

## 技術開発完了報告

四国森林管理局

課 題	長期育成循環施業に資する作業路作設手法の確立			開 発 期 間	平成16年度～平成25年度 (平成22年度完了)									
開発箇所	嶺北森林管理署 伊留谷山257ハ、桧刺班	担当 部署	森林技術 センター	共同研 究機関	技術開発 目 標	4	特定区域 内 外	○						
開発目的	<p>数回にわたる抜き伐りを行う長期育成循環施業は、採算面から効率的な伐出作業が不可欠であることから、当該伐採対象木の近くまで作業路が整備されていることが必要。また、作業路は伐採、搬出作業時に簡単な修理で使用できるなど利用度の高いものでなければならない。このことから、伐出作業を考慮した作業路の線形の検討とともに、耐久性を重視した工作物の整備など作業路作設手法を確立し、長期育成循環施業に資する。(平成17年度に変更)</p> <p>(数値目標:10年後の修繕作業日数(人工数)が作設時の5分の1以下。木製工作物については、既存のものより1.2倍以上耐久性を向上。)</p>													
実施経過	<p><b>平成16年度</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 線形調査</li> <li>2. 作業路の作設             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 1号線30m</li> <li>(2) 2号線36m 合計69m</li> </ol> </li> <li>3. 木製工作物の腐朽試験地設定(1号線)             <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">スギ皮付き丸太2本</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">スギ皮剥丸太2本</td> <td style="text-align: right;">合計6本を耐久(腐朽)試験として埋設</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">スギあぶり丸太2本</td> <td></td> </tr> </table> </li> </ol> <p><b>平成17年度</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 作業路の作設             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 1号線 473m</li> <li>(2) 1号支線線 46m 計:519m</li> <li>(3) 2号線 521m (累計:558m)</li> </ol> </li> <li>2. 工作物等の設置             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 木製谷渡工(あぶり丸太)(1号線)</li> <li>(2) 木製谷渡工(皮付き丸太)( // )</li> <li>(3) 洗越し工 ( // )</li> <li>(4) 木組横断工 (1号線、2号線)</li> <li>(5) 丸太組土留工 (1号線)</li> <li>(6) 車廻し(スイッチバック対応)1箇所(2号線)</li> </ol> </li> </ol> <p><b>平成18年度</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 作業路の作設             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 1号線217m (累計: 766m)</li> <li>(2) 2号線448m (累計:1,006m)</li> </ol> </li> <li>2. 生石灰を使用した路盤改良試験 延長40m(2号線)</li> </ol>								スギ皮付き丸太2本		スギ皮剥丸太2本	合計6本を耐久(腐朽)試験として埋設	スギあぶり丸太2本	
スギ皮付き丸太2本														
スギ皮剥丸太2本	合計6本を耐久(腐朽)試験として埋設													
スギあぶり丸太2本														

3. 工作物の作設

- (1) 木製谷渡工(皮付き丸太)1基(1号線)
- (2) 簡易洗越し工(1号線)
- (3) 丸太組土留工(1号線、2号線)
- (4) 波打水切工 (1号線、2号線)

**平成19年度**

1. 作業路作設

- (1) 1号線303m 累計:1、069m
- (2) 2号線514m 累計:1、520m

2. 工作物

- (1) 洗越し工(1号線、2号線)
- (2) 木製谷渡工(1号線、2号線)
- (3) 路面処理工(1号線、2号線)

**平成20年度**

- 1. 作業路の補修(1号線、2号線)
- 2. 作業路の検証(2号線)

**平成21年度**

- 1. 作業路の補修(2号線)
- 2. 既設作業路補修(13年度作設)

**再掲**

1. 延長

- (1) 1号線: 1,069m
- (2) 2号線: 1,520m)

2. 勾配

- (1) 1号線: 平均勾配7.3度(12.8%)、最大勾配18.5度(33.5%)
- (2) 2号線: 平均勾配8.7度(15.4%)、最大勾配24.0度(44.5%)

3. 路網密度

56.26m/ha

## 実施結果

### 1. 作業路の線形など、搬出方法を考慮した設計方法を検討

1号線、2号線(支線含む)をあわせ、約2,600mの作業路を新設した。しかし、試験地は搬出するにはまだ早い若年生(21~27年生)の林分であり、実際の搬出作業はできないので将来の搬出作業を想定した線形とせざるを得なかった。

また、試験開始直後は、有識者や路網作設者からアドバイスを受け勉強会を数回開催し、線形を決定することとした。線形の設計方法として、留意点は次のとおり。

#### (1) 線形—基本的な考え方

- ① 壊れない道を作る→無理な場合は止める勇気、修理が要らない道づくり
- ② 勾配は基本的に20%
- ③ 無理につなげない→壊れやすい作業路、支線作業路は枝線・髭線
- ④ 古株・植栽木の年数・木の曲がり(重曲等) 崩壊線等、色々な情報を見る
- ⑤ 最初の伐採幅は1.7m→路面処理工等の横木に使うため後で切る
- ⑥ 路肩から下の立木は工作物に使用するものを除き残す
- ⑦ 路面は傾斜変換線の上側
- ⑧ 洗越しの高さから両側の道の高さを決める
- ⑨ 大きい機械を使用すると、必要以上に幅員が広くなる→直しが効かない

#### (2) 線形—具体的設計

- ① 空中写真、基本図、遠望から見て山の状況確認
- ② 危険箇所の判定図の作成、尖った地形、小谷の多い地形、崩壊の多い箇所など(図1)
- ③ 丁寧な現地踏査の実施
- ④ 予定線の表示:路肩位置、路面高にテープを巻く
- ⑤ 幅員:2.5m
- ⑥ ヘアピンの幅員は入口3.5m、その他3m
- ⑦ ヘアピン半径:6m
- ⑧ 勾配は原則20%
- ⑨ 最終の現地踏査の実施

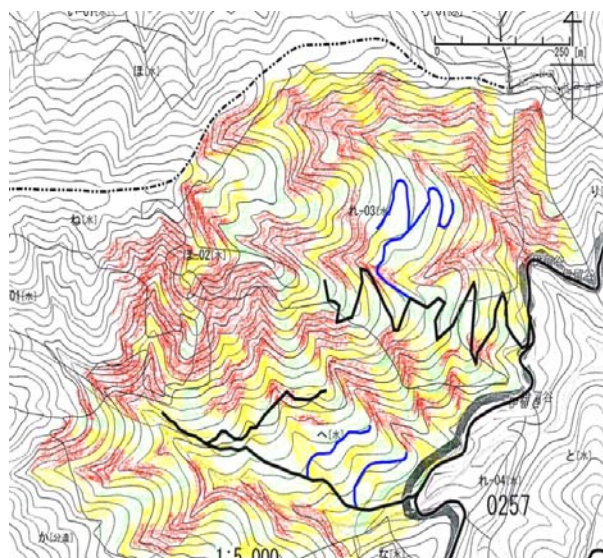


図1 危険箇所の判定図

## 2. 作業路作設過程における工作物等を開発

工作物については、ある程度必要なコストをかけないと将来にわたって使用できる壊れない作業路とならないと考え、次の点に留意し作設した。

### (1) 工作物—基本的な考え方

- ① 勾配が 25%を越える箇所は、コンクリート舗装等
- ② 路面、路肩、盛土部分には枝条を混ぜない
- ③ 水抜きは 10m 毎に作設(波打ち横断溝では水は簡単に越える)
- ④ 工作物に水を流さない。土留工を施工した箇所は路面処理工を施工
- ⑤ 土留工の勾配は自然勾配
- ⑥ 洗越しは、もとの水の流れを変えない
- ⑦ 常水が無い谷、枝条等流れた形跡がある場合は、洗越しを作る

### (2) 工作物—具体的な施工

- ① 路肩の法面処理—丸太組土留工を積極的に導入
- ② 路面の補強—路面処理工の導入
- ③ 路盤の改良—「生石灰」と土壌の入れ替え工(深層土壌の利用)

### (3) 各種の主な工作物

- ① 木製谷渡工(写真 1)

#### 【谷渡工の注意点】

地形を無理やり変えると木組が高すぎて、盛土が多くなり土量が多くなるので、なるべく基岩をそのまま使う方が壊れにくい。谷渡しの高さを決めて両側の路面の高さを決める(逆にすると路面が高くなる)。(勉強会での指摘)



写真 1 2号線の木製谷渡工

- ② 洗越し工(図 2,3)

#### 【洗越しの注意点】

図 2 の様に水が流れる箇所が 1 箇所に集中すると土砂がすぐに流れてしまい崩壊する恐れがあるため、水の流れる箇所(面)を水平にすること。

図 3 の様に、勾配がきついと水を受ける箇所がすぐに掘れてしまうことから、傾斜を緩くするために、木組みの桁を外すか、「布団かご」を利用することが望ましい。

また、谷渡工と同じく、なるべく基岩をそのまま使う方が壊れにくい。洗越しの高さを決めて両側の路面の高さを決める(逆にすると高くなる)。(勉強会での指摘)

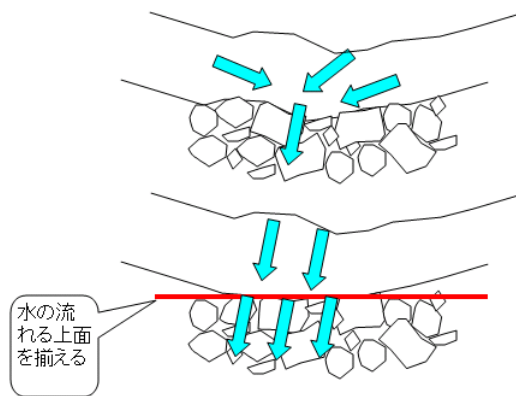


図2 洗越工の施工上の注意点1

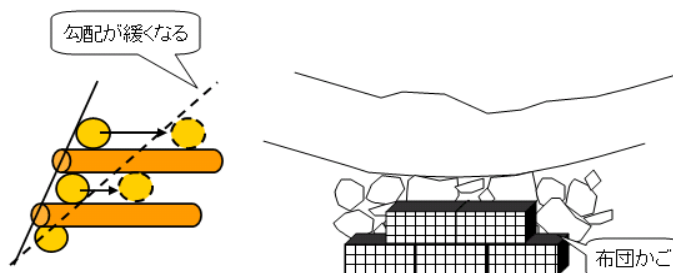


図3 洗越工の施工上の注意点2

③ 土留工(写真2、3)



写真2 土留工(施工中)



写真3 土留工(完成)

④ 縦型(丸太)土留工(図4)

切高の高い法面の崩壊防止のために縦型(丸太)土留工を施工した。この工法は簡素で施工が簡単である。

施工後は、木と木の間の隙間を開けることにより、植生が繁茂し土留工と一体になり法面が安定してくると思われる

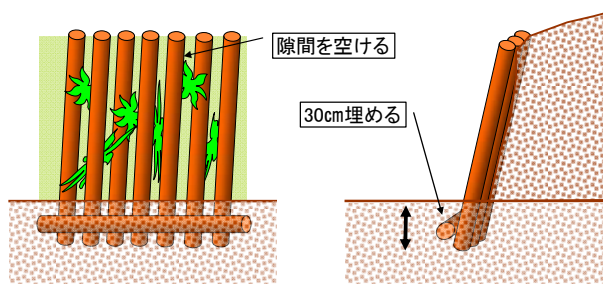


図4 縦型(丸太)土留イメージ図

#### (4) 新たな工法の導入

試験地は、粘土質の多い箇所であり、降雨後の水分の多い状態ではバックホウが滑りやすく、また、掘削・転圧作業が殆どできない事が多いことから、路盤改良と路肩等の補強を新たな工法により実施した。

##### ① 路盤改良—生石灰の使用（写真 4）

###### 【結果】

施工後は作業車が以前に比べ容易に走行できた。しかし、生石灰散布作業中は生石灰が飛散するため、作業方法の検討が必要（キャビン付きバックホウの使用又は、顔面全部を覆うマスクの使用など）。

また、生石灰施工後、土壌中の水分と生石灰が反応し発熱したことにより枝条が燃えることがあった。施工中は火気に十分注意する必要がある、生石灰を散布する場所は事前に枝条等燃えやすい物を除去することが必要と思われる。

なお、今回の試験結果及び施工後の状況から生石灰による土壌改良は経費的に見ても施工箇所を必要最小限の箇所に限定すれば有効であることから（約 2 千円/m:材料・運搬費）、施工者の労働衛生対策、生石灰の性質上の問題を解決すれば、粘土質土壌等の箇所に対する施工方法としては十分機能するものとする。



写真 4 生石灰施工状況

##### ② 路盤改良—土の入れ替え

傾斜の緩い箇所では、地山だけで幅員が確保できるため、表土だけの取り除きとなり路面は枝条や A 層だけとなるため、滑りやすく路盤が安定しない。また、粘土層が厚い所は、同じく滑りやすく安全に作業ができないことから、土の入れ替えによる路盤改良を実施した。

枝条が混ざった土等は必ず外に出し土羽に使う（植生の回復）等、路面に絶対に使用しない。土が悪い箇所も 1m 以上掘れば、礫混じりの良い土が出る。

##### ③ 路肩の法面処理と路面の補強—路面処理工

路肩部分を土留工により下から土を自然勾配で路盤の高さまで上げていき、路盤部分を丸太組により補強するため、丸太が腐朽しても路肩部分の法面は土留工により自然勾配になっているため崩壊しにくく、また、路盤部分は丸太を敷設しているため、路盤全体で支持力を持たせたため、壊れにく



写真 5 路面処理工施工状況

いものとなっている。

なお、試験地は粘土質の土壌であり、路肩の安定を図るため通常より長い 2.5m の控木を約 1m 間隔で施工した(写真 5)。

#### 【注意点】

土量が少ないため、路面処理の下にある土留工の丸太が見えている(地中に隠れていない)。丸太が腐れやすく、また、雨で土が流されてしまう。一番下の丸太は見えないように地中に隠す(勉強会での指摘)

### 3. 工作物等に係る耐久性の把握及び検証(丸太の腐朽)

腐朽試験調査に当たっては、既に各方面から論文等で発表されていたことから、その結果を参考にすることとした。

### 4. その他(作業路の検証)

平成 20 年度に 2 号線 1 号支線で検証作業を実施した。

検証作業は、主に四国局高密度作業路網作設要領に基づき幅員を 2.5m で作設したが、幅員が狭いため高性能作業機械や運材車の走行作業性に支障が出る場合があり、幅員等の見直しが必要なことが判明した。

検証ポイント。

#### (1) 検証結果

##### ① 作業路の耐久性及び作業効率の検証

##### ア. 使用機械(写真 6)

コマツ製のスイングヤードとグンテツ製フォワーダを使用し、2 号線 1 号支線の走行具合及び搬出・運搬を実施

- スイングヤード(PC78US-6 スイングヤード HC20)重量 9.5t、全幅 2.355m、全長 3.365m(ブレード含む)
- フォワーダ(FK50)  
重量 6.0t、全幅 2.0m、全長 5.45m、荷台長 3.6m



写真 6 上 スイングヤード  
下 フォワーダ

#### (2) 意見交換(オペレーターを交え)

- ① 全体的に作業路の幅員が狭く、走行に気を遣うため、毎日の作業となるとオペレーターの疲労が相当高くなる。

- ② 走行だけでも残存立木に相当接触する。
- ③ 現在、業界で使用している機械は 4t クラスの全幅 2.3m 以上が主流となっており、安全に作業や走行するためには幅員 2.5m では不安。
- ④ 路肩側からクローラ 1 つ分内側を走行できるだけの幅員がほしい。
- ⑤ 荷を一杯に積載した場合、今の幅員では安心して走行できないと思う。
- ⑥ 集材方向に正対して機械を向けて作業するのが一番安全であるが、局の作業路の幅員規格では無理であり、少なくとも斜めに向けて作業が出来るだけの幅員がほしい。

### (3) 今後の検討

- ① 幅員が 2.5m では、現在使用している高性能作業機械において、安全な作業に支障があると考えられ、現在の作設要領の一律的に 2.5m 程度の幅員では対応できないと考える。
- ② 使用されている機械に合わせた幅員にするのか、林地や搬出される材(大きさ)を考慮した幅員にするのか、見直しの検討が必要と思われる。
- ③ 材長 4.3m でヘアピンをまわるときに立木に接触したことから、線形時のヘアピン位置やヘアピン半径の見直しが必要。

## 5. まとめ

線形を決定するにあたっては、「危険箇所の判定図」等は必ず作成し、それを踏まえた現地の踏査を実施する必要がある。

工作物等については、各種の工作物を施工したが、コスト・工期調査をデータの示せる物がなかったことを反省し、今後は試験設計・調査手法を十分検討して試験に当たっていくこととする。

各種工作物等は色々な工法を試みたが、現地に即した工作物等を採用する必要がある。また、丸太を使用した工作物(土留工等)は、丸太が露出した箇所は 5 年程度で腐朽が進み路肩の支持力が低下することが危惧されることから、必ず土で埋めるように施工する必要がある。

検証結果については、現在の四国局高密度作業路網作設要領にある「幅員 2.5m 程度」では、現在の高性能作業機械が十分に使用できるものではなく、幅員は弾力的な扱いにする方が良いと思われる。また、伐開幅は、「法頭や盛土法面内の立木は極力残置する」となっているが、6m のヘアピンカーブ等で材を積んだフォワーダが走行するときに法面にある残木に材が接触することがあるため、ヘアピンカーブと、幅員の上下 1m 程度の残木は伐倒する必要があると思われる。

これらのことから、本研究成果を踏まえ局関係課と調整を図ることとする。