

林道に関する研究 V

——切取・盛土量と編柵について (2)——

井上 裕・木平勇吉

信州大学農学部 森林利用学研究室

林 博 道

信州大学農学部 附属演習林

酒井信一・千野敦義

信州大学農学部 農業土木学研究室

はじめに

林業の生産基盤としての林道の必要性は、従来からよく説かれてきたことであり、近年においていよいよ強く主張され、また認識されるようになった。また、自然保護、資源維持のため、大面積皆伐や濫伐に批判が集められてきたので、小刻みな、ゆきとどいた施業が要求されるようになった。その点からも林道の必要性がさらに強調されねばならないであろう。しかし、一方では林道こそ自然破壊・森林環境破壊の元凶であるとの意見も多く出されている。我々も現に所々でそのような自然破壊の因となっている林道を見聞する。この「林道に関する研究」と銘うった一連の報告も身近に起った林道による自然破壊を目にしたの驚きと反省に端を発していることは既に「林道に関する研究Ⅰ」の冒頭に述べてあるとおりである。このような林道の利点と欠点に関しては、林道に要請されている機能がそれぞれの状況において多様であり、また林道のまき散らしている害も様々であるため林道一般を対象としてこれらの問題を考察すれば、問題をかえってぼかしてしまう恐れがあるといえよう。そこで、我々は林道の中でも施業林道を対象とし、この種の林道に要求される諸点にこたえ、しかも森林環境の破壊をできるだけ押えるような林道の開設工法をテーマとし、探究を続けてきた。その中で、森林環境破壊を押える手段として、編柵を用いて切取土を路面形成の一部に利用し、そのことによって切土量を少なくするとともに切取面の高さを低くする方法に着目するにいたった。それとともに、編柵工に見合った林道の設計方法を考案し、前回の報告(「林道に関する研究Ⅳ」)において示した。そこで、編柵を用いることの有効性と前回に提示した設計方法の得失を探るため、信州大学農学部附属手良沢山演習林に場所を設定し、前報の方法を用いて林道を設計して実際に開設を行なった。

本報においては、設計施工方法の特徴とそれにもとづく開設工事の概要を述べ、その結果の検討と問題点の考察を行なった。

I 対象地の概況

信州大学農学部附属手良沢山演習林の林道は、図1に見られるように、演習林管理棟を起

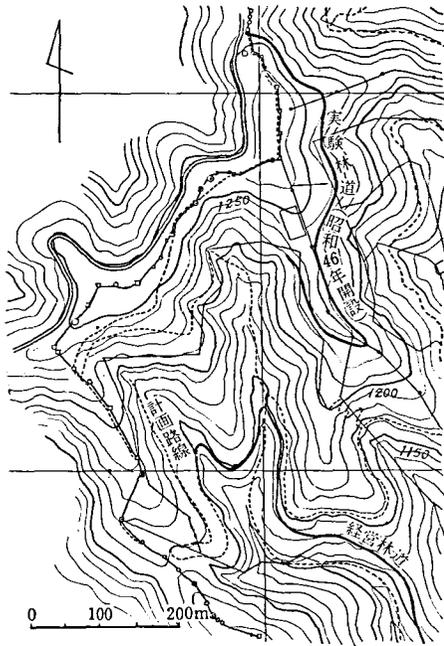


図1 対象地の地形

ある。ヒノキ・カラマツは人工植栽したものであり林令はそれぞれ48年である。アカマツはヒノキの植栽時点よりあとで、天然に混入してきたものである。アカマツとヒノキの混生した林分では、アカマツが上層をなし、ヒノキは被圧されて下層木となっている。

II 実験林道の設計施工について

今回我々が計画し開設した実験林道での実験は、設計方法に関するものと、施工法に関するものの二つがあった。

§ 1 設計面における試み

前報において、我々は編柵（S型編柵）を用いた場合の設計計算の方法を示した。その設計方法の詳細は前報に述べたところであるが、その骨子を示せば次のようなものである。

図3は、路線上的ある場所における横断面の図である。この図において B は道路の全有効幅員、 B_c は切土巾、 H_o は路肩編柵の高さ、 H は土留編柵（前報においては路肩編柵より谷側に設置される編柵の呼称を単に編柵としていた

点として中腹へ一本約 550mの経営・管理林道が走っており、もう一本、昭和46年度に開設された実験林道が6林班の尾根から南へ約 650m延びている。今回の実験林道は、この二本の林道と結ぶルートをとって計画された。手良沢山演習林の立地条件は「林道に関する研究II」に詳述してあるので、ここでは計画路線の周辺の地況、林況を簡単に述べる。

§ 2 地況および林況

対象地周辺の地形図は図1に見られるとおりである。計画した路線は破線で示してある。

ルート上の斜面勾配は、ほぼ 30° ~ 40° の間にあるが、C地点付近は 10° ~ 20° の緩い勾配となっている。

地質は全線にわたって風化の進んだ花崗岩であり沢筋には崖錐が見られる。

林相は図2に見られるとおりである。

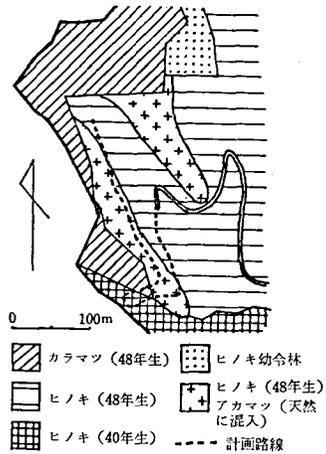


図2 対象地の林相図

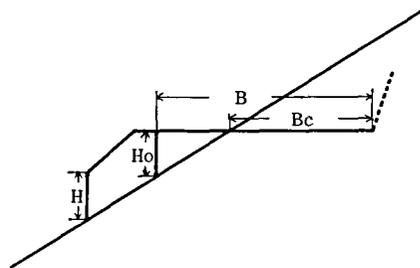


図3 横断面図

が、編柵一般と区別するため、その呼称を土留編柵と改める)の高さをそれぞれ示している。地山の勾配は α とする。

いま、トラクターが切土・盛土の作業を安全に行なうに必要な路巾を Bc' とする。そうすれば、 Bc' を切土巾とした場合の路肩編柵の高さ Ho は、次の式から求められる。

$$Ho = (B - Bc') \cdot \tan \alpha$$

この式は、切土巾を必要最小限にした場合の路肩編柵の高さを示すものである。ところが路肩編柵の高さに制限を設けたり、その他設計者が設ける様々な条件によって路肩編柵の高さが訂正を受けることがある。

訂正を受けた路肩編柵の高さを、やはり Ho とすれば切土巾 Bc は次の式によって求められる。

$$Bc = B - Ho \cot \alpha$$

路肩編柵の高さを 0.3, 0.45, 0.6, 0.9m の 4 つの値に制限するという条件を設けた場合の Bc の求め方は前報に詳しく述べた。

次に、路線全体の切土量と盛土量とのバランス、運土の距離等を考慮しながら土留編柵の位置と高さを決める。この場合、既製のネットを使用するのであれば、その巾に合わせてこの編柵の高さ H を一定にしてやれば、施工が簡単となり、設計計算もより単純化される。

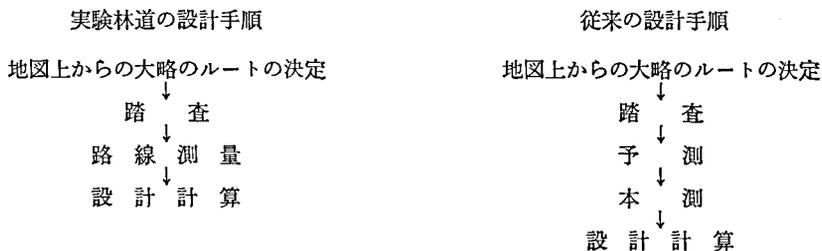
さて、この方法が従来から一般に行なわれている横断面の決定方法と根本的に異なる所は次の点である。すなわち、横断面の決定に際し、路面の位置を上下方向に移動させることを考えない、ということである。このことから以下の問題が派生してくる。

まず、路線の縦断方向に関しては、路線測量の際の各測点の位置がそのまま計画高になることになるので、測量を行なうとき測点をあらかじめ高低の修正を要しないように定めなければならない。つまり、測点の位置が縦断勾配の面から大きく制限されることになる。このことは当然、路線の平面上の線形も同様に大きな制約を受けることを意味する。

つぎに設計の手順を追いながら、従来の方法との相違を述べ、我々の方法の特徴を明らかにしよう。

実験林道の設計手順と従来の方法の手順とは表 1 に示してある。

表—1 設計の手順



まず、最初の 2 項目、すなわち「地図上からの大略のルート決定」と「踏査」の部分は共に通しており、そこに盛られるべき内容も全く同じである。

しかし、次の測量では、従来の手順では「予測」と「本測」の二段階があるのに対して、実験林道の方では一段階である。しかも、測量の果たすべき機能も異なっている。従来の方法

では、予測によって路線に沿った地形の大略を知り、それに基づいて平面線形を定め、本測においてその線形を現地に測設するとともに、カーブ・セッティングを行ない、また、縦横断の測量を行なって縦断勾配、横断面の設計や、土工量の算定の基礎となるデータを得るのである。これに対し、実験林道の方の測量は、平面上の線形とともに縦断勾配をも決定し、横断面の設計や、土工量の算定を行なうためのデータを取る役割が与えられている。つまり、測量の段階において、前者では平面の線形だけが定められているのに対し、後者ではそれに加えて縦断勾配も定められる、ということになる。そして、それによって当然、次の段階の設計計算のあり方も異なってくる。従来の方法では、次の設計の段階で切土量と盛土量の調整、土砂の運搬距離緩急勾配の配置等を考慮に入れながら縦断勾配と横断面の決定を行なった。これに対し、実験林道の場合は、縦断勾配が既に決まっているので、後は切土・盛土の量、および土砂の運搬を考慮しながら横断面を決定し、土工量の計算を行なうだけで良い。しかも、先にごく簡単に説明したように、図3における B_c , b_o , H_o はほぼ機械的に定まるので、この方法での設計計算は従来のものに比して相当に簡単になっている。

この後に排水施設やその他の工作物の設計が続くが、それはほぼ両者に共通していることであるので省略する。

さて、以上に従来設計方法と実験林道での方法との相違を述べた。この相違をもたらした本質的な点は、我々が車輛の走行性よりも、編柵を生かし切土量を少なくすることに重点を置いたことによる（路肩編柵の設置を条件として）。このことは、我々がこの設計方法の適用の対象として主に施業林道を念頭に置いていることを考慮すれば、さほど不当なものではないであろう。なぜなら、集配型の施業林道においては、車輛が速く走行できることよりも、必要な場所へ、必要な時期にできるだけ山を荒すことなく道を通せることの方が肝要であると考えられるからである。しかし、いくら走行性を軽視すると言っても車輛の通れない道であれば林道開設の目的に反するゆえ無視することは当然できない。そこで、その軽視の程度が問題となるわけであるが、我々は測量の時点で平面線形および縦断勾配に配慮すれば、走行性に関しては、さほど問題は起らないだろうというように考えたのである。このような考え方にに基づき設計がなされ、施工された。我々の設計方法の問題点については、第3章で触れることにする。

§ 2 施工面における試み

施工面における試みは、トラクター作業に関することと、編柵工に関することの二つがあげられる。

トラクター作業に関する試みは、小型のショベル・トラクターを用いたことである。使用したトラクターの諸元は、表2に示してある。

「林道に関する研究I」の中で、施工機械として中型でショベルタイプのものを用いるという方針を示した。その論拠として、トラクターの巾は小さいことが望ましいが、小型では掘削能力に難点があるということを記した。しかし、計画路線の周辺は風化の進んだ花崗岩の地帯であり、掘削条件が良いので、小型のトラクターを実験的に使用してみたのである。

編柵工においては、作業の工期を調査するとともに、土留ネットに合成樹脂製のもの（ネットロン）を使用してその取扱いの難易、土留の効果を調べることを主なねらいとした。

表-2 トラクタシヨベル諸元

形 式	ヤンマーY-16	接 地 長	1035mm
運転整備重量	1600kg	履 帯 幅	260mm
バケット容量	0.25m ³	接 地 圧	0.293kg/cm ²
最大けん引力	1420kg	バケット前傾角	45度
全 長	3113mm	堀 削 深 さ	130mm
全 巾	1220mm	登 坂 能 力	35度
バケット巾	1221mm		

III 設計施工の概要

§ 1 測 量

我々が計画した路線は、先に述べたように図1のA点とB点とを結ぶものであった。始点と終点が定まっておき、その距離も比較的短いため、大まかなルートはすぐに決められた。そこで、そのルートにそって路線測量を行なった。

前章に述べたように、路線測量によって平面線形と縦断勾配が決まるため、地形に気を配りながら縦断勾配をほぼ一定にとるようにして測量を行なった。

測量は通常の路線測量と同様に各測点間の方位角・傾斜角・斜距離および各測点ごとの横断勾配を測定するとともに、測点間においても測線上の地山の斜面勾配が目で見分る程度に変化している箇所について横断勾配を測定した。なお横断勾配の測定は、ポール横断によらず、クリノメーターを用いて平均勾配を求めた。

測量の結果は、図4に示すとおりである。この図からも分るようにNo.11からNo.13の間で縦断勾配が約20%の急な勾配となっているがこれはこの地点で折返しのカーブを取る関係からやむをえぬことであった。

§ 2 設 計

前章に述べたように、設計の段階でなすべき仕事は、横断面の決定と土工量の計算である。そこで、これらの項目の設計や計算を前報に述べた方法によって行なった。なお、横断面の決定は、各測点およびその中間において横断勾配を測定した地点について行なった。ただ、No.10からNo.14の折返しのカーブは、前述のように急な勾配の部分があるので、従来のように計画勾配を定め地山の縦断勾配を修正する手法をとった。

道路の規格および設計条件は、以下のごとくである。

道路全有効幅員 $B=2.6\text{m}$ (退避所は4.0m)

切土法面の勾配 鉛直

盛土法面の勾配 (安定角) 37°

路肩編柵の高さの上限 0.9m

土留編柵の高さ すべて0.6mに統一

なお、路肩編柵は上端まで土中に埋まるようにするという条件を設けた (杭頭は全て地上

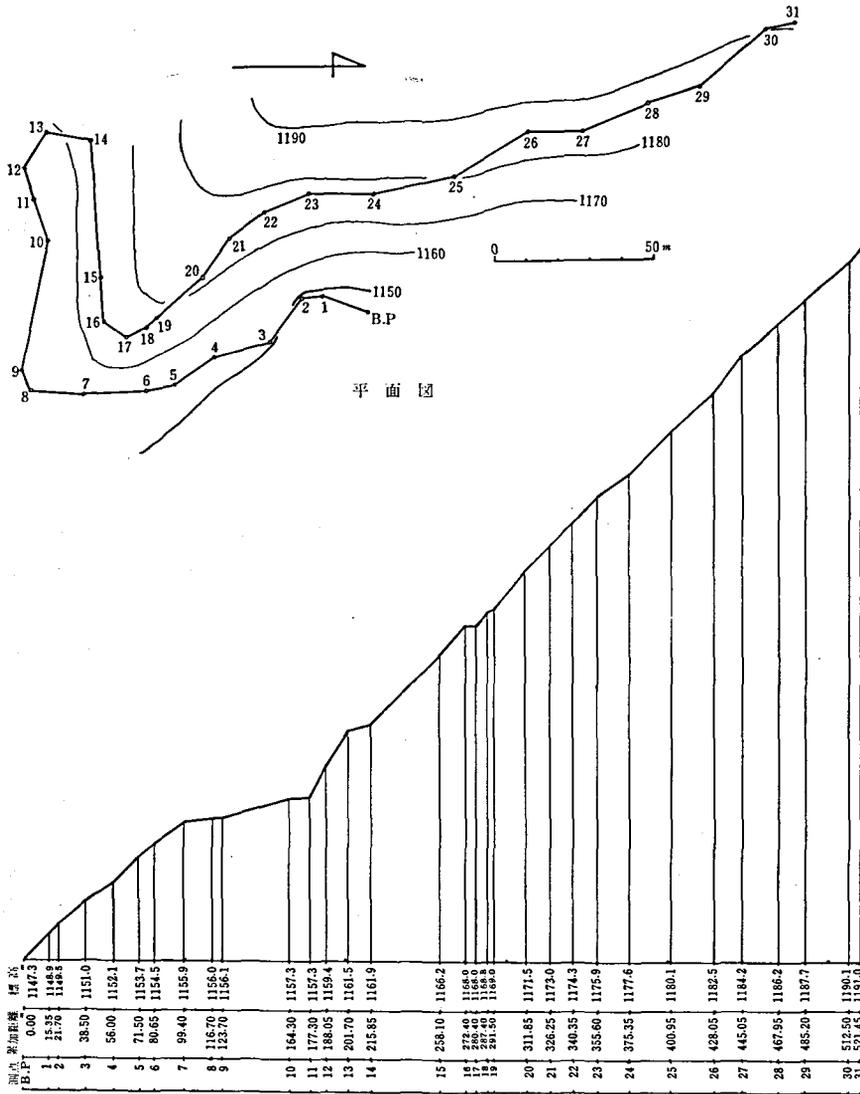


図4 路線測量図

5 cm出す)。

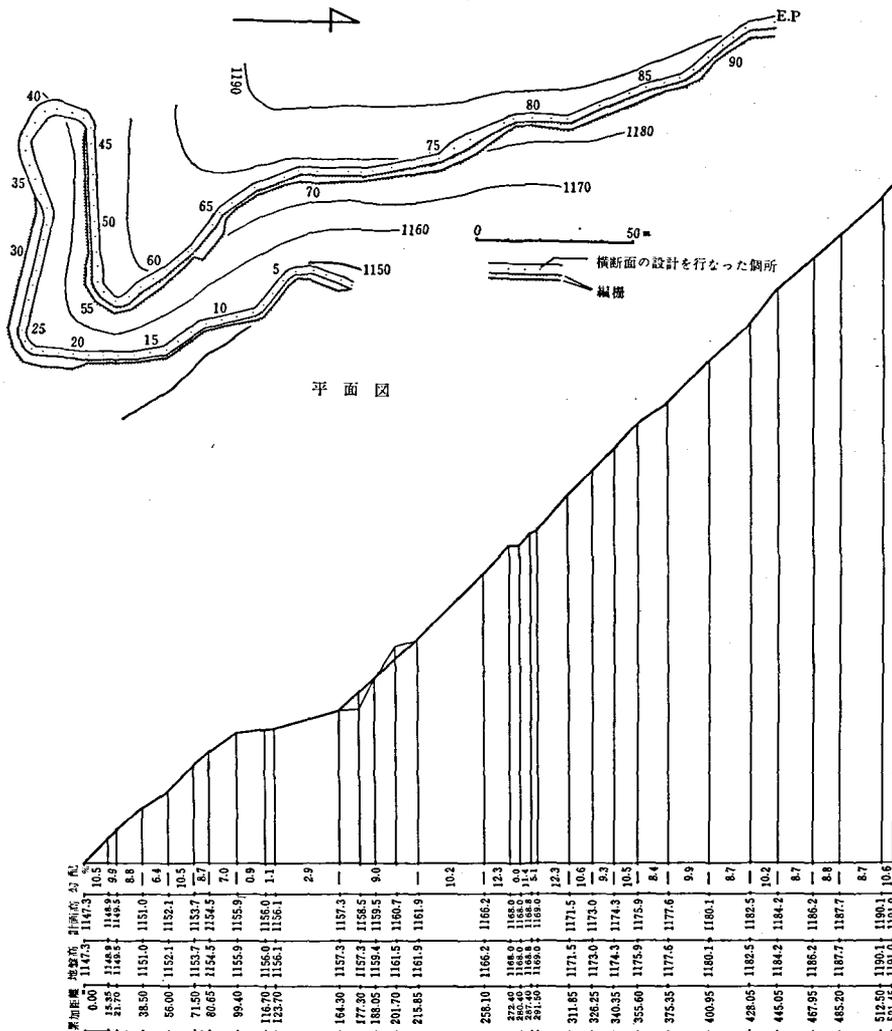
側溝は設けないことにした。

道路の全有効幅員2.6mは、いかにも狭いようであるが、走行速度をさほど気にしなければ充分使えるであろう、という予測に立って決めたものである。また、切土法面の勾配を鉛直としたのは、勾配をつけて切るよりも切土量が少なく、切土法面の高さも低くなり、道路敷も狭くなるからであるが、それとともに、鉛直に切った場合の切土面の崩落と安定の様子

も観察したためである。編柵の高さに関しては、高くするほど安定の点と抗の打込作業の点で難点が生じるため0.9m ぐらいが限度であろうと考えた。また、土留編柵の高さは、土留ネットとして使用することとした合成樹脂ネット(ネトロン)の巾が0.6m であったので、この長さに合わせて統一することとしたのである。なお、トラクターが安全作業を進めるに必要な切土部最小幅巾は1.5m とした。

先ほど問題にした折返しのカーブの箇所および退避所以外は、以上のような規格に基づいて設計を行なった。設計の平面図と縦断面図は図5に示してある。設計にあたっては区画を区切って三種類の少しずつ異なった条件を設けて互いに対比させてみた。

まず、図5のB.P.~No.20までとNo.43~No.62までとは、路肩編柵から土留編柵まで



の水平距離を1 m以上とするという条件を設けた。それはショベル・トラクターで切り取った土砂をこの二つの編柵の間に入れるには最小限それくらいの間隔が必要であろうということから設けた制限である。

次に、No. 20～No. 33は切土巾を2.6 m とすることにした。つまり盛土部を道路の幅員として利用しないということであり、この場合、編柵はただ土砂の流出を防ぐという目的にのみ用いられているということになる。これは、我々の当初の意図、すなわち切取土を路面形成に役立て、そのことによって切土量を出るだけ少なくしようという意図とするのであるが、他の箇所との比較の意味でこういう部分を設けることとした。そして No. 62 よりあとは、前報に述べた手法に忠実にのっとって設計を行なった。

これら三種類の条件の部分の部分を互いに比較してみると、一番目のものと三番目のものとではさほど無いが、二番目の条件の部分では道路によるつぶれ地が目立って大きくなっていることが分る。

なお、No. 24 および No. 55 付近のカーブの半径は8 m以下の小さなものであるが、これは施工の時点で修正することとした。

各点における横断面の設計は末尾の付表に示すとおりである。

§ 3 施 工

施工は1973年8月20日から同年9月12日まで、24日間にわたってなされた。このうち実際に作業が行なわれたのは17日間であった。

施工の手順は、設計したものを現地に移すための標識杭の設置、道路敷にあたる箇所の伐開、それから編柵工、トラクターによる切土と盛土の作業、路面の整地の順である。これらの作業のうち、伐開、編柵工、トラクター作業は互いに間隔をとって並行して行なわれた。以下、これらの作業について順を追って述べてゆこう。

1) 標識杭の設置

この作業は後に続く伐開、編柵工、トラクター作業を設計どおりに行なうためのものである。標識杭は、設計を行なった各横断面ごとに、図7に示すように3本打つことにした。図6の杭Aは切取法肩を示し、杭Bは路肩編柵の位置、杭Cは土留編柵の位置をそれぞれ示す。

杭は現地調達し、赤いスプレーをかけて目立つようにした。

2) 編柵工

編柵は、すでに述べたように路肩編柵と土留編柵の二段を設けた。編柵の構造は、図7(a)に示すごとくである。

杭は、伐倒木の細いものや梢端部をほぼ1.6 mに切って使った。杭の間隔は0.5 mとし、人力で打込んだ。ネットにはネットロンの巾0.6 mのものをを用いた。価格はm当り355円であった。ネットは釘で杭に打ちつけてとめた。

路肩編柵は高さが一定でないため、

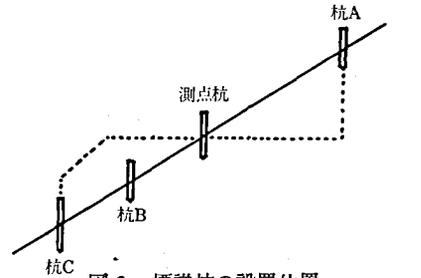


図6 標識杭の設置位置

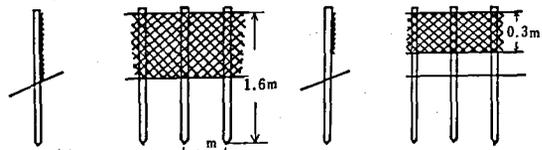


図7 編柵の構造

それぞれの位置で杭の高さに合わせてネットを切ったり、下を折り曲げたりしたが図5の21から図7(b)のように30cmの巾に切り、下の方を開けておすようにした。これは、ネットをいちいち杭の高さに合わせて切る手間を除くためと、ネットを二倍の長さに使えろということ、さらには、この下のすき間から土砂が抜けて下の土留編柵までの間にスムーズにたまるだろうということから試みたもので、始めは少しの区間試験的に行なってみたが工合良かったので、以後ずっと用いることとした。

編柵の総延長は910mであり、延人工数は52人工であった。なお、杭の打込みは、打込み始めが打つ位置も高く、杭もぐらぐら揺れやすいので労力と注意を要した。このため、苗木植付け用の穴掘機の羽根を切り取り、直径15cm程度の穴が掘れるようにして、これで予め杭を打込む穴を掘ってみることにした。その結果、打込みは非常に楽になったが、機械が重いこと、少し深く掘ると抜くのに大変な力を要した。

3) 土工

トラクターは、小型のショベル・タイプを用いることにしたことは既に述べたところである。土工は、岩盤の現れる所が全くなかったため、この小型のショベルで充分に行なえた。特に、小型で軽量のため、路肩編柵の内側に土を充填すれば路肩編柵と土留編柵の間に土砂を入れなくても盛上の部分を充分安全に通れること、幅員2.6mという狭い道巾でも方向転換ができることなど、小回りが利くため二、三箇所を除いてはほとんど編柵を傷めることなく相当にキメ細かな作業を行ないえた。特に、路肩編柵と土留編柵との間に土砂を投入する作業は、全般的に順調に行なわれた。ただし、伐根の処理は困難であった。対象地の概況で述べたように、道路のルートにあたる所には48年生のヒノキ、48年生のカラマツの人工林が存在し、尾根筋にはそれらより数年若い天然のアカマツが混入していた。これらの伐根は、直径30~40cm、またそれ以上のものもあって2トンのトラクターにしてみれば相当に大きなものであった。

特に、アカマツ、カラマツの伐根は、2トンのトラクターで処理するのはほぼ不可能であったため、6.7トンのトラクター(CT-35)を待機させその処理にあたらせた。その処理の方法としては、小型あるいは中型のトラクターで根の周囲を掘り、中型のトラクターで押し倒す方法、根の周囲を掘るだけでなく、主だった根をチェーン・ソーによってあらかじめ切っておいてから中型のトラクターで押し倒す方法、さらにはヒール・ブロックを用い、中型トラクターのウインチで引き抜く方法等を試みたが、これといった効果的な方法というものは見つからなかった。ともかく、伐根処理が今回のトラクター作業の中で最もネックとなった部分であった。

なお、支障木は、伐倒した地点で玉切りし図5のNo.19からNo.70までは中型のトラクターによってB.P.付近の土場へ集材し、No.70より先は人力の山落しによって直接B.P.付近の土場へ材を出した。

4) 設計の修正

施工の段階で修正を必要とした箇所は逐次修正を行なっていった。修正を行なった主な箇所は、図5のNo.4付近のカーブ、No.8付近のカーブ、No.24付近のカーブ、No.55付近のカーブの4箇所であった。

No.4のカーブの修正は、この部分が沢筋にあたり地盤が軟弱であったため土留編柵を補

強する意味で、図8(a)のように、土留編柵の下側にもう一段編柵を設けたというものである。No. 8, No. 24, No. 55のそれぞれのカーブの修正は、ともにカーブの半径を大きくするためのもので図8の(b), (c), (d)に示すごとく修正を行なった。

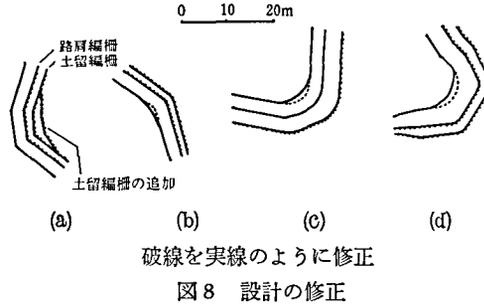


図8 設計の修正

5) 仕上げ作業

切土、盛土の作業、カーブの修正、および編柵の補強を行なった後は、路面の凸凹を直し、転圧機によって転圧を行なった。特に、盛土部は入念に転圧した。路肩編柵と土留編柵間の土砂は全線にわたって足で踏み固め、殊に路肩編柵のすぐ谷側の部分は充分に行なうようにした。

6) 開設施工に要した労務、経費

実験林道の開設施工のうち小型ショベルによる土工は土工業者が請負い、それ以外の作業は演習林職員および臨時職員、それに教官と学生が加わって行なった。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。作業内容別に集計した労務量を表3に示す。

表—3 作業内容別労務集計表

内 容	労務量 (人工数)
支障木の伐倒	31
〃 集材	19
編 柵 工	52
切土・盛土作業	27
計	129

実験林道の開設施工に費やされた費用を表4に示す。

表—4 支出経費一覧表

項 目	金 額
賃 金	$2,750円 \times 129延人工 = 354,750円$
材 料 費 (ネ ッ ト)	$355円 \times 780m = 276,900円$
機械堀削請負	$10,000円 \times 14.5日 = 145,000$
計	776,650

IV 結果の検討と問題点の考察

以下において、設計、施工の結果を検討し、問題点を抽出してその解決の方向を論ずる。

§ 1 結果の検討

我々は路肩編柵を用いることによって切土量を減らすとともに、切土法面の高さを低くすることを旨とした。切土量に関しては既に触れたので、ここでは切取法面について述べる。表5は、道路完成後にB.P.の地点から10m間隔に切土法面の高さを測定したものである。31までは、開設前に地山の勾配を測定していた箇所であるので、その値と全部切土部で全有効幅員をとった場合の切土法面の高さも並べて掲げてある。

これを見れば、路肩編柵を用いて切取土を路面の形成に役立てることが切土法高を低く押えることに有効であることが分かる。

表-5 切土法面の高さ

測定点	地山勾配(度)	切土高(m)	参考値(m)	測定点	地山勾配(度)	切土高(m)	参考値(m)
B.P.				26	31	0.9	1.9
1	36	1.6	2.0	27	18	1.4	1.5
2	36	1.8	2.1	28	29	1.6	1.9
3	38	1.3	2.1	29	30	1.2	1.5
4	36	2.2	2.5	30	35	1.4	2.0
5	36	1.2	2.0	31	36	1.9	2.0
6	36	1.2	1.9	32		1.6	
7	32	1.3	1.8	33		1.4	
8	32	1.4	1.6	34		1.9	
9	36	1.6	2.0	35		1.6	
10	34	1.9	1.9	36		1.2	
11	28	1.8	1.9	37		1.4	
12	20	1.5	1.4	38		1.3	
13	24	1.1	1.2	39		1.8	
14	24	0.8	1.2	40		2.3	
15	22	1.0	1.1	41		1.5	
16	18	1.2	0.8	42		1.4	
17	12	0.0	0.6	43		1.6	
18	0	0.0	0.0	44		1.7	
19	12	1.3	0.6	45		1.4	
20	12	0.9	0.6	46		1.6	
21	8	0.6	0.4	47		1.6	
22	21	1.0	1.0	48		1.4	
23	26	1.0	1.3	49		1.6	
24	30	1.1	1.5	50		1.4	
25	33	0.9	1.7	E.P.		1.9	

註) 10~15は全有効幅員=切土巾とした箇所

16~21は従来の手法で縦断勾配の修正を行なった箇所

- 40は退避場所(全有効幅員 4.0m)
- 参考値は測定点での全有効幅員(設計値とは多少異なる)を全部切土部で確保した場合の切土高

次に、設計方法に関しては、後に述べる問題点に留意すれば、充分使用に耐えるものと判断できた。

高さに制限を受けやすい編柵の使用を前提とすれば、横断面を緻密に決めてゆくこの方法の方が従来の設計方法よりも有効であると考えられる。

土留ネットとし使用したネトロンネットは、軽量で扱いやすく、しかも鉋で簡単に切れるので好適な材料であった。

小型トラクターについては、先に述べたように、伐根処理を除いては問題が無かった。特に、路肩編柵内および路肩編柵と土留編柵の間への土砂の投入は、非常に順調であった。

§ 2 問題点の考察

設計、施工の問題点を以下に、段階を追って述べる。

1) 測量の段階

測量の段階での問題は、測点の選び方の難しさにある。つまり、平面線形と縦断勾配がこの測量により決められてしまうため、測点の選び方には相当な配慮が必要となる。しかも、地形やルートのとり方から、いかに測点に配慮しても平面線形と縦断勾配とを、共に満足のゆくように測点を選ぶことができない場所がある。

今回施工した路線においては、図5におけるNo. 8付近のカーブ、No. 13付近のカーブNo. 17付近のカーブの三箇所であった。

このジレンマは、測量の段階だけでは解決できないので、次の設計段階の課題として持ち越されることとなる。

2) 設計の段階

測量の段階から持ち越された問題を解決するには二つの道が考えられる。しかし、それには、測量が平面線形か縦断勾配かのいずれかに重点を置いてなされなければならない。まず、測量が平面線形を重視して行なわれた場合、設計の時点で縦断勾配を修正することにより解決することができる。これはNo. 12付近のカーブで試みたところである。つまり、測点の位置をそのまま計画高とするという我々の方法をこの場合は捨てて、適当な縦断勾配を設計し、それに基づいて各測点での計画高を求め、それから横断面を設計するという方法である。もう一つの方法は、勾配を重視して測量がなされた場合で、この場合は平面図をもとにして適当な半径で曲線を入れ、平面線形の修正を行ない、それから各測点における切土巾を求め、それをもとに横断面の設計を行なうという方法である。この方法は、尾根回りのカーブにも谷回りのカーブにも適用できるが、谷回りの場合には、編柵を用いるという我々の施工方針から少し複雑な問題が生じてくる。

たとえば、図9のような地形に図の実線のようなルートを選んだとする。このルートを半径10mのカーブで破線のように修正すれば、この部分の路肩編柵の高さは2mを越すようなものとなる。それを嫌って一点鎖線のように修正すれば、切土法面の高さが高くなってしまふ。このような場合、この中間に適当な修正のルートを定めることになるであろうが、それにしても、路肩編柵の高さが相当に高くなることは覚悟しなければならない。

編柵は高くなるほど打込むのが困難となり、しかも安定も悪くなるため、高くなることは出来るだけ避けるべきであるが、不可避の場合は、図10のようなアンカーを設け補強してやるのが考えられる。さらにそのような箇所では土留編柵を二段にするか、コンクリートの擁壁を設けるのもよい。

3) 施工の段階

施工段階での問題点は、編柵段階での問題点と掘削段階でのそれとに分けられる。

編柵工の問題点としては、まず人工数がかかりすぎる点が挙げられる。この編柵工の中で最も人工数のかかる作業は、言うまでもなく杭打作業である。1.5m程度の杭を60cmぐらいまで50cm間隔で打込んでゆくのは相当な重労働であった。この問題の解決策としては、杭打機を開発することが考えられるがまだ道路の開設されていない斜面での杭打ちであるので効果的な機械の導入はかなり困難である。ただ、あらかじめ穴掘機によって穴を掘っておいてやれば打込みはかなり楽になる。我々の使用した穴掘機は、重量が重いうえに穴を掘った後、抜き上げるのに大変な力を要するという欠点があったが、シャフトが逆回転できるように改良すれば充分使用できるものと思われる。

ともかく、杭打作業に関しては、今のところ有効な手段がなく、施工段階の一つの大きなネックとなっている。

次に、本来は、測量と設計の問題点なのであるが、編柵工の段階で初めて明るみに出てきた問題がある。図11(a)のような地形において、A、Bを測点、a、bをその間で横断勾配を測定した点とする。A、B間の縦断面図は、図11(b)の実線のような線形をとる。この場合、横断面の設計は、これらA、a、b、Bの各点について行なうこととなるが、地盤高をそのまま計画高とする我々の方法においては道路の縦断勾配は図10(b)においてA、a、b、Bを破線で結んだような線形を示す。このことは図4のNo.23とNo.24の間、

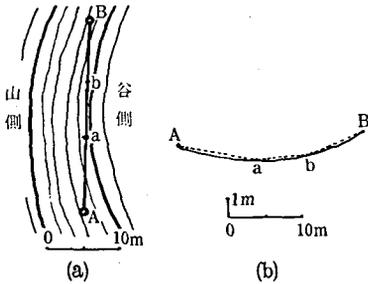


図11 測点間のたるみの図

No.25とNo.26との間に特に顕著に現われた。このように、縦断の線形に大きなたるみが出来ることは、走行性の観点から避けねばならないことである。このように大きなたるみの生じるのを防ぐには、測点の間隔を短くしてやればよい。土工の問題点は、何と言っても伐根処理であり、今回の掘削作業で目立った問題点はこれのみであった。この問題の解決策としては、これといったキメ手が無く、小型ブルを使用する限り、当分はこの問題に手こずりそうである。総じて、杭打ちと伐根処理は、施工段階での二つの大きな問題点であると言える。

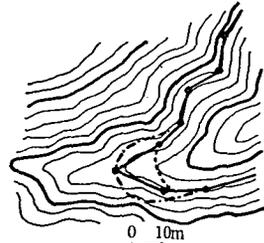


図9 沢筋における曲線の設定

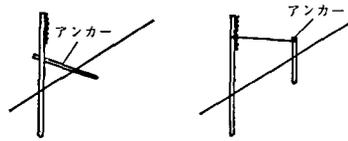


図10 編柵の補強

ま と め

今後の林道の開設をふり返ってその要点を以下にまとめる。

1) 設計について

今度試みた設計方法は、部分的に（主にカーブの部分）修正を加えるだけで実用に供しうると考えられる。しかし、その反面、測量の段階で、測点の選び方にはかなりの注意を要する。

2) 施工について

- 編柵工は杭打ちに時間と労力を要する。
- ネットのネットは軽量で細工がしやすいので編柵の材料に好適である。ただし、少し高価なところが難点である。
- 土工は今度開設したような地質の状況であれば、2トン程度のトラクターでも充分に使用しうる。
- 伐根の処理は小型のトラクターを使用するかぎり困難な作業であるため独自の工夫が必要である。

参 考 文 献

- 1) 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——林道のあり方についての討議—— 信州大学農学部演習林報告，第9号 1972
- 2) 木村和弘・千野敦義・酒井信一・木平勇吉・北沢秋司・山村烈也・林博道：林道に関する研究Ⅱ——実験林道の設計と施工—— 信州大学農学部演習林報告 第9号 1972
- 3) 木村和弘・千野敦義・酒井信一：林道に関する研究Ⅲ——盛土工法に関する研究——（第1報） 信州大学農学部演習林報告 第9号 1972
- 4) 酒井信一・千野敦義・木村和弘・木平勇吉・井上裕・山村烈也・林博道：林道に関する研究Ⅳ——切取・盛土量と編柵について(1)—— 信州大学農学部演習林報告，第10号 1973.

(1974.6.30 受理)

付 表

設 計 表

1	断面 No	B.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	延長距離(m)	0.00	5.00	10.00	5.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00	60.00	65.00	70.00	75.00
3	区間距離(m)		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
4	地盤角 α(度)	0	38	36	38	36	36	38	36	36	36	36	34	36	32	32	32
5	全有効幅員B(m)	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
6	切土巾Bc(m)		1.90	1.69	1.90	1.72	1.72	1.88	1.72	1.72	1.74	1.74	1.60	1.74	1.60	1.60	1.60
7	路肩幅寄せの高さ(m)		0.55	0.66	0.55	0.64	0.64	0.56	0.64	0.64	0.63	0.63	0.67	0.63	0.62	0.62	0.62
8	幅員より路肩幅寄せまでの斜距離(m)		0.89	1.12	0.89	1.09	1.09	0.91	1.09	1.09	1.06	1.06	1.20	1.06	1.18	1.18	1.18
9	幅員より土留幅寄せまでの斜距離(m)		3.42	3.59	3.42	2.94	2.94	2.81	2.94	2.94	2.30	2.30	2.41	2.30	2.35	2.35	2.35
10	切土断面積A(m ²)	0.00	1.41	1.04	1.41	1.08	1.08	1.38	1.08	1.08	1.10	1.10	0.86	1.10	0.80	0.80	0.80
11	区間切土量ΔA(m ²)		3.53	6.13	6.13	6.23	5.40	6.15	6.15	5.40	5.45	5.50	4.90	4.90	4.75	4.00	4.00
12	累加切土量ΣA(m ²)	0.00	3.53	9.66	15.79	22.02	27.42	33.57	39.72	45.12	50.57	56.07	60.97	65.87	70.62	74.62	78.62
13	盛土断面積A(m ²)	0.00	1.34	1.56	1.34	1.21	1.21	1.08	1.21	1.21	0.88	0.88	0.97	0.88	0.87	0.87	0.87
14	区間盛土量ΔA(m ²)		3.35	7.25	7.25	6.38	6.05	5.73	5.73	6.05	5.23	4.40	4.63	4.63	4.38	4.35	4.35
15	累加盛土量ΣA(m ²)	0.00	3.35	10.60	17.85	24.23	30.28	36.01	41.74	47.79	53.02	57.42	62.05	66.68	71.06	75.41	79.76
16	ΣA - ΣAc	0.00	-0.18	0.94	2.06	2.21	2.86	2.44	2.02	2.67	2.45	1.35	1.08	0.81	0.44	0.79	1.14

1	(15)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
2		80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00	115.00	120.00	125.00	130.00	135.00	140.00	145.00	150.00	155.00	160.00	165.00
3		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
4		32	34	36	36	34	32	28	20	24	24	24	24	22	22	22	22	18	18
5		2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
6		1.60	1.60	1.74	1.74	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
7		0.62	0.67	0.63	0.63														
8		1.18	1.20	1.06	1.06														
9		2.35	2.41	2.30	2.30	4.22	14.12	3.98	3.72	3.19	3.30	3.30	3.30	3.30	3.23	3.23	3.23	3.16	3.16
10		0.80	0.80	0.86	1.10	1.10	2.29	2.12	1.79	1.24	1.24	1.51	1.51	1.51	1.37	1.37	1.37	1.11	1.11
11		4.00	4.15	4.90	5.50	8.48	11.03	9.78	7.58	6.20	6.88	7.55	7.55	7.55	7.20	6.85	6.85	6.20	5.55
12		82.62	86.77	91.67	97.17	105.65	116.68	126.46	134.44	140.24	147.12	157.67	162.22	169.77	176.97	183.82	190.67	196.87	
13		0.87	0.87	0.97	0.88	0.88	2.07	2.16	2.21	1.61	1.30	1.39	1.39	1.39	1.36	1.36	1.36	1.24	1.24
14		4.35	4.60	4.63	4.40	7.38	10.58	10.93	9.55	7.28	6.73	6.95	6.95	6.95	6.88	6.80	6.80	6.50	6.20
15		84.11	88.71	93.34	97.74	105.12	115.70	126.63	136.18	143.46	149.19	156.14	163.09	170.04	176.92	183.72	190.52	197.02	203.22
16		1.49	1.94	1.67	0.57	-0.53	-0.98	0.17	2.14	3.22	2.07	1.47	0.87	0.27	-0.05	-0.10	-0.15	0.15	

1	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
2	220.00	225.00	230.00	235.00	240.00	245.00	250.00	255.00	260.00	265.00	270.00	275.00	280.00	285.00	290.00	295.00	300.00	305.00	310.00
3		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
4	2.1	27	26	31	30	31	33	29	31	29	29	29	31	30	31	32	35	34	36
5	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	2.60	2.60	2.60
6	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	3.14	2.40	1.67	1.60	1.74
7	0.34	0.46	0.44	0.54	0.52	0.54	0.59	0.50	0.54	0.66	0.72	0.43	0.66	0.72	0.39	0.75	0.65	0.67	0.63
8	0.96	1.01	1.00	1.05	1.04	1.05	1.07	1.03	1.05	1.38	1.40	1.28	1.38	1.40	0.60	1.41	1.13	1.20	1.06
9	2.04	2.13	2.11	2.21	2.19	2.21	2.26	2.17	2.21	3.66	3.72	3.40	3.66	3.72	3.86	2.24	2.96	3.01	2.30
10	0.56	0.74	0.71	0.87	0.84	0.87	0.94	0.80	0.87	1.60	0.94	1.04	1.60	1.73	2.84	1.79	0.98	0.86	1.10
11		3.25	3.63	3.95	4.28	4.28	4.53	4.35	4.18	6.18	6.35	4.95	6.60	8.33	11.43	11.58	6.93	4.60	4.90
12	0.00	3.25	6.88	10.83	15.11	19.39	23.92	28.27	32.45	38.63	44.98	49.93	55.53	64.86	76.29	87.87	94.80	99.40	104.30
13	0.67	0.78	0.77	0.84	0.83	0.84	0.86	0.82	0.84	1.63	1.63	1.42	1.60	1.63	1.32	1.63	1.29	1.35	0.88
14		3.63	3.88	4.03	4.18	4.18	4.25	4.20	4.15	6.10	8.08	7.63	7.55	8.08	7.38	7.38	7.30	6.60	5.58
15	0.00	3.63	7.51	11.54	15.72	19.90	24.15	28.35	32.50	38.60	46.68	54.31	62.86	70.94	78.32	85.70	93.00	99.60	105.18
16	0.00	0.38	0.63	0.71	0.61	0.51	0.23	0.08	0.05	-0.03	1.70	4.38	6.33	6.08	2.03	-2.17	-1.80	0.20	0.88

1	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
2	311.85	321.85	326.25	331.25	340.35	350.35	355.60	361.60	371.60	375.35	379.35	385.35	400.95	406.95	412.95	424.95	428.05	434.05	440.05
3		10.00	4.40	5.00	9.10	10.00	5.25	6.00	10.00	3.75	4.00	6.00	15.60	6.00	6.00	12.00	3.10	6.00	6.00
4	34	30	40	42	38	40	38	34	38	40	34	32	36	34	32	36	32	40	36
5	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	3.10	3.10	2.60	2.60	2.60	2.60
6	1.71	1.56	2.06	2.10	2.02	2.06	2.02	1.71	2.02	2.06	1.71	1.64	1.77	3.27	3.16	1.77	1.64	2.06	1.77
7	0.60	0.60	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.60	0.45	0.45	0.60	0.60	0.60	0.90	0.90	0.60	0.60	0.45	0.60
8	1.07	1.20	0.70	0.67	0.73	0.70	0.73	1.07	0.73	0.70	1.07	1.13	1.02	1.61	1.70	1.02	1.13	0.70	1.02
9	5.85	4.98	2.60	1.90	2.44	2.60	3.58	4.11	3.11	2.60	2.80	3.04	4.43	5.01	4.71	3.30	2.41	2.33	2.92
10	0.99	0.69	1.78	1.94	1.59	1.78	1.59	0.99	1.59	1.78	0.99	0.83	1.13	3.64	3.10	1.13	0.83	1.78	1.13
11		8.40	5.68	9.30	16.24	16.85	9.10	7.74	12.90	6.40	5.54	5.46	15.29	14.31	20.22	25.38	3.14	7.83	8.73
12	0.00	8.40	14.08	23.38	39.62	56.47	65.57	73.31	86.21	92.61	98.15	103.61	118.90	133.21	153.43	178.81	181.95	189.78	198.51
13	3.20	3.00	0.90	0.60	0.90	0.90	1.40	2.00	1.20	0.90	1.20	1.40	2.00	2.60	2.60	1.40	1.00	0.80	1.20
14		31.00	8.97	3.75	6.90	9.00	6.21	10.20	16.00	3.99	4.20	7.80	26.52	13.80	15.60	24.00	3.84	5.40	6.00
15	0.00	31.00	39.97	43.72	50.62	59.62	65.83	76.03	92.03	96.02	100.22	108.02	134.54	148.34	163.94	187.94	191.78	197.18	203.18
16	0.00	22.60	25.89	20.34	11.00	3.15	0.26	2.72	5.82	3.41	2.07	4.41	15.64	15.13	10.51	9.13	9.83	7.40	4.67

1	(81)	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93						
2		445.05	457.05	467.95	473.95	479.95	485.20	491.20	497.20	503.20	507.20	512.50	521.45						
3		5.00	12.00	10.90	6.00	6.00	5.25	6.00	6.00	6.00	4.00	5.30	8.95						
4		34	38	38	34	40	38	36	40	38	36	32	28						
5		2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	3.10	3.60						
6		1.71	2.02	2.02	1.71	2.06	2.02	1.77	2.06	2.02	1.77	1.66	1.91						
7		0.60	0.45	0.45	0.60	0.45	0.45	0.60	0.45	0.45	0.60	0.90	0.90						
8		1.07	0.73	0.73	1.07	0.70	0.73	1.02	0.70	0.73	1.02	1.70	1.92						
9		3.47	3.58	3.58	3.14	2.60	3.11	4.43	2.60	3.11	3.68	4.45	5.05						
10	1.13	0.99	1.59	1.59	0.99	1.78	1.59	1.13	1.78	1.59	1.13	0.85	0.97						
11		5.30	15.48	17.49	7.74	8.31	9.10	8.16	8.73	10.11	5.44	5.35	8.19						
12		203.81	219.29	236.78	244.52	252.83	261.93	270.09	278.82	288.93	294.37	299.72	307.91						
13	1.20	1.60	1.40	1.40	1.40	0.90	1.20	2.00	0.90	1.20	1.60	2.40	3.20						
14		7.00	18.00	15.40	8.40	6.90	5.67	9.60	8.70	6.30	5.60	10.80	25.20						
15		210.18	228.18	243.58	251.98	258.88	264.55	274.15	282.85	289.15	294.75	305.55	330.75						
16		6.37	8.89	6.80	7.46	6.05	2.62	4.06	4.03	0.22	0.38	5.83	22.84						

註) • No.20~No.33は路肩編柵なし

• No.76~No.77は退避所

Summary

Studies on the Forest Road V

— On the relations between the volume of cutting and banking soil, in using wicker works (2) —

HIROSHI INOUE, YUKICHI KONOHIRA

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

HIROMICHI HAYASHI

Shinshu University Forests

SHINICHI SAKAI, ATSUYOSHI CHINO

Laboratory of Agricultural Engineering, Fac. Agric., Shinshu Univ.

We built a forest road for examination of various attempts as follows;

- (1) new method of design
- (2) using a 2 Tons-tractor for building-operations of forest road
- (3) wicker work.

In result, many aspects, involving merits and demerits, about our attempts came to light.

- (1) The new method of design is useful for forest road equipped with wickers.
- (2) The small tipe tractor is favourable to the forst road building in recent condition : narrow width of road, good condition for cutting, and with wicker work.