

流木の移動加速距離に関する実験的研究

秋田大学 学員○松本・光司

秋田大学 正員 松富 英夫

1. まえがき 津波時の流木による二次災害が指摘されて久しい。著者らは流木衝突力に関する研究を行ってきており、流木の漂流（衝突）速度が判れば、衝突力をほぼ推定できる段階に達している¹⁾。構造物にとって危険側を想定するならば、単純に漂流速度×流速と考えればよかろうが、どのくらいの漂流距離（以下、移動加速距離と呼ぶ）でそのようになるか、一度は検討しておく必要がある。そこで、本研究は、水路実験を通して、定常流中に投入された流木の移動加速距離について検討を行うものである。

2. 実験 実験に用いた水路の概略、流木投入地点などを図-1に示す。水路が短いため、流れは定常不等流である（図-2参照）。流木は、長軸を流れ方向に向けて、水面近くから手で投入した。流木の初速は零で、実験は同一条件のものを10回ずつ行った。よって、以下の個々の実験データは10回の平均である。実験条件を表-1にまとめて示す。表中、Dは流木径、Lは流木長、vは断面平均流速（11種類）、Sは流木の比重、Iは水面勾配（11種類）である。

表-1 実験条件

D (cm)	L/D	v (cm/s)	S	I ($\times 10^{-3}$)
1.0	8, 12, 15	59~126	0.70~0.86	4.2~26.1
1.5	8, 12, 15	59~126	0.70~0.78	4.2~26.1
1.8	8, 12, 15	59~126	0.64~0.85	4.2~26.1

流木漂流速度の計測・解析にはビデオとそのモーション・アナライザーを用いた。ビデオは水路上流側の高所に設置し、撮影区間は流木投入地点からその下流2mまでとした。撮影区間が短かったためか、多くの場合で漂流速度 $\geq$ 流速とならなかった。このような場合の移動加速距離は、図-2に示すように、流速を線形近似、漂流速度を線形外挿（破線）し、それらの交点位置を求めることで評価した。漂流速度 $\geq$ 流速となった場合の移動加速距離は流速を線形近似、漂流速度を曲線近似し、交点位置を求めることで評価した。

3. 実験結果とその考察

3.1 各種無次元量への依存性 移動加速距離 ℓ に影響する因子として、流木の直径D、長さL、比重S、

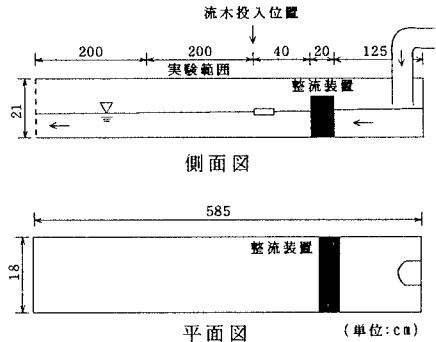


図-1 実験装置の概略

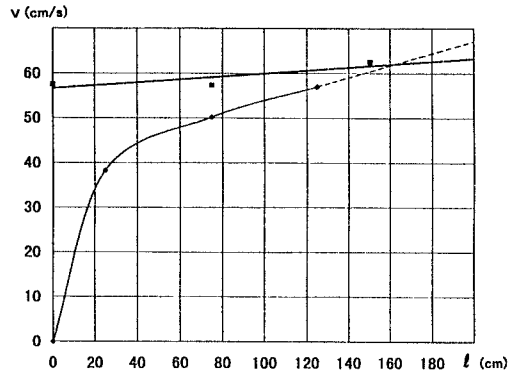


図-2 移動加速距離の評価法

流速v、水の動粘性係数 ν 、重力加速度gが考えられる。これらの因子間で次元解析を行えば、次式を得る。

$$\ell/L = f\{v/(gD)^{0.5}, L/D, vD/\nu, S\} \quad (1)$$

無次元移動加速距離(ℓ/L)の $\{v/(gD)^{0.5}\}$ 、 (L/D) 、 (vD/ν) 、Sへの依存性を図-3～6に示す。

図-3からは、無次元流速 $\{v/(gD)^{0.5}\}$ が大きくなるにつれて、無次元移動加速距離は単調減少することが判断される。

図-4からは、細長比(L/D)が大きくなるにつれて、無次元移動加速距離は単調減少することが判断される。これは図-3、5、6からも見て取れることである。

図-5からは、流木レイノルズ数 (vD/ν) が大きくなるにつれて、無次元移動加速距離は単調減少することが判断される。これは、流木径と流木長が同じ場合を考えると理解し易いが、流木レイノルズ数が大きく

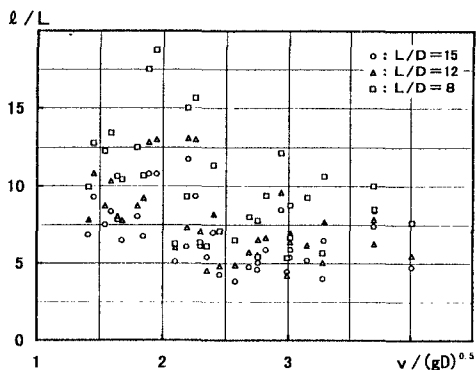


図-3 無次元移動加速距離の無次元流速への依存性

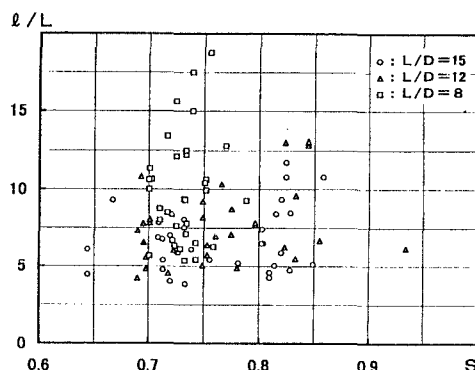


図-6 無次元移動加速距離の比重への依存性

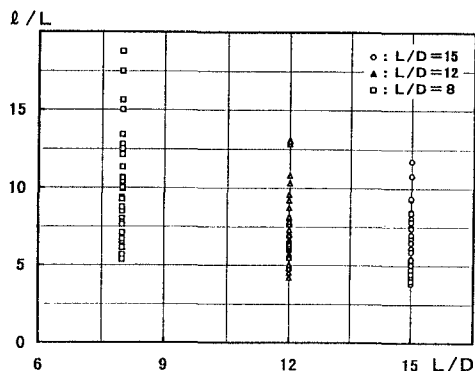


図-4 無次元加速距離の細長比への依存性

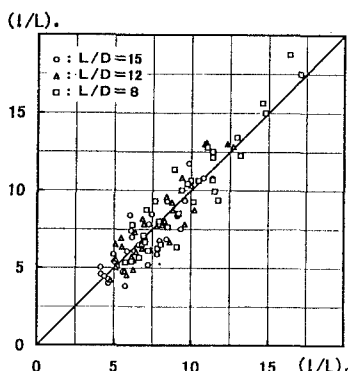


図-7 実験値と回帰値の比較

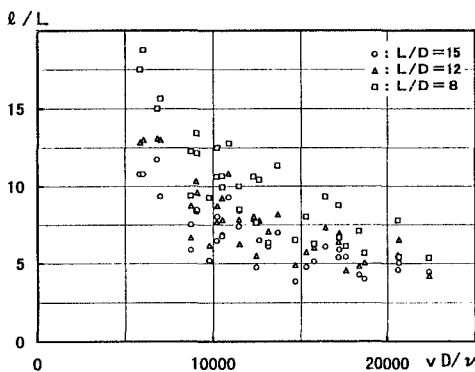


図-5 無次元移動加速距離の流木レイノルズ数への依存性

なるとは、流速が大きくなると解釈され、摩擦抵抗力は流速の2乗に比例して大きくなるので、理解できることである。

図-6からは、比重Sが大きくなる、換言して流木の重量や慣性が大きくなるにつれて、無次元移動加速距離は単調減少することが判断される。これは、無次元移動加速距離の細長比に対する依存結果を考えると奇異に感じる。つまり、細長比が大きくなる場合を考えると、流木長が一定のとき流木径が小さくなる、換

言して重量や慣性が小さくなるにつれて、無次元移動加速距離は単調減少したからである。この理由の一つとして、比重増大に伴う流木沈みの増大、ひいては流木への摩擦抵抗力の増大が考えられよう。

3.2 回帰式 全実験データ(99個)に対する移動加速距離の回帰式として、次式を得た。

$$l/L = 34200 \{v/(gD)^{0.5}\}^{-0.19} (L/D)^{-0.55} (vD/v)^{-0.75} S^{-0.57} \quad (2)$$

無次元移動加速距離の実験値(l/L)。を縦軸、式(2)による回帰値(l/L)。を横軸にとったものを図-7に示す。図によると、両者はほぼ1:1に対応しており、式(2)は妥当な回帰式と判断される。また、流木の移動加速距離は概ね流木長の20倍以下であることも判断される。

4. むすび 本研究の主な結論は次の通りである。

① 定常流下での漂流速度≒流速となる流木の移動加速距離に関する実験式(式(2))を導いた。

② 流木の漂流速度は流れに遭遇した直後急激に増大し、その後徐々に流速に近づいていく(図-2参照)。

③ 移動加速距離は概ね流木長の20倍以下である。

《文献》1) 松富・池田：海岸工学論文集，43巻，1996。