

自然環境を保全した地山補強土工法に関する一考察

日鐵住金建材（株）

○池田武穂、岩佐直人

Nghiem Minh Quang

(財) 林業土木施設研究所 野田 龍

戸沼建設（株）

梅木克美

1. はじめに

我が国は国土の約70%が森林で占められ、人口の大部分が少ない平野部で生活をしている。古から、人々は森林と共生した生活を行っており、「里山」という言葉は、人の生活圏と密接な関係にある森林領域（薪を集めて炭を焼いたりした範囲）を示していると考えられる。一方我が国は、地形・地勢・気候的特長から土砂災害が発生しやすく、ひとたび土砂災害が発生すると、人的・経済的に多大な損失が生じている。このようなことから様々な土砂災害対策が施されているが、防災効果はあるものの、人と森林との繋がりを断ちやすい対策が主体であったため、森林が荒廃し、生態系の破壊等様々な問題が発生していると考えられる。

ところで近年の景観・環境のニーズの高まりを背景として、自然環境を保全した対策工が採用されはじめしており、その一つに地山補強土工法がある。本報では、この地山補強土を自然斜面に適用してきた事例を紹介し、景観・環境の面から考察する。

2. 自然環境を保全した地山補強土工法の概要

地山補強土工法は、地盤内に鉄筋等の土塊より引張り強度の大きい材料（以下、補強材という）を配置し、地盤と補強材との相互作用によって生じる引張り補強力・せん断補強力・曲げ補強力によって斜面安定化を図る技術で、切土のり面や山留めの崩壊対策として使用され、近年は自然斜面にも適用されている。しかしこまでは切土のり面の地盤条件を対象とした地山補強土技術が主体であり、自然斜面の多孔質で軟弱という地盤条件を考慮した技術の研究等はほとんど対応されていなかった。そのため筆者等は自然斜面の地盤特性を考慮した地山補強土工法（図2-1参照、以下ノンフレーム工法という）の研究開発¹⁾を行い、現在自然斜面地山補強土工法の代表的な工法として、多くの場所で採用されている。

ノンフレーム工法は、図2-2に示すように樹木根系を人工モデル化した技術であり、補強材が直根、支圧板が根株、頭部連結材が側根の役割を果たしている。図2-3は工法の構造概要を示しており、補強材による地山補強効果、支圧板効果、頭部連結効果の複合的な効果によって斜面の安定化を図るもので、崩壊深さ3mより浅い崩壊に適用している。またこの工法は、豪雨や地震時にも安定した効果を有していることが、現地調査や研究²⁾によって明らかになっている。

3. 適用例

写真3-1は、いずれも松山城の写真であるが、(a)は斜面対策として従来の方法が施された状態をCGで表現しており、(b)はノンフレーム工法が施工された状態を示す。従来の方法で施工された場合は、非常に異質

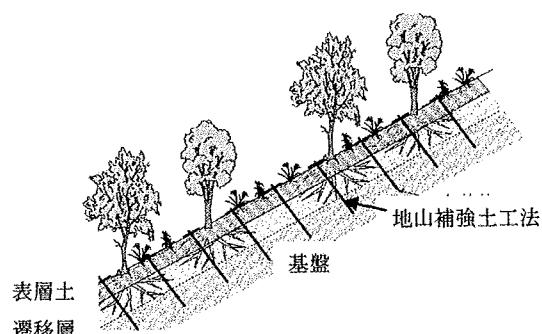


図2-1 自然斜面に適用した地山補強土工法

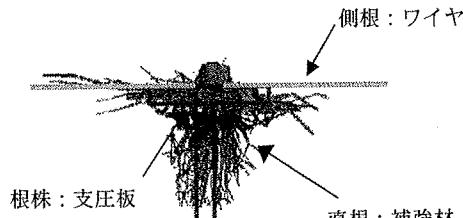


図2-2 樹木根系の人工構造物化イメージ

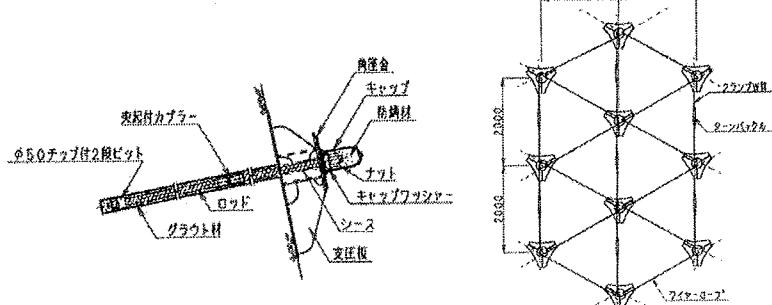
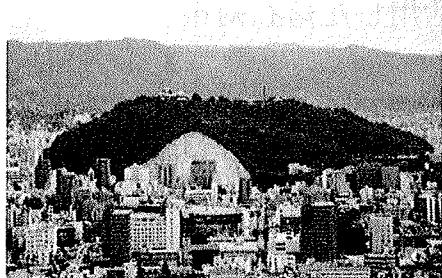
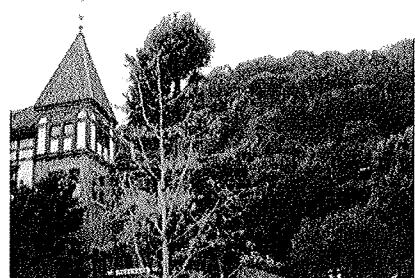
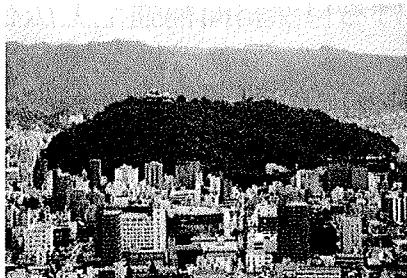


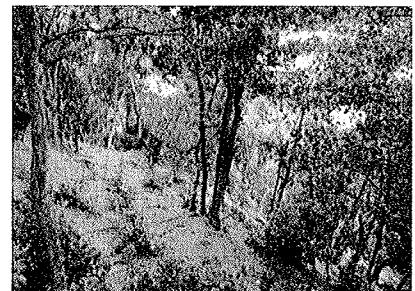
図2-3 ノンフレーム工法の構造概要



(a) 従来工法による対策イメージ(CG) (b) ノンフレーム工法による対策
写真 3-1 松山城における斜面対策



(a) 斜面全景



(b) 斜面内の状況

写真 3-2 異人館背後の斜面対策

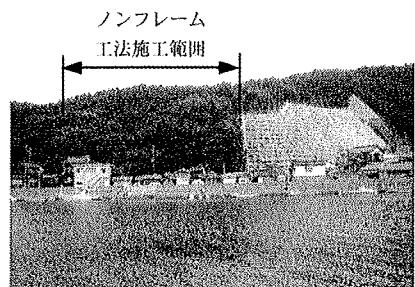
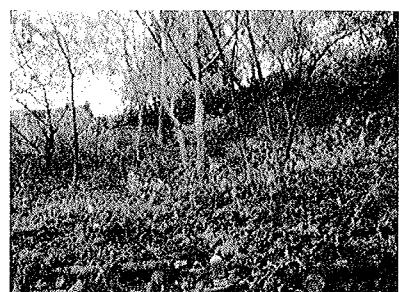


写真 3-3 従来工法とノンフレーム



(a) 斜面全景



(b) 斜面内の状況

写真 3-4 民家背後斜面の対策

な風景が生じ景観の悪化が予想できる。しかし実際にノンフレーム工法が施工された斜面は、対策が施されたことが認識されないまま、これまでと同様の景観が維持され、松山城という遺産が活かされていることがわかる。同様の考え方で採用されたのが、神戸市北野地区の斜面の事例（写真 3-2）である。異人館背後斜面内は対策工がなされているものの（写真(b)参照）、写真(a)のように斜面全景は施工以前の風景が存在しており、異人館と背後の斜面の組み合わせによる景観に違和感がない。写真 3-3 は、従来工法とノンフレーム工法が併用された斜面である。向かって右は従来方法の一つであるり木工で斜面が被覆されており、人と森林との繋がりがほとんどない印象を与える。左側がノンフレーム工法で施工された範囲であり、この地区の常緑広葉樹であるシイ・カシ林を含む生態系が、そのまま保全された状態であることがわかる。

このように対策工が自然斜面と同様の状態であると視認性の面で違和感がないものの、構造物がむきだしの状態であると、近寄り難く、生態系的・環境的にも連続性が途切れたイメージを与えることが考えられる。

写真 3-4 は、民家裏の斜面であり、斜面のり尻は擁壁が施工されており、その上部は表土の浸食・流出防止のための木柵工とノンフレーム工法を組み合わせて斜面の安定化を図った事例で、施工後 3 年経過した状態である。斜面は落葉落枝や下層植生によって覆われており、落葉落枝等の被覆物は木柵工やノンフレーム工法の支圧板等によって移動が抑制されている。今後落葉落枝の蓄積によって森林土壤が豊かになることが予想される。

このように自然斜面の環境を保全して斜面対策が施される場合は、自然の営みが継続されていることがわかる。

4. まとめ

自然斜面補強土工法の事例を通して自然環境や景観を考察した。その結果、は、景観的に以前からの風景及び自然環境の連続性が保全されていることがわかった。今後は、人と自然斜面補強土工法が施工された斜面及び森林との繋がりに関する調査研究が必要と考えている。

参考文献

- 1) 例えば、中村等、自然斜面に適用した鉄筋挿入工法の安定メカニズムとその適用例「豪雨時の斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測に関するシンポジウム発表論文集、地盤工学会、2003.5」
- 2) 例えば、岩佐等、自然斜面に適用した鉄筋挿入工法の耐震性に関する実験的研究、18 年度砂防学会研究発表概要集、2007