

カラマツ丸太を多用した西部地震災害地の 土砂流出防止工法について

王滝・経営課 原 文 夫
 治山係 野 田 富 次 伊 藤 国 男
 小 林 栄 一 開 藤 直 樹
 古 谷 治 久

要 旨

西部地震災害地の膨大な不安定土砂の流出を防止するため、カラマツ丸太による床固工等を、現地に最も適した工種工法として採用し実行した。丸太工作物は軟弱地盤、排水性、現地加工等に優れた利点を示し、復旧工事が順調に進み、短期間に約70haの広大な荒廃斜面を安定させることができた。

は じ め に

59年9月14日王滝村を震源として発生した長野県西部地震に伴う巨大崩壊は、御岳山南麓斜面の標高1,950m～2,550mに発生し、その規模は延長1,300m、最大巾700m、最大深さ150m、面積75ha、崩壊土量3,600万 m^3 と推算されている。この土量は土砂1 m^3 を2tに換算すると、10トンダンプで1日100台1年365日休まず運び続けて、200年かかる途方もない土量である。

この土石流によって流下し堆積した不安定土砂が濁川（伝上川合流点から上流）には約500万 m^3 堆積しており、降雨時の増水によって堆積土体が流動化現象をおこして、土石流の引き金になる可能性があり、早期に土石流出防止工事を実施する必要があった。

表—1 T.種別カラマツ丸太使用量

工 種	工種数量	使用丸太数量	備 考
丸太砕床固工	14,536.0 ^{m³}	2,165.8 ^{m³}	木口径範囲 16～26cm
丸太土留工	5,849.2 ^{m²}	631.0 ^{m³}	木口径範囲 5～20cm
丸太筋工	9,016.1 ^m	438.2 ^{m³}	木口径範囲 5～16cm
丸太水路工	1,178.0 ^m	233.5 ^{m³}	木口径範囲 5～20cm
計		3,468.5 ^{m³}	

このため流送石礫の多い掘削水路など要所にはコンクリート床固工、コンクリートブロック床固工を配置し(写真-25)、堆積段丘上部の凹凸など微地形の修正には、現地付近に豊富にあるカラマツ材、石礫、雑草カヤ株等を活用した丸太枠床固工、土留工、筋工、水路工等の各工種を組合せて土砂流出防止工事を施工し、70haに及ぶ広大な荒廃溪流を一年という短い期間に、安定した河道空間に導き緑化への足がかりとし、8月にはボランティアによるヒノキの植樹も実行された。(写真-30)この工事に使用したカラマツ丸太は総量約3,500 m^3 に達した。

いまカラマツは、間伐促進などの面からその利用が叫ばれているが、かつては土木工事に用資材としてその大宗を占め、木材利用工法として広く活用され、十分効果をあげていた資材である。

今回西部地震災害地の地形、土質、施工条件、土砂流出の形態等を検討する中で、カラマツ丸太を現地に最も適した資材として採用したものである。

I 施工地の概要

地震前の濁川は溪床勾配約5%で約50mの流路を除いて、ヒノキ、カラマツの人工林と、木曾ヒノキ、サワラ、コメツガ、ウダイカンバ等の天然林からなる森林であった。ここには昭和54年10月28日の御岳山有史以来の噴火以後、7基の治山ダムが設置され安定した溪間を形成していた。(写真-1)ここに地震に伴う土石流によって平均勾配8%、平均巾200m、長さ2,500m、堆積の厚さ平均10mで堆積土量約500万 m^3 と推算されている。(写真-2)

この70haに及ぶ堆積段丘上流の赤川、白川はその流域水文特性等からみて、地表水流が大きく、降雨時にはかなりのピーク流量が予想され、この流量による不安定土砂の流出が懸念されていた。不安定な堆積土体には巨石は少ないが大小の岩塊、礫が多く、これに泥土が混って、かなり塑性変形を持つ湿潤な堆積土体である。濁川全体を眺めると極めて平坦に感ずるが、中に入ってみると起伏が大きく、降雨後にはいたるところに池状の滞水がみられ、透水性の悪い土体であることが判る。(写真-7)

濁川右岸の溶岩台地には、間伐期を迎えたカラマツ人工林が広がり、沢には岩塊、礫が多く復旧工事資材としては最良の条件にある。

II 復旧計画

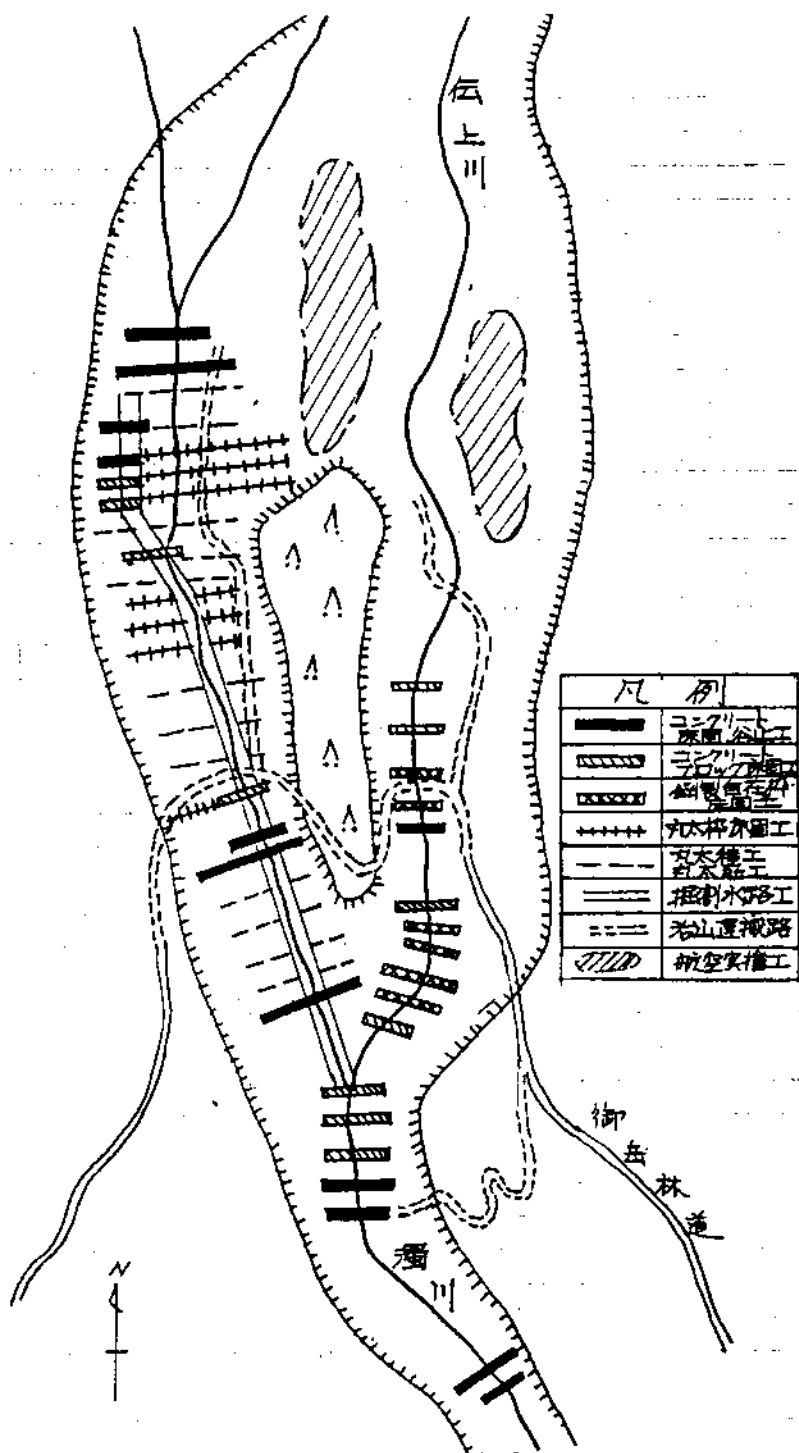
約500万 m^3 という膨大な堆積土石が上流部から下流部にかけて、5~15mの厚さで堆積しており、しかも湿潤なうえ透水性も悪く、降雨等で一旦水を含むと内部摩擦角が小さくなり、流動化現象を起して工作物そのものを捲き込んで流下する恐れがある。

そこで濁川の流れをスムーズに流下させるため、堆積土体上に掘削水路を開設し、徐々に河道を固定させていくことにした。兩岸の堆積土体は地盤支持力が低く、土体内の含水排除を促進して背面土圧の軽減を図り、土体を固定していくためにカラマツ丸太枠床固工、カラマツ丸太土留工、カラマツ丸太筋工、カラマツ丸太水路工等を組合せて施工することとした。

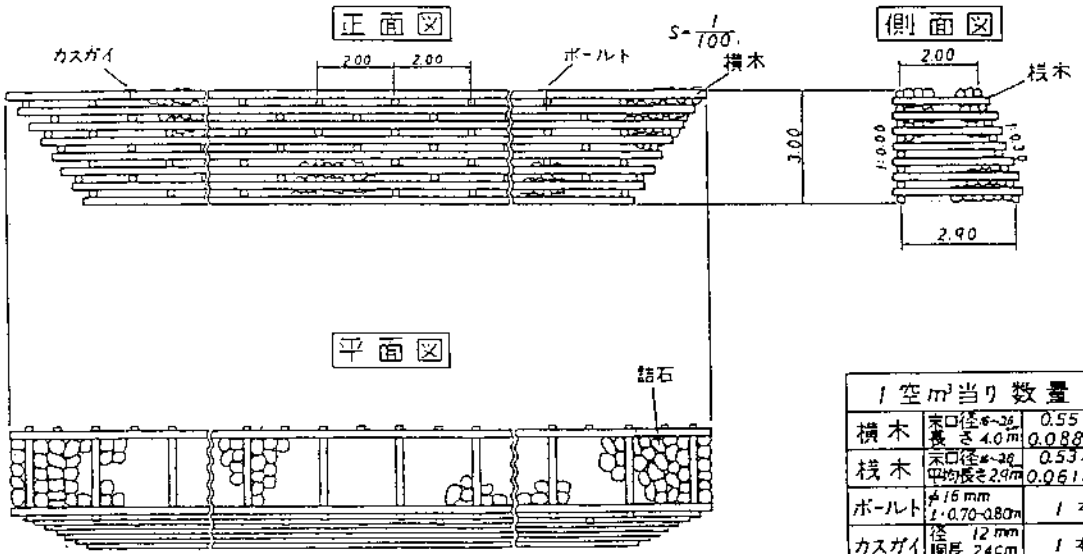
(図-1に施工地の平面図と、図-2、3、4、5に各工種の定規図を示す。)

工作物規模は掘削水路を巾40m、深さ1.5m以上を標準とした。(写真-3、4)床固工は高さ3m(写真-12)、土留工、筋工は25mから50m間隔に系列的に配置した。(写真-15~18、26)カラマツ丸太水路は堆積土体内の湧水地や兩岸山腹面からの流水を、土体内に含水させることなく掘削水路にすみやかに流下させるようにした。(写真-19~24)

またカラマツは御岳山麓の自然景観保全の面からも現地にマッチした優れた土木資材であった。

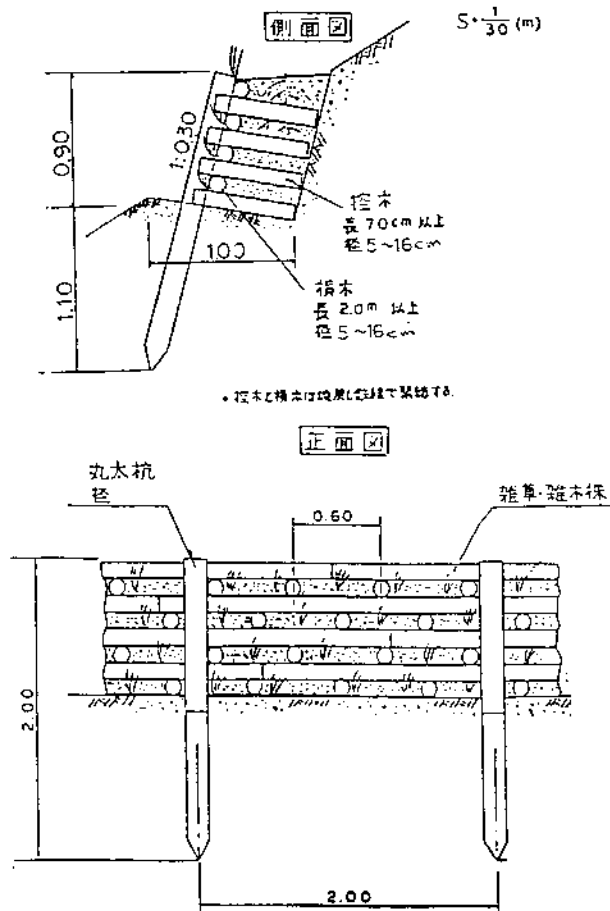


図一 濁川・伝上川復旧治山工事概要図



1 空 m ² 当り 数量		
横木	末口径φ=26 長さ 4.0m	0.55 本 0.088 m ²
栈木	末口径φ=26 平均長さ 2.9m	0.53 本 0.061 m ²
ボ-ルト	φ16 mm 1.070-0.80m	1 本
カスガイ	径 12 mm 柄長 24cm	1 本
詰石	径 20cm以上	0.87 m ²

図-2 丸太枠床固工定規図

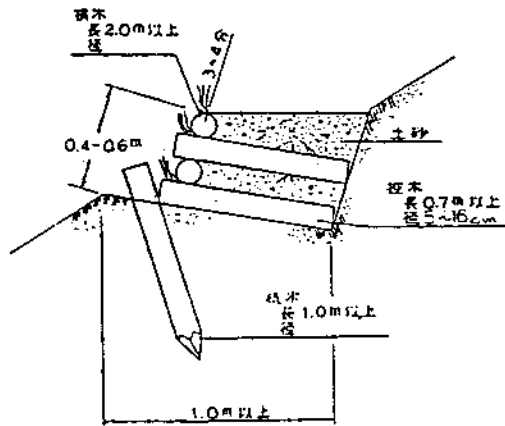


・ 杭木と横木の隙間に砂を詰めて締結する。

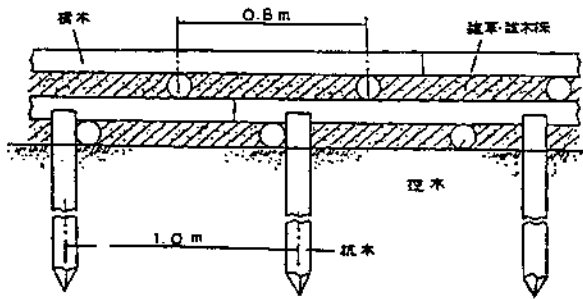
図-3 丸太土留工定規図

$$S = \frac{1}{20} (m)$$

側面図



正面図

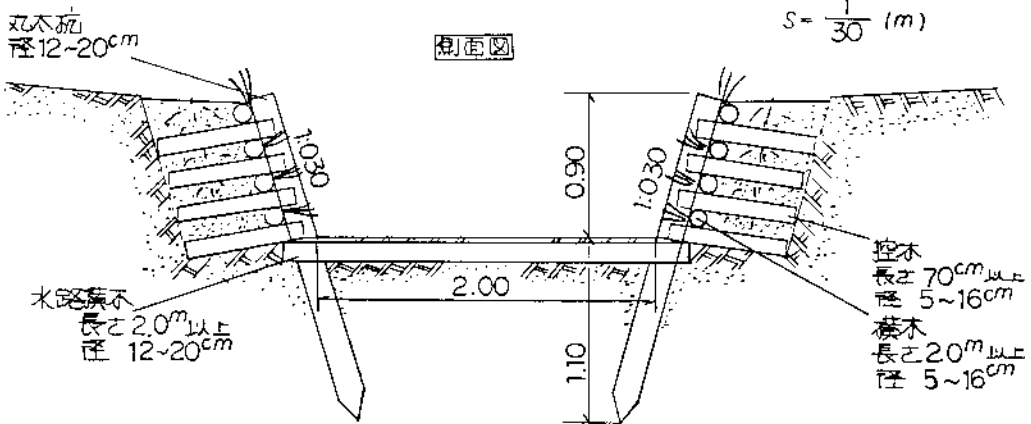


・控木と礫木は焼戻し鉄線で繋ぎます。
 ・礫木と枕木はガサガサして

図一四 丸太筋工定規図

$$S = \frac{1}{30} (m)$$

側面図



・控木と枕木は焼戻し鉄線で繋ぎます。

図一五 丸太水路工定規図

Ⅲ 施 工

カラマツ丸太をスムーズに工事現場に供給するため、各業者の工程表に基づく月別使用量の計画表を提出させて調整し国有林材の活用を図ったが、丸太使用量3,500 m^3 のうち国有林材の供給は、約40%の1,300 m^3 であり、他は県下各地の民有林材を使用した。(写真-9)

カラマツ丸太の加工は現地で自在に行うことが出来るので、地形に応じて多様な施工が出来た。とくに水路の曲線、土留と地山の接点等、きめ細かに施工することが出来た。

人力を主体とした施工となるが、難しい技術を要せず、各工種の組立てに当って現地で施工技術の研修会を行い一とおりの手順を修得した各作業員は、丸太の組合せにより高さや長さの調整、部材の結合等にそれぞれ工夫を凝し、効率的に作業を行った。また施工管理、工程管理が容易なことから、1日どの位施工出来るという目安が出来て、機械力主体の作業と違って、現地は活気に満ちて、70haの広大な荒廃河道が、みるみる安定した空間へと広がっていった。

特にカラマツ丸太床固工は15基の体積が約15,000 m^3 で、中詰礫を現地堆積土体内及び掘割水路から求めたので、施工後は表層から、かなりの石礫が整理され、今後の緑化、植栽に適した斜面を提供してくれた。(写真-8~11, 13, 14)また掘割水路の中からは径1m以上の巨石も現われたので、これは濁川上流部のコンクリート床固前庭の水叩部に敷きつめて巨石水叩工とした。(写真-6)その面積は巾40m、長さ30mで約1,200 m^2 でありコンクリートブロックで施工すれば、施工経費は23,400千円となり、その分経費節減が図られた。また水路内に散在する巨石は掘割水路両岸に護岸状に積重ね、約600mの巨石護岸として活用した。(写真-5)これも掘割水路を開削するに伴って現れた巨石を置き換えることによって、経費ゼロで完成した護岸である。

このように現場監督をする中で、創意工夫することにより最小の経費でより大きい効果を生むことが出来たと確信している。

Ⅳ 考 察

濁川の土砂量約500万 m^3 という膨大な不安定土砂を前に、施工管理に不安があったが、手近かにあるカラマツ丸太と石材の活用によって、濁川はいま宅地造成された様な、安定した河道空間となっており、今後の緑化が待たれるところである。(写真-27~29)

そこで計画、施工を通じて考えられることを述べると次のとおりである。

1. 工作物背面の排水効果は極めて優れている。
2. 不等沈下に柔軟に対応出来る。
3. 現地加工が容易で地形に応じた施工が出来る。
4. 施工が早い。
5. 材料は豊富である。
6. 特別な技術を要しない。
7. 周囲の景観に調和した工法で環境保全に役立つ。
8. 土壌改良が期待出来る。

などの利点がある。耐久性については10~20年を経過すれば、植生によって安定斜面に誘導されるので問題は生じないと考えている。

おわりに

今回カラマツ丸太を約3,500㎥使用して施工したが、先に述べたとおり、カラマツの利点が十分に活かされて、被災後一年という短期間に予想以上の成果を得た。

施工現場は災害直後のすさまじさや、恐怖感は全くなく、復旧から緑化の段階へと着実に前進している。

今後ともカラマツを林業土木資材として見直し、施工地の条件を見極めながら適地、適材料という面から大いに活用していくべきで、特に活用に対する意識を改革すべき時期であると考えている。この積極的活用によってカラマツ造林地の間伐促進にもつながるものである。

また、治山土木工事に国有林材をより多く利用させるためには、署における間伐の対応を柔軟に連動させるとともに、署全体のカラマツ使用量を常に把握し、計画的な供給に努め請負人の工事工程に積極的に対応するよう、十分考慮すべきものと考えられる。



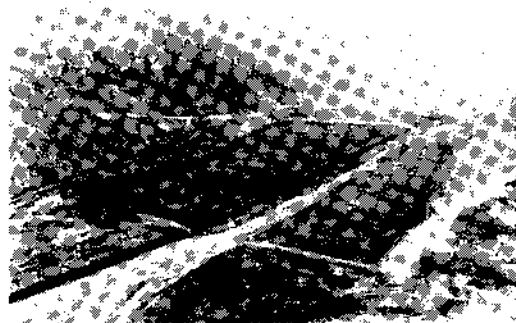
(写真-1) 災害前の濁川既設低ダム群と安定した河道



(写真-2) 巨大崩壊により形成された濁川の膨大な堆積段丘



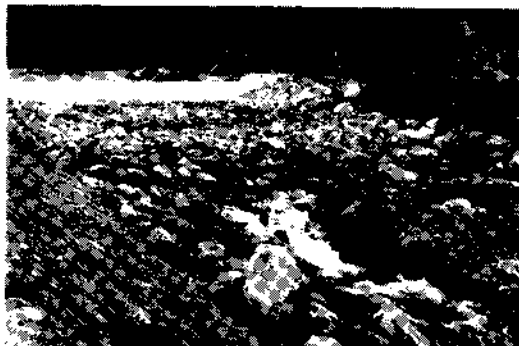
(写真-3) 掘割水路施工状況



(写真-4) 掘割水路の完成状況(下流部)



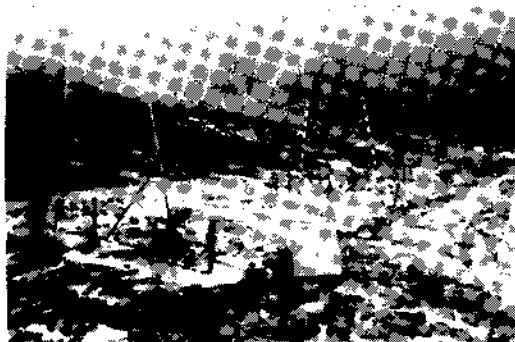
(写真-5) 巨石を利用した掘削水路護岸



(写真-6) 巨石を利用した最上流部コンクリート床固工の水叩き



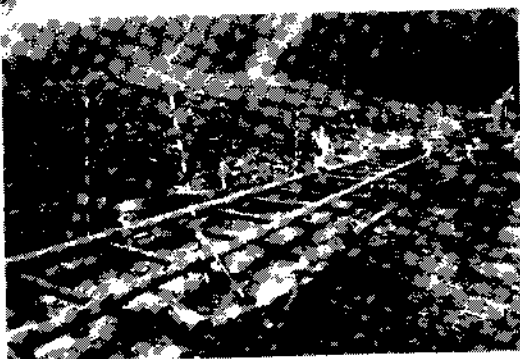
(写真-7) 施工時の軟弱地盤の状況(湿地用ブルドーザーも立往生)



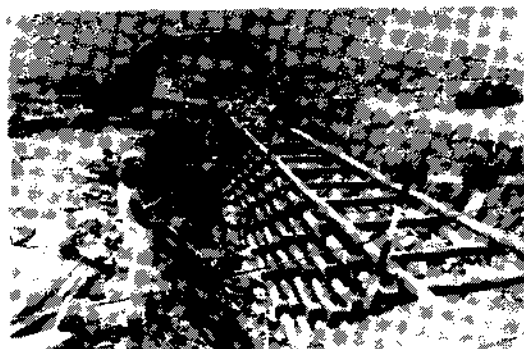
(写真-8) 丸太樁床固工の床掘完了丁張仮設



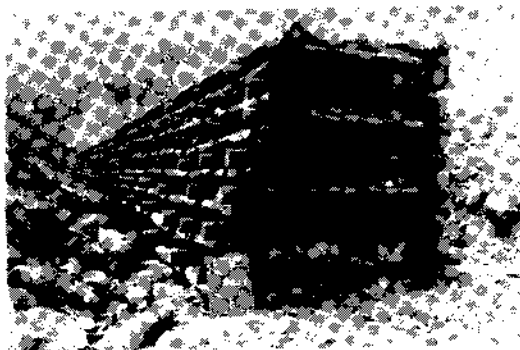
(写真-9) カラマツ間伐材 (国有林材)
の現場搬入状況



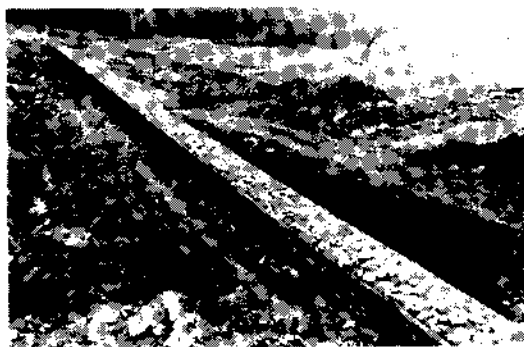
(写真-10) 丸太床固工組立て状況



(写真-11) 丸太床固工, 重機による詰石状況



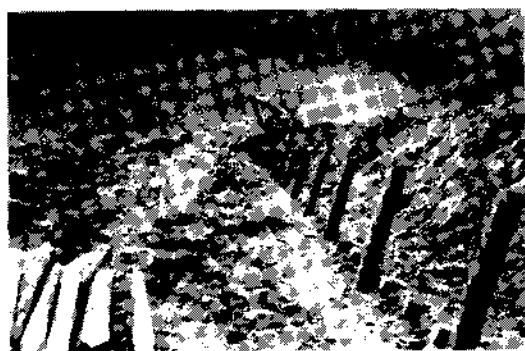
(写真-12) 完成した丸太床固工の断面
(高さ3.0m, 上巾2.0m, 下巾
2.9m)



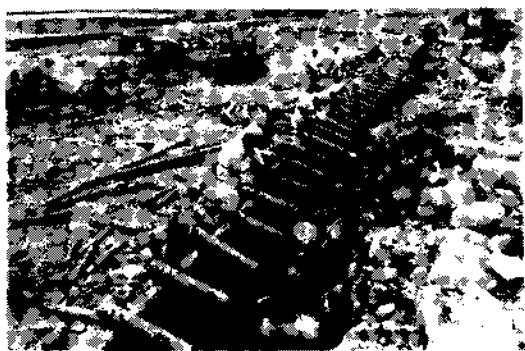
(写真-13) 丸太枠床固工完成状況 (延長280m)



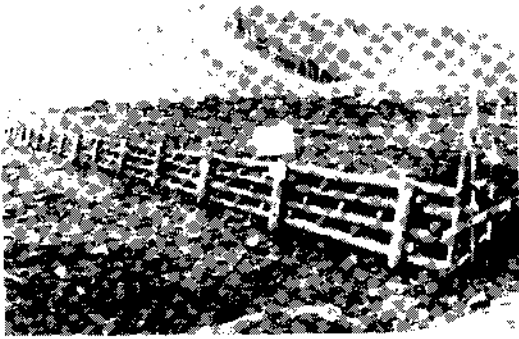
(写真-14) 丸太枠床固工完成
状況 (木材により
地形変化に対応
出来た)



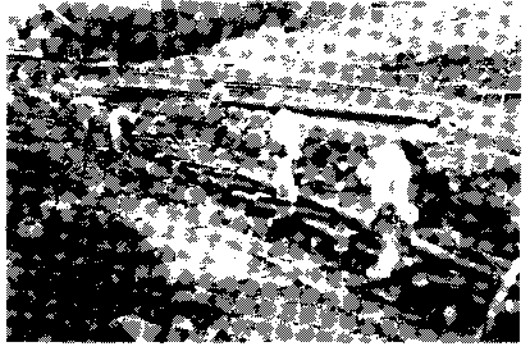
(写真-15) 丸太土留工, 杭を丁張がわり
にした施工状況



(写真-16) 丸太土留工施工状況



(写真-17) 丸太土留工完成状況



(写真-18) 丸太筋工施工状況



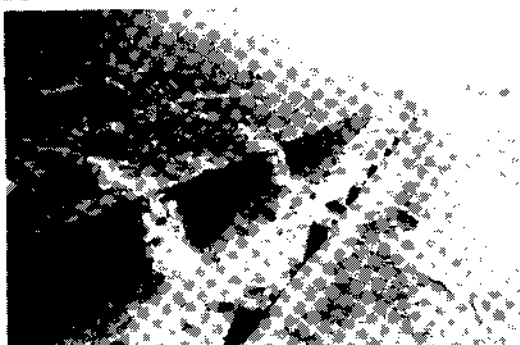
(写真-19) 丸太水路工施工状況



(写真-20) 丸太水路工完成



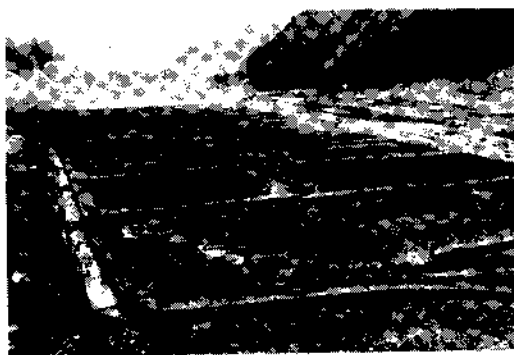
(写真 21) 丸太枠床固工に設けた
水路受口



(写真-22) 降雨時の丸太水路工の
機能状況



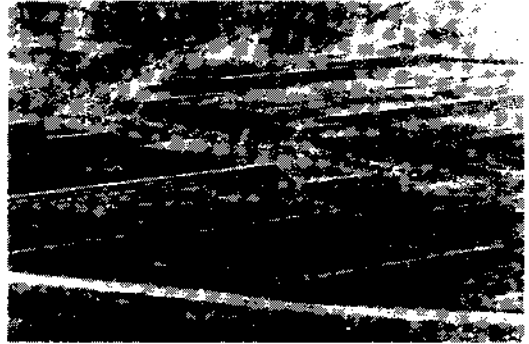
(写真 -23) 堆積段丘, 丸太水路工, 丸
太土留工等施工前の状況



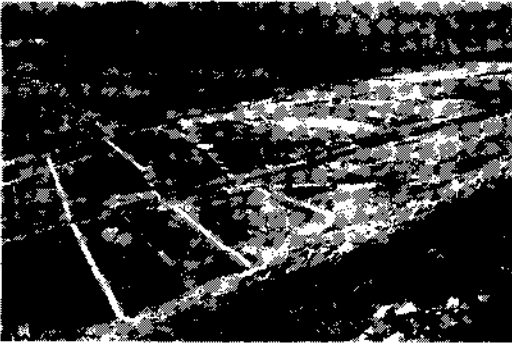
(写真-24) 丸太水路工, 丸太土留工等の組
合せによる安定した堆積段丘



(写真-25) 施工地最上流部の完成状況
(全景) L=267m



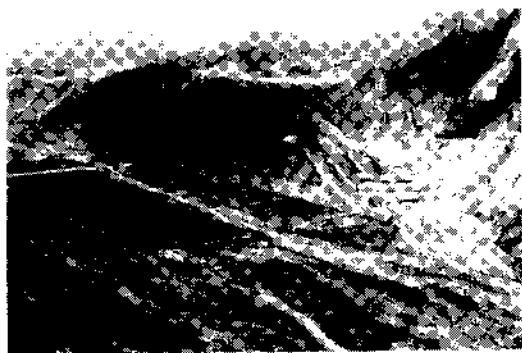
(写真-26) 施工地上流部の完成状況 (近景)



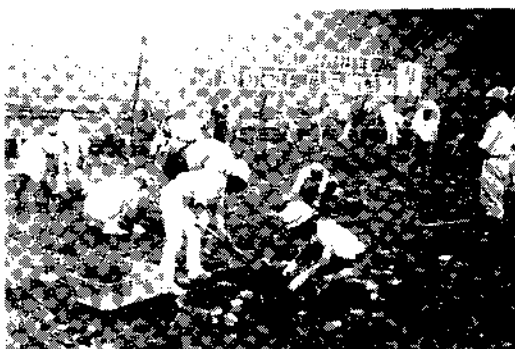
(写真-27) 施工地上流部の完成状況 (全景)



(写真-28) 施工地中流部の完成状況 (全景)



(写真-29) 施工地下流部の完成状況 (全景)



(写真-30) 国際森林年に因んで行なわれた
ボランティアによるヒノキ植樹
状況 (8月実施)