

## 柔構造土石流工事安全対策工による捕捉事例を踏まえた性能検証

東亜グラウト工業株式会社 石川芳治, 高倉敏誠, 望月章彦, ○若林慶一, 李超

### 1. はじめに

柔構造土石流工事安全対策工（以下、「TAMPO バリア」という）は、比較的小規模な土石流を一時的に捕捉するもので、砂防工事現場における工事中の仮設安全対策工として適用するものである。

その概略構造を図 1 に示す。

従来の砂防工事現場における安全対策は、工事現場の上流に土石流の発生を感知できるセンサーを設け、センサーの警報により土石流の到達を工事従事者へ事前に知らせることで、工事従事者が工事現場から退避するソフト対策をとっていた。

しかし、センサーと工事箇所との立地条件や距離により、十分な安全が確保できないケースもあったため、工作物を設置することにより、土石流を一時的にせき止め、土石流の到達を遅延させるハード対策を考案した。これが TAMPO バリアであり、設置目的は工事従事者の退避時間の増加を図ることである。

利点としては、施工期間が短く、構造部材が軽量なため現地搬入と設置が容易であり、土石流が発生しなかった場合、多くの構造部材は他現場に転用可能であることが挙げられる。

現在、国内において約 60 箇所の設置実績があり、そのうち 5 箇所で土砂の捕捉実績がある。

本稿では、土石流捕捉事例により、捕捉後の部材の変形状況の確認と部材のサンプリングによる引張試験から、当 TAMPO バリアの性能の確認を行ったのでこれを紹介する。

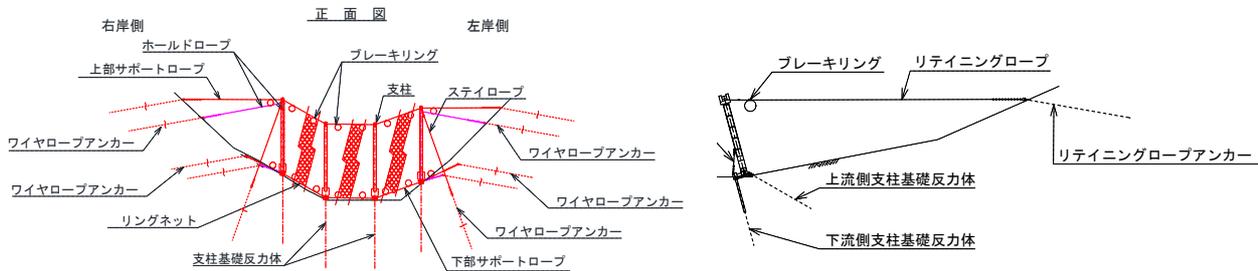


図 1 TAMPO バリアの概略構造

### 2. TAMPO バリア設置経緯

TAMPO バリアは、平成 19 年に国土交通省北陸地方整備局立山砂防事務所管内の湯川第 16 号砂防堰堤工事の土石流制御試験施設として、国内で始めて導入された。当工事期間中には土石流が発生し施工機械類に損害を与えたものの、工事作業員は無事に退避することができた実績がある。

その後、平成 23 年 7 月の台風 6 号の豪雨により高知県において発生した、深層崩壊に伴う土砂災害の対応として、平成 23 年度の河川等災害関連緊急事業として砂防堰堤 1 基が事業化され、翌年度からは、新たに 5 ヶ年で特定緊急砂防事業として砂防堰堤 2 基が事業化された。

この第 2 号砂防堰堤の施工中の安全対策工として、土石流発生時の退避時間を確保することを目的として TAMPO バリアが採用された。

当該工事安全対策工は、柵延長 17m、有効柵高 5m の構造で、平成 25 年 1 月頃施工が完了し、平成 27 年 1 月頃に発生した土石流を捕捉した。

尚、設置後、3 号堰堤の安全対策を兼ねる為に移設計画が検討されていたが、土石を捕捉した為、2 柵目の TAMPO バリアを平成 27 年 11 月頃に設置した。

図 2 には配置状況を、図 3、図 4 にはそれぞれ施工完了状況と土石捕捉状況を示す。

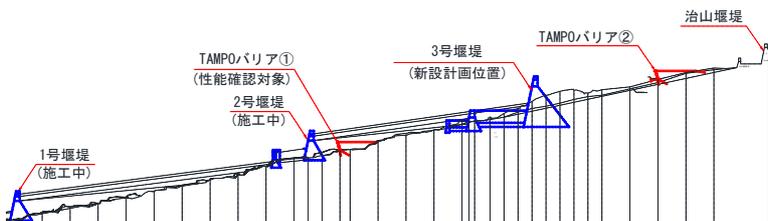


図 2 配置状況 (平成 27 年 2 月時点)



図 3 施工完了状況 (平成 25 年 1 月)



図 4 土石捕捉状況 (平成 27 年 1 月)

### 3. 設計の考え方

当該安全対策工の規模は、設計対象の土石流に対し、必要な退避時間と到達時間から捕捉すべき土石流の容量を決定している。設計外力は、「土石流・流木対策設計技術指針解説（平成19年3月国土交通省国土技術政策総合研究所）」の透過型砂防堰堤と同様、堆砂圧および土石流流体力としており、土石流流体力の算出は「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説（平成19年3月国土交通省国土技術政策総合研究所）」に基づいている。

設計外力の算出後、柵の最大変形時に各部材に作用する力のつり合いをモデルにした許容応力度法によって設計を行い、安全率は、土石流に対する実物実験と捕捉実績に基づいて決定している。

### 4. 土石捕捉後の変形状況

TAMPOバリアは、支柱、ワイヤロープ、リングリングネット、エネルギー吸収装置（以下、ブレーキリングという）、地中反力体等から構成されており、これらの部材が土石捕捉後から約1年後にどの程度変形をしているかを確認した。

#### 4.1 リングリングネット、ブレーキリング状況

図5～図7に柵形状、リングリングネット、ブレーキリングの状況を示す。支柱は土石捕捉の影響による傾斜が確認された。ブレーキリングは、上部及び、右岸側に接続されているものについては、目視確認において変形は確認されなかった。左岸下部では、27mmの伸び量が確認されたが、40mm以内であり、これはブレーキリングの交換基準未満である。

#### 4.2 アンカー確認状況

図8にアンカーの露出状況を示す。確認した結果、上部側のアンカーについては、最大98.5cm、下部側のアンカーについては最大180cmの露出を確認した。これは、アンカーの抜けではなく、土石流捕捉後に徐々に洗掘されていた影響と考えられる。特に下部側は、洗掘の影響が顕著であったと考えられる。また、一部のアンカーについては、メッキの摩耗が原因による錆が確認された。

### 5. 破断試験

ワイヤロープ及びリングネットについては目視による変形確認だけでは健全性が確認できない為、これらの部材については、サンプリングし破断試験を実施した。

ワイヤロープは、2.5mの長さを、一箇所3本ずつ、リングネットは、変形の大きかった単リングを3個サンプリングした。（図9、図10）

破断試験は、ワイヤロープについては、JIS G 3525（ワイヤロープ）、リングネットの素線破断試験については、金属材料引張試験（JIS Z 2241）に準拠し試験を実施した。

破断試験の結果を表1、表2に示す。

表からわかるように、ワイヤロープ及びリングネット破断時の荷重が規格値を上回っていることが確認された。

### 6. まとめ

性能調査の結果、土石流捕捉によって、構造部材の変形や摩耗が確認されたが、リングネットやワイヤロープ等の主な構造部材の破断がなかったことや、ブレーキリングの伸びが交換基準未満であったこと、アンカー抜けが発生しなかったことから、土石流捕捉性能を満足していたと考える。

また、土石流捕捉後のワイヤロープ及びリングネットについては、破断試験の結果により、部材の健全性が確認された。

今後は、長期使用に耐えうるための、構造改良、メンテナンス方法の確立を行っていくことにしている。



図5 土石撤去後の柵形状状況



図6 リングネット変形状況



図7 ブレーキリング変形状況



図8 アンカー露出状況



図9 サンプリングした単リング

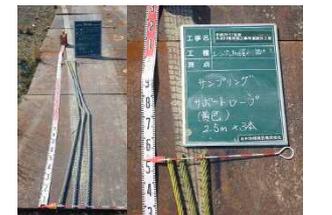


図10 サンプリングしたワイヤロープ

表1 ワイヤロープ破断試験

試験体	品名	公称径 mm	ワイヤロープ			
			No.	最大荷重 kN	平均 kN	メーカー規格値 kN
ホールドロープ (A)	φ22	1	374	373	305	
		2	375			
		3	369			
リテイニングロープ (B)	φ22	1	364	363	305	
		2	364			
		3	360			
サポートロープ (C)	φ G22	1	429	426	400	
		2	422			
		3	427			

表2 素線破断試験

試験体	品名	公称径 mm	素線 φ3mm			
			No.	最大荷重 kN	引張強さ N/mm <sup>2</sup>	平均 N/mm <sup>2</sup>
リングネット素線	φ3	1	13.8	1952	1957	1770
		2	13.8	1952		
		3	13.9	1966		