

P3. 三波川帯緑色片岩分布域の大規模岩盤崩壊対策

Measures to a large-scale rockslope collapse at the area of greenschist in Sanbagawa belt

田村 浩行（応用地質株式会社）、永野 潤（応用地質株式会社）

Hiroyuki Tamura, Jun Nagano

1. はじめに

平成 24 年 8 月末の豪雨を契機に、四国の山岳部で大規模岩盤崩壊が発生した。崩壊規模は、幅約 100m、斜面長約 150m、深さ約 35m で、約 50,000～70,000m³の崩壊岩塊が山裾に堆積し、市道および県管理の二級河川を延長約 100m に渡って河道埋塞させた¹⁾。

平成 23 年の台風 12 号によって紀伊半島で多発した深層崩壊では、河道に堆積した崩壊土砂によって天然ダムが形成され決壊に至るケースもあり²⁾、排水路工の整備や崩壊下流側への大規模な砂防堰堤による対策が実施されている。一方、本現場は幸いにして巨礫が多く、空隙も大きいこともあり、崩壊後に実施した上流側での水位観測結果や流出解析結果から、増水しても決壊に至るような湛水は生じない結果が得られ、対策としては、崩壊堆積物を固定し河道を安定化させる床止工が採用された。ここでは、上記の対策選定に至る検討経緯を交えながら紹介する。

2. 災害復旧に向けた課題

災害復旧対策の検討に際し、①河道閉塞の決壊、土石流化、②崩壊側面斜面に残存する不安定土塊の崩壊、および③生活道路の仮復旧、の 3 つの課題について解決策を講じる必要があった。

上記課題①については、河道を埋塞させた崩壊堆積物は巨礫の含有が非常に多く、空隙も多いことから天然ダムが形成される可能性は低いと判断されたものの、万が一決壊した場合に下流集落への影響が甚大となるため、上流に自記水位計を設置し、Web 上でのモニタリング可能な環境を整え、異常水位を検知した場合には関係者に警報メールを発信するとともに、下流の住民に対して直ちに避難誘導する体制が構築された。

②の課題については、残存する不安定土塊に設置した地表面伸縮計による地表変位の監視と、対岸からの目視によって崩壊の進行状況や河道への土砂堆積・流出状況の監視を行った。

③の課題については、市道埋塞によって対岸上流の人家が孤立したため、単管パイプや足場材を利用した人力施工による簡易仮橋を設置して、対岸への往来を可能とした。

3. 河道閉塞部の水理検討

(1) 崩壊上流側での水位観測結果

河道閉塞上流側（図-1）に設置した自記水位計観

測結果では、連続 200mm の降雨に伴い河川が増水し 4m 程度水位上昇認められたものの、越流高までは達せず、急激に低下した。その後の観測でも、越流するような水位は認められなかった（図-2）。

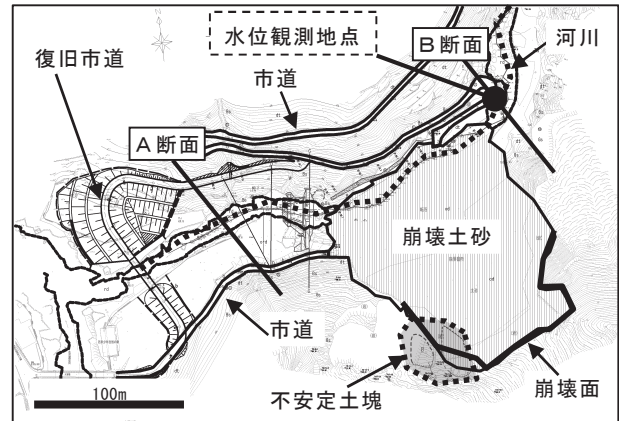


図-1 崩壊斜面と水位観測地点

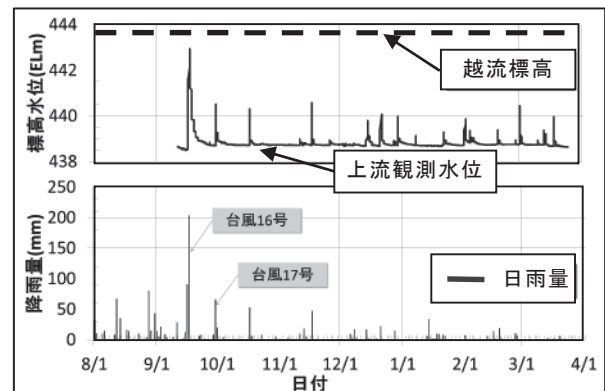


図-2 崩壊上流側の河川水位

深層崩壊に伴う河道閉塞で生じた奈良県十津川村栗平地区の湛水で観測された水位を図-3に示した³⁾。この湛水池水位では降雨に伴い越流が生じ、その後も緩やかな水位低下となっており、当崩壊箇所との水位変動の状況は明らかに異なる。

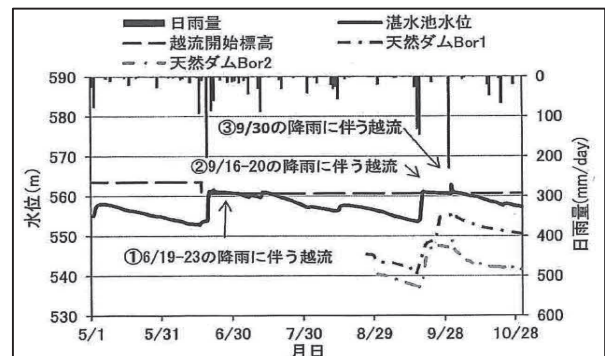


図-3 十津川村栗平の河道閉塞湛水池水位³⁾

(2) 流出解析結果

計画地の流下能力、水防水位等の算定、崩壊堆積物の透水性を確認するために流出解析を行った（表－1 参照）。流下能力については、計画高水位、危険水位、警戒水位、指定水位を設定するために対象流量を $1/2 \sim 1/100$ 確率年から算出し、当該箇所については流域面積より、計画規模は $1/10$ 確率年における流量を対象とした。当地については河道閉塞部の上下流（A、B 断面）で $1/100$ 確率年とした場合でも河川断面を確保できることを確認した。

なお、十津川村栗平の河道閉塞箇所での透水試験結果では、 $1.0 \times 10^{-3} \sim 10^{-8} \text{ m/s}$ の値が計測されている³⁾。一方、当崩壊地では流出解析結果より試算した透水係数は $k=0.772 \text{ m/s}$ となり、 $1.0 \times 10^{-1} \text{ m/s}$ （きれいな砂利）相当と推察された。この試算結果に対応する空隙率は $30 \sim 35\%$ 程度が考えられ、当崩壊堆積物の湛水は生じないとの結論に至った。

表－1 水防水位等算定結果一覧表

	設定の考え方	水位算定結果 (m)	
		A 断面	B 断面
計画高水位	W=1/10	425.830	440.415
危険水位	堤防満杯水位	428.831	441.263
警戒水位	計画高水位の 6 割相当	425.347	439.666
指定水位	計画高水位の 2 割相当	425.237	439.611

4. 復旧対策

(1) 復旧対策工法の検討

基本となる原形復旧対策の場合、斜面上に残存する不安定土塊も含め河道閉塞岩塊約 10 万 m^3 の崩土を撤去し、被災前と同等の河川断面を確保することが必要となる。このため、原形復旧案の他に河道を崩壊斜面の対岸に新設する工法（河川トンネル）および崩壊堆積物を固定し、安定させる工法（床止工）の 2 案を比較検討案として取り上げた。

1) 原形復旧案

崩壊堆積物を除去することで斜面を確実に安定化できる対策である。しかし、崩壊堆積物の大半が硬質な巨礫を含む岩塊のため、転石破碎処理が必要で著しく施工性に劣るうえ、積み重なる巨礫を撤去した場合に上方の堆積物が不安定化する恐れもあり、施工時の安全性確保が難しい。撤去できたとしても膨大な量を受入可能な残土処理場を確保する必要があることから実現性に乏しく、概算で約 20 億円の工事費を要する。

2) 河川トンネル案

崩壊斜面の対岸に河川トンネルを構築し、流水をバイパスさせることによって、施工中の安全性は確保でき、施工後は崩壊堆積物への流入がなくなるため湛水の懸念は払拭できる。しかし、トンネル掘削側斜面の十分な追加調査が必要であり、河川トンネルの出入口で土石・流木等の堆積が懸念されること、また、原形復旧案程ではないが概算で 4 億円の工事費を要する。

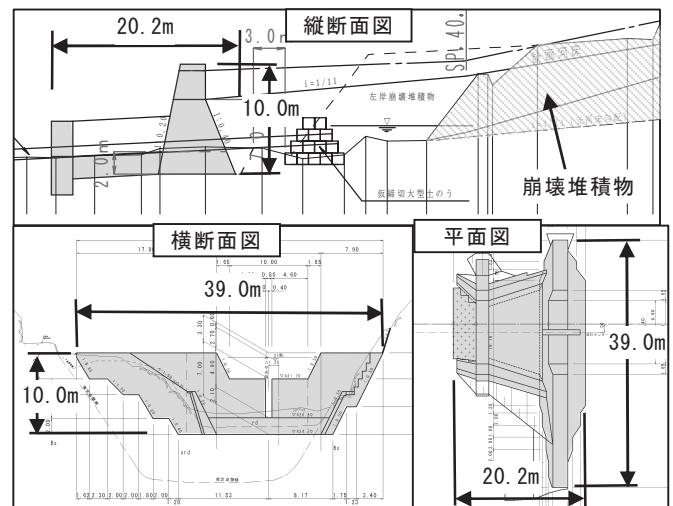
3) 床止工案

河道閉塞部下流に、河床の縦断侵食防止・河床堆積物の再移動防止を図ることで河床を安定化させ、河岸の浸食・崩壊防止または軽減を目的とした対策案である。また、崩壊側面の残存不安定土塊のポケット確保も同時に担う工法である。対策工費は概算で 6 千万円まで縮小可能となる。

以上より経済性、施工性、安全性の面で総合的に優れた「床止工案」を採用した。

(2) 床止工の詳細

詳細検討では、床止工設置位置検討の他に、現地発生材の積極的活用も考えられるため、コンクリート構造の他に鋼製組立枠による構造の検討も行った。しかし、鋼製組立枠の場合、現地の巨礫を枠組内に適用可能な礫径となるよう破碎・調整する必要がありコンクリート構造と比較して約 1.5 倍の工事費が必要となることから、図－4 に示すコンクリート構造を採用した。



図－4 床止工計画図

5. まとめ

現在、床止工は施工完了し、崩壊堆積物の再移動は認められない。また、崩壊上流で湛水は生じていないため対策効果は発揮されているものと考えられる。

本事例のように深層崩壊であっても巨礫を主体とした岩盤崩壊による河道閉塞のケースであれば、増水しても湛水しない可能性が高く、床止工による復旧は費用対効果の面でも有効な対策として期待できる。

文献

- 1) 林幸一郎, 田村浩行(2014): 10. 三波川帯緑色片岩分布域の深層崩壊, 応用地質学会
- 2) 千木良雅弘(2013): 紀伊山地および西南日本外帯の深層崩壊, 公益社団法人日本地すべり学会関西支部現地検討会 深層崩壊と河道閉塞 論文集, p.1-5
- 3) 桜井亘, 酒井良, 大塚康之, 青木浩章, 長原秀樹, 荒木義則(2014): 河道閉塞湛水地の排水手段としての推進工法の適用について, 砂防学会誌, Vol.67, No.1, p.19-27