

景観・環境に配慮したなだれ災害防止対策の取組みについて

東北森林管理局 秋田森林管理署 ○宍戸 昭吾
木村 博臣

1 はじめに

平成 18 年 2 月 10 日、秋田県仙北市田沢湖の乳頭温泉郷内にある鶴の湯温泉の裏山で発生した表層なだれにより、死傷者が出る自然災害が起き、地元関係者ならびに観光客へ大きなショックを与えた。(図-1, 写真-1)

これにより災害発生以降、市や観光協会などからの防災に対する強い要望があったことを踏まえながら関係機関・関係者との現地調査、情報提供を行うなど連携・調整を図り、当地区における冬季の安全を早急に確保すべく、総合的な防災対策の一環としてなだれ防止施設の設置を実施したので報告する。



図-1 災害発生箇所



写真-1 災害のあった鶴の湯温泉

2 地域の概要・特徴

乳頭温泉郷は十和田・八幡平国立公園内の八幡平地域にある乳頭山山麓に位置しており、積雪期間が11月から4月までと長く、県内でも有数の豪雪地帯となっている。

また、最寄りの田沢湖観測所のデータによる過去の年平均気温は9.3℃、年降水量は2,088.4mmと、多雨地域でもある。(図-2)

気象観測集計表

(S41~H15のデータ)

要素	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
降水量	135.3	106.4	139.8	158.9	147.2	152.4	272.3	265.3	186.4	166.4	187.9	170.1	2,088.4
日最大	54.0	87.0	111.0	127.0	143.0	168.0	179.0	140.0	142.0	63.0	62.0	49.0	179.0
時最大	8.0	10.0	15.0	15.0	25.0	33.0	42.0	52.0	35.0	20.0	15.0	9.0	52.0
気平均(℃)	-3.1	-2.6	0.6	7.5	13.2	17.6	21.5	22.8	18.1	11.4	5.1	-0.2	9.3
最高(℃)	0.3	1.2	4.8	12.9	18.7	22.3	25.6	27.2	22.8	16.6	9.6	3.1	13.8
温最低(℃)	-6.6	-6.5	-3.7	2.0	7.3	12.9	17.5	18.6	13.6	6.2	0.7	-3.4	4.9
積雪最大深(cm)	178.0	170.0	150.0	106.0								38.0	100.0
積雪日数(日)	31	28	27	4							4	24	118
風向	SW	SW	SW	E	E	E	E	E	E	E	SW	SW	SW
平均風速(m/s)	1.4	1.6	1.8	2.2	2.3	2.3	2.1	2.0	1.8	1.5	1.4	1.2	1.8
日最大風速(m/s)	10.0	14.0	11.0	11.0	13.0	10.0	9.0	11.0	15.0	10.0	11.0	11.0	15.0
日照時間(h)	65.1	87.4	137.2	153.2	172.0	155.7	152.8	172.1	143.0	138.2	82.5	55.2	123.1

田沢湖観測所: 仙北郡田沢湖町生保内字宮の後3c 緯度 39°41.8 経度 140°44.1 海拔 230m

図-2 気象観測データ (秋田地方気象台 田沢湖観測所データより引用)

3 害時の状況

災害のあった温泉に面した斜面は傾斜約 $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の急傾斜地であり、凹地形に沿ってA,B,Cの3箇所からなだれが発生。初めにC斜面(軽傷者、施設損壊)でなだれが起こり、約25分後にA,B斜面(A:被害なし B:死者、負傷者)で発生したと推定されている。(図-3 写真-2)

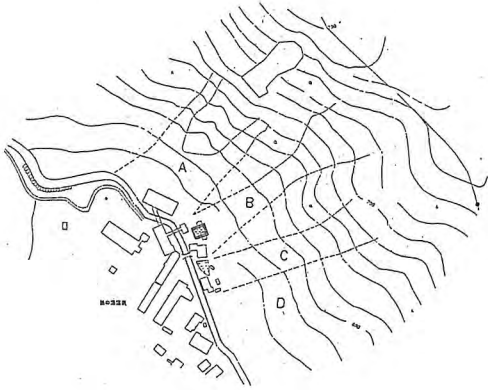


図-3 なだれ区分図



写真-2 なだれ区分写真

弱層テストによる結果から厚さ0.4mの新雪層が崩れ、幅・奥行きは水平距離で100m以上、高さ約80m、デブリ量は約 $4,750\text{m}^3$ 、となり、単純にデブリ量を厚さ0.4mで割った場合、発生区の面積は1.19haと、規模としては比較的大きな災害であったと考えられている。

また、現地斜面での積雪観測の結果、平均で2.5mとなり、滑落した積雪深0.4mと合わせると、発生時点での積雪深はおおよそ2.9mであったものと思われる。

(独)森林総研ならびに(独)土木研究所 調査報告書より抜粋)

4 対策工の選定および検討

施工にあたっては発生区全体を抑制しながらも、安全確保と景観・環境保全の両立を可能としたなだれ予防柵の設置をすることとし、下記の5項目を選定条件とした。

(1) 選定条件

- ①国立公園内であることから樹木等の伐採を極力せずに施工できる工法。
- ②斜面直下に温泉施設があることから地山掘削がなく、安全性が確保できる工法。
- ③全国的にも名高い観光地であることから構造物が目立たない工法。
- ④急傾斜地においても設置可能な工法
- ⑤資材搬入にともなう伐採および土地の改変が少ない仮設工で施工できる工法

なだれ予防柵はコンクリート基礎の上部に鋼材による支柱と壁材を組み合わせた固定柵が一般的である。固定柵は施工線上に樹木等があっても基礎の位置をずらして施工することにより、伐採量を少なくすることは可能だが、斜面が急峻になるにつれ掘削量が増大し、そのための重機も必要となる。つまり土地の改変が伴い、支障木も発生してくる。

また主材料がH型鋼と角鋼管であることから、透過性にやや劣り、構造物が目立つ懸念がある。(写真-3)

このことから、選定条件をクリアできる工法として、ネットタイプの工法を選定することとした。ネットタイプについては、コンクリートによる基礎を要しないことから、現状のまま施工することができ、構造上、あらゆる斜面に対して設置可能である。主材料はワイヤーロープネットを使用しており、構造物が目立ちにくいという特性もある。

なお、ネットタイプの中でも、採寸が可能で地山に密着させることができるほか、落石防護に対しても有効な三角フェンス工を採用することとした。(写真-4)

構造の特性などについては図-4に一覧する。

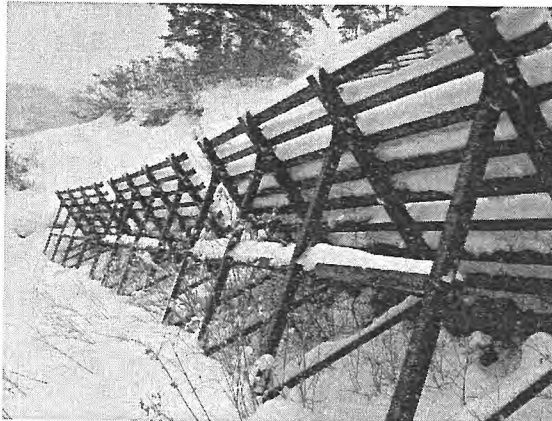


写真-3 一般的な固定柵

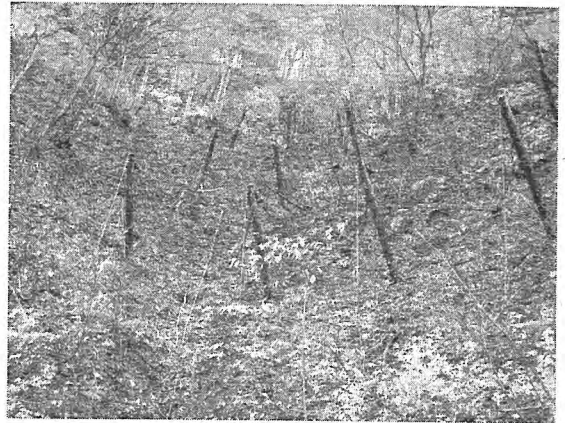


写真-4 ネットタイプ(三角フェンス)

構造特性	<ul style="list-style-type: none"> ・ワイヤーロープを三角形に編み込んだネットを組合せ防止面を形成し、地盤にアンカーで固定する。 ・ネットの形状は地形に合わせて採寸し、隣接するネットと連結させ地山と密着させる。 ・ワイヤーアンカーを用いるので、あらゆる方向の引抜力にも対応し、落石対策としても期待できる。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・柔軟性のあるネット構造のため急峻で起伏のある斜面にも現地地形のまま施工できる。 ・部材が軽量なため重機や大規模な索道を要することなく施工できる。 ・掘削を要しないため基礎地盤に左右されない
環境性	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート基礎を要せず、施工時に重機を用いないため、現状の樹木等の伐採を抑える事ができる。 ・環境負荷低減型工法である。
景観性	<ul style="list-style-type: none"> ・主材料がワイヤーロープであるため、透過性に優れ、植物も繁茂しやすい。 ・コンクリート基礎がないため、違和感がない。
メンテナンス	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉等の影響により鋼材部分の塗装が剥がれ腐食が生じた場合、再塗装を要する。 ・ネット背面に土砂が堆積した場合は取り除く。 ・延長方向ならびに谷側控えロープに極端な弛みが生じた際は、張り直す必要がある。

図-4 三角フェンス特性一覧表

5 施工内容

(1) 配置とフェンス高

立木によりなだれ発生を抑止している箇所はそれ自体が有効であることから、断続的な配置とし、災害発生時の現地積雪深から、フェンス高を3.0mとした。(図-5)

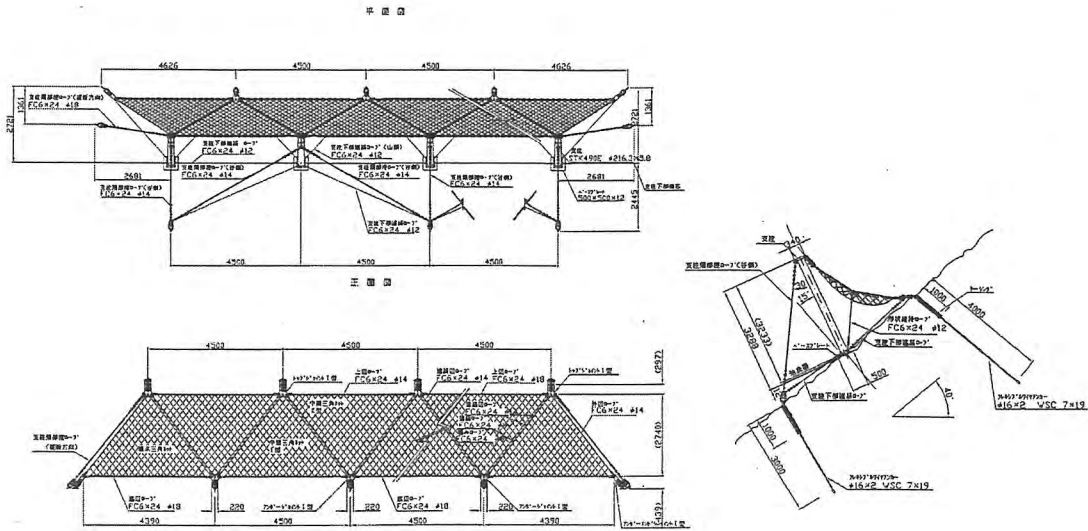


図-5 構造図

(2) 仮設工

急傾斜地においても自然環境に配慮しながら資材などの搬入が容易なモノレールを採用。足場工は斜面全体に配置するため観光客より足場施設が目立つことを懸念し、支障木をささずかつ植生への影響を配慮しながら設置。(写真-5, 6)

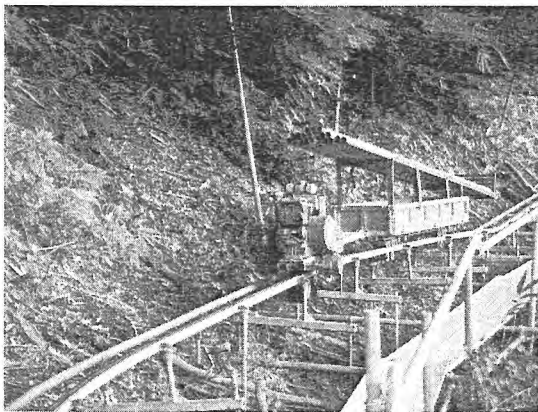


写真-5 モノレールによる運搬



写真-6 温泉施設と足場施設

(3) アンカー工

アンカー体はワイヤーアンカーφ16mm(7×1.9)を2本使用し、より安全を重視するためグラウトとアンカーの付着強度が増すよう、先端部分を1mほぐしたちょうちん形を使用。(図-6)

アンカー長さ: 4513(呼びL=4.0)
ワイヤロープ: 7×19 φ16

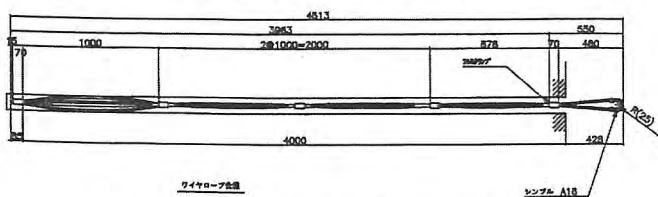


図-6 アンカー図 (L=4 m)

なお、アンカー長はボーリング調査ならびに引抜試験の結果、山側とサイドで4.0m、谷側で3.0mとした。

(4) フェンス設置

構造的、施工性から組立・設置が容易であり、地形の改変や植生への影響も殆ど与えることなく、フェンスを設置した。(写真-7, 8)

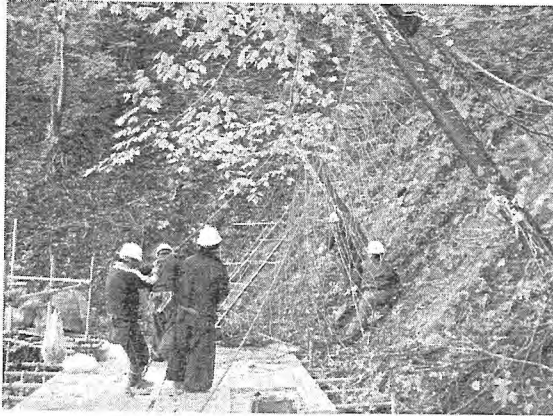


写真-7 人力による支柱設置状況



写真-8 各ロープ取付け状況

6 施工時ならびに今後の課題

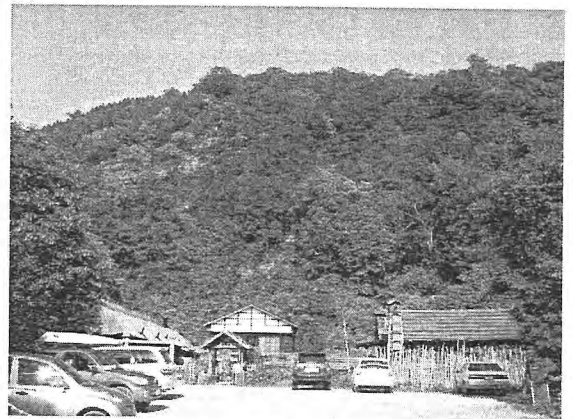
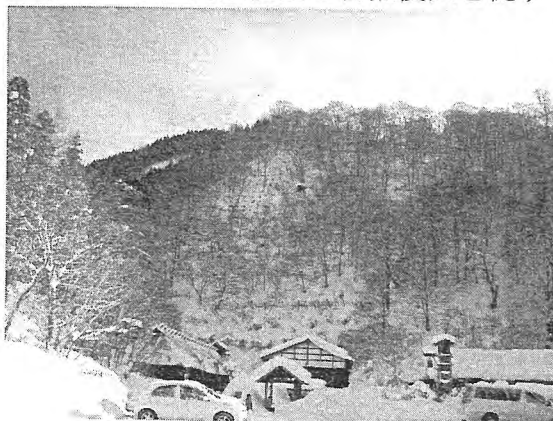
現地地形のままに施工することから、一部支柱間隔にばらつきが起き、測量をし直すなど、現地精査の際に支柱設置箇所の斜面勾配と支柱傾斜角度について綿密に検討することが重要であったと感じている。また、鋼材部分は目立たぬよう暗褐色に塗装したものを使用したが、施工中にその殆どが剥離し、フェンス設置後に再度塗装するという手間が発生した。

今後の課題としては特性一覧に記載したメンテナンスを要することから、点検時期やサイクルをどうしていくのか検討する必要がある。

7 終わりに

ここ数年の間に見られる異常気象への不安と地球温暖化防止への取組みなどから、自然環境保全に対する国民の意識が日々拡大してきている。国有林野内の治山工事においても間伐材の有効利用や在来植生による緑化が標準的になっている。

最近では、周辺植生の自然侵入を促す



緑化も増えてきている。全国各地においても景観・環境を意識した様々な治山工事が実施されているところである。

今後もより一層、今まで以上に生態系や景観・環境に配慮した工法の採用に努めることが重要であるものと考えている。

(写真上下：景観と一体化したフェンス設置後の予防柵)