

北股沢におけるコンクリート堰堤鋼製保護工の施工について

上松・経営課治山係 松島 隆治

要 旨

北股沢流域には、93haの崩壊地があり、降雨の都度大転石の移動が活発で年間3～4万 m^3 の土石が流出している。この流域に施工した5基のコンクリート堰堤は富配合コンクリートを使用しているものの、放水路天端及び袖部分の摩耗、破壊が進んでいる。

これを防止する目的で、放水路天端、袖立上り部分を全面鋼板で覆う工法を施工した。

保護工を施工した後、多量の土石流にあいながら2年を経過したが、大転石の移動による摩耗、破壊の危険性の高い流域において、充分な成果を得た。また経済的にもひきあうものである。

はじめに

北股沢流域は、上松営林署管内小川駒ヶ岳国有林に位置し、北股沢は、木曾川にそそぐ滑川の支流で、本流とおなじく木曾駒ヶ岳の主峰からほぼ直線状に西流する。

この流域の治山工事には、昭和48年より引続いて実行されている。北股沢の上流には、93haの崩壊地があり、降雨の都度大転石の移動が活発で、年間約3万～4万 m^3 の土石が流出している。このため流域に施工した5基のコンクリート堰堤は、富配合コンクリートを使用しているものの、放水路天端の摩耗と袖部分の破壊が激しい。これを防止する目的で、放水路天端、袖立上り部分を全面鋼板で覆う工法を56年から施工して、成果を得たので発表する。

I 事業地の概要

1. 位置

小川駒ヶ岳国有林329林班から331林班、358～Ⅱ林班、流域面積436ha、荒廃地面積102ha 荒廃率23%。

2. 地質・木曾駒型花崗岩、3. 地形・全般に花崗岩の開析の進んだ花年期の急峻地、4. 標高・1,400～2,700m、5. 傾斜・45°～90°、6. 気温・最高35℃最低-22℃、7. 年降雨量・2,135mm、8. 積雪量・60cm

II 北股沢の崩壊現象について

花崗岩地帯は、どの地域においても、豪雨に見舞われると、たちまち崩壊が多発する。しかも木曾駒型花崗岩は、天竜川流域での調査によると、花崗岩の平均崩壊面積率2.11%に対して、4.35%と圧倒的に高率を示している。

これらの崩壊タイプをみると、斜面及び山頂部において、表層がすべり落ちるいわゆる表層滑落型と、節理によって、ブロック化したものが崩落する岩石崩れ、節理型となる。

溪流の侵蝕による山脚部の溪岸崩壊は、この溪流における土石流源となっている。

また、大規模崩壊による一時的な溪流の堰止作用は、段差流となって、比較的重い礫及び砂による土石流のパワーを増大させる。下流の土石流集積をみると、この土石流が恒常的であることがわ

かる。

近年崩壊地が発生しているのも、満社作期から老年期に移行する一つの過程であり、地形の発達過程の、いわゆる活動期にあると言う事が出来、今後増々その傾向が強まるものと考えられる。

III 鋼製保護工を使用にいたるまでの経過

1. 富配合コンクリートによる放水路保護工について

北股沢流域に治山工事を着手するにあたって、当流域は大転石（3～4m）の移動が活発であり、放水路天端が摩耗することを考慮して、放水路天端に富配合コンクリートを設計して、摩耗に対する保護工として49年より施工した。

この間、大転石の移動による放水路天端の摩耗と、55年の大洪水により5基堰堤が袖部分を破壊される被害をうけている。

富配合コンクリートと普通コンクリートの摩耗度について、57年に5基の堰堤について調査した結果は、図-1の通りである。

(1) コンクリート配合別による摩耗

ア. 富配合コンクリート

- ㊦ No 1 堰堤、450 kg/cfは、経過年数 8 年、摩耗最高45cm、最低 8 cm、平均24cm
- ㊦ No 3 堰堤、350 kg/cfは、経過年数 6 年、摩耗最高34cm、最低 7 cm、平均25cm

イ. 普通コンクリート

- ㊦ No 2 堰堤、160 kg/cfは、経過年数 7 年、摩耗最高 1 m、最低20cm、平均38cm
 - ㊦ No 5 堰堤、160 kg/cfは、経過年数 3 年、摩耗最高47cm、最低27cm、平均37cm
- 以上のように、富配合コンクリートでは、年間3～4cmの摩耗であるが、普通コンクリートでは、経過年数3年で平均37cm、年間12cmの摩耗が激しい。

富配合コンクリートによる保護工は、結果として大転石の移動による摩耗と衝撃には、耐えきれなかった。

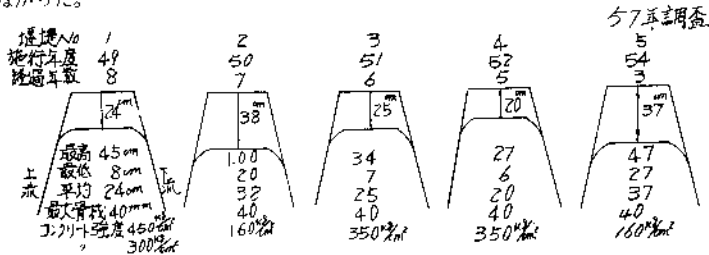


図-1 放水路天端摩耗図

2. 鋼板使用による放水路保護

以上のように富配合コンクリートを使用しても摩耗破壊の激しい堰堤の摩耗防止と袖の保護を図るには、鋼板によって放水路天端、袖の立上り鏡面を全面鋼板で覆って保護する方法しかないと考え56年に新設堰堤1基57年に既設堰堤4基に保護工を施工した。

IV 鋼製保護工の堤冠鋼別種類及び使用鋼材

1. 鋼製保護工堤冠鋼別の種類

堤冠鋼をどのような種類と構造にするかは、図-2の鋼製保護工の堤冠鋼別種類により、放水路天端と袖部分に区別して

- (1) 放水路天端は、放水路天端堤冠鋼
- (2) 袖部分は、袖立上り部分堤冠鋼、袖中間部分堤冠鋼、袖天端部分堤冠鋼の4種類にした。

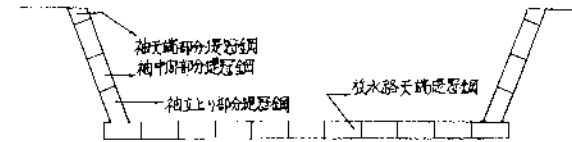


図-2 鋼製保護工の堤冠鋼別種類

2. 放水路天端厚及び放水路断面について

(1) 放水路天端厚

既設堰堤の天端厚は、2mで設計している。56年施工の堰堤は、鋼板を使用するため鋼板はコンクリートより強度があるため天端厚を20cm減じて、1.8mにした。

57年施工の4基の堰堤は、既設堰堤の補修のため2mとした。

(2) 放水路断面

放水路断面の大きさは通常2倍から5倍の範囲であるが、当流域は12倍の安全率にしてある。しかしこの安全率でも洪水時には、余裕のない状況である。

3. 鋼製保護工に使用する鋼材

鋼板使用による放水路天端保護工は、長野営林局管内では施工されてないため、保護工の主体となる鋼板については、治山工事一般仕様書の鋼材JIS規格表と鋼製ダム堤冠部フレームを参考にして、一般構造用圧延鋼材JIS-G 31012種の鋼板で設計した。

堤冠鋼の使用鋼材は表-1の堤冠鋼別鋼材使用重量表のとおりである。

V 鋼製保護工の加工組立打設

1. 堤冠鋼のプレス加工

堤冠鋼のプレス加工は、鋼板の厚さが12m/mと厚いため、木曾谷の鉄工場で加工できず、愛知県の造船関係プレス工場に図-3のように加工した。

(1) 鋼板プレスの角について

鋼板を直角に曲げるとその角の鋼材強度が弱くなることから角を円型にして、その円型の半径をできるだけ大きくした。また円型にすることは、石礫の衝撃時における破損摩耗防止のために必要と考える。

2. 堤冠鋼の作業穴と空気排除孔

プレス加工した工場で作業穴の切断と空気排除孔をあけた。

(1) 作業穴について

堤冠鋼を据付後に内部作業をするためと、コンクリート投入のための出入口である。大きさ

表-1 堤冠鋼別鋼材使用重量表

1枚当たり

種類	放水路天端堤冠鋼	袖立上り部分堤冠鋼	袖天端部分堤冠鋼
堤冠鋼鋼板	SS41. 厚さ12mm 1.524mm × 3.048mm = 4.65mm 4.65㎡ × 9.42kg/㎡ = 438.03kg	SS41. 厚さ12mm 切断面積 0.166㎡ 0.166 × 94.2kg/㎡ = 15.64kg 438.03kg - 15.64kg = 422.39kg	SS41. 厚さ12mm 348mm × 3.048mm = 1.061㎡ 上下流面 0.166㎡ 1.061 + 0.166 × 94.2kg/㎡ = 115.58kg
堤冠鋼接合板	SS41. 厚さ4mm 50mm × 60mm × 9枚 = 0.027㎡ 0.027㎡ × 31.4kg/㎡ = 0.85kg	SS41. 厚さ4mm 50mm × 60mm × 9枚 = 0.027㎡ 0.027㎡ × 31.4kg/㎡ = 0.85kg	SS41. 厚さ4mm 50mm × 60mm × 5枚 = 0.015㎡ 0.015㎡ × 31.4kg/㎡ = 0.47kg
アンカー	SD30φ 25.4mm 長さ70cm 天端18ヶ, 上流10ヶ, 下流8ヶ, 計36ヶ 36ヶ × 70cm = 25.2m 25.2m × 3.98kg/m = 100.3kg	SD30φ 25.4mm 長さ70cm 天端18ヶ, 上流10ヶ, 下流8ヶ, 計36ヶ 36ヶ × 70cm = 25.2m 25.2m × 3.98kg/m = 100.3kg	SD30φ 25.4mm 長さ70cm 天端5ヶ, 上流4ヶ, 下流4ヶ, 計13ヶ 13ヶ × 70cm = 9.1m 9.1m × 3.98kg/m = 36.22kg
堤冠鋼補強材	SD30φ 25.4mm 長さ40cm × 10m 40cm × 2本 = 80cm 1.0m × 4本 = 4.0m 4.8m × 3.98kg/m = 19.10kg	SD30φ 25.4mm 長さ40cm × 10m 40cm × 2本 = 80cm 1.0m × 4本 = 4.0m 4.8m × 3.98kg/m = 19.10kg	SD30φ 25.4mm 長さ40cm × 10m 40cm × 1本 = 40cm 1.0m × 2本 = 2.0m 2.4m × 3.98kg/m = 9.55kg
等辺山形鋼	SS41. 40mm × 40mm × 5mm 長さ1.976mm 2本 1.976mm × 2本 × 2.95kg/m = 11.66kg	SS 41mm × 40mm × 5mm 長さ1.976mm 2本 1.976mm × 2本 × 2.95kg/m = 11.66kg	SS41. 40mm × 40mm × 5mm 長さ1.976mm 1本 1.76mm × 2.95kg/m = 5.83kg
重量計	569.94kg	554.30kg	167.65kg

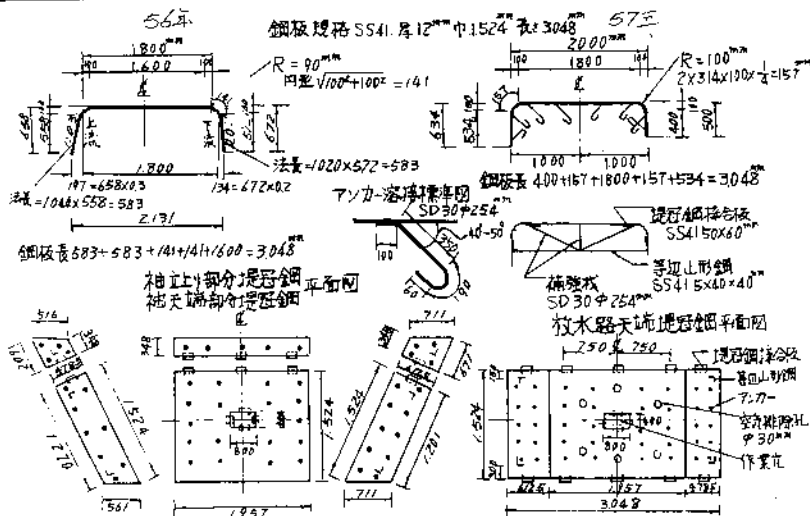


図-3 鋼製保護工定規図

は、幅400mm、長さ800mmの穴をあけた。作業穴は作業終了後溶接をする。

(2) 空気排除孔

空気排除孔は、コンクリート打設時に堤冠鋼内部の空気を排除するためと、コンクリートが内部へ充填したか確認のためのものである。

3. 堤冠鋼の細部加工

プレスと作業穴、空気排除孔をあけた堤冠鋼は、木曾谷の鉄工場へ運搬して、細部加工をした。細部加工は次のとおりである。

(1) 堤冠鋼接合板

接合板は、堤冠鋼どうしを接続するために堤冠鋼に溶接をする。

(2) アンカー

アンカーの取付は、コンクリートの補強を目的として、堤冠鋼に溶接をした。又アンカーの作製の溶接は、アンカー溶接標準図により施工した。

(3) 堤冠鋼補強材

プレスした堤冠鋼は、外力に対して弱いため、補強の目的で使用した。

(4) 等辺山形鋼

プレスした堤冠鋼には、ヒズミがあるため補整の目的と、規定の下幅をとるために使用した。

4. 堤冠鋼の組立

コンクリート堰堤本体の打設は、堤冠鋼を据付ける面まで水平に打設をする。堤冠鋼の現地での運搬組立は重機により据付組立をして、堤冠鋼を接合板に溶接をして組立は終る。

5. 堤冠鋼1枚当りの加工単価

放水路天端堤冠鋼を例として、鋼材部分の経費と加工部分の経費に別けて、それぞれ見積による金額とした。

6. 堤冠鋼内部へのコンクリート打設

コンクリートは普通コンクリート160kg/cm³を使用した。打設方法は、コンクリートポンプ車でブーム打設とした。打設は、コンクリートが空気排除孔からふきでるまで打設締固をして、コンクリートが充填したか確認をする。内部が鋼板で覆われているため確認の面で難かしい点がある。

VI 鋼製保護工施工後の効果

施工後多量の土石流にあった中から、その結果を調査してみると次の点が得られた。

1. 放水路天端の上下流角

放水路天端の上下流角、この部分は、土砂流出の際に一番多く抵抗をうけて摩擦する部分である。鋼製保護工を施工した5基の堰堤をととして、この部分の衝撃によるへこみ、または摩擦はみられない。

この点は、角を丸型にして石礫の抵抗を少なくしたためと考えられる。

2. 放水路天端路面

No.3堰堤の左岸袖よりに直径18cm深さ14mmのへこみがみられる。これ以外他の堰堤にはみられない。石礫の流送時におきるかき傷は、随所みられるが摩耗はしていない。

表-2 放水路天端堤冠鋼単価表
1枚当り

名 称	数 量	単 位	単 価	金 額
堤 冠 鋼	438.03	kg	80,340	35,191 円
堤冠鋼接合板	0.85	"	80,340	68
ア ン カ ー	100.30	"	59,740	5,991
堤冠鋼補強材	19.10	"	59,740	1,141
等 辺 山 形 鋼	11.66	"	59,740	696
小 計	569.94			(43,087)
見 積 金 額				42,967
工 場 加 工 費				35,051
防錆ペイント1回塗り				3,590
運 搬 費				4,559
組 立 費				5,272
現 場 加 工 費				5,699
小 計				54,171
計				97,138
袖立上り部分堤冠鋼				94,473
袖中間部分堤冠鋼				97,138
袖天端部分堤冠鋼				28,335

3. 袖の部分

施工した5基の堰堤をとおして、左岸袖の上流角が上石流の衝撃によって多く損傷へこみがみられる。袖の鏡面については、かき傷が随所にみられる。右岸袖部分は左岸と比較して極めて損傷へこみが少ない。これは溪流が上流で急激に左折した場所があり流心が左よりとなり左岸袖に当るものと考えられる。

普通流送されている転石の大きさは、大きいもので6㎡から12㎡に達する。仮に袖部分を保護工をしてなければ、この部分が破壊されたと考えられる。

4. 放水路天端保護工別の金額比較

経済的な面を、富配合コンクリートと同一場所で設計し比較してみた。(表-3)。鋼製保護工は天端厚1.8m富配合は2.0mで設計した。よって体積で鋼製堰堤は、85㎡の減となる。天端保護工を比較すると鋼製は、富配合より1,015千円高くなる。袖部分の保護工を施工してあるから当然438千円は高くなっている。型枠から床堀までは、天端厚の関係から富配合より安くなっている。

総体的な金額では富配合は、688千円と安くなり鋼製保護工は2割程度の割高となる。しかし富配合コンクリートが20cm摩耗した場合この天端補修工事費は、1,028千円の経費が必要となり、最終的には、鋼製保護工が経済的であると考えられる。

表-3 放水路天端保護工別金額比較表

鋼製保護工天端厚1.8 m					富配合コンクリート天端厚2.0 m				
種 別	数 量	単 位	単 価	金 額	種 別	数 量	単 位	単 価	金 額
体 積	1,307	㎡			体 積	1,392	㎡		
コンクリート160kg/cd	1,307	"	12,550	16,402	コンクリート160kg/cd	1,332	"	12,550	16,716
放水路天端堤冠鋼	20	基	97,138	1,942	" 450kg/cd	168	"	17,500	2,925
袖中間部分堤冠鋼	2	"	97,138	194	" 300kg/cd	414	"	14,550	6,022
袖立上り部分	2	"	94,473	188					
袖天端部分	2	"	28,335	56					
型 枠	908	㎡	5,800	5,271	型 枠	968	㎡	5,800	5,614
水 抜	12	本	25,500	306	水 抜	13	本	25,500	331
中 硬 岩 床 堀	30	㎡	9,000	270	中 硬 岩 床 堀	33	㎡	9,000	297
転石交土床堀	1,278	"	1,600	2,044	転石交土床堀	1,313	"	1,600	2,100
計				26,673	計				25,985
26,673,000 - 25,985,000 = 688,000 鋼製保護工は、2割の割高となる。					20cmの摩耗があった場合の天端補修工事費は、1,028,000円経費が必要となる。				

Ⅶ 考 察

鋼製保護工を施工した結果、次の諸点が考察された。

1. 当初目的とした、鋼製保護工による摩耗防止については、2年を経過した中から十分な効果を得ることが出来た。
2. 経済的な面では、富配合コンクリートと比較すれば、2割程度の割高となるが今後、天端補修工事がなくなることを考えれば、経済的效果は充分であると考えられる。
3. 施工上の問題点として、保護工内部へのコンクリート打設の場合、隅々までコンクリートが充填したか確認の点で難かしい面がある。

お わ り に

コンクリート堰堤を施工しても大転石の移動により摩耗、破壊の危険の高い流域において、摩耗防止の目的で鋼板による保護工を施工したところ、短期間の結果ではあるが、十分な効果を得た。

しかし、まだ施工した保護工の経過年数が少ないため、今後の状況をふまえながら検討すべき問題点もふくめて、この流域の治山事業を進めてゆきたいと考えている。