

市街地における流木の流動および堰止め機構に関する研究

京都大学防災研究所 正員 中川 一
 京都大学防災研究所 正員 高橋 保
 日本国土開発(株) 正員 ○安達宏介

1. はじめに 河川堤防の決壊により、堤内地には河道水のみでなく土砂や流木が流入し、洪水氾濫災害を助長することが多い。したがって堤内地の被害を予測するには氾濫水のみでなく、堤内地に流入する土砂や流木の時間的、空間的分布を予測し、それをもとに流入物が堤内地でどのような挙動をするかを明らかにする必要がある。ここでは特に家屋間での流木の堰止め機構について検討する。

2. 堰止め率に関する実験の概要 堤内地に流入した流木は、家屋、街路、空き地などの場の条件、流速、水深などの水理量、流木長、流木の密度、流木の直径、流木フラックス(単位時間、単位幅に流入する流木本数)などの流木の特性量などによって家屋間に堰止まったり、空き地に堆積したりして複雑な挙動を示す。ここでは、このような条件を単純化するために、家屋間隔(B)、流量(Q)、流木フラックス(Csp)を種々変化した実験を行った。実験水路は、図-1に示す通りで鋼製両面ガラス張りで勾配は1/500である。この中に幅(Bh)5cm、長さ10cm、高さ10cmの木製家屋模型を、図-2に示すような家屋間隔で図-1の斜線部に配置した。長さ(l)=4cm、直径2.2mm、密度0.83gf/cm³の流木模型290本を水路上流部に架設したベルトコンベヤー上に水路全幅に配置し、ベルトコンベヤーの回転速度を調整することにより流入流木フラックスCsp=0.40、0.68、1.93本/sec/cmで給木した。流量はQ=0.5、1.0、1.5l/secの3通りである。

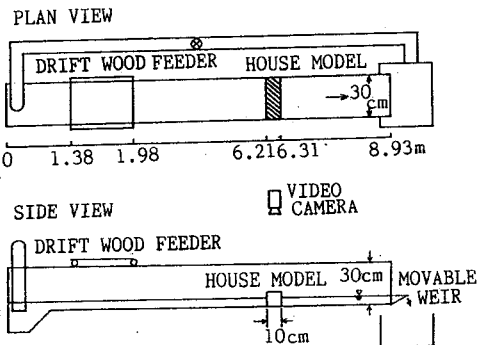


図-1 実験水路

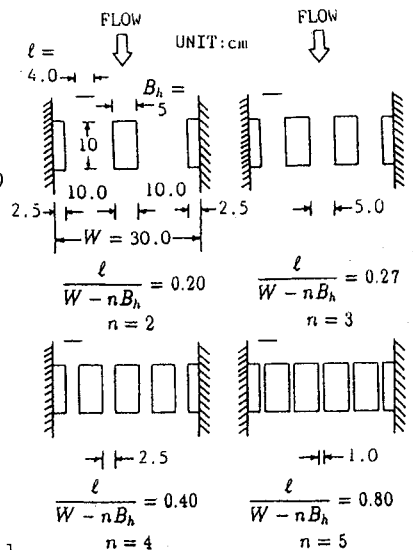


図-2 家屋間隔

3. 実験結果および考察 場の条件を流木長と空隙の比 $\eta = l / (W - n B_h)$ (W : 水路幅、 n : 家屋個数) で表わすと家屋間隔B=1、2.5、5、10cmはそれぞれ $\eta = 0.80$ 、0.40、0.27、0.20となる。実験結果より $\eta = 0.27$ および 0.20のときは最終的な堰止め率 (α_{en} =家屋間に堰止められた総流木本数/流下してきた総流木本数) は0となり $\eta = 0.8$ のとき、 $\alpha_{en}=1$ となる。また $\eta = 0.4$ のとき、 α_{en} は水理量、流木の特性量により決まることがわかった。家屋間隔が2.5cmすなわち $\eta = 0.40$ の場合は、流量、流入流木フラックスにより最終的な堰止め率 α_{en} が変化することがわ

かった。この変化は、平均流木フラックス C_m (流下総流木本数/流下時間/水路幅) が大きければ流木同士が絡み合っ見かけ上、流木長が長くなり堰止まりやすくなること、断面平均流速と水深で定義した Re 数が大きいと図-3

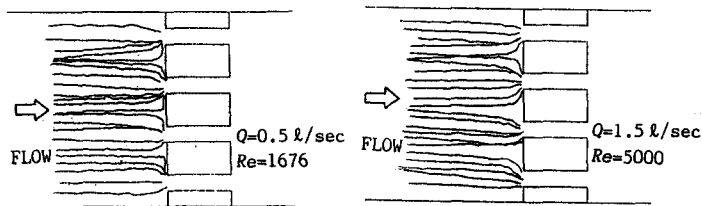


図-3 流跡線

で示すように家屋前面の流線の曲がり方が緩くなり、家屋近傍で流木の偏走角 θ (水路側壁に平行な軸と流木のなす角) が小さくなり堰止まることによるものと考えられる。偏走角は、大なるものの全体に占める割合が多いほど、最終的な堰止め率が高くなる。そこで、 $\eta=0.40$ の場合について最終的な堰止め率と C_m/Re との関係を見たものが図-4である。同図より $\alpha_{en}=50 (C_m/Re)^{0.5}$ (1) の関係が認められる。一方、時刻 t までに堰止められる流木本数 $N(t)$ を $N(t)=\beta (C_m W t)$ (2) と仮定すると、堰止め率の時間的変化は $\alpha(t)=50 (C_m/Re) (t/t_{en})$ (3) となる。ここに t_{en} は最初の流木が家屋前面に到着してから、最後の流木が到着するまでの時間である。(3) 式と実験値を比較したものが、図-5である。これによると妥当な結果がえられているが、実際の場に適用する場合 t_{en} の予測が問題となる。

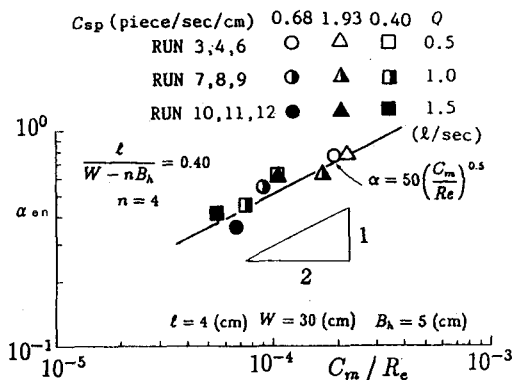


図-4 最終的な堰止め率と C_m/Re の関係

3. おわりに $0.40 < \eta < 0.80$ の状態では実験を行っておらず、 η を堰止め率の場の条件を表わす指標として用いるにはこの範囲のデータを収集して適用性を検討する必要がある。また、本実験で、得られた結果を市街地における流木の流動、堰止め機構に適用するためには、破堤口より流入した流木が、どの様に運動しながらどの様に分散していくかを求めなければならない。破堤口付近では、急激に氾濫水が広がり、横方向の流速をもつ。これにより流木は並進運動と、一種の回転運動をしながら分散する。このためには、流木の到着本数の分布、また流速ベクトルの家屋前面となす角を考慮する必要がある。

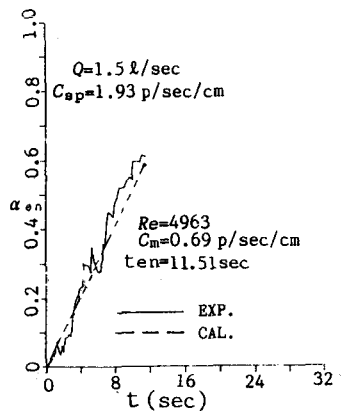


図-5 堰止め率の時間的変化