

土砂・洪水氾濫時に流出する流木による被害想定範囲の検討例

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所 小竹利明 白髭一磨 岸本昌之 小林英彦 福富章弘
 八千代エンジニアリング株式会社 ○大庭稜平 宮田直樹 西尾陽介 山田創太

1. はじめに

六甲砂防事務所管内では、河川砂防技術基準に基づき、短期土砂・流木流出対策施設配置計画として、土砂・洪水氾濫時に流出する土砂と流木を一体的に処理する計画の検討を進めている。土砂・洪水氾濫時に流出する流木に対しては、流木によって被害が想定される地点（トラブルスポット）を抽出し、流木の閉塞に伴う氾濫被害の想定を行っている。本発表では、土砂・洪水氾濫時に流出する流木によるトラブルスポットの抽出・評価の考え方や、流木閉塞に伴う被害想定範囲を検討した結果を報告する。

2. 管内における流木災害の特性

管内では、大規模な土砂移動を伴う災害として、昭和13年災害（阪神大水害）及び昭和42年災害があり、いずれの災害においても土砂とともに多量の流木の流出が生じている。また、流出流木が下流部に位置する橋梁や暗渠入口を閉塞させ、そこを起点として氾濫が生じたという記録が複数残されている（例えば図1）。六甲山系では、特に南麓地域で市街地化が進んでおり、各河川には多くの橋梁が架設されている。また、地下河川化といった工事も古くから実施されており、流木による閉塞が生じやすい「流下断面の小さい橋」や「暗渠」が多数存在している。そのため、既往災害で確認されたような流木災害は、現在でも発生しうると考えられる。



新国道業平橋の橋脚は午前九時過に土砂、流木のため堰き止められた濁水は東西に氾濫、一方川西に流れた水は午前十時半頃、開森橋付近の氾濫した水は古屋敷、苅谷西ノ口方面を荒し省線路を越え南下し前田、中程を流れた水と合し相当な浸水家屋を出した。（※1）

図1 流木災害に関する記録の一例
 （S13阪神大水害 芦屋川 業平橋（国道2号））

3. 流木によるトラブルスポットの抽出・評価

3.1. トラブルスポット候補地点の抽出

流木による被害が想定される橋梁・暗渠をトラブルスポットの候補地点として抽出した。なお、本検討では、土砂・洪水氾濫時に流出する流木による被害を想定することから、土砂・洪水氾濫対策で河床変動計算を実施する区間（河床勾配10°未満）に位置するものを対象とし、地形図（地理院地図等）をもとに道路等が河道を横断する箇所を抽出した。その結果、土砂・洪水氾濫対策の対象とする全19水系で1393箇所の候補地点を抽出した。さらに、各地点について、LPデータ及び現地計測により、川幅、桁下高、径間長（橋脚がある場合）を計測した。

3.2. トラブルスポットの閉塞危険性の評価

抽出した橋梁・暗渠等の断面通過能力に基づき、各地点の閉塞の危険性を次のように評価した。

①川幅方向（横過部長あるいは径間長）の評価

川幅方向（幅）に対する閉塞の危険性は、既往研究による流木の捕捉率と狭窄部の幅（W）、流木長（L）に関する実験結果^{※2}を参考とした。これによると、 $W/L < 0.3$ で捕捉率1.0、 $W/L > 1.3$ で捕捉率0になり、 $W/L = 0.8$ で捕捉率0.5に相当することが示されている。そこで、川幅による判定は、 W/L を評価基準として用いることとし、図2に示す評価基準で判定するものとした。なお、河道への流出が想定される流木の長さ（L）は、LPデータによる解析から得られた流木発生源の平均樹高（12m）と、下流まで流出する流木の長さは発生源の立木の長さの1/3～1/2であるとの既往調査事例^{※2}に基づき、6m（立木の長さの1/2）とした。なお、 $W/L < 0.3$ （川幅2m未満に相当）となる橋梁、暗渠については当該地点で閉塞し、それより下流への流木の流下は生じないものとした。

②高さ方向（桁下高）の評価

高さ方向に対する閉塞の危険性は、土石流状態と掃流状態では流木の移動形態が異なることを考慮して、それぞれ以下のように評価した。

【土石流区間（河床勾配1/30以上）】

土砂と流木が混然一体となって流下し、流出流木が押し上げられて縦方向に立ち上がるように流下することもあるため、桁下高による閉塞判定は流出流木長との比較により、図2に示す評価基準で判定した。

【掃流区間（河床勾配1/30未満）】

流木は水面に浮かんで流下することが想定されるため、計画規模降雨時の一次元河床変動計算による当該地点の流動深に流出流木の直径（立木調査結果より0.2m）と河川としての余裕高（流量に応じて0.6～1.0m程度）、橋梁としての余裕高（0.5m）を加えた高さとの比較により、図2に示す評価基準で判定した。

③閉塞危険性の評価

川幅方向と高さ方向の判定結果に基づき、図2に示す3ランクで評価した。なお、六甲山系の各河川は流下断面が小さいことから、少量の流木でも閉塞が生じる可能性が考えられたため、トラブルスポット地点への到達流木

量は評価基準に用いていない。以上までの評価の結果、閉塞危険性が高いトラブルスポットは712箇所（ランクA 667箇所、ランクB 45箇所）となった。

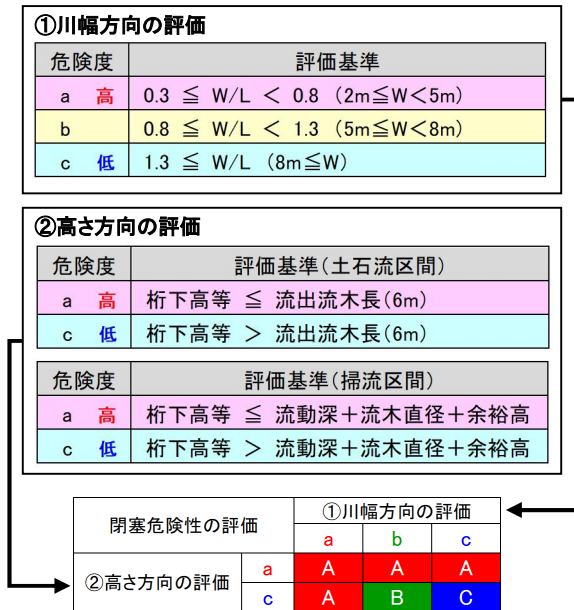


図2 トラブルスポットの閉塞危険性の評価

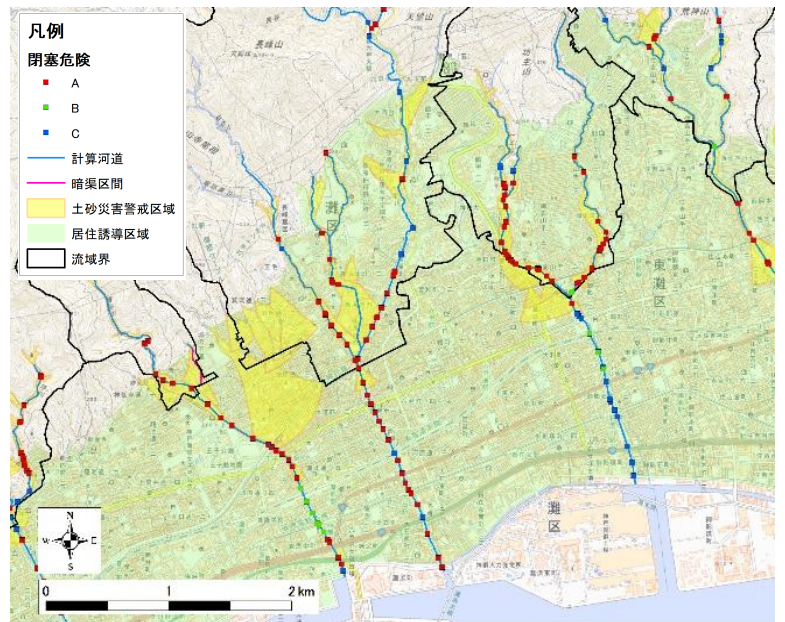


図3 トラブルスポットの閉塞危険性の評価結果の一例

4. 流木閉塞に伴う被害想定範囲の検討

流木閉塞に伴う被害想定範囲は二次元氾濫計算により想定した。ここで、氾濫開始点は、閉塞危険性が高いトラブルスポットから被害が最大になると想定される地点を選定した。選定にあたっては、当該河川が扇状地形を呈している場合は、氾濫は扇状に広がるのが想定されるため、最上流部に位置するトラブルスポットを選定することを基本とした。一方、谷底地形を呈している場合は、流下途中に流入してくる支溪や側岸斜面等の流木発生源の位置関係に応じた氾濫ブロックを設定し、各ブロックで氾濫開始点を選定することを基本とした。

二次元氾濫計算は、氾濫開始点として選定した地点におけるハイドログラフ及びセディグラフ（一次元河床変動計算結果）を供給するものとした。また、流木閉塞時には、当該地点では土砂堆積が生じると考えられるため、橋梁地点から上流側への土砂の堆積遡上による影響を考慮して氾濫開始点を設定した。

流木閉塞に伴う被害想定範囲の一例を図4に示す。流木閉塞を想定した氾濫開始点は、土砂・洪水氾濫の氾濫開始点より上流側に位置するトラブルスポットから選定しているため、それによって被害想定範囲は拡大している。この拡大した範囲を流木閉塞に伴う被害想定範囲（図4の赤丸）とした。この考え方に基づいて、全河川の被害額を算定した結果、流木閉塞による被害を考慮した場合、土砂・洪水氾濫による被害額（流木閉塞を考慮しない場合）の約1.2倍（2割程度増）になることが確認された。

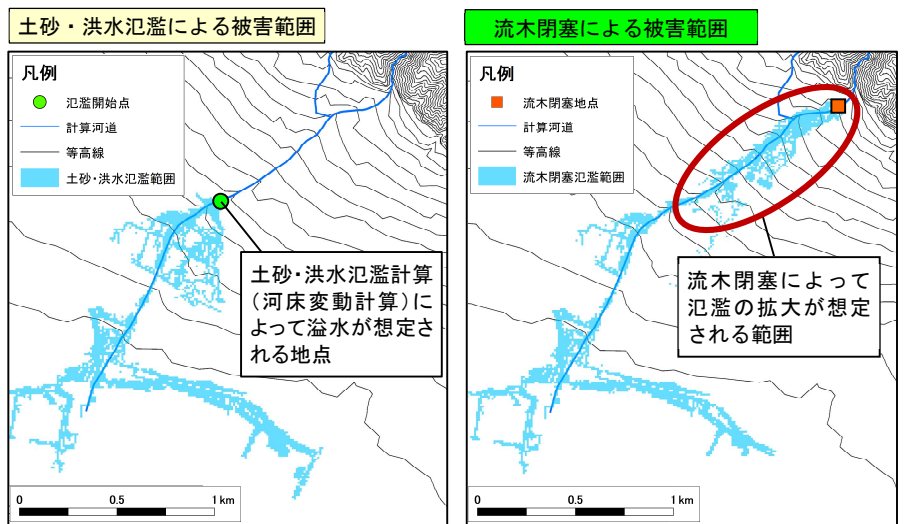


図4 被害想定範囲のイメージ

5. おわりに

土砂・洪水氾濫時に流出する流木によって被害が想定される地点（トラブルスポット）を抽出し、流木の閉塞に伴う被害想定範囲を明らかにした。流木対策としては、今回抽出したトラブルスポットを保全するための対策施設の配置を検討している。今後は、流木対策を含めた短期土砂・流木流出対策施設配置計画として、対外的な説明ができるよう計画の整理を進めていく。

【引用文献】

- 1) 甲南高等学校校友会編纂：昭和13年7月5日の阪神大水害記念帳
- 2) 石川ら：土石流に伴う流木の発生及び流下機構，新砂防Vol142 No3，1989