

# 路網整備

## 4-1 路網整備の考え方

### (1) 路網整備の必要性

**Point !**

持続可能な森林経営を行うためには路網整備が重要

路網は、森林施業を効率的に行うためだけでなく、持続的な森林経営を実現するために重要な生産基盤です。高性能林業機械の活用によって林業の生産性を向上させていくためには、その作業現場に適合する高性能林業機械や森林作業システムを考えた路網を整備していくことが重要です。

路網が整備されると、林業機械の移動の利便性が高まるだけでなく、作業のための器材の運搬や人の移動がしやすくなり、作業環境の改善にもつながります。

初期投資として最初に路網を整備しておくこと、林業全体の経営方針や施業計画に応じた適切な森林施業が可能となります。なお、森林作業道も一時的な施設ではなく継続的に利用するものであり、壊れにくい道にする必要があります。

### (2) 路網の種類

**Point !**

林道、林業専用道、森林作業道のそれぞれの役割を明確に認識

路網とは、森林内にある公道や林道、林業専用道、森林作業道といった道、又はそれらを適切に組み合わせたもののことを言います。林道、林業専用道、森林作業道のそれぞれの役割を明確に認識し、高い生産性を実現する森林作業システムを想定して路網を整備する必要があります。

区分	内容
林道	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 不特定多数が利用する恒久的公共施設</li> <li>● 森林整備や木材生産を進める上で幹線となる道</li> </ul>
林業専用道	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 特定の者が森林作業のために利用する恒久的公共施設</li> <li>● 林道を補完し、森林作業道と組み合わせて使用する</li> <li>● 10 t 積程度のトラックや林業用車両(大型ホイールタイプフォワード等)等の走行を想定し、輸送能力に応じた必要最小限の規格・構造を有する</li> <li>● 木材輸送の観点から路網全体の機能を強化・補完するもの</li> </ul>
森林作業道	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 林道規程によらない道</li> <li>● 森林作業のために特定の者が継続的に利用する施設</li> <li>● 林業機械や2 t 積程度の小型トラックの走行を想定</li> </ul>

## Point !

## 地形や地質等の自然条件と採用する森林作業システムから適切な路網計画を検討

路網の計画にあたっては、地形や地質等の自然条件からどのような路網（幅員や密度等）が作設可能かを見極めるとともに、それに応じてどのような森林作業システムを採用できるか検討します。その上で、そのシステムにおいて効率的な作業が可能となる路網を計画する必要があります。下表は、林地の傾斜度に着目した、林道・林業専用道・森林作業道の路網密度の目安です。

(単位は m/ha)

区分	森林作業システム <sup>※1</sup>	基幹路網 <sup>※2</sup>			細部路網 <sup>※3</sup>	路網密度
		林道	林業専用道	小計	森林作業道	
緩傾斜地 (0~15度)	車両系	15~20	20~30	35~50	65~200	100~250
中傾斜地 (15~30度)	車両系	15~20	10~20	25~40	50~160	75~200
	架線系				0~35	25~75
急傾斜地 (30~35度)	車両系	15~20	0~5	15~25	45~125	60~150
	架線系				0~25	15~50
急峻地 (35度~)	架線系	5~15	-	5~15	-	5~15

※1 「車両系」にスイングヤードを含む

※2 基幹路網は大型トラックが走行可能な道

※3 細部路網は主として林業機械が走行する道

## Point !

## 合理的な森林経営を行うためには、必要最小限の路網密度に抑えることが重要

路網は、林業機械を使うための作業場所として使用するだけでなく、森林の見回りや作業に行くための通行路、苗木や鹿防護柵といった資材等を運ぶ運搬路としても活用することができます。また、2つの流域の境目を通る尾根筋林道（稜線林道）を整備することができれば、流域をまたいだ木材のトラック輸送が可能になるなど、合理的な林業経営を行うために必要なものであり、路網整備自体が目的になるものではありません。

作設可能な地形だからと言って行き当たりばったりで開設してしまうと、経費がかかるだけで、作業に使わないという無駄な道が多くなるほか、潰れ地が多くなったり、路面から土砂が流出したりします。また、危険な箇所に安易な工法で道を入れると土砂災害を引き起こしたりするおそれがあります。このため、必要最小限の密度で効果的に路網を開設することが重要です。

## Point !

架線集材を効率的に実施できる環境を整備するためには路網の整備が重要

急傾斜地では、路網を整備できる場所が限られるため、タワーヤード等の架線集材機械や集材機等を用いた架線集材が必要になります。

効率的な架線集材を行うために、例えば、タワーヤードによる集材作業では上げ荷集材が安全で効率的であることやタワーの控え索を固定することが必要であることなどから、尾根から少し下がった場所等へ路網を整備することが求められます。また、集材機による集材作業では、架線の架設・撤収を効率化するため元柱や先柱といった支柱付近に資器材を運搬するための低規格道のほか、荷おろし場所に丸太が集中するため、山土場まで大型トラックが走行可能な林業専用道のような路網を整備することが求められます。このように、架線集材を効率的に実施できる環境を構築するためにも路網整備は重要です。

### (3) 林業機械と路網

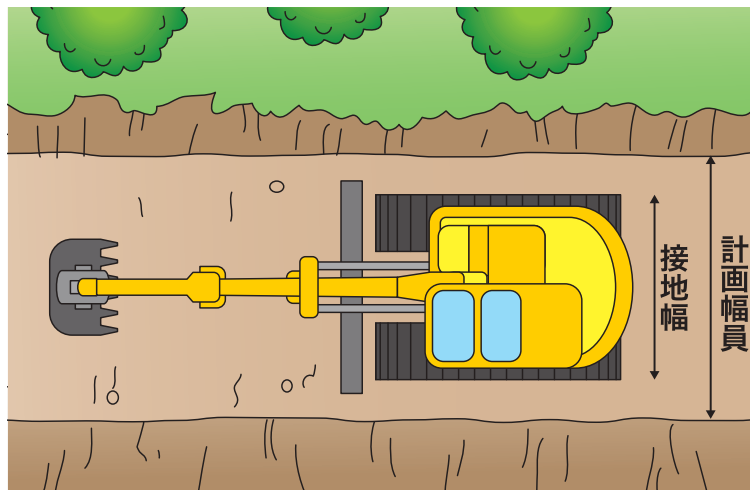
#### ア 幅員

## Point !

幅員は必要最小限とし、走行する林業機械の接地幅の 1.2 倍以上を確保

森林作業道等の幅員は、作業の安全性や作業性の確保の観点から、安衛則では走行を予定する林業機械の接地幅の 1.2 倍以上となっています。また、基本的には、走行する林業機械に応じて幅員は必要最小限にしますが、造材を行う作業ポイントや機械のすれ違いが多くなりそうな箇所では、必要に応じて最小限の範囲で拡幅します。

このほかに、ヘアピンカーブ等の曲線部は、走行する車両の内輪差を考慮して拡幅します。スイッチバックの場合は、折り返し地点では通常の 2 倍の幅員が必要となります。



## イ 路体強度

**Point !**

走行させる林業機械の接地圧を考慮して路体の補強を検討

木材の集材・搬出のために継続的に用いられる路網は、林業機械の走行に耐えることができる路体強度が求められます。例えば、アームを伸ばした状態で集材作業等を行う場合、路面に大きな荷重がかかることから、路肩まで十分に締め固めることが必要です。

トラックやホイールタイプのフォワーダといった、タイヤと路面の接地面積が小さく、接地圧が高い機械の走行を検討するとき、現場の土質等から、土構造のみで路体強度を確保できないと考えられる場合は、必要に応じて砂利を敷設するなど適切な工法により路体を補強することが必要です。



ホイールタイプ



クローラタイプ

## (4) 指針に沿った整備

**Point !**

林業専用道や森林作業道は作設指針に基づいて整備

これまで「作業道」や「作業路」と呼んでいた道については、地域の特性を反映した創意工夫のもとに作設された道がある一方で、耐久性に欠ける道も散見されています。近年、立木の径化に伴う使用機械の大型化などにより、路網の幅員が広がる中で、無理な線形で計画・作設すると崩壊に繋がる危険があります。このため、林業専用道や森林作業道については、それぞれの規格や構造のほか、線形や排水処理といった、山を崩さない道づくりの留意点を明示した作設指針（参考資料を参照）に基づいた上で整備することが重要です。

森林作業システムに合致した道の考え方も必要ですが、それぞれの地域の地形・地質、土質や気象条件等を十分踏まえ、この指針によるほか、近傍の施工事例を参考としたり、地域において作設作業に十分な経験を有する者から技術的な指導を受けたりすることも必要です。

## 4-2 路線選定

### (1) 選定の手順

#### Point !

現場技能者と森林作業道作設オペレータの間で路網整備に関する共通認識の醸成が重要

森林作業道は、木材生産の一環として作設されるものであり、将来の森林の状況を考慮し、どのような森林作業システムで森林整備を行っていくのかといった、森づくりのための道づくりという意識を持つとともに、「使う人」の身になって考え、整備することが重要です。また、作設作業中に岩盤や湧水が生じた場合は、その状況に応じて設計したルートを変更するなど柔軟に対応することが求められます。このため、「計画する人」「施工する人」「使う人」が持つ道づくりのイメージが一致していることが必要です。

このようなことから、効率的な森林作業システムを構築するには、路網を活用して作業を行う現場技能者も路網整備に関する知識を得て、森林作業道作設オペレータとの間で、路網整備に関する共通認識を作り上げていくことが重要です。

#### Point !

収集した資料を用いた机上計画の結果を、現地踏査で現場に落とし込んで路線を決定

森林作業道の路線選定の手順は、最初に、事業地の地形・地質・土質等の状況のほか、既存の路網配置や災害履歴等の資料を収集します。

次に、机上計画を立てます。まず、収集した資料を用いて、路線適地を抽出します。そして、現場に投入する林業機械等の森林作業システムを考慮した上で、1/5,000以上の大きい縮尺の地形図に路線案を整理します。また、効率良く現地踏査を実施するため、検討した路線案に基づいて現地で確認すべき事項を絞り込み、確認する順序を検討します。

最後に、現地踏査を行い、現地の地形・地質・水の流れ・立木位置・切土の高さ・縦断勾配を確認しながら、机上計画で作成した路線案を見直して現場に落とし込みます。このとき、丸太組や洗い越しといった構造物の設置箇所等も明確にします。現地の植生や立木の状況、土質や岩石の有無などは現地を見なければわからないことがあるので、現地踏査は重要です。





## (2) 資料収集

## Point !

「大局判定」により広域的な特異情報を把握し、「細部判定」により詳細な読図を行う

路線選定に必要な資料は、森林基本図や国土基本図、地形図、航空写真、土壌図、表層地質図、災害履歴図、地すべり地形分布図、DEM<sup>\*</sup>から作成した傾斜区分図や微地形表現図（地形図や空中写真では判読が困難な地理情報を示した図面）等があります。

それらの資料を用いて、最初は、あまり細かな路線形状にこだわらずに、路線の適地の見当をつけます。その際、まずは「大局判定」により、広域的な特異情報を把握します。次に、1/5,000等の図面を用いた「細部判定」により、詳細な読図を行います。なお、森林GIS（Geographic Information System）<sup>\*</sup>を利用して、様々な図面等を重ね合わせて表示させることにより、路線の適地を抽出しやすくなります。

※DEMや森林GISについては第8章106～109ページを参照



### 林業で GIS を使う場合に便利なデータ

- 基盤地図情報**：国土地理院が提供している、電子地図における位置の基準となる情報のことです。傾斜区分図の作成等に活用する標高のメッシュデータ（DEM）は、「数値標高モデル」、道路縁や水涯線等のデータは、「基本項目」からダウンロードすることができます。  
<https://fgd.gsi.go.jp/download/>
- シームレス地質図**：国立研究開発法人 産業技術研究所では、1/20万精度の日本シームレス地質図を公開しています。のり面、路体の安定に影響する表層地質の分布状況を把握することができます。  
<https://gbank.gsj.jp/seamless/>
- 地すべり地形分布図**：国立研究開発法人 防災科学技術研究所では、全国の地すべり地形のデータを公開しています。災害発生の要因の把握に役立ちます。  
[http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied\\_tech\\_note/landslidemap/gis.html](http://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html)

### (3) 机上計画

#### ア 机上計画の手順

##### Point !

机上計画の段階から縦断勾配等に十分注意して検討

机上計画では、路網の計画線のほか、ヘアピンカーブの設置箇所、沢の横断箇所、急傾斜地で構造物を設置する必要があると考えられる箇所等を図面に整理し、現地踏査で特に確認すべき場所を明確にします。また、図面に落とし込む際は、路網の規格や幹線・支線の区分のほか、現地で確認する内容等に応じて色分けするなど、誰もが見やすくなるようにします。なお、無理な線形が計画されると崩壊につながる危険があるため、机上計画の段階から縦断勾配等に十分注意して検討することが重要です。

##### 既設道の再利用

路網計画に当たって既設の作業道を活用することが考えられますが、既設の作業道は、繰り返しの利用を想定していないこと等が考えられるため、縦断勾配や幅員、路面の強度等を確認して、使用する林業機械が安全に走行できて、効率的な集材作業を行うことが可能であるか判断して再利用を検討します。

#### イ 線形の検討

##### Point !

幹線は、ゆったりとした線形で、傾斜が緩く地盤の安定した場所に計画

森林作業道は、大きく幹線と支線に分けられます。幹線とは、人間に例えると背骨に当たるもので、主として林道や林業専用道等に接続し森林内を上り下りする道になります。

幹線は、壊れてしまうと木材生産が止まってしまうことから、大きくゆったりとした線形で、傾斜が緩くて地盤の安定した場所に計画することが基本となります。このため、地盤の安定している尾根等に計画します。



また、将来、大型トラック等の走行を想定して、林業専用道に拡張（改良・改築）する予定があれば、縦断勾配を最初から緩やかにします。そうすることで、設計の見直しが容易になります。なお、林業専用道の縦断勾配は、原則として9%（約5度）以下、舗装等を行う場合は12%（約7度）以下となっています。

**Point !**

支線は、等高線に沿った線形とし、緩い縦断勾配になるように計画

支線とは、主として作業を行うための道のことであり、等高線に沿った線形とし、緩い縦断勾配に抑えるとともに、使用する機械に応じた集材距離といった適切な間隔で計画する必要があります。例えば、車両系の場合は、樹高を考慮して路網の上下 25～30m ずつを集材範囲とした場合、50～60m 間隔で配置すれば、効率的な集材作業が行える路網の整備が可能となります。なお、架線系の場合は、架線計画による架線配置に応じた路網の整備が求められます。(使用機械に応じた集材距離の目安は第 5 章 47 ページを参照)。

**Point !**

小運搬の距離を短くするため、循環型の路線と複数の山土場を計画

路線の形状は大きく、突っ込み型と循環型に分けられます。突っ込み型の場合、奥地への到達は効率的ですが、複数の機械のすれ違い等に調整が必要となることがあります。循環型の場合は、路線延長は長くなることがありますが、迂回することができるので作業の自由度が増します。

事業地が大きい場合は、循環型の路網を計画し、複数の山土場を設置することで、フォワーダ等による小運搬の距離が短くなり生産性の向上が望めます。事業地が小さい場合は、隣接する森林へのアクセスを念頭に置いた路網にすることで、将来的に循環型の路網を形成することができます。

**Point !**

机上計画の段階から排水を意識して計画

森林作業道の損壊の主な原因は、雨水の浸透等によるのり面崩壊や路面を流下する雨水による路面洗掘です。このため、雨水を集中させないように、こまめに分散排水することが必要です。具体的な排水方法は、現地踏査の際に決めることとなりますが、特に、縦断勾配が急なところでは、雨水が路面上を流下しやすくなることから、机上計画の段階から縦断勾配に配慮することが重要です。



## ウ 縦断勾配の検討

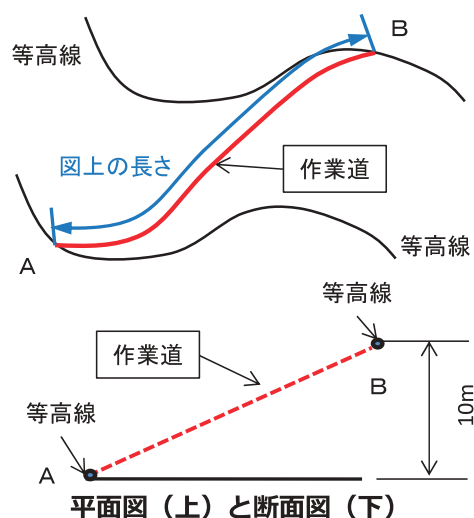
### Point !

フォワーダ等が木材を積載して安全に走行できる縦断勾配で計画

縦断勾配は、雨水による路面洗掘を抑えるだけでなく、フォワーダ等が木材を積載して上り走行・下り走行ができる事を基本として、できる限り緩くします。その目安は、基本的には概ね10度（18%）以下とされています。また、やむを得ない場合は、短区間に限り概ね14度（25%）程度で計画します。

1/5,000の地形図で、等高線間を登坂する水平の長さ（現地での長さ）と傾斜角の関係は下表のとおりです。例えば、等高線間の比高10mを2cm（現地での長さ100m）で登坂すると、縦断勾配は概ね6度（10%）になります。

%	傾斜 (度)	現地での 長さ(m)	図上の 長さ(cm)
6	3.43	166.67	3.33
8	4.57	125.00	2.50
10	5.71	100.00	2.00
12	6.84	83.33	1.67
14	7.97	71.43	1.43
16	9.09	62.50	1.25
18	10.20	55.56	1.11
20	11.31	50.00	1.00
22	12.41	45.45	0.91
24	13.50	41.67	0.83



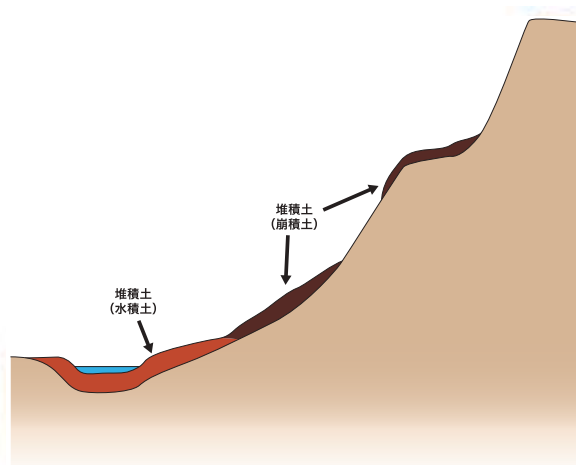
## エ 路網適地の検討

## Point !

机上計画の段階で、崩れやすい場所を避けて計画

緩く安定した斜面をできるだけ利用した線形にするためには、斜面の形と堆積様式を踏まえた路線選定が必要です。このため、机上計画の段階で崩れやすい場所を避けて計画します。

一般的に、丸みを帯びた凸地形の緩やかな尾根部又は尾根がかったところは、地盤が安定しており、道を付けても崩れにくい場所と言えます。一方、斜面の上から土が崩れ落ちて溜まっている堆積



土（崩積土）を切り取ったのり面は、大雨による崩壊の危険が非常に高くなるため作設時に注意が必要です。なお、谷部の水で運ばれてきて溜まっている堆積土（水積土）は、沢が増水した場合等に崩壊するため計画しないこととします。

## Point !

ヘアピンカーブ等は地盤の安定している地山勾配の緩い尾根部に計画

森林作業道を開設して山の上まで到達するには、ヘアピンカーブやスイッチバックの設置が不可欠です。これらを作設する際は、土量の移動が多くなるため、できるだけ地盤の安定している、地山勾配の緩い尾根部に計画します。

森林作業道は木材生産だけでなく、再生林や保育等でも活用することから、林業機械のほかに通勤で使用する車両の走行も想定して、適切な登坂方法を選定します。このため、トラック等のホイール式の車両の走行に適しているヘアピンカーブを検討します。ヘアピンカーブは、土工量がうまく収まるように、横方向だけでなく、前後に土を移動させて施工などの高度な作設技術が求められます。

必要な曲線半径が確保できないような斜面で折り返しが必要となった場合にはスイッチバックも検討します。方向転換する際にその場で履帯を旋回させることがないため、路体を傷めにくいことから、スイッチバックはクローラ式の車両に適していますが、安全面や効率性からバック走行する区間はできるだけ短くなるようにします。

## (4) 現地踏査

### ア 現地踏査の必要性

#### Point !

現場判断により、机上計画に修正を加えて路線選定結果を現場に落とし込む

現地踏査では、机上計画で検討した路線を実際に歩いて、資料だけでは把握しきれない地形や土質、水の流れ、林相等を確認します。

そして、路網作設に適さない場所を回避するなどの現場判断による修正を加え、路線選定の結果を現場に落とし込みます。

また、丸太組等の構造物を設置する場合は、地形や土質に応じて適した工法を選択するとともに、その必要性を検討します。なお、路線選定の結果は、作設費や維持管理費等にも影響することから、現地踏査は、日を改めて複数回行うなど労力を惜しまず慎重に行います。



### イ 現地踏査の手順

#### Point !

通過点を決定し、その間の線形を見直して最適なルートを選定

現地踏査は簡易な方法で行います。手順としては、①最初に、高所等の見通しが利く所で全体の地形を把握します。②机上計画で検討した路線を歩き、幅員の中心となるところにテープを巻くなどして目印を付けます。③ヘアピンカーブの適地、洗い越しの適地などを確認し、沢を渡る場所、幹線と支線の取り付け位置、排水位置を決め、それを通過点とします。④縦断勾配や発生土量などを確認しながら最良のルートを選定します。この時に、構造物の設置場所や排水場所等も検討し、その結果を現場に落とし込みます。



なお、GPS を活用すると、自分の位置が確認できることや、構造物の設置場所の確認結果を図面に落とし込むことができるなど効率化を図ることができます。

## ウ 縦断勾配等の検討

## Point !

縦断勾配や発生する土量を考慮して路線を選定

現地踏査では、縦断勾配や発生する土量等を考慮して路線を選定します。その際、ハンドレベルやレーザ測距器等の簡易な測量器具を使用すると、正確な縦断勾配を把握することができます。

森林作業道は土構造が主体の壊れにくい道であり、切土・盛土といった基本土工により作設します。このため、支障木として伐らない谷側の立木に目印を付ける等により、仕上りの路盤高を明確にして発生する土量を確認します。このほか、必要に応じて、ポールなどを用いて盛土の基礎部分を確認します。



ハンドレベルを用いた縦断勾配の確認



ポールを用いた盛土の基礎部分の確認

## タナ地形の活用

タナ地形とは、地殻変動や軟岩の風化等で緩やかな地形が連続している箇所のことで、タナ地形を盛土基礎部にすると、土量の移動が少なく、締固めがしっかりとした道が作設できます。このため、等高線に沿う線形を選定する際、安定した道を作設するには、タナ地形を活用します。

タナ地形のようなちょっとした地形の変化は、1/5,000の等高線間10mの地形図では把握が困難であるため、現地踏査の際にタナ地形を見つけ、路線案の修正に活かします。なお、タナ地形は堆積土（崩積土）と間違えやすい場合がありますので、周辺の地形をよく観察して、注意する必要があります。



## エ 構造物の検討

### Point !

#### 急傾斜地やぜい弱地では構造物の設置を検討

土構造のみでは路体を維持できないような急傾斜地や特殊土と言われる火山灰質粘性土（関東ローム、黒ボク土（黒色土）、まさ土、シラス等のぜい弱な土質の場所は、基本的には、路線選定の際に避けるべき箇所ですが、やむを得ず作設せざるを得ない場合には、構造物の設置を検討します。構造物によって作設費用が大きく変わるため、設置の際は、その必要性とどのような工法が適切かをよく検討する必要があります。

#### (ア) 急傾斜地における構造物の検討

### Point !

#### 急傾斜地では切土高や盛土高の状況に応じて構造物の設置を検討

急傾斜地で切土高が高くなり、切土のり面が侵食等により崩落する恐れのある場合は、丸太柵等を設置して崩落する土砂を留め、勾配を緩和することにより安定を図ります。切土のり面より上部の斜面まで崩落が続くようであれば、丸太組等による土留工を設置します。

急傾斜地で切土高を低く抑えるためには、盛土側を張り出して作設することになります。張り出す部分によっては盛土高が高くなり、長大なり面となることから、丸太組やフトン箆といった構造物を設置します。このため、現地踏査において、どの程度、盛土部が張り出すか予測して検討します。



丸太柵による切土のり面の勾配緩和



盛土部分に設置した丸太組



## (イ) ぜい弱地における構造物の検討

**Point !**

こまめに土質を確認し、土質に応じた適切な工法を検討

土質は局所的に変化するため、現地で注意しながら確認します。土質によって、水分状態や土の締固めやすさが変わるため、作設の可否に影響します。

このため、土質の特徴を知り、適切な工法を採用することが重要です。特に、ぜい弱地は、崩壊しやすく締固めが難しいので、必要に応じて、路面の補強やのり面の緑化等を検討します。

ぜい弱地のうち、関東ローム、黒ボク土（黒色土）、まさ土、シラスについて、それぞれの特徴と土木的特性、作設時の留意点は、以下のとおりです。



土木シートと丸太組による路面沈下の抑止  
(黒ボク土)



表土を活用した盛土のり面の緑化  
(まさ土)

#### ■ 主なぜい弱地の種類と特徴

名称	特徴
関東ローム	関東地方に広く分布する火山降下堆積物が粘土化したもの。ロームは、関東のほか、東北、長野、山陰、九州にも分布する。
黒ボク土	火山放出物が風化堆積し、上部に腐植が集積したもの。全国に分布する。
まさ土	花崗岩質岩石が風化した残積土。全国に分布し、中国、近畿、中部、東北地方の一部に多い。豪雨に対する侵食に弱く、崩壊や土石流が発生するおそれがある。
シラス	火砕流堆積物を起源とする。大雨等によって表面侵食を受けやすく、崩壊し易い。南九州に多く分布する。

■ 主なぜい弱地の土木的特性と作設時の留意点

名称	土木的特性	作設時の留意点
火山灰質粘性土 〔 関東ローム 〕 〔 黒ボク土 〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 締固めにくい</li> <li>・ こね返しにより土の強度が低下する</li> <li>・ 降雨時の作設や走行により路面は泥濘化する</li> <li>・ 団粒構造が崩されると侵食を受けやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 礫や砂質土等と混ぜて盛土を作設する</li> <li>・ 局部的に切土を主体に作設する</li> <li>・ 礫や丸太等の現地発生材を敷き固める</li> <li>・ 腐植層が薄い場合は、排除したり、腐植層と心土を入れ替える</li> <li>・ こまめな排水で、雨水の滞留を防ぐ</li> </ul>
まさ土	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 侵食を受けやすい</li> <li>・ 締固めにくい</li> <li>・ 植生が侵入しにくい</li> <li>・ 風化して崩れやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土砂等と混ぜて、盛土をする</li> <li>・ 表土を利用して盛土のり面を緑化する</li> <li>・ のり面勾配を緩くして、不安定な場所には丸太組を施工する</li> <li>・ こまめな排水と、横断溝の排水先には水たたきを設置する</li> </ul>
シラス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ある程度の雨水は排出するが、激しい雨には弱い</li> <li>・ 掘削された土は水に流れやすい</li> <li>・ 複雑な形状の土粒子が混在する</li> <li>・ 植生が侵入しにくい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 丸太組の間にしっかり土を充填したり、根株を盛土のり尻に設置したりする</li> <li>・ 切土高は低く、切土のり面勾配は直切りにする</li> <li>・ 表土で盛土のり面の緑化を図る</li> <li>・ 路面を平らにして、滞留水を防ぐ</li> <li>・ 激しい雨に弱いため、こまめに排水をする</li> </ul>

※関東ロームと黒ボク土は、作設に関する特性や留意点が似ているため、火山灰質粘性土としてまとめた

枝条の散布とアンダーガードの装着

ぜい弱地では、緩い縦断勾配でも路面の洗掘がみられます。このため、必要に応じて枝条を散布します。

枝条を散布した箇所ではクローラ式の車両が走行すると、枝条が重機の底に刺さり油圧ホースを破損したりすることがあります。機体にアンダーガードを装着して、このようなトラブルを防ぎます。



ぜい弱地（黒ボク土）において枝条を散布した事例

## オ 登坂方法の検討

## Point !

ヘアピンカーブは、木材を積載した車両が安全に走行できるように曲線半径などを検討

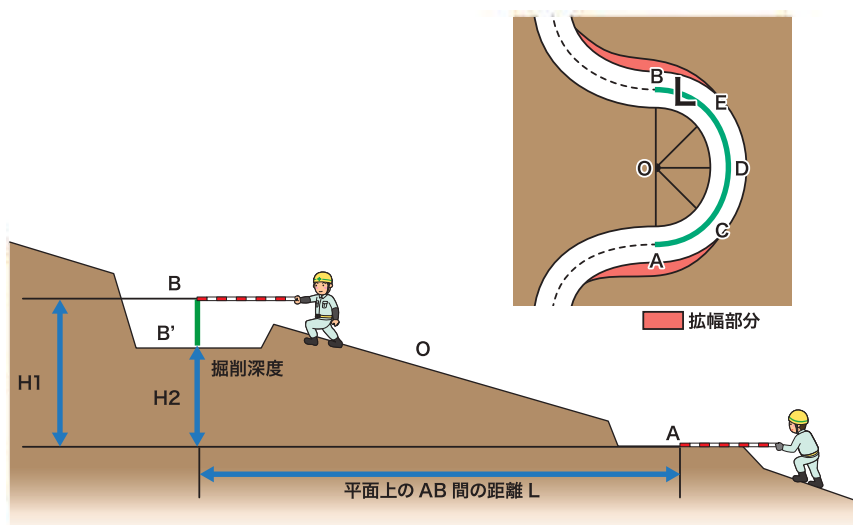
現地踏査で登坂方法を検討する際は、簡易的な設計を行い、排水や構造物の設置を含む土工の方法を検討します。

ヘアピンカーブは、木材を積載した車両が安全に走行できる曲線半径とします。また、内輪差による曲線部の拡幅場所を確保するとともに、下り旋回時のスリップやふくらみを考慮した設計とします。なお、土工量が多くなるため、切土のり面の土砂流出防止や盛土の確保を目的とした丸太組、フトン箆等の構造物の設置を検討します。このほか、曲線部の排水は、カーブ上部の入り口部分で尾根に向かって排水を計画します。

ヘアピンカーブの簡易的な設計手順は、以下のとおりです。

## ヘアピンカーブの簡易的な設計の手順

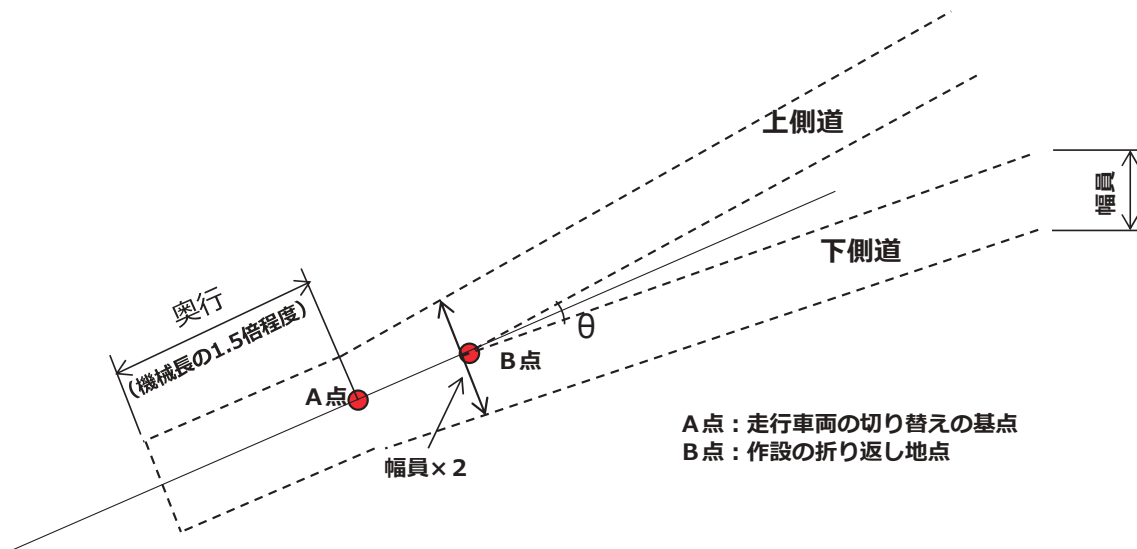
- ①設定した半径になるように入り口(A)、出口(B)を設定
- ②カーブをイメージし、同一半径上にCDEを選定
- ③そしてAB間の延長距離Lを求める
- ④次に、ABの地山の高低差H1をポール等で計る
- ⑤Lと計画縦断勾配から、Bの計画高H2を求める
- ⑥地山の高低差と計画高の差分から掘削深度を求める



## Point !

スイッチバックは、クローラ式の車両が安全に走行できるように折り返し地点の幅などを検討

スイッチバックは、車両が前後進により斜面を上る方法です。クローラ式の車両が安全に走行するには、折り返し地点は、幅員の2倍の幅が必要となり、土の移動が部分的に大きくなることから、必要に応じて構造物の設置を検討します。また、スイッチバックの折り返し付近で排水すると、上側道の道下から下側道に流れるため、折り返し地点より離れた場所でしっかりと排水するように計画します。このほか、必要な奥行を確保できるか確認します。その目安は、機械長の1.5倍程度が必要となります。



## カ 排水方法の検討

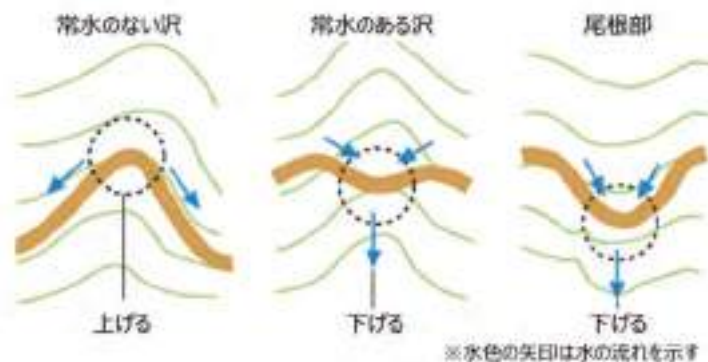
**Point !**

森林作業道を継続的に使用するためには、適切な排水計画が重要

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す。

縦断勾配が急なところでは、雨水が路面上を流下しやすくなりますので、路面の洗掘を防ぐためには、雨水を集中させずに、こまめに分散排水することが必要です。波状縦断勾配は、等高線沿いに水平な区間では、凹部の谷側をわずかに下げると排水に効果的です。しかし、登坂区間で波状縦断勾配にすることは、緩やかな波状にして、谷側を低くすると車両が下り走行のときに谷側に滑り落ちる危険がありますので、谷側を下げてはいけません。

排水先として、尾根部や常水の沢は安定して安全ですので、道下げます。常水のない沢は、大雨のときなどに水を集めないように、道上げます。



分散排水が困難な場合は、丸太やゴム板等を利用した簡易な横断排水施設を設置します。排水施設の排水先（路肩部分）は、水に集中的に洗われる部分なので、盛土のり面の侵食を防ぐためできるだけ地山部分に排水するようにします。また、路体の決壊を防止するため、排水先に石や根株で補強した水たたきを設置します。

こうした排水方法とその特徴を踏まえた上で現地踏査を行い、計画に反映させます。



2本の丸太を使用した横断排水施設



ゴム板を使用した横断排水施設  
(上流から望む)



## キ 湧水箇所での排水方法の検討

### Point !

#### 地表植生から斜面内部の水の状況を判断して排水処理方法を検討

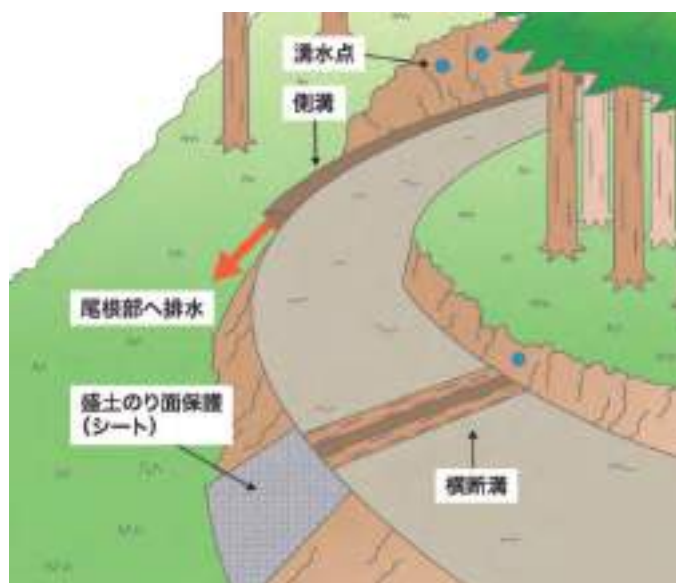
地表の植生から斜面内（山体）の水の状況がある程度判断することができます。シダの種類が多いところや湿潤な場所を好む植物が群落を形成している場合は、地下水位が高いことが把握できます。現地踏査では、こうした地表植生にも注意する必要があります。



このほかに、地表に降った雨水が、地中に浸透し、粘土層や基岩等の不透水層の上面に沿って流下していく中で、切土によりその流路を地表に出現させて湧水が発生する場合があります。湧水が見られる箇所では、降水量によっては、のり面や路体の崩壊につながりますので、早急な排水対策が必要になります。現地踏査では、こうした湧水箇所を見逃さないように入念に調べます。

湧水対策としては、側溝や横断溝による排水処理が挙げられます。横断溝を用いる場合は、湧水規模や土質等を考慮して工法を検討するとともに、受け口を広げるような工夫をして、湧水箇所から横断溝へ導水すると効果的です。

側溝は、湧水箇所が連続しているのり面やヘアピンカーブなどで大きな切土のり面となった場所に設置します。側溝に流した湧水は、横断溝で排水するか直接安全な尾根部に排水します。また、流量や縦断勾配によっては、洗掘防止のため、土のうを側溝沿いに敷き並べたりして路面への越流を抑止します。



## ク 沢の横断方法の検討

## Point !

沢は豪雨後の復旧や維持管理が容易な洗越しで横断

沢の横断の際は、洗越しを採用すると、暗渠を用いた方法と比較して、低コストであるばかりでなく、豪雨後の復旧や維持管理が容易です。

洗越しは、沢の流水方向に対して直角に設けて、増水時には「弱く、広く、浅く」流れるように配慮します。上流側には、大石を置いたり、沈砂池を設置したりして、流速を弱めます。また、洗越しからあふれた沢の水が



道に流入しないようにします。なお、山腹下部は水が集まる可能性が高いことから、集水面積の大きいところは潤れ沢でも洗越しを設置しましょう。

洗越しは①溪床勾配が緩いところ、②沢の両側にゆとりがあるところ、③硬い岩盤の上にあるところなどの条件に合致するところを探します。水深のあるV字形の溪流や侵食を受けている最中の谷、土質が柔らかい溪流は避けましょう。

## ケ 危険箇所の把握

## Point !

立木の生育状況から、作設に適していない危険箇所を把握する

立木の生育状況から、作設に適していない危険な箇所を把握することができます。

例えば、立木が根曲りしているところでは、過去に土が移動している可能性があり、森林作業道を作設しても斜面の上から土が崩れ落ちることが考えられることから十分注意します。

また、立木の根が不自然に地表に浮き出ているところでは、地中に硬い岩が隠れている可能性があります。こうした箇所も、岩の掘削に困難が予想されるため、避けるようにします。



## コ 周辺環境への配慮

### Point !

下流に人家、道路、取水施設等がないかを確認する

路線の選定に当たっては、下流に人家、道路、取水施設等がないかどうか、また、希少な動植物の生息・生育状況等を把握して、それに留意して迂回路の検討や必要に応じて関係者への周知を行います。

特に、下流の水を濁さないように注意して、必要に応じて、沈砂池を設けて流速を抑えるといった濁水防止措置等を検討します。また、施業の対象区域だけではなく、隣接する森林や下流等、山全体に目を配る必要があります。

### 森林作業道作設の効率化

森林作業道を作設する時、一般的には、チェーンソーで支障木を伐倒し、スリングロープ等を用いて整理します。そして、油圧ショベルを用いて土工（地山を掘削・締固め・転圧）を行います。

このような路網作設作業は、1台の機械で伐倒や土工といった作業を一体的に行うことができる、伐倒機能の付いたグラップル付バケットを用いることにより作業の安全性や効率性を向上させることができます。また、グラップル機能を有しているため、基本的な土工作業だけでなく、支障木の整理、かかり木処理のほか、丸太組等の構造物の作設作業においても安全性や効率性を向上させることができます。

岩盤が多く頻繁にブレイカーを使用することが考えられる地域では、アタッチメントを交換するか、機械を入れ替えて作業を行うことが考えられます。このような場合、フルオートマチッククイックジョイントを用いると、オペレータが運転席に座ったまま、バケットやグラップル、ブレイカーといった様々なアタッチメントを短時間で交換することができるため、機械の入れ替え等に要する時間を短縮できます。また、専用のアタッチメントで作業を行うことができるので、作業の効率化も期待できます。



伐倒機能の付いたグラップル付バケット



フルオートマチッククイックジョイント

