

多摩地域における森林作業道作設マニュアル

平成24年 3月30日

公益財団法人 東京都農林水産振興財団

東京都農林総合研究センター

多摩地域における森林作業道作設マニュアル 目次

第1 趣旨	・・・ 1
1 マニュアル作成にあたって	・・・ 1
2 森林作業道	・・・ 2
3 多摩地域の特性	・・・ 2
第2 路線計画	・・・ 4
1 計画	・・・ 4
2 傾斜に応じた作業システム	・・・ 6
3 縦断勾配	・・・ 8
4 排水計画	・・・ 9
第3 施工	・・・ 10
1 切土	・・・ 10
2 盛土	・・・ 11
3 曲線部	・・・ 12
4 簡易構造物等	・・・ 12
5 排水施設	・・・ 13
6 伐開	・・・ 16
第4 維持管理	・・・ 17
1 見回りの時期	・・・ 17
2 注意を要する災害の兆候	・・・ 17
3 災害防止の重要性	・・・ 18
4 侵入防止措置	・・・ 19
第5 周辺環境への配慮	・・・ 19

多摩地域における森林作業道作設マニュアル

第1 趣旨

1 マニュアル作成にあたって

林業の低コスト化や生産性向上を図る上では必要不可欠な施設となる森林作業道を普及するため、東京都農林総合研究センターでは、平成20年～23年にわたり「高密度作業道の低コスト工法に関する研究」に取り組んできた。この研究では、実際に作設された多摩地域6市町村の森林作業道15路線(図-1)を全線踏査し、線形や勾配、設置された構造物などの実態や被災状況の要因解析など、多摩地域の特性を考慮した森林作業道の作設技術等について調査・分析を進めてきた。

一連の調査を通じて、多摩地域の森林作業道は、作設者の様々な創意工夫により作設されてきたことが分かった。また、災害発生事例から、今後作業道を作設する上で注意すべき点や、森林作業道の作設後の被災を防ぐためには、日頃の維持管理が重要であるなど、多くの情報を得ることができた。

本マニュアルでは、それらの成果を反映しつつ、作設技術者が多摩地域の条件に適合した森林作業道を作設するうえで参考とすべき基本情報を取りまとめることにした。

なお、本マニュアルは、「森林作業道作設指針(平成22年11月17日林野庁長官通知)」及び「東京都森林作業道作設指針(平成23年4月1日22産労農森第814号)」を補完するものとして利用されたい。また、今後、新たな技術的な知見の蓄積も期待されることから、本マニュアルについては必要な検討を重ねながら随時見直ししていくものとする。



図-1 「高密度作業道の低コスト工法に関する研究」の調査対象作業道位置図

2 森林作業道

森林作業道は、間伐をはじめとする森林整備、木材の集材・搬出のため継続的に用いられる道であり、地形に沿うことで作設費用を抑えて経済性を確保しつつ、繰り返しの使用に耐えるよう丈夫で簡易なものであることが必要である。

これを踏まえ、路体は堅固な土構造によることを基本とするが、地形・地質、土質などの条件から必要と判断される場合は、構造物の設置も考えるものとする。

3 多摩地域の特性

(1) 急峻な地形

多摩地域の森林は、急傾斜地が多いという特性がある。図-2は多摩地域を傾斜角別に区分したものであるが、これによると、特に奥多摩町や檜原村で急傾斜地が多いことが分かる(表-1)。これは、土構造を基本とする作業道を作設するうえでは、最も注意を要する特性である。

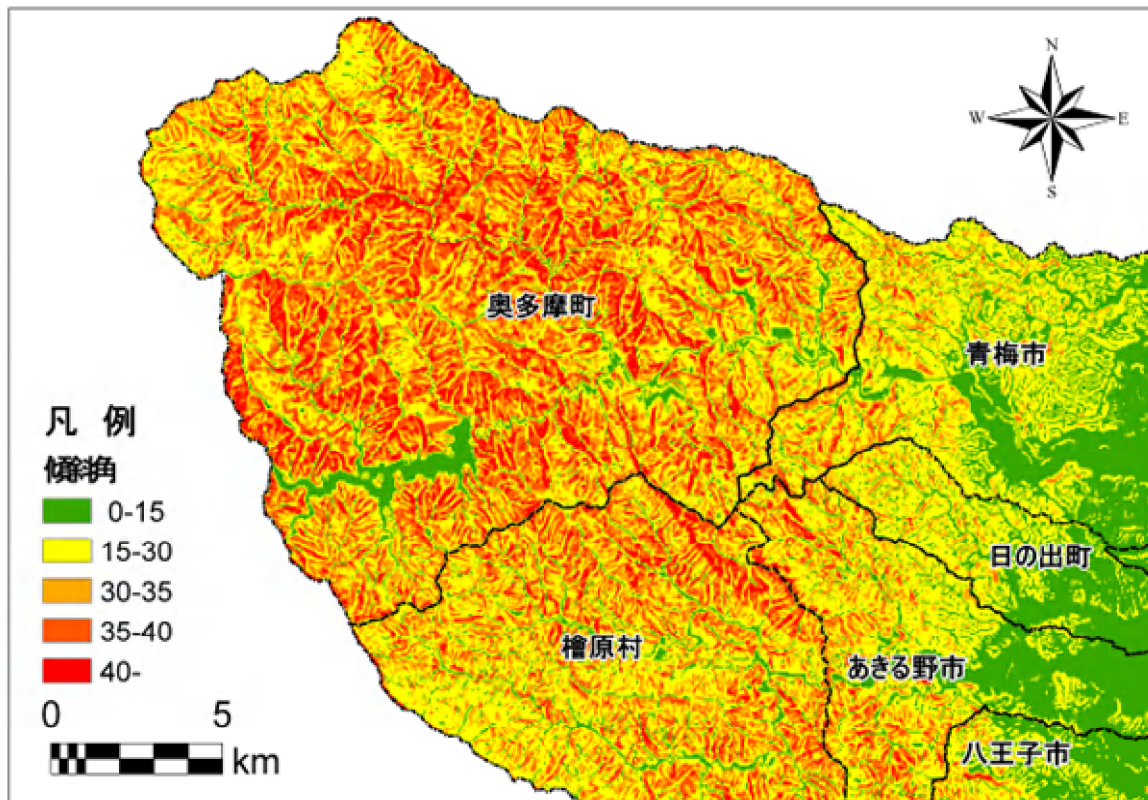


図-2 多摩地域の傾斜分布 (都農総研センター作成)

表-1
傾斜角 30° 以上の森林の割合

奥多摩町	55%
檜原村	47%
↑ ↓	
全国平均	30%



写真-1 急傾斜地での作業道作設事例
路面の砂利敷、丸太組が施工されている

第2 路線計画

1 計画

森林作業道は、目標とする森林づくりのための基盤であり、森林施業の目的に従って継続的に利用していくものであるから、対象区域で行っていく森林施業を見据え、適切な路網計画の下、安全な箇所効果的に作設していかなければならない。

路線は、伐木造材や集材等の作業に使用する機械の種類、性能、組合せに適合し、森林内での作業の効率性が最大となるよう配置する。

なお、地形・地質、気象条件はもとより、水系や地下構造を資料等により確認するとともに、道路、水路などの公共施設や人家、田畑などの有無、野生生物の生息・生育の状況なども考慮する。

このほか、次の点に留意し、路線計画を立案する。

- (1) 路線選定に当たっては、地形・地質の安定している個所を通過するように選定する。傾斜地ではタナ地形と呼ばれる勾配の緩い箇所などを選ぶ。また、線形は地形に沿った屈曲線形、縦断勾配は随時排水を考慮した波形勾配とする。
- (2) 林道や公道との接続地点、地形を考慮した接続方法、介在する人家、施設、水源地などの迂回方法を適切に決定する。
- (3) やむを得ず破碎帯などを通過する必要がある場合は、通過する区間を極力短くするとともに、幅員、排水処理、切土及び簡易な工作物などを適切に計画する。
- (4) 潰れ地の規模に影響する幅員やヘアピンカーブの設置を検討する場合は、森林施業の効率化の観点だけでなく小規模森林所有者への影響に配慮する。
- (5) 造材、積み込みなどの作業や、待避、駐車のためのスペースなど、作業を安全かつ効率的に行うための空間を適切に配置する。
- (6) 作設費用と得られる効果のバランスに留意する。
- (7) 希少な野生生物の生息・生育が確認された場合は、路線計画や作設作業時期の変更等の対策を検討する。
- (8) 斜面下部などに見られる土砂の堆積部は、崩壊が起きやすいため、できる限り避けること。
- (9) 間伐等の森林施業を行うに当たり、森林法に基づく伐採の届出や許可が必要となる場合や、森林作業道の作設に当たり、保安林内や自然公園内においては作業許可等が必要となる場合がある。森林作業道の作設を円滑に実施するため、事業実施者は、あらかじめ都や市町村の担当部局に問い合わせ、必要な手続きを確認する必要がある。

(手続きが必要となる主な案件と問い合わせ先)

- ① 保安林内作業許可
窓口：東京都森林事務所
- ② 伐採届け出
窓口：各市町村森林担当（保安林内の場合は東京都森林事務所）
- ③ 自然公園／鳥獣保護区（特別保護地区）
窓口：東京都環境局多摩環境事務所

【GISを用いた傾斜区分図の作成】

路線計画を立案するにあたっては、現地踏査に先立ち、地形図や航空写真などを用いて事前に大まかな線形を検討しておくことも有効です。

地図上での検討方法の一つに、地形図の等高線を読み取って傾斜区分図を作成するという方法がありますが、これには「手間が掛かる」、「作業する人間の熟練度により、結果に違いが生じる」等の問題点があります。

東京都農林総合研究センターでは、これらの問題を解消する手段として、GISを用いて地形図を解析し、自動的に傾斜区分図を作成する研究に取り組んでいます。

図-5は、地形図を50m四方のメッシュで区切り、各メッシュごとの傾斜角を色分けして表示したものです。図では、傾斜角30°以上のメッシュを5°区分で色分けしていますが、表示設定を変えれば、用途に応じた色分けに変更することもできます。

東京都農林総合研究センターでは、この傾斜区分図を森林作業道の路線計画に活用する方法や、森林資源情報や地質データなど別の図面を重ね合わせることで集材システムの検討に用いる方法についても取り組んでいます。

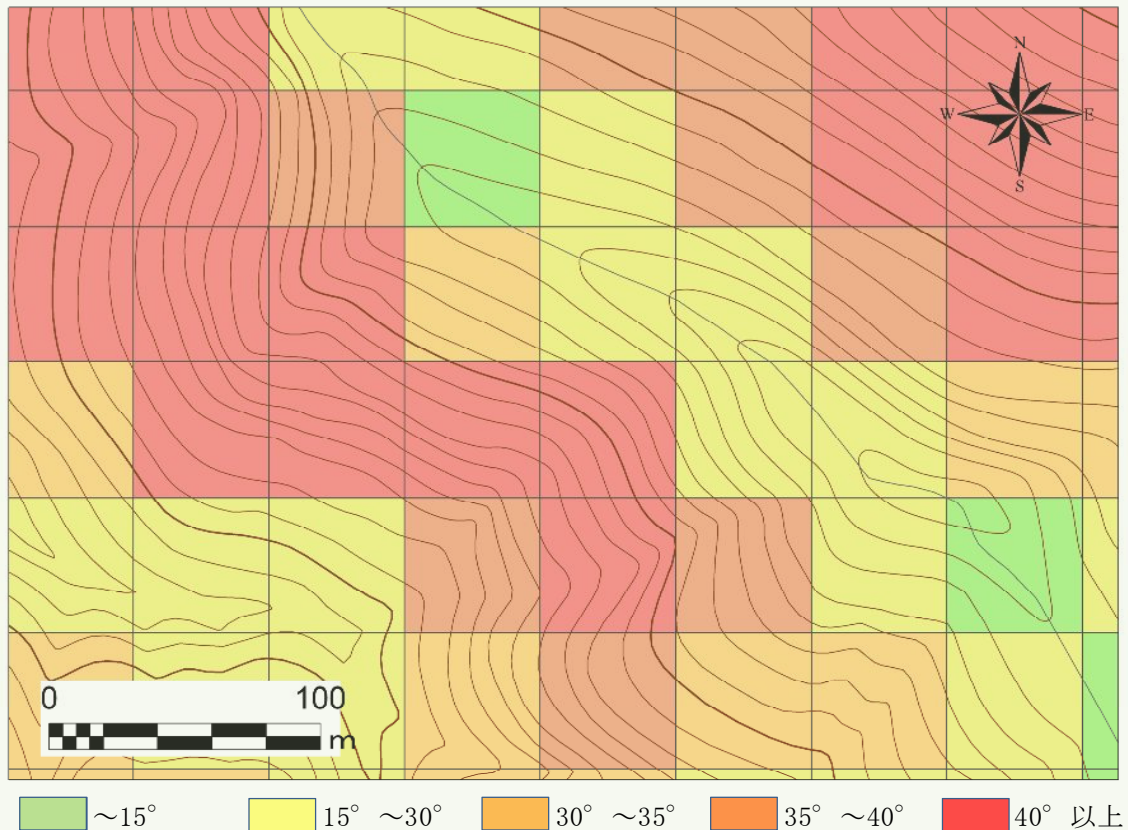


図-5 GISで作成した傾斜別色分け図の例
地形図を50mメッシュで区切り、メッシュ毎の傾斜角で色分けしました。

2 傾斜に応じた幅員と作業システム

森林作業道は、土工量の縮減を通じた作設費用の抑制を図る等の観点から、作業システムに対応する必要最小限の規格で計画する必要がある。

作業システムに最も影響を与えるのは林地の傾斜であることから、おおよその傾斜区分ごとに、主に想定される作業システムを現行の林業機械のベースマシンのクラス別に示し、これに対応する森林作業道の幅員の目安を示す。

幅員についても必要最小限とすることが肝要であるが、林業機械を用いた作業の安全性、作業性の確保の観点から、当該作業を行う区間に限って、必要最小限の余裕を付加することができる。付加する幅は9～13トンクラスの機械(バケット容量0.45m³クラス)にあつては、0.5m程度とする。

(1)傾斜25°以下

比較的傾斜が緩やかであるため、切土、盛土の移動土量を抑え、土構造を基本として作設することが可能である。

6～8トンクラスの機械(バケット容量0.2m³～0.25m³クラス)及び9～13トンクラスの機械(バケット容量0.45m³クラス)をベースマシンとした作業システムの場合は、幅員3.0m程度を標準とする。

(2)傾斜25～35°

中～急傾斜地であるため、切土、盛土による移動土量がやや大きくなる。

① 6～8トンクラスの機械(バケット容量0.2m³～0.25m³クラス)をベースマシンとした作業システムの場合は、幅員3.0m程度を標準とする。

② 3～4トンクラスの機械(バケット容量0.2m³クラス以下)をベースマシンとした作業システム及び2トン積トラックが走行する場合は、幅員2.5m程度を標準とする。

(3)傾斜35°以上

急傾斜地であるため、丸太組等の構造物を計画しないと作設が困難である。

経済性を失ったり、環境面、安全面での対応が困難となる恐れがある場合は、林道とタワーヤードなどの組合せによる架線集材を検討する。

なお、森林作業道の作設を選択する場合には、3～4トンクラス(バケット容量0.2m³クラス以下)をベースマシンとした作業システム及び2トン積みトラックの走行に限られるものと想定され、幅員2.5m程度を標準とする。

傾斜が40°を越えるような斜面では、構造物等の経費が嵩むうえに災害の危険性も高くなることから、作設はできる限り見合わせる。また、やむを得ず作設する場合は、路側構造物や排水施設の設置を検討するほか、路体を強固にするため、盛土構造を避ける等の工法を検討する。

【 高密度作業道の低コスト工法に関する研究より 1. 災害発生条件の解析】

森林作業道における重大な災害である路側崩落（写真－3）及び路肩クラック（写真－4）の発生条件を明らかにするため、平成23年7月から10月にかけて、多摩地域の作業道12路線の現地調査を行いました。

調査により確認できた災害発生箇所22箇所と、無被害箇所48箇所について、災害の程度及び原因と考えられる因子のランクを定め（表－2）、数量化Ⅱ類という統計手法により解析を行った結果、40°以上の急傾斜地という条件が路側崩落に強く影響することや、丸太組などの構造物が崩落抑止に効果があることが分かりました（図－6）。

一方で、作業道の線形（曲線半径および縦断勾配）や土質等の条件は、傾斜に比べると斜面崩落への関与が低いことが示唆されました。



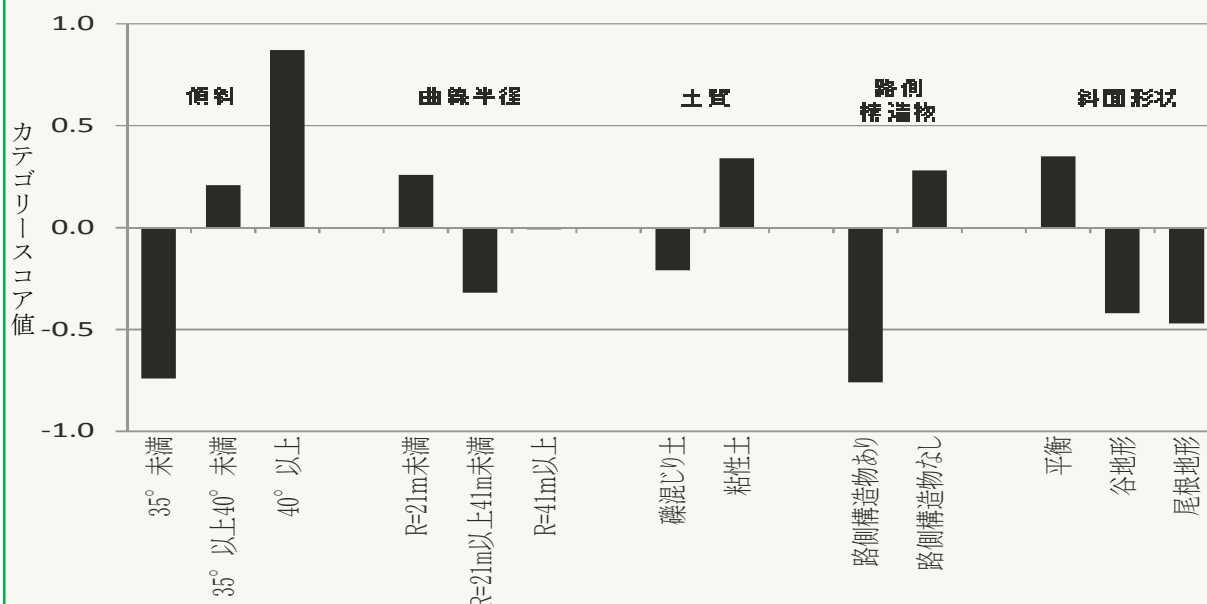
写真－3 路側崩落 16箇所確認



写真－4 路体のクラック 6箇所確認
放置すると路側崩落へ発展する危険性が高い

表－2 路側崩落の程度および数量化Ⅱ類解析によるカテゴリースコア値

ランク	路側崩落の程度	カテゴリースコア値
1	路側崩落の兆候が見られない安全な状態	-0.40
2	盛土の路肩部にクラックが発生し、路面の陥没も始まった状態	0.91
3	路側が崩落し、通行に支障が生じている状態	0.87



図－6 数量化Ⅱ類の解析による、路側崩落に関する要因のカテゴリースコア値
(路側崩落の程度は図3であり、スコア値が大きいほど崩落しやすいことを意味する。)

3 縦断勾配

(1) 縦断勾配の基本

縦断勾配は、集材作業を行う車両が、木材を積載し安全に上り走行・下り走行ができることを基本として計画する。

適切な縦断勾配は、集材作業を行う車両の自重、木材積載時の荷重バランス、エンジン出力などのほか、路面の固さ、土質による滑りやすさ、勾配が急になるほど路面侵食が起きやすくなること等を考慮して計画する。

縦断勾配の目安を示せば次のとおりである。

基本的には概ね 10° （18%）以下で検討する。やむを得ない場合は、短区間に限り概ね 14° （25%）程度で計画する。 12° （21%）を超え危険が予想される場合はコンクリート路面工等を検討する。

なお、周辺の土壌が、水分を含むと滑りやすい粘土質の赤土などである場合や、コケなどの付着が予想される場合にあってはコンクリート路面工に箒掃きを行う等の滑り止めの工夫を施すことを検討する。

(2) 曲線部及び曲線部の前後の区間の縦断勾配

急勾配区間と曲線部の組合せは極力避ける。また、S字カーブは、木材積載車両の下り走行時の走行の安全を確保する観点から、連続して設けないようにし、カーブ間に直線部を設ける。ただし、地形条件からそのような組合せを確保できない場合は、当該箇所での減速を義務づける等運転者の注意を喚起する。

【高密度作業道の低コスト工法に関する研究より 2. 線形の特徴】

森林作業道の線形特徴を把握するため、多摩地域の既設作業道2路線について現況測量を行い、両路線の縦断勾配と曲線半径を整理しました。

その結果、調査した作業道のいずれも、曲線半径が6m未満の厳しいカーブや、縦断勾配が18%を超える急勾配箇所が多くみられ、一般に言われる「森林作業道は線形や勾配が厳しい」という特徴が、数字の上からも明らかになりました（図-7、図-8）。

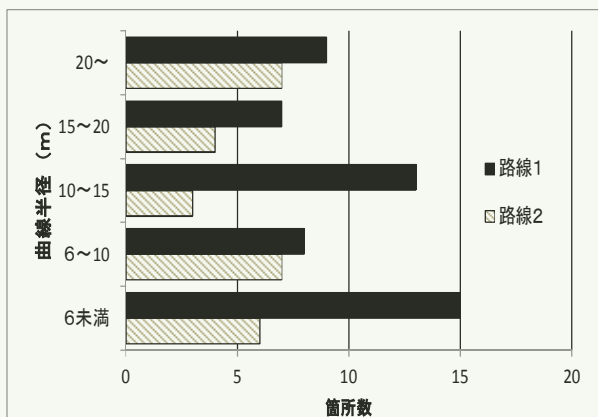


図-7 作業道の曲線半径分布

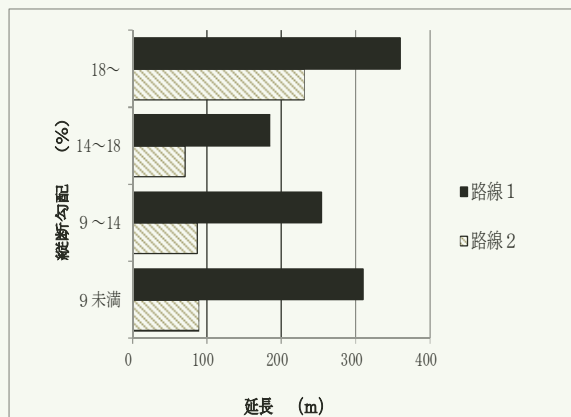


図-8 作業道の縦断勾配分布

4 排水計画

森林作業道を継続的に使用するためには、適切な排水処理の計画が重要である。

土構造を基本とする森林作業道では、原則として路面の横断勾配を水平にした上で、縦断勾配を緩やかな波状にすることにより、こまめな分散排水を行う（写真－５）とともに、排水先を安定した尾根部や常水のある沢にするなどして、路面に集まる雨水を安全、適切に処理するよう路線計画を検討する。このほか、次の点に留意する。

- (1) 横断排水施設やカーブを利用して分散排水する。排水が集中するような場合や、雨水が滞留しやすい場所（写真－６）では、安全に排水できる箇所（沢、尾根）をあらかじめ決めておく。排水先に適した箇所がない場所では、側溝等により導水する。
- (2) 排水はカーブ上部の入口部分で行い、曲線部への雨水の流入は極力避ける。
- (3) 木材積載時の下り走行におけるブレーキの故障や、雨天や凍結時のスリップによる転落事故を防止するため、カーブの谷側を低くすることは避ける。



写真－５ 波形の縦断勾配による分散排水

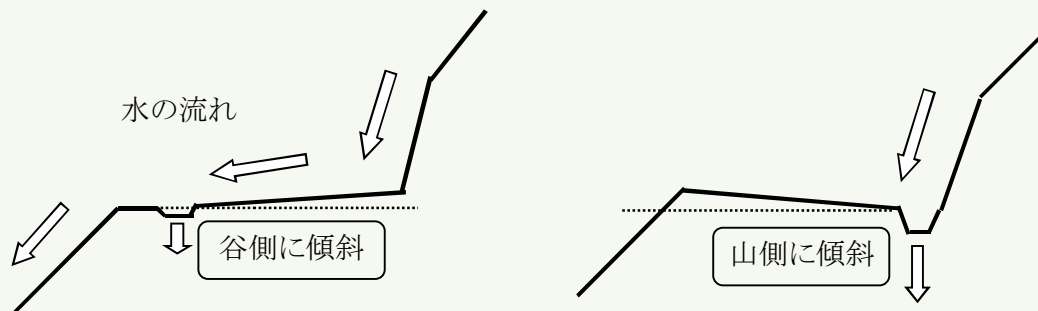


写真－６ 同一勾配の直線部では、雨水の滞留による路体崩落に注意が必要

【高密度作業道の低コスト工法に関する研究より 3. 横断勾配と路面洗掘】

多摩地域の森林作業道 2 路線について、路面洗掘の状況を調査したところ、横断勾配の傾斜方向と洗掘の深さの間には有意な差が見られました（図－９、表－３）。

これは、横断勾配が谷側に傾斜している場合は分散排水により洗掘の深さが軽減され、山側に傾斜している度合いが高いと流水が集中して洗掘が深くなるためと考えられます。



図－９ 横断勾配の傾斜方向による洗掘の概要

表－３ 傾斜方向による洗掘の深さの関係

傾斜方向	谷側	山側	p値(t検定)
洗掘の深さ(cm)	0.7±1.0	1.8±2.4	p<0.05

第3 施工

森林作業道は、路体の締固めを適切に行い、堅固な土構造によることを基本とする。

作設は、基本的にはチェーンソーにより支障木を伐倒する作業員及び、バックホウにより切土・盛土などの土工を行う作業員の2人体制で行う（写真－7、8）。他に、丸太組等の構造物を設置する際などは、必要に応じて別の作業員が加える。

締固めの効果は、①荷重が載ったときの沈下を少なくすること、②雨水の浸透を防ぎ土の軟化や膨張を防ぐこと③土粒子のかみ合わせを高め、土構造物に強さを与えること、などにあることを十分理解し、車両が安全に通行できる路体支持力が得られるよう施工する。

なお、地形が急峻である箇所や軟弱地盤、水が集まりやすい箇所などでは、一度災害が発生すると復旧経費が膨大になることから、丸太組や横断排水溝、路肩補強工等の活用により、壊れにくい森林作業道作設に努める。



写真－7 バックホウの作業状況



写真－8 支障木の伐倒は必要最低限にとどめる（テープを巻いた木は残す）

1 切土

切土工は、事業現場の地山の地形・地質、土質、気象条件や機械の作業に必要な空間などを考慮しつつ、発生土量の抑制と切土のり面の安定が図られるよう適切に行う。切土高は傾斜が急になるほど高くなるが、ヘアピンカーブの入口など局所的に

1. 5mを超えざるを得ない場合を除き、切土のり面の安定や機械の旋回を考慮し、1. 5m程度以内とすることが望ましく（写真－9、10）、なおかつ高い切土が連続しないよう注意する。



写真－9 切土高は1.5m程度を上限に施工することが望ましい



写真－10 高さ2mを超えた切土が連続した事例

切土のり面勾配は土砂の場合は6分、岩石の場合は3分を標準とする。

ただし、土質が、岩石であるときや土砂であっても切土高が1.2m程度以内であるときは、直切が可能な場合があり、土質を踏まえ検討する。

崖すい（急斜面から、剥がれ落ちた岩石・土砂が堆積して出来た地形）では切土高が1mでも崩れる一方、シラスでは直切が安定するなどの例もあり、直切の可否は土質、近傍の現場の状況などをもとに判断する。

2 盛土

(1) 盛土工は、事業現場の地山の地形・地質、土質、気象条件や幅員、機械の重量などを考慮し、路体が支持力を有し安定するよう適切に行う。堅固な路体をつくるため、締固めは概ね30cm程度の層ごとに十分に行う。この場合、地山の土質に応じて十分な強度が得られるよう必要な盛土工を行う。

(強度を有する土質の場合)

地山に段切りを行った上で、盛土部分を概ね30cm程度の層ごとに締固め、路体の強度を得る。

(強度を有しない土質の場合)

盛土・地山を区分しないで、路体全体を概ね30cm程度の層ごとに締固め、路体全体としての強度を得る。

(2) 盛土のり面勾配は、盛土高や土質等にもよるが、概ね1割より緩い勾配とする。盛土高が2mを超える場合は、1割2分程度の勾配とする。なお、急傾斜地では、堅固な地盤の上のり止めとして丸太組工、ふとんかごや2次製品を設置したり、石積み工法等を採用するなどして、盛土高を抑えながら、堅固な路体を構築することも検討する。

(3) ヘアピンカーブにおいては、路面高と路線配置を精査し、盛土箇所を谷側に張り出す場合には、締固めを繰り返し行ったり、構造物を設けるなどして、路体に十分な強度をもたせるようにする。

(4) 地形が急峻である場合や、現場の土質が締め固め困難である（岩など）場合などは、切土のみで施工し路体全てを地山に乗せることで強度を確保する方法も有効である（写真-11、12）。



写真-11、12 切土のみ施工の例（発生土は原則路線内で処理する）

- (5) 盛土の土量が不足する場合は、安易に切土を高くして山側から谷側への横方向での土量調整を行って補うのではなく、当該盛土の前後の路床高の調整など縦方向での土量調整を検討することも必要である。

3 曲線部

林業機械が安全に走行できるよう、内輪差や下り旋回時のふくらみを考慮して曲線部の拡幅を確保する。拡幅部は、集材作業時の土場や資材等の仮置き場としても有効である。

4 簡易構造物等

構造物を設置する場合は、丸太組工、ふとんかご等の簡易構造物、コンクリート構造物、鋼製構造物などの中から、利用の頻度やコスト、耐用年数を考慮して選定する。

- (1) やむを得ず軟弱地盤の箇所を通過する場合は、水抜き処理、側溝の設置等の実施について検討する。
- (2) やむを得ず森林作業道の作設に不向きな黒ぼくや粘土質のロームなどの箇所を通過する場合は、必要な路面支持力を得るため、砕石を施すなどの対策をとることを検討する。火山灰土など、一度掘り起こすと締固めが効かない土質の箇所では掘削を行う場合は、火山灰土などの深さに応じて、剥ぎ取ったり深層と混ぜ合わせる等の工夫を施すことを検討する。
- (3) 丸太組工（写真－13、14、15）は、盛土部に埋設した控え木により盛土が滑落する動きに対し抵抗力を持たせるとともに、法面の表面浸食を保護する効果がある。また、支障木や間伐材を有効活用できるというメリットもある。

なお、この工法を採択する場合には、丸太が腐朽した場合に、丸太を補強したり砂利を補給するなど、丸太の腐朽を補う維持管理が重要である。

- (4) 2トン積トラックなど接地圧の高い車両が走行するため輪荷重の分散が求められる場合や、スイングヤード等集材用車両の作業スペース確保のため路肩の補強を行う場合は、必要に応じて丸太組による路肩補強工（写真－16）を行う。



写真－13、14 丸太組施工例



写真-15 路面全体をカバーする横木の設置例
(ポールの位置まで控え丸太が入っている)



写真-16 丸太による路肩補強

- (5) 林地の傾斜や、通行する車両の重量や交通量に応じて、丸太組工に代わるものとしてふとんかご(写真-17、18)などの設置も検討する必要がある。ふとんかごは、水が集まりやすい条件の地形に路側構造物を設置する際などにも有効である。



写真-17 沢部に設置されたふとんかご



写真-18 路側に設置されたふとんかご

(6) 表土、根株を用いる盛土のり面保護工

根株やはぎ取り表土を盛土のり面保護を目的として利用する場合には、土質、根株の大きさや支持根の伸び、萌芽更新の容易性などを吟味して判断する必要がある。

この工法を採択する場合は、集材方法を考慮し、法面上に設置した根株が集材・運材作業の支障とならないように留意する。

なお、根株やはぎ取り表土は、路体構造として車両の荷重を支えるものではなく、あくまで土羽工の一部と位置づけられものである。これについて工法本来の趣旨を誤解、逸脱した施工事例が多く見られることから注意が必要である。

また、根株や枝条残材などの有機物を盛土路体に完全に埋設して路体を構築することは、盛土崩壊を引き起こしたり路体支持力を損なうおそれがあるため行わない。

5 排水施設

森林作業道は、路面の横断勾配を水平または谷側への下り勾配とし、波形勾配を利用した分散排水を行うことを基本とし、必要に応じて簡易な排水施設を設置する。

このほか、次の点に留意する。

- (1) 排水施設は、路面の縦断勾配、当該区間の延長及び区間に係る集水区域の広がり等を考慮して、適切な間隔で設置する。
- (2) 排水溝を設置する場合は、維持管理を考慮し、原則として開きよとする。
- (3) 横断溝は、道の中心線に対して角度を付けて設置し、雨水が確実に谷側に流れるようにすること（直角に設置すると、雨水や泥が滞留する場合がある）。
- (4) 丸太を利用した開きよやゴム板などを利用した横断排水施設（写真-19）を設置する場合は、走行車両の重量や足回りを考慮する。
- (5) 現地産材を利用した簡易な横断排水施設としては、丸太をそのまま設置する方法（写真-20）や、盛土により排水を行う方法（写真-21）も有効である。
- (6) 横断排水施設の排水先には、路体の決壊を防止するため、岩や石で水たたきを設置したり、植生マットで覆うなどの処理を行う。
- (7) 水平区間など危険のない場所で、横断勾配の谷側をわずかに低くする排水方法を採用する場合は、必要に応じて丸太などによる路肩侵食保護工や植生マット等で盛土のり面の保護措置をとる。
- (8) 湧水がある場合は、側溝などでその場で処理することを原則とする。
- (9) 小溪流の横断は、原則として暗きよではなく洗い越し（写真-22）を施工する。
洗い越しを施工する場合は、丸太や岩石を活用し、必要に応じてコンクリートを用いる。洗い越しは、路面に比べ低い通水面を設けることで、流水の路面への流出を避けるようにする。
通水面は、水が薄く流れるように設計し、一か所に流水が集中し流速が高まらないようにすることにより洗い越しの侵食を防止する。
- (10) 洗い越しの上流部・下流部に流速を抑えるための水溜を設けるダム工は、渦や落差による侵食を引き起こすおそれがないように留意しながら、現場の状況、施工地の降雨量や降雨特性を勘案の上、設置する。なお、ダムは土砂等により埋没すると機能が失われるので、降雨前後等に見回りを行い、必要に応じて土砂除去等の措置を行う。



写真-19 ゴムベルトを使用した横断溝



写真-20 丸太のみの簡易な横断溝
路面洗掘発生時の応急措置にも有効



写真-21 盛土による水処理



写真-22 洗い越し施工例

【高密度作業道の低コスト工法に関する研究より 4. 縦断勾配と路面洗掘】

多摩地域に作設された作業道2路線について全線で路面洗掘箇所を調査したところ、縦断勾配が 9° （約15%）以上になると洗掘の発生が増え、 11° （約19%）以上では、ほとんどの箇所で洗掘が起きていました（図-10）。

このことから、縦断勾配が 9° を超えるような箇所では、洗掘を防ぐために横断溝等の排水施設を設置する必要があることが分かりました。

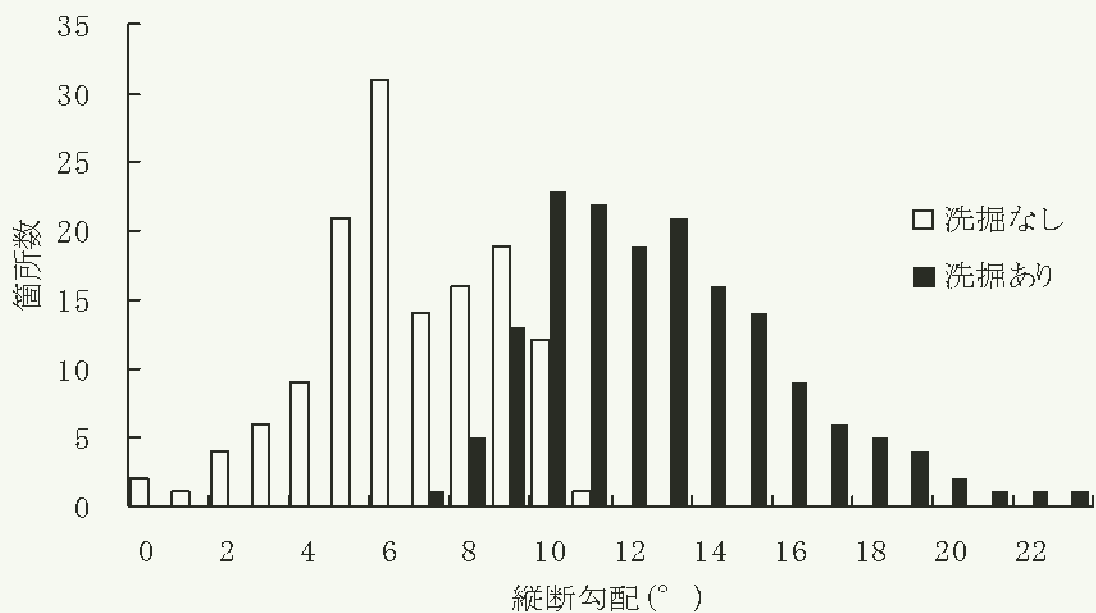


図-10 縦断勾配 ($^{\circ}$) と洗掘発生箇所数の関係

【高密度作業道の低コスト工法に関する研究より 5. 横断排水溝の設置角度】

ゴム製の横断排水溝（図-11）について道の中心線に対する設置角度と土砂堆積量の関係調べ、最適な設置角度を検証しました。

その結果、例えば縦断勾配が11°であれば、作業道の中心線に対して設置角度を57°にすることが、維持管理作業の省略化と設置コスト低減の両面から最適であることが分かりました（図-14）。

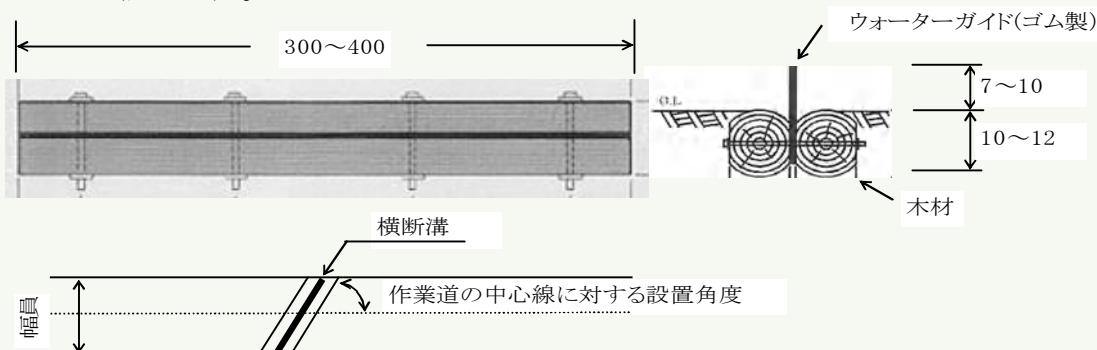


図-11 ゴム製横断排水溝の標準構造図

		縦断勾配(°)						
		9	10	11	12	13	14	15
設置 角 度 (°)	65	3.8	4.2	4.6	5.1	5.5	5.9	6.3
	64	3.9	4.3	4.8	5.2	5.6	6.1	6.5
	63	4.1	4.5 ①	5.0	5.4	5.9	6.3	6.7
	62	4.2	4.7	5.1	5.6	6.0	6.5	6.9
	61	4.3	4.8	5.3	5.8	6.2	6.7	7.2
	60	4.5	5.0	5.5	5.9	6.4	6.9	7.4
	59	4.6	5.1	5.6	6.1	6.6	7.1	7.6
	58	4.7	5.3	5.8	6.3	6.8 ③	7.3	7.9
	57	4.9	5.4	② 6.0	6.5	7.0	7.5	8.1
	56	5.0	5.6	6.1	6.7	7.2	7.7	8.3
55	5.1	5.7	6.2	6.8	7.4	7.9	8.5	

横断排水溝の傾斜角*

横断排水溝に堆積する土砂の量は、作業道の縦断勾配と、横断排水溝の設置角度で計算できる傾斜角が大きく影響していることが分かりました。

傾斜角が6°を超えると横断排水溝の堆積土砂が減るため、維持管理の手間が少なくなります。

図-12 横断排水溝の設置角度と縦断勾配による傾斜角*

① 傾斜角6°未満では、土砂が堆積し管理コストが増大する。

② 傾斜角6°以上が得られる最適な設置角度

③ 設置角度が小さくなると横断溝の延長が延びるため、設置コストが増大する。

6 伐開

立木の伐開は、施業地の地形・地質、位置、土質等を考慮し、幅員に応じた必要最小限の幅とし、次の点に留意する。

- (1) 伐開の幅を広くすると、路面の乾燥を促すものの、雑草の繁茂を招き除草作業を行う必要が生じ、林分全体の材積も減ることになる。また、風害や乾燥害を招くおそれがある。一方、狭くすると、路面の乾燥が遅くなるが、樹冠が短期間にうっ閉し、雑草の繁茂と除草作業の頻度を抑止できることから、森林作業道を作設するに当たっては、上記の点を考慮するとともに、施業地の斜面の方向や地域の気象条件を考慮して必要最小限の幅とする。

- (2) 伐開の幅は、施業地の土質を考慮して決定する。
粘着性の高い土質の箇所は、切土高が低い場合は狭くすることができる。
崖すい等粘着性の低い土質の箇所では、切り取りのり面が崩れやすく、特に崖すいでは、のり頭に立木があると風で揺れて崩れる原因となるため、その分伐開幅を広くする必要がある。
- (3) 路線沿いの立木は路肩部分の保護、車両の転落に対する走行上の安心感を与える効果もあるため積極的に残す。
- (4) 林縁木の下枝から滴下する雨滴による路面やのり面の侵食を考慮する。
- (5) 支障木の販売収益を得るため、伐開の幅を必要以上に広くとる例が見受けられるが、上記(1)(3)の理由により行わない。
- (6) 堅固な岩や脆弱な地盤が出た場合、縦断勾配の修正が必要になった場合などで線形を見直す場合に備え、伐開は先行しすぎないようにする(50m程度)。

第4 維持管理

作業道の被災原因は、雨水による法面崩壊や路面洗掘が大部分を占めることから、日頃の維持管理においては、特に水処理対策に注目して見回りや補修を行う。

1 見回りの時期

降雨中や降雨後に見回りを行い(写真-23、24)排水対策の不適切な箇所や、雨水により災害が予測される箇所の把握に努める。



排水状態の悪い箇所は、降雨後に見回りを行うと発見しやすい。
左(写真-23)は縦断勾配の緩い箇所 右(写真-24)は切土面からの湧水発生箇所

2 注意を要する災害の兆候

路肩のクラック(写真-25、26)や小崩落(写真-27)は、盛土部の強度が弱い場合や、雨水が滞留しがちな箇所などでしばしば発生する。このため、見回り時はこれらの兆候に特に注意を払うとともに、規模が拡大して路体崩落などの重大災害につながる前に対処することが重要である。

一方、縦断勾配が急で、かつ同一勾配が長く続くような箇所では、路面洗掘(写真-28)が発生しやすくなる。路面洗掘が起きると、洗掘部に雨水が集中して、規模が更に拡大することで車両の通行に支障を来す場合もある。このため、洗掘部の埋め戻しや、横断排水施設の設置などの対処を検討する。



写真-25、26 路肩盛土部のクラック



写真-27 路肩の小崩落



写真-28 路面洗掘が拡大し、通行が困難な状態上部での水切り措置が必須

ゴム板の横断排水溝は、目詰まりして排水機能が失われると災害を誘発する危険がある（写真-29）。このため、まとまった降雨が予想される際などは事前に点検を行い、埋設土砂の除去などの措置を行うことが必要である。

また、切土法面では、崩土や残存木の状態にも注意が必要である（写真-30）。



写真-29 横断溝の山側に堆積した土砂排水機能を保つためには土砂の除去が必要



写真-30 切土法面の崩落
山側の残存木は、根が揺すられると危険

3 災害防止の重要性

作業道において路体崩落などの重大災害が発生すると、技術的・経費的な問題から対応が困難になり、さらに規模が拡大する危険性がある。このためにも、作設後の維持管理が極めて重要である。



写真-31 路体が崩落し通行困難な状態



写真-32 降雨後に、被害規模が拡大

4 侵入防止措置

森林作業道は特定の林業者等が森林施業専用に利用する施設であるため、施設管理者はゲートの設置・施錠等により、必要に応じて一般の車両の進入を禁止するなど適正に管理をするよう努める。長期間利用しない場合は、素堀横断溝や高盛土などによる雨水処理も検討する。

また、ハイキングコース等の遊歩道と近接する作業道では、ハイカーや狩猟者などが誤って進入しないよう、分岐点における指導標の設置や立ち入り禁止の案内板などの設置を検討する。

第5 周辺環境への配慮

森林作業道の作設工事中及び森林施業の実施中は、公道や溪流に土砂が流出したり、土石が周辺に転落しないよう、必要な対策を講じなければならない(写真-33、34)。

また、事業実施中に希少な野生生物の生息・生育情報を知ったときは、必要な対策を検討する。



写真-33 林道との境に設置した水切り



写真-34 工事範囲外への落石防止用ネット

おわりに

林内路網密度の低い多摩地域においては、今後森林作業道の作設を進めることが、木材利用の推進や森林管理の適正化につながることを期待される。

一方で、森林作業道作設にあたっては、森林所有者や地域住民の信頼を得ることが重要であり、このためには壊れにくい作業道づくり及び作設後の維持管理が必要不可欠である。本マニュアルが、多摩地域における作業道作設の一助となれば幸いである。