

風倒木地における落石予防工の点検・補修

兵庫県農政環境部農林水産局治山課
兵庫県上郡農林水産振興事務所治山課
兵庫県上郡農林水産振興事務所治山課
株式会社ダイヤコンサルタント
株式会社ダイヤコンサルタント

林一郎
田村浩一
是兼和人
松村法行
○ 鏡原聖史

1. はじめに

2004 年に 29 個発生した台風は、観測記録最多の 10 個が日本へ上陸¹⁾し、全国各地で多くの地盤災害を発生させた。

兵庫県佐用郡佐用町奥海地区にある斜面においても 2004 年台風 23 号によって、土砂と倒木した樹木が斜面下流に流下した。幸いに、2004 年以前に設置された対策工によって、直下の民家への被害は未然に防ぐことができた。しかしながら、現在も斜面内には、強風で倒木した樹木が多数存在していること、落石予防工がそれらの倒木によって損傷した状態であることから、今後の異常気象に対して十分な性能を有しているとは言いがたい。そこで、兵庫県は、倒木の撤去と落石予防工の機能復旧ならびに崩壊予防を目的とした対策工の計画を進めているところである。

本稿は、風倒木地における落石予防工の健全度点検と補修計画を実施したので報告する。

2. 調査地の概要

2. 1. 調査地の地形、地質概要

調査地は、図-1 に位置し、地形は山の稜線が佐用川と接する北東向き、斜面傾斜がおよそ 45 度、斜面高さ 100m 程度の斜面である。斜面下方には集落がある。地質は、地帯境界断層によって、北側が三郡変成岩類や生野層群、花崗閃緑岩、南側は夜久野岩類や舞鶴層群が分布しており、非常に複雑な地層構造を呈している。

2. 2. 対策工の施工状況

2001 年に斜面内に分布する不安定な浮石、転石の発生源対策として落石予防工、待受対策として山腹入型落石防護壁を計画施工した。落石予防工は、図-2 に示すように主ロープを 2m ピッチで設置し、その交点をアンカーなどを用いて固定し、さらに補助ロープを 0.5m ピッチで設置し、不安定な浮石・転石に密着させ落石を予防する構造である。また、斜面内の樹林を残した状態で施工できる特徴を有している。

2. 3. 2004 年台風 23 号による被害状況

土砂移動は、図-3 に示すように落石予防工の設置境界で発生していた。また斜面内には、台風の強風によって倒木が多数発生している状況である。倒木の発生位置は、台風時の強風の方向を反映して、斜面内の小規模な谷から北向き斜面で多いことが特長的である。

2. 4. 対策工の損傷状況

山腹入型落石防護壁は、土砂移動とそれに伴って流下した樹木によって、一部 FRP 製の緩衝材が損傷しているが、基礎構造に変状がないことから構造自体は安定していると判断し

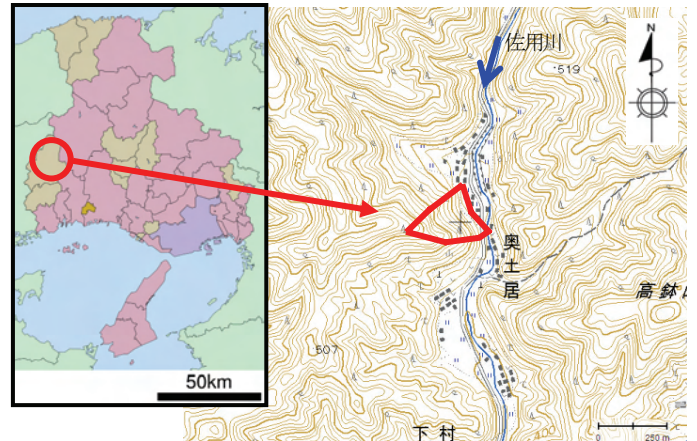


図-1 調査地の位置図

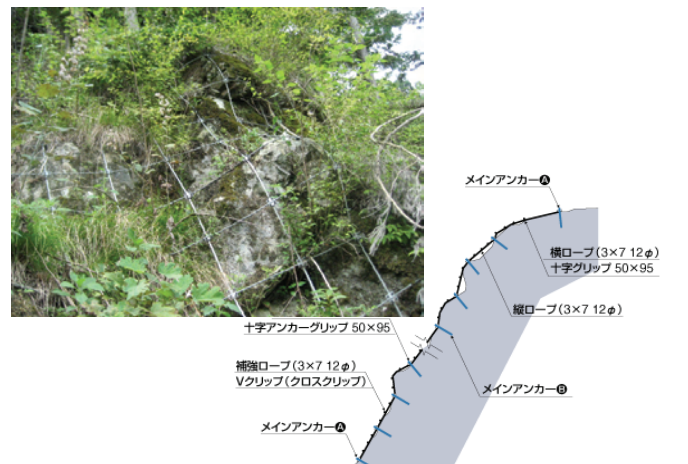


図-2 調査地の落石予防工の施工状況と各部材名称³⁾

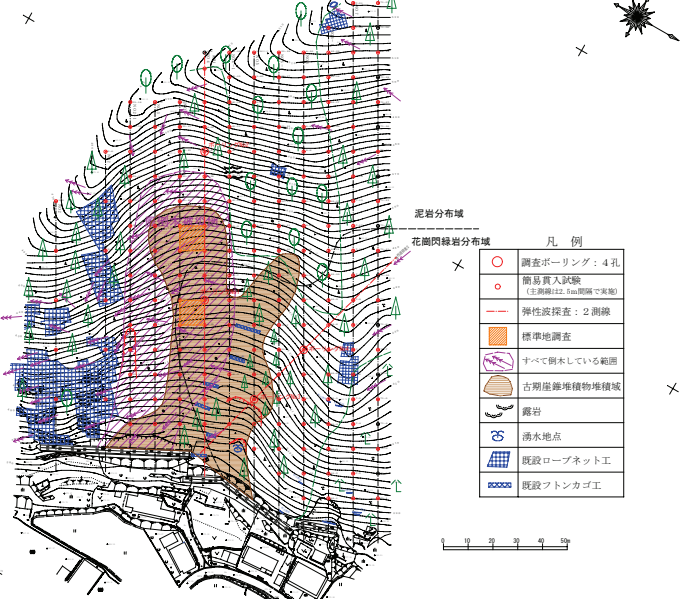


図-3 調査地ルートマップ

た。したがって、山腹入型落石防護壁の補修は、損傷した緩衝材を取替えることによって容易に機能回復が可能である。

落石予防工は、アンカーの引抜けやワイヤーロープが破断している箇所、端部の土砂用パイプアンカーが露出している箇所が確認された。これらの損傷は、倒木周辺や落石予防工の外周周辺に集中していた。このように損傷した状態では、今後の台風、豪雨、地震などの自然現象に対して、確実に落石を予防できないため、早期に落石予防工の要求性能を満足できるよう損傷した箇所の機能を復旧する必要がある。

3. 落石予防工の点検および補修計画

斜面内に施工された落石予防工の補修計画を立案するために、ロープ伏せ工維持管理マニュアル²⁾を参考にして表-1 に示す点検項目で点検した。なお、当該箇所の落石予防工は、めっき処理されており、腐食等が顕著でないことから破損についての点検した。点検は、現地に対策工の展開図を作成しながら、アンカーの引抜け、グリップなどの部材破損箇所を目視確認し、展開図に記載した。補修は、表-2 に示す各部材の目的に対応した補修方針を基に計画した。

4. 風倒木地における落石予防工に関する考察

通常、落石予防工の設計では想定していない対策工内や周辺の樹木の根返り、土砂移動が発生していた。

樹木の根返りは、根鉢の回転によってロープに大きな引張り力が作用し、メインアンカーAやメインアンカーBが引き抜かれたり、ロープが破断していることが確認された(図-4a)。また、土砂の流出は、メインアンカーA(土砂用パイプアンカー)と一緒に流下させ、横主ロープの端部固定がない状態となっていた(図-4b)。このような想定外の損傷が発生しても落石発生源から落石を発生させないようにする構造が重要であると考えられる。当該調査地に施工された落石予防工は、落石発生源を覆い、2m 格子点にメインアンカーB で固定されていることから、部分的な損傷が全体の損傷に至らない特徴を有している。また、対策工内で倒木した樹木は、0.5m の格子で張っているロープに根鉢が引っ掛けて斜面下流に落下していなかった。このことから、樹木の落下を防止する効果もあると

推察される。

設計では想定していない事象が発生しても、保全対象に被害が及ばないよう落石予防工のみではなく、斜面と保全対象の間には防護工の設置が重要であると再認識した。

5. おわりに

風倒木地における落石予防工の点検、補修について報告した。今後、同様な現象が発生した際の点検、補修の参考になれば幸いである。最後に、点検、補修計画を策定するに当たって、東京製綱株式会社 池田正一郎氏、吉野豪志氏には貴重なご意見をいただいた。この場をお借りして感謝の意を表したい。

(参考文献)

- 1) 国土交通省気象庁 HP : <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 2) JFE 建材株式会社: ワイヤネット(ロープ伏せ工)維持管理マニュアル、改訂0.
- 3) CCM 協会 : <http://www.ccm-kyokai.jp/ropenet/kouzou.html>

表-1 点検項目と点検手法

対 象		点検項目	点検手法
アンカー	端部アンカー (メインアンカーA)	破損	目視
	交点アンカー (メインアンカーB)	破損	目視
ワイヤロープ	主ロープ (横ロープ・縦ロープ)	破断・ゆるみ	目視
	補助ロープ	破断・ゆるみ	目視
グリップ	十字アンカーグリップ	破損	目視
	十字グリップ	破損	目視
	巻き付けグリップ	破損	目視



a) 根返り

b) 土砂流出

図-4 損傷例

表-2 構造の目的と補修方針

対 象		構造目的	損傷が認められた場合の補修方針
アンカー	端部アンカー (メインアンカーA)	主ロープを地山に固定する目的がある。	アンカーに異常が認められる場合は、倒木処理後に計画時と同様な設計引張り荷重を満足するアンカーを再設置する。損傷した既存アンカーは、利用できないため頭部を切断するなどして、目立たないように処理する。
	交点アンカー (メインアンカーB)	主ロープの交点を固定し、計算上考慮されている2m×2mの落石重量の移動を抑制する目的がある。	アンカーに異常が認められるものは、倒木処理後に計画時と同様な設計引張り荷重を満足するアンカーを再設置する。再設置に当たっては、既存アンカーがあるため、それをよけて再設置し、既存アンカーは、端部アンカー処理と同様の処理を行う。
ワイヤロープ	主ロープ (横ロープ・縦ロープ)	主ロープは、計算上のロープで落石荷重を端部、交点アンカーに伝達する目的がある。	浮石・転石に密着していない場合は、ゆるめて、地山に密着するよう再度固定する。またロープが破断している場合は、部分的に切断し部材を交換(巻き付けグリップでワイヤを連結)して、地山に密着するよう再度固定する。
	補助ロープ	補助ロープは、2.0m×2.0m内の浮石・転石の移動が開始した場合、主ロープにスムーズに力が伝達できるようにする目的がある。	浮石・転石に密着していない場合は、ゆるめて、地山に密着するよう再度固定する。またロープが破断している場合は、部分的に切断し部材を交換(巻き付けグリップでワイヤを連結)して、地山に密着するよう再度固定する。
グリップ	十字アンカーグリップ	十字アンカーグリップは、主ロープの交点アンカーと連結する目的がある	破損している場合は、交換し再度設置する。
	十字グリップ	十字グリップは、補助ロープの交点を締結する目的がある。	破損している場合は、交換し再度設置する。
	巻き付けグリップ	巻き付けグリップは、ロープの端部を輪にして、アンカーなどに十分固定する目的がある。	損傷している主ロープの端部アンカーは、再設置するためアンカー位置が変わる。そのため、既存のロープを切断して長さを調整し、巻きつけグリップを用いて端部アンカーと連結する。