

課 題	61 低コスト路網（集材路）作設後の維持管理等に係わるモニタリング調査			開発期間	平成22年度～ 令和2年度
開発箇所	古谷国有林 527い1外林小班	担当部署 森林技術・支援センター	共 同 研究機関	岡山大学	技術開発 目 標 3（1）
開発目的 （数値目標）	<p>低コスト路網（集材路）については、最小限のメンテナンスコストにより、間断的な利用が数十年にわたって行えることを期待している。このため、平成19年度から平成21年度に作設した低コスト路網（集材路）について、次回間伐（概ね10年後）を実施するまで耐えうるか否かについてモニタリング調査を実施することが必要である。</p> <p>木組みなどの構造物の耐久性、排水処理、盛土法面や切土法面の崩壊状況や緑化状況等を継続的にモニタリング調査を実施することにより、より耐久性の高い低コスト路網（集材路）の作設技術等について研究する。</p>				
実施経過	<p>平成19年度 モニタリング箇所の選定（19+1箇所）および調査、定点撮影</p> <p>平成20年度 モニタリング調査、定点撮影</p> <p>平成23年度 モニタリング調査、定点撮影</p> <p>平成24年度 モニタリング調査、定点撮影、簡易貫入試験（8箇所）、森林・林業交流研究発表会、中間報告</p> <p>平成25年度 モニタリング調査、定点撮影、簡易貫入試験（別路線と比較）</p> <p>平成26年度 モニタリング調査、定点撮影</p> <p>平成27年度 モニタリング調査、定点撮影</p> <p>平成28年度 モニタリング調査、定点撮影</p> <p>平成29年度 モニタリング調査、定点撮影、腐朽調査（目視被害度及び打込抵抗法）</p> <p>平成30年度 モニタリング調査、定点撮影</p> <p>令和元年度 モニタリング調査、定点撮影</p> <p>令和2年度 モニタリング調査、定点撮影、腐朽調査（目視被害度、打込抵抗法及び掘取調査）</p>				
開発成果等	<p>・モニタリング調査は、(1)土留工、(2)法面緑化工、(3)法面保護工、(4)排水処理工、(5)木組工、(6)路体観察に分類し、1箇所で2つの工法を取り入れている所もある。H19に変形していた木組工の箇所は、H21-H22の間に修復された。</p> <p>各種工法別に11年間の変化をみると、</p> <p>(1)土留工：調査ポイント③⑤⑥⑨⑩⑬⑰</p> <p>支柱に生立木を用いた場合、針葉樹・広葉樹ともに支持力を維持している。支柱に杭を用いた場合、中段切杭は腐朽が進み、打込杭は、腐朽により90度谷側に傾いたものもあるが、土砂の流出等は見られない。</p> <p>(2)法面緑化工：調査ポイント①②⑨⑬⑮⑲</p>				

スゲ等を移植した方が早く植生に覆われ、被度80%程となっている。

(3) 法面保護工：調査ポイント⑫⑭

根株の腐朽が進行しているが、盛土の安定に貢献していると思われる。

(4) 排水処理工：作業道終点

機能が維持されており、大きな変化は見られない。

(5) 木組工：調査ポイント⑦⑧

横丸太の腐朽が進んでいるが、縦丸太の腐朽がより進んでいる。

(6) 路体観察：調査ポイント④⑦⑪⑱

平成27年4月に盛土の沈下、流出、平成28年4月に亀裂が確認された（R2一部補修）。その後変化は見られない

(7) 腐朽調査：調査ポイント③⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑫⑭

11年間で各工種で腐朽が進み、木組み（縦丸太）、打込杭は特に腐朽が進んでいる状況であるが、路面の亀裂、崩壊は見受けられず、路体の維持に影響は見られない。また、丸太土留め工、木組工及び法面への伐根埋設の3箇所、一部掘取を行い、木材の腐朽状況等を調査した。各工種に使用した木材の表面は腐朽し堅い部分だけが残る状態となっていた。

下層植生の除去や亀裂の修繕を一部行ったが、令和2年度素材生産事業においてフォワーダ10t（約70往復）による集材を行った結果、作設から概ね10年を経過しても、大きなメンテナンスをすることなく十分利用（主伐搬出）出来ることが実証された。現在は当該試験地のような手法（丸太の多用）で低コスト路網（集材路）は作設されていないが、過去に同様の手法で作設された低コスト路網は多数存在し、今後、集材路として利用する際の補修等に活用する。

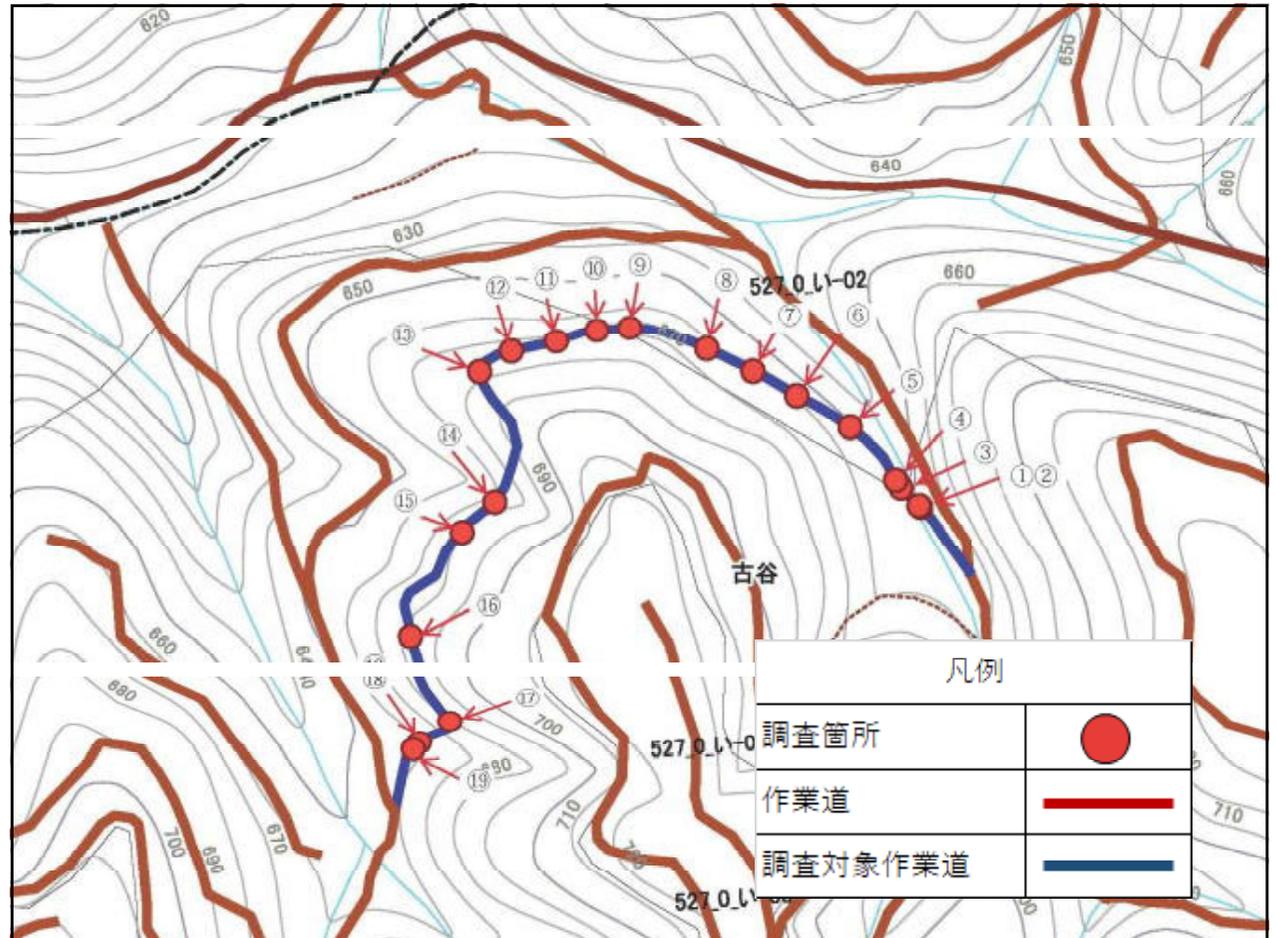
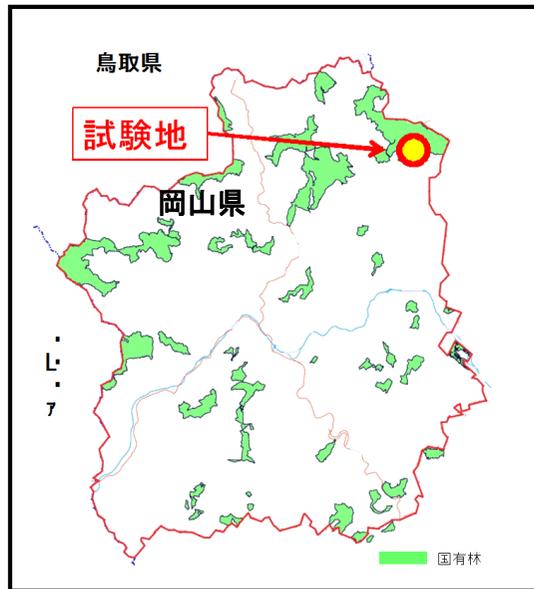
■ 試験地位置図

【林況・地況】

傾斜：急 地質：ひん岩 土壌：適潤性褐色森林土 向き：北 標高：650～680m

【気候条件】

年平均気温：10.7℃ 年間降水量：1726mm



平成19年度 (H19. 12. 21)

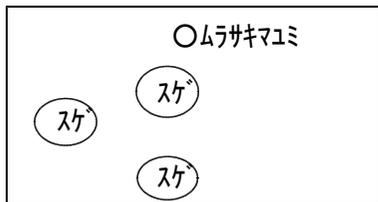
令和2年度 (R2. 10. 1)

① 表土移動(草本移植)

[作業道分岐から17m]

① 表土移動(草本移植)

集材路



集材路下法面に1m(実測)四角のモニタリング箇所設定
移植した植生及び今後生えてくる植生と法面状況を観察。



表土は安定している。



② 広葉樹株移植

[作業道分岐から18m]

② 広葉樹株移植

集材路

集材路

① ② ③

① ② ③

- ①ホオノキ 切断面 12.5cm 株高18cm
- ②シラキ? 切断面 4.5cm 株高35cm
- ③ホオノキ 切断面 10.0cm 株高30cm

- ①ホオノキ 腐朽
 - ②シラキ? 腐朽
 - ③ホオノキ 腐朽
- 昨年度より若干腐朽が進んでいる。

今後この移植株が活着しどのように生長を示すか観察



③ 中断切り生杭と丸太土留め

③ 中段切り生杭と丸太土留め



中段切り生杭 堀取調査のため堀取

丸太土留め 堀取調査のため堀取



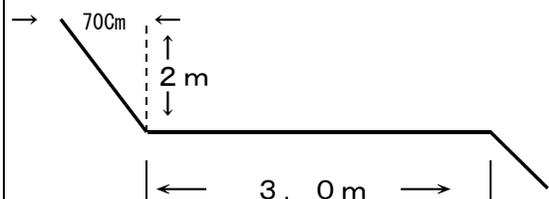
スギ生立木を中断切りして丸太土留めの支柱として使用。
土留め用の丸太は周辺の風倒木を利用。支柱としての支持力と腐朽について観察

[作業道分岐から46m]
↑ 2° ↑ 0°
(立木の傾斜角度) [垂直]

平成19年度

令和2年度

④ 路体と法面（上方）

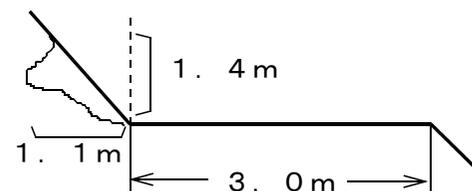


路面及び上方の法面を観察

[作業道分岐から61m]



④ 路体と法面（上方）



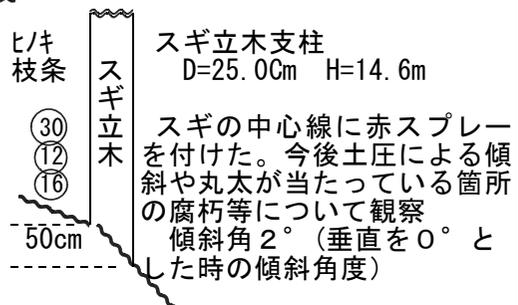
法面の一部が崩れた



⑤ 生立木を丸太土留めの支柱として使用

[作業道分岐から83m]

集材路



今後、傾斜、倒木等について経過観察
⑥も樹種の違いによる同様の観察



⑤ 生立木を丸太土留めの支柱として使用

スギ立木・ヒノキ枝条

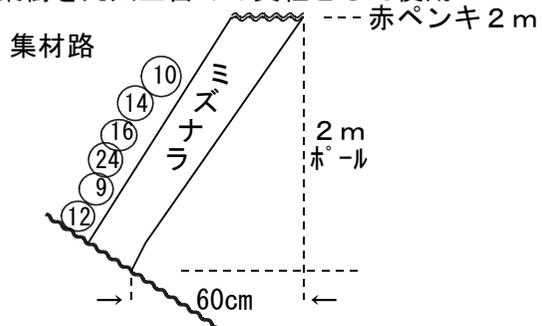
立木・丸太留め腐朽あり、中に空洞
支持力低下

傾斜角 4° （垂直が 0° ）



平成19年度

⑥ 広葉樹を丸太土留めの支柱として使用



ミズナラD=22.4cm H=14.5m 傾斜角24°
ポールが垂直。丸太は全てスギ

[作業道分岐から105m]



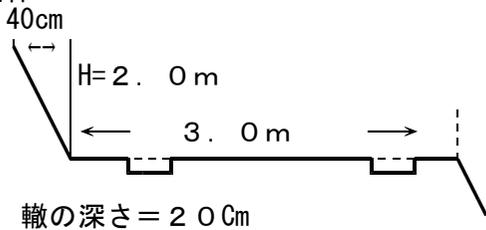
令和2年度

⑥ 広葉樹を丸太土留めの支柱として使用

ミズナラ立木 腐朽なし・支持力あり
丸太土留め 腐朽あり・支持力あり
ポールが垂直。丸太は全てスギ 腐朽あり
傾斜角24° (垂直が0°)
盛土部分に一部流出が見られる。



⑦ 路体

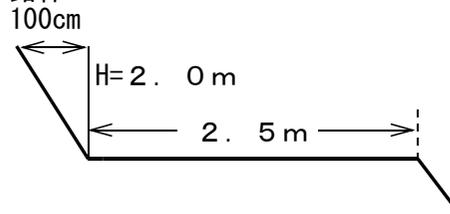


轍の深さ=20cm

[作業道分岐から125m]



⑦ 路体



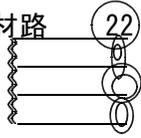
轍なし

上方法面は植生なし
路肩丸太部に洗掘なし



平成19年度

⑦ 木組み1
集材路



天端のスギ(22cm)は20cmほど横木から外れている。鉄筋は完全に曲がっている。(通行重機の土圧によるものと思う。)

今後、変形、腐朽等について経過観察



令和2年度

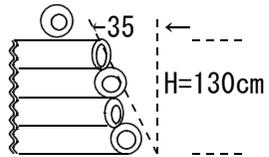
⑦ 木組み1

腐朽が進んでいる



⑧ 木組み2

3段積み 丸太のずれ等異常は見られない。



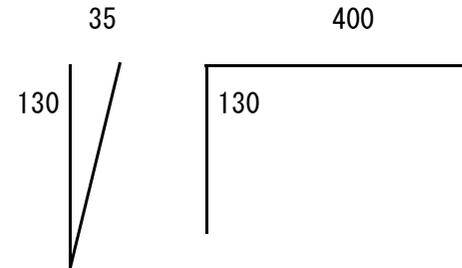
本体の変形、腐朽等について経過観察

[作業道分岐から153m]



⑧ 木組み2

3段積み 丸太のずれ等異常は見られない。

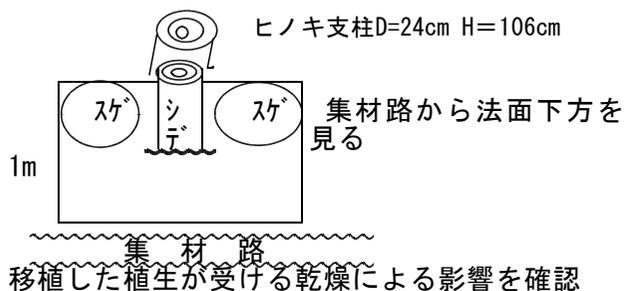
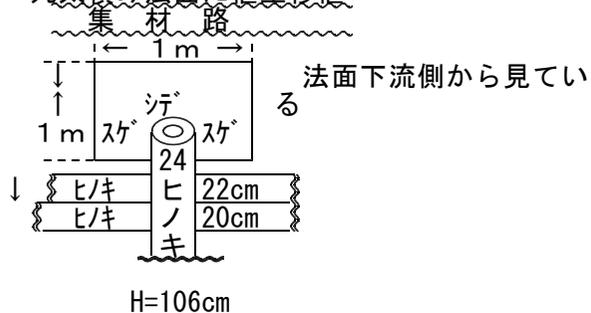


丸太土留め変化なし。丸太腐朽あり
一部、掘取調査のため掘取



平成19年度

⑨ 植生移植(シデ、スゲ)
丸太積み法面に植生移植



[作業道分岐から169m]



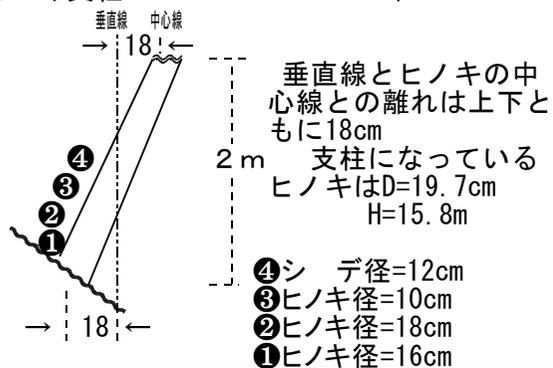
令和2年度

⑨ 植生移植(シデ、スゲ)
丸太積み法面に植生移植

スゲに全面覆われている。



⑩ 丸太土留めの支柱としたヒノキ生立木の傾斜(ヒノキ支柱 D=19.7cm H=15.8m)



[作業道分岐から189m]



⑩ 丸太土留めの支柱としたヒノキ生立木の傾斜(ヒノキ支柱 D=21.8m H=15.8m)

横丸太の腐朽は進んでいる



平成19年度

丸太土留の支柱としているヒノキの傾斜度が今後どのように変化するか観察
傾斜角9°（垂直を0°としたときの傾斜度）

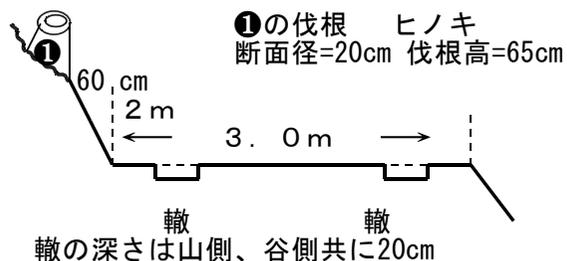


令和2年度

傾斜角12°（垂直を0°としたときの傾斜度）



⑪ 路体及び法面

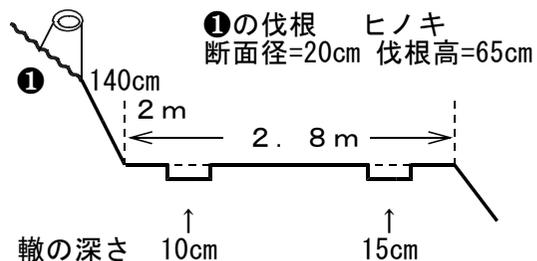


轍による路面、路体のへの影響、法面上部にある伐根の崩落等について観察

[作業道分岐から221m]



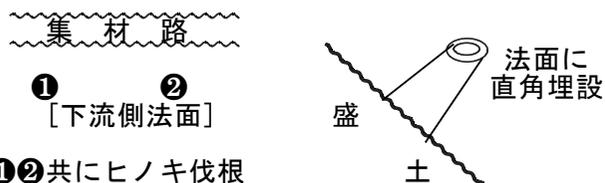
⑪ 路体及び法面



変化なし



⑫ 法面への伐根埋設



①②共にヒノキ伐根
①=断面径26cm 伐根高=68cm
②=断面径18cm 伐根高=65cm
伐根を盛土の流亡防止として使用。今後伐根の腐朽状況。土砂の流亡等による転落（抜け落ち）などについて観察

[作業道分岐から243m]



⑫ 法面への伐根埋設



①②共にヒノキ伐根
①=断面径26cm 伐根高=68cm
②=堀取調査のため堀取
腐朽が進んでいるが、法面は安定



平成19年度

令和2年度

第2回現地検討会車座会場(⑫~会場19m)

[作業道分岐から262m]

⑬ 無植生法面

集材路



1 m
植生の生えていない盛土部分にプロットを設定し、今後の植生回復について観察

[作業道分岐から283m]



⑬ 無植生法面

集材路



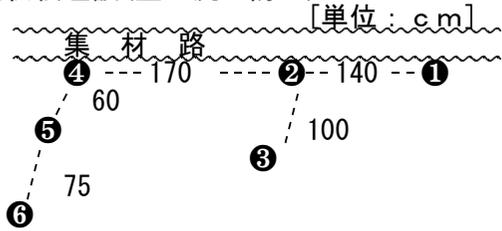
事業の伐採木により確認不可



⑭ 法面伐根埋設(盛土流亡防止)

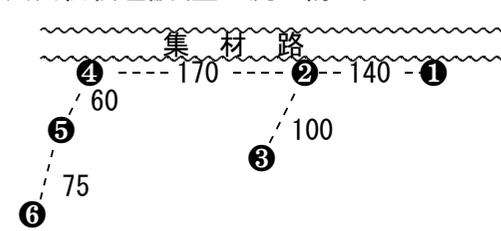
[作業道分岐から333m]

⑭ 法面伐根埋設(盛土流亡防止)



- ①ヒノキD=26 H=90 ②ヒノキD=20 H=70
- ③ヒノキD=14 H=30 ④ゴンゼツD=16 H=50
- ⑤ヒノキD=26 H=60 ⑥ヒノキD=20 H=40

伐根の転倒、法面の崩落等を観察



- ①ヒノキD=26 H=90 ②ヒノキD=20 H=70
- ③ヒノキD=14 H=30 ④ゴンゼツD=16 H=50
- ⑤ヒノキD=26 H=60 ⑥ヒノキD=20 H=40

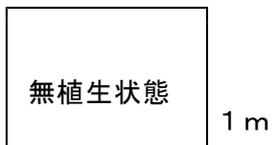
腐朽が進んでいるが、法面は安定、全面緑化



平成19年度

⑮ 無植生法面

集材路



1 m
無植生状態の法面に今後どのような植生が生えてくるか観察

[作業道分岐から344m]



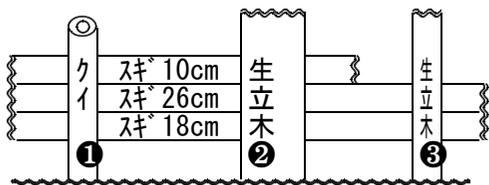
令和2年度

⑮ 無植生法面

スギ15本超
ヒノキ10本超発生
ガクウツギ多数
被度60%以上



⑯ 丸太土留めと生立木支柱及び打ち込み杭



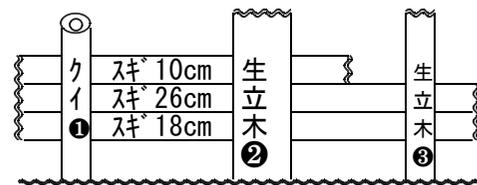
- ① 打ち込み杭 断面径13cm H=170cm
- ② スギ立木 D=23.1cm H=15.0m
- ③ スギ立木 D=10.9cm H=11.5m

①の打ち込み杭及び②・③のスギ立木の保存状況(②・③については既に傾斜しており、今後の程度耐久性があるか?)



① 傾斜角
② 4°
③ 23°
(垂直0°に対する傾斜角)

⑯ 丸太土留めと生立木支柱及び打ち込み杭



- ① 打ち込み杭 断面径13cm H=170cm
- ② スギ立木 D=25.5cm H=17.2m
- ③ スギ立木 D=12.0cm H=12.0m

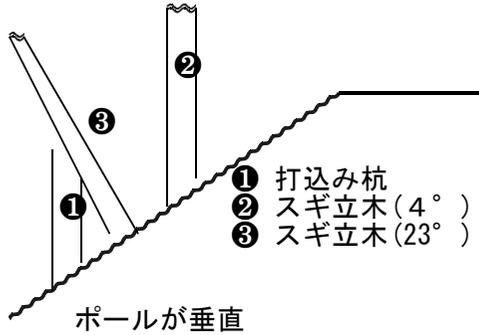
腐朽が進み①は転倒、②・③は傾斜角が広がっている。



① 90°
② 5°
③ 28°
(垂直0°に対する傾斜角)

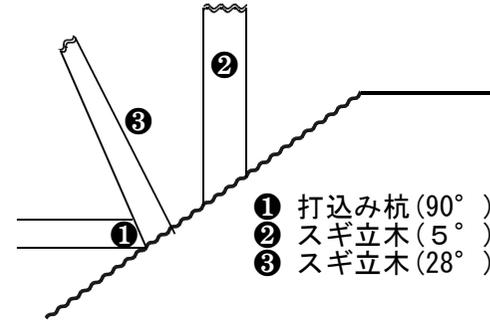
平成19年度

⑩ 丸太土留めと生立木支柱及び打ち込み杭

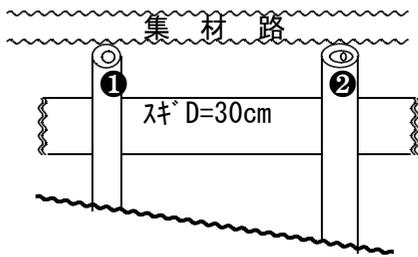


令和2年度

⑩ 丸太土留めと生立木支柱及び打ち込み杭



⑪ 打ち込み杭



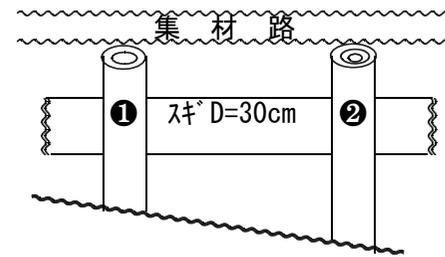
- ① 断面径18cm H=90cm
- ② 断面径20cm H=73cm

打ち込み杭の耐久性と法面の安定性を見る

[作業道分岐から438m]



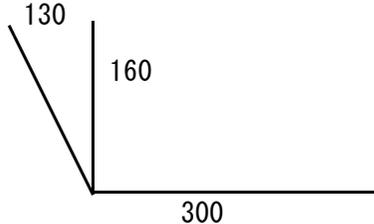
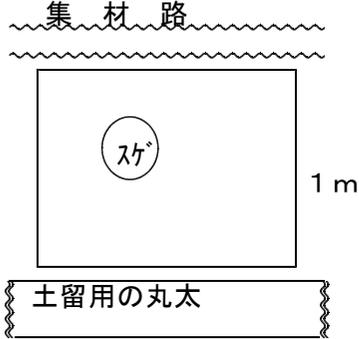
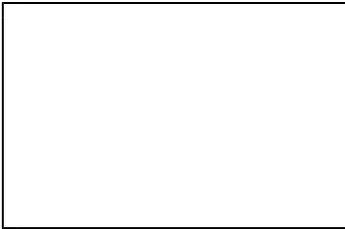
⑪ 打ち込み杭



- ① 断面径18cm H=90cm 支持力なし
- ② 断面径20cm H=73cm 支持力低下

腐朽が進んでいるが、草本が繁茂しており、法面は安定している。



平成19年度		令和2年度	
<p>⑱ 路体(山側から水が染み出す軟弱箇所) 19年度終点手前の三叉路</p> <p>山側から水が染み出すような軟弱箇所が今後どのような影響があるか観察</p>	<p>[作業道分岐から448m]</p> 	<p>⑱ 路体(山側から水が染み出す軟弱箇所) 19年度終点手前の三叉路</p>  <p>山側法面若干崩落後、植生回復</p> 	
<p>⑲ 法面の植生回復(スゲ1株移植)</p> 	<p>[作業道分岐から478m]</p> 	<p>⑲ 法面の植生回復(スゲ1株移植)</p> <p>被度20% 水による浸食あり</p>  	
<p>作業終了後排水用横断溝の堀上げ (19年度作設集材路終点近く)</p> <p>幅員 3.0m 堀上げ幅 1.0m 堀上深さ 0.4m</p> <p>作業道分岐から三叉路まで448m 作業道分岐から19年度終点の谷まで509m</p>		<p>作業終了後排水用横断溝の堀上げ (19年度作設集材路終点近く)</p> <p>機能を維持している</p> 	

■ 腐朽調査（目視被害度及び打込抵抗法）

○目視被害度判定基準

劣化被害度	状態
0	被害なし
1	部分的に軽度の腐朽または蟻害
2	全面的に軽度の腐朽または蟻害
3	2に加えて部分的に激しい腐朽または蟻害
4	全面的に激しい腐朽または蟻害
5	腐朽または蟻害によって形が崩れる



目視被害度判定（被害度2）

○打込抵抗法（触診および打音）による判定基準

被害度	診断項目	
	触診	打音
0	柔らかい箇所が無い	鈍い音が生じない
1	柔らかい箇所が材の一部に認められる	鈍い音が外周の5%以下の範囲で生じる
2	柔らかい箇所が材表面から浅い位置で連続的に認められる	鈍い音が外周の25%以下の範囲で生じる
3	柔らかい箇所が材表面から深い箇所まで認められる	鈍い音が外周の約半分の範囲で生じる
4	触診時に材がくずれる	鈍い音が外周の半分以上の範囲で生じる
5	外観で判断	外観で判断



打込抵抗法（触診・打音：被害度3）

■ 腐朽調査実施状況



⑤ 生立木を丸太土留めの支柱として使用

調査日：10月1日

全体的に腐朽が進んでおり、材表面には軟らかい箇所があるが芯部分には堅い部分が残っていた。



⑦ 木組み 1

調査日：10月1日

全体的に腐朽が進んでおり、材表面には軟らかい箇所があるが芯部分には堅い部分が残っていた。



⑨ 丸太積み法面に植生移植

調査日：10月1日

全体的に腐朽が進んでおり、材表面には軟らかい箇所があるが芯部分には堅い部分が残っていた。



⑩ 丸太土留めの支柱としたヒノキ生立木の傾斜

調査日：10月1日

全体的に腐朽が進んでおり、材表面には軟らかい箇所があるが芯部分には堅い部分が残っていた。



⑭法面への伐根埋設

調査日：8月7日

全体的に腐朽が進んでおり、材表面には軟らかい箇所があるが芯部分には堅い部分が残っていた。



⑯丸太土留めと生立木及び打込杭

調査日：8月7日

全体的に腐朽が進んでおり、材表面には軟らかい箇所があるが芯部分には堅い部分が残っていた。



⑰打込杭

調査日：8月7日

全体的に腐朽が進んでおり、材表面には軟らかい箇所があるが芯部分には堅い部分が残っていた。

■腐朽調査結果（現状調査箇所被害度）

調査ポイント	調査部位	調査数	目視被害度		打込抵抗法	
			範囲	平均	範囲	平均
⑤⑥⑨⑩⑬	丸太土留め（横丸太）	14	3～4	4	3～4	4
⑨	中段切生杭	2	3	3	3	3
⑦	木組み（横丸太）	4	3	3	3	3
⑦	木組み（縦丸太）	2	4	4	3～4	4
⑭	伐根埋設	2	4	4	4	4
⑬⑰	打込杭	3	3～4	4	4	4

○概要

- (1) 目視被害度も打込抵抗法もともに被害度は同様の大きさである。
- (2) 各調査部位の被害度は平均4程度と11年間で中段切生杭以外は腐朽が進んでいる状況にある。
- (3) 各工種で腐朽が進んでいるが、路面の亀裂、崩壊は見受けられず、路体の維持に影響は見られない。

■ 腐朽調査（土中埋設部掘取調査）実施状況（調査日：令和2年8月3日）



③中段切り生杭と丸太土留め 掘取状況



③中段切り生杭と丸太土留め 腐朽調査



⑧木組み2 掘取状況



⑧木組み2 腐朽調査



⑫法面への伐根埋設 掘取状況



表面部の状況

- ・ 掘取した結果、各工種に使用した埋設木の表面は腐朽し堅い心材部分だけが残る状態になっており部材としての強度は保たれていると思われる。
- ・ 地表において空気や雨水にさらされていた表面部分では、苔が生え木肌が腐朽し柔らかく残っていたが、心材部分は強度を保っており路体の維持に影響は見られない。

■ 腐朽調査結果（堀取調査箇所被害度）

調査ポイント	調査部位	調査数	目視被害度		打込抵抗法	
			範囲	平均	範囲	平均
③	丸太土留め（横丸太）	2	4～5	4	4～5	4
③	中段切生杭	1	4	4	4	4
⑧	木組み（横丸太）	3	4	4	3～4	4
⑧	木組み（縦丸太）	2	4	4	4～5	4
⑫	伐根埋設	2	4	4	4	4

○概要

- (1) 目視被害度も打込抵抗法もともに被害度は同様の大きさである。
- (2) 各調査部位の被害度は平均4程度と11年間で中段切生杭以外は腐朽が進んでいる状況にある。
- (3) 各工種で腐朽が進んでいるが、路面の亀裂、崩壊は見受けられず、路体の維持に影響は見られない。

■フォワーダによる集材路使用状況



フォワーダ イワフジ U-6D 積載量7,200kg
往復回数 約70回