

# ジオファイバー工法による文化財の法面保護対策



所属名：(社)日本土木工業協会  
日特建設株式会社  
発表者： 田中 淳

## はじめに

国土面積の約 2/3 を森林が占める我が国では、開発や災害など様々な場面に法面が出現する。この法面には、防災的安定を第一に図ることはもとより、環境・景観の保全に配慮した設計とすることが望まれる。

従来から、切土法面に多く見られる斜面安定工には面的な保護を目的としたコンクリート吹付工や法枠工と、地山深くから補強する鉄筋挿入工やグラウンドアンカー工などがある。しかし、コンクリートを併用した構造物などでは植物の導入や永続的な定着が困難となる場合があり、環境保全や景観面で問題視される例が増えてきた。中でも文化財の法面は、その歴史的価値、地域性、景観など、多くの検討が必要であり、質の高い環境修復機能を要求される場合が多い。そこで、これらの問題点の解決策として法面の安定を図ると共に植生の導入や生育に有利な「連続繊維複合補強土工法（ジオファイバー工法）」を用いた事例を紹介する。

## 1. ジオファイバー工法の概要

図-1 に「ジオファイバー工法」の概略断面を示す。ジオファイバー工法は、鉄筋等の補強材を地山に挿入する「地山補強土工」と、砂質土と連続繊維を混合した「連続繊維補強土工」さらに、植物群落を造成する「緑化工」を組み合わせた複合工法である。この工法の適用範囲は、従来のモルタル吹付工や法枠工、ブロック積み擁壁工に代わるもので、この工法には、法面の勾配と施工形状等によって、法面保護タイプと、擁壁形状タイプがある。

### 1.1 連続繊維補強土工の特徴

連続繊維補強土の標準配合を表-2 に示す。砂質土に連続繊維を三次元的に混合した連続繊維補強土は、繊維が砂質土を拘束することで、繊維が引張り補強材として機能し、疑似的な粘着力が働き、無補強の砂質土に比べ、せん断抵抗力が増すとともに、耐侵食性が向上する特徴を有している。つまり、連続繊維補

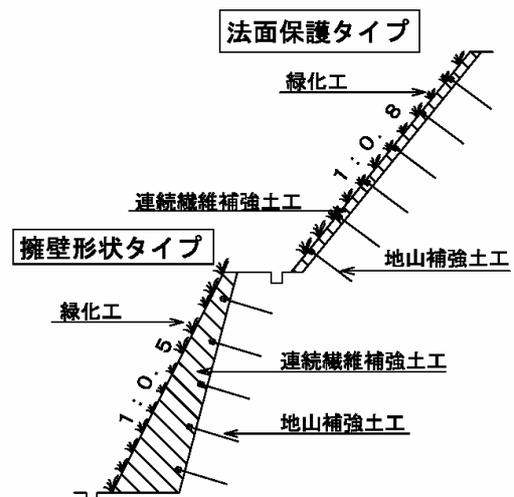


図-1 ジオファイバー工法の概略断面図

強土は斜面にくずれない安定的な土壌を築造できるという特徴を持っている。

表-2 連続繊維補強土の標準配合

名称	仕様	使用量	備考
砂質土	洗い砂	1m <sup>3</sup>	
連続繊維	ポリエステル	3.3kg	最低3.3kg以上
保水・保肥材	有機質ブロック体	1個 / m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> 当たりとする
添加材	セメント系,樹脂系		必要に応じて

### 1.2 連続繊維補強土の築造方法

図-2 に連続繊維補強土の築造システムの概略

を示す。砂質土の搬送システムは、湿式吹付機を用いて、圧縮空気の力で法面に圧送する。また、連続繊維の供給システムは、専用の機械に設置された糸巻きから、高圧水の力で特殊なノズルより吐出

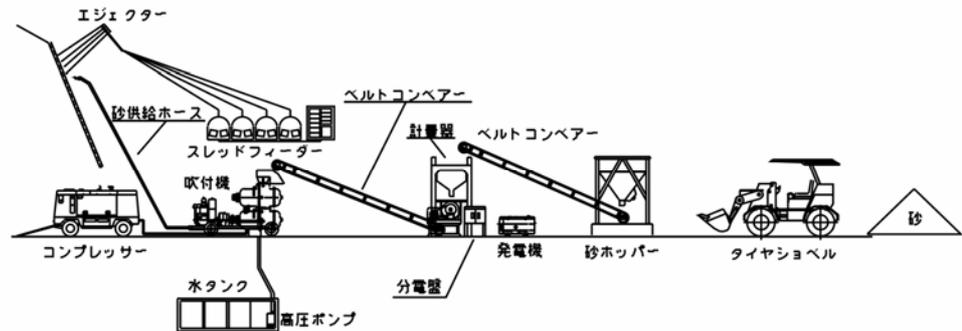


図-2 連続繊維補強土 施工プラント模式図

させる。砂質土と連続繊維は、各システムから搬送供給し、現位置で混合され連続繊維補強土壁を法尻部から法肩部に向かって順次積層する。

### 1.3 植生の導入方法

連続繊維補強土内には、植物の健全な生育を促すため、肥料および保水効果を兼ね備えた有機質ブロック体を補強土の築造時に埋設する。連続繊維補強土の全面には、緑化目標に応じた植生工を施す。標準的には、植生基材吹付工(t=3cm)を実施するが多い。また、植栽工を併用する際には、連続繊維補強土は根系の生育伸長域となるため、植栽配置を自由に設定することが出来る。このような特性を生かし人工的な景観にならないように自由でかつ景観に配慮した植栽を施すことが可能である。

連続繊維補強土表面での植生工の特徴をまとめると以下のようなになる。

連続繊維補強土は安定した緑化基礎工となる。

根系の伸長域が厚く広く確保される。

植栽木の配置を自由に選定できる。

コンクリートなどの構造物が見えず全面が植生景観となる。

## 2. 施工事例

### 2.1 国宝清水寺災害復旧法面工事

#### 2.1.1 工事概要

施工対象地は京都市東山区にある清水寺境内の法面である。平成 11 年 6 月 27 日朝に時間降水量 47mm という集中豪雨により崩壊した。この斜面は「清水」の語源ともなった斜面中腹からわき出す湧水から流れ落ちる音羽の滝のすぐ北側の斜面であり、多数の観光客がその直下を訪れることとなる。

表-3 工事概要

施工時期	2000.1～2000.3(平成12年)
施工場所	京都市 東山区 清水寺境内
発注者	清水寺
施工条件	勾配:1:1.0 地質:段丘堆積物 方位:西向き
対策工法	表土層 切土工 ロックボルト工 l=3.0m、4.0m ステンレス棒鋼使用 連続繊維補強土工 (t=30cm) 法面タイプ 厚層基材吹付工 (t=3cm) 播種なし 樹林パッチ工 バンプ・エコプランター 13基 植栽工:700本 (1.5本/m <sup>2</sup> )

また、国宝「清水の舞台」より展望できる場所にあることから、防災的な観点だけではなく、景観的な要素も多分に兼ね備えた計画が必要であると考えられた。対策工概要を表-3に示す。

### 2.1.2 植生工

植栽する植物の選定に当たって、周辺自然林に自生している植物種の確認、植物が周辺環境に与える影響、そして、観光資源としての清水寺境内の景観保全を考慮に入れ植栽種を表-4のように選定した。また、植栽配置については、各植物の生育特性、見る視点の違いから立体感、全体のバランスを考慮に入れ配置計画を立案した。その配置は基本的にランダムにかつ集中的に配置することにより斜面全体にメリハリをつけより自然的な景観の創造を心がけた。

### 2.1.3 まとめ

施工7年が経過した法面は樹高6.0mのヤマザクラや5.0mのイロハモミジなど、清水寺の景観と調和した植物の生育が確認されている。また、その景観も通常の外来草本を使用した急速緑化と比較して、多様性の高さが認められる。

表-4 植栽樹種および本数一覧表

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	



写真-1 施行後2ヶ月経過した法面



写真-2 施工後7年経過した法面

## 2.2 松江市田和山遺跡環濠保護工事

### 2.2.1 工事概要

田和山遺跡は弥生時代に前期末から中期後半にかけて（紀元前 2～1 世紀）の遺跡で、3 重の環濠（環状の堀）が特徴的な国の史跡である。発掘後の形状を保護し、史跡公園として整備するために斜面形状に合わせた自立性の高い盛土構造物が必要であった。連続繊維補強土は、植生が生育可能な 1:0.5 よりも緩い勾配ならば 20cm 程度で築造することが可能である。表-5 に工事概要を示す。

表-5 工事概要

施工時期	2002.12～2006.3
施工場所	島根県松江市
発注者	松江市
施工条件	遺跡への鉄筋打設などは不可能
対策工法	ジオファイバー工法 ポリプロピレン製不織布敷き工 裏面排水工 連続繊維補強土造成工 張り芝工

### 2.2.2 まとめ

始めに施工した最上部は施工 4 年を経過し、(写真-4)下部も施工後 1 年以上経過している。現在は張り芝も活着し、きれいな芝生広場を維持している。連続繊維補強土は、急勾配の箇所でも崩壊などの被害は発生していない。自由な形状を造成できる連続繊維補強土の特徴を生かした事例といえる。



写真-3 施工前



写真-4 施工後 4 年を経過した状況

### 3. まとめ

砂質土と連続したポリエステル繊維を混合した連続繊維補強土を中心とする「ジオファイバー工法」の施工事例の中から歴史的・景観的に配慮が必要な文化財関連法面の事例を紹介した。勾配のきつい斜面に、自立してかつ自由な形状で植物の生育期盤を造成できる方法は少なく、このようなニーズには連続繊維補強土を中心としたジオファイバー工法の適用は有効である。斜面安定工は、特に防災的安全を第一としなければならないが、環境や景観に配慮した緑化工の適用は今後ますます重要な課題として考慮されなければならない。今後も「美しい景観と防災的安全との質的融合」技術の確立に努めていきたい。

### 参考文献

- 1) 財団法人土木研究センター：土木系材料技術・技術審査証明：1992.5
- 2) (独)奈良文化財研究所 埋蔵文化財センター：埋蔵文化財ニュース 119 遺跡の斜面保護 - 遺跡の保存工学的研究 - : 2005.3  
( <http://mokuren.nabunken.jp/NCPIS/ShamenHogo/CaoNews119-00.html> )