

林道に関する研究 II

——実験林道の設計と施工——

木村和弘・千野敦義・酒井信一

信州大学農学部 農業土木学研究室

木 平 勇 吉

信州大学農学部 林業機械学研究室

北沢秋司・山村烈也

信州大学農学部 治山工学研究室

林 博 道

信州大学農学部 附属演習林

目 次

I 手良沢山演習林の立地条件	39
1・1 位 置	39
1・2 地 況	41
1・3 気 象	45
1・4 霜柱および凍上	46
1・5 林 況	48
II 実験林道の設計	49
2・1 概 要	49
2・2 実験林道の構造	52
III 実験林道の施工	57
3・1 施工計画	57
3・2 施工順序	58
3・3 施工方法	58
3・4 施工に関する問題点	63
IV 開設施工に要した労務、資材、経費	65
4・1 労 務	65
4・2 資 材	66
4・3 経 費	66

I 手良沢山演習林の立地条件

1・1 位 置

信州大学農学部附属手良沢山演習林は、図1に示すように、伊那市中心部より北東約10 km、天竜川の小支川である棚沢川の上流部に位置し、標高950～1450mにまたがり、面積は

③ 19X13=247
1

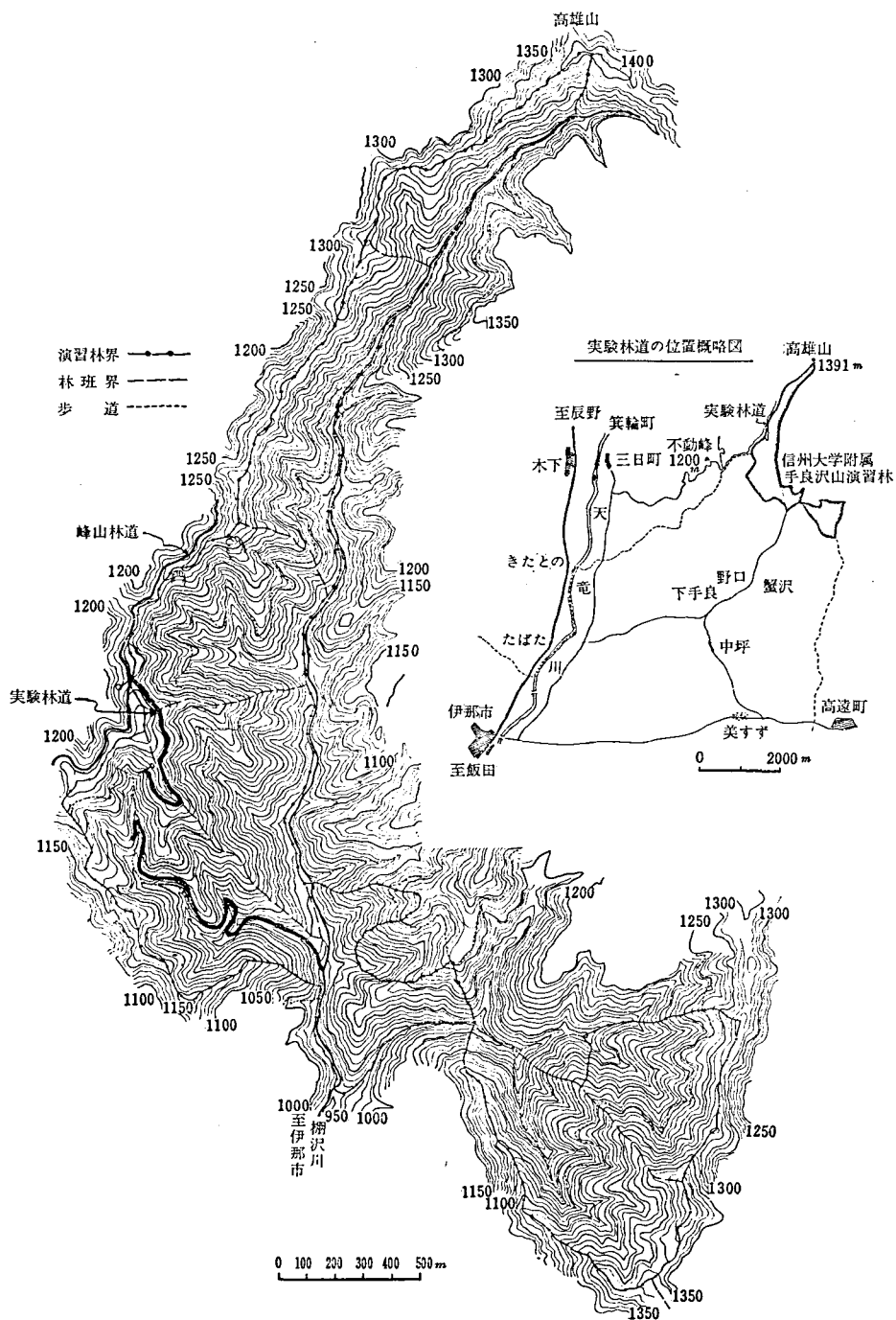


図1 信州大学附属演習林
手良沢山演習林位置図ならびに実験林道位置図

約219haである。林地は南北方向に三ヶ月形をなし、南から北へ向って8つの林班に区分されている。4～8林班の東側の棚沢川沿い、および西側の尾根筋にはそれぞれ既設の沢山林道および峯山林道が走って居り、また演習林管理棟・宿舎を起点として北西方向に延長約1550mの経営・管理林道が開設されている。

なお本研究の一環として昭和46年度には峯山林道を起点とし南方向に6, 5, 4林班にまたがり延長約650mの実験林道が開設された。

1・2 地 況

1・2・1 地形の概観

赤石山脈の前山として、伊那山脈がある。この伊那山脈は伊那盆地に直接面しているために、よく目立つ。伊那山脈は、花崗岩の貫入や領家帯の変成作用にともなって上昇、隆起して、赤石山塊に向って衝き上がるようにのしあげたためにできあがったと考えられている。したがってこの衝上断層すなわち中央構造線をはさんで、西側の伊那山脈東麓は急斜面であ

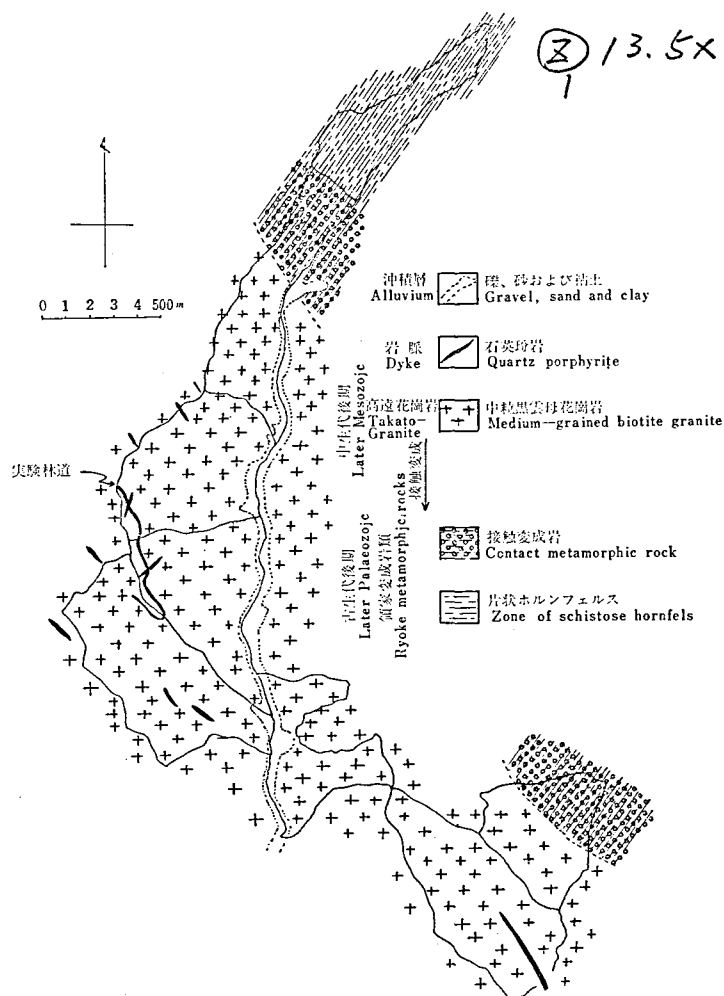


図2 信州大学附属演習林 手良沢山演習林地質図

り、伊那盆地側はおだやかな地形になっている。手良沢山演習林は、この中山性の地形であって伊那山脈が南北にのび、三峰川によって横断された位置から北方へ約4 kmの地点、天竜川の小支川である棚沢川の上流部にあって、北方に高雄山(1391m)、西方には不動ヶ峰(1200m)、東方には鉢伏山(1454m)をひかえている。

1, 2林班は北西に面して、山稜は南東に面したもののよりややきつく基岩の特性に調和的である。演習林の大部分は棚沢川右岸にあり、山稜は、まる味を帯びて鞍部には厚い土層がみられ、谷すじには崩積土、沢すじには崖錐がみられる。これも基岩の特性に調和的である。

1・2・2 地質の概観

図2に示すように、手良沢山演習林は、主として、高遠花崗岩の地域にあって、わずかに1林班の北東部に接触変成帯、8林班に片状ホルンフェルス帯が分布している。

伊那山塊の花崗岩地域は、はげしい剝脱作用を受けて、山地の深部にあったものが露出してきたものであり、その後、植生の被覆によって緑化してはいるものの、こうした地質現象は、近くは、36災害で見ることができたし、演習林内の禿嶺地にはなお剝脱攻撃の面影をみることができる。

高遠花崗岩は、領家帯花崗岩類に属するとされているが、近くの、木曽駒花崗岩と同じように塊状岩としての分布を示し、他の領家帯花崗岩のように帯状構造あるいは領家変成岩類に調和的な分布をしていない。したがって、以前には、領家花崗岩が形成される時期よりおくれて、逆入した岩体であって、新しい花崗岩として扱ってきた。(領家グループ, 1955)。ところが放射性同位元素による岩石の絶対年代が測定されるようになって、白亜紀と思われていたものが、絶対年代 165×10^6 年(ジュラ紀, 唐木田らによる)と古い結果が得られた。またその後、様々な方法による年代測定によって後期白亜紀の結果も得られている。いずれにしても、領家花崗岩類の選入時期は今のところ推定の域を出ないが、近く総合的な解釈から結果の報告がなされると聞いている。

林内の高遠花崗岩は風化が著しく進んでいるために、新鮮な標本がえられないので、的確な説明ができないが、中粒の石英閃緑岩と花崗閃緑岩相がみられる。この二つの岩相の境界は不明である。これらの花崗岩相には随所に巾10cmのものから15m前後の石英瑯岩～石英斑岩の岩脈があり、黒褐色に風化していて、少しの衝激によって容易にこぶし大の角礫になる。したがって、岩脈附近の崩積土中にはこの角礫が多量に含まれている。またApliticな岩脈も多く、幅2cm程度の細いものから数米のものまで、4林班の沢沿いに見られる。高遠町附近の高遠花崗岩は流水の洗掘によって絶えず新鮮な表面をみることができるが、この岩体の北方に行くにしたがって、半腐れまたは全腐れの風化となる。したがって、西高遠に見られるような、花崗岩特有の節理は、林内ではほとんど見ることができない。今回開設した実験林道では、図3に示すように、4林班に近づくにつれて風化度はやや低くなる傾向を示しているが、どの位掘ったら新鮮な花崗岩となるかは今のところ不明である。しかし、このマサ化は深層風化といってよいであろう。深層風化の原因が内部エネルギー(熱水等)であるのか、外部エネルギー(酸素を多量に含んだ地下水、地表水、空気など)であるのかは議論のわかれるところであるが、いずれにせよ、林内においては、高遠花崗岩の節理やそれらの割目に樹木の根毛が侵入して、少量の土壌を形成し、風化を促進している状態は、林道

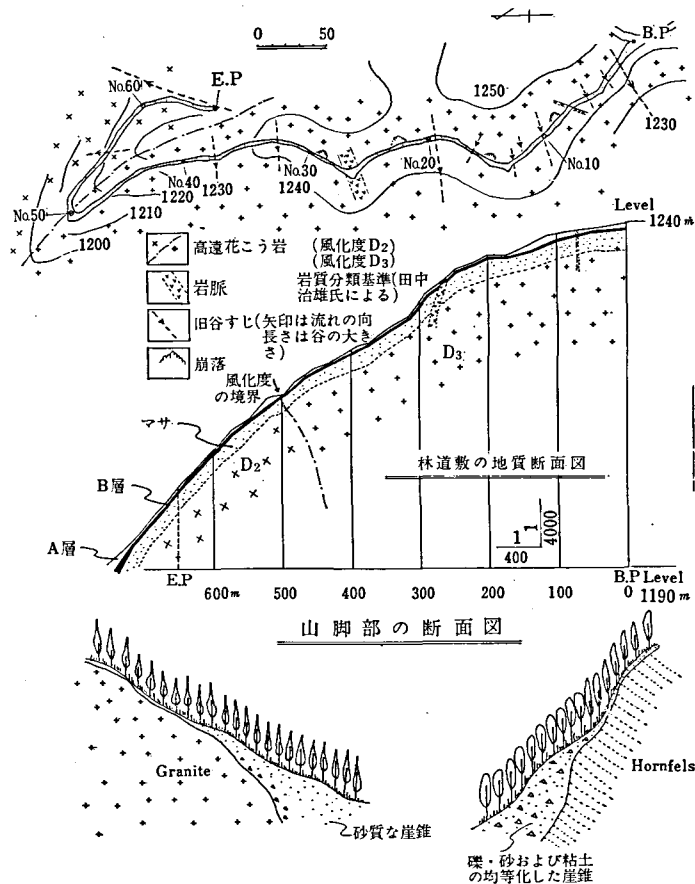


図3 手良沢山演習林 林道研究会実験林道附近の地質図

のカット面でずい所に見られる。

高遠花崗岩の周辺には、接触変成帯を伴っている。これは、堇青石の斑状変晶が出現することではっきり区別される。片状ホルンフェルスは、黒雲母が多くなって、黒雲母粘板岩のように黒色が褐色がかった色になって黒雲母が大きく見えるようになる。また岩石が粘板岩と違って黒雲母の配列がみられたり、白っぽい石英脈が現われたりして、粘板岩と違った見かけをしている。

林内における地質の詳細については、別報にて報告する。

1・2・3 土性の概観

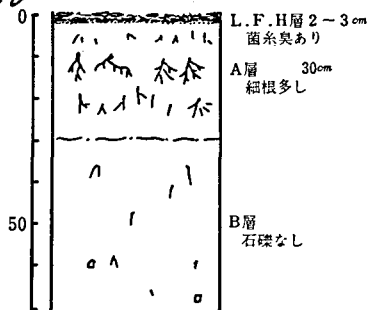
手良沢山演習林においては、1968年9月、国有林から移管されて以来、全域にわたっての土壌調査が行なわれているが、現在調査進行中でまとまった結果は得られていない。したがって、ここで用いたものは局部的なものであり、かつ不完全なものであるが、以下今まで得られたデータをもとに土性を概観してみることにする。

土の分類法は、地質学的分類法、土壌学的分類法、工学的分類法の三つに大別される³⁾。地質学的分類法は、その母岩からの風化生成状況、タイ積の状態と時代、その他各種の地質学的要因を考えて行なうものである。また土壌学的分類法は、土が植物の生活をささえるものであり、環境との相互作用の所産であるとの認識から行なわれるものであり、その因子として、母材物質、気候、植生、地形、時間などをとりあげ、ある場所の土壌断面の形態的特徴にもとずいて土壌型を定める分類法である。さらに工学的分類は、土を材料として用いる場合あるいは地盤として見る場合の物理的、力学的特徴を把握するために用いられるもので、材料としての土を考える場合は粒度とコンシステンシーが基本的なものとなり、地盤土として考える場合にはそのほかに強さと構造があげられる。しかし、特に地盤土としての性質を考える場合には先にのべた地質学および土壌学的な知識をも活用することが必要である。

手良沢山演習林の土性は、土壌学的分類法にもとずいて分類すれば、全域にわたって褐色森林土に属するといえる⁴⁾。さらにこれを、土壌湿潤度に応じて発達の違いを示す腐植の形態と土壌構造とによって分類する大政の方法⁵⁾にもとずいて類別すれば次のような傾向がみられる。すなわち、尾根筋では弱乾性褐色森林土 (Bc型) がみられ、中腹部では適潤性褐色森林土 (Bd型) が広く分布しているが、これは尾根筋に近づくにつれて土壌湿潤度が減じ Bd(d) 型となる傾向を示している。さらに、下部の沢沿いには弱湿性褐色森林土 (Be型) の分布がみられる。また、本実験林道が通過する5林班および4林班において中村らが行なった調査結果を用いて、国有森林野土壌調査方法⁶⁾ により分類すれば表層土 (A層) は砂質壤土に、下層土 (B層) は砂土になる。その調査例を図4および図5に示す。図4は実験林道中間点附近のヒノキ林 (林令25年のもの) であり、図5は実験林道の終点附近のカラマツ林 (林令47年のもの) である。

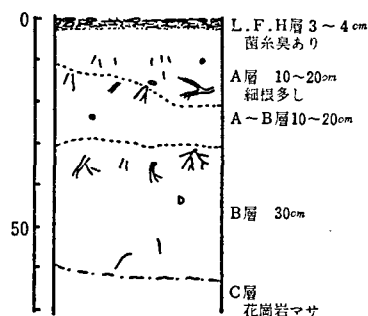
一方、工学的面からみた場合、実験林道附近の土は、花崗岩の風化によって生成された褐色の粘土分の多い細粒土 (便宜的にローム原土とよぶ) と粗粒の多い新鮮風化土 (便宜的に

② $5 \times 12 = 60$
1



土壌型: BD(d)
地形: 上部斜面
傾斜: 33°
方位: 東
主林木: ヒノキ (25年生)
下層木: コナラ, リョウブ, レンゲツツジ,
コハウチワカエデ, 他

図4 土壌断面図 (5林班)



土壌型: BD(d)
地形: 上部斜面
傾斜: 32°
方位: 南南西
主林木: カラマツ (47年生)
下層木: ダンコウバイ, サワツタギ, コナラ
ネジキ, クロモジ, 他

図5 土壌断面図 (4林班)

(H) $7 \times 13 = 91$

表-1 物理試験結果

	ローム原土	マサ原土
土粒子の比重	2.763	2.766
液性限界	49.25%	N. P.
塑性限界	42.38%	N. P.
塑性指数	6.87	—
最適含水比	31.90%	18.3
最大乾燥密度	1.359	1.619

表-2 土の粒度試験結果

	レキ分%	砂分%	シルト分%	粘土分%	最大径%	均等係数
ローム原土	0	58.0	19.0	23.0	4.76	—
マサ原土	1.0	86.0	7.0	6.0	9.52	50.0

マサ原土とよぶ) の二つに大別される(表層土を除く)。

実験林道起点附近から採取した土に対し、日本工業規格(JIS)の試験方法にもとずいて行なった試験結果の1例を表1および表2に示す。

表2の結果を用いて三角座標により分類するとローム原土は砂質粘土ロームに、マサ原土は砂に属する。

なお、土質試験結果の詳細は次報にて報告する。

1.3 気 象

(Z) $8 \times 13 = 104$

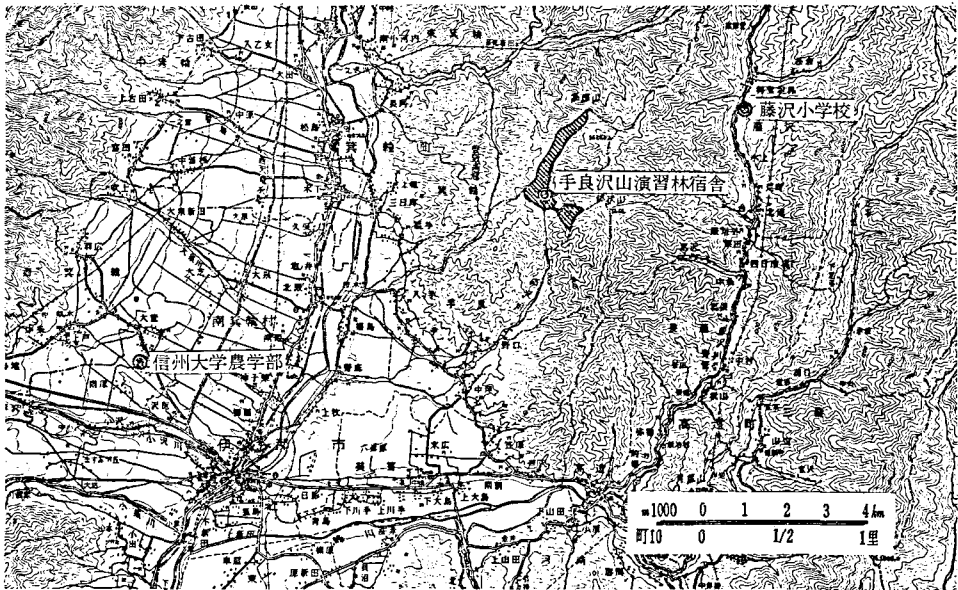


図6 気象観測地点

手良沢山演習林においては、気象観測は、さきにもべた国有林からの移管後はじめられたので、気象観測データとしては長期にわたるものはえられていない。そこで、手良沢山演習林の気象条件を把握するため、図6に示した手良沢山演習林宿舎（標高990.0m）、信州大学農学部構内（標高772.7m）および藤沢小学校（標高947.0m）の3地点における気象観測データを比較図示する。

手良におけるデータは昭和44年4月～47年3月の3ケ年、大学および藤沢のそれは昭和42年4月～47年3月および昭和42年1月～46年12月の5ケ年間の旬別平均値である。なお手良

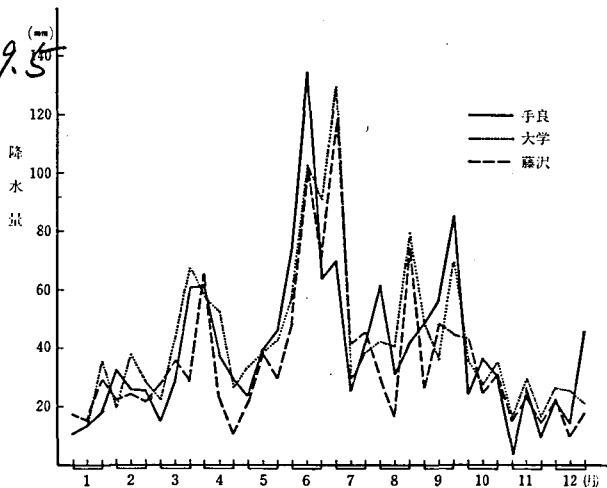


図7 旬別降水量

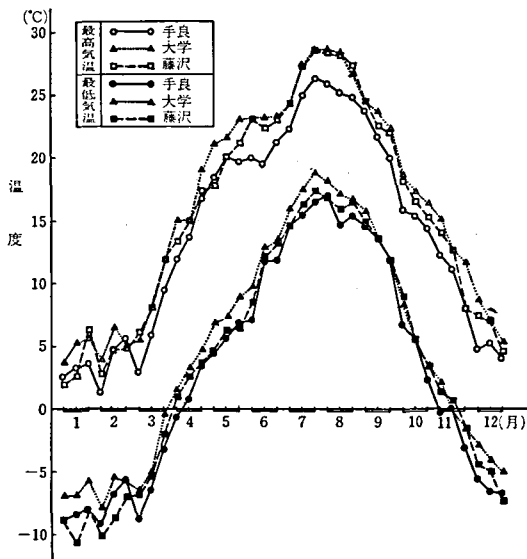


図8 旬別最高最低温度

の地中温度は昭和46年5月～47年4月の一年間の値を使用している。上記3地点の旬別降水量を図7に、気温（最高および最低）を図8に示す。また手良および大学における地中（10cmと30cm）の温度を図9に示す。これらの図から、3地点ともほぼ同じ傾向を示していることがわかる。なお手良、大学および藤沢における年降水量はそれぞれ1400mm、1520mmおよび1280mmである。

1・4 霜柱および凍上

当地方では、冬期積雪が少なく、寒気がきびしいので、各地に霜柱の発生および地表附近の凍上がみられる。

これはその地点の地形・土質・土壌含水量・気温・植生に大きく支配される。霜柱および凍上は、表層土を持ち上げ、凍結、融解をくり返すことにより浮土砂を生産し、林道の切土面、路面、捨土路肩部、捨土斜面、盛土斜面等の崩壊、侵食をひきおこし、また植生の根を切断したりする。

$$\textcircled{Z} \quad 11.5 \times 9 = 103.5$$

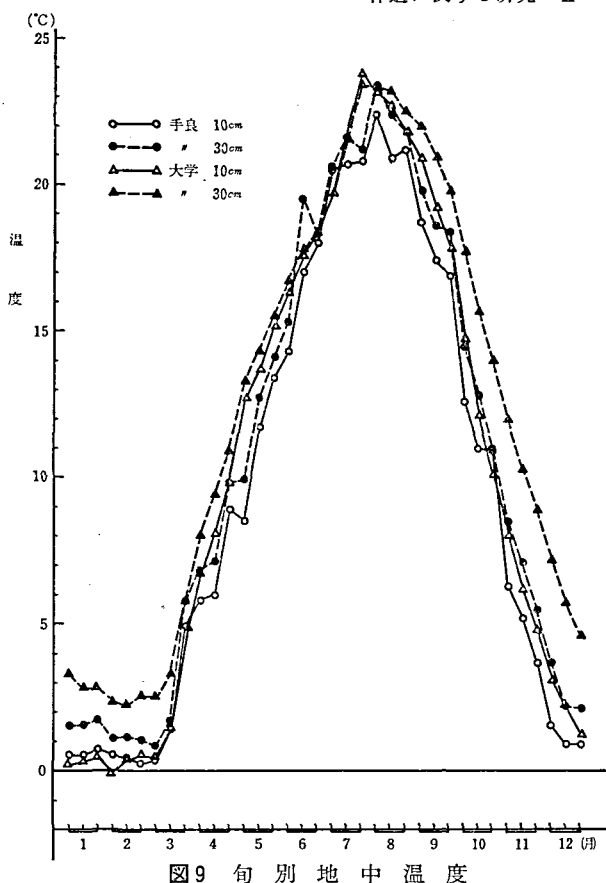


図9 旬別地中温度

霜柱による侵食の機構およびその防止工法については辰野⁹⁾が信州大学農学部構内において実験的研究を行っており、そこでは次の諸点が明らかにされている。

① 霜柱の発生は土壌の水分状態と密接な関係があり、発生量は遊離水が多いほど多く、pF 0の時最大で、pF 3.0の時最小となり、それ以上では土壌凍結を起こす。

② 地表部分の地温は気温の降下に伴って漸次低下する。寒冷初期においては、霜柱層が保温帯となって地表温度を 0°C に保持するが、やがては 0°C 以下になる。この場合地温が -4°C になるまで霜柱は発生するが、 -4°C 以下に低下すると土壌凍結を起こす。

③ 霜柱が発生するかないかは、極く地表面の土壌の土質および土性的特性によってきまる。すなわち粒度分布、遊離水の量、質および保水力、毛管上昇性、比熱・熱伝導度・熱容量、氷点降下の度合等による。なお霜柱の発生は細粒土に限定されている。

④ 霜柱は地表面附近における土粒子間隙の軌跡であると考えられ、粒径組成、圧結度によって発生量および形態を異にする。

⑤ 斜面における霜柱の発生量は、北面が最大で東・西・南面の順に減少する。また一般に斜面下部において発生量が最大である。

⑥ 霜柱侵食による崩落土砂量は、寒冷初期には南面が多く、寒冷終期には北面において最も多い。

⑦ 霜柱侵食の防止工法は、斜面混播等による被覆工が最も効果的であるが、凍上期には法じりの固定が絶対に必要である。筋芝工は霜柱侵食に対しては効果はあるが、凍上期には、その定着が十分でない場合には破壊されることが多い。

⑧ ポリアクリル酸ソーダ、アクリル酸カルシウムなどの土壌改良剤の施用は、土壌の団粒化を促がし、霜柱の発生を抑制するが、一方水分保持力が減少し受食性が増して侵食量を増大する。また食塩、化学肥料の施用は氷点降下をおこし、霜柱の発生を抑制するが、凍結

期になると地表が板状,あるいは凹凸不規則に持ち上げられる。

手良沢山実験林道の土質は先に述べたように,ローム原土とマサ原土に大別されるが,このうちローム原土については,霜柱による侵食等が予想される。

これらについては,今後研究を進めていく予定である。

1・5 林 況

手良沢山演習林は島崎らの報告¹⁰⁾に見られるように,その90%以上が人工針葉樹林(ヒノキ36%,アカマツ25%,カラマツ26%,スギ2%)によって占められているが,2,4林班

および3林班の一部を除いては若い造林地である。

一般には中腹から以下の山脚部に近くなるほど生育良好である。しかし5,6林班の昭和20年代前半に植林された林分は手入れ不足が目立ち,ミズキ類,サクラ類,オニグルミによる占有個所がかなりみられる。2,4林班の壮令林は間伐,枝打の遅れが目立ち,枯損木が多くみられる。

アカマツは5・6・7林班に植栽地があるほかは天然林で,2・4林班の尾根筋を占有し,ヒノキとの二段林を形成しており,生育は一般に良好である。カラマツは7・8林班に多く植栽されており生育は良好である。特に4林班尾根筋のカラマツは完熟期に入り質的に良質材となってきた。

広葉樹類はクリ,ナラ類,サクラ類,ミズキ類,カンバ類など種類は多く,自生種の現存数は53科108属195種におよんでい

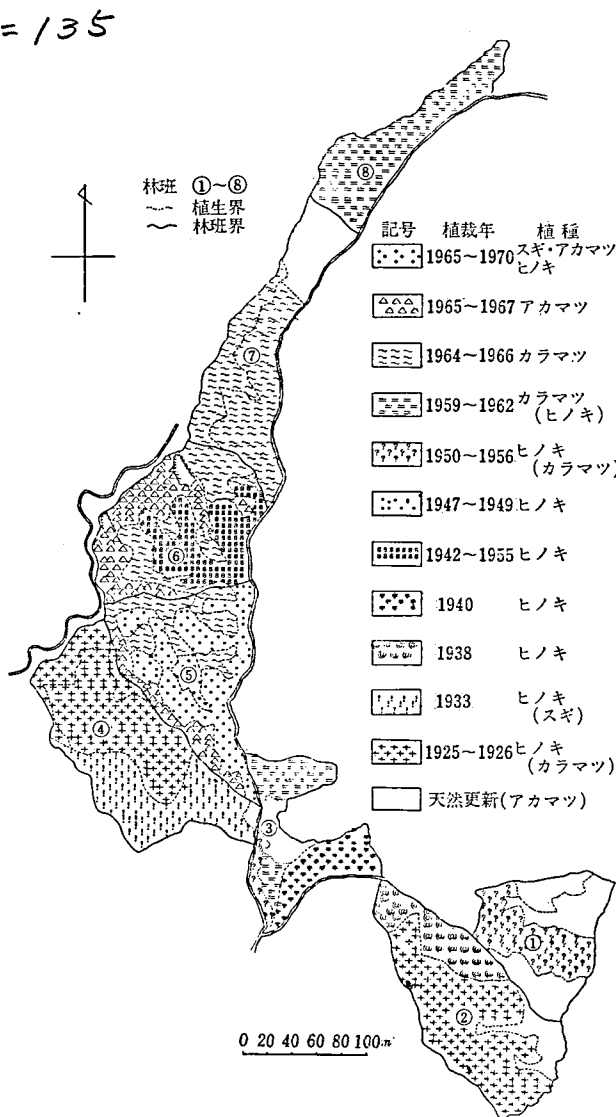


図10 人工林 植栽年別植生図

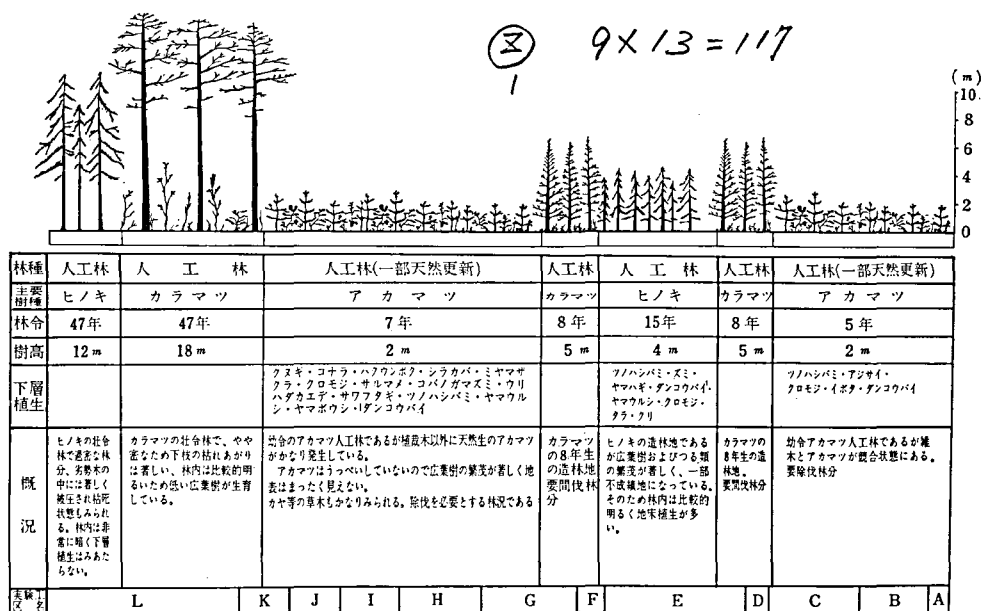


図11 林道開設路線の林況

る。

人工林植生図を図10に示す。

実験林道開設地点の林況は、図11に示すようにヒノキ壮令林、カラマツ壮令林、ヒノキ若令林、カラマツ若令林、アカマツ幼令林の5つに区分される。いずれも人工林であるが、樹種および林令の差によって多様な林況がみられる。特に下層植生はヒノキ壮令林にあってはまったく見られないのに対し、アカマツ幼令林では著しく繁茂している。アカマツ、カラマツの生育は良好で斉一な感じをうける。ヒノキの生育は全般によくない。保育おくれのため、広葉樹およびつる類に被圧されている場所が一部にあるが、標高、気象および地形条件はヒノキに不適である。主要樹種、林令、樹高、下層植生など林況の詳細は図11のとおりである。

II 実験林道の設計

2・1 概 要

前報¹⁾「林道のあり方についての討議」において、林道の開設工法の目標は「いかにして山を削らず、いかにして林地でなくなる範囲を少なくするか」という点に焦点がおかれ、この目標を達成するための開設工法を中心テーマとして、今回の実験林道の開設が行なわれた。

2・1・1 開設地点

実験林道は図1に示したように、既設の峰山林道を起点に6林班, 5林班, 4林班にかけて延長655mにわたり開設された。

開設地点の選定にあたっては前報¹⁾ § 4で述べられたように尾根筋ルートを取り、既設の峰山林道より演習林内へ下るといふ案が採用された。そのため、峰山林道ともっとも連絡しやすい場所で、かつ壮令林で、近年中に伐採可能な4林班へ到達できる場所という前提で、選定が行なわれた。

2・1・2 実験工区および実験内容

今回の実験林道開設の目的は、前述の開設工法の目標達成のために、切取土量をいかに少なくするか、そして切取土を単に捨土として無効放棄するのではなく、盛土としていかに有効に利用するか、また、捨土流出防止のためにはどのような工法を用いたらよいかを究明することである。そして、これらの実験的工法を実験林道全線にわたって展開することである。このため、全線をAからLまでの12工区に分けた。実験工区の細分図を図12に示す。

前述の目的のための工法としては、1, 盛土工, 2, 編柵による土留工, 3, 植生利用による土留工, 4, 種子吹付による緑化工の4つがとりあげられた。各工法の概要を述べると次のようである。

②
1

$$10 \times 13 = 130$$

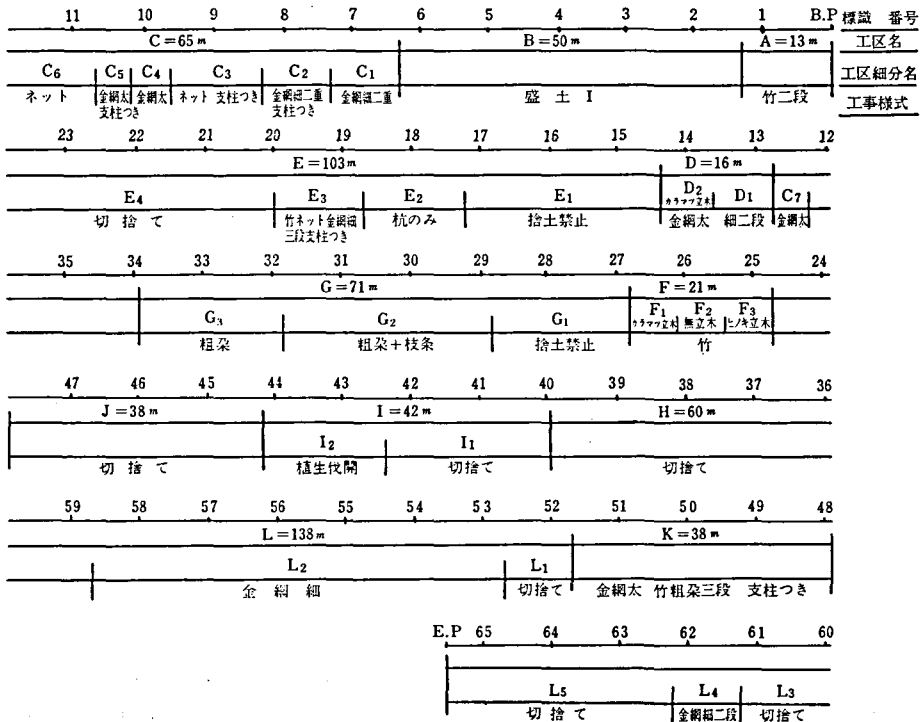


図12 実験工区細分図

1) 盛土工

一般に行なわれている盛土工は、法面コウ配 1 : 1.5 ~ 1 : 2.0 の緩傾斜の盛土工である。これをそのまま林道に適用すると、山の傾斜角が大きいため、法面長さが著しく長くなり、林道敷地が広大な面積となり、われわれが目標とするところに合致しない。このため、林道における盛土工は、このコウ配よりも急傾斜盛土工が要求される。しかし、法面コウ配が急になればなるほど斜面の安定を保つことは困難になる。これらに対しては従来から、盛土の滑動防止のため、盛土と原地盤との接合をよくするために、段切りを行ったり、盛土法尻に腰石積や編柵を設けたりしている。しかしこれだけでは、土構造物としての盛土の補強対策として十分な成果があがっていないように思われる。ここでは、法面の崩壊防止、盛土の剛性の強化を対象として、土構造物間に、セン断ならびに引張抵抗力の強い埋設体を設けることにより、構造強度を高めることを目標とした。すなわち、土自体の性質・強度を変え、強化するのではなく、土の構造物中に要求されるセン断抵抗ならびに引張抵抗を、他の材料を埋設することによって補い、構造全体としての強度を高める強化工法¹⁷⁾で、あたかも土をコンクリート、埋設材料を鉄筋とした鉄筋コンクリートのごときものである。今回は、埋設材料として、合成樹脂製ネットを用いた。材料として要求される強度はセン断強度と引張強度であるが、土中に埋設された場合、土との付着が必要となり、埋設体をはさむ上下両面の土層と一体化する必要がある。これを満す材料として合成樹脂製ネットが採用されたのである。ネットの諸性質を表3に、ネット埋設の方法を図13に示す。

なお、盛土工法に関する実験および解析等については別報で報告する。

2) 編柵工

林道工事、または治山工事においては、従来から粗朶を材料とした編柵による土留工が多く用いられてきた。粗朶編柵については、その土留効率、土圧に対する編柵の強度等に対する解析は皆無に近い。これは斜面に打込まれた杭の横方向荷重載荷に対する挙動に関する研究がほとんどなされていないことに加え、粗朶の強度が使用樹種、採取時期、採取方法により異なり、また取り付け方、施工者の熟練度などにより著しく異なるなどの不特定因子が多くあるためである。今回の編柵工については、その土留効率および土圧に対する強度等を予備実験的に観察することに焦点をおいている。

粗朶編柵工において、粗朶はそれ自体現地で調達できることが多く、材料費の面からは有

$$(H) \quad 4 \times 6 = 24$$

$$(Z) \quad 5 \times 7 = 35$$

表-3 合成樹脂製ネットの性質

比 重	0.941~0.965
熱変形 (°C)	60~82
引張強さ (kg/cm ²)	218~387
伸 び (%)	15~100
圧縮強度 (kg/m ²)	225
曲げ強度 (kg/cm ²)	70
衝撃強度 (kg/cm/cm)	1.5~20

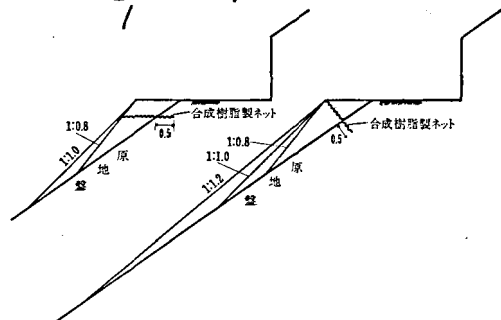


図13 ネット埋設状態

利な材料であるといえるが、一方、採取、取付けにはかなりの労力を要するし、またある程度の熟練を必要とする。そのため、山林労務者の確保の困難さおよび労賃の上昇が予想される今後において、はたして有利な材料と言えるかどうかは疑問である。このため、今回は、粗朶編柵の他に、軽量で運搬に便利である、資材が等質である、施工が容易でありかつ迅速に取付ができるなどの特徴をもった合成樹脂製ネットおよび金網を材料とする編柵をも設置し、粗朶編柵との比較を行なった。今回設けられた編柵を構造・材料によって分類すれば、

④ $5 \times 5 = 25$

表—4 編柵工の分類

構造による分類	材料による分類
1) 一段編柵	1) 粗朶
2) 二段編柵	2) 合成樹脂製 ネット
3) 三段編柵	3) 金網
4) 支柱付	亀甲金網 ラス網
	4) 割竹

表4のようである。

3) 植生利用による土留工

編柵工における杭打ち作業は、多大の労力を要求する。この杭打ち作業に変わるべく方法として、支障木の一部を、地表1m位で切り残し、これを杭の代用とする方法を試みた。さらに刈払いの行なわれた灌木を筋状に集積して土留工とした。これは残存の灌木および刈払って筋状に配置された集積物の捨土扞止効果を見るものである。

4) 緑化吹付け工

従来、のり面については、切土面はおおむね切りっぱなしとし、特別な場合のみ張芝とし、盛土面については筋芝工を行なうのが通例であった。これは当初より完全な法面保護工を行なわなくても、切土面なら崩壊土はそのたびごとに除去するほうが経済的であり、また、盛土面については、いずれ芝か雑草でおおわれるであろうという考え方によるものである。今回は特に盛土面について、施工終了直後の雨水による、のり面の侵食および表層崩壊を防止するために、急速緑化工法を行なうことにした。これは、従来行なわれていた張芝、筋芝工などは多大の労力を要し、能率が低いのに対し、種子吹き付けによる機械播種工は、能率が高く、大面積の急速施工に適しており、特に今後の労力不足に対して有利であると考えたからである。

種子吹付工には、圧縮空気で種子などを吹き付ける方法と、水力で吹き付ける方法があるが、今回は後者の採用した。

この方法は、使用水量が多いこと、コウ配が比較的緩な透水性のよい土質に適していること等から、盛土面に適すると考えられる。また、種子としては、日本産雑草類を利用することを検討したが、発芽速度が遅く、種子採取が容易でないので発芽性のよい、大量入手出来る外国産種子に頼らざるを得なかった。

2・2 実験林道の構造

2・2・1 コウ配

路線の縦断コウ配については、昨今の自動車の登板能力の向上によって、旧来から林道規定に規定されている限界コウ配をとる必要性はなくなった。しかし、コウ配はゆるい方がよく、路線が地表流下水の水みちとならない程度で、地表水の分散が可能なコウ配を採用すればよい。このような考えから、縦断コウ配は最大5°を限界とすることにした。

全路線の縦断コウ配を図14に示す。

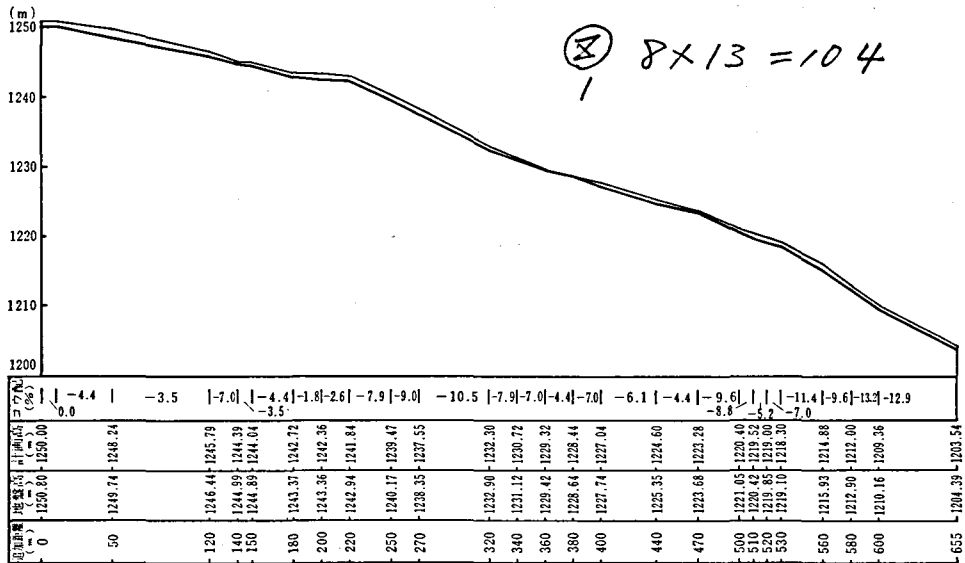


図14 縦断図

路面の横断コウ配については、前報の討議の際にも山側を低くして傾斜をつけるか、谷側を低くして傾斜をつけるか、または水平にするかで意見が分かれたところである。山側に傾斜をつけた場合、運転者に対する安心感はあるものの、山側に側溝をつけたのと同じような働きをし、流水が集中し、侵食を起すことが考えられた。そこで今回は地表の流下水を分散させ、谷側原地盤斜面上に流下させることを期待して、横断コウ配はつけないことにした。

2・2・2 幅員

一般に幅員が広ければ、輸送能力と安全性は増大すると考えられている。しかし、著者らが対象として考えている林地は前報§2で述べたような林地であり、また、掘削される面積を極力少なくし、林地でなくなる部分を少なくするという前提に立って考えると、有効幅員は、大型トラックが通行できる最小の幅員でよいということになる。ここでは高速で運転する必要もないし、また、このような対象地であれば、タブレット方式などによる一方通行に対する交通規制を行なうことが出来るのであるから、低速で通行するのに必要な安全性をもっていればよい。大型トラックの通行には最低2.5mの幅員が必要であり、屈曲部では、これよりも多少幅員を広げればよい。このため全線の幅員を2.5mと規定するのではなく、2.5～3.0mという幅をもって考えた。また待避所には、尾根筋の緩傾斜の屈曲部の幅員増大部をあてることにした。

2・2・3 路面

路面は、交通荷重に耐え、雨水の浸透を防ぎ、走行抵抗を軽減するとともに、制動のきく適当な摩擦力をもつことが必要である。このため林地では、土砂道、砂利道、碎石道などが考えられる。しかし本林地敷地は、さきに土性の概観でのべたように、花崗岩風化土のマサ土（さきに分類したうちのローム原土も、いわゆる当地方特有の信州ロームとは異なり、マ

サ土に近いものである)であり、路盤材としてはかなりの支持力をもっていると考えられた。そこで砂利、碎石などの敷設は行わず、路面は開削整地後トラクタの自走転圧によって締固めることにした。盛土工区以外での転圧回数は大体4~5回とした。

$$\textcircled{\Sigma} 5 \times 6 = 30$$

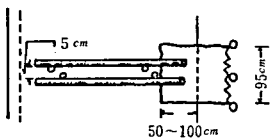
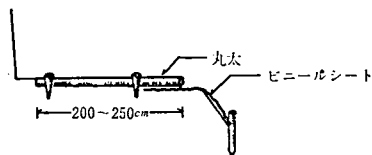


図15 横断工の構造

なお、締固めに際しては、おのおのの土の最適含水比の状態で行なうのがもっとも合理的であるが、わが国においては、一般に自然状態の土では最適含水比よりかなり高い含水比を示す。したがって本林道の開設は年間で降雨量の少ない時期、すなわち7月下旬~8月上旬に行なうことにし、さらにこの期間内でもなるべく晴天が続く、土壌含水比が小なるときに行なうことにした。

また、路面の雨水の流下による侵食の防止のため、また谷側斜面の保護をはかるため図15に示すような構造の横断溝を設けることにした。この設置は、路面完成後、降雨による侵食状況を観察してから適当な個所に行なうものとした。

2・2・4 切土面

切土面には、崩壊の危険防止のために、一般にあるコウ配をつけることになっている。しかし本実験林道では、切土量を最小にすること、施工が容易であること(ショベルトラクタ使用)の他に、コウ配をつけると路線沿いの土質がマサ土であるので、雨水にさらすことにより、天然に保有している固状態を失なって不安定になること、一方崩壊の機構を観察するという本実験の一つの目的などを考慮して、切土面は垂直とすることにした。しかし、切土面の崩壊、崩落を極力防止するという観点から、切取り面の高さはできるだけ2m以下に抑

$$\textcircled{\Sigma} 7 \times 11 = 77$$

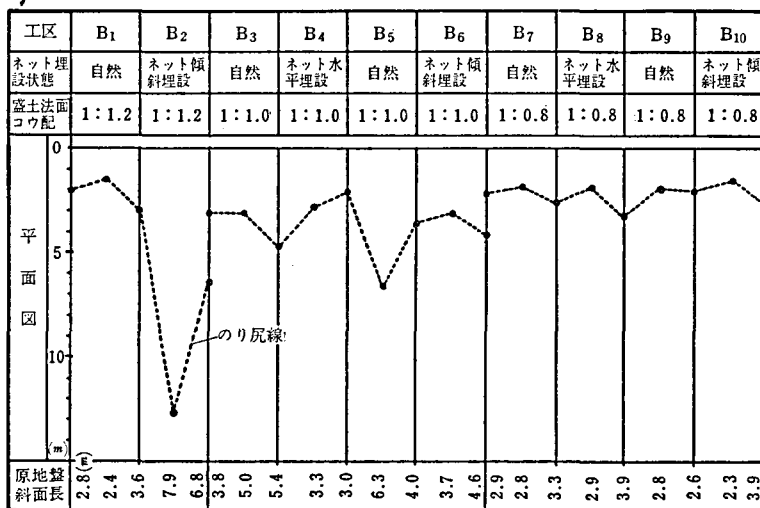


図16 盛土工区細分図

えるようにした。

2・2・5 盛 土 工

盛土に対する種々の実験を行なうため、B工区（延長50m）に盛土工区を設け、さらにこれを5mごとに区分し、図16に示すような三種類の法面コウ配をもった盛土斜面を築造することにした。そしてそのうちのいくつかには図13に示したようにネットを埋設することにした。

築造は、有機質土層の排除、除根、段切り、まきだし（層厚20cm）、突固めという順序で行ない、特にネット埋設個所では、ネットと土の一体化をはかるため、入念な突固めを行なうものとした。

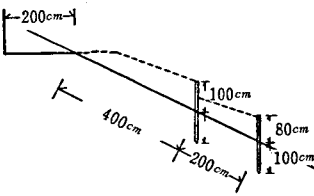
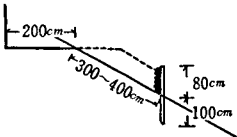
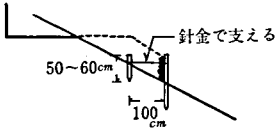
2・2・6 編柵による土留工

編柵工は、切土量、運土計画等にもとずいて各所に設けることにしたが、特に土捨場、尾根筋の屈曲部および原地盤傾斜の著しく急な個所には、二段または三段編柵を設けることにした。編柵工を施工する工区は、運土された土砂の土捨場としてのA工区13m、各種金網、ネット等を試用し、比較実験を行なうC工区65m、尾根筋の屈曲部にあたり、一部運土された土の土捨場としてのD工区16m、原地盤コウ配45°という急傾斜のE工区13m、割竹を材料として用いたF工区21m、粗朶を材料として用いたG工区30m、尾根末端の大きな曲率の屈曲部で、待避場となるK工区38m、およびL工区70mの8つの工区にわたっている。

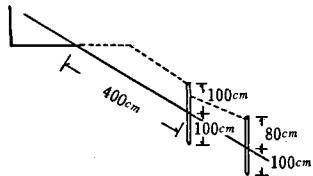
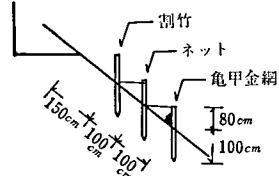
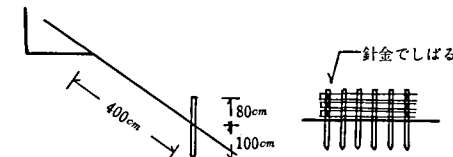
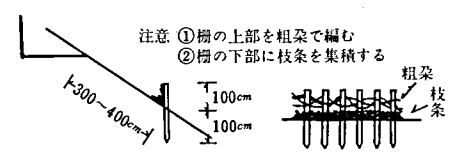
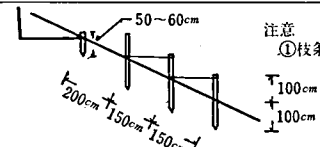
編柵の材料および構造を各工区ごとにまとめて表5に示す。

表-5 編 柵 工 一 覧 表

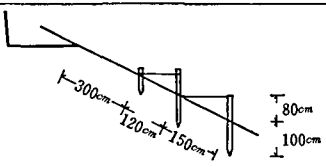
① 10×13 = 130

工区	細分	材 料	構 造
A		割 竹	 <p>針金でしばる</p> <p>50~60cm</p> <p>注意 ①地表はきれいにする ②枝条は柵の外へ出す ③杭は太めでそろったものを使う</p>
C ₁		亀 甲 金 網	 <p>金網を釘でおさえる</p> <p>枝条</p> <p>注意 ①枝条は柵の内に集結する ②杭は不ぞろいでもよい</p>
C	C ₂	亀 甲 金 網	 <p>針金で支える</p> <p>50~60cm</p> <p>100cm</p> <p>補助杭</p> <p>柵杭</p>

$$\textcircled{H} \quad 20 \times 13 = 260$$

	C ₃	ネット (青)	C ₂ と同じ
	C ₄	ラス網	C ₁ と同じ
	C ₅	ラス網	C ₂ と同じ
	C ₆	ネット (黒)	C ₁ と同じ
	C ₇	ラス網	C ₁ と同じ
D	D ₁	ラス網 亀甲金網	 <p>注意 ①立木には傷をつけない</p>
	D ₂	ラス網, 亀甲金網	D ₁ と同じ 。カラマツ立木地
E	E ₃	割竹 ネット (青) ラス網 亀甲金網	 <p>注意 ①上段、中段は枝条を置かない ②下段は枝条を集積する</p>
F	F ₁	割竹	 <p>針金でしばる 。ヒノキ立木地</p>
	F ₂	割竹	F ₁ と同じ 。無立木地
	F ₃	割竹	F ₁ と同じ 。カラ立木地
G	G ₂	粗枝 朶条	 <p>注意 ①朶の上部を粗朶で編む ②朶の下部に枝条を集積する</p>
	G ₃	粗 朶	G ₂ と同じであるが、下部まで粗朶をあむ。
K		ラス 割竹 粗朶	 <p>注意 ①枝条は朶の外へ出す</p>

$(H) 4 \times 13 = 52$

L	L ₁	亀 甲 金 網	C ₂ と同じ
	L ₂	亀 甲 金 網	

2・2・7 植生利用の土留工

E工区の15mの区間に植生利用の土留工を築造することにした。林道敷の伐開にあたって、中心線より谷側の支障木は地上約0.5～1.0mを残して伐倒し、刈払い面の下端の立木はそのままとし、立木間の間隔が広い個所には杭打ちを行なうことにした。刈払った灌木類は、筋状に集積して図17に示すような構造の土留を築造することにした。

2・2・8 種子吹付けによる緑化工

種子吹付けによる緑化工をC工区65m，G工区71m，L工区の50m，計186mに施すことにした。(図18) 播種に先立ち、浮石等を除去し、法面の整形を行なう。また法面が乾燥している場合は、撒水し、湿潤状態にしておく。使用材料を表6に示す。

$(Z) 3 \times 13 = 39$

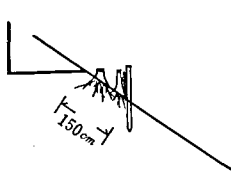


図17 植生利用の土留工

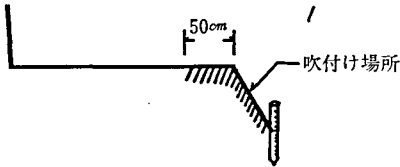
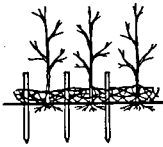


図18 種子吹付けによる緑化工

表—6 吹 付 け 工 材 料

材 料	品 種
た ね	ケンタッキ31フェスク，ウィーピングラブグラス ホワイトクローバー，レッドトップ
肥 料	高度化成肥料 (14—17—13)
養 生 材	木質ファイバー
土壌改良剤	ベントナイト
水	

Ⅲ 実験林道の施工

3・1 施 工 計 画

施工計画は，施工面と実験面を考慮しつつ，気象，工事量，工期および予算などを総合的に検討しながらたてられた。当地区の年間降水量分布は，さきにのべたように5～6月に最

④ $6 \times 6 = 36$

表-7 工事日程計画表

日 時	工 事 予 定
7月5日	予定路線刈払い 編柵用工作物設置 支障木調査
7月22日	トラクターショベルによる開削 支障木伐倒・編柵工設置 整地および路面転圧
7月31日	
8月2日	盛土造成工
8月4日	
8月5日	横断溝および吹付け工

大ピーク、3～4月および9～10月にそれぞれピークを示している。したがって、施工計画は、①7月の梅雨あけ後開削を行ない、②9月初旬に現場実験を終了し、③9月～10月の台風等にもなう降水による影響を観察する、という考えのもとにたてられた。

また、施工形態としては、工期、工事量の関係から検討が行なわれた結果、開削工事、路面整備などのトラクタ作業は、土木業者に請負させた。他の準備工、盛土造成などの全ての作業は直営で行なった。工事日程計画表を表7に示す。

3.2 施工順序

実験林道の施工順序は、林道敷の刈払い、支障木の伐倒、編柵工などの工作物の設置などの準備工的なもの、開削、運土、捨土、盛土、路面整備などの本工事的なもの、および横断溝、緑化工といった附帯工事的なものに大別して検討された。

まず、現地踏査の結果の検討後、ポケットコンパスによる中心線の設定、起点より5m間隔での中心杭の設置、実験工区の設定が行なわれ、設計仕様にしたがい刈払い、支障木の伐倒が行なわれた。そしてその後編柵などの工作物の設置が行なわれた。

つぎに本工事として、ショベルトラクタにより開削、運土、路面整備が行なわれ、あわせて、人力による盛土造成が行なわれ、最後に、附帯工事としての横断溝の設置、法面緑化工の施工が行なわれた。

3.3 施工方法

④ $7 \times 13 = 91$

表-8 林道完成後(12月)の測定値

杭 番号	上側斜 面コウ 配(度)	下側斜 面コウ 配(度)	切取幅 (m)	切取高 (m)	切取斜 面長 (m)	切取断 面積 (㎡)	切取土 量 (㎡/m)	幅員 (m)	有効幅 員 (m)	盛土幅 (m)	ロー ム 状層厚 (m)	工作物
1	21		3.39	1.3		2.2	1.1	6.0	6.0	2.6	△1.3	盛 土 工
2	32		2.88	1.8		2.6	2.4	4.7	4.3	1.5	△1.8	
3	30		3.81	2.2		4.2	3.4	4.8	4.4	1.5	1.8	
4	38		4.61	3.6		8.3	6.3	4.6	2.7	1.5	1.3	
5	37		3.98	3.0		6.0	7.2	3.8	3.3	1.5	0.8	
6	40	35	3.22	2.7	2.8	4.3	5.2	3.7	2.9	1.5	1.3	
7	36	37	2.48	1.8	3.1	2.2	3.3	3.0	2.4	0.5	1.2	編 柵 工
8	39	36	2.47	2.0	2.9	2.5	2.4	3.3	2.7	0.8	0.9	
9	42	40	3.11	2.8	2.9	4.4	3.5	3.5	2.6	0.4	△2.8	
10	37	38	2.39	1.8	2.9	2.2	3.3	3.0	2.5	0.6	△1.8	
11	33	32	2.46	1.6	3.0	2.0	2.1	3.3	2.8	0.8	0.8	
12	29	27	2.35	1.3	2.9	1.5	1.8	3.2	3.0	0.8	△1.3	
13	30	34	1.91	1.1	2.8	1.1	1.3	3.3	2.9	1.3	△1.1	
14	25	29	2.57	1.2	2.3	1.5	1.3	4.5	3.8	1.9	△1.2	
15	33	30	2.62	1.7	2.3	2.2	1.9	2.8	2.4	0.2	0.7	

$$(H) 20 \times 13 = 260$$

林道に関する研究 II

59

16	36	30	2.48	1.8	2.9	2.2	2.2	2.8	2.2	0.3	0.8	植の 生土 利用工
17	33	29	2.00	1.3	2.7	1.3	1.8	2.7	2.3	0.7	△1.3	
18	36	36	1.79	1.3	2.5	1.2	1.3	2.8	2.3	1.0	△1.3	
19	35	39	3.14	2.2	2.9	3.5	2.4	3.0	2.6	0.1	△2.2	編工 柵
20	41	43	2.30	2.0	2.7	2.3	2.9	3.0	2.6	0.7	△2.0	
21	42	42	2.44	2.2	3.1	2.7	2.5	3.0	2.5	0.5	△2.2	
22	43	45	2.36	2.2	3.5	2.6	2.7	2.8	1.8	0.4	△2.2	編工 柵
23	40	41	3.10	2.6	3.5	4.0	3.3	2.5	2.0	0.6	△2.6	
24	41	40	1.84	1.6	2.3	1.5	2.8	2.8	2.6	1.0	△1.6	
25	34	37	2.08	1.4	2.2	1.5	1.5	3.0	2.6	0.9	△1.4	編工 柵
26	29	26	2.16	1.2	2.6	1.3	1.4	3.8	2.5	1.6	△1.2	
27	31	37	2.66	1.6	2.8	2.1	1.7	3.1	3.5	0.4	△1.6	
28	41	40	2.07	1.8	2.6	2.1	2.1	2.7	2.6	0.6	△1.8	編工 柵
29	41	39	2.30	2.0	3.0	2.3	2.2	2.6	2.2	0.3	△2.0	
30	39	37	2.22	1.8	3.0	2.0	2.2	2.8	2.0	0.6	1.0	
31	31	37	2.33	1.4	3.2	1.6	1.8	3.1	2.3	0.8	1.4	編工 柵
32	33	34	1.85	1.2	2.8	1.1	1.4	2.9	2.5	1.0	1.2	
33	19	28	2.32	0.8	2.4	0.9	1.0	2.9	2.5	0.6	0.6	
34	20	28	2.20	0.8	2.2	0.9	0.9	2.9	2.4	0.7	0.5	編工 柵
35			2.50	0.4		0.5	0.7	2.8	2.4	0.3	0.1	
36			2.60	0.2		0.3	0.4	2.8	2.5	0.2	△0.2	
37			2.40	0.6		0.7	0.5	2.7	2.6	0.3	△0.6	編工 柵
38	15	14	2.00	0.4	1.8	0.4	0.6	2.3	2.4	0.3	△0.4	
39	17	17	2.60	0.8	1.7	1.0	0.7	3.0	2.5	0.4	△0.8	
40	20	20	2.60	1.4	2.8	1.8	1.4	2.8	2.5	0.2	△1.4	編工 柵
41	35	35	2.14	1.5	2.7	1.6	1.7	2.8	2.5	0.7	1.0	
42	32	38	2.24	1.4	3.1	1.6	1.6	3.1	2.7	0.9	1.1	
43	39	39	1.85	1.5	3.2	1.4	1.5	2.9	2.6	1.0	0.7	編工 柵
44	35	34	2.14	1.5	3.0	1.6	1.5	2.6	2.4	0.5	0.7	
45	30	33	2.60	1.5	2.7	2.0	1.8	2.7	2.4	0.1	0.5	
46	31	30	2.16	1.3	2.6	1.4	1.7	3.1	2.6	0.9	0.4	編工 柵
47	20	20	2.20	0.8	2.1	0.9	1.2	2.6	2.3	0.4	0.3	
48	20	15	2.47	0.9	2.1	1.1	1.0	2.8	2.4	0.3	0.3	
49	20		3.30	1.2		2.0	1.6	4.1	3.0	0.8	0.2	編工 柵
50	20		3.57	1.3		2.3	2.2	4.1	3.7	0.5	0.2	
51	25		3.86	1.8		3.5	2.9	3.6	2.9	0.3	0.3	
52	28		3.20	1.7		2.7	3.1	3.2	2.8	0.0	0.4	編工 柵
53	25		2.28	1.6		1.8	2.3	2.7	2.5	0.4	1.1	
54	34		2.67	1.8		2.4	2.1	3.0	2.4	0.3	1.0	
55	36		2.75	2.0		2.8	2.6	3.0	2.3	0.2	1.0	編工 柵
56	35		3.00	2.1		3.2	3.0	3.2	2.4	0.2	1.1	
57	34		2.52	1.7		2.1	2.7	2.7	2.2	0.2	0.9	
58	35		2.57	1.8		2.3	2.2	2.9	2.4	0.3	0.7	編工 柵
59	37		2.39	1.8		2.2	2.3	2.9	2.2	0.5	0.7	
60	36		2.20	1.6		1.8	2.0	3.0	2.6	0.8	0.4	
61	38		2.30	1.8		2.1	2.0	3.1	2.5	0.8	1.0	編工 柵
62	36		2.48	1.8		2.2	2.2	3.4	3.0	0.9	1.0	
63	38		2.56	2.0		2.6	2.4	2.9	2.9	0.3	0.5	
64	42		1.89	1.7		1.6	2.1	3.0	2.7	1.1	1.3	編工 柵
65	38		2.43	1.9		2.3	2.0	3.0	2.5	0.6		
E. P.	37		2.26	1.7		1.9	1.2	3.0	2.5	0.7		

施工方法の概略を施工順に説明する。なお、施工完了後、12月に測定した林道の諸元を表8に示す。

3・3・1 刈払いおよび支障木の伐倒

幼令林地における刈払いは、すべて人力で下刈り鎌を用いて行なわれた。刈払いの幅は各実験区、原地盤斜面傾度により異なるが、ほぼ、中心線より上下両方に3～4mであった。小灌木については、刈払い下側に筋状に集積され、また小丸太のとれるものは編柵用の杭材とした。

壮令林地における支障木は、刈払いと同様に中心線の上下両側3mの内側にあるものを対象とした。伐倒した支障木は、枝払いだけを行ない長材のまま放置しておき、開削工事の進行にともない開削のすんだ林道の先端より、トラクタにより引きよせ、開設工事のできた林道沿いに集積して、既設の架空線により運材した。

3・3・2 工作物の設置

これは主として土留編柵の設置である。これらの作業はすべて人力で、杭打ち、粗朶編みまたはネット取付けという順序で行なわれた。二段、三段、支柱つき編柵の施工は、その個所個所に応じて、上段から下段の順はまたはその逆の順に行なわれた。

杭間隔は、設計仕様にもとづいてほぼ50～60cmとし、貫入深さは約1mとした。

ネット、金網の取り付けは、展開、展張、U字釘で木杭に固定という順序で、割竹の取付けは針金で木杭に固定する方法で、支柱付き編柵は、編柵完了後、支柱と木杭とを針金で連結するという方法で行なわれた。なお粗朶としては、灌木の他に支障木の枝条をも利用した。

本工事着手前の、工区別刈払い巾、杭打ち状況を表9に示す。

⑦ $8 \times 13 = 104$

表—9 工事着手前の工区別情况データ

測点	間隔	刈払い巾		コウ配		地上部杭間隔	杭間隔	測点	間隔	刈払い巾		コウ配		地上部杭間隔	杭間隔
		上側	下側	上側	下側					上側	下側	上側	下側		
		m	m	°	°	m	m			m	m	°	°	m	m
A ₁	5	3.50	4.40	15	14	0.9	0.6	C ₁	5	3.50	3.00	36	37	0.85	0.6
A ₂	5	3.50	5.70	22	19			C ₂	5	3.50	2.90	41	36	0.7	0.6
A ₃	3	3.50	4.30	25	26	0.9	0.6	C ₃	5	3.50	2.90	39	36	0.75	0.6
A ₄	5	3.50						C ₄	5	3.50	2.80	38	34	0.75	0.6
B ₁	5							C ₅	5	3.50	3.00	42	40	0.8	0.6
B ₂	5							C ₆	5	3.50	2.90	40	37	0.9	0.6
B ₃	5							C ₇	5	3.50	3.00	37	38	0.9	0.6
B ₄	5							C ₈	5	3.50	2.90	36	39	0.9	0.6
B ₅	5							C ₉	5	3.50	3.00	33	32	1.0	0.6
B ₆	5							C ₁₀	5	3.50	3.00	28	30	0.9	0.6
B ₇	5							C ₁₁	5	3.50	3.00	29	27	0.8	0.6
B ₈	5							C ₁₂	5	3.50	3.00	30	29	1.0	0.6
B ₉	5							C ₁₃	5	3.50	3.70	30	34	0.9	0.6
B ₁₀	5	3.50	3.20	40	35	0.9	0.6	D ₁	5	3.50	3.60	30	25	0.9	0.6

$$\textcircled{H} 16 \times 13 = 208$$

D ₂	5	3.50	4.00	25	29	1.0	0.6	G ₆	5	4.00	3.00	37	34	0.8	0.6
D ₃	5	3.50	3.30	27	28	1.2	0.6	G ₇	5	4.00	3.00	39	37	0.9	0.6
E ₁	5	3.50	2.40	33	30			G ₈	5	4.00	3.00	36	41	1.0	0.6
E ₂	5	3.50	2.50	33	34			G ₉	5	4.00	3.00	31	37	0.9	0.6
E ₃	5	3.50	2.20	36	30			G ₁₀	4	4.00	3.10	33	34	0.8	0.6
E ₄	5	3.50	2.50	34	31			G ₁₁	5	4.00	3.00	31	35	0.95	0.6
E ₅	5	3.50	2.80	33	29			G ₁₂	5	4.00	3.00	31	35	0.9	0.6
E ₆	5	3.50	3.40	32	34			G ₁₃	5	4.00	3.00	19	28	0.8	0.6
E ₇	5	3.50	3.20	36	36			G ₁₄	5	4.00	3.00	30	32	0.9	0.5
E ₈	5	3.50	2.50	37	38			G ₁₅	24	4.00	2.80	14	28	0.8	0.6
E ₉	5	3.50	2.00	35	39	0.9	0.6	H ₁	5	3.50	1.00	15	14		
E ₁₀	5	3.50	2.00	41	40	0.9	0.6	H ₂	5	3.50	1.00	13	13		
E ₁₁	5	3.50	2.00	41	43	0.9	0.6	H ₃	5	3.50	1.30	3	17		
E ₁₂	5	3.50	1.80	44	42	0.8	0.6	H ₄	5	3.50	1.00	15	16		
E ₁₃	5	3.50	2.00	42	42			H ₅	5	3.50	1.00	20	20		
E ₁₄	5	3.50	2.00	40	41			H ₆	5	3.50	1.40	23	20		
E ₁₅	5	3.50	2.00	43	45			H ₇	5	3.50	0.80	20	35		
E ₁₆	5	3.50	2.00	42	30			H ₈	5	3.50	0.80	36	29		
E ₁₇	5	3.50	2.40	40	41			I ₁	5	3.50	0.80	32	38		
E ₁₈	5	3.50	2.60	38	40			I ₂	5	3.50	1.00	32	33		
E ₁₉	5	3.50	2.50	41	40			I ₃	5	3.50	1.00	31	39		
E ₂₀	4	3.50	2.00	43	40			I ₄	2	3.50	1.00	39	39		
E ₂₁	4	3.50	3.00	34	37			I ₅	3	3.50					
F ₁	5	4.00	3.00	36	36	0.8	0.6	I ₆	5	3.50	3.00	34	36		
F ₂	3	4.00	3.00	34	34	0.8	0.6	I ₇	5	3.50	3.00	35	34		
F ₃	3	4.00	3.50	29	26	0.8	0.5	I ₈	5	3.50	6.00	33	30		
F ₄	3	4.00	5.40	26	17	1.0	0.5	I ₉	3	3.50	8.00	30	33		
F ₅	3	4.00	3.60	28	29	0.8	0.6	I ₁₀	2	3.50					
F ₆	3	4.00	3.00	31	37	0.9	0.6	J ₁	5	3.50	0	32	32		
G ₁	5	4.00	3.00	32	32			J ₂	5	3.50	0	31	30		
G ₂	5	4.00	3.00	41	40			J ₃	5	3.50	0	28	25		
G ₃	5	4.00	3.00	39	42			J ₄	5	3.50	0	9	20		
G ₄	4	4.00	3.00	40	43	0.9	0.6	J ₅	16	3.50	0.50	20	15		
G ₅	5	4.00	3.00	41	39	0.9	0.6	J ₆		3.50					

K. L. 工区は未調査

3・3・3 機械による施工

前報 § 4 における検討にもとづき、ここでは施工機械としては中型のショベルトラクタを用いることにし、開削、転圧が行なわれた。今回は、設計において道路幅員を2.5~3.0mとしたため、ショベルトラクタとしては車幅2m程度のものが選ばれた。その諸元を表10に示す。

各工区の設計図にしたがい、開削、運土、捨土が行なわれた。切取面は垂直とし、開削後の手なおしは行なわなかった。

④ $3 \times 13 = 39$

表—10 トラクタショベル諸元

形 式	小松D50S—15	接 地 長	2200mm
運転整備重量	12200kg	履 帯 幅	400mm
バケット容量	1.3m ³	接 地 面 積	17600m ²
最大積載荷重	2600kg	接 地 圧	0.693kg/cm ²
最大けん引力	10340kg	バケット前傾角	45度
全 長	5090mm	堀 削 深 さ	370mm
バ ケ ッ ト 巾	2060mm	登 坂 能 力	30度

工作物の設置と機械による施工が併行して行なわれ、伐倒木の集伐もこのショベルトラクタを用いて行なった。

抜根はすべてこのトラクタで行なわれた。

開削作業終了後、ショベルトラクタによる路面の整地作業および転圧作業を行なった。転圧はトラクタの自走による転圧で盛土部を除いては大体4～5回行なわれた。

3・3・4 盛土、運土、捨土

1) 盛土施工区においては、開削した土砂をすぐ盛土用として捨土させることはせず、一時仮の土置場へ運土させた。しかし、当初予定した土砂だけでは設計図通りの盛土が出来なかったため、不足分の盛土用土は山側の「片崩し」を行なって採取した（そのため、表8に示すように、この部分の路巾は必要以上に大となった）。

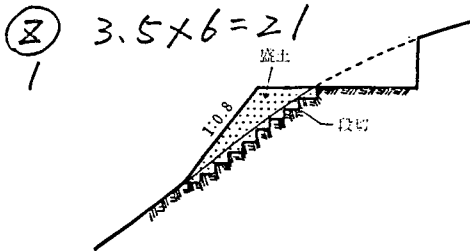


図19 盛土工の段切

盛土作業はすべて人力で行なった。施工順序は次のようである。① 開削運土後、設計図に示された通り工区を更に10の小工区に分割し、1:0.8, 1:1.0, 1:1.2の3種類の盛土法面コウ配をもつように丁張りを行なった。② 丁張にしたがい、法尻より原地盤の段切りを図19に示すように行なった。③ 層厚20cmぐらいつつで用土をまきだし、重量約20kgのタコを用いて均一に突固めた。④ 法面の仕上げは土羽板を用いて行なった。ネットは図13に示したように、地

山に50cmぐらいくい込ませ埋設したが、ネットと土とを一体化させるために、この部分の突固めは特に入念に行なった。

2) 編柵工区および植生利用の土留工区では、開削した土砂を直接捨土した。二段および三段編柵においては、捨土が上段の編柵より逐次投入されることになったため、編柵に過大な荷重がかかる部分ができ杭が傾むくところがでたので、一部人力によって下段の編柵への土砂投入を行なった。

3・3・5 横断溝

横断溝の設置は、林道が完成したのち、降雨による地表水流下の状況を観察した上、適宜必要個所に行なった。横断溝に集まった水の排除は、道路谷側の盛土または捨土斜面の侵蝕を防止するために、その部分の斜面に巾1mの厚手ビニールシートを敷くことによって行なった。

3・3・6 法面緑化工

④ 3×5=15

小型吹付機を用いて捨土法面の吹付けを行なった。吹付機の諸元を表11に示す。

吹付けは、まず、水、種子、肥料、ファイバー、混合養生材を混合し10分間以上攪拌し、つぎに、あらかじめ極端な凹凸を整形した法面に噴射させる方法で行なわれた。法面が乾燥している場合には撒水してあらかじめ表面を湿潤にするよう仕様に定められていたが、今回は、施工前日に少量の降雨があり、表面が湿潤状態にあったので、この作業は省略した。吹付に際しては、むらなく一様に吹付けるよう配慮した。

表—11 小型種子吹付機諸元

名称	能 力	
グ リ ン	攪 拌 槽 容 量	270 ℓ
	1 回 吹 付 面 積	80m ²
	全 揚 高	40m
	全 重 量	320kg

3・4 施工に関する問題点

3・4・1 作業機械について

設計においては、道路幅員は2.5～3.0mとすることにしており、施工もこのように行なわれたが、これは切土の巾は切り土施工に用いるトラクタの巾の120%程度が作業上に必要であるとの根拠にもとづいたものである。しかし実際の施工では、車幅ぎりぎりでの開削、運土、転圧を行なうという結果になり、走行幅に余裕がなく、運転者にかなりの緊張が要求された。このため、作業機械としては、さらに小型のもの、たとえば表12に諸元を示すCT—35（本学部演習林所有のもの）などによる開削の方がよかったのではなかったかという感を受けた。

さらに今回の作業を通じて、運転者の運転技術の上手、下手、機械操作のていねいさ、慎重さなどが林道の出来上りおよび路線沿いの林地破かいに大きな影響を及ぼすことが痛感された。このため、今後直営で開設施工を行なう場合、運転技術の習熟が重要な要素となると思われる。

3・4・2 降雨について

今回の施工期間は、降水量がピークを示す5～6月をさけ、梅雨あけの7月下旬以降をえらんだ。そして機械施工中における降雨をさけようと試みたが、結果的には、一部、日程の関係から降雨中の施工が行なわれた。このため、その区間では、トラクタの走行により地盤

④ 4×13=52

表—12 トラクタショベルの主要諸元

形 式	岩手富士CT—35	接 地 長	1875mm
運 転 整 備 重 量	6700kg	履 帯 巾	350mm
バ ケ ッ ト 容 量	0.8m ³	接 地 面 積	13100m ²
最 大 積 載 重 量	1600kg	接 地 圧	0.512kg/m ²
最 大 けん 引 力	5200kg	最 低 地 上 高	310mm
登 坂 能 力	30度	バ ケ ッ ト 前 傾 角	45°
全 長	4550mm	ダンピングクリアランス	2315mm
全 巾	1680mm	ダンピングリーチ	1035mm
バ ケ ッ ト 巾	1716mm	掘 削 深 さ	340mm

表層の有機質土または風化して粘土化をきたしている細粒土がこね返しの影響をうけ、さらに深層の新鮮風化土である粗粒土も泥ねい化し路盤は軟弱化をきたし、地盤支持力を失ない、一部の個所においては、トラクタの走行作業にも支障が生じた。

3・4・3 作業工程について

実験林道始点より500mの区間は、開削路線の土質も良好で、岩盤もなく、切株等もほとんどなかったので、作業能率は驚くほどあがり、荒切りではあるが、1日(8時間)で開削が終了した。

(H) $3 \times 6 = 18$

表-13 機械開削の工程

内容	稼道時間 (時間)	延長 (m)	工程
荒切り	32	655	
仕上げ	8	655	
計	40	655	16.3m/時間 (131m/日)
	(5日間)		

しかし壮令林の地域では、開削作業と支障木の伐倒、伐倒木の引上げ、抜根、工作物の設置等の作業がかさなり、特に伐倒された支障木は全幹のまま1回に1~2本の割でトラクタによる土曳きが行なわれたので、作業工程は1日(8時間)約50mに落ちた。

ショベルトラクタによる開設作業の工程の実績を表13に示す。

(H)

$11 \times 13 = 143$

表-14 開設施工に関する就労日記

月 日	演 習 林 職 員		臨 時 職 員	
	人数	作 業 内 容	人数	作 業 内 容
46年				
7月5日	4	林道路線予定地の雑木刈払い整理		
7・6	4	〃		
7・7	4	編柵用の木杭作り		
7・8	2	〃		
7・8	2	林道路線予定地の雑木刈払い		
7・9	3	編柵用杭運搬および杭打ち	2	編柵用資材運搬
7・9			2	編柵用そだ集め
7・10	2	そだ編柵作り		
7・12	4	ネット金網編柵作り	4	編柵用資材運搬、杭作り、編柵作り、刈払い
7・13	2	金網編柵作り		
7・14	4	編柵用資材運搬、杭打ち	2.5	編柵用資材運搬、杭打ち
7・15	4	竹、ネット、金網編柵作り	5	杭作り、資材運搬、編柵作り
7・16	4	〃	3	そだ編柵作り
7・17	2	金網編柵作り		
7・21	4	編柵用杭作り		
7・22	2	竹編柵作り		
7・24	2	林道支障木の伐倒準備		
7・27	3.5	林道支障木の伐倒	5	金網編柵作り
7・28	4	林道支障木の伐倒と集材	7	〃
7・29	4	〃		
8・2			4	盛土作業
8・3			4	〃
8・4			4	〃
8・5			4	排水溝作り、吹付作業
計	60.5		46.5	

IV 開設施工に要した労務・資材・経費

4・1 労 務

実験林道の開設施工のうち、機械開削は土木業者が請負い、それ以外の作業は演習林林職員および若干の臨時職員によって行なわれた。なお、現地踏査、測量設計、工程管理、各種資料収集のための測定等の作業は教官が行なったが、これは労務集計表から除かれている。就労日誌および実験工区別、作業内容別に集計した労務量を表14および表15に示す。

表-15 工区別作業内容別労務集計表

④ 15 × 13 = 195

工区 作業内容	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	計	備 考
林道路線予定地の雑木刈払い		1.0	1.0	0.5	2.0	0.5	1.0	1.0	2.5	0.5			10.0	上段：演習 林職員
編柵用杭作り	0.5		1.5	1.0	1.5	0.5	1.0				3.0	4.0 (4.5)	13.0 (4.5)	下段：臨時 職員
編柵用資材運搬	2.0		7.5	3.5	5.5	2.5	2.0 (2.0)				1.0 (12.0)		24.0 (14.0)	単位：人
編柵作り														
林道支障木の伐倒、集伐												13.5 (12.0)	13.5 (12.0)	
盛 土 工		(12.0)											(12.0)	
排 水 工			(0.5)		(1.0)		(0.5)	(0.5)	(0.5)			(1.0)	(4.0)	
計													60.5 (46.5)	

表-16 施工に要した資材一覧表

品 目	規 格	数 量	単価(円)	金額(円)	用 途
亀 甲 金 網	巾61cm	1(丸)	1,900	1,900	編柵工
〃	巾45.5cm	12(m)	60	720	〃
〃	巾61cm	90(m)	55	4,950	〃
〃	巾90cm	3(本)	2,200	6,600	〃
ラ ス 金 網	12#×1.8m×1.8m	18(本)	750	13,500	〃
針 金	16#	4.8(kg)	120	576	〃
〃	17#	345(kg)	120	414	〃
焼 鉄 線	10#	43.4(kg)	70	3,038	〃
釘		660(g)	0.1	66	〃
ス テ ー プ ル		850(g)	0.2	170	〃
グリーンファクター	200(m ²)	1(箱)	12,000	12,000	吹付線化工
ネ ッ ト	青黒	126(m)	400	50,550	編柵工
ビニールシート	巾100cm	1(本)		4,200	排水工
そ の 他				772	
計				79,456	

4・2 資 材

実験林道の開設施工のために費やされた資材は表16のとおりである。この表に示された資材の金額でネット以外のものはすべて伊那市における小売価格である。木杭（主としてカラマツ）は手持ち材料で間に合わせた。

4・3 経 費

実験林道の開設施工に費やされた費用のうち支出を伴ったものを表17に示す。

④ $6 \times 13 = 78$

表—17 支出経費一覧表

項 目	金額(円)	備 考
賃 金	106,950	単価2300円/日 延人員46.5人（臨時職員分のみ、内訳は表15を参照のこと） $2300 \times 46.5 = 106,950$
材 料 費	99,456	内訳は表16を参照のこと
機械掘削請負	327,500	単価 500円/m 延長 655m $500 \times 655 = 327,500$
そ の 他	10,000	トラレーラ借上げ（1日）
計	543,906	

要 約

林道に関する研究の第一段階として、林道開設工法についての解析をおこなうために信州大学農学部手良沢山演習林において実験林道を設計し施工した。これを個条的に要約すると次のとおりである。

- 1 対象林地の自然条件に適応した林道の構造と施工法を解析して、森林経営を有利にししかも林地を荒廃させない林道開設工法を見いだしたい。
- 2 そのために切土量を少なくし盛土を有効に生かす工法の実験を設計した。さらに、
- 3 土、流水、植生などの要素についての実験設計を行なった。
- 4 開設された実験林道の延長は 655m である。
- 5 実験施工により資料の収集を行なうとともに、今後継続的に調査を行なう実験工区を現地に設定した。これら資料の解析および継続的な調査に関しては別に報告する。

参 考 文 献

- 1) 上伊那誌編集会：上伊那誌 第一巻 自然篇 1962
- 2) 柴田秀賢編：日本岩石誌 II・IV 1969
- 3) 土質工学会：土質工学ハンドブック、技報堂 1965

- 4) 中村健：手良沢山演習林土壌調査資料 1972
- 5) 大政正隆：林野土壌調査報告 1951
- 6) 農林省林試：国有林林野土壌調査方法書 林野庁 1955
- 7) 信州大学農学部：気象観測月報 1972
- 8) 上伊那郡教育会：気象観測月報 1971
- 9) 辰野良秋：霜柱による侵食の防止に関する実験的研究，信州大学農学部演習林報告 第3号 1961
- 10) 島崎洋路・塩川孝雄・馬場多久男・林博道：手良沢山演習林樹木誌，信州大学農学部演習林報告 第7号 1970
- 11) 木平勇吉・木村和弘・千野敦義・酒井信一・北沢秋司・菅原聡：林道に関する研究 I，信州大学農学部演習林報告 第9号 1972
- 12) 日本材料学会編：斜面安定工法，鹿島出版会 1971
- 13) 加藤誠平：林業土木学，実業図書株式会社 1967
- 14) 青木信三：高密度林道網計画と施工，創文 1970
- 15) 萩原貞夫・加藤誠平：林業土木ハンドブック，千代田出版 1969
- 16) 新田伸三・小橋澄治：土木工事ののり面保護工，鹿島出版会 1968
- 17) 堀松和夫：土構造物の強化工法，土木技術，Vol.20, No. 5, 1965

(1972. 5. 20受理)

Studies on the Forest Road II
—On planning and working of the forest road for experiment—

Kazuhiro KIMURA, Atsuyoshi CHINO, Shinichi SAKAI
Laboratory of Agricultural Engineering, Fac. Agric., Shinshu Univ.

Yukichi KONOHIRA
Laboratory of Forest Utilization, Fac. Agric., Shinshu Univ.

Shūji KITAZAWA, Retsuya YAMAMURA
Laboratory of Soil Conservation Engineering, Fac. Agric., Shinshu Univ.

and Hiromichi HAYASHI
Shinshu University Forests

Summary

On the practice of forest road, we have a thing as objects to decrease the excavation and to prevent the forest site. And so we created the new forest road for experiment (length of 655m).

In the new forest road, we tried the practices as follows;

- (1) banking work
- (2) sheathing work of hurdle (made of brushwood, wire netting and synthetic resins netting)
- (3) sheathing work of use of vegetation
- (4) replanting work.

18×14=252



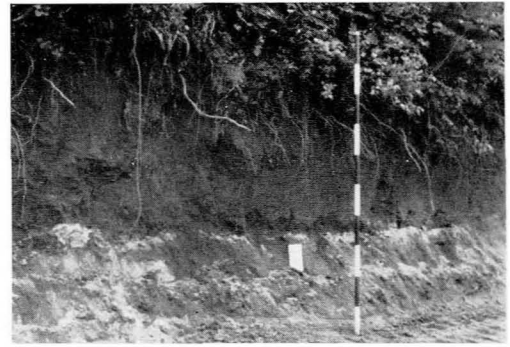
1 林道敷地刈払い後の状況



2 三段編柵工



3 開削後の状況



4 切り取り面の状況



5 盛土におけるネット埋設状況



6 盛土工の完成