

工事の安全対策および緊急避難経路確保のための柔構造柵工（TAMPO バリア）
その設置事例と新たな取り組みについて

株式会社神戸製鋼所 守山浩史
東亜グラウト工業株式会社 下条和史、○梅沢広幸

1. はじめに

TAMPO バリアは、砂防工事期間中にも発生する可能のある比較的小規模な土石流を一時的に捕捉する安全対策工および応急対策・緊急避難経路確保工として考案された仮設柔構造柵工である。従来は、監視員の目視による監視体制や工事場所から上流の位置に設置した土石流検知センサの警報により作業員を退避させる方法等のソフトの安全対策が採用されてきた。しかし、この方法では安全に退避できる時間を確実に確保できないことがあることやセンサの状態を頻繁に点検する必要が生じるなどの課題があった。これらの課題を解決するための一手法として、1) 流出土砂を一時的に捕捉する性能が高いこと、2) 設置が容易であること、3) 地形の変化に柔軟に対応できる構造であることの3つの要件を満たすことを前提に TAMPO バリアを開発した。本報は、TAMPO バリアの設置事例ならびに新たな取り組みについて示すものである。

2. TAMPO バリアの基本構造

図-1 に TAMPO バリアの基本構造を示す。TAMPO バリアは、ネット部材にリングネット、それを取付けるための上部・下部のサポートロープならびに支柱を一定の角度に保持するリテイニングロープなどで構成される。各ロープには土石流荷重作用時の衝撃を緩和するためにブレーキリング（衝撃緩和装置）を装着しており、各ロープの地盤側端部は、地中反力体として設置するワイヤロープアンカーと接続する。また、支柱の基部は鋼棒により固定するアンカー形式基礎構造である。なお、リングネットは、φ300mm リングである（写真-1）。

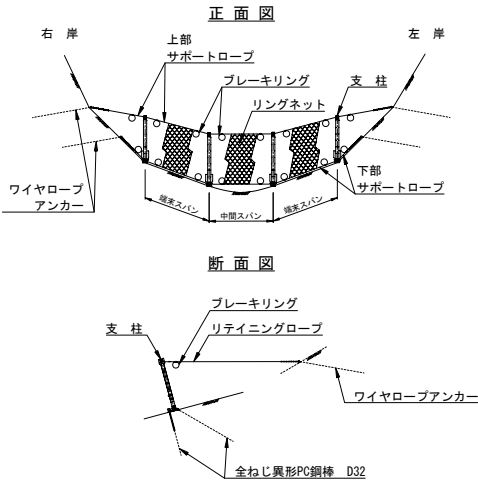


図-1 TAMPO バリアの基本構造

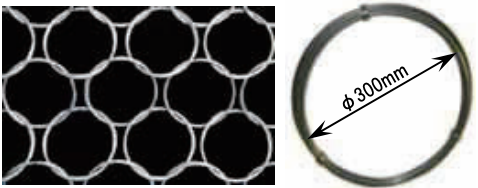


写真-1 リングネットの形状

3. TAMPO バリアの設置目的

TAMPO バリアの設置目的を以下に示す。

1) 砂防工事の安全対策工

土石流検知センサなどによる安全対策工に加え、TAMPO バリアを設置することにより上流からの土石流を一時的に堰き止めるとともに土石流の速度を低減させ、工事現場からの退避時間の増加を図る。

2) 応急対策・緊急避難経路確保工

土石流災害発生後において直ちに砂防施設が完成するわけではないため、完成するまでの間の安全対策や、あるいは土石流が発生する渓流を横断する避難経路がある場合は、その安全の確保を目的とする。

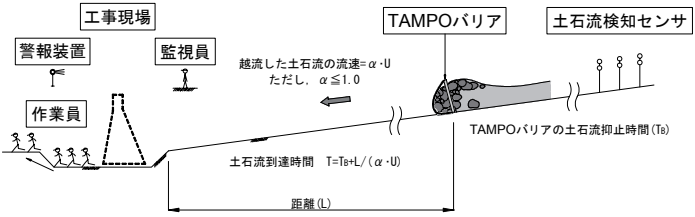


図-2 TAMPO バリア設置概念図（安全対策工適用時）

4. TAMPO バリアの設置事例

TAMPO バリアは、これまでに12件の設置事例と2件の土石流が作用した実績がある。ここでは、そのうちの5事例を紹介する。なお、各事例における柵の設置規模は、表-1のとおりである。

1) 五千尺沢（長野県）

写真-2 に五千尺沢 TAMPO バリアの全景を、写真-3 に上高地内の主要歩道から望む TAMPO バリア設置状況を示す。五千尺沢は、日本屈指の景勝地である長野県上高地に位置し、年間150万人の観光客が往来する唯一の主要歩道を横断している。

表-1 各設置事例における設置規模

事 例	柵高：H	柵延長：L
五千尺沢	4m	上段柵：20m 下段柵：37m
木挽崩沢	4m	20m
柳 谷	5m	12m
鍛冶屋谷	5m	15m
長 殿	5m	15m

そのため、土石流が発生する恐れのある時期は、主要歩道通行時の観光客が大変危険な状態となる。

当沢には施工途中のコンクリート構造物（堆積工）が存在するが、上高地内は景観が重要視されることから、土石流が発生する恐れのある時期の観光客歩道通行時の安全性を向上させる目的で TAMPO バリアが採用された。

2) 木挽崩沢（山梨県）

写真-4 に木挽崩沢 TAMPO バリアの全景を、写真-5 に流出土砂の捕捉状況を示す。当柵は、木挽崩沢砂防堰堤工事の安全対策工として 2005 年 12 月に設置された。砂防堰堤工事中は、幸い土石流の発生がなかった。砂防堰堤完成後も残存されたが、完成後の約 6 年後に土砂が流出し、当柵において約 1350m^3 の土砂を捕捉した。もし、砂防堰堤が施工中であれば、当柵は避難時間の増加を達成し、安全対策工としての効果があったと考えられる。



写真-2 五千尺沢 TAMPO バリアの全景



写真-3 主要歩道から望む TAMPO バリア



写真-4 木挽崩沢 TAMPO バリアの全景



写真-5 流出土砂の捕捉状況（木挽崩沢）

3) 柳谷、鍛冶屋谷、長殿（奈良県）

写真-6 に鍛冶屋谷 TAMPO バリアの全景を示す。柳谷、鍛冶屋谷、長殿は、昨年の台風 12 号による被災箇所への応急復旧工として採用され、土石流災害により通行不能となった幹線道路（国道 168 号）の早期供用を目的としたものであった。なお、施工期間は、3 現場とも一ヶ月程度であった。



写真-6 鍛冶屋谷 TAMPO バリアの全景

5. TAMPO バリアの新たな取り組み

日本における土石流危険渓流の多くは、河床また溪岸が荒廃している場合が多く、アンカー材は十分な反力を確保するためアンカー長を長くすることやアンカー本数を増やすなどの対処が必要となる。したがって、施工時間をより短くするため、新たな取り組みとして根固めブロックを連結して配置することにより接続ロープの反力を確保するアンカーブロック型の TAMPO バリアを考案した（図-2）。根固めブロックなどの主要部材は、ヘリコプター運搬を想定し重量が 2t 以下となるよう設定している。これにより迅速な施工が可能となる。当柵は、2010 年 11 月に山梨県富士川水系早川支流春木川にて初めて設置され、昨年 6 月の土砂流出時には約 750m^3 の土砂を捕捉したことから、その効果を実証し実用化に適することが判明した。

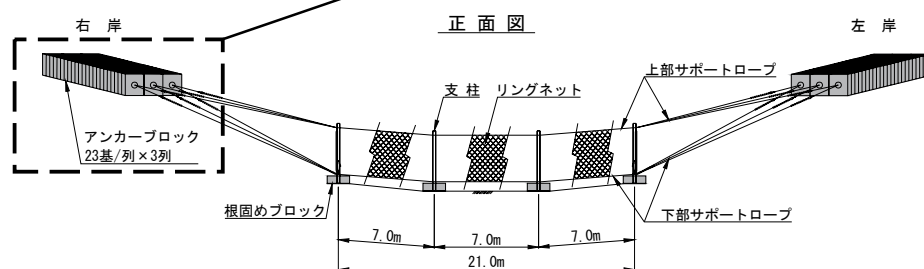


図-2 アンカーブロック型 TAMPO バリア

6. おわりに

TAMPO バリアは、上流側に貯留した土砂を除石する対策を立てておくことが大切であるが、工事安全対策工、応急対策・緊急避難経路確保工等は新しい視点に立つ有益な工法であると考えられ、多方面での利用を期待するものである。

謝辞：本報告の取りまとめにあたり、国土交通省、奈良県の皆様ならびに財団法人 砂防フロンティア整備推進機構の皆様には、ご助言や貴重な資料をいただきました。ここに感謝の意を表します。