

巨石を利用した溪間工の施工について

諏訪・経営課治山係 塩 原 基 平
行 田 収 三

要 旨

当署東岳国有林内夏沢流域（国定公園，水源かん養保安林）は，崩壊面積約40ha，不安定堆積土石約10万 m^3 という荒廃状況である。この土石流の発生源となっている当流域の安定と，土石流防止を目的とし，現地荒廃溪床内の大転石を活用した巨石ダムを施工した。施工の結果，工事費が大巾に節減でき，省力的かつ効果的であった。また自然景観の維持保全及び自然との調和も図られた。

は じ め に

当夏沢流域は，茅野市の東方約22km，天竜川の最源流部にあたり，八ヶ岳連峰のほぼ中央部にあたり，東岳国有林の標高1900～2800mの高山帯に位置している。

その全域は，八ヶ岳中信高原国定公園であるとともに，水源かん養保安林に指定されている。そして国定公園としての各種施設も，次第に整備されつつあり，素晴らしい自然景観とともに近年とみに森林のもつ公益的機能，或いは，保健休養等に対する関心も高まりつつある。しかしながら“36災”の土石流災害以後現在までに幾つかの台風，集中豪雨等により荒廃化している現状と，不安定土石の堆積状況等から，下流域の県砂防計画と調整し，土石流の発生源となっている上流域国有林内の荒廃溪流の安定保全を目的とした治山事業を行った。工種は施工性，経済性，技術的可能性等について検討を加え，現地溪床内の大転石を利用した巨石ダムを施工したので以下その概要について報告する。

1. 施工地の概要

- 1 地形：八ヶ岳団地は夏沢峠を境に南北に分け，北は丸山（2330m），天勾岳（2640m），までは起伏の小さい幼年期の火山地形を呈しているが，南は硫黄岳（2756），横岳（2824m），赤岳（2899m），など2800m前後の鋭峰で浸食甚だしく，絶壁を連ねる壮年期の山岳地形を呈している。標高1800m以上は熔岩の岩山が多いが，それ以下は主として広大な裾野高原地形を形成している。

当夏沢は，流域面積約370ha，硫黄岳に源を発し高山樹林帯を縫って西流し，鳴岩川に合流する溪流延長約4kmの山岳小渓流で，平均溪床勾配22‰である。また合流点より1600～2300m地点の急峻で長大な山腹斜面には，当溪流の主な土石の生産源である大小崩壊地が集中している。

- 2 地質：八ヶ岳連峰の地質は，第4紀に富士火山帯の活動と共に噴出した両輝石安山岩が主であり，局所的に石英安山岩が分布している。山麓部は火山砕屑物と火山灰で厚くおおわれている。
- 3 気象：本州の内陸高地という地理的要因により，気温の較差が大きい。年平均気温は9.5℃（山麓部1,200m地点観測），年降水量は1,353mm，で日本の少降水量地域に含まれている。
- 4 林況：そのほとんどが亜高山～高山地帯に属しており，シラベ，アオモリトドマツ，コメツガ，トウヒ，カラマツ，ダケカンバ等の樹木が分布している。風衝の影響もあって成育はあまりかん

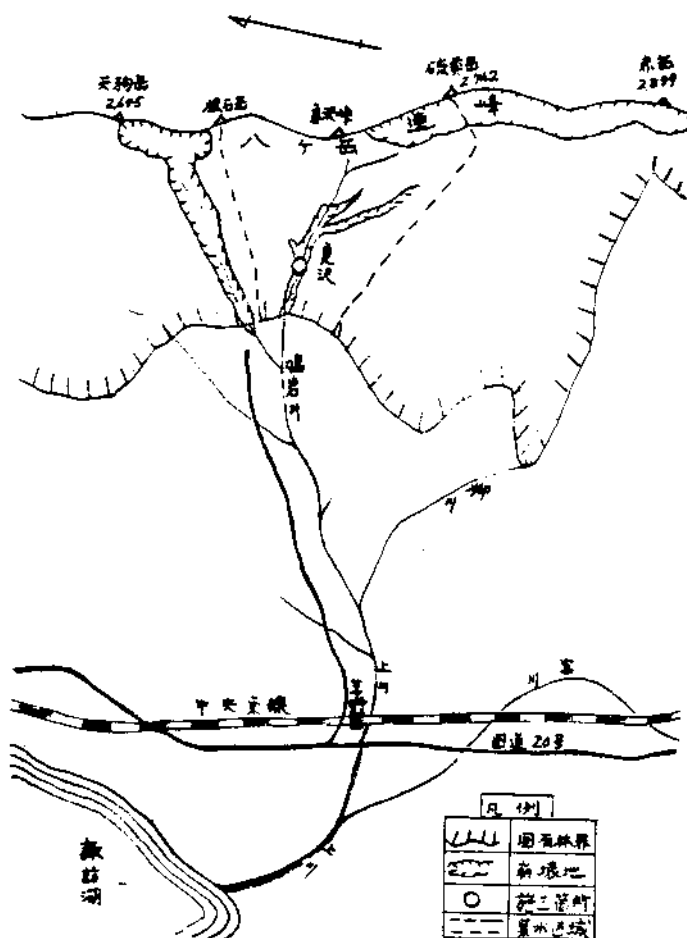


図-1 位置図

ばしくなく、大径木に乏しく主に中小径木の密生林になっている。特にシラベ、アオモリトドマツの稚樹の密生が著しい。

- 5 社会的特性：茅野市の重要水源山地に位置し、本流域の山地荒廃はきわめて直接的に、茅野市の産業、経済、文化、に影響する地理的環境にある。また八ヶ岳山麓総合開発計画など一連の開発が促進され、山岳及び高原景観、そして別荘団地、温泉等、保健休養の場が豊富である。保全対象地も質量ともに高密度化し、本流域についても夏沢鉱泉があり流域に密着している。

またこの様な地理的環境と、流域の荒廃状況等から本流域は山地災害危険地区に指定されているところである。

II 荒廃状況とその特性

1. 荒廃の原因

標高2,800m前後の高山地帯に分布する、火山性特殊崩壊地の浸食風化作用による岩屑の流出、並びに大規模な崩壊地からの生産土石礫等が、豪雨時に土石流となり押し出し、不安定堆積土石礫

を増大させている。そのために起る乱流により溪岸浸食を誘発する等次第に荒廃し、また上流崩壊地も徐々に脆弱化が進行し、表層部の受蝕（性）が高まり崩壊の拡大誘発をくり返している状況である。このことから荒廃の原因は、地形形成活動の正規浸食による自然発生的荒廃現象と考えられる。

2 荒廃の現況

当流域の山腹崩壊地は43ヶ所で11.8 ha、特殊崩壊地（高山裸地）27.7 haに及び溪流においては、約10万㎡の、不安定土石が延長2.3 km、面積4.7 haの荒廃溪流部に堆積しており特に1.5～2.3 km地点の中流域の拡巾部は、中央部がカマボコ状に、17%～22%の勾配で集中的に堆積しており、出水の度に流心が乱流し二次浸食による土石流が発生している。

この流域の荒廃は、36災の土石流災害にはじまり、現在までに幾たびかの台風および集中豪雨等の出水により荒廃を助長しており、溪岸の天然林をいため、夏沢鉱泉の敷地を欠壊流出させた。また溪流沿いに開設されている登山道は、随所で破壊される等、国定公園内の各種施設並びに下流域に被害をもたらしている。さらに集中豪雨あるいは融雪時等の出水による土石流の発生が危惧され、重大災害発生の危険性が増大している現況である。

Ⅲ 設計内容と施工経過

1. 設計方針

上記の荒廃状況ならびに被害状況をふまえ、①溪床に堆積している不安定土石の流出を防止する。②土石流による溪床溪岸の浸食を防止し、下流域への土石の流出を防止する。③保安林としての機能強化をはかる。④国定公園としての自然環境の維持保全をはかる。等を目的とし治山ダムを計画した。

設計にあたり留意した点は次のとおりである。

(1) 施工位置の選定

ア. 荒廃溪流中、不安定土石の最も著しく堆積している先端部であり、最も効果的に固定できる箇所である。

イ. 溪流巾が最も広く、巨大な土石流エネルギーの分散効果を高めることが出来る箇所である。

ウ. 夏沢鉱泉の宿泊施設及び登山道を維持保全する上で、直接的で最も効果的な箇所である。

以上の理由から施工箇所を選定した。

(2) 工種工法の選択にあたり留意した事項。

ア. 高山帯に位置し、自動車最終荷下し地点より、1.5km 区間（施工箇所までの距離）は、登山道以外は通行不可能で、資材の運搬手段として考えられることは、運搬道の開設か、或は長距離索道の架設等があげられるがいずれも仮設経費がかさみ、経済性に乏しい。

イ. 酸性（pH4）が強く、大転石が流送される溪流である。

ウ. 基礎地盤が堆積した土石礫で厚く、大転石が施工予定箇所に集中的に累積している。

エ. 国定公園であるので、近年とみに森林のもつ働らき、自然景観というものに対する関心が高まりつつある中であって、可能なかぎり自然景観との調和についての配慮が必要である。

(3) 巨石ダムを採択した理由

上記留意事項にもとづき検討した結果。

ア、コンクリートダムは、仮設経費がかさみ、経済性に乏しく、また天然林の伐採、林地の掘削等の行為が避けられず、このため自然景観の維持保全上の点、或いは自然との調和の点等から適切でない。

イ、鋼製ダムは、強酸性で、かつ大転石が流送される渓流であることから適切でない。

ウ、施工箇所渓床内の良質な大転石を活用する工法ならば、河床整理もでき、重機械（バックホー）のみで施工可能であり、経済的で施工性もよく、自然景観の維持保全、調和の観点からも適切である。

エ、高山帯山岳渓流であるが、施工する箇所が谷巾も広く、防災空間が充分確保できることから、低ダム群による土石流調節機能（土石流エネルギーの分散効果）が期待できる。

オ、治山事業施工地の奥地化に伴って、経済工法の開発が要求されている今日、悪条件下における可能性を探求する上で、極めて価値ある貴重な試行的工種である。

以上の理由から、転石を利用する巨石ダムを採択施工した。

なお、その安全性、堤体断面構造は、名大片岡教授の「巨石床固の設計」について述べられているとおり、コンクリートダムのような堤体を一体とした安定計算は応用できないが、過去の空石積ダムの経験値からその諸元を、⑦堤冠厚は3 m以上。④下流法5分。⑤上流法1割。③堤高3～4 m。の構造にすれば、充分安定するという御教示にもとづき決定した。

2. 計画と設計内容

今回施工した箇所は、合流点より約1.5 km上流の標高2,050 mの地点である。この箇所の原溪床勾配は22%で、計画勾配は原溪床勾配の7/10とし、15%を目途に、構造は堤高2～3 m、堤長は24～47 m、放水路巾下長10～20 m、深さ1 m、鏡面法2割、下流法5分、上流法1割、放水路断面積安全率3～5.5倍とし、150 m区間に約40 m間隔で3基1組とする低ダム群を計画配置し、溪床勾配を修正し、河床を整理し、このダムによって造成される約6000 m²の溪床空間を、土石流調節の場、即ち防災空間として活用し、土石流エネルギーの減少と、不安定土石約2万m²の固定を図るものである。

また掘削上砂は、右岸、左岸に盛上げ、天然下種による森林造成地とし、自然復旧を図った。

3. 施工経過

利用する転石の大きさは、溪床内（施工箇所周辺）の、転石の数量調査結果から、平均面1.0 m、控1.5 mを下限とし、野面積とし、堤底部、下流側及び放天々端には出来る限り大きな転石を使用するようにし、控（転石の長い部分）は、流水の方向に平行して順次積上げ土石流に対して抵抗力を高めるよう配慮した。

使用した重機は前記で説明したとおり、1.5 kmの渓流内を自走路を作設しながら搬入したものであり、バックホー18t級1台と、11t級1台、計2台使用で床堀、転石採取、集積、移動、積上げを2台の連けい作業で施工した。

IV 施工結果と考察

1. コンクリートダムと比較して、約1/5の経費で完成し経済的工法である。
2. 土石流エネルギーの分散効果が大きい。
3. 溪床勾配が修正され、また河床整理により、広い空間が造成され不安定土石の固定効果が大きい。

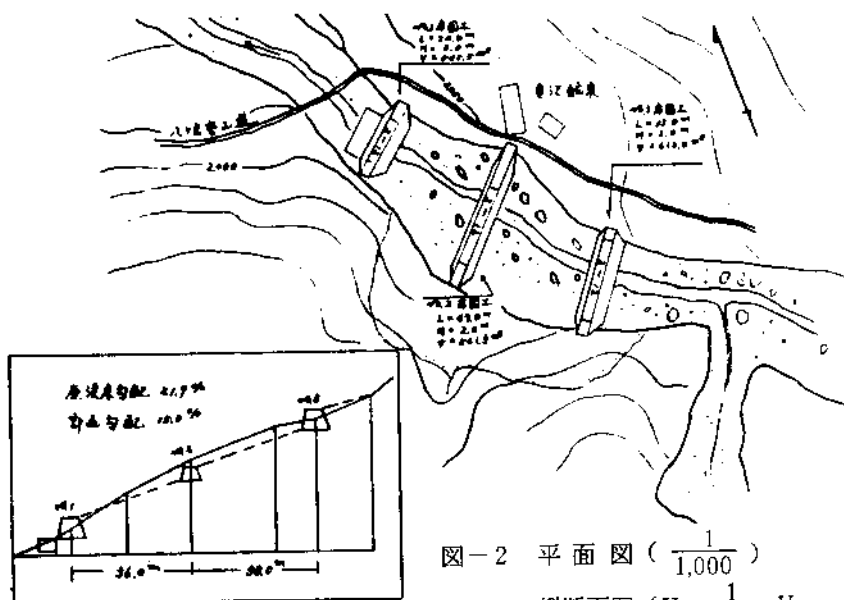


図-2 平面図 ($\frac{1}{1,000}$)

縦断面図 ($H = \frac{1}{500}$ $V = \frac{1}{1,000}$)

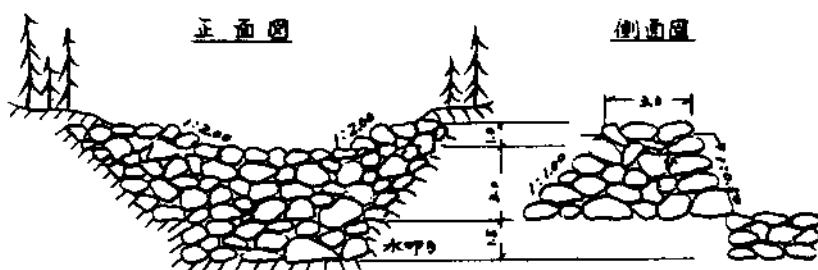


図-3 構造図

4. 自然景観の維持保全及び調和がはかられた。
5. 工期が約3ヶ月短縮され緊急治山工法として対応可能である。
6. 重機のみで施工可能である。

以上がメリットとしてあげられる。

7. その他今後考えられる点

- (1) 大転石の積上げには、ケーブルクレーンと重機の併用ができれば、より効率的ではないかと考えられる。
- (2) 治山事業の奥地化に対する対応工法として、きわめて省力的かつ効果的な工法ではないかと考えられる。

おわりに

転石を利用した「巨石ダム」は、経済的工法として画期的であり、その成果についても確信をもっているところであるが、今後発生する土石流に対し未知数であり、早期に結論はでないが、本工の今後の経過をふまえ、更に調査検討し、安定したよりよい工法として発展させるべく努力し、上流に対

表-1 転石数量調査表

調査地		転石						調査地		転石					
番号	面積	番号	X	Y	Z	V	W	番号	面積	番号	X	Y	Z	V	W
	㎡		m	m	m	m	t		㎡		m	m	m	m	t
		1	3.1	1.4	1.1	3.3	8.6			2	1.5	1.5	0.9	1.4	3.6
		2	1.5	1.1	0.7	0.8	2.1			3	1.7	0.8	0.7	0.7	1.8
		3	1.6	1.1	0.6	0.7	1.8			4	1.5	1.3	0.8	1.1	2.9
		4	1.8	1.2	1.2	1.8	4.7	(3)	10×10 = 100	5	2.0	1.6	1.5	3.4	8.8
(1)	10×10 = 100	5	4.0	2.0	1.8	10.1	26.3			6	1.9	1.2	0.8	1.3	3.4
		6	1.5	1.0	1.7	1.8	4.7			7	2.3	1.8	1.3	3.8	9.9
		7	1.5	1.0	1.0	1.1	2.9			計	12.4	9.4	6.8	12.7	33.0
		8	1.8	1.0	1.2	1.5	3.9			1	1.5	0.6	0.8	0.5	1.3
		計	16.8	9.8	9.3	21.1	55.0			2	2.0	1.0	1.1	1.5	3.9
		1	1.5	1.4	0.7	1.0	2.6			3	1.8	1.6	1.4	2.8	7.3
		2	2.8	1.7	1.2	4.0	10.4			4	2.0	1.0	1.2	1.7	4.4
		3	2.4	1.3	0.7	1.5	3.9	(4)	10×10 = 100	5	1.6	1.4	0.6	0.9	2.3
		4	2.7	1.8	1.2	4.1	10.7			6	1.8	1.6	0.8	1.6	4.2
(2)	10×10 = 100	5	1.5	1.3	0.5	0.7	1.8			7	2.8	0.7	1.3	1.8	4.7
		6	2.3	2.0	1.4	4.5	11.7			8	2.0	1.0	0.7	1.0	2.6
		7	1.8	1.4	0.8	1.4	3.6			9	1.6	0.9	0.6	0.6	1.6
		8	1.8	1.4	0.7	1.2	3.1			計	17.1	9.8	8.5	12.4	32.3
		計	16.8	12.3	7.2	18.4	47.8	合計	400	32ヶ	63.1	41.3	31.8	64.6	168.1
(3)		1	1.5	1.2	0.8	1.0	2.6	1㎡当り 転石数量	0.08ヶ	平均	2.0	1.3	1.0	1.8	4.7

- ② 1. X・Y・Zは互に直交する3軸，Kは形状係数0.7とする。
 2. Vは体積，Wは重量（V・W＝安山岩の比重を2.6とする）
 3. 転石採取面積 6,050 ㎡
 4. 平均深1 m当採石量 6,050 ㎡×0.08 ヶ/㎡＝484 ヶ（32ヶ÷400 ㎡＝0.08 ヶ）
 5. 平均採石深を3 mとすると採石量は 484 ヶ×3＝1,457 ヶとなり設計量は 1,389 ヶであるので充足する。

表-2 経 費 比 較 表

施工形態	工 種	数 量	単 価	経 費	節 減 額	倍 率
重機使用 (2台)	巨 石 ダ ム	1,699 m ³	8,950 円	15,200 万円	万円 (a)	
索道架設 (1,600 m)	コンクリートダム	750 "	98,700	74,000	(+)58,800	(b) $h/a = 4.9$
運搬道開設 (1,700 m) 県道(100 m)	"	750 "	104,000	78,000	(+)62,800	(c) $c/a = 5.1$
工 期 比 較						
設 計 標 準 工 期	巨 石 ダ ム		173日	約3ヶ月(97日)短縮		
	コンクリートダム		270日			

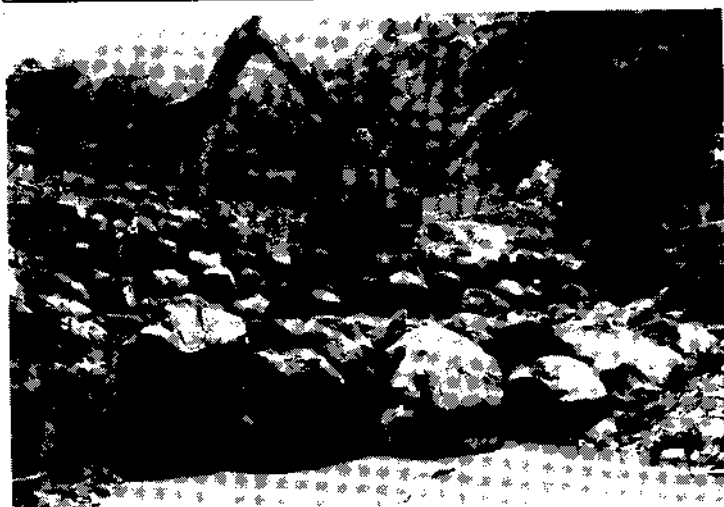


写真-1 施工中



写真-2 完 成

する治山計画に反映させ、また丸太枠等を併用した小転石溪流への施工など、工法の改良にも積極的に取り組んでいきたい。

以上「巨石ダム」の施工概要について報告を終るが、地利、地形、環境等において、類似した箇所に施工する場合の参考になれば幸いである。