

II-50

2 本連なった場合の流木の衝撃力

秋田大学 学生員○原田 忍 正員 松常英夫

1. まえがき 本研究の目的は、碎波段波に伴った流れ方向に2本連なる流木を対象に、見かけの質量係数 C_{na} 、流木の移動速度 u_w と衝撃力継続時間 Δt の変化特性を実験的に検討して、流木の最大衝撃力 F_{1m} の特性を論じることにある。

2. 実験 実験装置の概略を図-1に示す。水路は水平に設置された鋼製矩形のもので、段波はゲート急開により発生させた。衝撃力の測定には、受圧壁の取り替えが可能で、全力のみ測定可能な波力計を用いた¹⁾。実験での段波発生条件を表-1に示す。 h_1 は初期ゲート上流側水深で、 h_0 と u_0 は初期ゲート下流側的水深と流速である。表-2に使用流木の諸元を示す。 D は流木径、 L は流木長、 W は湿潤状態での流木の重量である。各実験において、流木は同諸元のを2本用いた。問題はこれ等流木の初期の設置条件である。2本の流木をできるだけ近付けて設置するAパターン、できるだけ離して設置するBパターンとその中間的なCパターンが考えられる(図-2)。Aパターンでは、2倍の L を有する1本(以下、単本と呼ぶ)のものとの比較・検討ができる。Bパターンでは、下流側の流木が緩衝材としての機能を果たすかどうか検討することかできる。予備実験から、Cパターンでは、下流側の流木が波力計に先に衝突し、反発してきたところに上流側の流木が衝突するので、Bパターンよりも衝撃力が小さくなることが判った。以上の理由より、CパターンはBパターンに含まれるものとして、AパターンとBパターンのみの実験を行うことにした。

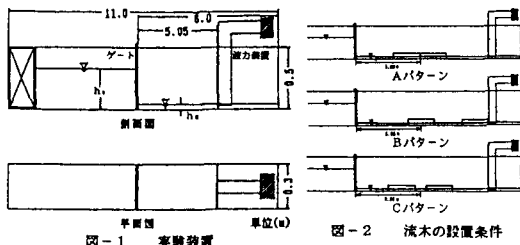


図-1 実験装置

図-2 流木の設置条件

表-1 段波発生条件

$h_1(m)$	$h_0(m)$	$u_0(m/s)$
0.40	0.02	0

表-2 流木諸元

$D(cm)$	$L(cm)$	$W(kg)$
8~12	64~128	8~16
		1390~5680

3. 衝撃力の経時変化の分類 図-3にAパターンでの衝撃力 F の経時変化例を示す。(a)は2本の流木がかくつたまま移動し、同時に縦衝突した

場合である。(b)~(e)は2本の流木が時間差を持って縦衝突した場合である。(a)~(e)に進むにつれて時間差が大きくなっている。構造物の安全性は最も危険となる状況のもとで論じる必要がある。よって、(a)の場合のみを解析することにした。

Bパターンでは、図-3(a)のパターンしか生じなかった。以下、Aパターンは(A)、Bパターンは(B)と略記することにする。

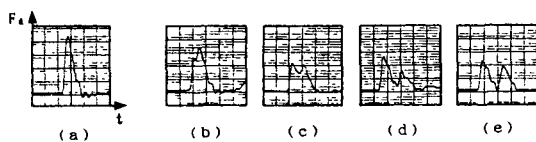


図-3 衝撃力の経時変化例 ($D=8, L/D=12, \lambda=87\%$)

4. 実験の結果と考察

4-1 見かけの質量係数 実験値より、見かけの質量係数 C_{na} の同帰式を求めれば、次式を得る。

$$(A): C_{na} = -7.1 \times 10^{-3} \lambda^2 + 0.0190 \lambda + 0.38 \dots (1-A)$$

$$(B): C_{na} = 1.631 \dots (1-B)$$

ただし、実験での C_{na} は次式より評価されている。

$$F \Delta t = C_{na} \cdot M \cdot u_w \dots (2)$$

図-4に λ による C_{na} の変化を示す。(A)は単本の場合とほぼ同じ曲線を描いている。(B)が、 λ に関係なく、(A)や単本の場合の C_{na} を上まわっている理由については、まだ定かでない。

4-2 流木の移動速度 実験値より、流木の移動速度 u_w の同帰式を求めれば、次式を得る。

$$(A): u_w = 0.814 (\Delta H / h_0)^{0.535} (\Delta H / D)^{0.741} \cdot (L/D)^{-0.249} (gD)^{0.5} \dots (3-A)$$

$$(B): u_w = 0.793 (\Delta H / h_0)^{0.294} (\Delta H / D)^{0.325} \cdot (L/D)^{-0.522} (gD)^{0.5} \dots (3-B)$$

図-5(a)と(b)に式(3-A)と(3-B)の計算値と実験値の比較例を示す。図-6と7に D と L/D による u_w の変化例を示す。本来ならば、単本と(B)の u_w は同程度になる筈である。これは、実験装置の制約によるもので、(B)では流木の流下距離がより

短くなり、移動速度が遅くなったものと思われる。

4-3 衝撃力継続時間 衝撃力継続時間 Δt の開度 λ への依存性を検討して、次の回帰式を得た。

(A): $\Delta t / \Delta t_0 = 1.01 - 0.198(0.923)^\lambda \dots(4-A)$
 (B): $\Delta t / \Delta t_0 = 1 \dots\dots\dots(4-B)$

ここで、 Δt_0 は、(A)では $\lambda \geq 20\%$ での、(B)では全 λ での Δt の平均値である。図-8(a)と(b)に $\Delta t / \Delta t_0$ の λ による変化例を示す。

(A)では $\lambda \geq 20\%$ での、(B)では全 λ での実験値より Δt の回帰式を求めれば、次式を得る。

(A): $\Delta t = 0.509(\Delta H/h_0)^{0.145}(\Delta H/D)^{0.303} \cdot (L/D)^{0.094}(D/g)^{0.5} \dots\dots(5-A)$
 (B): $\Delta t = 0.679(\Delta H/h_0)^{-0.050}(\Delta H/D)^{0.366} \cdot (L/D)^{0.093}(D/g)^{0.5} \dots\dots(5-B)$

式(5-A)の Δt は式(4-A)の Δt_0 に相当する。よって、(A)での最終的な Δt の評価式は次式となる。

(A): $\Delta t = 0.509\{1.01 - 0.198(0.923)^\lambda\} \cdot (\Delta H/h_0)^{0.145}(\Delta H/D)^{0.303} \cdot (L/D)^{0.094}(D/g)^{0.5} \dots\dots(5-A')$

図-9(a)と(b)に 式(5-A')と(5-B)の計算値と実験値の比較例を示す。

4-4 最大衝撃力 衝撃力波形 F_d として三角形分布を仮定すれば¹⁾、式(2)より最大衝撃力 F_{dm} として次式を得る。

(A): $F_{dm} = 5.02\gamma(-7.1 \times 10^{-5}\lambda^2 + 0.0190\lambda + 0.38)\{1.01 - 0.269(0.910)^\lambda\}^{-1} \cdot (\Delta H/h_0)^{0.290}(\Delta H/D)^{0.436} \cdot (L/D)^{0.617}D \dots\dots(6-A)$
 (B): $F_{dm} = 3.06\gamma(\Delta H/h_0)^{0.444}(\Delta H/D)^{0.453} \cdot (L/D)^{0.384}D \dots\dots(6-B)$

図-10(a)と(b)に式(6-A)と(6-B)の計算値と実験値の比較を示す。図-11~13に各々 λ 、 L/D 、 D による F_{dm} の変化例を示す。単本の F_{dm} を2倍したものより、(A)の衝撃力が常に小さい。これは、2本の流木間でエネルギー損失が生じていることを示している。(B)が、 λ に関係なく、単本の場合の F_{dm} を上まわっている理由についてはまだ定かでない。

5. むすび ①(B)での C_{ma} 、 u_w 、 Δt 、 F_{dm} は、本実験の範囲内では、 λ の影響を受けない。②(A)での F_{dm} は単純に単本での F_{dm} の2倍とはならない。③(A)と単本での C_{ma} は酷似している。

《参考文献》 1)松富: 論文集 (投稿中)

