

景観に配慮した法枠工の施工事例について

岩手県大船渡地方振興局農林部 技師 小笠原 弘智

1. はじめに

近年、森林に対する要請が多様化し、森林の公益的機能の発揮に期待と関心が一層高まってきているなか、山地災害防止工法等に対し環境、景観との調和が要求されてきている。

治山事業においても例外ではなく、治山施設が人目に触れる機会が多くなり、さまざまな工法に対し、自然にやさしく、環境や景観に配慮した治山工法の必要性が生じてきていると考えられる。

そこで、今回は大船渡管内で実施した景観に配慮した法枠工の施工事例について報告する。

2. 事業の概要

今回の施工地は、大船渡市大船渡町猪頭地内の大船渡湾に面する住宅地の背後の急斜面にあたり、過去の数度にわたる治山事業により、谷止工や山腹工等が施工されている地区である。また、斜面直下には市道や民家があり、斜面の平均傾斜 30° の勾配でスギの人工造林地となっているが、手入れ不足のため過密林分になり下層植生が貧弱で一部裸地状態の場所が見られ、表面流下水による表土の侵食が発生していた。

平成11年7月中旬、梅雨前線による豪雨のため、この斜面の一部が崩壊して市道や民家に被害を与える災害が発生し、崩壊地隣接の斜面では崩壊時に発生したと思われる亀裂が生じていた。

そこで、崩壊地は災害関連緊急治山事業で土留工、水路工を含む山腹工を計画したが、その隣接部の未崩壊斜面には亀裂が有り崩壊の可能性があるため、山腹崩壊の危険性を解析し、斜面の安定に関する検討を行い、また、本施工地は国道45号線付近の住宅地背後の斜面であるうえスギの造林地でもあることから、自然環境や景観の保全に配慮した治山工事を実施することになった。

3. 現地調査

本施工地では、未崩壊地をAブロックとCブロック、崩壊地をBブロックとして区分し、現地踏査、調査ボーリング、標準貫入試験、弾性波探査を行い、それを基に崩壊機構解析や安定解析を行った。

その結果として、Aブロックは斜面上部にクラックがあることや、隣接のBブロックが斜面上部の崩壊にとどまったことなどから斜面を上下に分けた二つの崩壊に区分できる。Cブロックではクラックは確認できなかったが、斜面中段が凹地形になっており、尾根部と谷部の落差が約2.0m以下であることから、このブロックは過去に崩壊を経験していることが想定でき、更に深くえぐるような崩壊が発生するとは可能性が少ないと考えられた。また、安定解析でのすべり面の深さはモデル斜面での安定計算による崩壊規模の検討などから、Aブロック上部は2.59m、Aブロック下部及びCブロックでは1.85mとなった。
(図-1、2、3、4、5、6)

4. 対策工計画

本施工地は、国道45号線から一望できるうえ民家や市道の背後に位置しているため、環境に配慮することを第一に「既存の樹木を可能な限り残置することができる工法、現況地形を保全し、切土や盛土が発生しない工法、主な崩壊だけでなく表面浸食を抑制することができる工法、」を基本方針として、3種の工法を検討した。

(1) ノンフレーム工法

ロックボルトによる地山補強効果、ワイヤーによる局部的変形の分散効果等によって斜面を安定化させる補強土工法の一つであり、梁の構造がワイヤーであるため余分な伐採がほとんど発生しない。

(2) 吹付法枠工(300×300)+ロックボルト工

断面及びスパンの小さい吹付法枠をロックボルトで補強することによって地山の安定を図る工法であり、ある程度の斜面整形が必要であるため切土が発生し、枠のスパンが小さいため多くの伐採が伴う。

(3) 大間隔吹付法枠工(500×500)+アンカー工

断面及びスパンの大きな吹付法枠をアンカーで補強することによって地山の安定を図る工法であり、ある程度の斜面整形が必要であるため切土が発生するが、枠のスパンが長い立木の伐採を抑えることができる。

この3案について施工性、安全性、経済性、自然環境等の面で比較検討した結果、ノンフレーム工法が経済面でロックボルト付き吹付法枠工と大差はなかったものの(表-1)、立木の伐採を必要最小限に抑えて工事ができることなど自然環境面で優位であることから第1案の工法を採用することに決定した。

5. ノンフレーム工法

(1) 工法の特徴

この工法は樹木による斜面安定効果を補完するために、ロックボルト、支圧板、ワイヤー等を使用し、地山の補強効果、土塊の押さえ込み効果、局所的変形の分散効果等の複合的作用によって、斜面表層の不安定部の崩落やすべりの防止を図る工法であり、樹木などの伐採を必要最小限に抑えることができる工法である。

また、現存植生の維持ができるため生態系への影響が少なく環境や景観に配慮し、更に一般的な補強度工法であるロックボルト併用法枠工に比べ、梁構造がワイヤーと支圧板となるため経済性に優れていると言える。

(2) 施工手順及び結果

本施工地では、調査結果による崩壊深とロックボルトの定着長の相異により、施工地をAブロックの上部と下部およびCブロックの3ブロックに分け、それぞれの削孔長を4.8m、4.3m、3.8mとして施工した。

ア 足場工は標準幅を1.5m~2.0程度とし、作業スペース等を考慮して円滑に施工できるものを適用する。(図-1)

当該地は樹木間での施工であり一部に大きな削孔機を使用したため、施工性を考慮し同じ高さの削孔位置に対して横長に単管足場を設置して施工した。(写-2)

イ 削孔では、補強材に自穿孔式ロックボルトを使用し、機械の選定については、樹木

間の移動が容易で、施工スペースが少なくすむレッグハンマが適切である。

本施工地での削孔は、Aブロックは削孔長が長いためスロードリル（写-3）を使用し、削孔長の短いCブロックではレッグハンマ（写-4）で削孔を行った。

ウ 注入工では補強材と地山を密着させるため孔内にセメントミルクを注入する。

エ 確認試験では補強材の極限引き抜き力を調べる目的で施工し、試験本数は地質毎に3本を標準とする。また、設計値の安全性や妥当性について確認するためにも、できるだけ早い時期に試験を行うことが望ましい。

オ 支圧板設置では支圧板を補強材に差込み、ナットをトルクレンチで締め付ける。

カ 頭部連結材取付では支圧板の設置後にワイヤーロープをターンバックルによって緊張して支圧板を連結し、防錆材を充填したキャップを取り付ける。（写-5）

キ 枠内の裸地化している部分については、表土流出等の防止のため丸太筋工や伏工を施工した。（写-6）

6. 施工結果の分析

本工法では、削孔機にレッグハンマの使用を標準としているが、削孔長が3.0mを越え硬い地質となるとレッグハンマでの削孔が困難になり大きな削孔機を使用する必要がある。これに伴い広い作業スペースが必要となり立木の伐採も生じてくるため、樹木の持つ斜面安定効果を補完するという観点から、削孔や足場の設置に伴う伐採木の選定を慎重に行わなければならない。なお当該地での立木の伐採は、本工法に対しての立木の伐採基準が存在しないため、被圧木などの不良木を主に施工上支障となる分の伐採を行ったものである。

また、補強材の頭部に支圧板を設置しただけであるため、雨水などによる孔壁の風化で注入材と地山の付着力の低下が懸念され、林内には多くの支圧板やワイヤーロープが設置されているため、植栽木に対しての下刈りや間伐作業等の際に支障が出てくるなどの課題が残ったのではなかとと思う。

この工法は、数年前から導入され、数県での実績が伸びており、「みどり」を活かし環境に配慮した新工法として普及しつつある。しかし、設計にあたっては明確な基準等が無く、ノンフレーム研究会で作成中の基準案や補強土工法に対する各種公共機関の基準等を参考として、積算を行ったため、基準の早期確立が必要である。

7. おわりに

治山事業は、森林の維持造成を通じて山地に起因する災害から国民の生命、財産を保全し、水源の涵養、生活環境の保全、形成等を図る重要な国土保全施策であるが、はじめに述べたように、県民の森林への関心が一層高まってきており、森林に対する要請が多様化してきていることから、治山工事においても、経費節減もさることながら自然景観と違和感のない環境に配慮した工法を可能な限り採用していかなければならないと思う。

表-1 ボーリング調査

	腐植土	礫交じり土
Aブロック	0~0.2	0.2~10.0
A'ブロック	0~1.0	0.2~10.0
	一般的な土壌であり石礫を多く含む。	礫間の充填物が土壌化したもので軟らかく礫交じりの粘土状である。

表-2 弾性波探査

	速度 (km/s)	層厚 (m)	地質
第1層	0.3~0.4	0.5~2.5	表土及び礫交じり土の上部
第2層	0.5~0.6	3.5~6.5	礫交じり土
第3層	1.0	7.0~10.0	風化礫岩層
第4層	2.2		礫交じり土

表-3 標準貫入試験

	孔長	試験区間	土質区分	N値		
				最小	最大	平均
A'ブロック	10.0	1.15~10.45	礫交じり土	17	50	29.2
C'ブロック	8.0	1.15~8.45	礫交じり土	8	34	25.5
礫交じり土 → N値 = 8 ~ 50 (平均 18)						

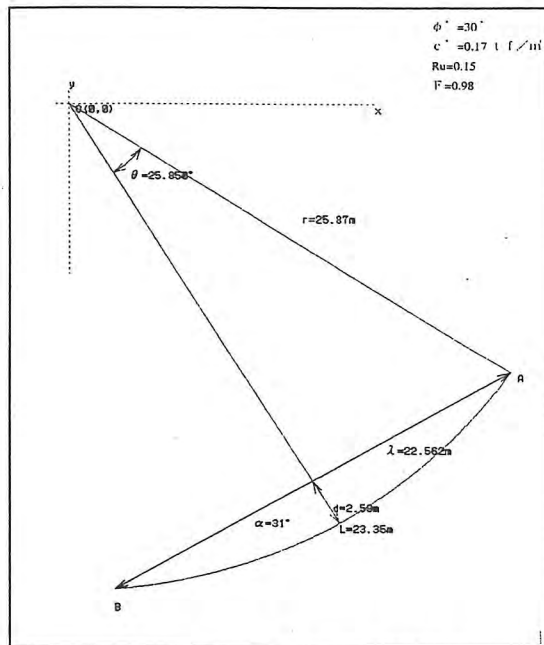


図-1 Aブロック上部

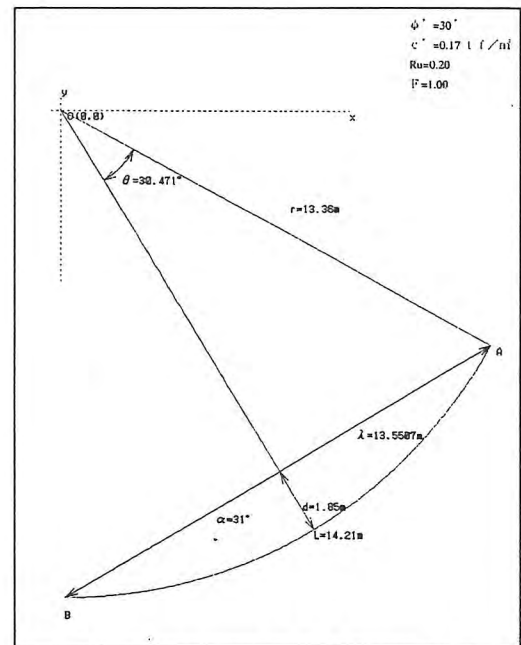


図-2 Aブロック下部及びCブロック

表-4 工事費の比較

	ノンフレーム工法			現場吹付法砕工(F300) +ロックボルト工			大間隔現場吹付法砕工(F500) +アンカー工		
	工種	金額	比率	工種	金額	比率	工種	金額	比率
直接工事費	削孔工	8,631,000		法枠組立	5,870,000		法枠組立	7,904,000	
	注土工	1,404,000		法枠吹付	3,329,000		法枠吹付	6,444,000	
	上部工	8,922,000		法面清掃	326,000		法面清掃	326,000	
	足場工	2,981,000		ラス張り	765,000		ラス張り	765,000	
	筋工・伏工	451,000		枠内吹付	972,000		枠内吹付	918,000	
				ロックボルト	16,200,000		アンカー	21,600,000	
計		22,389,000			27,462,000			37,957,000	
諸経費		15,638,000			15,104,000			22,774,000	
合計		① 38,027,000	(①÷①) 100%		② 42,566,000	(②÷①) 112%		③ 60,731,000	(③÷①) 160%

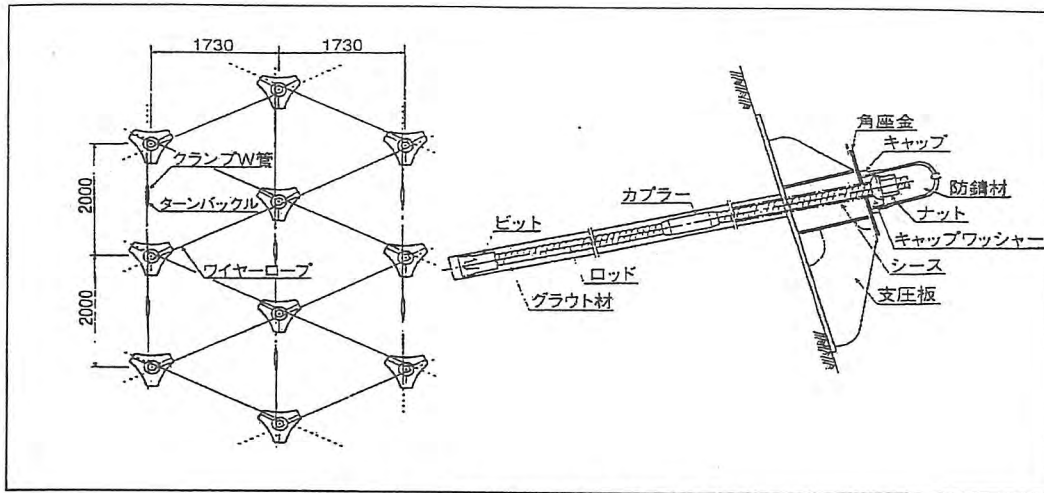
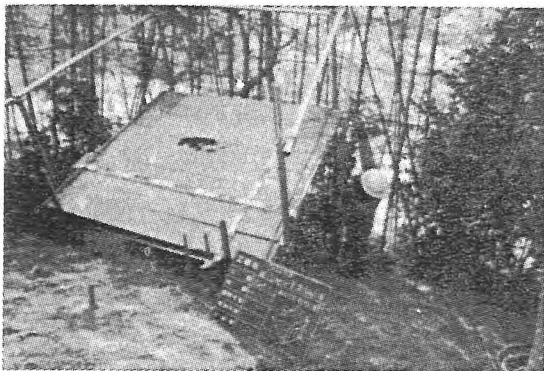
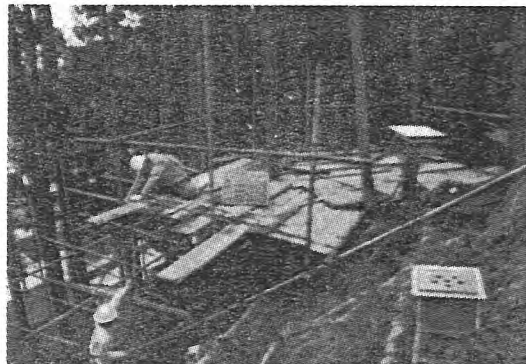


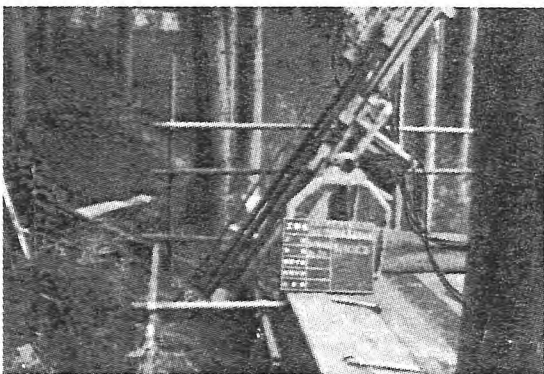
図-3 ノンフレーム工法標準図



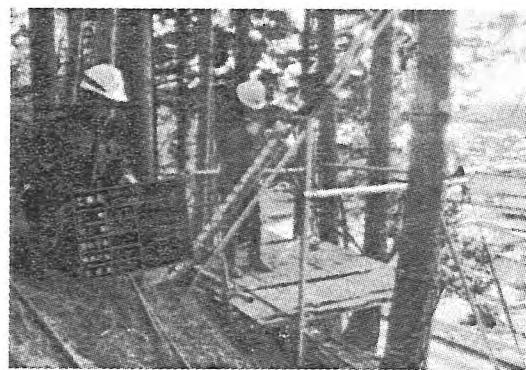
写-1 足場設置 (レッグハンマ用)



写-2 足場設置 (スロープドリル用)



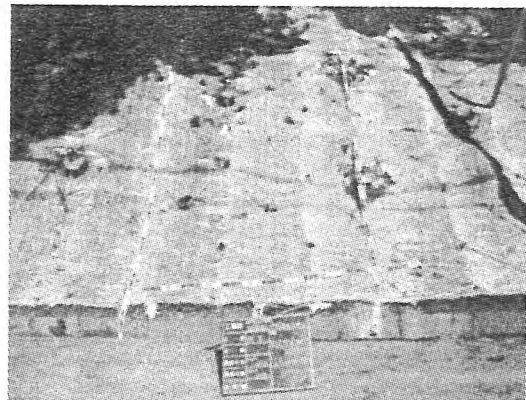
写-3 削孔工 (スロープドリル)



写-4 削孔工 (レッグハンマ)



写-5 頭部連結材取付



写-6 伏工、筋工



写-7 施工直後の全景



写-8 現在の施工地林内の状況