

第 3 章 森林作業道作設の検討

施業計画地で、どの程度の森林作業道を作設できるかを見極めるためには、路線選定に影響する、斜面傾斜、地形、地質、土壌等の自然条件を把握することが必要です。

3-1 斜面傾斜

Point 1

斜面傾斜は作業システムに影響するほか、切土や盛土の土工にも大きな影響を与える

傾斜別の切土高、盛土高は、斜面傾斜が 35° を超えると、大きくなる割合がさらに高くなります。

(1) 切土

以下の図は、切土勾配を6分、切土部を1.5mに設定した場合の斜面傾斜と切土高の関係を表したものです。

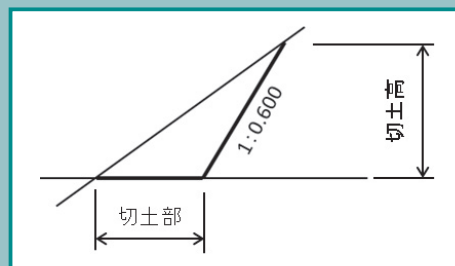


図3.1 森林作業道模式断面図（切土）

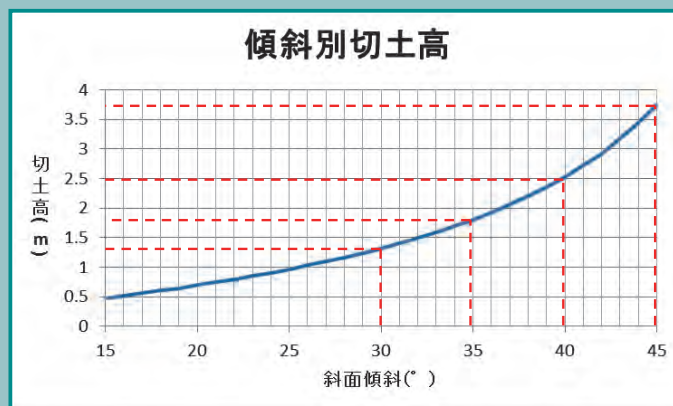


図3.2 傾斜別切土高（切土部1.5m、切土勾配6分）

図3.2より、斜面傾斜が35°超となると、切土高を表す曲線も、さらに大きく曲がります。具体的には、傾斜30°のとき、切土高は1.3mですが、傾斜35°では切土高1.8m、40°では2.5m、45°では3.8mとなります。

(2) 盛土

以下の図は、盛土勾配を1割、盛土部を1.5mと設定した場合の斜面傾斜と盛土高の関係を表したものです。

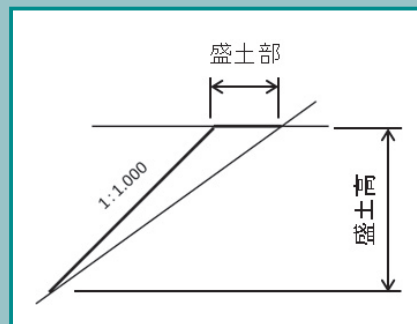


図3.3森林作業道模式断面図（盛土）

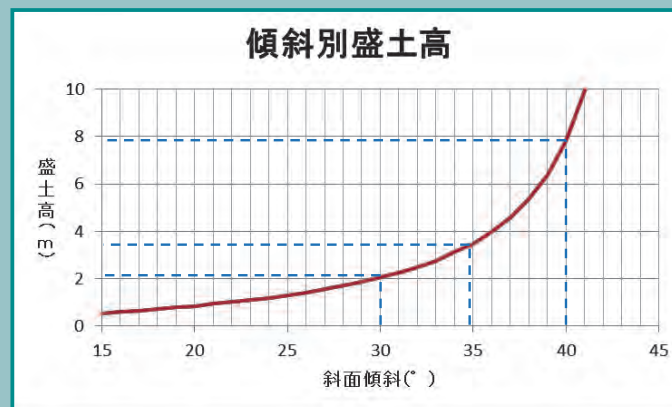


図3.4 傾斜別盛土高（盛土部1.5m、盛土勾配1割）

盛土高も傾斜35°付近から盛土高を表す曲線が上昇します。傾斜30°のときに盛土高は2.1mですが、傾斜35°では盛土高は3.5m、40°では7.9mになります。

このように斜面傾斜によって、切土高や盛土高が大きく変化します。したがって、傾斜が35°～40°以上となる箇所での路線計画はできるだけ避けることが重要であり、施工せざるを得ない場合には、施工方法について十分な検討が必要です。

(3) 傾斜と幅員

Point 1

斜面傾斜によって、作設する幅員を検討する

表3.1に切土高を1.5m、盛土高を2.0mとした時に確保できる最大幅の目安を傾斜別に示しました。表3.1によれば、傾斜が30°までは3mの幅が確保できますが、傾斜35°では2m程度の幅しか確保できず、斜面傾斜が幅員に大きく影響することがわかります。

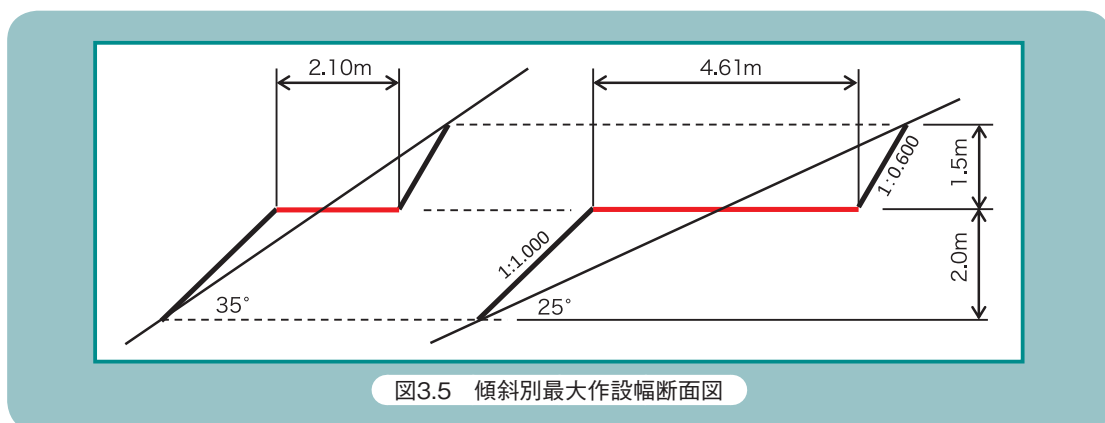
このように、斜面傾斜が急となる箇所では、土構造だけで必要な幅員を確保することが困難となります。そのため、導入する機械の大きさの検討や、幅員を確保するための構造物の検討が必要となります。

表3.1 傾斜別最大作設幅の目安

斜面傾斜 °	切土による幅 m	盛土による幅 m	最大幅の目安 m
25	2.32	2.29	4.61
26	2.18	2.10	4.28
27	2.04	1.93	3.97
28	1.92	1.76	3.68
29	1.81	1.61	3.42
30	1.70	1.46	3.16
31	1.60	1.33	2.93
32	1.50	1.20	2.70
33	1.41	1.08	2.49
34	1.32	0.97	2.29
35	1.24	0.86	2.10

※切土高1.5m（切土勾配6分）、盛土高2.0m（盛土勾配1割）

また、上表では、土量が勘案されておらず、片切片盛による作設では、さらに確保できる最大幅の目安は小さくなります。以下に傾斜別に確保できる最大作設幅の断面図を示します。



Point 1

傾斜区分図の作成で急傾斜地を把握する

傾斜による幅員の検討をするためには、あらかじめ現地の傾斜状況を知る必要がありますが、その方法の一つに傾斜区分図があります。傾斜区分図が作成できれば、急傾斜地の区域を把握することができ、避けるべき箇所を知ることができます。図3.6はデジタル表現した数値標高データを利用し、パソコン上で作成した傾斜区分図です。

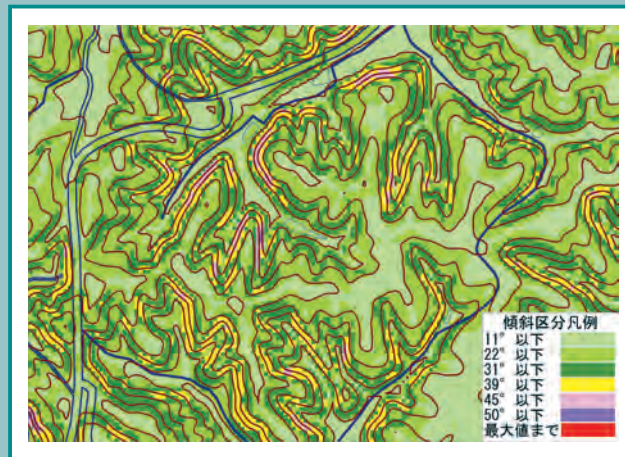


図3.6 傾斜区分図

Memo

図3.6の傾斜区分図は、国土地理院が提供している数値標高データを利用し、GISソフトを用いて作成したものです。

作成するために使用したソフトウェアとデータは以下のとおりです。いずれも無料で利用できます。

○ソフトウェア

・QGIS：

地理情報を作成、編集できるフリーのGISソフトで、自由に入手、使用できます。利用者が多く、インターネット上で、その使い方等の情報を見ることができます。ソフトはQGISのオフィシャルサイトからダウンロードできます。

<http://osgeo.qgis.org/ja/site/index.html>

・基盤地図情報標高（DEM）変換ツール：

国土地理院が公開している基盤地図情報数値標高モデルを、GISで利用しやすいGeoTIFF形式に変換等するソフトです。株式会社エコリスのホームページからダウンロードできます。

<http://www.ecoris.co.jp/contents/demtool.html>

・基盤地図情報ビューア：

基盤地図の形式であるGML形式をshp形式に変換するソフトです。国土地理院のホームページからダウンロードできます。

<http://fgd.gsi.go.jp/otherdata/tool/2014/FGDV.zip>

○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。傾斜区分図を作成するためのデータは、「数値標高モデル」、道路縁や水涯線等のデータは、「基本項目」からのダウンロードとなります。なお、データの入手には、簡単な入力による登録が必要となります。

<http://fgd.gsi.go.jp/download/>

3-2 地形

Point 1

地形図や航空写真、災害履歴図等から避けるべき地形と推奨できる地形を抽出する

地形を把握するためには、地形図の読図が必要です。ただし、我が国の地形は複雑であり、各地域で見られる地形・地質は、それぞれ特徴があることから、地形図のみではなく既存資料の収集や現地踏査により、施工地の地形・地質をよく把握しておく必要があります。

避けるべき地形は、以下のとおりです。

主な地形	特徴等
がけすい 崖錐	断崖絶壁のように切り立った急な山腹の下に、30° くらいの緩やかさで、上から落ちてきた岩の風化物などの堆積したところをいう。切土を行うと常に土砂が動くことから、土工事を行う場合、土砂の固定が困難な地形である。
地すべり	地層界への地下水の影響、温泉等による基盤岩層の変質、地層構造線が要因になることが多い。地すべり等の危険が予想される箇所は、水を抜き、安全な箇所に導水することで、地山の安全性を向上させることが必要である。
断層	地層や岩石の割れ目に沿って、両側の地層や岩石がずれている部分をいう。断層運動により、地層あるいは岩石が粉々に砕かれた部分が一定の幅をもち、一定の方向に延びている場合、その部分を破碎帯という。幅数cmの場合から数百mの場合までである。
扇状地	沢が谷から急に広い平地のようなところに出た場合、沢が運んできた土砂が平地に扇状に吐き出されて堆積したところをいう。谷の奥が急峻な地形で崩壊地等が多い場合は、避けることが望ましい。

一方、推奨できる地形は、以下のとおりです。

主な地形	特徴等
安定した尾根	尾根筋は上に突き出た場所であり、風の影響を受けて乾燥しやすい。岩石が多く、養分も少ない。林木の生育が悪いため、道をつけてもつづれ地が少なく、生産力、生態系への影響は小さい。雨水は集まり難い。ヘアピンカーブの適地となる。
タナ地形	変動や軟岩の風化等で、緩やかな地形が連続している。岩石・軟岩等が硬く残ったところであり、作業道の開設に適している。ただし、地形図等での把握は困難であり、現地確認が必要となる。

3-3 地質、土壌

Point 1

表層地質図や土壌図から留意すべき箇所であるか確認する

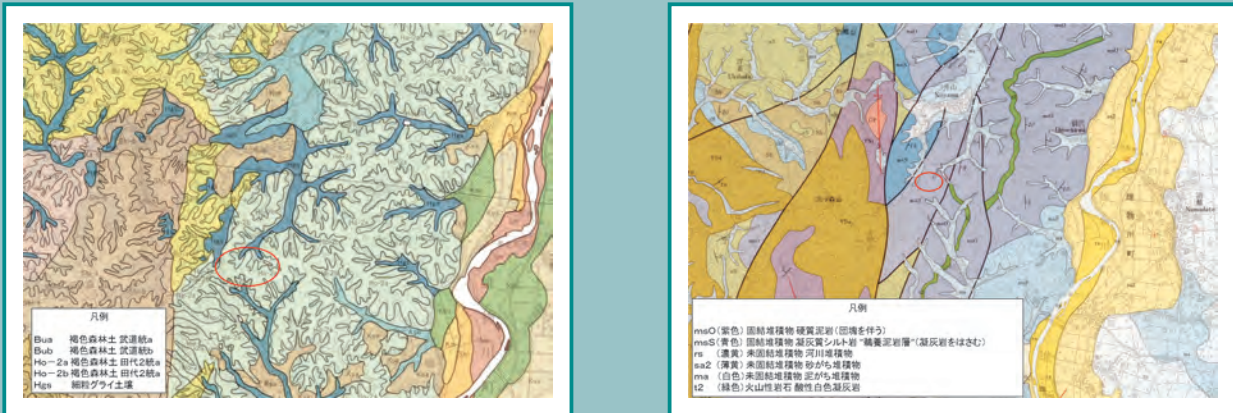


図3.7 土壌図（左）と表層地質図（右）

※この地図は、国土調査による1/50,000土地分類基本調査（土壌図、表層地質図）を使用し国土交通省国土情報課が作成（複製）したものを引用。

(1) 地質

地質は、地球表面をつくる岩石や地層の種類や性質等、広い意味が含まれます。

岩石が多く現れる場合では、切土や盛土材は、その岩石が持つ基本的な性質を引き継ぐことから、施工地で見られる岩石の種類や特徴をしっかりと確認しておく必要があります。

岩石の区分は、以下のとおりです。この中で赤字で示している岩石は、土工上注意を要するものです。

岩石の成因別の区分

大分類	成因	産状	種類	森林作業道用語	
岩石	火成岩	火山岩	流紋岩、安山岩、玄武岩、石英粗面岩	火成岩質礫質土	
		半深成岩	石英斑岩、ひん岩、輝緑岩、花こう斑岩、粗粒玄武岩		
		深成岩	花こう岩、せん緑岩、はんれい岩		
	堆積岩	火山砕せつ	未固結	火山灰→火山礫	火山灰質礫質土
			固結	凝灰岩→集塊岩	
		水成砕せつ	未固結	泥、砂、礫	堆積岩質礫質土
			固結	頁岩、硬砂岩	
	変成岩	広域変成作用	粘板岩、千枚岩、結晶片岩、片麻岩、蛇紋岩	変成岩質礫質土	
		圧砕変成作用	圧砕岩		

(出典：林野庁 森林作業道作設ガイドライン (案))

土工上注意を要する岩石（左表中赤字の岩）

流紋岩	流紋岩や石英面岩は一般に比重が軽く、扁平に割れる傾向を示す。風化物を細片状又は長石の多いものは粘土状態となる。
安山岩	安山岩や玄武岩は柱状又は板状の節理が発達し、切土の場合のり面の安定を損なうことがあるので注意を要する。また、風化すると粘土化し、土工上問題となることが多い。安山岩が変質した変朽安山岩は地山の状態では硬いが、いったん土工によって乱され、土砂化すると著しく性質は悪化し、トラフィカビリティーや盛土の安定に支障をきたすことが多い。
玄武岩	
ひん岩	ひん岩は岩脈として存在することが多く、一般に風化して暗緑色を示すことが多い。切取によってひん岩脈が弱層になって崩壊を起こすことがある。
花こう岩	花こう岩類は、風化して砂状（まさ土）になっている場合があり、また風化は一般に深部にまで及んでいる。一般にまさ土は締固めの効果がよく、盛土材として良好である場合が多いが、砂粒で雲母の多いまさ土は盛土材として不適な場合がある。切土の場合、まさ土は貧栄養であり、根が下方に張らない、侵食を起こしやすい等の理由から植生の侵入が困難なことがある。
火山灰	関東ロームやシラス等の火山灰は土工によって原岩組織を破壊すると著しく強度が低下する。切土のり面においても高さ10m程度までは直に切っても自立し、一見安定しているようにみえるが、乾裂による柱状の割れ目や流水による侵食等で安定を損なうことが多い。
凝灰岩	凝灰岩及び凝灰質岩石は固結が不十分な場合には表層剥離が起こりやすい。また、掘削時の新鮮な時は硬いが、土工による土地の悪化が著しく、また時には多量の膨潤粘性土を含んでおり切取によって地表に露出すると応力開放や含水によって粘土化し、大きな崩壊や地すべりを起こすことがある。凝灰質岩石を手軽に見分けるには、一般的に凝灰質岩石は比重が軽いことから、手で持って軽いものは凝灰質とみてよい。
泥岩	泥岩は固結度も低く、強度も弱いことから、雨水と流水による侵食抵抗も弱く崩壊しやすい。また、切取によって表層剥離を起こしやすい。また、土工によって急速に細粒化しやすく、土性が悪化しトラフィカビリティーや盛土の安定性に支障をきたすことが多い。泥岩砂岩のように硬軟互層の場合は軟岩部の風化が進行し、軟岩部の崩壊が硬岩部を伴って大きく崩壊することがある。また、泥岩は泥岩砂岩互層地域は地すべり地が多いので、十分留意する必要がある。
礫岩	礫岩、特に第三紀以降の礫岩は礫とマトリックス（基質）との硬軟の差が著しく、食性（侵食の対する抵抗）が悪く、ガリ侵食や落石を起こしやすい。
粘板岩	粘板岩は層理や節理が発達し、特に断層や破砕帯の周辺では細片状に破碎され風化が進んで粘土状になっている場合が多い。このような箇所では割目や断層に沿ってすべりを起こしやすいので切り取りには注意が必要である。
片岩	片岩は異方性が高く、扁平に割れやすい性質を有し、特に黒色片岩や一部の緑色片岩は絹雲母や石墨、滑石等の滑材を含み、風化によって崩壊や岩盤地すべりを起こす傾向が強い。
蛇紋岩	蛇紋岩は吸水膨張する性質があり、切土による応力開放や浸水によって強度が低下したり、トンネルや擁壁においては高い土圧によって破壊することがある。蛇紋岩に限らず、緑色岩（特に輝緑凝灰岩）は蛇紋岩化作用によって一部蛇紋岩に変質している場合がある。

出典：日本道路協会 道路土工要綱（平成21年度版）P355～P358

（出典：林野庁 森林作業道作設ガイドライン（案））

Memo

- ・ 土壌や表層地質を調べるには、「5万分の1都道府県土地分類基本調査」が便利です。ほとんどの都道府県で閲覧が可能です。また、国土交通省のホームページでも閲覧ができます。

http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/l_national_map_5-1.html

(2) 土壌

土壌の性質は、元の岩石（母材）の影響を受けるほか、気候や地形、生物、経過時間等の条件によってさまざまであり、注意する必要があります。

成因の違いによる土の分類は、以下のとおりです。

成因による土の分類

成因	種類	特徴
風化残積土	まさ土 その他の山土	まさ土は、花崗岩の風化した残積土。西日本に広く分布する。砂質で粘性に乏しく、保水性がなく緑化が困難。表層での崩壊が多い。
運搬土	崖錘など	急斜面上の風化岩屑が崖下に落下して形成された堆積地形。角礫その他の大小の粒径が共存する崩土からなる。
堆積土	洪積層	丘陵地帯に分布する。比較的安定している。
	沖積層	平野部で水中堆積からできた固結が不十分な地質。
火山性堆積土	関東ローム	関東地方に広く分布する、火山降下堆積物。粒子の細かい火山灰の堆積物で、こね返すと泥浄化する。
	シラス	鹿児島県を中心とした南九州に広く分布する、火砕流堆積物。粒径は細砂からシルトの範囲で、粘着性はない。侵食に弱い。
植積土	泥炭	主として北海道に分布。植物の分解途上のもので、繊維質を含み、圧縮性大。
	黒ボク	火山灰や軽石を母材とする土。腐植に富み黒色で、ローム層上位の表土、黒土。

(出典：林野庁 森林作業道作設ガイドライン (案))

また、掘削の難易による土の分類は、以下のとおりです。

掘削の難易による土の分類

名称	説明	適用	日本統一土質分類法による土の簡易分類との対比
礫まじり土	礫の混入があって掘削時の能率が低下するもの。	礫の多い砂 礫の多い砂質土 礫の多い粘性土	礫 礫質土
砂	バケットに山盛り形状になりにくいもの。	海岸砂丘の砂、まさ土	砂
普通土	掘削が容易で、バケットなどに山盛り形状にしやすく空隙の少ないもの。	砂質土、まさ土 粒度分布の良い砂 条件の良いローム	砂 砂質土 シルト
粘性土	バケットに付着しやすく空隙の多い状態になりやすいもの、トラフィカビリティが問題となりやすいもの。	ローム 粘性土	シルト 粘性土
高含水比粘性土	バケットなどに付着しやすく特にトラフィカビリティが悪いもの。	条件の悪いローム 条件の悪い粘性土 火山灰質粘性土	シルト 粘性土 火山灰質粘性土 有機質土
有機質土	多くの有機質を含み、バケットなどに付着しやすく特にトラフィカビリティが著しく悪いもの。	黒ボク 泥炭	高有機質土

トラフィカビリティ：建設機械の走行性、作業性の良否を示す地表面の能力。コーン指数で示すことが多い。

出典：日本道路協会 道路土工要綱（平成21年度版）P85に一部追記

(出典：林野庁 森林作業道作設ガイドライン (案))

3-4 周辺環境

Point 1

周辺環境への配慮が必要

森林作業道の作設に当たっては、周辺環境にも十分配慮する必要があります。森林作業道の作設を計画する上で避けるべき箇所として、P17に示した「避けるべき地形」以外では、

- ・湧水地
- ・人家等保全対象付近
- ・取水箇所付近
- ・土石流溪流

等が挙げられます。

3-5 路網のイメージ

Point 1

様々な資料を重ね合わせて、路網のイメージを固める

以上のように、避けるべきあるいは検討すべき箇所が抽出できれば、それらを重ね合わせ、おおまかに路線計画を作成することにより、路網のイメージを固めることができます。

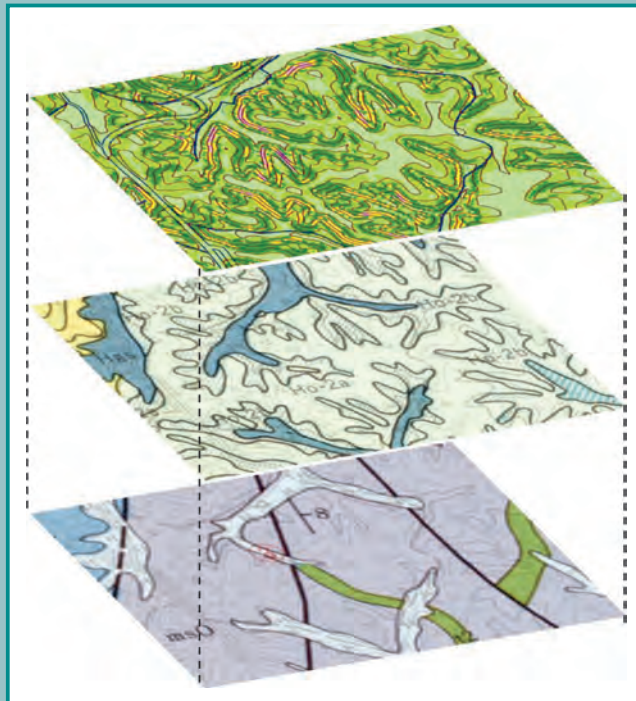


図3.8 重ねて見比べるイメージ