

# 小径丸太を利用した土留工の一考察

岐阜営林署 熊崎 繁夫

## 1. はじめに

近年、林業の重要な課題となっている。間伐等の促進に伴う、小径木の需要開発が、これまた重要な課題となっている。林道の延長確保、即ち、開設コストの軽減に結びつけることができないかとの、着想から、丸太土留工を考案し、昭和60年度、檜原谷林道新設工事カ所において実行し、幾多の試行錯誤を重ねながらも、ようやく所期の成果をおさめたので発表する。

なお、考案にあたっては、丸太生産工程の単純化（材長の一定化）、材料ロスの減少、（太物と細物の組合せ）、現場外での製品化等について、配慮すると共に、林道開設コスト軽減にあたっての、盛土法勾配の設定は、今回試験段階にあることから、開発行為の許可基準と、林業土木コンサルタントの、実験盛土勾配との調整を考慮する中で、活荷重が、直接的に伝達される位置を避けて設定した。

また、考案の内容には、任意の盛土斜面に設置可能な斜材を使う構造を、丸太土留工Ⅰ型とし、その応用型として、腰留ブロック積等の構造物を活用し斜材を省いた構造を、丸太土留工Ⅱ型として発表する。

## 2. 丸太土留工Ⅰ型について

(1) 構造について I型詳細図 参照

(2) 安定計算

### ① 設計条件

- 丸太土留柵 高さ=1.0 m 表法=直
- 盛土勾配 1割5分 (33°~41')
- 盛土種類 礫交り土  $\phi = 35^\circ$   $\delta = 35^\circ$
- 過載荷重 0.5 m

### ② 土圧(クサビ法による)

- $P = 0.70 \text{ t}$
- $P_H = 0.70 \times \cos 35^\circ = 0.572 \text{ t}$
- $P_V = 0.70 \times \sin 35^\circ = 0.402 \text{ t}$

③ 転倒モーメント

○  $MO = 0.573 \times \frac{1.35}{3} = 0.258$

④ 抵抗モーメント

	N	X	Mr
○ 土	1.049	0.91	0.955
○ PV	0.402	1.15	0.462
○ 丸太	0.08	0.55	0.044
○ Σ	1.531		1.461

⑤ 安全率 (1.5 以上)

○ 転倒安全率  $\frac{Mr}{MO} = 1.461 \div 0.258 = 5.55 > 1.5$  OK

○ 滑動安全率  $\frac{N \times f}{PH} = (1.531 \times 0.7) \div 0.573 = 1.87 > 1.5$  OK

◎ 記号の説明

P = 主動土圧

Mr = 抵抗モーメント

PH = 水平分力

N = 鉛直力

PV = 鉛直分力

X = 回転計算の水平距離

MO = 回転モーメント

(3) 施工方法について

① 図に示すように、ボルト締により三角形状に枠組みした部材をあらかじめ製作する。

② 盛土過程において、巾 1.5 m 程度の平坦地を、掘削用重機械のバケットで転圧しながら設け、前述①の部材を 1.5 m 間隔で、若干尻下りとなるように、土台前部に雑石等で補強しながら据付ける。

更に土台木の控部に補助材を配置し 柱の傾きを防止する。

③ その後に土留木を積上げる。積上げに際しては、丸太造材過程で生産される打出木を適当な厚さに割って、はさみ込みながら、背面土がこぼれ落ちないように間隔を調整する。

以降、順次鉄線で仮止めしながら積上げ、土留木の間隔には柳を挿しつける。この部分の背面土は早期地山化をはかる上で礫部分は少ない方が望ましい。

3. 丸太土留工Ⅱ型について

(1) 構造について Ⅱ型詳細図 参照

(2) 安定計算

① 設計条件

- 丸太土留柵 高さ=1.0m 表法=直
- 盛土勾配 1割5分 (33°~41°)
- 盛土種類 礫交り土  $\delta = 35^\circ$
- K A 0.5908195

② 土圧(クサビ法により土圧が大きいクローンの式による)

- $P = 0.531 t (\frac{1}{2}WH^2KA)$
- $P' = 1.063 (WHKA)$

③ 土留木(横木)の検討(支間1.5m)

- $M = \frac{1.063 \times 1.5^2}{8} = 0.299 t m = 29.900 kg cm$
- $f = \frac{29.900 \times 0.1}{\frac{\pi \times 10^3}{32}} = 30.5 kg/cm^2 < \frac{300}{5} = 60$  OK

④ アンカーの配置(間隔1.5m)

- $TA = 0.531 \times 1.5 \times \sec 15^\circ = 0.825 t$
- $l = (1.5 \times 825) \div (\pi \times 9 \times 3.0 \times 0.7) = 20.8 cm < 1.0 m$  程度OK  
(引抜試験により支持力検証済)

◎ 記号の説明

KA =土圧係数	TA =タイバックアンカーの設計荷重
P(P')=主動土圧	l =アンカーの長さ(丸太)
M =モーメント	W = $m^3$ 当り土の重量
f =土留木の $cm^2$ 当り応力	H =柵高

(3) 施工方法について

施工は、腰留ブロック積に嵩上げて施工するものであるが、手順は、ブロックを天端まで積上げた段階で、柱を2本並べて裏込礫石の中へ埋め込み固定した後、I型の施工方法③で説明した要領によって、土留木を積上げ、柳を挿しつけるものである。

なお、背面土圧に対応するため、支柱上部から、盛土内へワイヤロープによりアンカーを取った。

#### 4. 施工方法と効果について

(1) 施工方法は図によって説明する。

① 図-1の説明

ア 盛土法面の原設計を点線で示した。

イ 盛土法面の実線は実行法面線である。

ウ 盛土又は、捨土量の増加 ( $B \text{ m}^3 / \text{m}$ ) の断面内の斜線は、林業土木コンサルタンツの実験報告による、土質別、直高別の、標準勾配線である。

② 図-2の説明

現地の、多様な地形(床掘が水平とならない等)に対応しての設置例を示した図であるが、土留木の材長を一定化したことにより、設置間隔でこれを調整することとなる。

なお、右端の高さの調整には、支柱を後方に倒して設置する。(床掘の尻下げ)こともひとつの方法である。

(2) 効 果

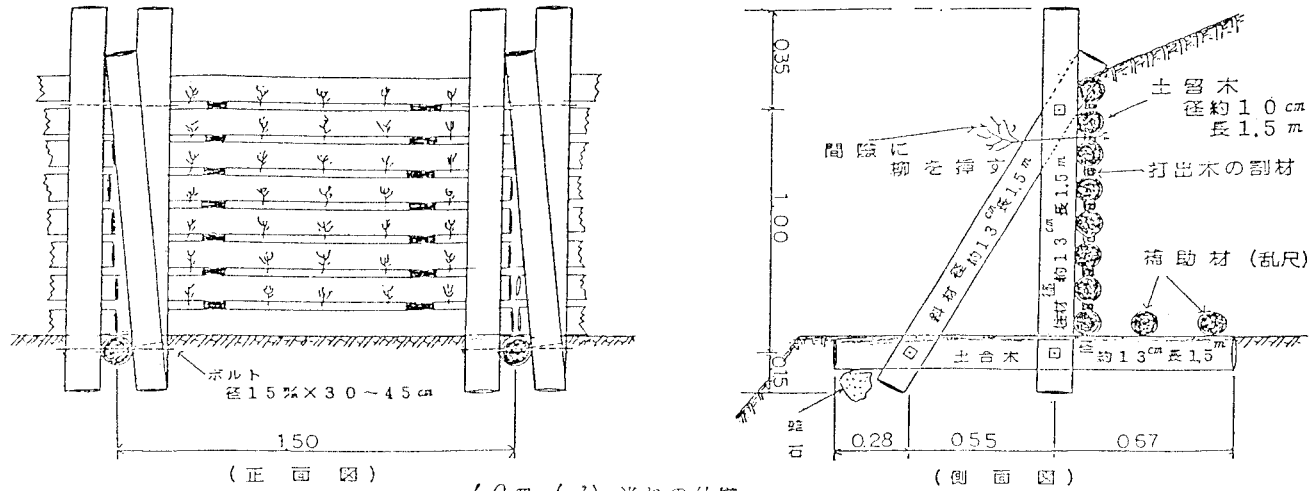
- ① 盛土可能量の増大に伴い、路体中心線の移動 ( $l \text{ m}$ ) が可能となり、従って切取断面  $\text{cm}^3 / \text{m}$  を軽減させることができる。
- ② 残土収容量の増大に伴い、長距離運土量の軽減がはかれる。
- ③ 腰留ブロック積等の構造物が節減できる。
- ④ 構造が簡単で作業が単純容易である。
- ⑤ 施工費が安価である。(表-1参照)

#### 5. ま と め

考案の端緒については、冒頭に述べたとおりであるが、材料加工を含め、施工の難易性、経済性についても特に問題点はなく、林道開設コスト軽減について、条件が揃えば、林道線型の直線部にも設置が可能と考えている。ただ、木材の腐朽が相対的に速いことから、今後の課題として、丸太の耐久年数と、挿木柳等の植生繁茂による、地山形成年数との関係について、観測を続ける必要があるが、施工効果の期待度及び、現地の植生環境等に応じては、防腐処理、設置方法、規格寸法の調整等の措置が必要となるものの、利用期間が比較的短かい、作業道を含め、林道の利用形態に応じては、今回の、施工のような配慮をすれば、活荷重等による、瞬間的な法面崩壊が発生することはないものと判断され、その利用範囲は広いものと考えられる。

なお、今回資材の調達等について、当署の場合、関係、係の強い協力を得て、円滑に進めることができたが、今後においても事業間の深い連携と同時に、事務の簡素化が、小径丸太活用の道を開くために特に要望される。

I 型 詳細 図



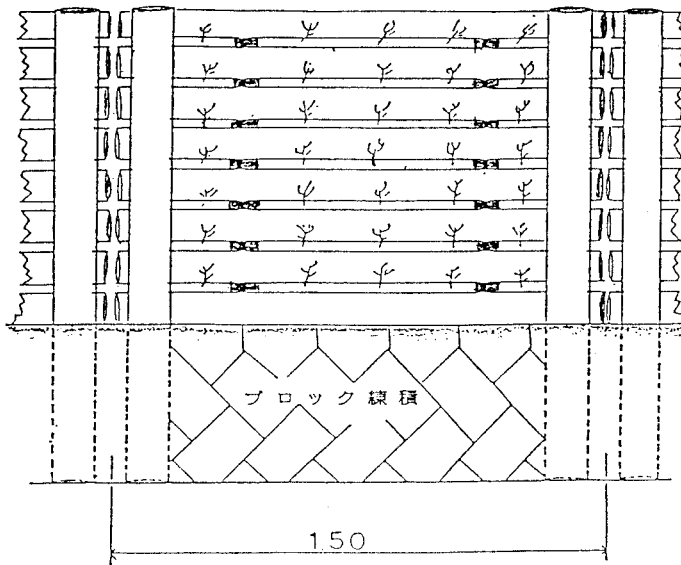
1.0 m (m<sup>2</sup>) 当りの仕様

名称	規格寸法	数量	備 考
丸 太	直径10...13 cm 程度長1.5 m	約 0.15 m <sup>3</sup>	
ボ ル ト	径1/2インチ (13%) 長32 cm~45 cm (ワッシャナツ付)	3本	
なまし鉄線 柳	φ 1.0 長30 cm	6.0 <sup>kg</sup> 2束	
小器材類	ドリル モンキーレンチ 踏踏気 チェンソー 等		

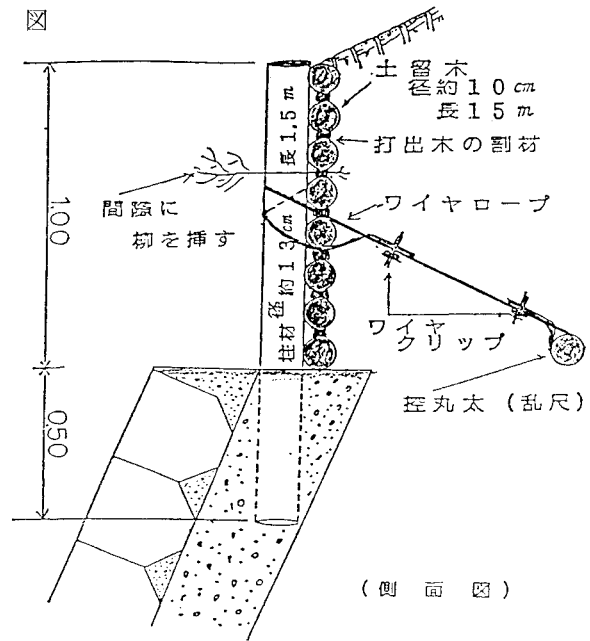
注 記

- (ア) 主構の柱部分には、太物丸太を使用し、他の部材は細物丸太とする。
- (イ) 柱を2本建てとし、多様な地形に対応し、積上げ高と土こぼれの調整ができるようにした。

II 型 詳 細 図



(正面図)



(側面図)

1.0 m (m<sup>2</sup>) 当りの仕様

名 称	規 格 寸 法	数 量	摘 要
丸 太	直径10~13cm程度 長1.5 m	約 0.13m <sup>3</sup>	古ワイヤ
ワイヤロープ	直径6~10%	3.0 m	
ワイヤクリップ	20%	2.0ヶ	
なまし鉄線 柳	井1.0 長30 cm $\frac{100本}{束}$	6.0kg 2束	

注 記

I 型に同じ

床掘が水平とならない場合の施工図

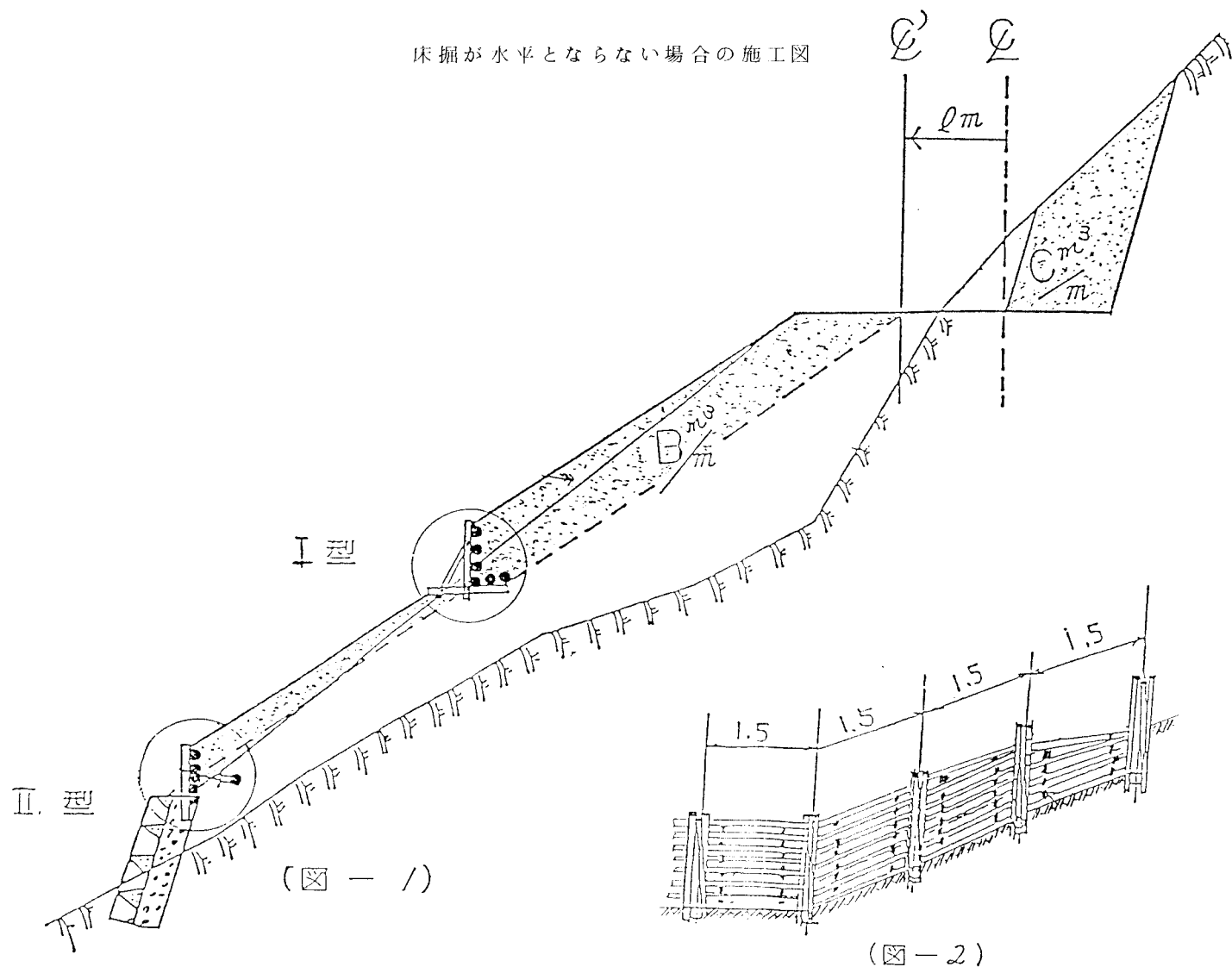


表-1 1.0m (㎡) 当り経費比較表

(単位：円)

工 種 名 称	I 型		II 型	
	数 量	金 額	数 量	金 額
普 通 作 業 員	0.49 <sup>人</sup>	5145	0.42 <sup>人</sup>	4,410
チェーンソー運転経費	0.06 <sup>日</sup>	99	0.05 <sup>日</sup>	82
丸太運賃 (ダンプ運搬)	0.10 <sup>H</sup>	481	0.10 <sup>H</sup>	481
鉄 線	0.60 <sup>Kg</sup>	64	0.60 <sup>Kg</sup>	64
ボルト (ワッシャ付 ナット付)	3 <sup>本</sup>	215	-	-
ワイヤクリップ	-	-	1.3 <sup>ヶ</sup>	592
丸 太	(0.15) <sup>m<sup>3</sup></sup>	-	(0.13) <sup>m<sup>3</sup></sup>	-
ワイヤロープ	-	-	(3.0) <sup>m</sup>	-
小 器 材 費	5,145 ×0.10	515	4,410 ×0.05	221
世 話 役	0.06 <sup>人</sup>	1,002	0.06 <sup>人</sup>	1,002
計		7,521		6,852
比 率		83%		75%

(注) 比率は、土のう積工  $\frac{9,090\text{円}}{m^2}$  を比較したものである。