

流木が混入した土石流の鋼製透過型ダムによる捕捉形態の調査

兵庫県土木部砂防課 尾崎 幸忠、○鴨川 義宣
 京都大学農学研究科 水山 高久
 (株)神戸製鋼所 葛西 俊一郎、嶋 丈示

1 はじめに

近年、鋼製透過型砂防ダム（以下、鋼製透過ダムと略す）は土石流対策および流木対策として広く用いられるようになってきた。この鋼製透過型ダムに土石流が捕捉される状況は実験¹⁾では、確かめられているが、その事例の報告²⁾は少ない。特に、流木を含んだ土石流については、その土砂や流木の移動形態および透過型ダムによる捕捉形態に関する実績データは極めて少ないのが現状である。兵庫県の中谷川では、平成8年8月、流木を含んだ土石流が発生し、竣工後10年の鋼製透過型ダムである中谷川砂防ダムが土石流を捕捉した。その後、同ダムの上流側に堆積した土砂が掘削され、その縦断面における流木、礫、土砂の分布状況が調査された。本報告は、その観察結果から推定できる土砂の移動形態および鋼製透過ダムによる捕捉形態について記述したものである。

2 ダムの計画概要

ダムの設置場所は兵庫県多紀郡丹南町当野地先で、昭和63年に建設された。砂防の計画条件を次に示す。

流域面積：A=1.4 km²、計画降雨強度：r_e=75.00 mm/hr、流出係数：f=0.75、水だけの洪水流量：Q=21.88 m³/sec、含砂率：α=0.20、計画洪水流量：Q'=26.26 m³/sec

土石流諸元は、過去の実績および土石流対策指針（案）³⁾（昭和62年度版）に従って以下のように決定された。

元河床勾配：i=1/6.5、最大礫径：d_{max}=1.70 m、設計土石流水深h=2.00 m、土石流の流速：U=6.18 m/sec、土石流の単位体積重量：ρ_d=1.80 tf/m²、土石流の衝撃係数：α=1.0、単位面積あたりの土石流の衝撃力：q=7.00 tf/m²

ダム形式は格子形鋼製砂防ダム（以下、格子形ダムと略す）とよばれる鋼製透過型ダムで、図-2に示すとおりである。以下に、ダム諸元を示す。

ダム高さ：H=13.00 m、有効高さ：H_e=10.50 m、ダム幅：B=117.0m、水通し幅B_e=15.00m、開口部（最上流における鋼管柱の純間隔b）：b=3.40 m、計画捕捉量：V=21,550m³

3 土石流発生前後の概要

中谷川流域は有馬層群佐曾利凝灰角礫岩を基礎とし、崖錐層が厚く堆積しているため中小洪水においても土砂生産を繰り返していた。したがって、ダムは比較的、早期に空容量を失うことになる。このため、上流側には通常時に土砂を止めることなく下流に通過させ、土石流時にそれを捕捉する鋼製透過型ダム（中谷川砂防ダム）が、また、下流側には不透過型ダム（重力式コンクリートダム）が設置されていた。

土石流は1996年8月27日から29日にかけての秋雨前線による豪雨で発生した。そのときの降雨量は図-3に示すとおりである。土石流の発生前、中谷川砂防ダムは空の状態、さらに、下流100 mの位置にある重力式コンクリートダムはほぼ満砂の状態であった。図-1には、土石流発生直後における中谷川流域の5箇所の崩壊位置を示す。なお、この降雨で当野川を始めとして近傍の他の溪流にも土石流が発生した^{4,5)}。

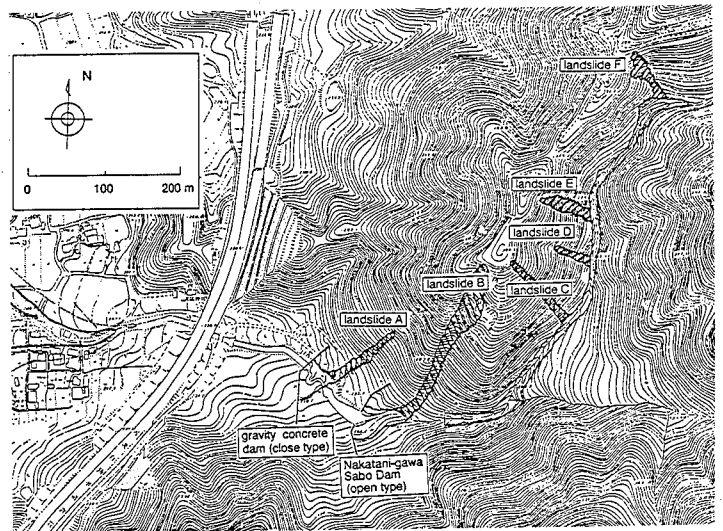


図-1 中谷川の砂防ダム位置と崩壊位置

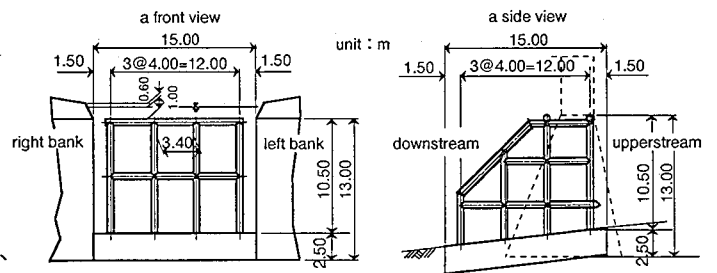


図-2 構造一般図

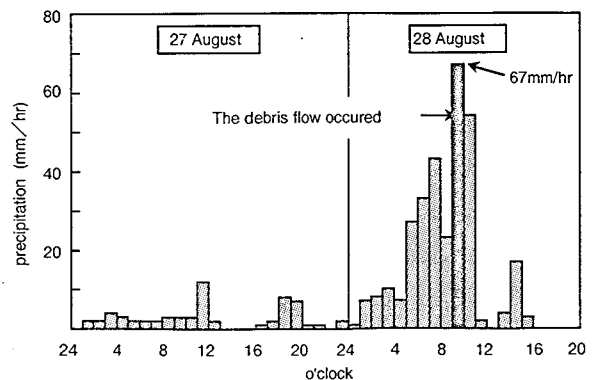


図-3 土石流発生時の降雨量

4 調査結果

写真-1は掘削した縦断面の全体を撮影したものである。写真-1で堆砂面は大きく①、②、③の部分に分けられる。

1) ①は流木が堆積している状態で、さらに、次の2つに分けられる。

①-1は、開口部に捕捉されている流木である。この箇所には長さ2~15m、直径16~30cmの流木が捕捉されている。

①-2では、細い木の枝からなる流木の屑が一層、ほぼ水平に堆積している。

2) ②は上記の流木の層より下の部分で、その層厚は約2mである。この②の部分は次の3つに分けられる。

②-1には、最大直径1.1mの巨礫が数個、開口部の最も下側に集中して存在している。

②-2は、直径約20~30cmの比較的、角張っている中小礫が絡んでおり細粒土砂が少ない。

②-3は、土砂の中に礫がまばらに存在している。

3) ③の部分は流木の層より上の部分で、次の2つに分けられる。

③-1は、上記の②-3と同様で、礫混じりの土砂である。

③-2は、細粒の土砂が何層にも重なって堆積している。

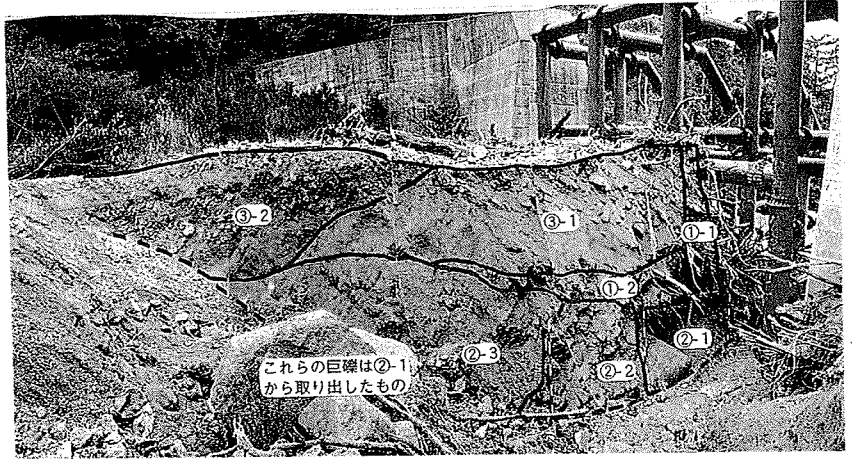


写真-1 ダムの上流側における堆砂縦断面

5 考察

調査結果をもとに、土砂の移動形態および土石流の捕捉形態について考察する。なお、写真-2には、過去に行った流木混じりの土石流捕捉実験の例を示したもので参考として用いることにする。

5.1 土砂の移動形態

土砂の流れは、先端部に流木と巨礫(写真-1の①-1と②-1)、次に密度の濃い中小礫(写真-1の②-2)、さらに礫混じりの土砂(写真-1の②-3)といった典型的な土石流形態であった。

5.2 土石流の捕捉形態

1) 土石流の先端部には流木と巨礫が密集しているため、先端部は瞬間的に捕捉されたと思われる(写真-2(a)、写真-1の①-1と②-1)。

2) 最初に捕捉された先端部の土砂や流木は後続流によってかなり盛り上がる(写真-2(b))。盛り上がった流木は、開口部のかなり高い位置に到るまでの間を閉塞状態にする。一方、開口部に移動しなかった流木は最初の土石流の表面に取り残された状態になり、これが流木の層になったと思われる(写真-1の①-2)。

3) 後続流の土砂供給がさらに進むと、その後続流中の土砂は盛り上がって高くなった土砂を乗り越えることができず、その後方に、しかも、写真1の①-2の上層に堆積していく(写真-2(c)、写真-1の③-1)。

4) 時間の経過とともに後続流が多くなり、かつ、勢いも弱くなる。このため、上記の後方への土砂堆積が進行する(写真-2(d)、写真-1の③-2)。

5) 洪水の末期になると、細流土砂の侵食と下流への輸送が行われ、堆砂面が平滑化する(写真-2(e))。

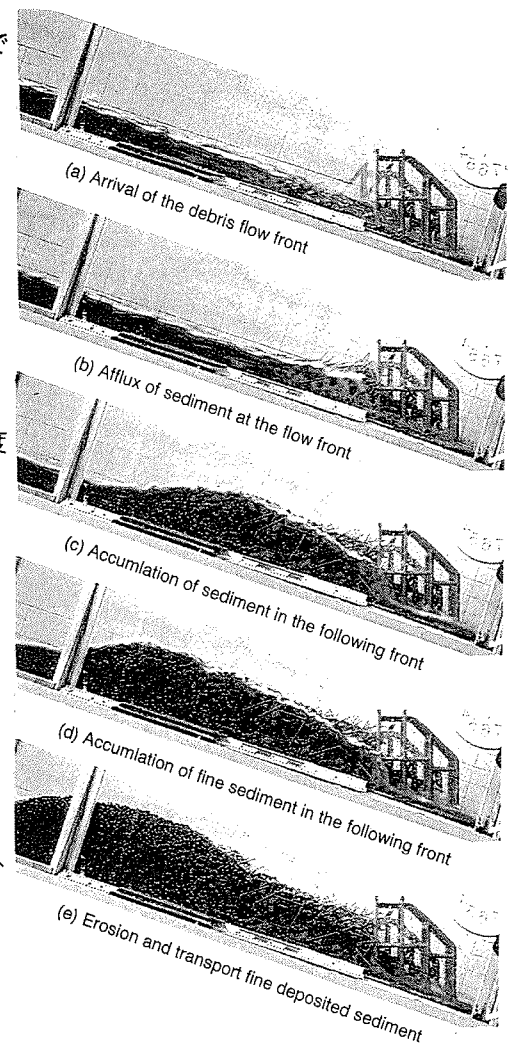


写真-2 過去の実験例

参考文献

- 1) 渡辺正幸・水山高久・上原信司・鈴木浩之(1980): 土石流対策砂防施設に関する実験、土木技術資料22-2、PP.64-70
- 2) 高梨和行・村岡俊丸・佐藤義晴(1987): 立体格子型鋼製砂防ダムの機能について(白水谷土石流調査の中間報告)、砂防学会誌(新砂防)、Vol.39, No5(148), PP.4-11
- 3) 建設省河川局砂防部砂防課(1989): 土石流対策指針(案)、PP.33-34
- 4) 小段應司・妹尾正晴・徳山久仁夫・山田裕紀(1997): 村瀬貴巳夫: 1996年8月28日に当野川において発生した土石流(1)、平成9年度砂防学会研究発表概要集、PP.12-13
- 5) 難波昭男・島田徹・山田裕紀・村瀬貴巳夫: 1996年8月28日に当野川において発生した土石流(2)、平成9年度砂防学会研究発表概要集、PP.12-13