

文化財周辺での斜面災害復旧対策事例 -連続繊維補強土工を用いた対策を例に-

日特建設株式会社 ○宇次原 雅之 立命館大学 深川 良一

1. 文化財と土砂災害

寺社、城郭といった歴史的な文化財には、斜面地形を生かして構築されているものが多い。これらは文化財と周辺の地形・環境・眺望などが一体となり、歴史的景観とも呼ぶべき景観を形作っている。また古墳や土塁など、斜面そのものが文化財となっている場合もある。一方で、豪雨、地震災害が多発するわが国では、斜面災害により文化財や周辺景観が損なわれるケースも多い。斜面地形を含む歴史的な文化財およびそれを構成する風景を斜面災害から守り、かつ被災した場合には元の姿に復元することは、文化財を守り伝え活用していくうえで大きな課題であると考えられる。

本報告では、主に土木工事による歴史的な文化財周辺での斜面災害復旧対策を取り上げ、技術的な課題とそれを解消するための取り組みを紹介する。

2. 土砂災害防止・復旧対策工事にあたっての留意点

対策にあたっては、斜面の安定と景観・環境の復元の両立に留意する必要がある。斜面安定を確保するためには、崩壊抑止工や法面保護工の適用が不可欠であるが、大規模な地形改変を伴う場合や表面にコンクリート構造物などの設置が必要となる場合があり、建造物周辺の景観や環境を損ねる可能性がある。斜面崩壊や地形改変により損なわれた当初の地形や生態系、およびそれらにより構成されていた周辺景観・環境を、斜面の安定を図りつつ復元させることが必要である。

また、古墳や土塁など斜面自体が文化財を構成している場合には、将来的な侵食、風化などから構造物自体を守る対策が必要である。さらに、対策工事での文化財の保全に加え、工事中も観光資源、宗教施設としての機能を保持しておくための配慮も必要である。

3. 復旧・恒久対策事例

3.1 適用する技術^{1), 2)}

前出の留意点に配慮した対策の例として、複合補強土工による対策を紹介する。本工法は、鉄筋挿入工などの斜面安定工、表層の安定を図る連続繊維補強土工、表面を植生で覆う緑化工から構成される(図-1)。

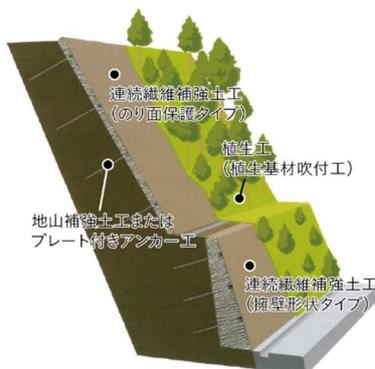


図-1 複合補強土工の概要



図-2 連続繊維補強土工施工状況

斜面安定工には、鉄筋挿入工、グラウンドアンカー工などが用いられる。連続繊維補強土工は、砂と有機繊維により構成される補強土工である。施工時に繊維を定向配列させながら砂と混合することにより、疑似粘着力を得ることができ、セメントを用いなくても補強土として必要な強度が確保できる(図-2)。また、緑化工は、周辺の環境に調和させるために、樹木を復元させる方法や原位置の植生を導入する方法など、種々の手法を組み合わせることが可能である。

3.2 対策事例

図-3は、世界遺産・清水寺で発生した斜面崩壊の復旧を、複合補強土工を用いて行った事例である^{1), 3)}。崩壊斜面の安定確保の方法としてグラウンドアンカー工、鉄筋挿入工が採用されたが、地盤に崩壊抑止荷重を伝達する受圧構造物を設置する必要があるため、文化財周辺の斜面が人工物に覆われ美しい景観が損なわれる懸念が生じた。このため、連続繊維補強土工を組み合わせ、表面の安定を確保しつつ人工物を被覆し、その表面に緑化、植生工を行うことにより景観の復元が行われた。周辺斜面は、桜やモミジなど特徴的な樹木により彩られる景観を有していたため、樹木の見え方を考慮しながら苗木を配置し、景観の復元が進められている。

図-4は、「明治日本の産業革命遺産 製鉄・製鋼、造船、石炭産業」構成遺産のひとつとして世界遺産に登録された寺山炭窯跡での復旧対策事例である²⁾。豪雨に伴う遺跡の上方斜面の崩壊に伴う土砂の流入で炭窯の優美な姿が損なわれた。復旧対策にあたっては、斜面を

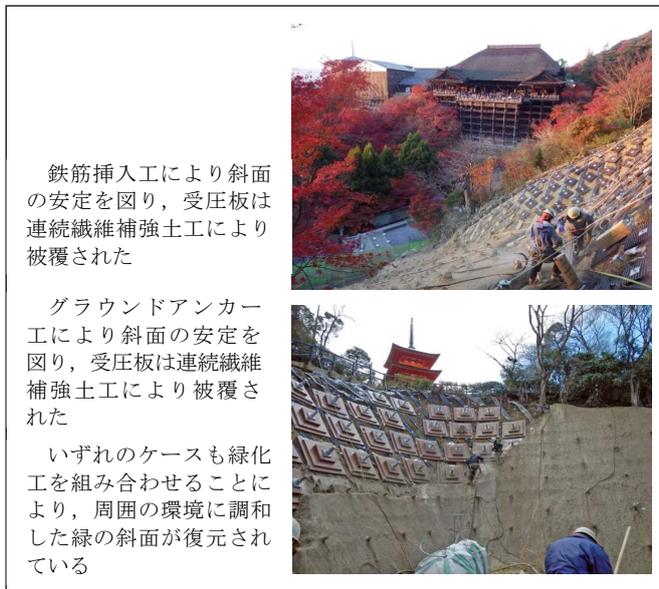


図-3 複合補強土工による「清水寺」での復旧事例¹⁾

上部／下部にわけて対策が検討・選定され、上部斜面では、安定を図るため切土を行い、地下水排除対策と連続繊維補強土工による法面保護が実施された。周辺と調和のとれた環境復元を期待し、緑化工として自然侵入促進型植生マット工を組み合わせている。良質な木炭となる原料を供給した豊かな森の復元を目指し、「寺山の森再生プロジェクト」として地域と一体となった取り組みが進められている。

連続繊維補強土工は斜面上の崩壊部を修復するだけでなく、斜面表面に凹凸を導入することも可能である。背面にジオテキスタイルを設置してこれを被覆することにより、大規模な地形を復元した事例もある。対象文化財が土構造物の場合、連続繊維補強土工と緑化工により、降雨による侵食や風化による劣化を防止する機能が期待できる。文化財が観光資源や宗教施設である場合には、防災工事中も参拝者、観光客が訪れることを考える必要がある。前出の清水寺の事例では、工事で発生する防音、防塵対策や、工事中も景観などに配慮した対策などを行っている¹⁾。

4. 今後取り組みが望まれる課題

本報告では、斜面の安定、景観・環境の復元の両方が可能な複合補強土工法を適用して、文化財周辺斜面において防災・復旧を行った事例を紹介した。これ以外にもいろいろ工夫した工法や材料があるが、文化財周辺の景観を守りながら斜面安定を図るという制約条件のなかで、さらに効果的な工法や材料の確保が望まれる。



図-4 複合補強土工法による「寺山炭窯跡」での復旧事例²⁾

また、不幸にして災害に遭遇した場合にその復元を有効に行うためには、文化財の形状、景観、生態系などのデータを保存しておくことが有効である。鮮明な画像や電子データによる保存が可能となってきたので、これを有効に活用した復旧対策が期待される。

本報告では主に連続繊維補強土工による景観の復元効果を紹介したが、景観復元効果については客観的な指標に基づく評価も必要である。評価手法も含め検討が望まれる^(例えば4)。

これらの課題を解決しつつ、守り伝えられてきた文化財をさらに後世に伝えるため、引き続き斜面防災技術の研究開発・適用に取り組んでいきたいと考える。

参考文献

- 1) 立命館大学 歴史都市防災研究所：文化遺産防災のための斜面評価・対策事例集—斜面の安定と歴史的景観の保全—, 第1号, 2016.
- 2) 同 第2号, 2023.
- 3) 宇次原雅之他：重要文化財周辺斜面における斜面災害復旧対策, 歴史都市防災論文集, Vol. 10, pp. 39-46, 2016.
- 4) 昌本拓也他：文化財周辺の斜面災害復旧における植生回復過程に対する可視光画像解析による観光・評価システムの開発に向けた一考察, 歴史都市防災論文集 Vol. 17, pp. 77-84, 2023.