

路網関係資料等

- ・ 作業路作設の手引き 平成 19 年 3 月
- ・ 作業道損壊事例 平成 20 年 5 月

作業路損壊事例

平成20年5月

林野庁 整備課

目 次

1 高い切土法面	1
2 高い盛土法面	2
3 横断管渠排水	3
4 路面水	4
5 沢の増水	5
6 不良な土質	6
7 ヘアピンカーブ	7
8 先行伐採	8

1 高い切土法面

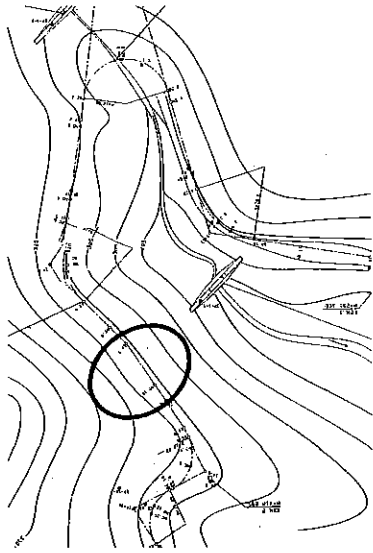
(1) 損壊状況(例)

○切土法面が高く、粘土分を多く含む礫交じり土の法面が降雨により崩壊(切土法高=14.0m)

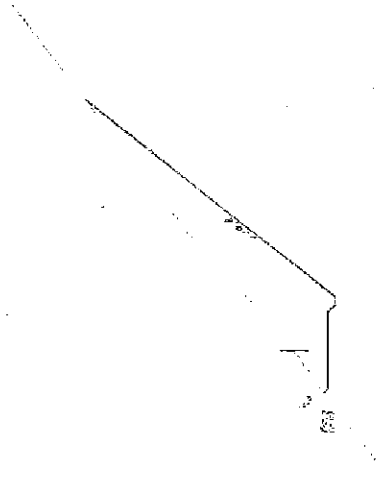
・状況写真



・平面図



・横断面図

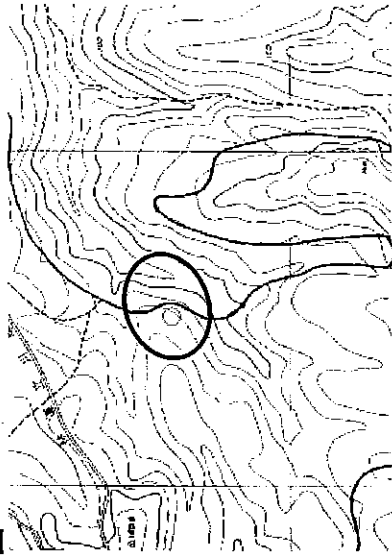


○融雪や大雨により法面上・中部の崩壊(切土法高=9.0m)

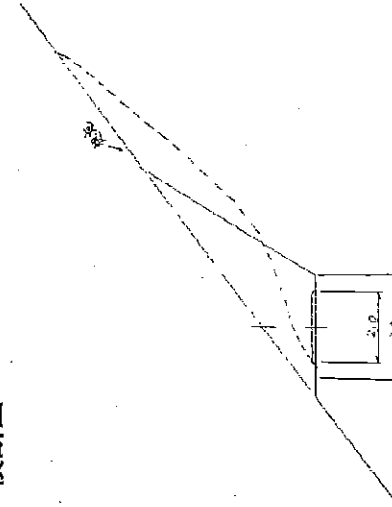
・状況写真



・平面図



・横断面図



(2) 高い切土法面で法面崩壊が発生した要因

- ・路面を切土で確保するような設計にした結果、高い切土法面となり、崩れやすい土質部分の無理な掘削や雨水等の影響により法面崩壊が発生
- ・損壊箇所前後の線形や縦断勾配の関係から、高い切土法面にならざるを得ず、崩れやすい土質部分の無理な掘削や雨水等の影響により法面崩壊が発生。

(3) 対策

- ・切土高と掘削土量の抑制のため、切土・盛土ともに土量が少なくなるよう、片切片盛や近接地での切土・盛土の均衡に努める。
- ・事前調査及び現地踏査において路線線形や縦断勾配等の検討を十分に行い、無理のないルートを選定を行う。

2 高い盛土法面

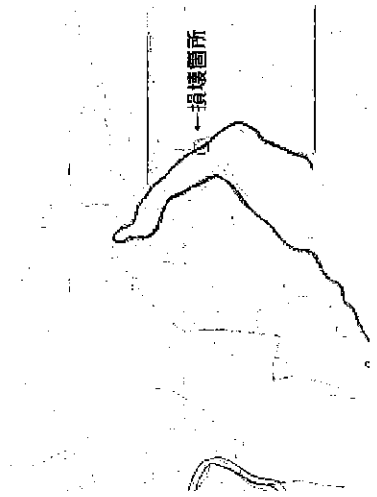
(1) 損壊状況(例)

○盛土法高が約5mになる箇所において、降雨により盛土法面及び路肩が崩壊

・状況写真



・平面図



・横断面

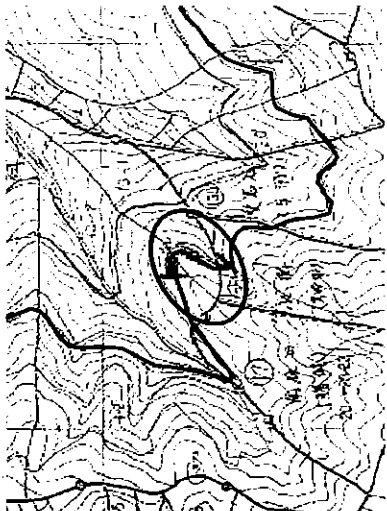


○融雪水や雨水等により盛土法面及び路肩が20mにわたり崩壊(盛土法高=4.5m)

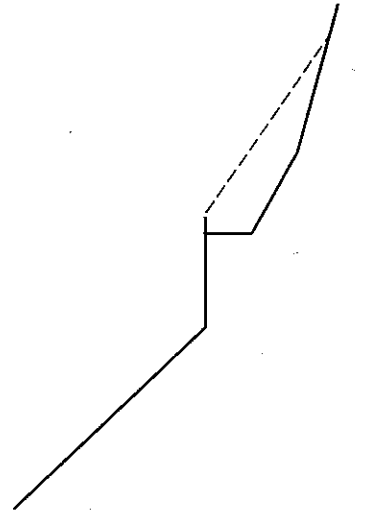
・状況写真



・平面図



・横断面



(2) 高い盛土法面で法面崩壊が発生した要因

- ・損壊箇所前後の線形や縦断勾配の関係から、高い盛土法面にならざるを得ず、盛土法面への降雨や路面水により路肩及び法面崩壊が発生。
- ・等高線を考慮した線形になっておらず、また丸太等による構造物も設置していなかったことから、降雨等により路肩及び法面崩壊が発生。

(3) 対策

- ・切土・盛土ともに土量が少なくなるよう、片切片盛や近接地での切土・盛土の均衡に努める。
- ・事前調査及び現地踏査において路線線形や縦断勾配等の検討を十分に行い、無理のないルートを選定を行う。
- ・盛土部分への排水は出来るだけ避けることが望ましいが、縦・横断勾配を活用して路面水を盛土部分で処理する際は、土質や路肩の保護対策を検討の上、実施すること。

3 横断管渠排水

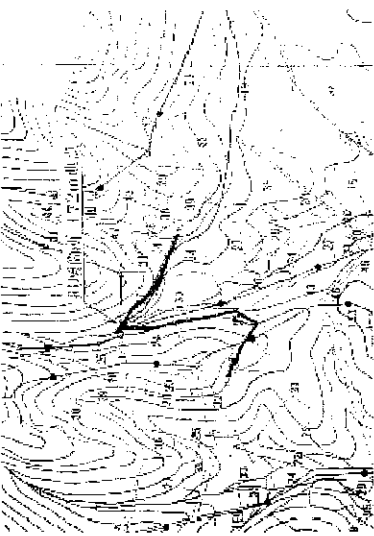
(1) 損壊状況(例)

○路線と交差する小沢が降雨により一時的に増水し、管渠(ヒューム管)の許容量を超え、路体ごと侵食

・状況写真



・平面図



・横断面図

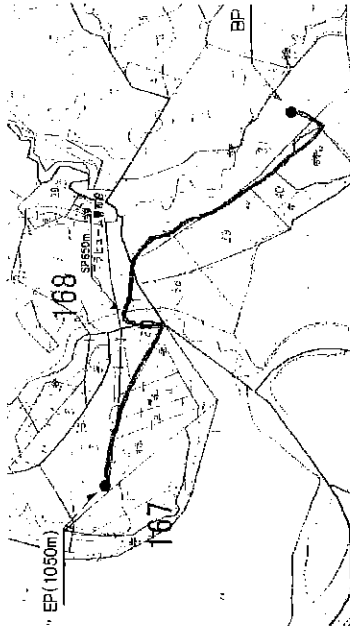


○局地的な降雨により、暗渠(ヒューム管)の許容量を超え、路体ごと侵食

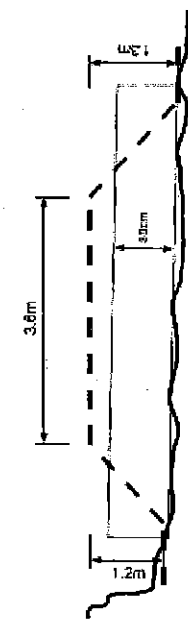
・状況写真



・平面図



・横断面図



(2) 横断管渠排水工による損壊が発生した要因

・作業路が沢部を渡る際、管渠工を回避するようルート変更の検討が行われず、施工が簡単な管渠を設置した結果、降雨時に流出した土砂等により吞口部が閉塞し、路体が損壊。

(3) 対策

・作業路等が沢を横断する場合は、管渠による排水は行わず、極力、現場で発生した転石等を利用した洗越しにより下流に流下させる。

4 路面水

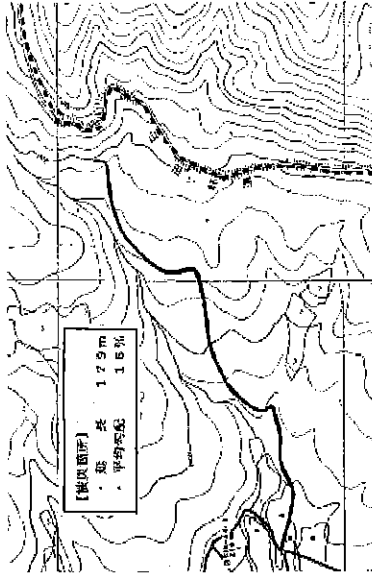
(1) 損壊状況(例)

○現地は急な縦断勾配が続く直線区間であり、素掘側溝を設置していたものの、降雨により、雨水が路面に流出した結果、路面が洗掘(縦断勾配16%)

・状況写真

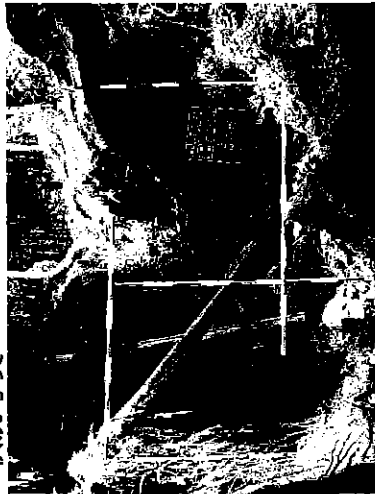


・平面図

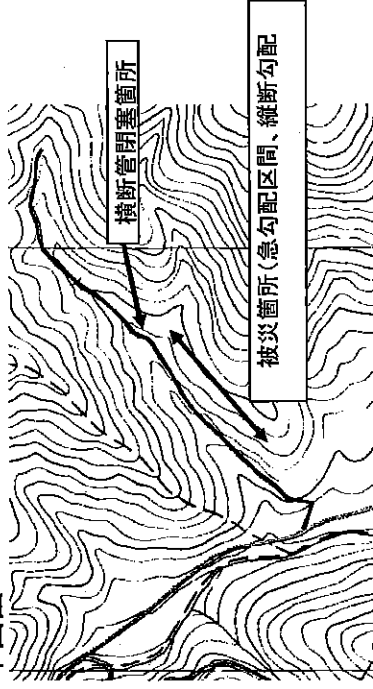


○側溝に土砂が堆積し、雨水が路面に流出し、縦断勾配が急な直線区間であったため、路面が洗掘(縦断勾配14%、直線区間200m)

・状況写真



・平面図



(2) 路面洗掘が発生した要因

・等高線を考慮した線形となっておらず、直線で同一勾配が長い区間続いたため、路面水に流勢が増し路面の洗掘が発生。
・側溝を施工した箇所での土砂等による側溝の詰りなどにより、路面水が適正に処理されなかつたため、路面を浸食。

(3) 対策

・路面水の流勢抑制やこまめな排水を考慮し、縦断勾配を波形線形にする。
・路肩の締め固まりや切土法面勾配からの崩土により形成される水切りの良い横断形状(川側片勾配)の活用によるこまめな排水に努める。

5 沢の増水

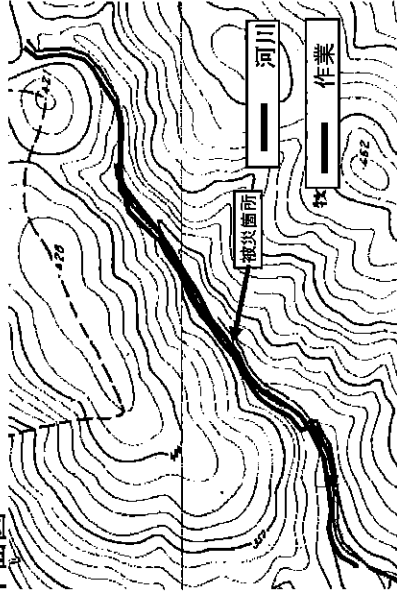
(1) 損壊状況(例)

○台風による豪雨により隣接する谷川が増水し、作業路路肩が約50mに渡り崩壊

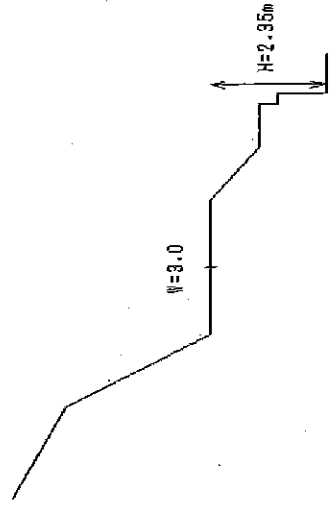
・状況写真



・平面図

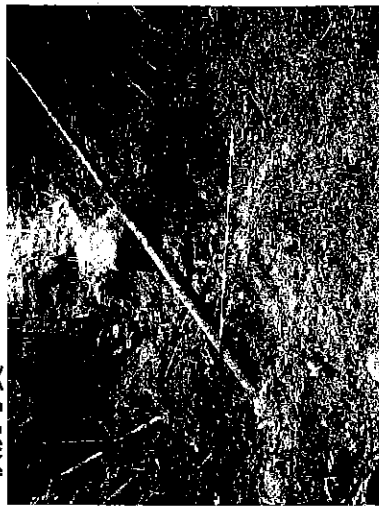


・横断面

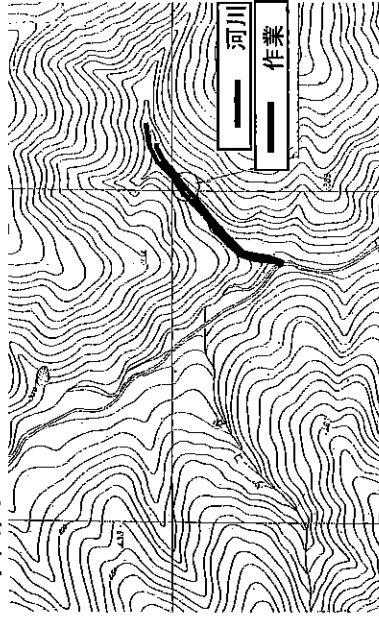


○谷川と接した作業道において、降雨により河川が増水し路肩を侵食

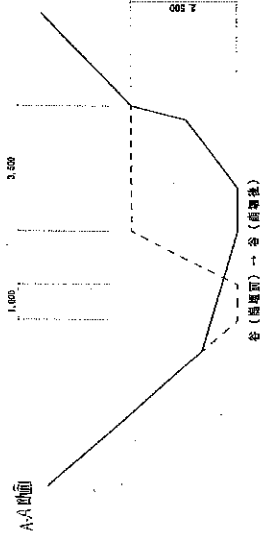
・状況写真



・平面図



・横断面



(2) 沢の増水による損壊が発生した要因

・沢や河川に沿った比較的平坦地において作業路を作設した場合、路肩部分の補強がなされていないため、法面(土羽面)及び路体が損壊。
 ・常水が少ない(又ははない)河川(谷川)において、想定を超える降雨等により、法面(土羽面)及び路体が損壊。

(3) 対策

・可能な限り河川等の隣接地では作業路の作設を避けるか、路線選定の工夫(河川等から離す)をする。やむを得ず河川等の隣接地に作設しなければならぬ区間がある場合は、増水による損壊防止のため、転石等現地発生材で土羽部の保護対策をとる。
 ・可能な限り、過去の増水の状況把握に努める。

6 不良な土質

(1) 損壊状況(例)

○剥離の多い岩質法面に雨水が流入し、大規模な崩落が発生

・状況写真



○剥離の多い風化岩と不安定な土質の土砂が降雨により崩壊

・状況写真



○稜線部作業路において、豪雨により路肩及び作業路下部の林内表土が滑落し、路肩が約100mに渡り崩落

・状況写真



(2) 不良な土質による損壊が発生した要因

- ・損壊箇所前後の線形、縦断勾配の関係から、不良な土質の箇所を工事せざるを得ず、雨水などの影響により法面、路肩が崩壊。
- ・現地踏査及び工事の初期段階でルートや縦断勾配の変更に関する検討が十分でなく、脆い土質の部分を工事着手した結果、法面、路肩が崩壊。

(3) 対策

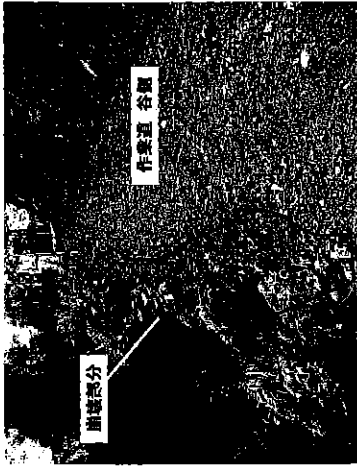
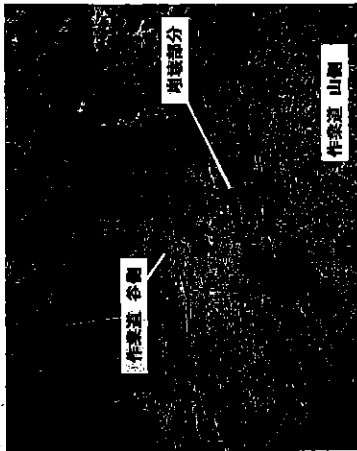
- ・事前調査及び現地踏査において、破碎帯等開設を避けるべき箇所を把握し、確実に避ける。やむを得ず不良な土質部分に作業路を開設する場合は、縦断勾配を工夫し盛土による施工など、極力掘削しない工法を検討する。
- ・工事施工中に不良な土質が現れた場合は、当初の計画にこだわらず、線形等を柔軟に見直すこと。

7 ヘアピンカーブ

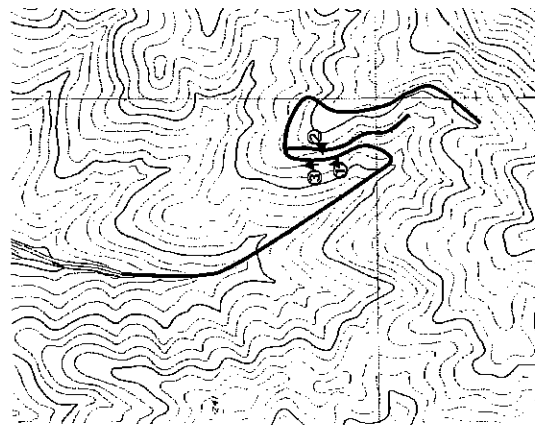
(1) 損壊状況(例)

○縦断勾配12%のヘアピンカーブで山側(上側)作業路の路肩が路面水により13m崩壊し、谷側(下側)作業路の路面を塞ぐとともに路肩崩壊が発生

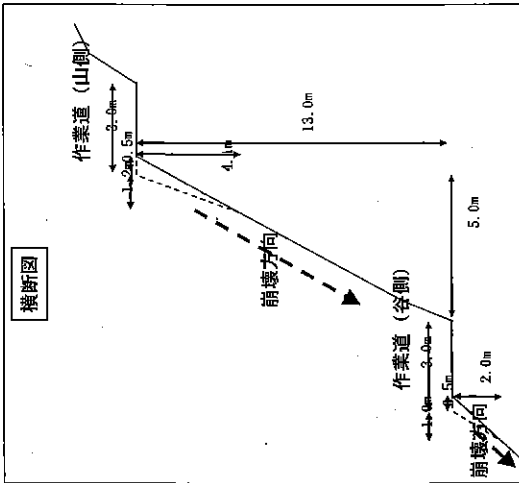
・状況写真



・平面図



・横断面図



(2) ヘアピンカーブで損壊が発生した要因

- ・路面水により山側(上側)作業路、谷側(下側)作業路ともに路面水による路肩崩壊が発生。
- ・山側(上側)作業路と谷側(下側)の間隔が狭く、かつ地山勾配が急であった。

(3) 対策

- ・事前調査・現地踏査により適地か否かの判断を十分に行うとともに最小曲線半径を確保する。
- ・路面水の排水対策や路肩の補強を十分に行う。

8 先行伐採

(1) 状況写真(例)

○先行伐採の作業員と路網作設の機械オペレーターの意思疎通の不足や作業距離が大きく離れている場合、写真のような不要な伐採を招き、結果として法面上部(法頭部分)から崩壊が始まることになる。写真のような低い法高であれば問題にならないが、法高がある程度高くなる
と大きな土砂崩壊に繋がる。

・状況写真



・状況写真(法面上部)



(2) 悪い先行伐採の要因

- ・伐採作業員と機械オペレーターとの連携が取れていない。
- ・伐採作業員と作業路開設機械の間隔が大きくなり、伐採作業員が先線の目標に対して幅広に伐採。

(3) 対策

- ・作業前に伐採作業員と機械オペレーターは、現地踏査を行い、地形・地質・障害物等の状況に関して十分承知しておく。
- ・作業路の開設作業中は、両者の間隔が離れすぎないように、連携して作業を進める。

作業路作設の手引き

平成19年3月

林野庁整備課

はじめに

平成18年9月に新たな「森林・林業基本計画」が閣議決定されました。

今後の森林・林業政策は、この「森林・林業基本計画」に基づき「緑の社会資本」である森林の恩恵が将来にわたって享受されるよう、森林・林業を巡る情勢の変化を踏まえ、多様で健全な森林の整備・保全と、国産材の利用拡大を軸とした林業・木材産業の再生を図るための施策を総合的に展開していくこととしています。

特に資源が充実しつつあるスギ・ヒノキを中心とする人工林については、多様で健全な森林の育成や国産材の安定的な供給の面などから、今後、間伐の実施が極めて重要となるものの、林業の収益性の低迷等の影響から従来の方法のみでは間伐の推進が困難な状況となっています。

このため、林野庁では、施業の集約化とあわせ、低コスト・高効率の作業システムの整備・普及により、間伐の効率的かつ効果的な実施を推進することとしています。

そのうち、作業システムの基盤となる路網整備に関して、簡易で耐久性を有する作業路網の整備を進めるため、都道府県の担当者をはじめとした関係者のご協力のもと、今般、「作業路作設の手引き」を作成しました。

これは、従来より簡易で耐久性が高く、かつ使いやすい作業路を作設する基本的な技術について、近年、優良な事例が多く整理され、間伐等の効率化に役立てられていることを背景に、これらの先駆者が進めている基本的な工法・手法等を取りまとめ、全国画一的な構造・工法ではなく、土質や気候といった地域条件に応じた工夫を加えながら、作業路の作設に役立てていただければとの思いから取りまとめました。

今後、この手引きに関しては皆様のご意見や全国の事例をもとに適宜見直しを行い、関係者に対して必要な情報の提供を行って参りたいと考えております。

最後に、今回の編集に際してご協力をいただいた皆様に感謝申し上げます。

目 次

第1章 低コスト高効率の作業システムに対応した路網の整備	1
第2章 簡易で耐久性のある作業路作設の手引き	6
第3章 簡易で耐久性のある作業路作設技術の作業道への応用	18

第1章 低コスト・高効率の作業システムに対応した路網の整備

1 低コスト・高効率の作業システムの要件

高性能林業機械は、作業能率は高いものの、固定的な経費（機械の購入費等）が高いことから、機械の持つ能力を最大に発揮させるべく稼働率を高めるとともに効率的な使用を進めることが必要である。

また、労働生産性や機械使用の効率性に影響を与える因子としては、集材距離、傾斜、資源状況等があるが、特に集材距離は大きな影響を有する。

このため、施業の団地化・集約化等による事業規模の確保を図るとともに、導入する機械の効率が最も高くなるよう集材距離等を考慮した路網密度や規格とするなど、路網整備と高性能林業機械が一体となった効率的な作業システムの整備が必要である。

【参考1】

「森林・林業基本計画」（抜粋）

第3 森林及び林業に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策

1 森林の有する多面的機能の発揮に関する施策

② 路網と高性能林業機械の一体的な組合せによる低コスト・高効率の作業システムの整備、普及及び定着

施業を効率的かつ効果的に実施するため、路網と高性能林業機械を組み合わせ合わせた低コスト・高効率な作業システムの整備、普及及び定着を推進するとともに、国有林等を活用したシステムの実証のためのモデル林の設定やモデル林における現地研修等の実施による人材の育成、多様な森林整備に対応できる高性能林業機械の開発・改良等を実施する。

この場合、路網整備については、効率的な作業システムに対応し得るよう、林道と作業道、作業路を適切に組み合わせ、より効率的な施業のための路網に重点化を図る。林道については、森林の利用形態等に応じた規格・構造の柔軟な選択、施業の優先順位に応じた整備を推進するとともに、森林へのアクセスを確保する骨格となる林道については、移動時間の短縮による森林整備の効率化等に見合った規格・構造とする。さらに、コストの縮減を図りつつ、森林の区分の特性に応じた整備に努めるとともに、計画、設計、施工すべての段階での周囲の環境との調和を図る。トラック等の走行に用いる一時的施設である作業道については、計画的な施業の実施に合わせて整備することとし、また、高性能林業機械等の走行に用いる作業路については、近年の路網作設のための技術の向上も踏まえ、できる限り簡易で耐久性のある構造での整備を推進する。

2 望ましい作業システムのイメージ

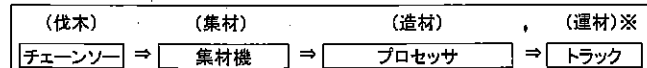
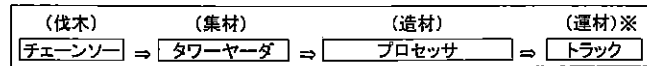
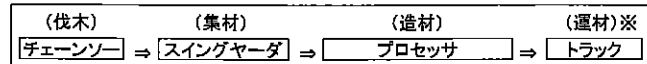
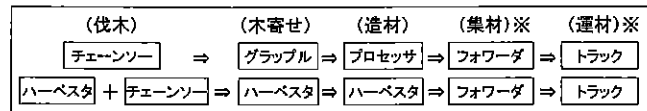
作業システムの検討に当たっては、所有する機械や現地の傾斜に合わせて、最適な集材距離（路網密度）となるよう選択する。

○急傾斜地

集材距離（路網密度）に応じた効率的な集材方法の選択

例えば

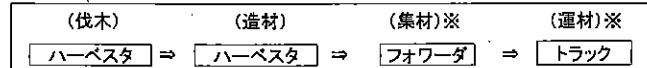
最遠集材距離	選択する集材機の特徴
～50m (路網密度 175m/ha～)	ハーベスタ、グラブブルは、高密度路網を活用することにより、道端からの伐採・集材に効率的。
～200m (路網密度 44m/ha～)	スイングヤーダは、主索を張らない簡易索張りであり、短距離・急傾斜地の集材に効率的。
～400m (路網密度 22m/ha～)	タワーヤーダは、主索を張らない簡易索張りであり、中距離・急傾斜地の集材に効率的。
400m～ (路網密度 ～22m/ha)	集材機は架線の架設、撤去に多くの時間と労力を要するが、長距離の集材が可能。



○緩傾斜地

ハーベスタ、フォワーダ等の車両系の高性能林業機械による効率的な作業が可能

例えば

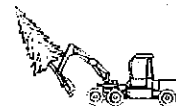


注：※は、林道、作業道等による集運材

* 主な高性能林業機械等

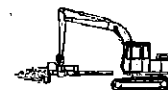
1. ハーベスタ(伐木造材機)

・立木の伐倒、枝払い、玉切りの各作業と玉切りした材の集積作業を一貫して行う自走式機械。



2. プロセッサ(造材機)

・林道や土場などで、集材されてきた材の枝払い、玉切りを連続して行い、玉切りした材の集積作業を一貫して行う自走式機械。



3. フォワーダ(積載式集材車輛)

・玉切りした材をグラブブルクレーンで荷台に積んで運ぶ集材専用の自走式機械。



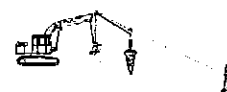
4. タワーヤーダ(タワー付き集材機)

・簡便に架線集材できる人工支柱を装備した移動可能な集材機。



5. スイングヤーダ(旋回ブーム式タワー付き集材機)

・主索を用いない簡易索張り方式に対応し、かつ作業中に旋回可能なブームを装備する集材機。



6. グラブブルローダ(積込機)

・油圧ショベルに材をつかむグラブブルを装備した作業車。



3 林内路網を形成する道の種類ごとの目的と役割

間伐等の適正な森林整備を行うためには、森林へのアクセスを確保する林内路網の整備が不可欠である。

その際、林内路網を形成する道の種類は、「林道」、「作業道」及び「作業路」があり、それぞれの開設目的や利用形態等に応じて、これらを適切に配置し、全体として効果的・効率的な林内路網を形成することが重要である。

林道

- ①効率的な森林の整備、地域産業の振興等を図る
 - ・森林へのアクセスを確保するための恒久的施設
 - ・一般車両の通行が可能
 - ・通常、地方自治体により整備され、公共施設として維持管理される
- ②主な規格等
 - ・恒久的施設（災害復旧事業の対象）
 - ・設計速度 20～40 km/h
 - ・全幅員 4m、5m（うち車道幅員3m、4m）など



作業道

- ①林道と一体となって森林整備の促進を図る
 - ・一般車両の通行は想定されず困難
 - ・通常、森林所有者や事業者によって整備され、維持管理される
- ②主な規格等
 - ・一時的施設（多くが継続的に使用される）
 - ・設計速度 特になし
 - ・全幅員 3m程度



作業路

- ①導入する作業システムに対応し、森林整備の促進を図る
 - ・通常、作業機械のみ通行
 - ・通常、森林所有者や事業者によって整備され、維持管理される
- ②主な規格等
 - ・一時的施設（継続的に使用されるものもある）
 - ・設計速度 特になし
 - ・全幅員 2～3m程度



4 低コスト・高効率の作業システムの導入に対応した路網の整備

育成林においては、成熟しつつある資源の効率的利用のみならず、長伐期化に対応した繰返しの間伐や複層林施業への転換によるきめ細やかな施業のためにも、効率的な作業システムの導入に対応した路網の整備がますます重要となっている。

このような作業システムには、今後も新たな技術開発が期待されるものの、諸外国における技術の状況などから見ても、現時点では、小型の高性能林業機械を用いた作業システム（集材工程をタワーヤード等で行う架線系とフォワーダ等で行う車両系に大別）の導入に対応した路網整備を進めることが重要である。

この場合、両作業システムに共通して効率的な作業が可能となるためには、作業ポイント（土場）からの最遠作業（集材）距離が200m程度となるように、50m/ha程度までトラックの走行が可能な作業道の整備が必要である。

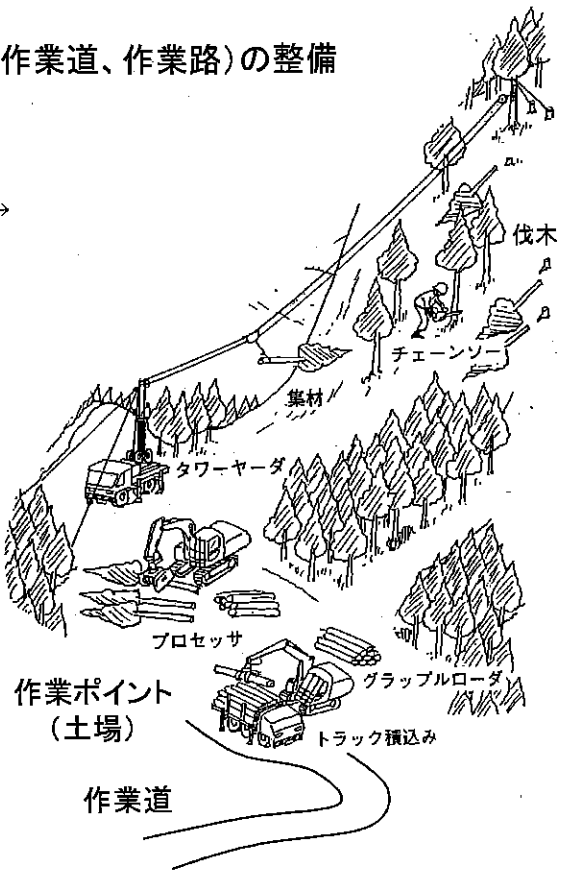
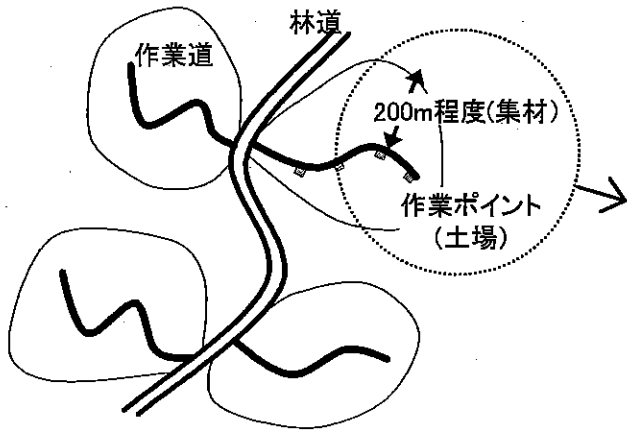
フォワーダ等による車両系システムについては、トラックの走行が可能な作業道に加えて、作業路からの最遠作業（集材）距離が50m程度となるように200m/ha程度まで機械の走行が可能な作業路の整備が必要である。

なお、路網の規格・構造については、走行する車両、高性能林業機械等の規格・性能に対応させることとする。

効率的な作業システムに対応した細部路網(作業道、作業路)の整備

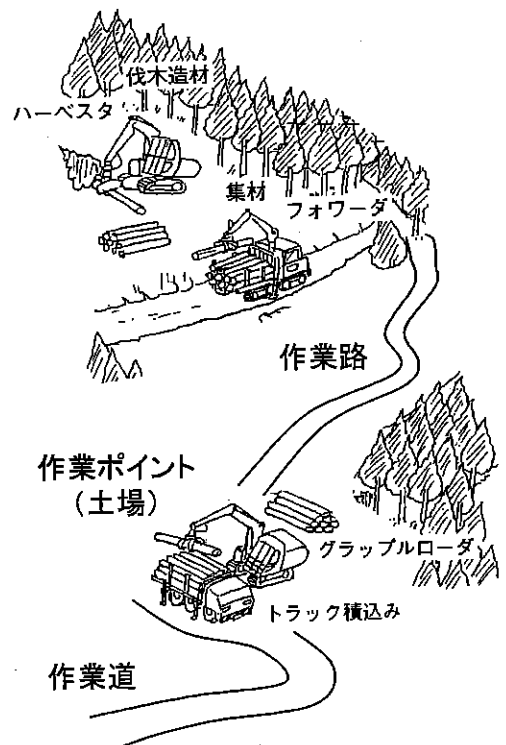
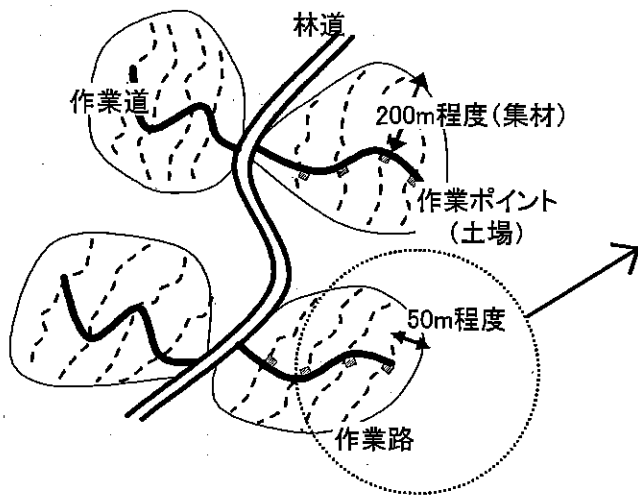
【架線系作業システムの例】

(伐木) チェーンソー → (集材) タワーヤード →
 (造材) プロセッサ → (運材) トラック



【車両系作業システムの例】

(伐木・木寄せ・造材) ハーベスタ →
 (集材) フォワーダ → (運材) トラック



第2章 簡易で耐久性のある作業路作設の手引き

I 総論

1 作業路作設の全体手順

(1) 机上（事前調査）での大まかな路網計画及び作業路路線計画の検討

対象森林について、適用する作業システム等を勘案しつつ、森林計画図、航空写真等を参考に、地すべり地等の回避すべき箇所、既設の林道等の位置関係を確認し、効率的な路網（林道、作業道、作業路）の大まかな配置と作業路路線位置を検討する。

(2) 作業路の作設に関する基本的な事項の確認

適用する作業システムに対応した簡易で耐久性のある作業路の作設に関する基本的な事項を確認する。

（作設に関する基本的な事項）

- 切土高の抑制
- 等高線を考慮した平面線形
- 設計車両を考慮した必要最小限の幅員
- 切盛土量の均衡
- 波形線形の採用
- こまめな排水
- 洗越工の採用

* 相互に関連

* 波形線形： 本資料においては、縦断勾配の波形（作業路側面から見た波形）を意味し、地形に応じて縦断勾配をこまめに変更した線形を意味している。
なお、平面的線形の波形（作業路上面から見た波形）については、「等高線を考慮した線形」と表現している。

(3) 現地踏査による現場条件の把握と作業路路線計画の修正

現地踏査では、作業路路線部分及び周辺森林について、机上で把握できない現場条件（微地形、土質等）の把握に努め、無理のない路線計画となるよう改めて検討する。

(4) 作設に関する基本的な事項を踏まえ、現場条件に柔軟に対応した施工

作業路路線計画を基に、作設に関する基本的な事項を踏まえ、転石や土質の変化等の現場条件による線形変更等に柔軟に対応しつつ施工する。

2 手順全体を通じて求められる基本的姿勢

従来よりも簡易で耐久性が高く、かつ使いやすい作業路を効率的に作設する基本的な技術については、近年、優良な事例も多く整理され、間伐等の効率化に役立てられている。

一方で、作業路作設の現場となる森林には、二つとして同じ条件のところはない。

このため、過去の作業路等の損壊事例の多くが、基本的な技術に沿って作設されていたとすれば、回避又は大きく軽減できたと考えられる一方で、中には単純な要因ではなく、様々な条件が重なって生じたと考えられる事例もある。また、予想外の異常気象も発生する。

これらを踏まえ、作業路の作設に従事する技術者は、手順全体を通じて、以下の点に十分に留意する必要がある。

- 第2章I-1(2)に示す基本的事項をよく理解した上で、当該地域における既往の作業路等の経年劣化の状況や損壊事例などをよく分析するとともに、作業路を利用して行う間伐等の作業システム等をよく理解しておくこと。
- 現地踏査や施工に当たっては、損壊の危険が最も少ない位置に、損壊の危険が低い構造の作業路が整備できるよう、当初の計画等にこだわらず、線形等を柔軟に見直し、決して無理をしない心構えを持つこと。
- 作業路を作設することが目的でなく、あくまでも間伐等の作業のための路網であることを認識し、使いやすく、生産性・効率性の高い作業を実現するための路線を目指すこと。
- 開設後も、予想外の水の動きがみられる場合などもあり、目を離すことなく観察を続け、予想以上の劣化や不具合が発生した場合には随時手直しを加えつつ、使いながら耐久性のある路網を完成させていくものと考えること。また、その知見は新たに開設する路線に活用すること。

II 構造

1 平面線形

作業路の配置は、現場条件と採用する作業システムや集材方向等に対応した配置とし、また、構造は使用する高性能林業機械等に対応した幅員、最小曲線半径等となるよう設定する。

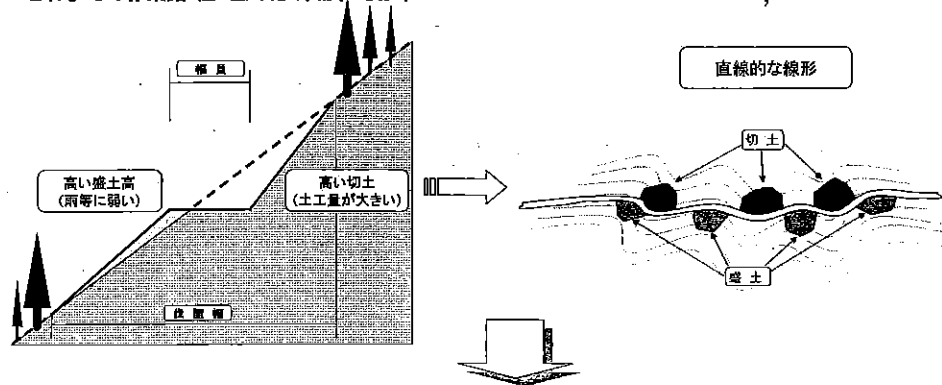
(1) 横断面及び線形

切盛法高の高い作業路は、切盛土量の増加や路側構造物の設置等、開設コストの増加を招くだけでなく、降雨等による法面崩壊の原因ともなる上、間伐等の森林施業の実施に支障をきたすなど、様々な問題を起こす原因となる。

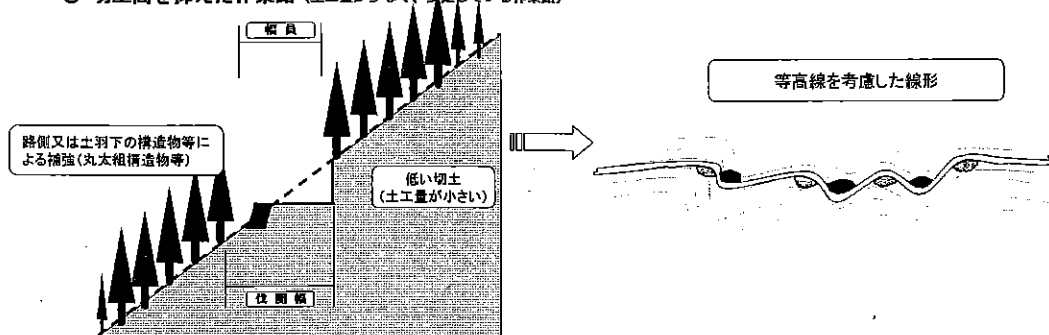
よって平面線形は、等高線を考慮し切盛法高を抑え、できるだけ路側構造物の設置が少なくなるような線形を検討する。

なお、地形や路線配置の関係からヘアピンカーブを設置することが必要となる場合は、尾根部を活用することが適当である。尾根部は、山腹斜面に比べて傾斜が小さく地質的に安定していることが多いことや水が集まりにくいことからヘアピンカーブに適地とされている。

○ これまでの作業路 (土工量が大きく、雨等にも弱い)



○ 切土高を抑えた作業路 (土工量が少なく、安定している作業路)



(2) 幅員

作業路の幅員(全幅員)は、林地の保全と路体の保護を図る観点から、地形等に応じ使用する高性能林業機械等の種類及び規格を勘案して、通行に支障の生じないように、必要最小限の幅員を確保する。なお、フォワーダの安全な走行に必要な幅員は、フォワーダの接地幅の1.2倍以上を目処に確保する。

(3) 最小曲線半径

作業路の曲線半径は、使用する高性能林業機械等の規格及び生産する素材の長さ等を勘案して決定する。

その際、高性能林業機械等は走行速度が自動車と比べて低いため、理論上は作業道よりも小さな曲線半径の設置が可能であるが、通行及び使用する林業機械の規格や搬出する素材の長さ等を考慮する必要がある。また、フォワーダについては、急勾配の前後に半径の小さな曲線を配置することは、安全面から出来るだけ避けたほうがよい。

2 縦断線形

一般的に林道等の縦断勾配は、自動車の通行を前提としているため、通行する車両が同一の走行状態が得られるよう定められるものであるが、これに対して作業路における勾配決定に際しては、平面線形と同様に、切盛法高や切盛土量の抑制、災害防止等を重視する必要がある。

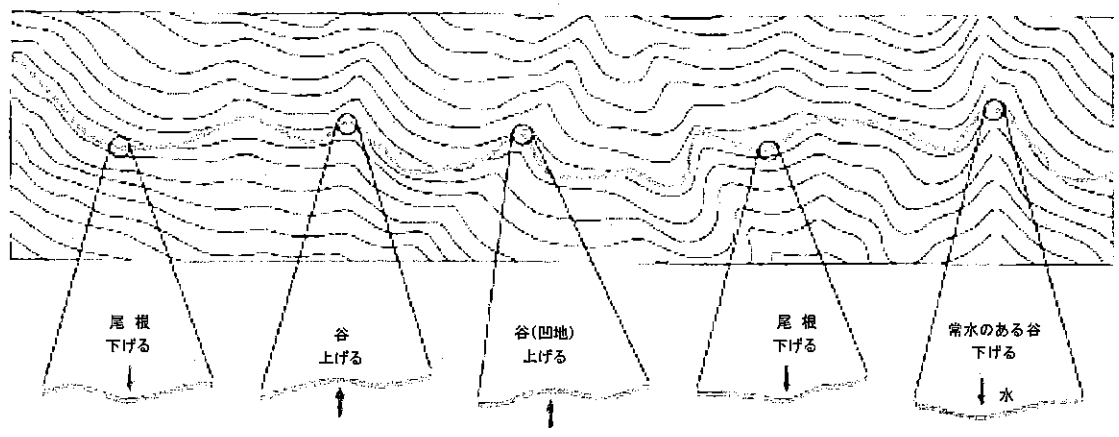
このため、地形等を考慮して、安全に通行可能な縦断勾配とするとともに、路面排水を考慮した波形線形を採用する。

具体的には、常水のない小さな谷部は水が集まりやすくなるため、路面を上げる工夫をする。また、尾根部と常水のある沢部の中腹部もやや上げるようにする。

一方、尾根部や常水のある沢部等では、路面を下げ前後の路面水を安全に流下させる。いずれにしても同一の勾配は長距離にわたって継続させないことが重要である。

なお、縦断勾配を急勾配にした場合は、路面水の流勢の増加による洗掘が発生しやすくなるため、横断勾配の工夫等による適切な排水対策を講じることを検討する。

○ 路面縦断勾配による排水



(引用文献) 大橋慶三郎 「道づくりのすべて」(社) 全国林業改良普及協会

3 横断形状

既設の作業路等の損壊事例のほとんどは、雨水による法面崩壊や路面洗掘であり、特に路面水については、路面洗掘と合わせ、路肩崩壊を招くケースが多く見られる。

このため、路肩の締め固まりや切土法面からの崩土により形成される水切りの良い横断形状を活用して、こまめな排水に努める。

Ⅲ 着工まで

1 事前調査

あらかじめ森林計画図（5千分の1）の図上で大まかな路網計画及び作業路路線計画を検討する。

この場合、森林計画図の他、航空写真、地質図等の既存資料によって、可能な限り路線計画箇所の概要を把握する。

また、図上での作業路路線計画の決定に際しては、下記に留意の上、間伐等の施業が継続的に予定されている一連の森林での効率的な施業に対応できるよう、路線及び作業ポイントの配置や起終点位置等について検討する。

- (1) 間伐等の施業が計画されている箇所を有機的に結ぶ線形となっているか。（施業実施箇所等の必須通過ポイントを全て通過しているか。）
- (2) 効率的な線形となっているか。（急傾斜の箇所を可能な限り避けているか。大規模な路側構造物が必要とはならないか。）
- (3) 想定される高性能林業機械等の通行に支障はないか。（搬出材積載時の下り走行で安全に走行できるか。曲線部の通行に支障はないか。）
- (4) 完成後の災害発生の恐れはないか。開設を避けるべき箇所及び周辺路網の既往被災箇所と同形態の箇所を図面上で把握した上で確実に避けているか。

なお、避けるべき箇所は一般的には以下の形態が想定され、事前調査において、注意する必要がある。

① 地すべり地

一般的には、森林計画図等の地形図を用いて判断。機械的な読み取りではなく、人の目によって、これまでの知見を踏まえて判断する。また、マクロ的には、地すべり学会等でまとめた分布図（箇所によっては、1/50,000地形図による）によって判断することも可能。

② 破砕帯

地質図（1/50,000）を用いて把握する。

③ リニアメント

地形図、航空写真で判断する。地形図で判断する場合には等高線の変曲線の連続性を見る。航空写真で判断する場合には、植生の色調の違い等を見る。

④ 崩壊地

森林計画図及び航空写真で判断する。

⑤ その他

人家裏、公道及び鉄道の上部等における作業路開設は、できるだけ避けた方がよいが、林道・公道等との接続部などのやむを得ない場合は、土砂流出の防止のため、木製構造物の設置など必要な対策を講ずることとする。

- (5) 作業路敷地の承諾が取れている箇所を通過しているか。(周辺の所有形態及び承諾の状況が図示され、用地の支障はないか。)
- (6) 作業路の起点位置において、既設道路と作業路の接続部分の規格・構造が使用する機械の通行に支障がないか。
- (7) 終点位置において車廻し等が確保されているか。

2 現地踏査

現地踏査では、事前調査で森林計画図に記載した作業路路線計画に関して、1(1)～(7)の観点を中心に詳細に踏査する。

併せて、森林計画図等で判読できない現場条件(土質、岩盤、小規模崩壊地、湧水、転石等)に関して、路線部分及び周辺森林の状況を踏査する。

1(4)の避けるべき箇所に関しては、露頭や植生状況から判断することになるため、路線計画箇所だけでなく周辺の既往の路網の状況も参考とする。

また、現地踏査においては、路線計画と併せて、簡易構造物、洗越し、路面工の必要な箇所を森林計画図に図示しておく。

なお、現地における路線位置の決定に際しては、下記に留意する。

- ① 事前調査及び現地踏査の結果を基に、作業路の中心線を立木等に記す際は、高性能林業機械等が搬出材積載時の下り走行で安全に走行できる縦断勾配となっているかを確認しながら進める。
- ② 土工量の極小化や必要な幅員の確保等を勘案し、中心線の調整を行う。

また、補助事業等の定めがある場合を除き、基本的に設計図は作成せず、森林計画図と現地に記した中心線位置を基に、作設を開始する。

IV 施工

現地踏査を踏まえたに路線計画等について、現地の状況に応じて見直しを加えながら土質等の現場条件による線形変更に対応しながら施工する。

1 伐開

伐開前に、伐採作業員及び機械運転手は、現地を踏査し、地形・地質・障害物等の状況を双方が十分承知しておくこと。

支障木の伐採は必要最小限とし、また、線形の変更に柔軟に対応できるよう大きく先行した伐開を避け、土工と連携した作業により、林地への影響を最小限に抑えるよう考慮する。

支障木として伐採する場合、盛土土羽尻に係る支障木は、地表から若干高めに伐採し、柵工等の支柱代わりに利用する。

切土法頭の立木は、根の緊縛力により法面の安定が期待できることから、可能な

限り残存する。

○ 必要最小限の伐開



○ 支障木を活用した路面工（軟弱路面对策）



2 土工

土工に当たっては、林地への影響を最小限に抑え壊れにくい構造とするとともに間伐等の作業を実施しやすいよう、切土・盛土ともに土量が少なくなるよう留意する。具体的には片切片盛とするなど、近接地での切土・盛土の均衡に努め、土砂運搬・捨土は極力避けることが望ましい。

施工は、原則として梅雨期、融雪時期等を避け、降雨時や降雨直後の作業は極力行わない。なお、掘削時の転石は、路肩の補強用として埋戻す他、路盤材、木製構造物の中詰材として全て有効活用する。

(1) 切土

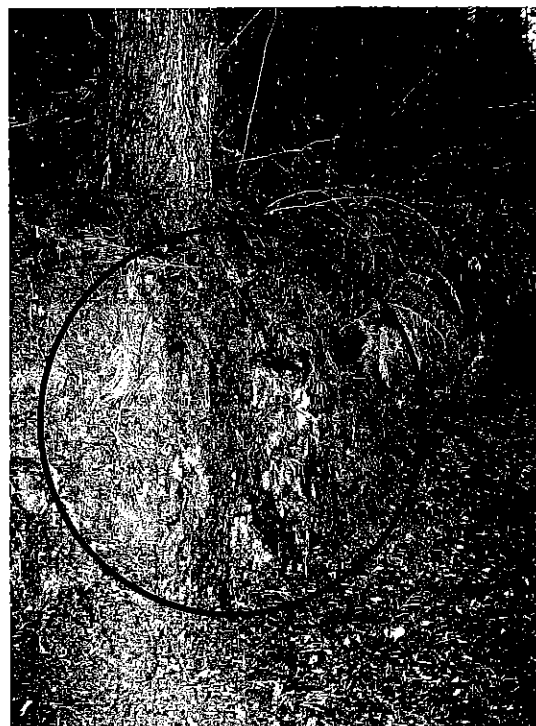
切土の高さは、伐開幅及び掘削土砂量の抑制等の観点から、土質等を勘案して、1. 5m程度以下の直切りを基本とし、現地の条件から、これにより難しいものについては、土質及び切取高さに応じて法面勾配を決定する。

なお、直切法面の安定については、地山が均一な土質であれば、2m程度までは土質に関係なく安定するものとされているが、実際には、山全体の土質が均一な条件にある場合は少なく、土の粘着力や内部摩擦角を的確に把握することは困難であるため、安全を見込んで1. 5m程度以下を目安とする。

○ 切土高を抑えた切土法面



○ 根による緊縛



(2) 盛土

作業路の盛土作業は、掘削機械を併用する場合がほとんどであるため、使用する掘削機械の重量と現場の土質により、締固めの度合いに違いが出る。

盛土に際しては、盛土の基礎部分を掘削及び敷均しにより水平にし、盛土のすべり出し防止を図るとともに、盛土の基礎部分以外の地山においても地山勾配や土質等を勘察し地山の段切り等の必要な措置を講じ、盛土の崩壊防止に努めることとする。

盛土は、原則として一層当たり30cm程度ごとに盛り立て、十分に転圧しながら積み上げ、きちんと締固めを行う。転圧は、覆帯による転圧を十分に行うこととし、路肩部分についても、安全に配慮しつつ覆帯の向きを路線方向に対して斜めに向けて転圧する。なお、締固め回数は、既往の作設状況を参考に一層当たりの締固め回数を決定する。

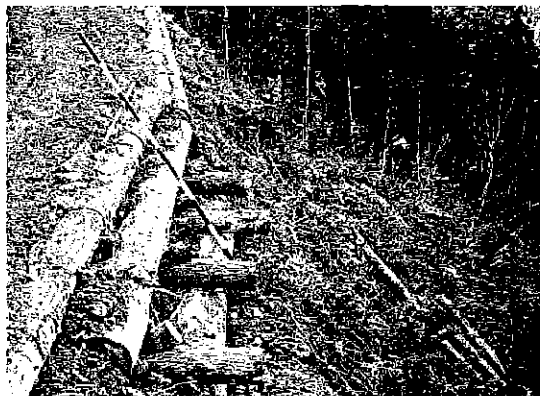
盛土材料は切取土を利用するが、表土部分については、多くの有機質や種子を含んでいることから、盛土材の敷均しの際、盛土外側（法面側）に配置することにより、盛土法面の早期緑化を期待する。ついでには、土砂掘削の際、可能な限り表土部分とそれ以外の土砂を分けることが重要である。

なお、盛土法長が長くなることが想定される場合は、丸太等による簡易な構造物を設置することにより、土羽尻の安定を図るとともに伐開幅及び盛土法長を最小限に抑える。（路肩の補強については「4 構造物」参照）

○ 丁寧な盛土



○ 盛土の緑化



3 排水処理

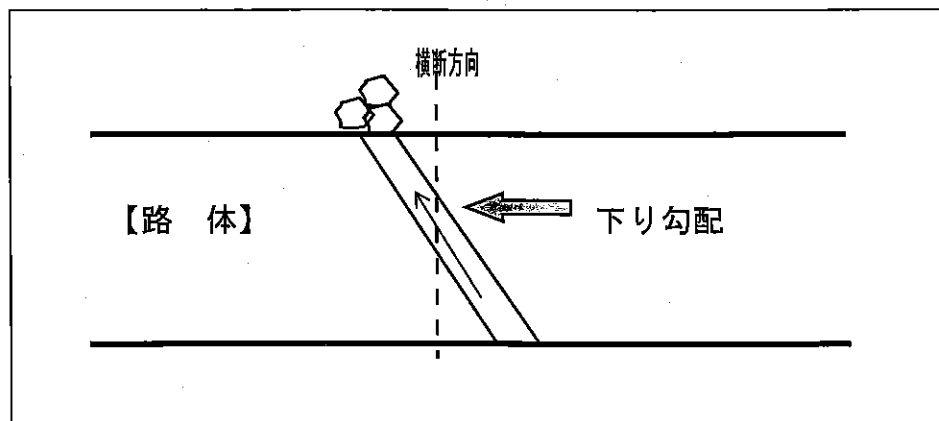
既設の作業路等の損壊事例のほとんどは、雨水による法面崩壊や路面洗掘であり、耐久性のある作業路を作設する際に最も重要な要因が水処理対策である。

(1) 路面水

コンクリートU型側溝等の永久構造物を基本的に設置しない作業路では、素掘側溝等の簡易な側溝が設置されるケースがあるが、これにより路面水を一定区間導水すると、素掘側溝等は開設後数年で土砂等により埋まってしまい、結局は降雨等が路面を流れることにより洗掘等の損壊を受けていることが多い。

このことから、切土高の抑制等による法面積の減少と併せ、縦断勾配及び横断勾配を工夫しながら、きめ細かい排水を実施する。

- ① 縦断勾配（Ⅱ 規格・構造 2参照）と横断勾配を工夫した、こまめな排水を検討する。
- ② 土質（軟弱地盤）や縦断勾配、集材方法（材の牽引による轍）など、①が適切に機能しないおそれがある場合は、支障木等を活用した簡易な横断溝や路面盛土等により、こまめに排水する。この場合、横断溝は横断方向に対して斜めに設置し、流末部分は現場で発生した根株、石碎等を積み、洗掘防止に努める。



- ③ 掘削時に切土法面から湧水が発生した場合は、簡易な横断溝によりスムーズに川側へ排水する。その際、流末は②と同様とする。

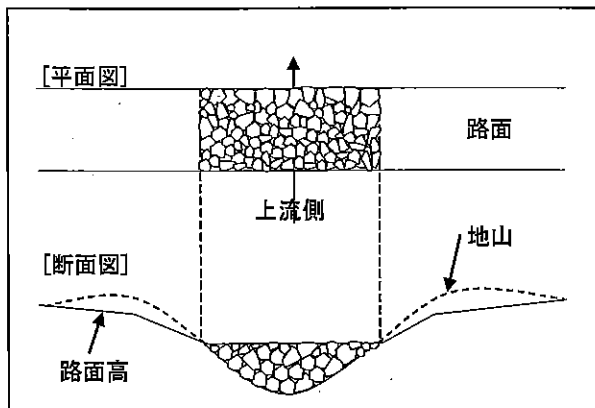
(2) 沢部の排水

作業路等が沢を横断する場合、ヒューム管等の管渠を埋設するケースがあるが、管渠による排水処理は、降雨時に流出した土砂等による呑口部の閉塞により、路体の損壊を招くおそれがある。

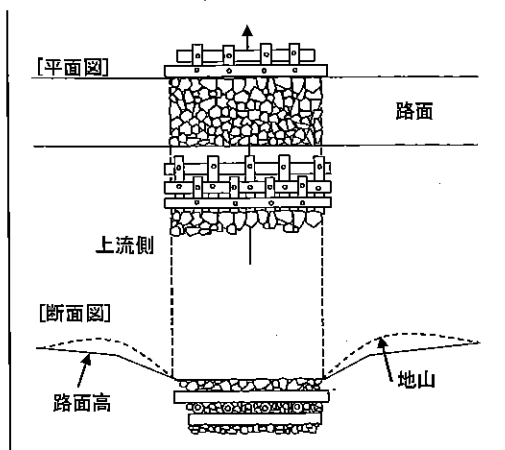
このことから、作業路が沢を横断する場合は、極力、洗越し（高さ（河床と路面高との高低差）が低いことが望ましい）により、下流に流下させることとする。

- ① 洗越しの材料は、現地で発生した転石、根株等を利用し、使用した転石等が降雨時に下流に流出しないよう注意するとともに、洗越しの高さが高くなるときや沢の流勢が強い箇所などでは、上流部及び下流部を丸太組工を設置する。
- ② 洗越しは、沢（河川）の流水方向に対して必ず直角に設置するとともに、沢前後の路体への水流入を防ぐため、洗越しの上面は出来るだけ水平にする。
- ③ 洗越し部分は、前後の路面高より下げる。
- ④ 吐口部は比較的大きな転石等を使用する。その際、洗越し基礎部の地盤の確認を行う（洗越し沈下防止のため）。

○ 転石による洗越し



○ 丸太組工を設置する場合



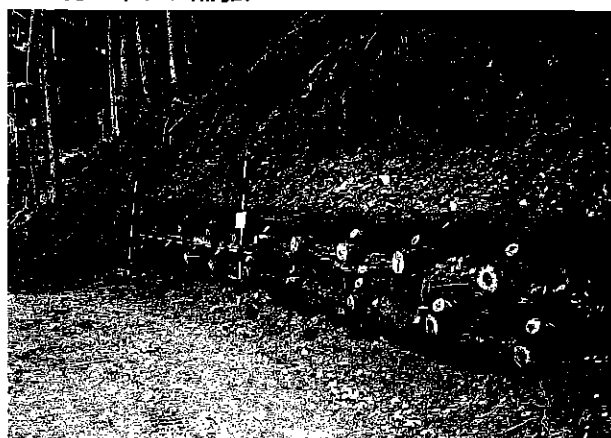
4 構造物

作業路は、基本的に永久構造物を設置しないことから、事前調査及び現地踏査時に路線計画（路面計画高等）を十分検討し、できるだけ構造物を作らない路体構築が望ましい。

しかし、地山勾配が急な箇所や切土面の軟弱地盤、盛土部路肩の補強が必要な箇所などは、開設時に丸太組工等による補強をしっかりと行い、壊れにくい作業路の作設に努める。

その場合、使用する木材は支障木等の現地発生材を使用し、木を組む際は、釘等で連結部を固定するとともに中詰の土砂等はよく転圧する。

○ 切土面の補強



○ 路肩部分の補強



5 路面工

作業路の路面処理は、設計車両の通行に支障がある場合に、土質（局地的な軟弱地盤を含む）及び過去の施工事例を参考に必要最小限の範囲で行う。

また、これ以外の箇所についても、切土によって発生した岩碎、礫等をバックホウ等により走行転圧して路面の保全に努める。その際、川側への岩碎の転落には十分注意する。

この場合、使用する岩碎等は、雨水等により流出しないよう粒径の比較的大きいものとする。

V 施工後の管理・巡視

簡易で耐久性のある作業路は、継続的に使用することを想定していることから、開設コストの低減と併せて、壊れにくい構造を有するよう工法上の工夫を要するが、作業路は、開設時の施工で完成するものではなく、適切な巡視の下、必要に応じて維持修繕や手直し工事を適時に行うことにより、十全に機能を発揮するものであることに留意する必要がある。

1 作業路台帳等の整備

作業路を適正に利用・管理し、後年の効果的な路網計画の策定のため、適切に現状を把握しておく必要がある。

このため、開設した作業路については、台帳及び位置図を整備しておくこととする。

2 現場の管理

作業路等の損壊は、雨水による法面・路肩の崩壊や路面の洗掘が大部分を占めることから、継続的に使用するためには、日頃の維持管理において水処理対策等を十分に講じておくことが重要である。

このため、梅雨期等の前に排水が適切に処理できるか点検を行い、必要に応じて横断溝等の排水対策を講じる。

また、降雨後の速やかな巡視は、排水対策の不適切な箇所等の把握ができ、以後の手直し工事の参考となる。

豪雨後や融雪後には、必要に応じて点検を行い、被害が生じた場合は、被害の程度、周辺環境への影響、被害拡大の可能性等を勘案し、必要な措置を講ずることとする。

併せて、高性能林業機械等の使用による路面の轍等については、雨水を滞留させ、通行の支障になるとともに災害の原因となる可能性があることから、間伐等の作業終了後は、必要な補修を行う。

林業機械を設計車両としている作業路は、一般車両の通行に適さないため、部外者の立ち入りを禁止する等の措置を講じ、事故防止に努める。

第3章 簡易で耐久性のある作業路作設技術の作業道への応用

1 作業路作設技術の作業道への応用に関する基本的な考え方

作業路とともに林内に整備する必要のある作業道においては、一般車両の通行は想定されないものの、トラック等の作業用車両の通行を想定している。

このため、作業道の作設に関しては、第2章-I-1-(2)に記載している基本的な事項を踏まえつつ、車両の通行を考慮した作設を行う必要がある。

(第2章-I-1-(2)に記載している基本的な事項)

- 切土高の抑制
- 等高線を考慮した平面線形
- 設計車両を考慮した必要最小限の幅員
- 切盛土量の均衡
- 波形線形の採用
- こまめな排水
- 洗越工の採用

2 作業路作設技術の作業道への応用のポイント

作業道の作設に関しては、第2章を参考に作業路と同様、簡易で耐久性のある作業道の作設に努める。

(1) 構造

作業道の構造は、運材トラック等の設計車両の通行に支障の生じない範囲で簡易な構造を検討する。

具体的には、切土高の抑制やこまめな排水など基本的な事項を踏まえつつ、運材トラックの通行に支障のないよう、必要な幅員、最小曲線半径、縦断勾配等を確保する。

なお、将来林道への編入が想定される路線については、林道規程に定める構造を参考に、現場条件(土質、地山傾斜等)及び過去の施工事例を踏まえて曲線半径、縦断勾配等を決定する。

(2) 着工まで

① 事前調査等

事前調査及び現地踏査においては、地すべり地等の回避すべき箇所や既設の林道等の位置関係の把握のほか、施業実施箇所や適用する作業システム(車両系、架線系)に応じた作業路路線計画及び作業ポイントの設置箇所、集材及び運材等の作業距離等を総合的に検討し、効率的な路網配置を検討する。

② 測量・設計

作業道の作設においても、測量・設計に関する事務の簡素化を図ることとするが、周辺の森林及び林道等の整備状況から、将来林道への編入が想定される路線については、編入時に局所的な曲線改良、路盤の整備程度の最小限の整備で編入ができるよう、林道規程に準じた規格となるような測量・設計を実施する。

(3) 施工

① 伐開

伐開に当たっては、伐採作業員と機械運転手の連携が重要であり、現地状況（地形、地質、障害物等）の把握に加え、大きな先行伐採作業を避けるなどの林地への影響を最小限に抑えるよう考慮した作業に努める。

② 土工

土工に当たっては、作業路同様、林地への影響を最小限に抑え壊れにくい構造とするともに、間伐等の作業の実施及び作業路の接続等を考慮し、可能な限り切盛法高の抑制等に努める。

③ 排水処理

壊れにくい作業道を作設するためには、作業路同様、水処理対策に細心の注意が必要である。

路面水の処理については、路面水の集中や滞留を防ぐため、想定される通行車両の通行に支障のない範囲で縦断勾配と横断勾配を工夫した、こまめな排水を検討する。

沢部の排水については、極力、洗越しにより下流に流下させることとするが、水の路面への流入を防ぐために設けている洗越し前後の路面の高低差は、設計車両の通行に支障のないよう注意する。

④ 構造物等

丸太組工等構造物の設置及び路面工の施工は、必要最小限の範囲とすることとし、事前調査や現地踏査、近接の施工事例等を参考に計画段階で十分な検討を行うこと。

また、地山勾配が急な箇所や現地の土質が悪い箇所などの対策として、やむを得ず構造物等を施工する場合は、支障木や転石等の現地発生材の有効活用に努めるとともに、設計車両が安全に通行できるよう、施工箇所や施工規模を十分検討すること。

特に、路肩の保護については、運材トラックの転倒防止やスイングヤード等における搬出材の安全な引き揚げ作業の観点から、丸太組工等による補強を検討する。

3 開設事例

○ 必要最小限の伐採



