

# 自然環境に優しい工法を目指して!

地すべり災害で発生した倒木・損傷木等の循環型木材有効利用

山形県 村山総合支庁 西村山森林整備課

○ 治山係長 布施昭彦

技 師 荒木龍平

## 1、はじめに

森林土木工事を施工するうえで、山腹崩壊や地すべり発生に伴って土塊とともに移動した倒木や損傷木などは2次災害や工事の支障になり、早急に処分しなければならないのが現状である。今までは野焼きなどで処理してきたが、近年焼却に伴うダイオキシン類の発生や大気汚染・地球温暖化などが指摘され始めたことから、平成9年「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」により野焼きが禁止された。

このような背景のなか、当管内において平成12年大規模な地すべり災害で発生した産業廃棄物になりかねない大量の倒木・損傷木・伐根などを利用し、『施工性』『安定性』『景観性』『経済性』『保全性』『耐久性』などを考慮し、「自然環境に優しい工法」に取り組んだので、その事例を報告します。

## 2、地すべり災害の概要

災害現場は、山形県のほぼ中央部に位置する(図-1)山形県西村山郡大江町大字貫見字要害地内の標高400mの田代山地区です。平成12年4月24日未明に発生した大規模な地すべりは、田代山の西側山頂付近が融雪によって崩れ、平均幅約80m、長さ約1km、深さ約10mに渡って土砂が流出し、下流の八杯沢を一瞬のうちに埋め治山ダム4基を埋設しました。(写真-1)

また、林道田代山袖山線に架かる長さ35mの八杯沢林道橋の上部工を約100m下流に、そのままの形で押し流しました。(写真-2) 被害区域は森林面積13.8ha、流出した土砂は推定約百万立方におよぶ、近年、稀に見る大災害でした。

大江町では、田代山地区地すべり対策連絡本部を設置し、今後の対策を検討しました。

対策本部では、さらに現地調査を実施した結果、不安定土砂が支流八杯沢の全流域を覆い、崩壊した土砂が本流田代沢の合流地点で塞ぎ止められ、土石流が発生する可能性が出てきたため、下流に住む2世帯6人が大江町の対策本部から避難勧告を受けて、貫見公民館に一時避難しました。

## 3、地すべり災害の復旧計画

山形県では緊急に、林地荒廃防止施設災害復旧事業及び災害関連緊急地すべり防止事業の採択を受けて、災害復旧に取りかかりました。

復旧計画は、地すべり頭部の土塊を取り除く排土工、地すべり推力を直接抑止する杭打工、深層地下水を排除する集水井工及び集水ポーリング工、地すべり末端部の安定をはかる土留工、降雨時の浸透水や地表水を規制する水路工、また溪岸の流路を固定する流路工、さらに下流への土砂の流出を防止する谷止工を計画しました。総工事費は約10億円で10工区の工事に工区分けしましたが、地すべり地に数多く存在する倒木・伐根・枝条などについては、工事の支障になるため、早急に処分する必要がでてきました。(写真-3)

#### 4、自然環境に優しい工法の検討

災害現場での倒木や損傷木を調査してみると、建築用材などには利用できないのが現状で、産業廃棄物に成りかねず発注者とすれば頭が痛い問題です。そこで、この大災害の早期復旧に対応するため、地元の関係者・測量設計会社・施工業者・発注者でプロジェクトチームを結成して、検討を重ねました。

本プロジェクトでは、支障木の有効利用と複雑な構造を避け効率よく施工できる『施工性』、工作物の安定を考えた『安定性』、景観への影響を最小限におさえ自然景観との調和を求めた『景観性』、工事コストの縮減を考えた『経済性』、動植物や周辺の生態への影響を配慮した『保全性』、維持管理や木材の腐朽を考えた『耐久性』などを考慮して、作業を進めました。そしてまた、設計の根拠となる歩掛が確立されていることを条件に加えました。

#### 5、暗渠工の検討及び施工

まず、最初に現場に無数に散乱している、(写真-4) 伐根や枝条そして割れや曲り等欠点の多い損傷木を暗渠工のフィルター材として代用できないか検討しました。特に、田代山地区の災害現場については、地下水が豊富で地表の至るところで湧水がありました。そこで、この伐根や枝条などにより、比較的浅い地下水を排水する目的で検討を重ねました。

そして、①中詰する木材は皮付き、かつ、無加工のまま使用する。②中詰空隙の過不足は丸太の組合せと伐根や枝条の併用によって調整する。③曲線部における中詰は、丸太の長さを短くして調整する。などを考慮して暗渠工の構造は単純な構造にしました。(図-2)

施工方法は、バックホウで暗渠工の深さまで掘削します。深さは機械施工が可能な深さの2mとし、下幅は50cmにしました。そこに、暗渠工の底面に防水シートを張り、暗渠管を2本敷設します。その上部にフィルター材として集積した伐根や枝条を掴み装置付きバックホウで(写真-5) 中詰します。なお、フィルター材の上部は表面水の流入を防止するため、景観に配慮して伐根や枝条などが乱雑に成らないように、そして、また周辺の生態系に配慮して厚さ50cmの土砂埋戻しを行っています。(写真-6)

歩掛については、林野庁の森林整備必携と土木部の積算基準書を採用しています。(表-1)

経済性を見た場合、フィルター材を伐根・枝条と山砂利と再生クラッシャーランの3種類で比較しました。(表-2) 1m当たり山砂利で4,817円、再生クラッシャーランで5,057円安くなります。さらに、田代山6工区工事の現場で比較すると山砂利で290万円、再生クラッシャーランで304万円も安くなります。参考までに、フィルター材だけでのコスト縮減率を算出すると、8.4%から8.8%でした。

#### 6、護岸工の検討及び施工

田代山地区での倒木・損傷木は、針葉樹と広葉樹を合わせて2,269本、支障木は、針葉樹と広葉樹を合わせて7,172本です。(表-3) これらの木材を流路を固定するため、護岸工に利用できないか検討してみました。護岸工に木材を使う理由は溪床勾配が、緩やかな勾配であったことや転石が少ない溪流であることから木製護岸工を採用しました。

近年の国産材の需要拡大や森林整備などを促進するうえから、間伐材を主体とした利用促進が求められ、当管内でも積極的に導入していますが、使用されている間伐材のほとんどが末口径10cm以下の小径木で、細くて軽量なため取り扱いが容易です。ここで使おうとしている現地発生材の丸太平均直径は16から20cmの中径木です。丸太は設計値を満足し、しかも取り扱いが容易である2mの長さとししました。

木製の護岸工は、安全で確実にそして、柔軟に施工できる丸太杭打ち工法を選択し、計画断面は溪流幅を十分考慮し、安全に流下し得る断面としています。(図-3)

杭の高さは、流路の管理がやり易く、杭も自立する50から60cmにして、複断面を採用しました。根入れは、十分にとっていますが、洗掘防止のため計画勾配線に沿って、現地発生材を使って根固工を計画しました。

杭打ち作業は土場で、丸太の先端を削り杭にします。(写真-7) 杭打ち作業については、杭打用に開発した特殊なアタッチメントを破碎機械に装着した0.25のバックホウで、作業に入りました。特殊なアタッチメントの形状は最大長が64cm、最大幅が31cmです。下部は、杭打ちの打撃振動による杭のズレを防止するため内径25cm、深さ7cmの円形の受口面を設けています。(写真-8)

施工状況は、最初に杭の施工位置に水系を張り、その位置に杭を立てて下流から杭打ちを行っています。また、誘導員の指示により、杭の微調整や打ち込みの深さなどの指示を行います。打ち込み作業時間は、1本当たり微調整も含めて平均約10分程度です。(写真-9)

さらに、杭打ちした丸太の頭部は、カスガイで連結し一体化をはかり、安定させています。

また、溪岸を早期に固定する目的で、護岸工の背面にヤナギの挿し木を行っています。

歩掛については、林野庁の森林整備必携と土木部の積算基準書を採用しています。(表-4)

経済性は、丸太杭打ちタイプと根入型基礎タイプと木製井桁工タイプの3種類で比較しました。(表-5) 1m当たりの単価の比較では根入型基礎タイプで25,524円、木製井桁工タイプと比較した場合は、67,370円安くなりました。

これを、田代山5工区工事の現場で比較すると、根入型基礎タイプでは788万円、木製井桁工タイプと比較した場合は、2,081万円安くなりました。

この結果コスト縮減率は、7.4%から17.4%と非常に高い縮減率です。

## 7. おわりに

出来栄は、木材の見た目の柔らかさから自然景観と調和して、たいへん満足のいく良いものが出来たと思います。(写真-10)(写真-11)(写真-12) 目標であった、『施工性』『安定性』『景観性』『経済性』『保全性』『耐久性』は、十分達成できたと考えています。

今後は、杭打した丸太が腐朽した時、ヤナギの挿し木した根によって、いかに護岸が保護できるか今後の観察が必要と考えられます。また、防災対策をさらに効果的・効率的に高めていくためには、工作物の整備と併せて護岸の周辺について複層林・混交林など防災機能の高い森林の造成をしなければならず、樹種や草本類などの導入も検討していく必要があると思われま。以上、報告を終わります。

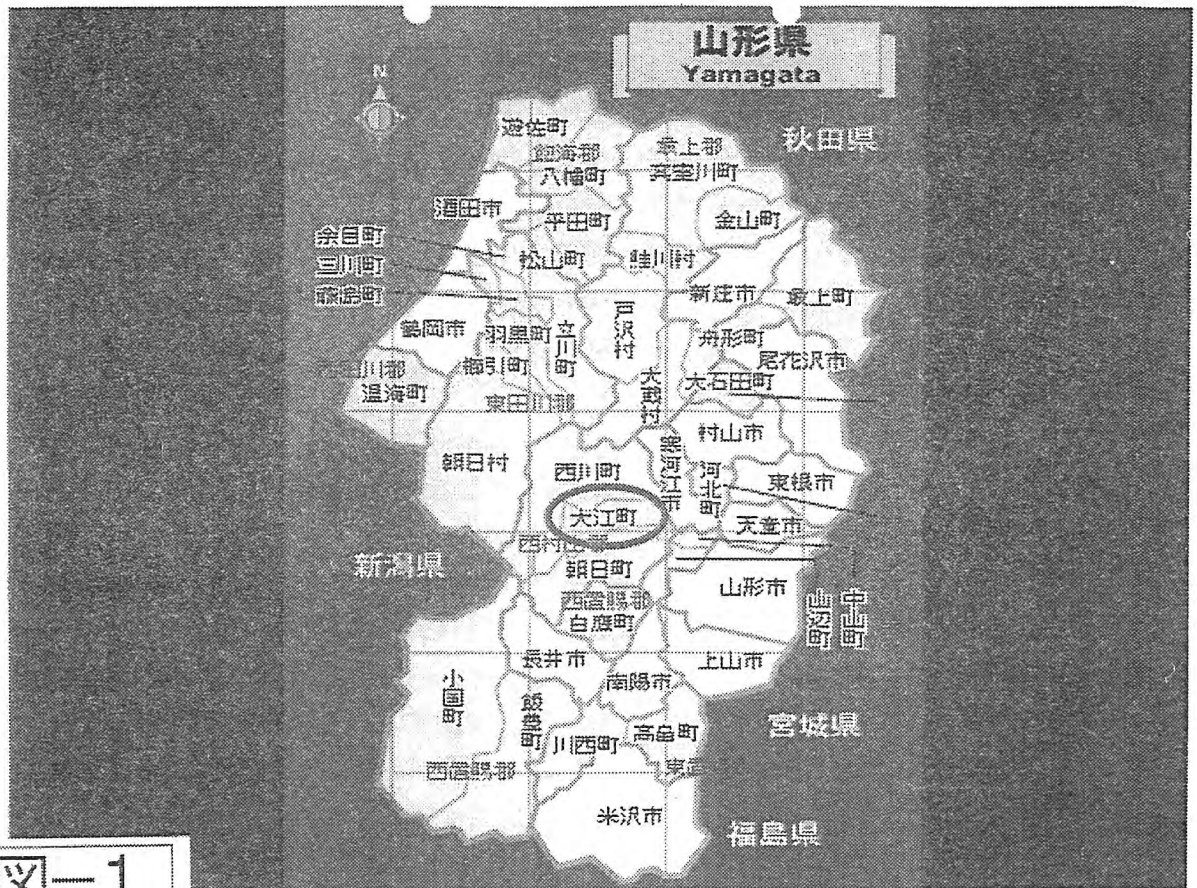


図-1

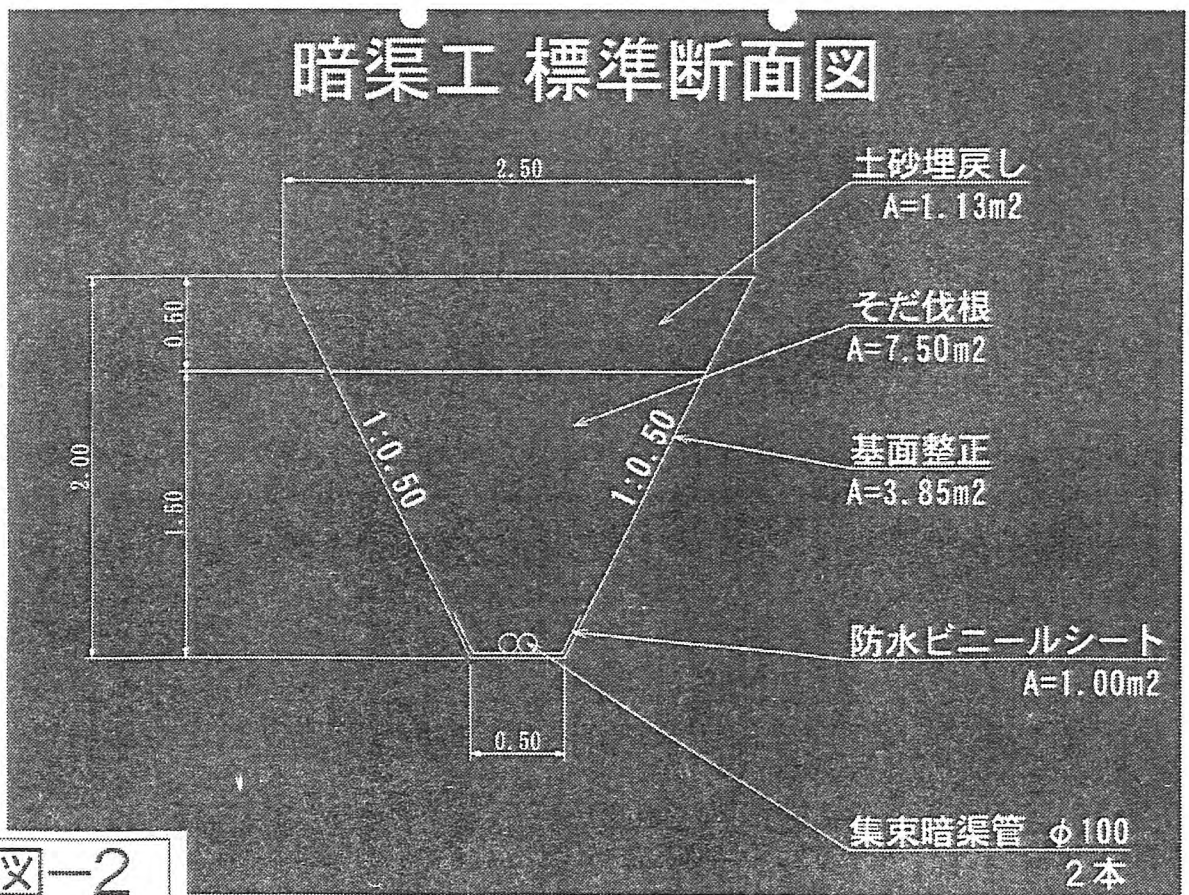


図-2

# 護岸工標準断面図

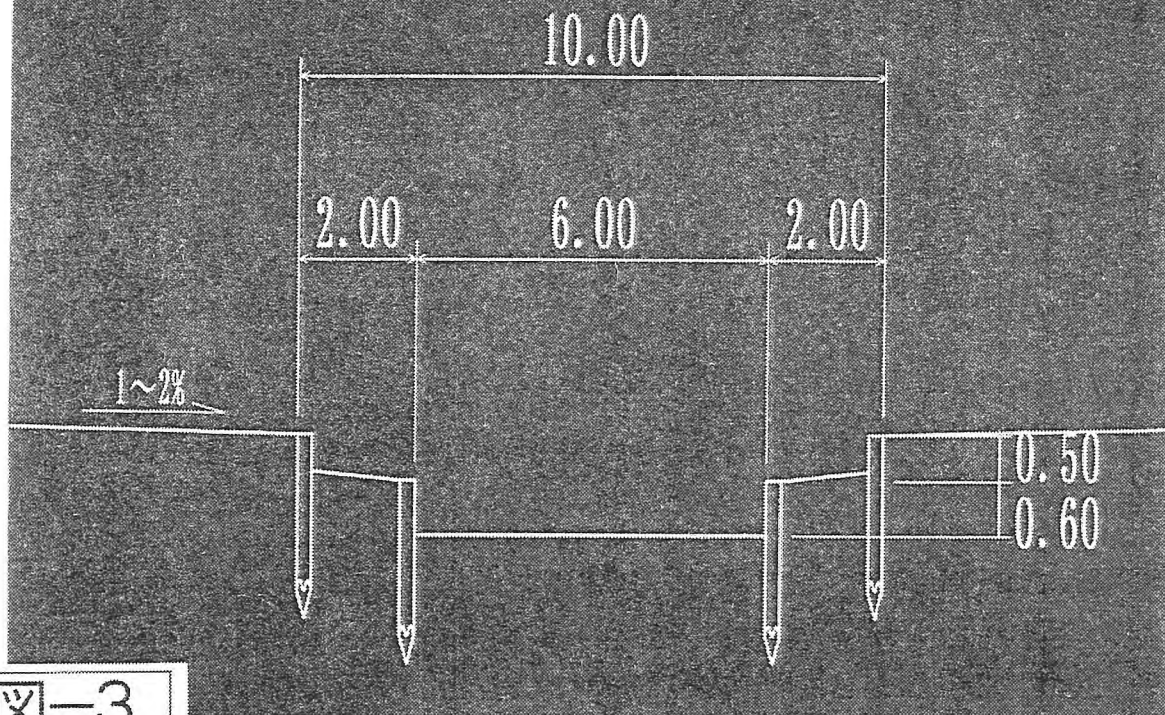


図-3

表-2 暗渠工単価比較表

単位：円

フィルター材 の種類	1m当り		6工区工事	
	単価	差	602.1 m	差
伐根や枝条	5,503	—	3,313,356	—
山土砂	10,320	4,817	6,213,672	2,900,316
再生クラッシャーラン	10,560	5,057	6,358,176	3,044,820

表-3

## 田代山地区・倒木、損傷木 材積 平均値算定表

倒木、損傷木	本数(本)	直径×本数 合計	平均直径(cm)	2cm括約	材積(m <sup>3</sup> )	
針葉樹	1,792	40,804	22.8	22	723.9	≒ 724
その他用材林	477	7,904	16.6	16	76.7	≒ 77
合計	2,269	48,708	21.5	20		801

## 田代山地区・支障木 材積 平均値算定表

支障木	本数(本)	直径×本数 合計	平均直径(cm)	2cm括約	材積(m <sup>3</sup> )	
その他用材林	3,569	54,958	15.4	14	468.0	≒ 468
スギ類	2,347	44,628	19.0	18	915.6	≒ 916
マツ類	1,256	23,164	18.4	18	332.6	≒ 333
合計	7,172	122,750	17.1	16		1,717

表-5

## 護岸工単価比較表

単位:円

木製護岸工 の種類	1m当り		5工区工事	
	単価	差	308.96 m	差
杭打タイプ	54,652	—	16,885,281	—
根入型基礎タイプ	80,176	25,524	24,771,176	7,885,895
木製井桁工タイプ	122,022	67,370	37,699,917	20,814,636

大型暗渠工(フィルター材は、「粗朶や根株」等を利用)歩掛表

(1) 適用範囲  
本歩掛は、「粗朶や根株」等をフィルター材として利用し、機械施工可能な暗渠工に適用する。

(2) 施工概要  
施工フローは、下記を標準とする。



備考：本歩掛で対応しているのは、実線部分のみである。

(3) 機種選定

名	称	使用 機 械	規 格
機械掘削・埋戻し	バックホウ	油圧式クローラ型	山積み 0.8m <sup>3</sup>
フィルター材集積・積込	バックホウ	油圧式クローラ型	山積み 0.8m <sup>3</sup>

(4) 施工歩掛

(1) 機械土砂掘削(シヨベル系掘削)  
「森林整備事業標準歩掛(山地治山土工) (2)シヨベル系掘削機械歩掛 P.499~P.501」による。

(2) 基面修正(床付面の修正作業)  
100m<sup>2</sup>

名	称	単 位	数 量
普通作業員	人		2.0

(3) 防水シート

名	称	単 位	数 量
暗渠下敷用	m <sup>2</sup>		1.0

(4) 暗渠排水管

「森林整備事業標準歩掛(共通工(1)) 4-1-7硬質塩化ビニール管据付工 P.202~P.203」による。

(5) フィルター材集積・積込

「FH13 山形県土木工事標準積算基準書 第三編 河川 第2章 河川維持工 ⑤ 伏木・除根工 P.Ⅲ-2-⑤-1~Ⅲ-2-⑤-4」(準用)による。

(6) 機械土砂埋戻し(シヨベル系掘削)

「森林整備事業標準歩掛(山地治山土工) (2)シヨベル系掘削機械歩掛 P.499~P.501」による。

(5) 暗渠工(排水管2本使用で、深さが2.0mの場合) 単価表

名称	規格	単位	数量	1m当り	適用
土砂掘削	バックホウ	m <sup>3</sup>	3.0	(4)-(1)	
基面修正	普通作業員	m <sup>2</sup>	3.9	(4)-(2)	
防水シート	暗渠下敷用	m <sup>2</sup>	1.0	(4)-(3)	
暗渠排水管取付け	暗渠排水管	m	2.0	(4)-(4)	
フィルター材積込	粗朶・根株等	m <sup>2</sup>	7.5	(4)-(5)	
土砂埋戻し	バックホウ	m <sup>3</sup>	1.1	(4)-(6)	
計					

木製護岸工(木杭打ち護岸工)歩掛表

(1) 適用範囲

本歩掛は、束口18~24cm・杭長3m以下の丸太を使用し、機械施工(バックホウ装着式の大型ブローカー)可能な木製護岸工に適用する。

(2) 施工概要

施工フローは、下記を標準とする。



備考：本歩掛で対応しているのは、実線部分のみである。

(3) 機種選定

名	称	使用 機 械		規 格
		機 械 名	規 格	
木杭打ち込み	大型ブローカー	油圧式600~800kg		

(注) 大型ブローカーのベースマシンは、バックホウ排出ガス対策型クローラ型山積0.45m<sup>3</sup>(平積0.35m<sup>3</sup>)とする。

(4) 施工歩掛

(1) 杭先端仕付え

「森林整備事業標準歩掛(杭打ち及び矢板打ち) 第6 杭打ち及び矢板打ち 6-1-3 木杭仕付歩掛 P.386」(準用)を採用して、作業内容により歩掛が『杭先端仕付え』だけでなく、歩掛を3等分した。

名	称	単 位	数 量	10本
普通作業員	人	0.26(0.77/3)	0.33(0.99/3)	0.38(1.13/3)

(2) 木杭打ち込み

「FH13 山形県土木工事標準積算基準書 第三編 河川 第2章 河川維持工 ① 多自然型護岸工(木杭打ち) P.Ⅲ-2-①-1~Ⅲ-2-①-2」(準用)による。

名	称	単 位	数 量	10本
世帯役	人		0.17	
普通作業員	人		0.34	
大型ブローカー	h		0.94	
バックホウ運転	%		2	

(注) 諸経費は、ブローカーの先に取り付けられる木杭打ち用のキャップの費用であり、労務費及び機械経費の合計額に上記率の率に乘じた金額を上限として計上する。

(5) 木製護岸工(木杭打ち護岸工の場合) 単価表

名称	規格	単位	数量	1本当り	適用
杭先端仕付え	普通作業員	本	1.0	(4)-(1)	
木杭打ち込み	バックホウ	h	1.0	(4)-(2)	
計					