

森林作業道作設オペレーター育成研修 研修指導者用ポイント集

森林作業道の作設オペレーターの育成研修等において、指導者が留意すべき基本的な事項を簡潔かつ平易にまとめた冊子（いわば、「虎の巻」）です。
指導の際には、参考にしていただければ幸いです。

指導の際は、「研修教材 2010 森林作業道づくり」（以下、「**研修教材 2010**」という。）、「研修補助教材 2014 急傾斜地やぜい弱地での森林作業道づくり」（以下、「**研修補助教材 2014**」という。）も併せてご活用ください。

林野庁

目次

I 指導の心得	1	2. 基本土工	10
1. 教えるということ	1	2. 1 基本土工の習得	10
1. 1 教えるために必要な要素	1	■ 教えるべき内容は	10
■ 専門分野の技術や知識	1	■ 効果的な実習の進め方は	10
■ 「教える」技術	1	2. 2 表土の除去	10
■ 指導者としての「心構え」	1	■ 表土とは	10
1. 2 指導者としての心構え	1	■ なぜ、表土を取り除くのか	10
■ 受容	1	2. 3 盛土基礎部の作設	11
■ 支援	1	■ 位置の目安はどこか	11
■ 自己責任	1	■ 位置が悪いとどうなるか	11
■ 観察	1	■ なぜ、床掘りは必要か	11
1. 3 教える技術と知識	2	2. 4 盛り立てた心土の締固め	11
■ 受信	2	■ なぜ、締固めは必要か	11
■ 発信	2	■ 十分に締め固めるには	11
■ 試行錯誤	2	2. 5 路面の転圧	12
2. 関係性の構築	3	■ 幅員はどの程度必要か	12
2. 1 研修のセットアップ	3	■ 十分な転圧はどの程度か	12
■ 講師の使命・想い	3	■ 転圧不足だとどうなるか	12
■ 受講メリット	3	2. 6 仕上げ	12
■ 現状と未来のギャップ認識	3	■ 路面高を調整する理由は	12
■ 講師と受講生の共通点	3	■ 安全走行に向けた作業は	12
2. 2 苦手な人への対処法	4	3. 応用土工	13
■ 主観を事実にと落とし込む	4	3. 1 ヘアピンカーブ	13
■ 原因を推測する	4	■ なぜ、ヘアピンカーブなのか	13
■ 対策案を検討する	4	■ 作設適地はどこか	13
2. 3 研修終了後の振り返り	4	■ どのような設計にすべきか	13
II 安全管理	5	■ 現地踏査の際にやることは	13
1. 安全管理の必要性	5	■ どのように作設するか	13
2. 安全管理の基本	5	3. 2 排水処理	14
2. 1 支障木の伐倒	5	■ なぜ、排水処理が重要か	14
2. 2 バックホウの操作	5	■ 波形線形の留意点は	14
2. 3 運転席から離れる時の措置	5	■ 横断排水の留意点は	14
3. 研修中の注意点	6	3. 3 沢の横断（洗越し）	15
3. 1 危険予知活動	6	■ 洗越しの有効性は	15
3. 2 バックホウの点検	6	■ 設置箇所の適地は	15
3. 3 順番待ちをしている受講生	6	■ どのような構造があるか	15
3. 4 悪天候が予報されている時	6	■ どのように作設するか	15
3. 5 熱中症対策	6	■ 流速を弱める工夫は	15
III 技術指導	7	3. 4 簡易構造物（丸太組）	16
1. 路線選定	7	■ 設置の目的は	16
1. 1 図上設計	7	■ どのような構造物か	16
■ なぜ、路線案が必要か	7	■ どのように作設するか	16
■ 適地判断する手順は	7	■ より長持ちさせるには	16
■ 路線案をどう作成するか	7	3. 5 急傾斜地での作設	17
1. 2 現地踏査	8	■ 幅員はどうするか	17
■ 現地踏査の進め方は	8	■ 切土高が高い場合は	17
■ 線形のバランスとは	8	■ 盛土安定勾配を保つには	17
■ 曲線部や沢の横断の判断は	8	3. 6 ぜい弱地での作設	17
■ 自然条件で見るべき点は	9	■ 路線選定時の留意点は	17
■ 周辺環境で配慮することは	9	■ 作設時の留意点は	17
		参考 指導用チェックリスト	18

I 指導の心得

1. 教えるということ

1. 1 教えるために必要な要素

■ 専門分野の技術や知識

- 森林作業道の目的や機能を把握し、作設するための技術を身に付けている必要がある。
- 普段の仕事をする上でも求められる要素である。

■ 「教える」技術

- ただ技術や知識を知っているだけでは、人に伝えることはできない。
- 人にうまく伝えるためには、「教える」技術というものがある。

■ 指導者としての「心構え」

- 人に教えるためには、指導者としての「心構え」が必要である。
- 「心構え」が指導者に求められる最も重要な要素となる。

【4つの心構え】

①受容、②支援、③自己責任、④観察

- ・ 受講生との良好な関係性の構築
- ・ より効果的な研修

1. 2 指導者としての心構え

■ 受容

- 受講生の考え方や行動を起こしている理由をまずは理解し、受容する。
- 自分の伝えたいことだけを伝えるだけでは、研修の目標を受け入れてもらえない可能性がある。

■ 支援

- 研修及び事後の成長を信じて、研修中は最大限の支援を心掛ける。

■ 自己責任

- 受講生の行動（森林作業道作設への取組、受講態度、講師への接し方等）は、自分自身の指導の結果である。
- 例えば、行動が変化しない場合は、自分自身の指導の仕方（伝える言葉や指導の順序）を変えてみるなど工夫をする。

■ 観察

- 受講生の心情、技術レベル等現在の状況を個々に「観察」して、個別に対応の仕方を変えてみる。
- 受講生個人が考えている個別の目標を把握し、個々にアプローチを変えていくことも必要である。

1. 3 教える技術と知識

人が物事を教わって成長をしていくためには、3つのステップが必要

■ 受信

- 受講生は、まずは新しい知識を教えてもらうところからスタートする。
- 伝わるように伝えるための技術がある。例として、「PREP法」がある。

■ 発信

- 研修の休憩に入る前や1日の終わりには、できる限り学びや気づきを共有する場を設ける。
- 意見交換で、お互いの学びや気づきを共有することにより、新たな学びや気づきが生まれる。
- 講師は、その様子を観察しながら、受講生の理解度を把握する。

■ 試行錯誤

- 試行錯誤を繰り返して、「できる」のレベルに到達することができる。
- 「分かった」だけで「できる」と勘違いしてしまう受講生が少なくないので、違いをしっかりと意識させる。
- 講師は、受講生が試行錯誤している様子をしっかりと観察して、理解が足りないと感じたら、最初に戻って改めて伝えるところからやり直す。

【PREP（プレップ）法】

- ・ 結論→理由→例→結論の順に説明すると伝わりやすい説明となる
 - Point（結論）
 - Reason（理由）
 - Example（例）
 - Point（結論）
- ・ 1つの結論に対して、例を3つくらい挙げるとより効果的である

「PREP法」の活用例

（結論）

転圧をしっかりしましょう。

（理由）

なぜなら、壊れにくい森林作業道を作設し、安全に利用するために、必要な作業だからです。

（例）

例えば、①路面の転圧を怠ると不等沈下が生じる要因になります。バックホウを道に沿って前後に動かして転圧をしましょう。

②履帯での転圧が難しい場所は、バックホウのバケットの背を使ってバックホウの重量がかかるようにしっかりと押し込みましょう。

③また、盛土のり面についてもバケットの背を使って転圧し、盛土のり面を強固にするというやり方もあります。

（結論）

このようにして、しっかりと転圧をして、安全な森林作業道を作ってください。

2. 関係性の構築

講師は、早い段階で受講生が学ぶ意欲を持つことを示す責任がある



関係性を構築することが重要

(手段)

- 最初の挨拶 (セットアップ)
- 実際の実習

2. 1 研修のセットアップ

研修の最初の挨拶に話す内容が大事

講師の使命・想い

- 講師として、なぜこの場にいるか、何を学んでほしいかを伝える。

(例)

過去に私は現場で、その場限りのことしか考えずに作られた道を見かけたことがあります。そのような道では大雨等により、道が壊れたり土砂災害が起きたりする危険性があります。

私は講師として、森林作業道の作り方を理解して頂くだけではなく、山づくりに有効な道とはどのようなものなのかを伝えることも大切にしています。

受講メリット

- 主催者側の目的ではなく、受講生の特性に基づいた受講メリットを話す。

(例)

林業のインフラである路網（森林作業道）が壊れにくいものになることで、自然にやさしい道ができるだけでなく、現場へのアクセスが楽になります。

また、機械化が進むことで、生産性が上がりますし、労働安全性も高くなり安心して働けるようになります。

現状と未来のギャップ認識

- 現状の足りない部分があることを示唆し、受講後どのようになって欲しいかを説明する。

(例)

現在、山の中に道を入れることができる人はいますが、山のことを考えて、丁寧に道づくりをしている人は少ないと感じています。

その結果、大雨等により、道が崩れ、自然災害が起こる可能性があります。これからの山づくりには、正しい考え方と技術により作られた、壊れにくい森林作業道が必要です。

講師と受講生の共通点

- 共通点があると、受講生は安心感を抱きやすくなる。
- 成功体験より失敗体験の方がより共感を示しやすいものである。

2. 2 苦手な人への対処法

受講生の行動に違和感を覚えたら、以下のステップで対処することができる

■ 主観を事実落とし込む

- 受講生を主観的に見るのではなく、受講生の行動そのものをよく観察する。
- 例えば、「話を聞く意思がなく、やる気がない」と感じるのは、講師の主観である。「会話の中に入らず、離れている」といった行動の事実を、感情を取り払い客観的に分析する。
- 講師自身の先入観による「勝手な思い込み」が原因となり、苦手なタイプの受講生を作り出していることもあり得る。受講生の行動を冷静に観察することが大切である。

■ 原因を推測する

- 事実に対する原因について、いくつかの仮説を立てる。
- 例えば、「話が面白くない」、「疲れている」等が考えられる。

■ 対策案を検討する

- 仮説に対して対策案を検討し、実行する。講師から受講生に対し、変化を持たせて対応する。
- 例えば、「話し方を変化させる」、「休憩を取り、発言する機会を与える」、「議論をする時は輪に入るなどのルール化をする」等が挙げられる。

2. 3 研修終了後の振り返り

- 研修後に、受講生からの講師に対する評価を講師自身が確認することで、自らの指導について振り返ることができ、次回の研修の際に役立つ。

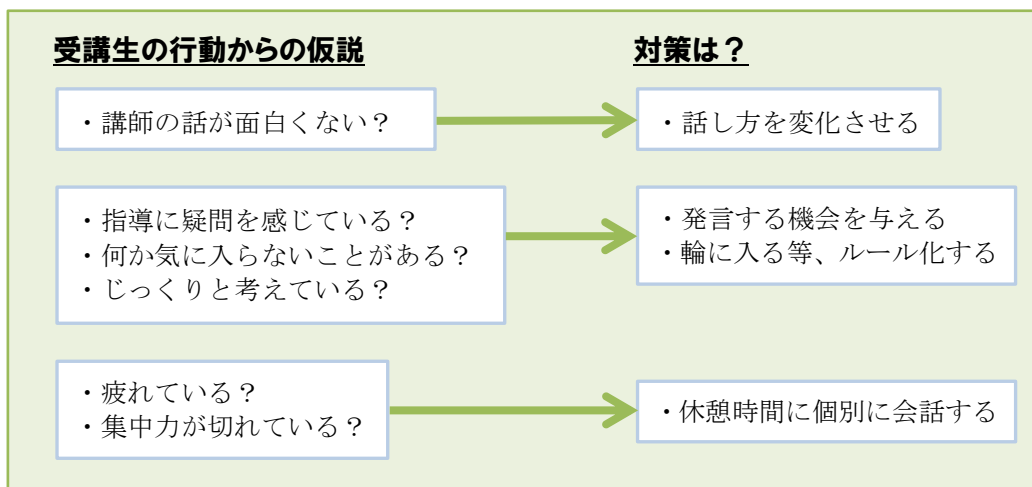


図 受講生との関係性の構築

Ⅱ 安全管理

1. 安全管理の必要性

安全はすべてに優先

- 林業における災害が起こる頻度等は、他の産業に比べて今もなお高い。
- 事故が起こると、精神的、経済的、経営的な損失が生じる。民事責任や刑事責任（労基法違反等）、行政責任（業務停止命令等）、社会的責任（信用失墜）が問われる場合もある。
- 指導に当たって、「効率・速さ」より、**「安全・基本動作・確実さ」を基本**とする。研修の参加者全員が、安全の確保に努め、講師は必要に応じて実技等を示しながら指導する。
- 事故が起こった場合の緊急連絡体制、事故発生時の対処方法をあらかじめ決めておく。

2. 2 バックホウの操作

【バックホウの安全な操作】

- ・安定する足場の整地
- ・急旋回の禁止
- ・旋回内に作業者がいないか確認
- ・立木への配慮
- ・合図、指差し呼称の徹底



防護柵のついたバックホウ

木材を移動させる場合等は、原木等の飛来・落下による危険を防止するために、運転席にヘッドガードや防護柵等を備えたバックホウを使用する。

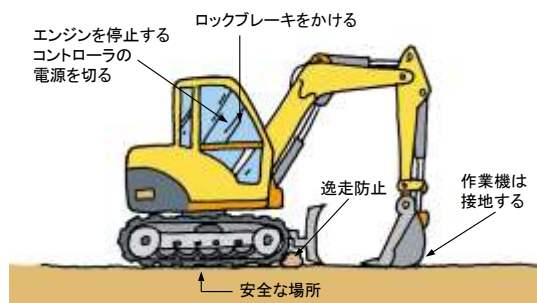
2. 安全管理の基本

2. 1 支障木の伐倒

【チェーンソー作業の安全】

- ・防護衣の着用
- ・近接作業の禁止
- ・上下作業の禁止
- ・安全な伐倒方向
- ・かかり木の処理

2. 3 運転席から離れる時の措置



- 土質や路面の状況に応じて、機械の逸走防止のため、「車両止め」を行う。

3. 研修中の注意点

3. 1 危険予知活動

- 実習の前には、作業内容の打合せや危険予知活動、指差し唱和を行う。
- 作業道作設に関するヒヤリハットやトラブル等を具体的な事例も含めながら意見交換をして、安全意識の向上に努める。



危険予知活動の実施

3. 2 バックホウの点検

- 始業時、終業時に、バックホウの点検を行い、不備はないか確認をする。



研修前の点検

3. 3 順番待ちをしている受講生

- バックホウ操作の順番を待っている受講生の行動にも注意する。他の受講生の操作を見て学ぶこともできる。
- 研修に集中させる工夫として、受講生それぞれに役割を持たせると効果的である。例えば、指差し唱和の指揮役や意見交換のまとめ役等が挙げられる。
- 受講生単独で作業を行わないように気を付ける。



操作の待ち時間も見て学べる

3. 4 悪天候が予報されている時

- 研修中に悪天候が予報されている前日や、研修終了後には、横断排水の設置や枝条の散布等、十分な排水対策をして撤退する。

3. 5 熱中症対策

夏の研修では、熱中症の危険性があるため、状況を判断して、休憩や水分の摂取を積極的に勧める。

Ⅲ 技術指導

1. 路線選定

1. 1 図上設計

■ なぜ、路線案が必要か

現地踏査、設計、施工へと繋がる

- 路線案の作成と現地踏査の後の修正を繰り返し行うことで、適切な路線配置が可能となる。

■ 適地判断する手順は

様々な図面を活用

- 「**大局判定**」により、広域的な特異情報を把握する。
- 1/5,000の図面を用いた「**細部判定**」により、詳細な読図をする。

■ 路線案をどう作成するか

資料を重ねて、路線の適地を検討

- 他の路線との関係を確認して、複数の路線案を検討する。
- 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ていく。

資料収集

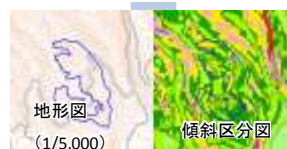
大局判定

広域的な地形、植生、地すべり地を読図
公道、人家等の社会条件を把握



細部判定

情報の整理、詳細な読図
傾斜区分を色分けして、通過適地を判読



路線適地の抽出

図 資料収集から路線適地の抽出まで

【路線案作成時の留意点】

- ・過去の崩壊地等といった危険な地点はなるべく避ける
- ・縦断勾配は10度（18%）以下を目指す
- ・使用する機械の集材距離を考慮した路線配置とする
- ・ヘアピンカーブの設置箇所や沢の横断箇所の見当をつける

1. 2 現地踏査

■ 現地踏査の進め方は

受講生同士で相談させ、講師がアドバイスをしながら路線を選定

- 無理な線形と判断した場合は、その理由を説明し、テープを巻き直すなどの修正を行う。

【現地踏査のポイント】

- ・線形のバランス
- ・曲線部や沢の横断の適地判断
- ・地形・地質等の自然条件の確認
- ・周辺環境への配慮

■ 線形のバランスとは

作業の効率性と安全性を考慮

- 集材や運搬等の作業効率が高くなるよう配置する。
- 複雑な地形に対応した安全性の高い線形を目指す。

森林作業が高効率になる配置

- ・作業システムに適した路網密度と路網配置にする（「研修教材 2010」 p42）
- ・山を上り下りするための「幹線」と集材等の作業のための「支線」を組み合わせる
- ・迂回路として使える「循環型」と運搬距離が短くて済む「突込み型」を使い分ける
- ・既設道との兼ね合いを意識する

地形と調和した安全性の高い設計

（「研修教材 2010」 p20～22）

- ・縦断勾配は、概ね 10 度（18%）以下を基本とする
- ・やむを得ない場合は、縦断勾配で概ね 14 度（25%）以内とし、前後には緩和区間を設ける。10 度（18%）を超える場合、1 区間当たり 30m 未満とする
- ・切土高は、1.5m 以内を基本とする。切土ののり面勾配は、土砂に応じて直切り～6 分程度とする
- ・盛土ののり面勾配は、概ね 1 割より緩くする。盛土高が 2m を超える場合は、1 割 2 分程度の勾配とする
- ・幅員は、走行する林業機械や作業システムに応じて必要最小限とし、2.5m、3.0m を目安とする



ポールを用いて、横断形を確認

■ 曲線部や沢の横断の判断は

適地や各種工法の作設の可否を検討

- 図上で選定したヘアピンカーブや洗越しを設置する箇所、排水を行う場所を確認し、作設の可否を検討する。

Ⅲ 技術指導 1. 路線選定

- 丸太組やフトン籠等の構造物は、作設費用が大きく変わるので、設置の際は、その必要性及びどのような工法が適切かを検討する。

ヘアピンカーブの適地

- ・ 傾斜勾配が緩いところ
- ・ 地質の安定した尾根部

洗越しの適地

- ・ 溪床勾配が緩いところ
- ・ 沢の両側に向かって路面高が確保できるところ
- ・ 固い岩盤の上にあるところ

■ 自然条件で見るべき点は

地形や堆積様式、土壌、土質、植生

- 自然条件は、作設の可否に大きく影響するため、こまめに調べる。

地形や堆積様式のポイント

- ・ 地層の傾斜が切り取った方に向いている「流れ盤」、その逆を向いている「受け盤」を確認する（「研修教材 2010」 p29）
- ・ 等高線に沿って安定した「タナ」地形を確認する（「研修教材 2010」 p29）
- ・ 堆積様式を確認する（「研修教材 2010」 p30～31）

土壌や土質のポイント

- ・ 締固めに大きく影響を与える。土の特性に対応した工法を検討する
- ・ 局所的に変わるため、水分や土質をよく確認する
- ・ 見た目や触った感触等で確かめる

植生のポイント

- ・ 立木が根曲りしている箇所は、土が移動しているか積雪によるものかが推測できる
- ・ 下草が繁茂している箇所は、水が集まり堆積層が厚い可能性があるため、崩壊することも考えられる
- ・ 立木の根が侵入できず地表に出ている箇所は、地中に岩が隠れている可能性がある



地中に岩があることを示唆させる立木

破砕帯であることが多く、掘削により水が出ないか注意する。

■ 周辺環境で配慮することは

下流に人家、道路、取水源等がないか、希少な野生動植物がないか等

- どのような道をどれだけ作れるかといった路網計画に影響する。
- 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。
- 必要に応じて、迂回路の検討や関係者への周知・協議を行う。
- 必要に応じて、濁水防止等の措置を行う。

2. 基本土工

2. 1 基本土工の習得

■ 教えるべき内容は

基本土工の施工ポイントは4つ

- 森林作業道作設には、まずは以下の4つの施工のポイントを理解することが基本となる。(「研修教材 2010」 p59)

【基本土工の施工ポイント】

- ・ 表土の除去
- ・ 盛土基礎部の作設
- ・ 盛り立てた心土の締固め
- ・ 路面の転圧

- 土構造だけでも十分に丈夫な道をつくらることができるようになることが重要である。

■ 効果的な実習の進め方は

反復実習により身に付ける

- ①講師による模範実演、②内容・ポイントを説明、③受講生による作設の一連の流れを繰り返す。
- 受講生の技術レベル等を観察し、理解していないと感じた場合は、積極的に講師が作設作業をやってみせる。

2. 2 表土の除去

■ 表土とは

草本類の根が達している深さまでの黒い土の部分

- A₀層とA層の一部が表土である。(「研修教材 2010」 p37)

【表土を確認する際の留意点】

- ・ 既設道の切土のり面を見て確認ができる
- ・ 地形や地質等の条件により、表土の厚さや色等は変わる
- ・ 土質は、局所的に変わるので、表土の厚さや色等の変化に気を付ける

■ なぜ、表土を取り除くのか

表土が混ざると、路体の崩壊につながる

- 表土を取り除かないと、表土が盛土に混ざり締固めが十分にできない。
- 除去する際は、枝条等が盛土の中に入らないように、盛土基礎部より下方に取り除くようにする。

【表土の利用】

表土は、盛土のり面の緑化促進に活用する場合等(「研修教材 2010」 p78)がある。現地の土質等の自然条件にあった施工方法を検討する。

2. 3 盛土基礎部の作設

■ 位置の目安はどこか

完成形の盛土のり面勾配をイメージして、盛土基礎部の位置を決める

- 盛土のり面が安定するような盛土勾配にする点に留意する。
- 慣れるまではマーキングするなどして、盛土勾配、路体全体のイメージが持てるように工夫する。

■ 位置が悪いとどうなるか

十分な盛土のり面勾配が確保できない

- 安定した盛土のり面勾配(1割~1割2分程度) (*「研修教材 2010」 p21*) が確保できない場合には、盛土の崩壊の危険性が高まることになる。

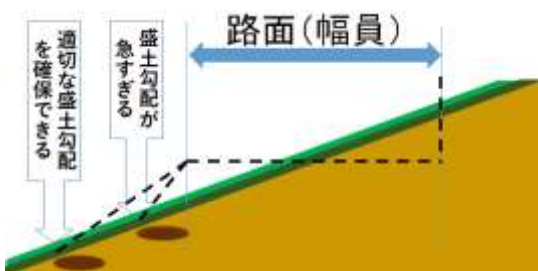


図 盛土基礎部の位置

■ なぜ、床掘りは必要か

地山に水平することで、盛土の滑り出しを防ぐ

- 地山に水平にすることで、荷重を垂直方向に十分受けられるようになる。
- 施工の際は、締固めを行うバケットの背を、地面と水平にする。

2. 4 盛り立てた心土の締固め

■ なぜ、締固めは必要か

土構造が主体で壊れにくい道を目指す

- 森林作業道は、作設費用を抑え、繰り返しの使用に耐える丈夫な道とするため、堅固な土構造を基本となる。
(*「研修教材 2010」 p19*)
- 締固めの目的は、掘削した心土から水と空気を抜くことである。
(*「研修教材 2010」 p62*)

■ 十分に締め固めるには

目安として 30 cm の層ごとに締め固める

- 概ね 30cm 程度ごとに締固めを繰り返し、路体の強度を高める。これは、締固めの効果の限界が 30cm 程度であるからである。
- 指導の際は、十分な締固めがどの程度かを実演する。
- バケットで叩きすぎると、バケットを痛める。機械を大切に扱う。

2. 5 路面の転圧

■ 幅員はどの程度必要か

幅員は走行予定車両の 1.2 倍以上

- バックホウの大きさは、作設する森林作業道の幅員を考慮して選択する。
(「研修教材 2010」 p54)

■ 十分な転圧はどの程度か

路面全体が均一になるように転圧する

- 土質、水分条件に応じて判断する。
- 履帯で転圧できない路体中心部は、バケットの背で確実に締め固める。
- 可能であれば、重機を道に対して斜めに向けて転圧する「**斜め転圧**」を実施する。(「研修教材 2010」p61)

■ 転圧不足だとどうなるか

- ① 走行の安全が確保できない
- ② 路体崩壊のリスクにつながる

- スピード（コスト）を重視すると、転圧が不十分になる。
- あとで補修費がかかれば、作設費より修繕費の方が高くなり、経営上の不利益を生む。

2. 6 仕上げ

■ 路面高を調整する理由は

縦断勾配を抑え、走行の安全を確保

- 作設延長 20～30m 程の区間で、前後の縦断勾配を考慮しながら調整する。
(「研修教材 2010」 p61)

■ 安全走行に向けた作業は

- ① 切土からの崩土を路面にならず
- ② 切土から飛び出ている根は切り取る

- 崩土をならす際は、排土板やバケットで土を移動させ、履帯やバケットでしっかりと締め固める。
- 立木や根株の根が切土のり面から飛び出ている場合は、切り取る。
(「研修教材 2010」 p63)



チェーンソーで切り込みを入れる

根株を丸ごと取り除くと、切土のり頭が大きく崩れるため、部分的に切り取る。切り込みを入れると、取りやすい。

3. 応用土工

3. 1 ヘアピンカーブ

■ なぜ、ヘアピンカーブなのか

幹線となる路線の作設のために不可欠

- ヘアピンカーブとスイッチバックの特徴を理解し、作業条件や自然条件を勘案し、適切な登坂方法を決める。

ヘアピンカーブの特徴

- ・安全で効率的な幹線に適している
- ・高低差のある施業地で高度を確保できる
- ・2tトラックや軽トラック等のホイール式の車両の走行が容易になる

スイッチバックの特徴

- ・短区間の支線で有効となる
- ・作設する際に土量の移動が少ない
- ・クローラ式の車両の走行で、路体を傷めにくい

■ 作設適地はどこか

傾斜勾配が緩く、地質の安定した尾根部

- 「壊れにくい道づくり」の観点から、土量や集水状況、地質等の多様な因子をもとに適地判断をする。
- 土量や構造物の設置等、作設コストに大きく影響するため、慎重に適地を判断する。

■ どのような設計にすべきか

木材積載車両が安全に走行できること

- 走行・作業・路面侵食等に対する安全面を考慮する。

【ヘアピンカーブの設計の際の留意点】

- ・縦断勾配は、10度（18%）以下にする
- ・車両に応じて、R=5～7m程度で設計
- ・内輪差による曲線部の拡幅を確保
- ・下り旋回時のスリップや走行時の「ふくらみ」を考慮した設計
- ・尾根に向かって排水

（「研修教材 2010」 p68～70）

■ 現地踏査の際にやることは

半径長と高低差を測り、掘削深度を算出

- ヘアピンカーブの半径長と高低差を測り、どれくらい掘削・盛土すれば、適切な縦断勾配ができるかを判断する。（「研修教材 2010」 p68,69）

■ どのように作設するか

切盛土量のバランスを取る

- 切土高を低く抑えながら幅員を確保する場合には、堅固な構造物により、盛土を谷側に張り出す場合もある。（「研修補助教材 2014」 p25,26）

3. 2 排水処理

■ なぜ、排水処理が重要か

森林作業道崩壊の主な原因は、雨水等によるのり面の侵食や路面の洗掘である

- 排水方法は、路面の縦断勾配、延長、集水区域の広がり等を考慮して選定する。
- しっかりと締め固めて安定路盤を確保することや、こまめに分散排水をすることにより、路面に水を走らせないように心掛ける。
- 作設後、轍を埋めて路面整備をする。

■ 波形線形の留意点は

縦断勾配を緩やかな波形の線形にし、短い間隔で水の流れを断つ

- 路線選定の段階から、縦断勾配の線形と安全に排水できる箇所（常水のある沢や尾根部）をあらかじめ決めておく。（「研修教材 2010」 p64）

■ 横断排水の留意点は

集水量を考慮した設置箇所の選定と盛土のり面の保護に留意

- 設置にあたって、実際に走行する林業機械の重量や足回りの違いを考慮して、種類や大きさを工夫する。

- 排水先（路肩やのり面部分）は、集中的に洗われる部分なので、石や根株等を利用した「水叩き」を置いて補強する。（「研修教材 2010」p65）
- 雨の日等に巡視を行い、適宜メンテナンスをしていくことが重要である。（「研修教材 2010」 p80）



オーバーフローしている横断排水

丸太の横断排水を設置したが、オーバーフローした。集水量を予測し、横断排水の設置箇所や設置方法等を検討することが重要である。



横断排水先の盛土部分が洗掘

排水先は洗掘防止のために、根株を置いて流水の勢いを弱めようとしたが、路面水が集中し、洗掘が生じた。盛土のり面を保護するため、十分な洗掘防止が必要である。

3. 3 沢の横断（洗越し）

■ 洗越しの有効性は

低コストでの沢の横断を可能とし、維持管理を容易にする

- 洗越しは、スムーズな線形とするためには不可欠な工法である。
- 現地材を利用し、維持管理を容易にするという利点がある。（「研修教材 2010」 p22）

■ 設置箇所の適地は

溪床勾配が緩く、沢の両側に向かって路面高が確保できるところ

- 侵食が顕著な箇所、水深が深い箇所、軟弱地盤である箇所は避ける。（「研修教材 2010」 p65）
- 集水面積の大きい沢では、枯れ沢でも洪水痕等から集水量を推定できる。

■ どのような構造があるか

石や砂利を積み上げたり、丸太を井桁に組んで石と一体化させたりする方法

- 洪水時には予期しない出水もあり、石や丸太を並べただけの洗越しでは流されてしまう場合もあるので、作設の際には細心の注意が必要である。（「研修教材 2010」 p66）

■ どのように作設するか

沢の流水方向に対し直角に、「弱く、広く、浅く」流れるようにする

- 洗越し部分は前後の路面高よりも低くし、洗越しからあふれた沢の水が道に流入しないように注意する。
- 仕上がりを意識して路面高を決める。



杭を打ち、進行方向と路面高を確認

■ 流速を弱める工夫は

沢の上流側は流速や土砂流入を抑止、下流側は洗堀を抑止

- 上流側には、大石を置いたり沈砂池を設けたりして流速を弱める。土砂等が多いところでは、フトン籠や丸太組等で土砂止めを講じる。（「研修教材 2010」 p66）
- 上流側の土砂止工等で弱めた流速も、下流側では再び速まる。洗堀を防ぐため、下流側に根株や大石を設置して洗堀を防止する。（「研修教材 2010」 p66）

3. 4 簡易構造物（丸太組）

■ 設置の目的は

- ①土量を抑える、②土留めをする、
③路肩を補強する

- それぞれの目的に合わせて、効果が高まるような工夫をする。

①のり面に張り出させ土量を抑える

- ・丸太組工によりのり尻を安定させる
- ・安定するまで、砂利を補給するなどして、路体自体の強度を高める必要がある

②土留めをしてのり面を安定させる

- ・のり面が崩落あるいは、そのおそれがある場合に丸太組工により斜面を安定させる
- ・丸太と丸太の間に植生を施すと早期に緑化され、より効果的である

③路肩を補強する

- ・急傾斜地で幅員が狭い場合、安全な走行を確保するため路肩を補強する
- ・礫混じりの土砂等を敷くと、より高い効果が期待できる

■ どのような構造物か

最下の桁を介し地山に荷重を分散させ、路体支持力を維持する

- 丸太組は、年数の経過に伴い丸太が腐朽するが、その時は自然ののり面に戻って安定することを想定した工法である。（「研修教材 2010」 p71）

■ どのように作設するか

桁と横木をかすがいや釘等で仮留めし、組み上げていく

- 桁の上に乗せる横木は、地山に水平か山側に傾けるように置く。
- 横木の上に桁をのせる際は、下の桁から丸太1本分ずらして置く。
（「研修教材 2010」 p74）
- 修理のしやすさを考慮し、70～80cmの高さ以上は組まない。



チェーンソーで切り込みを入れた仮留め

■ より長持ちさせるには

土で隠れて見えなくなるまで埋める

- 丸太が腐る原因は、温度と水、酸素である。土で隠れて見えなくなるまで埋めることで、水、酸素を遮断できる。
- 辺材部分は水を吸って腐りやすいため、心材部分がしっかりとした丸太を選ぶ。

3. 5 急傾斜地での作設

■ 幅員はどうするか

小型車両での作業システムを想定し、幅員は2.5～3.0mを基本とする

- ▶ 傾斜が急になればなるほど、片切片盛とするためには、土量が増える傾向にあるため、幅員の決定は慎重に行う。(「研修補助教材 2014」p12-14)

■ 切土高が高い場合は

切土のり面や斜面上部の安定を図る

- ▶ 切土高が高くなってしまった場合には、構造物を施工したり、切土のり勾配を緩やかにしたりする。
- ▶ 切土のり面が安定しない場合、丸太組や丸太柵等を施工し、崩落する土砂を留め、勾配を緩和する。(「研修補助教材 2014」p30,31)

■ 盛土安定勾配を保つには

丸太組等の土留工を検討

- ▶ 盛土のり面勾配を緩和するため、丸太組やフトン簾等を利用した土留工を作設し、盛土側に路体を張り出させることができる。(「研修補助教材 2014」p34,35)

3. 6 ぜい弱地での作設

■ 路線選定時の留意点は

作設に適していない土質での作設はなるべく避ける

- ▶ 土壌図や表層地質図等を参考に大局的な分布を把握することができる。
- ▶ しかし、土質は、局所的に変化するため、踏査の時によく確認する。

■ 作設時の留意点は

土質の特性に沿った、適切な工法や構造物の設置を検討

- ▶ 土の性質に適していない工法で作設すると、必要な強度を得られず、崩れる原因となることがある。
- ▶ 土の種類や性質についての正しい知識を持ち、適切な工法で施工することが重要である。(「研修補助教材 2014」p44-65)



土質に適した工法を怠ると崩壊を招く

参考 指導用チェックリスト

大分類	中分類	小分類	指導内容	指導有無	頁
安全管理			支障木伐倒		5
			バックホウ操作		5
指導技術	路線選定	図上設計	資料収集		7
			路線案の作成		7
		現地踏査	線形バランス		8
			適地判断		8
			地形・地質確認		9
			周辺環境確認		9
	基本土工	表土の除去	表土の説明		10
			除去する理由		10
		盛土基礎部の作設	床掘位置		11
			床掘方法		11
		盛り立てた心土の締固め	締固め理由		11
			締固め方法		11
		路面の転圧	転圧理由		12
			転圧方法		12
		仕上げ	路面高の調整		12
			切土のり面整形		12
	応用土工	ヘアピンカーブ	作設適地		13
			簡易測量		13
			作設方法		13
		排水処理	排水の重要性		14
			分散排水		14
			横断排水		14
		沢の横断（洗越し）	作設適地		15
			作設方法		15
			洗掘等への対応		15
		簡易構造物（丸太組）	必要箇所説明		16
			箇所別の構造		16
			作設方法		16
		急傾斜地での作設	幅員		17
			切土、盛土		17
		ぜい弱地での作設	作設時の留意点		17