

重要文化財周辺斜面における斜面災害復旧対策

Slope disaster recovery measures around important cultural properties

宇次原雅之¹・深川良一²・山田守³・堀江直樹¹・梶間義弘⁴・長谷部聖志⁵

Masayuki Ujihara , Ryoichi Fukagawa , Mamoru Yamada , Naoki Horie ,
Yoshihiro Kajima and Kiyoshi Hasebe

¹日特建設株式会社 技術本部 (〒103-0004 東京都中央区東日本橋3-10-6)

Manager, Nittoc construction Co.,LTD , Engineering Division

²立命館大学教授 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil Engineering

³SPTEC・YAMADA (〒363-0008 埼玉県桶川市坂田1344-1)

Seeding Planting Techniques SPTEC・YAMADA

⁴内外エンジニアリング株式会社 (〒601-8213 京都市南区久世中久世町1丁目141番地)

Naigai Engineering Co., Ltd.

⁵日特建設株式会社 大阪支店 (〒103-0004 大阪府中央区瓦町2-2-7)

Nittoc construction Co.,LTD , Osaka branch

Recently in Japan, slope disaster often occurs due to heavy rainfall. As a result, the damage of important cultural properties including temples, castles and others are increasing, because these are often located on the slope of mountains. Slopes surrounding important cultural properties constitute "historical landscape" which has been conveyed for long term with cultural assets buildings. Therefore, when slopes that collapsed in the vicinity of important cultural properties are recovered, it is very important to be take care of about not only "slope stability" but also "preservation of historical landscape". In this paper, the examples that recovered slopes in the Kiyomizu-dera Temple which had collapsed due to heavy rainfall are reported. Then ways of thinking of the choice of the slope disaster recovery measures around important cultural properties are discussed.

Keywords: *important cultural property, slope disaster recovery, historical landscape, fiber reinforcement soil*

1. はじめに

昨今、地震や台風、集中豪雨などに伴う斜面崩壊が多発しており、寺社や城郭、史跡などの重要文化財が災害に見舞われるケースが増えている。特に、寺社、城郭などの多くは山や傾斜地を利用して構築されていることから、崩壊の危険性のある斜面が、文化財建造物に近接して多く存在しているものと考えられる。これらの斜面に対しては、適切な斜面防災対策を行うことが望まれるとともに、不幸にして災害が発生した場合には適切な災害復旧対策を実施し、貴重な文化財を後世に伝え、かつ重要な観光資源として活用していくことが必要であるとする。

一般に斜面防災・復旧対策を行う際は、まず斜面の安定を確保するため、崩壊・すべりの規模や形態に応じて崩壊抑止工が選定される。しかし、崩壊抑止工実施に伴い、地形や植生などの斜面環境の改変・破壊や斜面上への人工物の設置などが生じるため、斜面がおかれた条件に応じて、改変の軽減、人工物の被覆・遮蔽、地形・植生の復元・再生といった景観・環境の保全対策が検討される^{例えば 1)}。重要文化財周辺の斜面に

において斜面防災・復旧対策を図る場合もその手順・考え方は同様であるが、環境・景観の保全対策に関しては、通常の斜面に対する斜面防災・復旧対策とは異なる配慮も必要となると考える。

重要文化財は、文化財建造物だけではなく、周囲の地形、植生、水文といった自然環境と、手入れされた庭園や眺望を考えた建造物の配置などの人工的に創造された景観とが一体化し、長い歴史の中で構築され守り伝えられてきた独自の景観・環境（以下、歴史的景観と記す）を形作っている。重要文化財周辺の斜面もその歴史的景観の構成要素となっている場合が多いことから、斜面防災・復旧対策を計画する際にも、歴史的景観を損なうことのないよう配慮することが必要である。

これまで、地形・植生の復元・再生を始めとして、景観・環境の保全に配慮した斜面防災・復旧対策が数多く開発され適用されてきたが、上記のような歴史的景観を含めた景観・環境を保全することに配慮した、重要文化財周辺での斜面防災・復旧対策に関する研究はあまり行われていない。このため、斜面の安定を確保しつつ、どのような歴史的景観を保全対象として、どのような方法で対策を選定し、その効果をどういった指標を用いて評価するとよいかなどについては、定まったものがない状況である。保全対象となる歴史的景観は個々の文化財により異なり、適用する対策もそれに応じた効果を持つ手法が求められるものとする。したがって、重要文化財周辺の斜面防災・復旧対策に関する方法や評価法を確立していくためには、様々な条件に対応した事例を積み重ねて、成果を整理していくことが必要不可欠になるものとする。

このような状況を踏まえ、本論では、まず、重要文化財周辺斜面において、斜面の安定と歴史的景観の保全に配慮して実施した斜面災害復旧事例について報告する。保全すべき歴史的景観を主に樹林が作り出す境内の斜面景観とし、斜面崩壊および崩壊抑止対策の実施により損なわれた景観の再生を試みた。その効果をもとに、今回適用した「崩壊抑止工、連続繊維補強土工、緑化工を組み合わせた複合工法」の重要文化財周辺斜面の崩壊復旧対策としての有効性について検証し、さらに重要文化財周辺の斜面防災対策全般へ適用するために解決が必要な課題について述べた。

2. 重要文化財周辺斜面での災害復旧対策事例

(1) 対象地および斜面崩壊災害の概要

京都東山にある清水寺は、年間 800 万人の参拝者が訪れる京都を代表する寺院の一つであり、世界遺産にも登録されている。境内には国宝である本堂のほか、重要文化財に指定された 14 の建造物が立ち並び、とりわけ、本堂にある「清水の舞台」の前には、四季折々の豊かな眺望が清水山を遠景として広がっており、古くから多くの人々の目を楽しませてきた。

この清水寺では過去に何回かの崩壊災害が発生している。本論では、2013 年（平成 25 年）9 月の台風 18 号に伴う豪雨により境内で発生した斜面崩壊²⁾に対する復旧対策について、崩壊規模の異なる 2 つの斜面に分けて詳述する（図 1 の斜面 1、斜面 3）。また、対策効果の評価は、施工後短期間では難しいため、1999 年（平成 11 年）に斜面 1 と同様の工法で復旧対策を実施した斜面（図 1 の斜面 a）に対して行った。

対象とした斜面は、いずれも多くの参拝客、観光客が往来する拝観コースに位置しており、斜面の安定確保が必要不可欠であった。また崩壊により損なわれた境内の景観・環境、とりわけ「清水の舞台」からの優れた眺望を再生することが大きな課題となった。

(2) 2013年に崩壊した斜面3の復旧対策

斜面3は、清水寺では最も古い建造物といわれている「子安塔」の下方斜面で、豪雨に伴い高さ約21m、

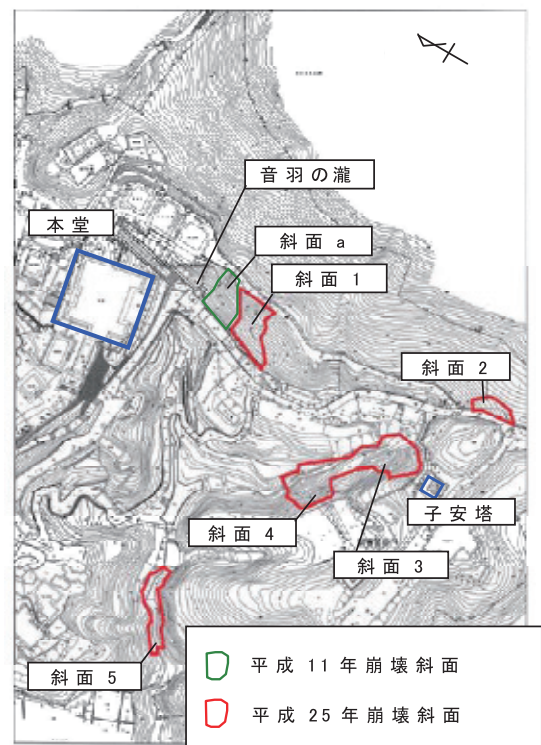


図1 崩壊災害が発生した斜面

幅約30mにわたって崩壊した。崩壊深度がやや深いこと、風化により土砂化した層が厚いことなどから、崩壊抑止工としてグラウンドアンカー工を、支承構造物としてガラス繊維製の受圧板を選定した。斜面の安定計算の結果からグラウンドアンカー工の必要アンカー力を求め、それにもとづいてアンカー打設間隔を最小1.5mとし、受圧板サイズを1400×1400×240mmとした(図2)。この結果、対策後の斜面は受圧板に覆われることとなり、舞台からの眺望に大きなダメージを残すおそれがあった(写真1)。受圧板のサイズが大きく枠間のスペースが小さいため、緑化のみで受圧板を覆うことは困難であった。

このため、本事例では、受圧板を被覆し、なおかつ厚い植生生育基盤を提供することが可能な連続繊維補強土工を併用した。連続繊維補強土工は、砂質土に連続繊維を三次元的に混合して築造する補強土工である。繊維が引張り補強材として機能することで、砂質土に疑似的な粘着力が働き、せん断抵抗力が発揮される。また、表面の耐侵食性の向上も期待できる。さらに、セメントを使用しないため植物の根系が補強土内で成長することができ、植生生育基盤としての機能も合わせ持っている。

使用した砂質土および連続繊維の規格と配合を表1、表2に、施工方法を図3、写真2に示す³⁾。砂質土は、湿式吹付機を用いて圧縮空気の力で斜面に圧送した。連続繊維は、専用の機械に設置された糸巻き(スレッドフィーダー)から高圧水の力で特殊なノズル(エジェクター)より吐出させた。砂質土と連続繊維は原位置で混合し、連続繊維補強土層をのり尻からのり肩に向かって順次積層しながら築造した。連続繊維補強土

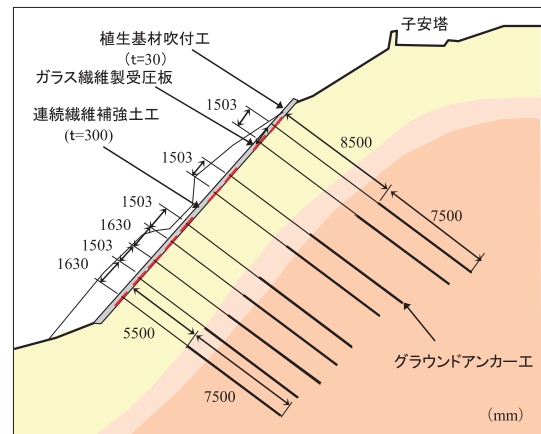


図2 斜面3の復旧対策(概要)



写真1 グラウンドアンカー工打設後の斜面3
1400×1400mmのサイズの受圧板に覆われる。
(斜面末端では連続繊維補強土工の施工が始まっている)



写真2 連続繊維補強土工施工状況

表1 連続繊維および砂質土の標準規格

繊維	材質	ポリエステル
	繊維の太さ	167±6T(デンテックス)
	引張強度	3.53 cN/T 以上
	伸び率	40%以下
砂質土	最大粒径	5mm 以下
	50%粒径	0.2~1.0mm
	均等係数	2 以上
	75μm 以下含有量	20%以下

表2 連続繊維補強土の標準配合
(1m³当たり)

名称	使用量
砂質土	1.0m ³
連続繊維	3.3kg
保水・保肥材	1 個/m ²

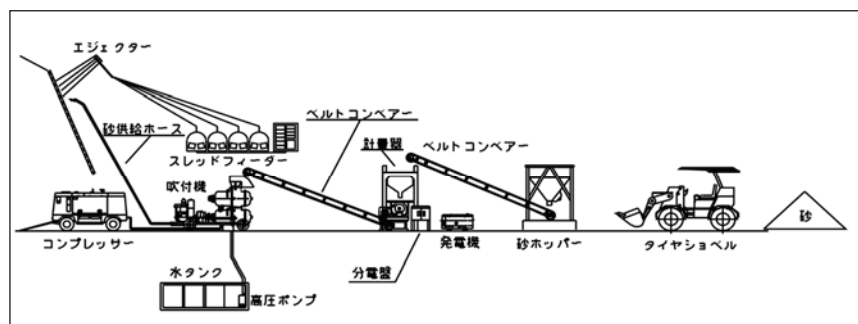


図3 連続繊維補強土工の施工システム(概要)

の表面には、厚さ 3cm の植生基材吹付工を実施した。

以上の結果、斜面 3 は、草本類に覆われた緑の斜面に再生された（写真 3）。

(3) 2013 年に崩壊した 斜面 1 の復旧対策

斜面 1 は、斜面勾配がおおよそ 1:1.0 で、地質は段丘堆積物よりなっている。崩壊規模は、高さ約 9m、幅約 6m で、崩壊深さ約 1.2m の表層崩壊である。崩壊斜面の表層および周辺には軟質な風化層が存在しており、今後も同様な崩壊災害の発生が懸念されることから、鉄筋挿入工により斜面安定を図った（図 4）。

通常、鉄筋挿入工では、補強材に鋼材が使用されるが、本事例では、長期耐久性を考慮してステンレス鋼を用いた。安定計算の結果にもとづき、補強鉄筋の打設間隔は 1.0m とし、補強鉄筋と連結するのり面工には、647×647×40mm サイズの繊維強化プラスチック製の受圧板を適用した。この結果、斜面表面に一边 65cm の正方形の人工物が 1.0m 間隔で張付くこととなり、文化財建造物周辺の景観を大きく損ねる可能性があった（写真 4）。特に当斜面は「音羽の瀧」に近接し、春には桜、秋には紅葉に彩られる斜面であることから、景観の再生には一層の配慮が求められた。

このため、斜面 3 同様、連続繊維補強土工により人工物の被覆を図るとともに、これを生育基盤としてサクラやモミジ・カエデ類を主体とする苗木を植栽した。

以上の結果、斜面 1 は、写真 5 に示すような緑の斜面となっている。植物の生育には時間がかかるため、景観・環境の復元・再生効果を評価するためには、引き続き観察を行っていく必要がある。そこで、1999 年に同様の工法で復旧が図られた斜面 a の現状を確認し、復旧対策の効果の評価を試みた。

(4) 1999 年に崩壊した斜面 a の復旧対策と現状

a) 復旧対策の仕様

2013 年に崩壊した斜面 1 と「音羽の瀧」に挟まれた位置にある斜面 a では、1999 年 6 月の集中豪雨に伴って崩壊が発生した。斜面 1 同様、斜面の安定と景観・環境の再生を目的として、鉄筋挿入工、連続繊維補強土工、緑化工を組み合わせた複合工法が適用されている。

斜面 1 同様、「音羽の瀧」に近接し、季節の桜や紅葉に彩られ、舞台からの優れた眺望を構成する斜面であることから、周囲の斜面との連続性がある樹林景観の再生を目指し、サクラやカエデ・モミジ類を主体とした樹種の苗木を植栽した。その際、図 5 に示すような樹冠投影予想図を作成し、将来創出される景観を考慮しながら植栽計画を行った。加えて、単調な一斉林となることのないように、自然配植手法⁴⁾の考え方を取り入れ、樹種や樹高がランダムかつ集中的な自然斜面に近付くよう配慮



写真 3 緑の斜面に再生された斜面 3 の状況

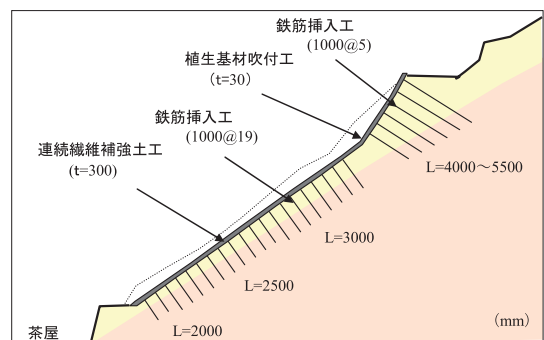


図 4 斜面 1 の復旧対策（概要）



写真 4 鉄筋挿入工実施後の斜面 1
647×647mm のサイズの受圧板が 1m 間隔で並ぶ。



写真 5 復旧対策完了後 1 年が経過した斜面 1

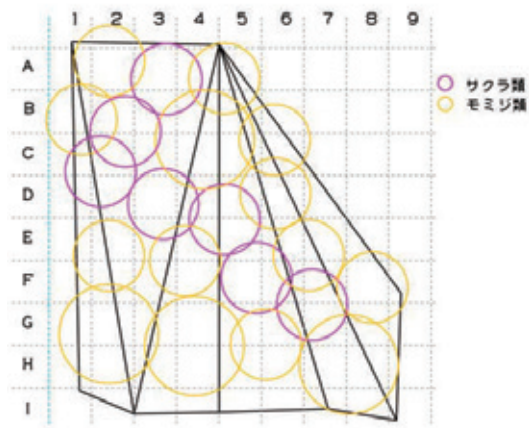


図5 40年後を想定した樹冠投影予想図

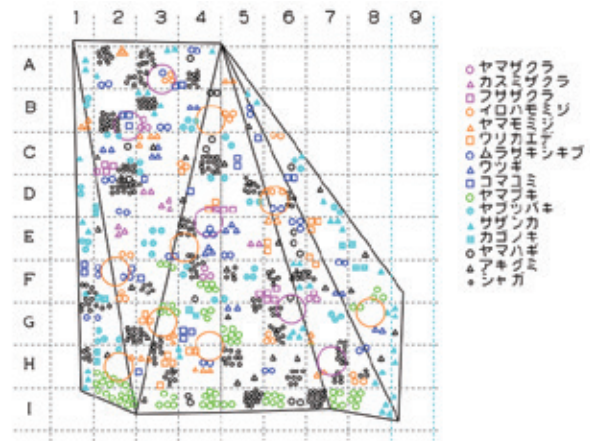


図6 植栽配置

した。

表3に植栽植物の樹種および数量を、図6に植栽配置を示す。緑化完成時期を考慮して、大苗（高さ2.5m程度）と小苗（樹高1.0m程度）を組み合わせて選定した。景観的な観点に加え植物生態系も考慮し、外来植物は一切使用せず京都市内で生産されている自生種苗を用いた。また、斜面表面には、植生基材を厚さ3cmで吹付造成して斜面の緑を確保するとともに、侵食防止を図るためシャガ（地被植物）を植栽した⁵⁾。

b) 斜面安定効果の確認

清水寺境内では、降雨と斜面変位のモニタリング結果をもとに、降雨と斜面崩壊発生メカニズムに関する研究が行われている。降雨に伴う高精度な崩壊警戒基準の設定はまだ研究途上にあるため、ここでは過去の降雨記録と崩壊時の降雨状況から、対策工実施斜面の安定性について述べる。

図7は、1972年以降の清水寺周辺での主な降雨イベントについて、連続雨量と1時間雨量の関係を示したものである²⁾。1つの降雨イベントは、降雨が観察された時点から無降雨状態が6時間続いた時点までと定義されている。図中には、斜面崩壊の発生の有無を合わせて示した。1999年6月に発生した斜面aの崩壊原因は、時間雨量58mmを超える大量の降雨であった。2010年8月にも時間雨量90mmを超える降雨を経験しているが、復旧対策後の斜面aでは異常は確認されていない。また、2013年9月には連続雨量が230mmを

表3 植栽樹種および本数

樹種	小苗木	大苗木	備考
ヤマザクラ	9	5	高木・景観木
カスミザクラ	10		高木・景観木
フサザクラ	12		高木・景観木
イロハモミジ	25	8	高木・景観木
ヤマモミジ	27		高木・景観木
ウリカエデ	18		高木・景観木
ムラサキシキブ	39		低木
ウツギ	19		低木
コマユミ	20		低木
ヤマブキ	76		低木
ヤブツバキ	46		常緑樹
サザンカ	46		常緑樹
カゴノキ	12		常緑樹
ヤマハギ	17		先駆種
アキグミ	24		先駆種
木本植物合計	400	13	
シャガ	300		地被植物
合計	700	13	

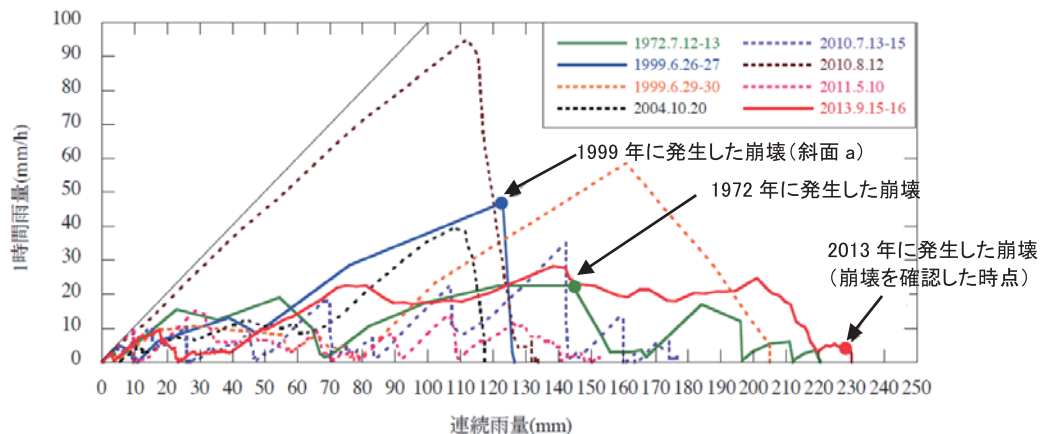


図7 清水寺で記録されている連続雨量—1時間雨量の関係
青線は1999年の崩壊時の降雨状況、赤線は2013年の崩壊時の降雨状況。



写真6 復旧対策後15年が経過した斜面aの状況
左は舞台上から、右は舞台を背景に撮影した写真。

超えたところで、境内の斜面で崩壊が確認されており、斜面 a に隣接する斜面 1 でも表層崩壊が発生した。しかし、斜面 a では異常は確認されていない。

以上のように、復旧対策を行った斜面 a では、清水寺境内で崩壊が発生するほどの降雨を記録した場合でも異常が確認されないことから、斜面の安定は十分確保されていると考える。

c) 景観の復元効果の確認

斜面 a において植栽した苗木の活着率は、施工後 1 年経過した段階で 50% 程度であった。施工後 7 年経過した段階では、ヤマザクラ、イロハモミジなどが樹高 5m を超え、その下層にヤマブキやムラサキシキブ、地表層にシャガが生育し、階層構造が形成されつつあることが確認されている。

写真 6 に、施工後 15 年が経過した 2014 年の紅葉の時期に、舞台から眺めた斜面 a の状況を示す（紅葉時の景観の再生は当初の目標の一つである）。左側写真中央の土砂露出部は、2013 年に生じた崩壊部に対して復旧対策を実施中の斜面 1 である。その奥には、紅葉に染まった既存林が存在する。斜面 a に植栽した樹木は、既存林の樹木に比べるとまだ全般的に樹高が低いですが、導入したカエデやイロハモミジが紅葉し、既存林と連続性のある紅葉景観が形成されつつあると考える。また、それら斜面を彩る樹木は、均一に並ぶのではなくランダムに配置され、さらにそれらの樹木の周囲には、ヤマブキなどの低木が生育し、また地表面はシャガによっておおわれており、当初意図した自然な樹林の特徴である階層構造も形成されていることが確認された。今後、2013 年に対策を行った斜面 1 も含め、既存林と景観的に連続・調和した樹林が形成され、優れた眺望を形作っていくものとする。引き続き植生生育状況の確認を行っていく予定である。

3. 本事例で実施された復旧対策の考え方と斜面防災への適用

(1) 斜面災害復旧対策としての適用性

重要文化財周辺で発生した斜面崩壊の復旧対策を、斜面の安定確保と歴史的景観の保全を両立させながら実施した事例を示した。崩壊により歴史的景観が大きく損なわれた斜面に対し、崩壊規模に応じた崩壊抑止工を適用して斜面の安定を確保したうえで、歴史的景観になじまない人工物を連続繊維補強土工で被覆した。連続繊維補強土は、補強土としての特性を有しているため、斜面上でも安定が確保できることに加え、植生生育基盤としての機能も有するため、厚い植生生育基盤を生かして植栽工を主体とする緑化工により歴史的景観の再生を図った。

保全対象とした歴史的景観は、文化財建造物周辺の樹林を主体とした斜面の景観、とりわけ「清水の舞台」からの眺望である。人工的につくられた景観ではあるが、春の観桜、秋の紅葉狩りは数百年以上にわたり培われてきた人々のくらしの一部でもあり、できる限り今ある形のままで後世に守り伝えていくべき歴史的景観であるといえる。一方、清水寺境内の景観・眺望は、境内を取り囲む東山の山並みの眺望を取り込んで構築されている⁶⁾。このため、近景だけでなく遠景にも留意⁷⁾し、再生する斜面の景観を背後の山容を形作る自然的景観に溶け込ませる配慮も必要である。

このような目標に対し、サクラやモミジ・カエデ類など景観の主役となる樹木を周囲との連続性を考えながら斜面に植栽した。また、自然な景観となるように、自然配植手法の考えにもとづき、樹種や樹高をランダムかつ集中的に配植した。

この結果、斜面上には、紅葉や桜など斜面を彩る樹木を含み、自然林の特徴である多様性や階層性を有する樹林が形成され、近景・遠景双方について周囲の景観と連続性を有し、重要文化財周辺の景観として違和感のない斜面景観が再生されつつある

と評価される。また、豪雨時の斜面の安定も確保されていることが確認された。したがって、復旧対策として適用した崩壊抑止工+連続繊維補強土工+緑化工を組み合わせた複合工法は、歴史的景観の保全への配慮が求められる重要文化財周辺の斜面の災害復旧対策として、効果を発揮しているものと判断できる。

ただし、適用効果の評価については、斜面の安定確保、歴史的景観の保全ともに、今回は既存の資料や現地確認による評価にとどまっている。安定性に関しては斜面や対策工の部材に対する計測結果などにもとづく評価、歴史的景観の保全については、緑化工で用いられている評価方法¹⁾や、アンケート調査による評価などが有効であると考えられる。評価指標と方法の確立が今後の課題である。

(2) 重要文化財周辺の斜面における復旧対策方法の選定

事例では、主として樹林が作り出す境内の斜面の景観に主眼をおいて、歴史的景観の保全に配慮した景観・環境の再生を行ったが、保全対象とすべき歴史的景観は、これ以外にもさまざまな要素が考えられる。

一般に斜面の景観を考える場合には、植生だけではなく地形も考慮する必要がある。斜面勾配の変化や凹凸、谷・尾根筋などの微地形の復元や創出が求められる場合もある。連続繊維補強土工は、場所により構築する厚さや勾配を変えることにより地形の起伏を表現することが可能⁸⁾であることから、斜面の地形が、歴史的景観の重要な要素となっている場合には、その復元・再生に効力を発揮すると考える。

また、事例では観賞のための樹木を含む植栽により景観の再生を図ったが、原位置の植生のみで構成される斜面が、歴史的景観の重要な要素となっている場合も考えられる。その場合には、現地表土に含まれる埋土種子の利用（表土利用工）、無播種による周辺植物の侵入誘導（自然侵入促進工）など、生物多様性に配慮した手法を再生手法として適用することができる。

事例の結果を含めたこれらの既存の斜面对策技術を、重要文化財周辺斜面の災害復旧対策として求められる機能に応じて、図8に整理した。斜面の安定を目的とした崩壊抑止工と、歴史的景観の復元・再生を目的としたのり面保護工とを組み合わせた複合工法とした。復元・再生したい歴史的景観には様々なものがあり、斜面の条件も多様であるが、これらの工法を機能的に組み合わせることで最適工法の選定が可能になるものとする。

(3) 斜面防災対策への拡大

崩壊が発生する可能性のある斜面については、あらかじめ防災対策を実施することが望ましい。その対策も、崩壊抑止工と歴史的景観の保全のための手法を組み合わせる必要がある、図8のような対策が適用できる。ただし、復旧対策とは別の考え方も必要となることから、その項目と課題について述べる。

斜面崩壊を防止するための対策を進める場合には、災害に至る前の軽微な変状が確認される段階で対策を実施することにより、対策コストの軽減が図れるほか、歴史的景観へのダメージも低減させられる可能性が大きい。例えば、比較的軽微な対策である排水工により斜面の安定を図ることが可能であれば、地形の改変

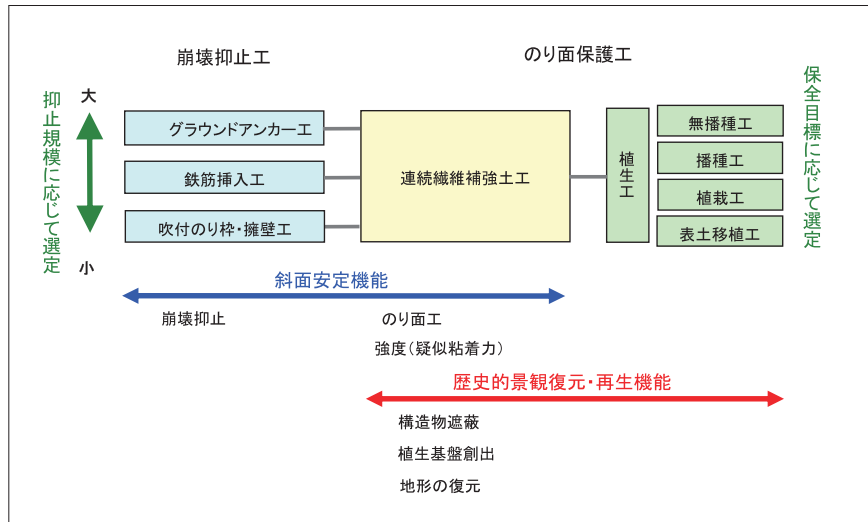


図8 重要文化財周辺斜面の災害復旧対策として有効な複合工法

や大きな人工物の設置をすることなく崩壊の危険性を軽減することができる。もちろんその場合でも、歴史的景観を損ねることのない設備の設置が望まれるほか、排水することにより周辺の歴史的景観（例えば湿地、水面、わき水など）に影響を与えないようにする配慮は必要不可欠となる。

また、全ての危険斜面に等しく対策を行うことはできないので、対策実施の優先度を定めることが必要となる。その手法として、斜面の安定度の評価や、リスク評価などの適用が考えられる。石田ら⁹⁾は、京都地主神社をモデルケースとして、文化財建造物における自然災害リスクアセスメントを試みている。土砂災害に対するハード対策について、場所によって景観への配慮に差を設けて検討する考えなども示している。

以上のような点に着目して図 8 で示した複合的な斜面对策工法メニューの改良を図ることにより、重要文化財およびそこを訪れる人々を効率よく斜面災害から守る斜面防災システムの確立が望まれる。

4. まとめ

本論では、重要文化財周辺斜面での効果的な斜面防災手法の確立を目的として、重要文化財周辺において実施した崩壊斜面の復旧対策事例を示し、それをもとに斜面防災・復旧対策の考え方を整理した。

事例では、斜面の安定確保を目的として、想定される崩壊規模に応じた崩壊抑止工を選定し、歴史的景観を再生する目的で連続繊維補強土工、緑化工を併用して、災害復旧を実施した。保全対象となる歴史的景観は、主として文化財建造物からの眺望であり、自然配植手法を用いた植栽工により再生を図った。15 年経過した段階での調査により、斜面の安定が確保されていること、および斜面表面に人工物が現れることなく、周囲の景観・環境と調和した歴史的景観の再生が進んでいることが確認できた。

上記結果をもとに、斜面安定と歴史的景観の保全の両立が可能な斜面災害復旧対策のメニューを整理し、求められる機能に応じて選定できる複合工法の考え方を示した。

本論では復旧対策を主として議論を進めたが、これらの考え方は重要文化財周辺において斜面防災を検討する場合にも適用可能である。今後は、リスク評価や、ソフト対策、予防保全的手法なども加味しながら、重要文化財保護のための斜面防災手法について検討を進める必要がある。

冒頭で述べたように、重要文化財が斜面災害に巻き込まれるリスクは、今後も高まっていく可能性がある。そのリスクをできる限り低減させ、重要文化財を後世に伝えていくことに貢献したい。

謝辞：本事例の施工および紹介にあたり、清水寺関係者の皆様には多大なご配慮を頂いた。記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 公益社団法人 日本道路協会：道路土工一切土工・斜面安定工指針（平成 21 年度版），p.521，2009.
- 2) 檀上徹・藤本将光・木村亘・平岡伸隆・深川良一：2013 年台風 18 号の豪雨に伴う清水寺境内の被害と重要文化財後背斜面の地盤内水分変動に関する考察，歴史都市防災論文集 Vol.8，pp.115-122，2014.
- 3) 一般社団法人 土木研究センター：法面保護用連続繊維補強土工「ジオファイバー工法」設計施工マニュアル，p.72，平成 21 年 4 月，2009.
- 4) 高田研一：大規模一様から小規模多様な法面緑化へ，環境技術研究会，環境技術，Vol.29，No.11，pp.866-871，2000.
- 5) 山田守：景勝地の斜面緑化対策事例，斜面防災・環境対策技術総覧，株式会社産業技術サービスセンター発行，pp.763-768，2004.
- 6) 山口敬太・土屋俊・久保田善明・川崎雅史：京都東山の地形景域の構造と名勝地の風観－開度の概念に基づく地形的圍繞の評価－，土木学会論文集 D1，69(1)，pp.64-75，2013.
- 7) 福島信夫・板谷直子・増田兼房・大窪健之・山崎正史：京都東山山麓部における風致保全と斜面地防災に関する研究－人工のり面工事許可基準に着目して－，歴史都市防災論文集 Vol.5，pp.279-286，2011.
- 8) 田中淳・山田守・高田研一・小泉康史：中部山岳国立公園内における自然回復緑化の報告，日本緑化工学会誌，33(1)，pp.211-214，2007.
- 9) 石田優子・深川良一・酒匂一成・里見知昭：文化財建造物における自然災害リスクアセスメントの提案～地主神社における適用例～，歴史都市防災論文集 Vol.4，pp.53-60，2010.