

被災した急傾斜地崩壊対策施設の調査 -急傾斜地管理の課題検討-

SURVEY OF DAMAGED SLOPE FAILURE COUNTERMEASURE WORKS -STUDY OF ISSUES IN STEEP SLOPE MANAGEMENT-

長谷川 陽一¹・小嶋 孝徳²・中谷 洋明²・遊佐 直樹¹
Yoichi HASEGAWA, Takanori OJIMA, Hiroaki NAKAYA and Naoki YUSA

¹国土防災技術株式会社 技術本部 (〒330-0074 さいたま市浦和区北浦和 2-12-11)

²国土交通省国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

Key Words: soil test, vegetation survey, land use, neighboring works, approximate mobility index

1. はじめに

急傾斜地の崩壊を直接的に防止する工種(例えば, 法枠工, 地山補強土工等)の場合, 施設の維持管理において斜面上に施工された施設を点検する際に, 斜面に変動があれば施設に変状が出るため, 施設点検には斜面の点検も含まれることになる. 一方, 待受け擁壁は積極的に急傾斜地の崩壊を防止しない工種であり, 待受け擁壁の維持管理における点検は, 斜面下の平坦地に施工された施設を点検することになるため, 斜面の点検が見落とされるおそれがある.

また, 待受け擁壁は積極的に急傾斜地の崩壊を防止しない工種のため, 機能発揮および被災を含めて崩壊土砂(以下, 崩土)が擁壁に衝突するケースがたびたび発生する. 待受け擁壁が斜面对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ることも必要となる. しかし, 待受け擁壁を施工した後に斜面の風化状況等を追跡調査して崩壊規模を再確認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.

そこで本研究では, 令和3年および過去に発生した急傾斜地崩壊のうち, 待受け擁壁に土砂が衝突した6地区において, 崩壊要因等について調査を行い, 急傾斜地管理の課題を検討した.

2. 調査内容および方法

本研究において実施した調査内容は下記の通り.

(1) 崩壊規模等計測調査

本調査では, 崩壊要因を推測する目的のほか, 崩土の衝撃力に関する分析の基礎資料を得るために, 崩壊規模, 施設被災状況および施設形状の計測を実施した. 各調査項目の調査内容および情報収集方法を表-1に示す.

(2) 状況概査(現地踏査)

状況概査では, 主に崩壊要因を推測するために, 崩壊地および崩壊地周辺の水文環境, 植生状況について調査を行った. 状況概査の内容について表-2に示す.

表-1 崩壊規模等計測調査の内容

調査項目	調査内容	収集方法
崩壊規模	崩壊高, 崩壊幅, 崩壊深, 崩壊厚, 崩壊法長, 崩壊土量, 斜面高, 斜面勾配	現地計測, UAV空撮, 災害資料等
施設被災状況	崩土の堆積幅, 堆積高, 堆積勾配, 擁壁区間ごとの崩土作用幅, 擁壁変位量等, 落石防護柵の変形量等	現地計測, UAV空撮, 災害資料等
施設の規格	構造形式, 擁壁高, 天端幅, 表法勾配, 裏法勾配, 空高さ, 底版幅, 根入れ長, 目地間隔, 落石防護柵の支柱高, 支柱間隔	現地計測, 災害資料等

表-2 状況概査の内容

調査項目	目的	調査内容
水文環境	崩壊および施設被災の要因を推測・把握するための基礎資料を得る	湧水・地表水の痕跡, 排水施設の配置状況・損傷程度, 斜面上部の土地利用形態, 斜面上部の他所管施設の排水状況
植生状況	土壌の状態や根系の発達程度の把握および水文環境の推測のための基礎資料を得る	生育種の調査と種の同定, 斜面方位・日照・乾湿状態, 種の特徴整理

(3) 簡易貫入試験

本研究では、崩壊地の土層構造把握のため、SH型貫入試験機を用いて簡易貫入試験を行った。

SH型貫入試験機は、従来の土研式簡易貫入試験機に対して、斜面表層の土層構造をより詳細に把握できるように改良を加えたものである¹⁾。本研究では小山内らの研究²⁾を参考に、I層からIV層までの土層区分を実施した。なお、I層は表層土、II層は下層土または強風化層におおむね該当し、表層崩壊はI層ないしII層で発生することが多い。

(4) 土質試験

土質試験は、崩壊箇所周辺の試料を採取し、崩土と同等の土層の未崩壊状態における物理的性質や工学的分類名を把握する目的で実施した。実施した土質試験の種別とデータ利用等について表-3に示す。

また、得られた土質試験結果より、Ellen and Flemingが提案した³⁾概略流動化指標(AMI)を算出した。AMIは、飽和時含水比と液性限界の比で表わされ、1.0以上の場合は土層が容易に流動化しやすい状態を表し、0.45より小さい場合には流動化しない状態を表している。

(5) 気象水文調査

崩壊時の降雨量を把握するために、気象庁ホームページ⁴⁾より各調査地近傍の雨量観測所の最大1時間降水量を収集した。

(6) 文献等調査

各調査地周辺の地形、地質および土地利用履歴等を把握するため、地形図、地質図、空中写真等を収集した。

表-3 土質試験の内容

土質試験種別	試験規格	取得パラメータ	データ利用等
土粒子の密度試験	JIS A 1202:2020	土粒子密度	①地盤材料の工学的分類
土の含水比試験	JIS A 1203:2020	自然含水比	②AMI算出による流動化検討
土の粒度試験	JIS A 1204:2020	粒度分布	
スランブコーンによるコンシステンシー試験	JIS A 1171:2016 フレッシュポリマーセメントモルタルの試験のスランブ試験を準用	流動限界(液性限界の代替)	③降雨時の含水比の推定
土の圧密排水(CD)三軸圧縮試験	JGS 0524-2020	乾燥密度、土質強度定数	

3. 調査結果

本研究で対象とした6地区の調査結果を表-4および表-5に示す。概要は下記の通り。

(1) 九州地方A地区(図-1、令和3年8月発災)

既往最大となる1,024mmの連続雨量によって地すべりが発生し、地すべり末端部の崩壊により待受け擁壁が被災した箇所である。擁壁には3スパンにわたって崩土が衝突しており、中央に位置するスパン長9.8mの擁壁が1°程度回転変位している。崩壊地内には湧水箇所やガリー浸食がみられ、地下水が豊富に供給されていると推測される。

崩壊地隣接斜面で実施した簡易貫入試験では、II層の下面が斜面頭部(休耕地)で深さ4.9m、斜面中部・下部で深さ2.6~2.9m程度となっており、現地計測した崩壊深と同程度となっている。休耕地ではI層が3m以上と厚いが、深さ50~70cmの位置に施肥による硬質な土層が確認される。崩壊は砂礫混じり細粒土からなる崩積土層内で発生している。

土質試験結果から算出した崩積土のAMIは0.8~0.9となっており、土層が飽和しても崩土が流動化する可能性は低いと推測され、崩土の大半が土塊状で斜面上に残っていることと整合している。

崩壊した斜面は果樹園として土地利用がされていたとみられ、果樹類の周辺は短年性の草本類を主体とした草本群落となっている。崩壊地の北側隣接斜



図-1 A地区概要

表-4 調査結果(その1)

	九州地方A地区: 令和3年8月発災	東海地方B地区: 令和3年8月発災	東海地方C地区: 令和3年7月発災
発生時降雨	既往最大の連続雨量1,024mm	日雨量134mm(令和元年に日雨量597.5mm)	日雨量141.5mm(令和元年に日雨量307.5mm)
崩壊規模	崩壊高: 約16.5m 崩壊幅: 約24m 最大崩壊深: 約5m, 平均崩壊深: 2.5~3m	崩壊高: 約20m 崩壊幅: 約31m 最大崩壊深: 約3.1m	崩壊高: 約11m 崩壊幅: 約6m 最大崩壊深: 約1~2m
擁壁被災状況	約1°の回転変位	崩土捕捉(擁壁変位なし)	崩土捕捉(擁壁変位なし)
その他状況	斜面長180m, 幅118mの地すべりの末端部崩壊	斜面長150m, 集水面積6,925m ²	畑の排水用の溝が崖地に排水するように配置
水文	湧水点多数, 地下水は豊富	滑落崖直下にガリー(季節性の湧水)	隣接斜面にガリー, 湧水の痕跡(季節性の湧水)
地質(上位から)	崩積土→河川堆積物→砂岩泥岩互層(古第三紀)	崩積土→泥岩砂岩互層(新第三紀)	第四系砂岩(粘着力3.1~21.9kPa)
崩壊面深さ位置	II層下面(崩積土層内)	II層下面(崩積土層内)	II層下面(砂岩層内)
I層下面深度	斜面頭部: 3.3m, 斜面中部・下部: 0.6m	1.7~2.3m	0.7~1.1m
II層下面深度	斜面頭部: 4.9m以深, 斜面中部・下部: 2.6~2.9m	2.7~3.1m	0.9~1.4m
AMI	0.8~0.9(I層崩積土試料)	1.1~1.4(I層崩積土試料)	0.9~1.0(I層砂岩試料)
土地利用状況	崩壊斜面: 果樹園, 崩壊地後背部: 畑(休耕中)	崩壊斜面: 果樹園, 崩壊地後背部: 果樹園・茶畑	崩壊斜面: 旧竹林, 崩壊地後背部: 畑
植生状況	果樹類周辺は草本群落, 隣接斜面にタケ類	崩壊地内に針葉樹の倒木・伐採跡, ササガヤンシボソ群落(湿った立地に生育する)	崩壊地内にタケ類の伐採跡, メリケンカルカヤ優占(やや乾燥を好む植生)

面には耕作放棄地によくみられるハチク・メダケが優占し、南側斜面には河川堆積物によくみられるエノキ・ムクノキ群落が形成されている(残置林と推定される)。崩壊地の後背部の平坦地は畑として土地利用がされているが、崩壊当時は雑草除去がされた状態で休耕地となっていた。

崩壊地の後背部には道路が通っているが、水路工等は適切に配置されており、急傾斜地に道路排水が流入するような状態にはなっていない。

(2) 東海地方 B 地区 (図-2, 令和 3 年 8 月発災)

崩壊発生の誘因は降雨であるが、崩壊時の降雨量は施設竣工以降の最大ではなく、2011 年や 2019 年などに崩壊時以上の豪雨を経験している箇所である。崩土が衝突した斜面下の待受け擁壁に変位は発生していない。本研究における調査時に崩壊地内に湧水は確認されなかったが、地内に残存している崩土にガリーがみられ、滑落崖直下に季節性の湧水があると考えられる。

崩壊地周辺で実施した簡易貫入試験では、II 層の下面が 2.7~3.1m となっており、現地計測した最大崩壊深と同程度となっている。基岩盤の地質は新第三紀の泥岩砂岩互層となっており、崩壊は泥岩・砂岩の礫質土からなる崩積土層内で発生している。

土質試験結果から算出した崩積土の AMI は 1.1~1.4 となっており、崩土が流動化する可能性は高かったと考えられる。本研究では崩土を撤去した後に調査を実施したため崩土の状態は現地確認をしていないが、収集した災害直後の現地写真をみると、崩土の大半は土塊状で斜面上に残っているものの、滑落崖直下や崩壊面では湧水がみられ、崩土が高含水になっている箇所があった。



図-2 B 地区概要 (崩土撤去後)

崩壊地は元々果樹園として土地利用がされ、樹林密度が低くなっている箇所である。また、土塊状に残った崩土の下方には倒木が多くみられており、これらのほとんどは崩壊の 4~6 年前に伐採され、放置されたものであることが確認されている。崩壊地は南西向き斜面で日当たりは良好であるが、崩壊地内には湿った土地に生育するササガヤ、アシボソが生育しており、降雨や湧水等により崩壊地が恒常的に湿潤な状態になっていると考えられる。崩壊地の後背斜面は果樹園および放棄された茶畑となっており、さらに斜面上方は針葉樹林となっている。崩壊地の斜面上方および隣接斜面には小さな崩壊地形が複数みられるが、特に本崩壊地と同標高からやや低い位置に多くみられる。隣接斜面の下端付近には、粒度の細かい土壌に生育するイロハモミジが確認される。

(3) 東海地方 C 地区 (図-3, 令和 3 年 7 月発災)

本地区も崩壊発生の誘因は降雨であるが、崩壊時の降雨量は施設竣工以降の最大ではなく、2012, 2014, 2019 年に崩壊時以上の豪雨を経験している箇所である。最大崩壊深は 1~2m 程度と小規模であり、崩土が衝突した斜面下の待受け擁壁に変位は発生していない。調査時に崩壊地内に湧水は確認されなかったが、崩壊地の西側隣接斜面にはガリー浸食がみられる裸地があり、湧水の痕跡も確認できる。

崩壊地周辺で実施した簡易貫入試験では、II 層の下面が 0.9~1.4m となっており、UAV 空撮から推定した最大崩壊深と同程度である。基岩盤の地質は第四紀の砂岩で、ヘラ等で崩すことができるが、ある程度の固結度があるため崩壊地周辺には砂岩の直壁もみられる。しかし、表層付近の I 層の砂岩を採取して三軸圧縮試験を行うと粘着力は 3.1~21.9kPa 程度であり、固結度が低下していると考えられる。崩土は、この第四系砂岩が風化したものと表層土壌から構成されていると推測される。

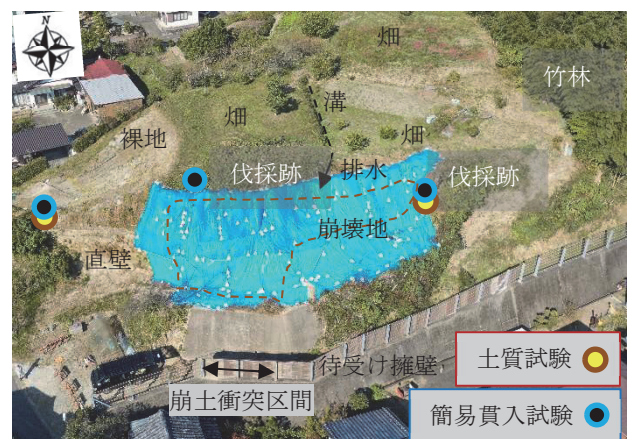


図-3 C 地区概要 (崩土撤去後)

土質試験結果から算出した風化砂岩のAMIは0.9～1.0となっており、比較的流動性の高い土質性状と評価される。

崩壊地の後背部の平坦地は畑として土地利用がされているが、畑地には排水用の浅い溝が掘られており、最終的には塩ビ管を通して崖地に表流水が供給される配置となっている。加えて、崩壊地は元々竹林であったが、崩壊の1～3年前の期間に伐採されている。隣接斜面を含め、現在の植生状況としては、竹林の伐採跡に先駆性の木本・草本類（アカメガシワ、メリケンカルカヤ等）がみられる状態で、やや乾燥を好む種が多く生育している。

(4) 九州地方D地区（図-4、平成5年8月発災）

施設竣工以降最大クラスの豪雨により崩壊が発生し、待受け擁壁が被災した箇所である。崩土の衝突により擁壁は25°程度回転変位した。崩壊直後の航空写真より、斜面上部から斜面腹部の崩壊面にガリーがみられ、また、斜面中腹の中央部に湧水箇所がみられる。

本地区はシラスが分布する地域であり、崩土もシラスとなっている。令和3年に実施した崩壊地側壁部のシラスの土質試験では、シラスは細粒分質砂に分類され、AMIは1.8と算出された。

崩壊発生前の斜面对策として、斜面下部にプレキャスト枠工、斜面直下に待受け擁壁が施工されてい

るが、崩壊が発生した斜面上部から中腹にかけては直接崩壊を防止する工種は無かったとみられる。また、尾根の先端部にあたる北側の隣接斜面には吹付工が施工されており、崩壊斜面の中腹部と同標高度まで斜面が被覆されている。

(5) 九州地方E地区（図-5、平成5年8月発災）

施設竣工以降最大クラスの豪雨により南向き斜面で崩壊が発生し、待受け擁壁が被災した箇所である。崩土の衝突によりスパン長約12mの擁壁が完全に転倒したほか、スパン長約7mの擁壁が観音開き状に回転しながら滑動した。擁壁を乗り越えた崩土は保全対象の家屋を押し流している。

本地区はシラスが分布する地域であり、崩土はシラスで、崩壊地は深い谷地形になっている。令和3年に実施した崩壊地の隣接斜面尻部のシラスの土質試験では、シラスは細粒分質礫質砂に分類され、AMIは1.9と算出された。

尾根の先端部にあたる西側の隣接斜面に斜面对策工が施工されているが、空中写真より切土工およびのり面保護工であるとみられる。また、本地区ではやせ尾根の尾根付近から崩壊が発生しているが、裏の北向き斜面にも樹林密度の低い凹地形がみられ、地下水の流れによっては裏の斜面が崩壊していた可能性も考えられる。



図-4 D地区概要



図-5 E地区概要

表-5 調査結果（その2）

	九州地方D地区：平成5年8月発災	九州地方E地区：平成5年8月発災	東海地方F地区：平成26年10月発災
発生時降雨	竣工以降最大の日雨量259.5mm	竣工以降最大の日雨量259.5mm	竣工以降最大の日雨量251mm
崩壊規模	崩壊高：約30m 崩壊幅：約12m 最大崩壊深：約2m	崩壊高：約55m 崩壊幅：約15m 最大崩壊深：約6m	崩壊高：約12m 崩壊幅：約26m 最大崩壊深：約3m
擁壁被災状況	25°の回転変位（転倒）	1スパン完全転倒、1スパン滑動	約40°の回転変位（転倒）
その他状況	尾根先端部にあたる隣接斜面に吹付工	隣接斜面に斜面对策工	-
水文	崩壊地内にガリーおよび湧水	崩壊地は谷地形（無流水溪流）	湧水・ガリー等は確認されていない
地質（上位から）	シラス	シラス	崩積土・砂岩泥岩互層（新第三紀）
AMI	1.8（表層のシラス試料）	1.9（表層のシラス試料）	1.1（表層土試料）
土地利用状況	-	-	崩壊地は竹林、崩壊地後背部に耕作放棄地
植生状況	-	-	崩壊地後背部：タケ類・広葉樹 耕作放棄地：裸地・草地

(6) 東海地方 F 地区 (図-6, 平成 26 年 10 月発災)

施設竣工以降最大クラスの豪雨により崩壊が発生し、待受け擁壁が被災した箇所である。崩土の衝突により擁壁は目測で 40° 程度回転変位した。

本地区の基岩盤の地質は新第三紀の砂岩泥岩互層であり、災害資料によると崩土は砂質シルトと報告されている。災害直後の崩壊地内の写真をみると、人頭大から拳大の礫が多くみられることから、砂岩・泥岩起源の崩積土が溜まっていたと推測される。崩壊発生から 7 年経過した令和 3 年に実施した崩壊地の北西側隣接斜面の表層土の土質試験では、表層土は礫混じり砂質細粒土に分類され、AMI は 1.1 と算出された。

崩壊地の背後斜面には山林 (タケ類, 広葉樹) が広がっているが、一部で耕作放棄地とみられる裸地および草地がみられる。

4. 考察

3 章で示した調査結果をもとに各調査地の崩壊要因を推定し、対策工施工後の急傾斜地の管理における課題を 2 つの観点から検討した。

(1) 斜面の土地利用・排水処理状況の観点

A, B, C, F 地区における崩壊要因の推定と、課題抽出の結果を表-6 に示す。

A 地区の崩壊要因は、既往最大の豪雨で発生した地すべり滑動により外的応力を受けたことが直接的には大きな誘因となった可能性がある。他方、タケ類が生育する隣接斜面が崩壊していないことを考慮すると、果樹園として利用されていた本斜面においては樹木根系による土壌緊縛効果が弱かった可能性がある。なお、果樹園では周辺の森林に比べて降雨の樹冠遮断効果や根系による表層土の緊縛効果が小さく、崩壊が多発したという災害調査報告がある⁵⁾。

B 地区は、降雨時に発生した崩壊であるが、崩壊の 2 年前に崩壊時以上の降雨を経験していることから、降雨のみでは令和 3 年の崩壊発生の説明が困難であり、降雨以外の素因の変化や場の変化が崩壊に影響した可能性がある。本崩壊地は、元々斜面上方が果樹園として利用されていた箇所であり、A 地区同様に果樹園周辺における根系の土壌緊縛効果の弱さがあった可能性がある。加えて、崩壊の 4~6 年前に斜面下方の針葉樹が伐採され、伐採後の経年的な根の腐食等により根系の土壌緊縛効果が低下したことが強く影響した可能性がある。黒岩ら⁶⁾の研究では森林伐採後 5~7 年経過すると樹木根系の腐朽・枯死により斜面の不安定化が顕著に認められるとしており、本地区の崩壊は既往の知見と整合的である。

C 地区も B 地区同様、崩壊の 2 年前に崩壊時以上の降雨を経験していることから、降雨のみでは令和 3 年の崩壊発生の説明が困難である。本地区の崩壊要因としては、崩壊地後背の畑地で集まった地表水、浅層水が崖地上端部に集中し、崖地自体の受水面積以上の水が崩壊に関与した可能性は否定できない。しかし、より直接的には、崩壊の前年~3 年程度前にタケ類が皆伐されたことの影響が強いと考えられる。一般論として、皆伐の際に表層土層が乱され浸透能が増大することも斜面不安定化の方向で作用しうる。また、本地区の表層付近の第四系砂岩は固結度が低下しており、伐採から 1~3 年程度の経過ではあるが、日照と降雨による乾湿繰返しによって物理的風化が促進された可能性も考えられる。

F 地区の崩壊要因は、台風に起因する長雨による浸透地下水と崩壊直前の短時間強雨によると推測される。また、崩壊地の後背部に位置する耕作放棄地とみられる裸地・草地の存在も、雨水の浸透と崩壊地への地下水供給に影響を与えたと考えられる。

待受け擁壁施工後の斜面管理においては、急傾斜地崩壊危険区域内の禁止事項の周知と行為規制に継続的に留意することが肝要になる。

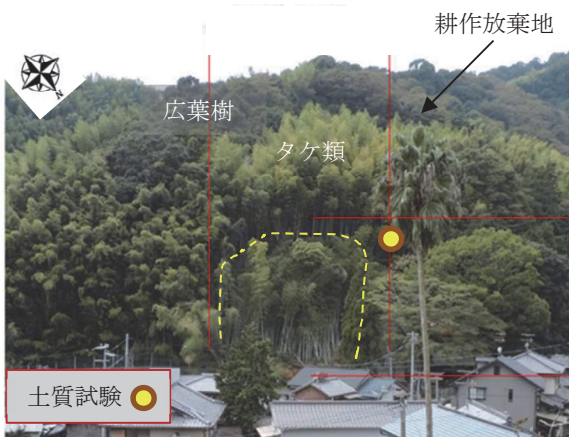


図-6 F 地区概要

表-6 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	地すべり滑動
	その他の要因	果樹園利用による樹木根系の土壌緊縛効果の弱さ
B地区	崩壊主要因	斜面下方の針葉樹の伐採による根系の土壌緊縛効果の低下
	その他の要因	斜面中腹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	タケ類の皆伐による雨水浸透能の増大
	その他の要因	タケ類の皆伐による表層地質の物理的風化の促進 斜面後背部の畑地からの集排水
F地区	崩壊主要因	既往最大クラスの豪雨
	その他の要因	斜面後背部の耕作放棄地の裸地・草地による雨水浸透と地下水供給

(2) 斜面の三次元形状・周辺近接工作物の観点

B, D, E 地区における崩壊要因の推定と、課題抽出の結果を表-7 に示す。

B 地区の崩壊要因については(1)で記述したとおりであるが、本項の観点から一つの影響因子について述べる。本地区では崩壊地の右側壁にあたる尾根を挟んで隣接する沢に堰堤が施工されており、堰堤の水通しと崩壊地内に見られる湧水箇所およびガリー浸食頭部が同標高程度となっている。堰堤の位置関係については本崩壊の直接的な引き金になったとまでは言えないが、堰堤の存在により、崩壊発生斜面内の地下水位高さが影響を受けていた可能性がある。

D 地区の崩壊要因は、既往最大クラスの豪雨が直接的には大きな誘因となったと考えられる。加えて、尾根先端部にあたる崩壊地の隣接斜面に吹付工が施工されているが、これが地下水を滞留させるなど地下水流動に一定程度影響していた可能性がある。

E 地区の崩壊要因は、既往最大クラスの豪雨が直接的には大きな誘因となったと考えられる。隣接斜面に施工されたのり面保護工自体は地下水の流れを完全に阻害するような工種ではないが、地下水流動への影響があった可能性は否定できない。崩壊地の裏斜面を含め、地下水の流れとその流向や集中性に対する三次元的な考慮が必要な事例であったといえる。他方、待受け擁壁が完全に転倒してしまった要因は、本災害が計画時に想定した斜面崩壊ではなく、流動土砂が土石流化し、設計対象と異なったためと考えられる。本地区はいわゆるゼロ次谷、昨今いわゆる典型的な「無流水溪流」であり、事業種別や対策工の再検討が適切な対処と考えられる。

上記のように近接工作物等により地下水の流れに不調和が発生して斜面内の排水能が低下する場合や、斜面内に埋没谷が存在するなどして地下水が集中する場合は、透水性の変化が大きい基岩盤が地下水の制限床となり、斜面内に局所的に飽和地下水帯を発生させる可能性がある。この場合、表層崩壊が設計想定より深い基岩面からのものとなるリスクがあり、被害の拡大要因となるため十分注意が必要となる。待受け擁壁施工後の斜面管理においては、定期点検の際に近接工作物の新設の有無を確認し、周辺斜面

表-7 崩壊要因と管理課題(その2)

観点	斜面の三次元形状・周辺近接工作物	
課題	無流水溪流や周辺近接工作物の影響で地下水の集中・滞留等が発生すると、設計想定より深い基岩面で崩壊が発生するリスクがある	
B地区	崩壊主要因	針葉樹の伐採による根系の土壌緊縛効果の低下
	その他の要因	隣接する沢の堰堤による地下水位高さが影響および集水面積の増大
D地区	崩壊主要因	既往最大クラスの豪雨
	その他の要因	隣接斜面の吹付工による地下水の滞留
E地区	崩壊主要因	既往最大クラスの豪雨
	その他の要因	隣接斜面ののり面保護工による地下水流動への影響 無流水溪流に地下水が集中

の三次元形状を考慮し、その影響について評価を行うことが必要と考えられる。

5. 結論

本研究では、令和3年および過去に発生した急傾斜地崩壊のうち、待受け擁壁に土砂が衝突した6地区において崩壊要因等について調査を行い、以下のように急傾斜地管理の課題を検討した。

- ① 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が、崩壊規模や擁壁基礎地盤強度の推定誤差などもあることから、崩壊を誘発させないように、急傾斜地崩壊危険区域内の禁止事項の周知と行為規制には継続的に留意する。
- ② 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ため、施設設計時に斜面の点群データを活用して三次元形状を考慮するなど十分な検討が必要となる。そのうえで、施設の維持管理段階においても施設周辺の近接工作物の新設には注意を払い、地下水の流れが変化する場合について検討し、対処する必要がある。

参考文献

- 1) 急傾斜地崩壊防止工事技術指針作成委員会：新・斜面崩壊防止工事の設計と実例－急傾斜地崩壊防止工事技術指針－本編, (一社)全国治水砂防協会, pp.40-41, 2019.
- 2) 小山内信智, 内田太郎, 曾我部匡敏, 寺田秀樹, 近藤浩一: 簡易貫入試験を用いた崩壊の恐れのある層厚推定に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料, 第261号, pp.19-23, 2005.
- 3) Ellen, S. D. and Fleming, R. W. : Mobilization of debris flows from soil slips, San Francisco Bay region, California Geological society of America reviews in engineering geology, VII, pp.31-40, 1987.
- 4) 国土交通省気象庁: 過去の気象データ・ダウンロード, <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
- 5) 木村誇, 若月強, 山田隆二, 井口隆: 平成30年7月豪雨により愛媛県南西部で発生した斜面崩壊の規模と分布の特徴, 防災科学技術研究所主要災害調査, 第53号, pp.67-82, 2020.
- 6) 黒岩知恵, 平松晋也: 森林伐採や植生を指標とした崩壊面積予測手法に関する研究, 砂防学会誌, Vol.57, No.2, pp.16-26, 2004.

(2022. 5. 30 受付)