

R4 発生がけ崩れ災害の崩壊要因分析事例

国土防災技術（株） ○長谷川陽一，遊佐直樹，小嶋孝徳
（一財）砂防・地すべり技術センター（前 国土技術政策総合研究所） 中谷洋明

1 はじめに

急傾斜地崩壊防止施設のうち待受け擁壁工（以下、擁壁工）は直接的に斜面の崩壊を防止する工種ではないため、その機能発揮および被災の際を含めて崩壊土砂（以下、崩土）が擁壁工に衝突するケースが発生する。擁壁工が斜面崩壊対策工として機能発揮する（すなわち急傾斜地の崩壊が生じても被害が生じないこと）には、施設に劣化が無いことが必要となるが、斜面崩壊の規模が施設設計時の想定よりも大きくならないことも必要となる。しかし、擁壁工を施工した後に施工箇所上部斜面の風化状況や土地利用の変化状況等を追跡調査することは稀であり、対策後の斜面の管理が不十分となる可能性がある。そのため、施設施工後に崩壊が発生した地区において崩壊要因等について調査を行い斜面管理の課題を検討することは重要である。

筆者らはこのような観点でがけ崩れ災害の崩壊要因分析および斜面管理の課題検討を行っており、令和3年に発生した災害事例については昨年報告している¹⁾が、本発表では令和4年に発生した災害事例について報告を行う。

2 がけ崩れ災害の概略調査

2.1 調査項目および内容

本調査で実施した項目および内容を表-1に示す。

崩壊要因を分析するにあたり、崩壊地周辺の状況概査を重視して現地踏査を行っている。状況概査では湧水・地表水の痕跡、斜面上部の土地利用形態と他所管施設の排水状況、生育植生の種の同定と特徴整理を実施している。その他の調査項目の説明については既往報告を参照されたい¹⁾。

2.2 調査結果および崩壊要因分析

調査結果を表-2に示す。以下に調査結果および崩壊要因分析の概要を述べる。

(1) 東北地方A地区

既往最大クラスの豪雨で発生した崩壊で、急傾斜地崩壊対策事業中の擁壁工施工前に崩壊が発生したことで保全対象に被害が発生している。本崩壊地は巨大地すべり地形の末端に位置し、湧水点が多く地下水が豊富に存在しているほか、段丘堆積物の上位の表土類と崖錐堆積物が緩く堆積し、崩壊しやすいという素因があった。また、擁壁工施工のため法尻付近が切土されていたほか、崩壊発生前年の2021年に斜面のスギが斜面長25m、延長100mにわたって伐採されたことにより地盤が緩み、

表-1 調査項目および内容

調査項目	調査内容
崩壊規模等計測調査	UAV写真測量，施設規模
状況概査（現地踏査）	水文環境（土地利用形態，他所管施設），植生状況
簡易貫入試験	SH型貫入試験
土質試験	物理試験，力学試験，AMI
降雨量調査	アメダス雨量，解析雨量，土壤雨量指数
文献等調査	地形・地質図，空中写真

表-2 調査結果一覧表

	東北地方A地区：令和4年8月発災	東海地方B地区：令和4年7月発災	東海地方C地区：令和4年9月発災
発生時降雨	日雨量198mm（1976年以降で1位）	日雨量259.5mm（1932年以降で9位）	日雨量280.5mm（1939年以降で3位）
崩壊規模	崩壊高：約8.1m 崩壊幅：約20m 最大崩壊深：約0.9m	崩壊高：約16.6m 崩壊幅：約15m 最大崩壊深：約4.8m	崩壊高：約31m 崩壊幅：約24m 最大崩壊深：約9.2m
施設被災状況	待受け擁壁工施工前 切土面吹付工にひび割れ	落石防護柵破損 擁壁工に変位なし	落石防護柵破損（擁壁工に変位なし） 崩壊土量が多く、土砂が施設から溢れた
その他状況	斜面長約2kmの巨大地すべりの末端	流れ盤構造の砂岩泥岩互層 複数の断層	斜面内に神社建立 崩壊斜面に向かう排水工設置
水文	11月末でも湧水点多数，地下水豊富	崩壊底面付近にガリー（季節性の湧水）	12月下旬でも湧水点多数，地下水は豊富
地質 （上位から）	表土類→崖錐堆積物→段丘堆積物	表層土→崩積土 →砂岩泥岩互層（新第三紀）	段丘堆積物→砂岩泥岩互層（第四紀）
崩壊面 深さ位置	Ⅱ層下面（崖錐堆積物層内）	斜面頭部付近：Ⅱ層下面（崩積土層内） 斜面下部：Ⅳ層以深（砂岩泥岩互層内）	Ⅳ層以深（段丘堆積物層内または層下面）
Ⅰ層下面深度	斜面頭部：0.9m，斜面下部：0.0m	斜面頭部：1.0m，斜面下部：0.5m	斜面中部：0.1m
Ⅱ層下面深度	斜面頭部：1.0m，斜面下部：0.5m	斜面頭部：1.1m，斜面下部：0.8m	斜面中部：2.0m
AMI	1.1（Ⅰ層表土類試料） 0.9（Ⅱ層崖錐堆積物試料）	1.0（Ⅰ層崩積土試料，Ⅳ層風化砂岩試料）	1.0～1.3（Ⅱ層～Ⅳ層の段丘堆積物試料）
土地利用状況	崩壊斜面：スギ植林地で崩壊時は伐採 崩壊地後背部：段丘面（耕作放棄地）	斜面頭部：旧茶畑（放棄地） 斜面中部～下部：果樹園（人工段差斜面）	崩壊地周辺：神社，歩道（砂利道） 崩壊地後背部：スギ植林
植生状況	スギ伐採跡及び耕作放棄地は草本類主体 崩壊地後背部斜面はスギ植林，シダ類繁茂	斜面頭部の旧茶畑にはネザサが繁茂 隣接斜面にアカガシ，カスサヅシヨウ	崩壊地周辺：スギ，広葉樹（スダジイ等） 崩壊地後背部：スギ植林，タケ類繁茂
状況写真			

前よりも雨水が表層地盤に浸透しやすくなっていた可能性がある。

(2)東海地方 B 地区

令和元年に規模の大きい降雨があったがその時は崩壊が発生せず、比較的雨量が少ない令和 4 年に発生した崩壊で、擁壁工により崩土を捕捉して保全対象に被害を発生させなかったことから、施設効果事例として公表されている。対象斜面は自然斜面と人工斜面の組み合わせとなっており、斜面下部から上部にかけて 1976 年以前から果樹園や茶畑として土地利用がされた結果、崩壊地となる斜面に木本類が生育していなかったことから、樹木根系の土壌緊縛効果が見込まれなかった箇所である。流れ盤構造となる砂岩泥岩互層の中に断層ガウジがあり、砂岩は風化して軟らかくなっていた。斜面頭部では層厚 2m 程度の崩積土層内で崩壊が発生しているが、斜面中部から下部にかけては崩積土よりも深い位置の砂岩泥岩互層内で崩壊が発生している。砂岩の風化や断層ガウジの粘土化が進行して本崩壊が発生したとみられる。

(3)東海地方 C 地区

既往最大クラスの豪雨で発生した崩壊で、崩壊土量が多く、擁壁工で崩土を捕捉しきれず保全対象に被害が発生している。段丘堆積物が 9m 以上と厚く堆積している段丘崖で、過去に大きく崩落した斜面の一部にあたる。地表地形では集水面積は狭いが、地下水を規制している堆積岩上面で考えると集水面積が広く、地下水が豊富に存在しているという素因があった。また、崩壊頭部付近にあたる斜面での土地利用によって、本崩壊地に表流水が集中するようになったことも崩壊の一因とみられる。

3 斜面管理の課題検討

既往報告¹⁾では“斜面の土地利用・排水処理状況の観点”と“斜面の三次元形状・周辺近接工作物の観点”から、6 つの事例について斜面管理の課題を検討している。本発表でも同様の観点から課題検討を行う。

表-3 に斜面の土地利用・排水処理状況に課題があった地区の崩壊要因について示す。既往報告¹⁾では「樹木の伐採等の行為により発生した崩壊は施設設計時に想定した崩壊規模の範囲内に留まっている」と考察しているが、本発表の災害事例では、スギの伐採があった A 地区が崩壊深約 0.9m と通常想定される範囲内の崩壊規模となっている。一方、B、C 地区は崩壊深が約 4.8m と約 9.2m となっており、崩壊規模は大きい。土地利用に関する課題があった事例である（崩壊規模が大きい表-3 では網掛けしている）。

A 地区の斜面管理課題としては、豊水期に急傾斜地崩壊対策事業による施工を行ったことが挙げられ、スギの伐採と法切りがされた状態で既往最大クラスの豪雨があったために崩壊が発生している。施工時期について留意が必要であったと考えられる。

表-4 に斜面の三次元形状の評価に課題があった B、C 地区の崩壊要因について示す。既往報告¹⁾では「素因・誘因となる広域的な地形・地質・水理条件等の想定が不足している箇所が発生した崩壊は、想定より深い基岩面からの崩壊となるリスクがある」と考察しているが、本発表の災害事例では、地下水を規制する断層ガウジがみられた B 地区と、堆積岩に規制されて厚い段丘堆積物層内に豊富な地下水が賦存している C 地区で深い崩壊が発生している。B 地区および C 地区については斜面管理課題というよりは、施設設計時に十分な調査に基づいた三次元形状の考慮が必要であった事例であるが、災害発生のメカニズムとして小さな崩壊が深い崩壊につながった可能性も否定できない。耕作放棄による樹木根系の土壌緊縛効果の弱さと、土地利用による表流水が集中する沢の変更により通常想定される程度の崩壊が最初に発生し、その後続いて基岩面からの深い崩壊が発生した可能性もあるため、斜面管理課題として土地利用の変遷に留意が必要であったと考えられる。

4 おわりに

令和 4 年に発生した 3 地区のがけ崩れ災害事例について、崩壊要因分析を行った。その結果、樹木伐採や耕作放棄、水処理の不備が崩壊発生の一要因となっている可能性が示唆された。令和 3 年の災害事例と併せて、斜面管理の留意点として活用いただきたい。

【謝辞】本報告では国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所の令和 4 年度の調査業務成果を使用させていただいた。ここに記して関係各位に感謝申し上げる。

【参考文献】1) 長谷川陽一・小嶋孝徳・中谷洋明・遊佐直樹：被災した急傾斜地崩壊対策施設の調査—急傾斜地斜面管理の課題検討—, 第 11 回土砂災害に関するシンポジウム論文集, pp.19-24, 2022.

表-3 崩壊要因と管理課題（その 1）

観点	斜面の土地利用・排水処理状況	
課題	施設設計時に想定される範囲内の崩壊規模であったが、樹木の伐採等の人為的な要因で崩壊が発生	
A 地区	崩壊主要因	既往最大クラスの豪雨、豊富な地下水
	その他の要因	急傾斜地崩壊対策事業によるスギの伐採と法切り
B 地区	崩壊主要因	流れ盤構造の砂岩泥岩互層と地下水を規制する断層ガウジの風化進行
	その他の要因	斜面頭部の耕作放棄地及び斜面下部の果樹園利用による樹木根系の土壌緊縛効果の弱さ
C 地区	崩壊主要因	既往最大クラスの豪雨、豊富な地下水
	その他の要因	堆積岩に規制された広い集水面積と厚い段丘堆積物 土地利用による表流水が集中する沢の変更

表-4 崩壊要因と管理課題（その 2）

観点	斜面の三次元形状	
課題	断層や基岩盤形状の影響で地下水の集中が発生すると、設計想定より深い基岩面での崩壊が発生するリスクがある	
B 地区	崩壊主要因	流れ盤構造の砂岩泥岩互層と地下水を規制する断層ガウジの風化進行
	その他の要因	斜面頭部の耕作放棄地及び斜面下部の果樹園利用による樹木根系の土壌緊縛効果の弱さ
C 地区	崩壊主要因	既往最大クラスの豪雨、豊富な地下水
	その他の要因	堆積岩に規制された広い集水面積と厚い段丘堆積物 土地利用による表流水が集中する沢の変更