-98 流木の縦分散係数に関する基礎実験

秋田大学 学生員 ○田名部 惇
正員 松富 英夫

1. はじめに インド洋津波での発電船の例を見るように、津波の陸上氾濫に伴った漂流物による被害は時として非常に甚大となる可能性がある。特に、日本においては港湾近くに貯木場が多々存在し、津波による貯木流出や、それによる2次災害が懸念されている。しかし、流木の挙動について未解明な点が多く、津波氾濫流に伴った流木の挙動など、定量的な評価を行うことは難しいといえる。基礎研究として、流木による被害を論じるために、流木の拡散係数等を検討する必要がある。多くの研究機関により流木の横方向の拡散係数は提案されているが、実験条件が様々なため、統一的な知見を得ていないのが現状である。そこで本研究は水理実験より、任意の位置における横方向の拡散と到達時間差から見た縦方向の分散の程度を調べることを目的としている。

2. 実験装置及び実験方法 実験には、図-1の長さ10m、幅0.3m、高さ0.5mの可変勾配循環水路を使用した。測点は流木投入装置(整流装置から0.6m地点)から0.6m下流地点を原点として、0, 0.6, 1.2, 2.4, 3.6, 4.8, 6.0mの7地点とし、各測点上にビデオカメラ、水表面よりやや上に5cm間隔メッシュのグリッド(横方向の拡散を見るため横方向は1cm間隔メッシュ)、各測点の横の水路壁に赤外線センサーを配置した。ビデオカメラで1cm間隔メッシュを通過する流木を撮影して横方向の移動(x, y)を、赤外線センサーで流木の通過した時間を読み取り、それぞれの分散を計算より求めた。投入装置はできるだけ水面に近づけ、投下後の沈みを小さくするようにし、水路中心に投下した。0m~0.6m~2.4m~4.8m, 0m~1.2m~3.6m~6.0mの2パターンでセンサーを配置し、表-1の条件を与え流木を流した。本論文データをCase 1~4、既報データ¹⁾をCase 5~8とし、本論文データでは水路壁にぶつかったものを除き300回分のデータを取得した。流木として、直径1cm、長さ12cmと16cm、実験開始前に30分間程水に浸しておいた比重0.9前後のものを使用した。

図-3, 4, 5, 6のグラフはCase 1~8を黒塗り(L/D=12)と白抜き(L/D=16)で区別した。

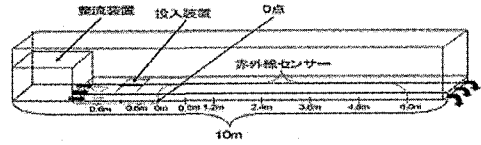


図-1 実験水路図

表-1 水量及び使用流木

	流量(l/s)	水深(cm)	流速(m/s)	L/D	Fr数	回数(本)
Case 1	3.6	3.48	0.344	12	0.59	300/388
Case 2	4.99	4.29	0.389	12	0.6	300/370
Case 3	3.59	3.45	0.347	16	0.6	300/436
Case 4	4.99	4.21	0.4	16	0.62	300/381
Case 5	6.35	4.7	0.45	12	0.66	281/300
Case 6	8.54	5.8	0.49	12	0.65	257/300
Case 7	6.35	4.7	0.45	16	0.66	247/300
Case 8	8.54	5.8	0.49	16	0.65	290/300

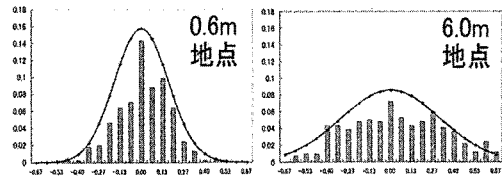


図-2 流木の横断方向の各点の通過確率(Case 3)

(横軸は水路幅を無次元化した値)

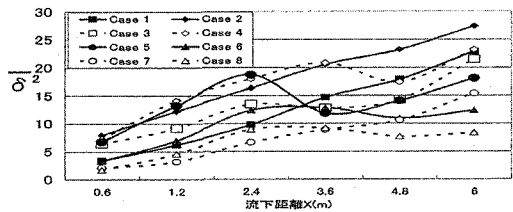


図-3 各流下距離における横分散

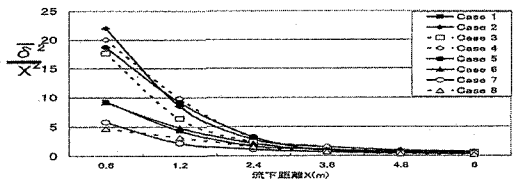


図-4 各流下距離における無次元横分散

(縦軸は横分散を流下距離で無次元化したもの)

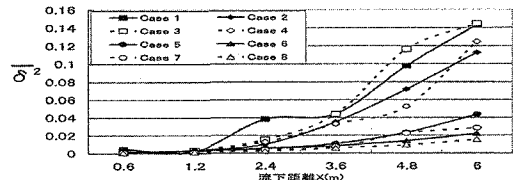


図-5 各流下距離における縦分散(通過時間の分散)

3. 実験結果と考察

(1) 横分散について 流木の拡散は図-2 に示すようにほぼ正規分布するが、流下距離が長くなるにつれて横方向に分散していき、図-3 に示すように横分散は単調増加する。また、同じ流量の時の流木長の影響を見ると、 $L/D=16$ の方が分散は大きく、これは水路壁にぶつかったデータが多いことなどが考えられる。図-4のように横分散を各流下距離で無次元化したものはほぼ一定値となった。

(2) 縦分散(時間分散)について 到達時間差の拡散は図-5に示すように流下距離が長くなるにつれ大きくなり、また流速が小さいほど大きくなっている。流木長による影響を見ると、違いがほとんどないことから、流木長の違いによる縦分散への影響は少ないと考えられる。図-6の縦分散を通過平均時間で無次元化したものは一定値に収束した。横方向通過点との関係では図-7のように各点での時間分散は一定ではなかった。

(3) 複数の流木の衝突の検討 図-8 に各通過点での通過時間偏差に対する通過確率を示す。流木同士の衝突確率の検討を行うために、各通過点での通過時間偏差に対する通過確率は正規分布となることを仮定する。図-2 から、0.6m 地点の中心を流木が通過する確率は0.158であり、通過平均時間は1.227(s)、その時の通過確率は0.215であり、これらを基準値とする。中心から $\pm 1\text{cm}$ での通過確率は0.146であり、通過平均時間と同じ時間で通過する確率はそれぞれ0.148, 0.147となる。これから求めた0.6m 地点の中心を通過する流木が1cm離れた流木と衝突する1番高い確率は0.07%, 2cm離れた流木では0.067%, 3cmでは0.04%となり中心から遠くなるほど衝突確率は低くなった。6.0m 地点では0.6mのように実験値は正規分布しなかった。衝突確率は1cmでは0.0015%, 2cmでは0.0013%, 3cmでは0.0011%で、0.6m 地点の時と比べると値は小さく、遠方では流木の衝突は各点でほぼ一樣と考えてもいいかもしれない。

4. まとめ 本研究において、無次元横分散、無次元縦分散はどの水理量でもほぼ一定値になった。流木同士の衝突確率については本論文でのデータしか用いておらず、今後は様々な水路や水理量、流木長で検討する必要がある。また、松富²⁾の流木衝突力評価式に加え、流木による被害想定を総合的に検討していく必要がある。

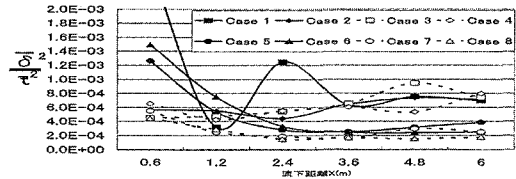


図-6 各流下距離における無次元縦分散
(縦軸は縦分散を通過平均時間で無次元化したもの)

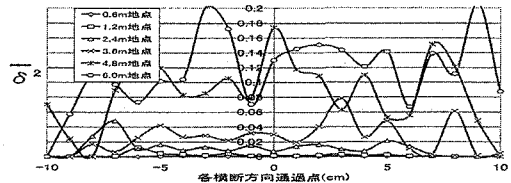


図-7 各横方向通過点における縦分散(Case 3)

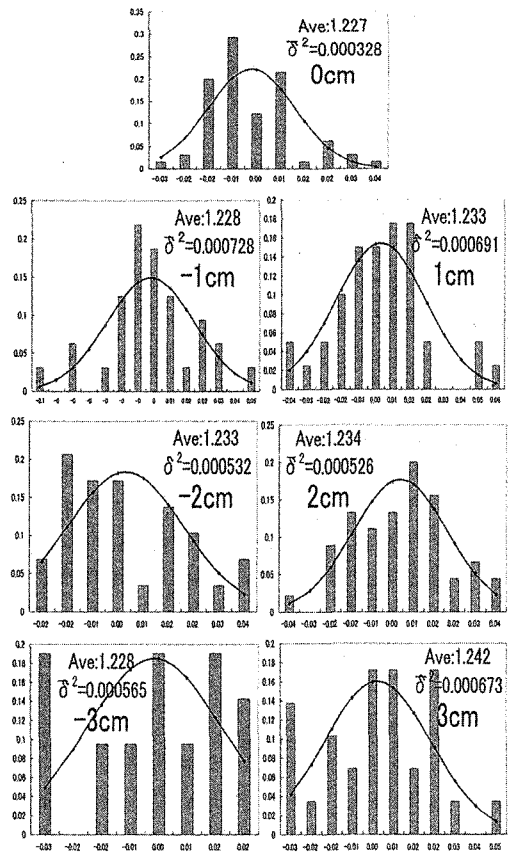


図-8 各点の通過点での通過時間に対する通過確率
(Case 3の0.6m 地点、横軸は平均時間を0とした偏差)

<参考文献>

- 1) 栗塚一範：東北支部講演概要集，pp. 274-275.
- 2) 松富英夫：土木学会論文集，No. 621/II-47, 111-127, 1999.