

急勾配中小河川の流木に起因する洪水氾濫災害とその軽減・防止対策について

愛媛大学大学院 学生員 越智有生
 愛媛大学大学院 正員 藤森祥文
 (株)荒谷建設コンサルト 正員 白石 央
 愛媛大学大学院 正員 渡辺政広

1. はじめに

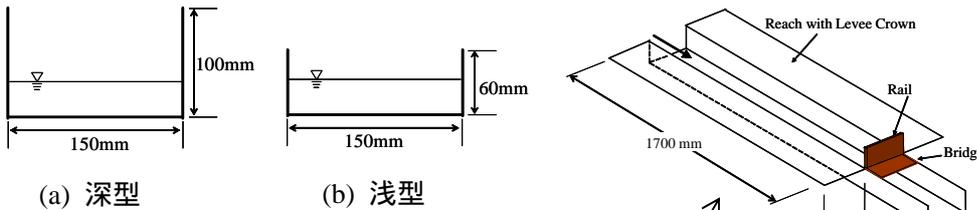
平成 16 年 9 月 29 日，愛媛県東予地域では，台風 21 号による 250 ~ 350 mm を上回る豪雨により，西条市，新居浜市を中心に，各所で土石流，河川の氾濫が発生した．本台風災害では，東予地域の多くの中小河川で，上流各所の斜面崩壊により発生した流木が橋脚にひっかかり，河道の流れを阻害したため，洪水流はジャンプ（跳水）を起こして兩岸に溢水氾濫した．これにより，山地中小河川である妙之谷川（西条市小松町）において，妙之谷川橋地点の右岸側では，家屋内の女性が侵入した氾濫水に押し流され死亡し，兩岸沿いの家屋の多くが氾濫水により崩壊した（写真-1）．本研究では，中小河川で発生した流木に起因する洪水氾濫災害の防止対策について，流出実験を行って検討，考察した結果を報告する．



写真-1 流木に起因する洪水氾濫災害（愛媛県西条市・妙之谷川橋地点）

2. 流木・洪水氾濫災害の防止対策について

流木が橋脚にひっかかることにより引き起こされる洪水氾濫災害を防止する対策について，模型水路（図-1，2）を用いた流出実験を行って検討した．模型水路は，矩形断面深型（幅 15 cm，深 10 cm）と矩形断面浅型（幅 15 cm，深 6 cm）で，透明アクリル製である．水路勾配は 1/100，2.5/100，4/100，Manningの粗度係数は 0.0095 $m^{-1/3} \cdot s$ である．また，表-1 に実験条件を示す．



(a) 深型 (b) 浅型
 図-2 流出実験模型水路（横断面）

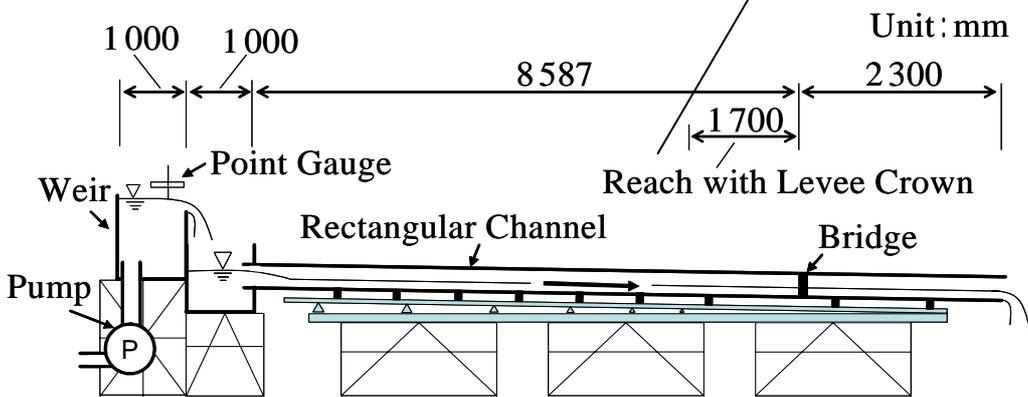


図-1 流出実験模型水路（縦断面）

表-1 実験条件

| So 勾配 | h(cm) 水深 | Q(m ³ /s) 流量 | Froude数 | 欄干 | 浅・深型 |
|----------|-------------|----------------------------|---------|------|------|
| 1/100 | 2.0 | 0.0022 | 1.62 | 有り | 浅型 |
| | 2.0 | 0.0022 | 1.69 | 有り | 深型 |
| | 2.0 | 0.0022 | 1.62 | 無し | 浅型 |
| | 2.0 | 0.0022 | 1.69 | 無し | 深型 |
| | 3.9 | 0.0058 | 1.59 | 有り | 浅型 |
| | 3.9 | 0.0059 | 1.58 | 有り | 深型 |
| | 3.9 | 0.0058 | 1.59 | 無し | 浅型 |
| | 3.9 | 0.0057 | 1.58 | 無し | 深型 |
| | 4.9 | 0.0079 | 1.56 | 有り | 深型 |
| | 4.9 | 0.0079 | 1.56 | 無し | 深型 |
| | 5.9 | 0.0101 | 1.50 | 有り | 深型 |
| | 5.9 | 0.0101 | 1.50 | 無し | 深型 |
| 2.5/100 | 2.0 | 0.0035 | 2.66 | 有り | 浅型 |
| | 1.9 | 0.0035 | 2.75 | 有り | 深型 |
| | 2.0 | 0.0035 | 2.66 | 無し | 浅型 |
| | 1.9 | 0.0035 | 2.75 | 無し | 深型 |
| | 3.9 | 0.0089 | 2.44 | 有り | 浅型 |
| | 3.9 | 0.0090 | 2.53 | 有り | 深型 |
| | 3.9 | 0.0089 | 2.44 | 無し | 浅型 |
| | 3.9 | 0.0090 | 2.53 | 無し | 深型 |
| | 4/100 | 3.0 | 0.0078 | 3.15 | 有り |
| 3.0 | | 0.0079 | 3.26 | 有り | 深型 |
| 3.0 | | 0.0078 | 3.15 | 無し | 浅型 |
| 3.0 | | 0.0079 | 3.26 | 無し | 深型 |
| 4.0 | | 0.0115 | 3.03 | 有り | 浅型 |
| 4.0 | | 0.0116 | 3.09 | 有り | 深型 |
| 4.0 | | 0.0115 | 3.03 | 無し | 浅型 |
| 4.0 | | 0.0116 | 3.09 | 無し | 深型 |

キーワード 欄干，流木，橋脚へのひっかかり，ジャンプ（跳水），射流

連絡先 〒790-8577 松山市文京町 3 愛媛大学大学院理工学研究科生産環境工学専攻 Tel. 089-927-9828

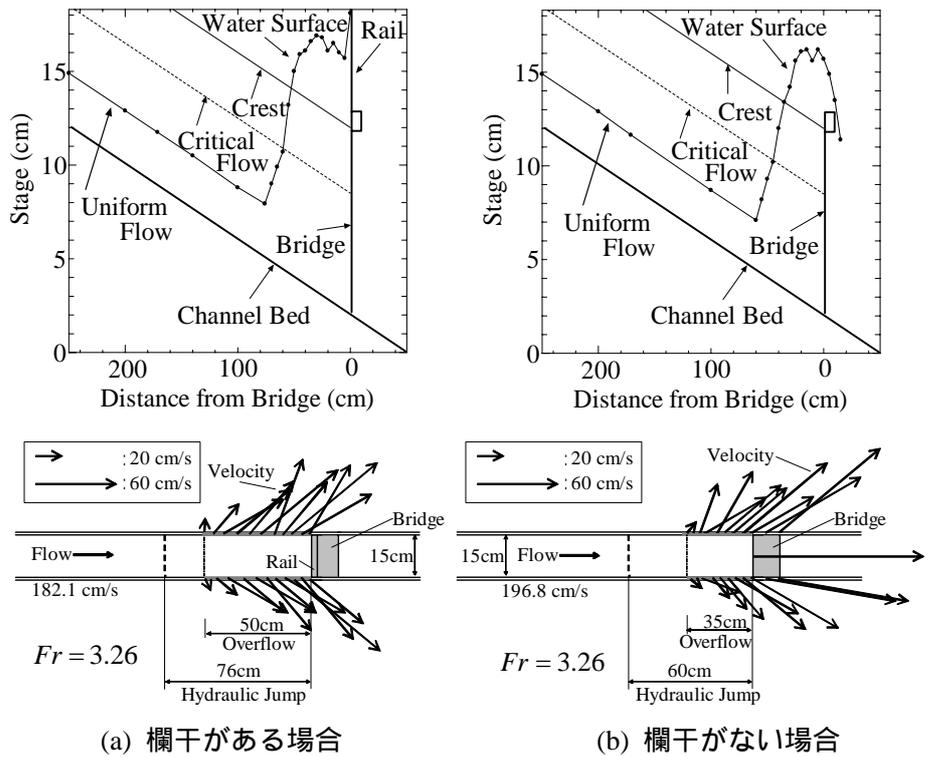
2.1 欄干ありの場合

はじめに，水路勾配が 4/100，矩形断面深型で，流木が橋および欄干にひっかって水路が完全に閉塞されている場合を想定して流出実験を行った．図-3(a)に，水面形と氾濫状況を示す．図から明らかかなように，橋梁地点において，本来ならば，氾濫を起こさず流下

していく洪水が，橋への流木のひっかかりによって，激しい氾濫を発生させていることが分かる．

2.2 欄干なしの場合

次に，水路勾配が 4/100，矩形断面深型で，欄干が取り払われている場合を想定して流出実験を行った．図-3(b)に，水面形と氾濫状況を示す．これらより，欄干を取り払うと，溢水流量が減少して氾濫水流体力が減少してくることが分かる．



(a) 欄干がある場合 (b) 欄干がない場合
図-3 流出実験結果（水面形，氾濫状況，流量 $Q = 7.9 \text{ l/s}$ ）

2.3 氾濫水流体力とその作用角度について

氾濫水流体力 F_1 を次式で定義する(図-4)．

$$F_1 = \sum \rho a_i v_i^2 \sin \theta_i \quad (1)$$

ここに， ρ ：水の密度， $a_i \sin \theta_i$ ：流水断面積， v_i ：流速．

次に，水路上流での流体力 F_2 を次式で定義する(図-4)．

$$F_2 = \rho AV^2 \quad (2)$$

ここに， A ：流水断面積， V ：流速とする．

式(1)，(2)より，氾濫水流体力の無次元量 F を次式で表す．

$$F = F_1 / F_2 = \left(\sum \rho a_i v_i^2 \sin \theta_i \right) / (\rho AV^2) \quad (3)$$

図-5 より，欄干を取り払うことで，氾濫水流体力が著しく減少していることが分かる．また，矩形断面深型より矩形断面浅型の方が，氾濫水流体力の減少が大きくなること，すなわち，高さが幅に比べて小さい矩形断面水路の方が，欄干を取り外すことで，氾濫水流体力を減少させる効果が大きくなることが分かる．図-6 に，Froude 数と氾濫水流体力の作用角度(平均値 θ) との関係を示す．欄干を取り払うことで，氾濫水流体力の水路に対する作用角度が減少し，氾濫水流体力が小さくなることが分かる．

3. まとめ：本研究より，流木に起因する洪水氾濫において，橋梁の欄干を取り払うことにより，氾濫被害を軽減させ得ることが明らかになった．

謝辞：本研究は，国土交通省・建設技術研究開発助成(平成17・18年度)を得て遂行された．

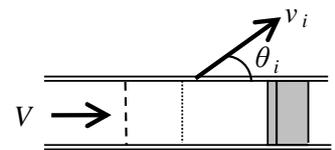


図-4 氾濫水の流速と角度

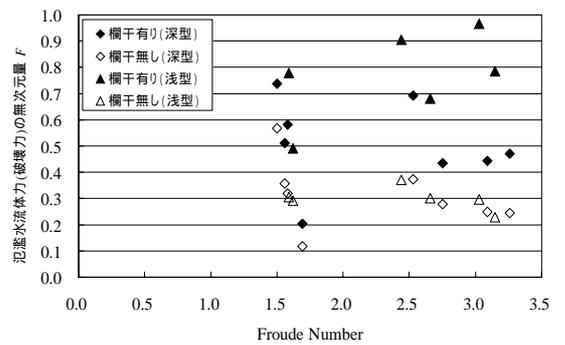


図-5 Froude 数と氾濫水流体力との関係

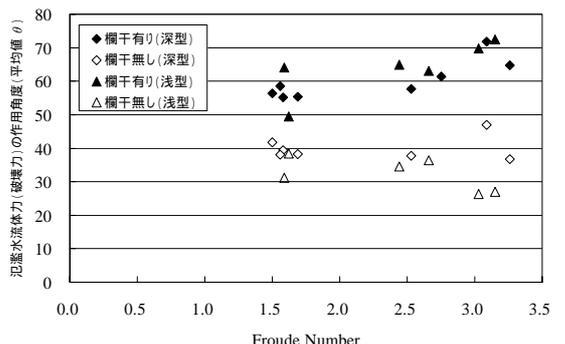


図-6 Froude 数と氾濫水流体力の作用角度との関係