

# ワイヤネット工による砂礫型土石流の捕捉効果

立山砂防事務所 水谷出張所 平井 謙蔵

まえがき

ワイヤネット工は、現況の溪床状況を維持しつつ、短期間で、しかも低コストで施工が可能な土石流捕捉工として開発された。当事務所では平成 14 年度、常願寺川の源流部に位置する立山カルデラの多枝原谷<sup>だしわらだに</sup>にワイヤネット工を設置し、下流の砂防工事用道路の安全確保に努めていたところ、翌年 8 月に発生した土石流を捕捉し、人的被害はもとより、工事用道路の損傷を免れることができた。

本報告は、監視カメラで捉えた土石流や、捕捉後に実施した堆積物調査等の結果から、土石流の性状を明らかにするとともに、ワイヤネット工による土石流の捕捉効果や課題について考察したものである。

## 1. ワイヤネット工の概要

### 1.1 ワイヤネット工の設置

ワイヤネット工を設置した多枝原谷は、飛越地震（1858 年）によって大規模な山体崩壊を起こした<sup>とんびくずれ</sup>鳶崩れを源頭部にもつ流域面積  $0.85\text{km}^2$ 、平均溪床勾配  $1/6$  の荒廃溪流であり、毎年のように土石流が発生している。多枝原谷には、多枝原谷より以奥の砂防工事を施工するための工事用道路が渡河しており、降雨時（時間雨量  $20\text{mm}$  または連続雨量  $50\text{mm}$  を越えた場合）や、溪流に設置しているワイヤセンサが切断された場合には、通行止めの措置を講じていたが、より高い安全性の確保と、工事用道路の被害軽減をはかるため、工事用道路から  $80\text{m}$  上流の土石流流下域にワイヤネット工を設置した。



写真-1 ワイヤネット工の設置

### 1.2 ワイヤネット工の構造

図-1にワイヤネット工の一般図を示す。基本構造は、設置箇所<sup>の</sup>谷形状や想定される土石流の規模等に基づき、有効高  $3.5\text{m}$ 、主索幅約  $28\text{m}$ 、ネット幅約  $17\text{m}$ 、リング径  $1.0\text{m}$  とした。設計外力は、堆砂面から下部に堆砂圧を、堆砂面から上部に土石流流体力を与え、主索、吊索、リングネット等の各部材の必要強度を算定し、部材仕様を決定した。

## 2. 土石流の発生誘因と性状

平成15年8月26日17時15分ころ、ワイヤネット工の上流950m地点に設置しているワイヤセンサが切断され、連動している土石流警報装置が作動した。

### 2.1 土石流の発生誘因（降雨状況）

常願寺川上流部の雨量観測所の位置を図-2に示す。土石流発生前後の累計降水量と10分間降水量は図-3および図-4のとおりであった。

8月26日16時～17時の時間雨量は、多枝原上流雨量観測所で3mm、多枝原谷の源頭部に位置する標高2,530mの五色ヶ原雨量観測所で1mmを観測し、多枝原谷周辺では目立った降雨がなかった。その後の17時～18時には多枝原上流で38mm、五色ヶ原で42mmを記録し、他の雨量観測所では15mm以下であったことから、多枝原谷流域周辺で局所的集中豪雨がかったものと推察される。

さらに、10分間降水量でみると、17時0～10分間に多枝原上流で15.5mm、五色ヶ原で10mm、17時10～20分間には多枝原上流で7.5mm、五色ヶ原で13mmを記録しており、この時間帯の降雨が誘因となって土石流が発生したものと考えられる。

### 2.2 土石流の性状

土石流の捕捉過程については、ワイヤネット工の下流右岸に設置している監視カメラで捉えられ、土石流の性状について以下の知見を得ることができた。

- ① 土石流の流下に先行して、河道埋塞等による流量の減少が確認されていないことから、溪流不安定土砂や溪流浸食によって生産された土石が、洪水流に巻き込まれながら流下したものと考えられる。

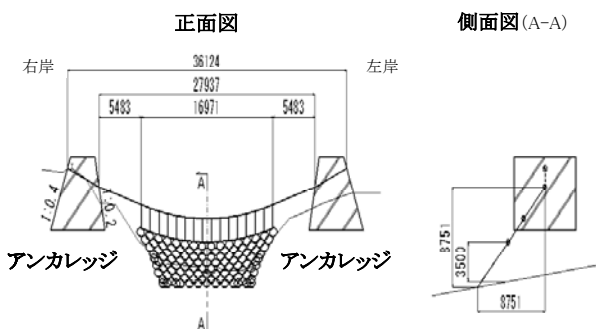


図-1 ワイヤネット工の構造

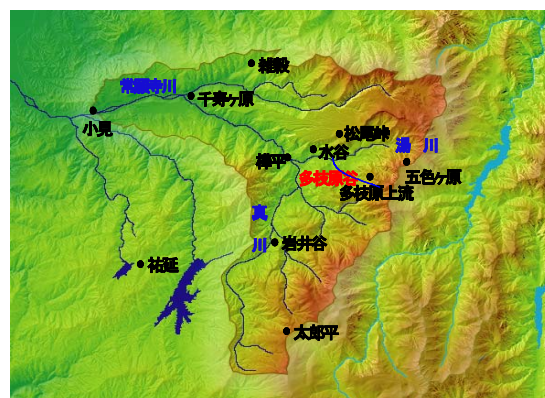


図-2 雨量観測所の位置

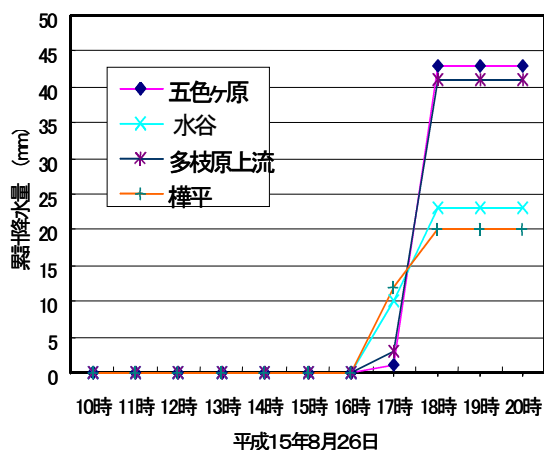


図-3 累計降水量

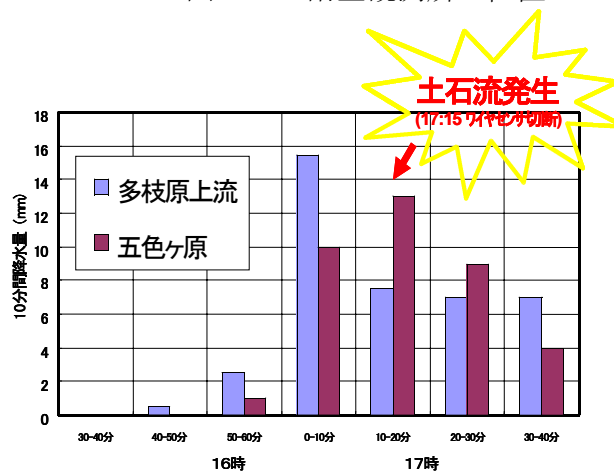


図-4 10分間降水量

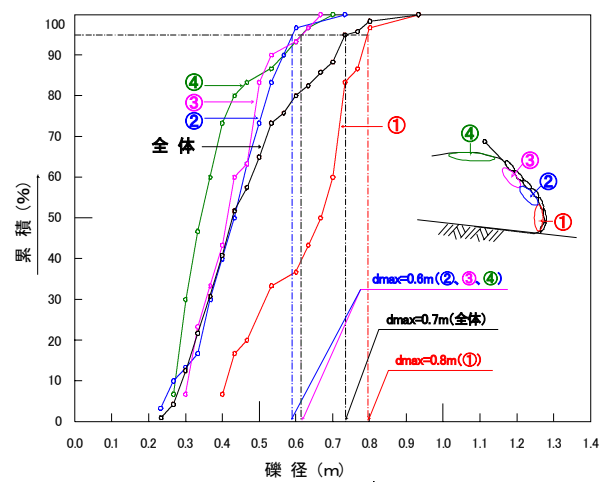
- ② 土石流は、高濃度の土石流体として連続的に流下する砂礫型土石流に分類される。
- ③ 土石流に顕著なフロント部（段波部）は観測されなかった。最大波高を吊索間隔 1.1m から推定すると、設計時想定の 1m 程度であった。
- ④ 流下した土石流は、ワイヤネット工に捕捉されることによって、土石と流水とに分離され、急速にその勢いが殺がれた。
- ⑤ 土石流は、河道中央部が盛り上がった状態で堆積し、土石流末期の流水は河道の兩岸を流下した。
- ⑥ 多枝原谷を流下した土石流は、ワイヤセンサーが切断された 4 分後の 17 時 19 分ころにワイヤネット工に達したと目すと、その流下速度は毎秒 4.0m 程度（時速 14km）と類推され、設計流速に近似していた。土石流の流下継続時間は 10 分間程であった。

### 3. 土石流堆積物調査

ワイヤネット工による土石流の捕捉状況を写真－2 に示す。ワイヤネット工は満砂状態になり、測量の結果、捕捉した土石は約 3,800m<sup>3</sup>であった。図－5 はワイヤネット工に捕捉された土石流の表層礫の粒度分布である。同図から、捕捉最下段の先端に位置する①の巨礫の最大礫径（95 %礫径）は  $d_{max} = 0.8m$  で、設計時想定礫径（ $d_{max} = 0.8m$ ）と同程度であり、②～④の  $d_{max} = 0.6m$  より大きく、土石流発生初期は後続の土石流に比べて礫径が大きいことがわかった。



写真－2 先端部での捕捉状況



図－5 先端部の粒度分布

### 4. 土石流の捕捉効果と課題

#### 4.1 捕捉効果

写真－3 にワイヤネット工による土石流の捕捉前後の状況を示す。

今回の土石流では、ワイヤネット工がほぼ満砂状態になり、ワイヤネット工からの溢流や透過、ネット部からの抜け出しはわずかであり、ワイヤネット工にも大きな損傷がなかった。また、ワイヤネット工設置後の 10 箇月間の小出水で流出した土砂は、ワイヤネット工に捕捉されることなく下流に流下し、土石流捕捉用の空容量は常時確保され、流れの連続性も確保されていた。



写真－3 土石流の捕捉前後

#### 4.2 多枝原谷におけるワイヤネット工の課題

今回の土石流で、以下のような課題が明らかになった。

- ① アンカレッジそのものに異常は観られなかったものの、捕捉した土石流の負荷で下流に膨らんだワイヤネット工とアンカレッジとの間に隙間が生じ、溪岸部が洗掘された(写真－4)。今後、アンカレッジ前面の洗掘防止対策を講じる必要がある。



写真－4 アンカレッジ前面の洗掘状況

- ② 満砂状態のまま放置し、次期出水時に同様な土石流が発生すると、土石流はワイヤネット工を溢流し、砂防工事の工程等に影響をおよぼすことから、捕捉土砂は早急に取り除くこととした。除石作業は、ワイヤネット工の上流側からバックホウ(0.6m<sup>3</sup>)を用いて行ったところ、3,250m<sup>3</sup>(捕捉土砂の85%)はネットを取り外すことなく除石できたが、ネットの先端部に捕捉されている残り15%の巨礫群は、重機のアームがネットに接触し、除石することができなかった。小型バックホウの導入も検討したが、負荷の低減によるネットの跳ね返りが懸念され、安全管理の面から断念した。ワイヤネット工の形状は、除石後においても取り残した巨礫の重さで孕んだままとなっており、今後、ワイヤネット工への負荷を軽減するとともに、最大限の空き容量確保や土石流捕捉時における衝撃力緩和の点から、さらに除石率を上げる方策を検討する必要がある。

#### あとがき

今回発生した土石流をカメラ映像で捉えたり、またワイヤネット工で捕捉したことにより、今まで知られていなかった多枝原谷の土石流の性状が明らかとなり、今後の砂防施設設計や、砂防工事の安全確保に役立つものと期待している。また、ワイヤネット工が土石流を捕捉し、その効果が実証されたが、溪岸部の洗掘や除石方法など、検討すべき課題も残った。今後は工夫を施し、ワイヤネット工の有用性を活かしていきたいと考えている。

本報告をまとめるにあたっては、ワイヤネット工開発メーカーの協力を得ている。深謝する。