

# ワイヤネット工の改良と捕捉実績

(財) 砂防フロンティア整備推進機構  
国土交通省北陸地方整備局立山砂防事務所  
(株) 神戸製鋼所  
東亜グラウト工業 (株)

田畑 茂清  
渡 正昭  
○守山 浩史  
下条 和史

はじめに

1970年代初めに、ワイヤネット工が土石流捕捉工として初めて試験施工された。そのワイヤネット工は数回の土石流の作用を受け、複数の吊索が破断して捕捉土砂が流出することになった。その後、鋼管フレーム構造のえん堤が開発され、それが鋼製透過型えん堤の主流となっていった。

しかし、ワイヤネット工は河床に手を加えずに、しかも簡単に架設できるため、環境面に優れ、また土石流が作用する危険な河床での作業が減るといった安全面での優位性があり、近年このえん堤が再び見直され始めている。そこで、過去の経験を基に改良式ワイヤネット工を開発し、これまでに2基の試験施工を終えている。さらに、その内の1基は既に土石流を捕捉した実績を有している。本報は、改良式ワイヤネット工の開発内容および土石流捕捉の実績について述べるものである。

## 1. 改良式ワイヤネット工の開発

図1に従来式ワイヤネット工と改良式ワイヤネット工の正面図を、また、図2にそれらの側面図を示す。ワイヤネット工は土石流をネットで減勢あるいは捕捉し、その荷重を吊索→主索→アンカレッジの順で伝達するものである。したがって、アンカレッジには大きな荷重が集中することになる。

従来式ワイヤネット工の構造上の諸問題に対し、以下のよう創意工夫して改良式ワイヤネット工の開発を行った。

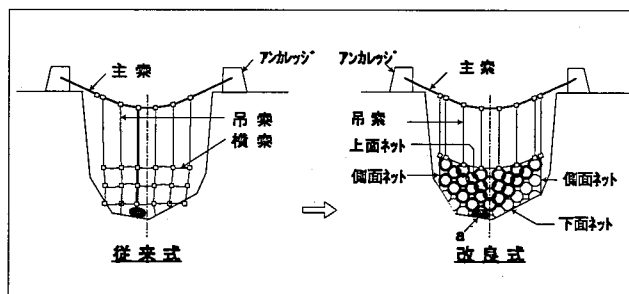


図1 ワイヤネット工の正面図

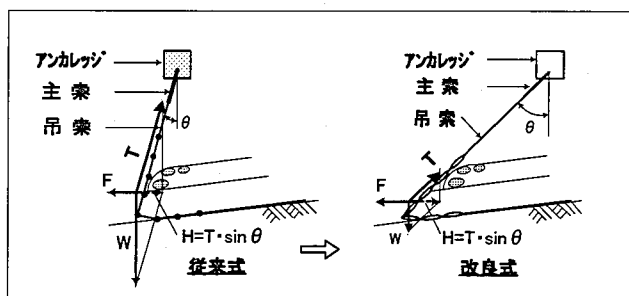


図2 ワイヤネット工の側面図

### 1.1 吊索への荷重の集中に対する検討

従来式のネットは素線径φ1.57mmの鋼より線からなる、吊索と横索の交点を固定し、格子状にしたものである。巨礫がネットの吊索に作用したとき、横索が弛んでしまったため隣の吊索に力を伝達できず、一本の吊索に荷重が集中することになった。

この現象を避けるためリングネットを使用することにした。リングネットは、φ4.5mmの鋼線を円形に何重にも巻いたリングを複数、連続的に編んだものである。編み方は図3に示すように、1つのリングに他のリングを通す方法

がとられている。

例えば、図1のa部のリングに作用した荷重は、リングの対角線状に広がりながら主索に伝達されていくため、一つの吊索に力が集中しないことになる。

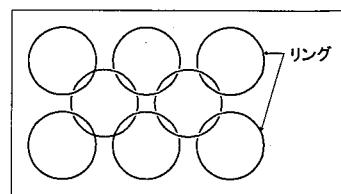


図3 リングネット

### 1.2 吊索の下流方向への移動に対する検討

従来式のネットは、図2に示すようにアンカレッジから鉛直方向に垂らしたのち上流方向に折り曲げて河床に這わせて置かれていた。土石流がネットに作用したとき、ネットは下流側に移動し、土石流荷重Fに抵抗する水平力H(=T・sinθ)を吊索の張力Tから得られると計画されていた。しかし、ネットは土石流の自重で動かず、非常に大きな張力が吊索に作用することになった。つまり、θが小さいため必要な水平成分Hを得るための吊索張力(T=H/sinθ)が非常に大きくなったということである。

改良式ワイヤネット工では、土石流捕捉時に吊索が下流側に角度θ=45°をもつ(図2参照)ように、あらかじめ架設時に、吊索を下流側に移動させて保持することにした。

### 1.3 ワイヤの磨耗対策

ネット部のワイヤは、従来の鋼より線より太いφ4.5mmの鋼線とした。また、主索とリングネットをつなぐ吊索には、磨耗防止のために保護パイプを取付けている。

### 1.4 外力

当時は土石流荷重に対する明確な基準はなかった。このため、従来式ワイヤネット工は、巨礫を減勢させるためのものとしていたことから、土石流荷重の一部しか考慮していなかった。改良式ワイヤネット工では、土石流荷重および土圧を全て考慮して計算することにした。

### 1.5 後続流の溪岸への回り込み対策

後続流が、捕捉土砂を乗り越えられず、ネットの左右端より流出することが予測された。このため、図1に示すように、左右の両サイドにも側面ネットを設け、それらと上下のネットとでネット全体を袋形状にした。

## 2. 土石流の捕捉事例

試験施工した立山・多枝原谷ワイヤネット工に石礫型土石流が作用し、さほど大きな損傷もなく土石流を捕捉したのでその概要を述べる。

## 2.1 発生状況

2003年8月26日17時頃、多枝原谷に土石流が発生し、ワイヤネット工に作用した。現地付近の時間降水量は約38~42mm/hrであった。

## 2.2 多枝原谷ワイヤネット工の計画諸元

表1は計画土石流諸元を、また図4はワイヤネット工の一般図を示したものである。リングの直径は最大礫径と同じ0.8mとした。

表1 計画土石流諸元

流域面積	0.85 km <sup>2</sup>	最大礫径	0.8 m
降雨強度	137 mm/h	土石流ピーク流量	58.4 m <sup>3</sup> /sec
平均河床勾配	9.5°	土石流波高	1.1 m
土石流幅	13 m	土石流流体力	33.3 kN/m

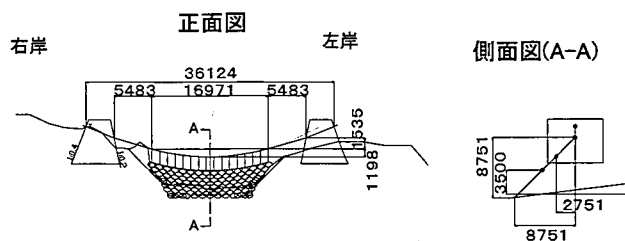


図4 ワイヤネット工一般図

## 2.3 捕捉状況

写真1はワイヤネット工の土石流捕捉状況を下流から撮影したもの、写真2は右岸側から撮影したものである。また、写真3は堆積土砂の除石中の縦断面を撮影したものである。

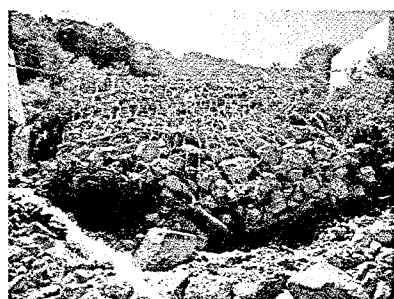


写真1 土石流捕捉状況（正面）

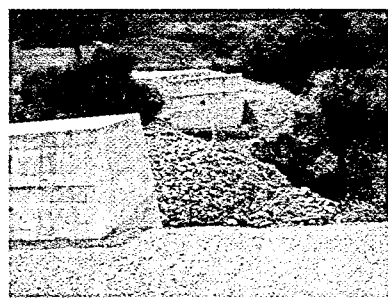


写真2 土石流捕捉状況（側面）



写真3 土石流の捕捉縦断状況

## 2.4 土石流捕捉効果

1) 写真1より、ワイヤネット工は満砂状態であることが分かる。また、下流には土石流の堆積土砂がほとんど無いという観測結果を合わせて考えると、本えん堤は土石流の捕捉に効果があったといえる。

2) 観測結果から、土石流が作用する前には土砂が堆積していなかったことが確認できている。これより、本

えん堤は常時に無害の土砂を流し、土石流捕捉用の空容量を確保したものと考えられる。

3) 写真3から、ネットの近傍には巨礫が、また、それより上流側では礫混じりの土砂が堆積しているのが分かる。これより、今回の土石流は先端部に巨礫が密集した典型的な石礫型土石流であったと思われる。

## 2.5 構造改良の効果

1) 写真1より、大半のリングがほぼ均等に变形しているのがわかる。これより、土石流荷重は全リングに分散したものと考えられ、予想通りの効果があったといえる。2) 図2のネットの移動角度 $\theta$ は当初、45°の予定であったが、測定の結果50~60°であった。当初計画からの多少のズレはあるが、ネットが下流方向に移動した状態が確保できたことから、架設時にあらかじめネットを下流方向に移動した状態で保持することは、有効であったと考えられる。

3) 観測結果より、2本のリングネットのワイヤの破断が認められた。しかし、それによる捕捉土砂の流出はなかった。リングネットの摩耗による断面の減少はほとんど認められなかったことから、このワイヤの破断原因は力による破断であったと考えられる。このような破断の原因は今後、解明していくべき課題である。

4) 写真1、2でもみられたように、土砂はほぼ完全に捕捉されていることから土石流荷重および土圧を全て考慮することは正しかったと考えられる。

5) 土石流を捕捉した袋状のネットの先端部が中央に狭まりながら下流側に移動したため、左右両岸の側面のネットとネット外の土砂が引き離されその箇所に空間ができた。この空間が後続流の水道になり深く洗掘されることになったが、このことも今後、改善する課題である。

## 3. ワイヤネット工の展望

1) 他の鋼製砂防構造物と異なり、リングネットや吊索に腐食代や磨耗代を考慮すると素線の断面が大きくなるため、それらを考慮することは難しい。したがって、既設のリングネットや吊索の腐食・磨耗に対する経過観測を行い、耐腐食および耐磨耗の方法を構築することがワイヤネット工の普及につながっていくと考えられる。

2) 今回、初めての施工であったが河床上での作業は約20日と短かった。今後、架設の段取りや工法の工夫により、河床での作業をさらに5日は短縮できると考えられる。

3) ネットをそのままの状態でもかなり土砂を除去できることがわかった。ただ、重機のアームがネットに当たるため、ネット先端部の巨礫群を除去できなかった。今後、巨礫群の除石方法を構築する必要がある。

4) 最大礫径に合わせてリング径を調整できるため、小礫の土石流にも使用できる可能性がある。

## おわりに

現在、ワイヤネット工の使用範囲は、①礫径の小さい溪流、②河床に手を加えたくない溪流、③河床での工事を極力、短くしたい溪流、④ワイヤネット工しか適応できない溪流、⑤試験施工の場合などであると考えている。またワイヤネット工は、えん堤に作用する力をアンカレッジだけで支える構造のため、大規模な土石流の作用を受ける場合や川幅が広い場合は、アンカレッジが大きくなり過ぎる可能性があるため、さらなるアンカレッジの検討が必要である。