

## 米野々演習林林道の自力開設について

江崎次夫<sup>\*</sup>・伏見知道<sup>\*\*</sup>・渡部 桂<sup>\*\*\*</sup>

## はじめに

近時、林道を、搬出を主とした短期間使用を前提としたものでなく、林業経営のあらゆる面に、随時有効に使用し得る半恒久的施設として、高密度に開設していこうとする考えが<sup>1)</sup>、かなり実行に移されてきている。その場合、開設単価の低減が必要であったが、その解決方法の1つは規格と工法の改善で、その2は請負業者にまかせず、自力により開設しようとした事である。

大学演習林および地方自治体では、このような自力直営による林道開設がかなり行なわれている。<sup>2) 3) 4)</sup> そのほとんどは、地形に沿った曲線路を主とし、地形が緩かで地質も比較的軟質な所を選び、中型ないし大型ドーザーショベルによる施工であって、著者らの知る範囲内では、ほとんど爆薬は併用していないようである。伐開、集材および集積をしながら、1日約200mを開設している大学演習林もある。<sup>3)</sup>

本学米野々演習林の場合、地形は急峻、地質は花崗岩であり、表層50～100cm以下は準硬岩および硬岩である。請負業者は15～20tのドーザーショベルと若干の爆薬(ダイナマイト)を併用して、開設工事を行っている。

米野々演習林には、小型ドーザーショベル(3.5t)しかないが、これを、昭和47年春までは、主として既設林道の改修および補修に使用してきた。ところが、演習林経営上、桧皮田林道の延長が必要になったので、昭和47年6月から10月までの5か月間に、演習林業務に支障をきたさない範囲内で、演習林職員の自力により、小型ドーザーショベルに爆薬を併用しながら、延長開設工事を実施した。そこで、このような花崗岩地帯の準硬岩および硬岩の地区に対して、小型ドーザーショベルに爆薬(ダイナマイト)を併用して林道を開設した場合の作業工程および小型ドーザーショベルの利用性について若干の考察を試みた。

また、演習林職員による自力施工と本学演習林林道開設における請負施工例とその得失についても若干の比較を試みた。

本稿を草するにあたり、土木工用機械類の購入にご尽力くださった元演習林長山畑一善教授および同中島武教授、自力開設施工に非常な熱意を示された当時の演習林長猪瀬理教授、開設工事にご協力を頂いた渡部芳夫助手、爆薬購入にご協力をいただいた本田良知事務官および実際の現場で直接工事にあたられた尾上肇、山本正男、村上汎司の各技官に対して心からお礼申し上げる。

## 開設地の概要

場所は本学米野々演習林1林班ち、へおよびり小班内で、その大部分はスギ造林地であるが、一部に広葉樹林が所在している。標高は約650m～730mで、沢沿いの傾斜20°～40°の南向き斜面であり、基岩は黒雲母花崗岩であ

≡ Tsugio EZAKI, Tomomichi FUSHIMI and Katsura WATANABE: On the Opening of the Forest Road the Staff's own Effort in the Ehime University Forest (Komenono, Matsuyama City)

\* 附属演習林 助手

\*\* 森林工学講座 助教授

\*\*\* 附属演習林 講師

る。年平均気温は 12.3℃、年降水量は 2,000 mm 内外である。最低気温は 2 月中旬で -10℃ 前後、最高気温は 8 月上旬で 30℃ 前後である。開設地の位置は図-1 に示す。

## 工 事 概 要

### (1) 規 格

林道は幅員 3.60 m で、素掘りの側溝（深さ 20 cm、幅 30 cm）を設け、路面に横断勾配をつける。盛土のり勾配は 1 割、切取りの勾配は 3 分とした。なお、平面図は図-2、縦断面図は図-3、横断面図は図-4 に示す。

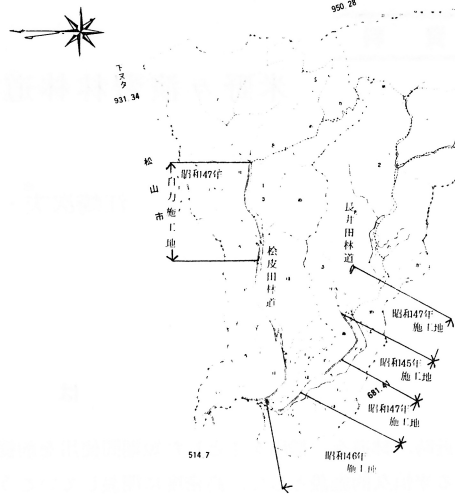


図-1 位置図

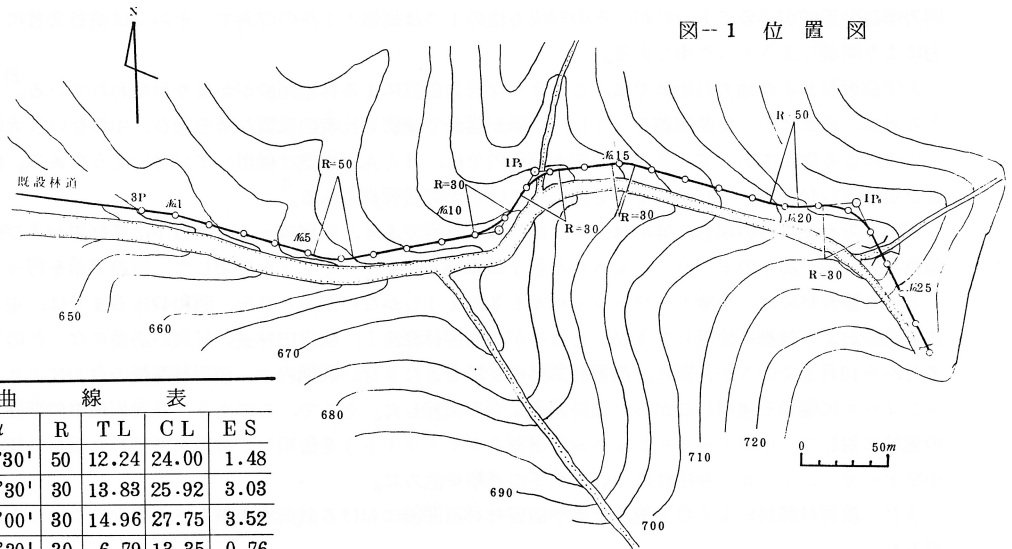


図-2 平面図

| 曲 線 表 |          |    |       |       |      |
|-------|----------|----|-------|-------|------|
| IP    | $\alpha$ | R  | TL    | CL    | ES   |
| 1     | 27°30'   | 50 | 12.24 | 24.00 | 1.48 |
| 2     | 49°30'   | 30 | 13.83 | 25.92 | 3.03 |
| 3     | 53°00'   | 30 | 14.96 | 27.75 | 3.52 |
| 4     | 25°30'   | 30 | 6.79  | 13.35 | 0.76 |
| 5     | 19°00'   | 50 | 8.37  | 16.58 | 0.70 |
| 6     | 66°30'   | 30 | 19.67 | 34.82 | 5.87 |

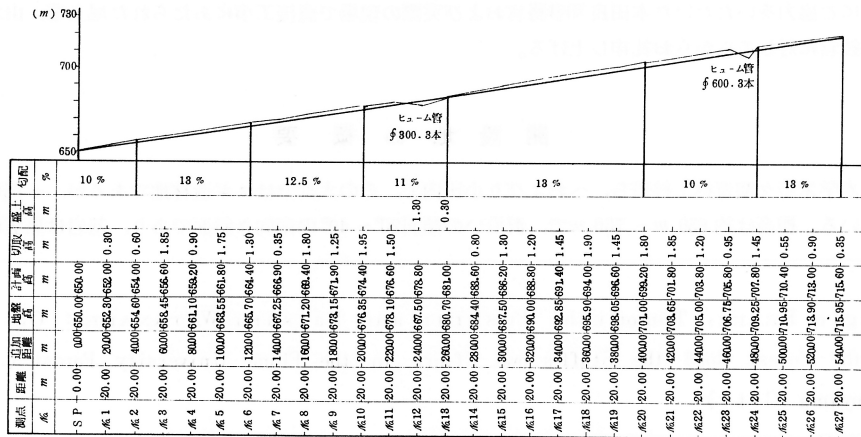
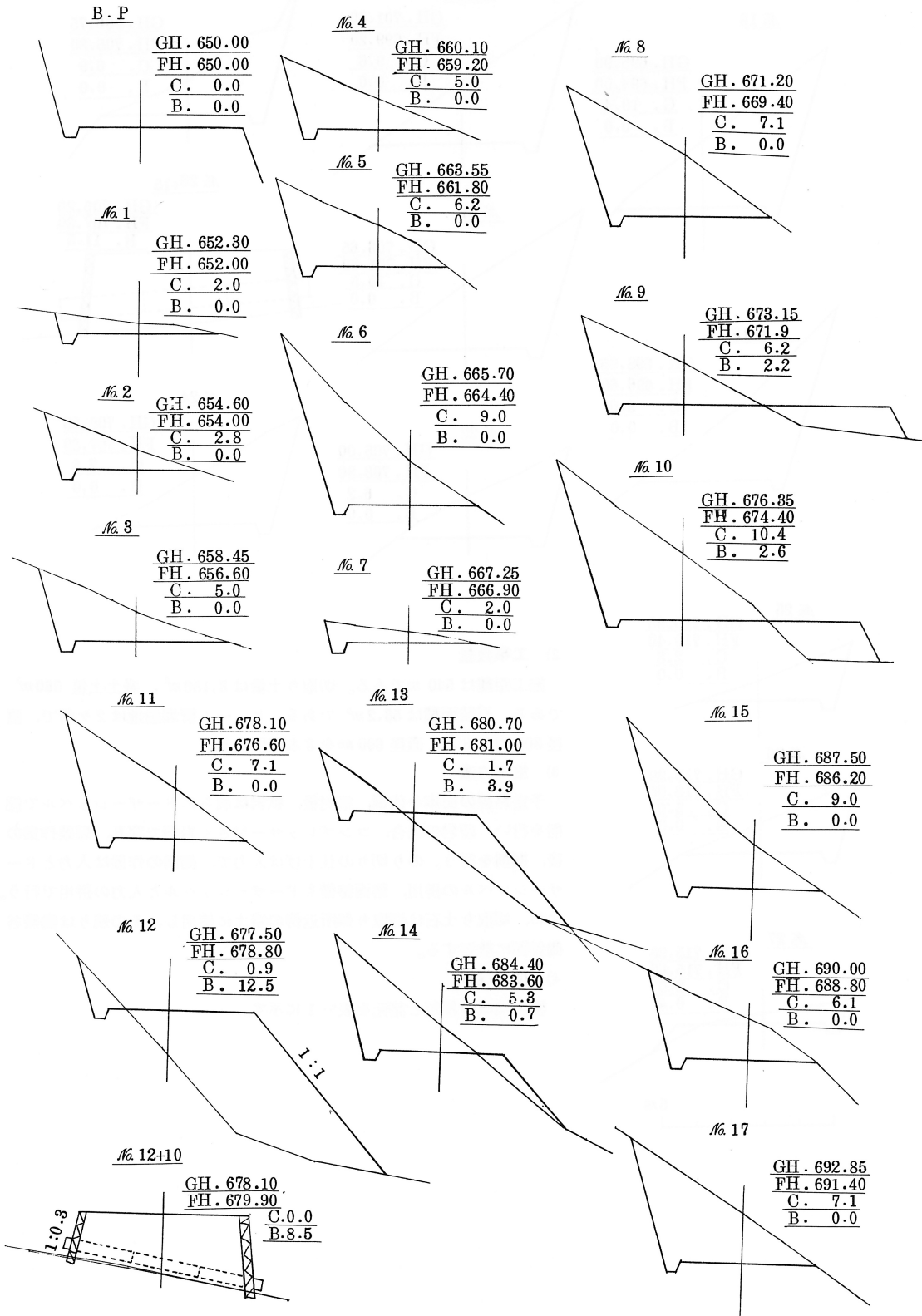
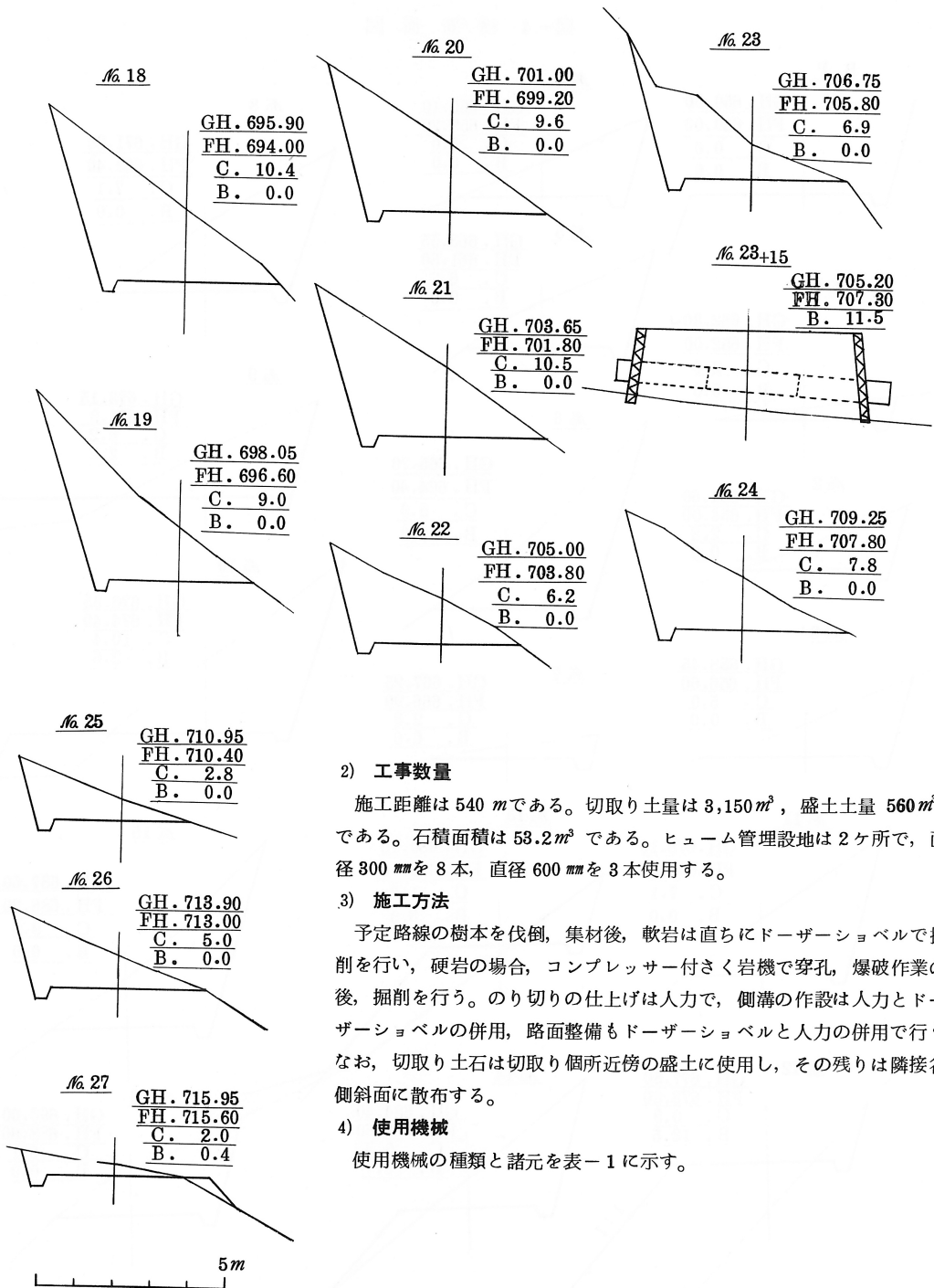


図-3 縦断面図

图-4 横断面图





2) 工事数量

施工距離は 540 m である。切取り土量は 3,150 m<sup>3</sup>、盛土土量 560 m<sup>3</sup> である。石積面積は 53.2 m<sup>2</sup> である。ヒューム管理設地は 2ヶ所で、直径 300 mm を 8 本、直径 600 mm を 3 本使用する。

3) 施工方法

予定路線の樹本を伐倒、集材後、軟岩は直ちにドーザーショベルで掘削を行い、硬岩の場合、コンプレッサー付き岩機で穿孔、爆破作業の後、掘削を行う。のり切りの仕上げは人力で、側溝の作設は人力とドーザーショベルの併用、路面整備もドーザーショベルと人力の併用で行う。なお、切取り土石は切取り箇所近傍の盛土に使用し、その残りは隣接谷側斜面に散布する。

4) 使用機械

使用機械の種類と諸元を表-1 に示す。

表-1 使用機械の種類および諸元

| ドーザーショベル |                    | コンプレッサー |                       | ミキサー     |                     |
|----------|--------------------|---------|-----------------------|----------|---------------------|
| 形式       | 小松 D20S-2          | 形式      | 北越 AMR70-11           | 形式       | 北川 KA-2             |
| 運転整備重量   | 3,520 kg           | 運転整備重量  | 700 kg                | 混合量      | 0.06 m <sup>3</sup> |
| バケット容量   | 0.4 m <sup>3</sup> | 吐出空気量   | 2 m <sup>3</sup> /min | 所要動力     | 0.75kW・1HP          |
| 最大積載荷重   | 720 kg             | 吐出圧力    | 7 kg/cm <sup>2</sup>  | ドラム回転数   | 27 r.p.m            |
| 最大けん引力   | 3,210 kg           | 回転数     | 2,600 r.p.m           | ドラム(径×幅) | 650×570 mm          |
| 登坂能力     | 30°                | 総排気量    | 1,302 cc              | 投入口径     | 450 mm              |

| さく岩機                           |                         | ピックハンマー                          |                         | 備考 |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|----|
| 形式                             | トヨー TY-62               | 形式                               | トヨー CA7A                |    |
| 全重量                            | 13kg                    | 全重量                              | 7.5 kg                  |    |
| 全長                             | 495mm                   | 全長                               | 460 mm                  |    |
| シリンダー径                         | 62mm                    | シリンダー径                           | 35 mm                   |    |
| ピストンストローク                      | 37mm                    | ピストンストローク                        | 120 mm                  |    |
| 圧気消費量(圧力5kg/cm <sup>2</sup> 時) | 1.9 m <sup>3</sup> /min | 圧気消費量(圧力4.2kg/cm <sup>2</sup> 時) | 0.9 m <sup>3</sup> /min |    |

5) 施工結果

(1) 施工日数および延べ人員数

各月の施工日数および延べ人員数を表-2に示す。施工は通常の演習林業務に支障をきたさない範囲内で行った。6月は梅雨時であるので、施工日数および延べ人員数は一番少なかった。

表-2 稼働業績

| 項目<br>月 | 施工日数<br>(日) | 延べ人員数<br>(人) | ドーザーショベル |          | コンプレッサー<br>稼働日数(日) |
|---------|-------------|--------------|----------|----------|--------------------|
|         |             |              | 稼働日数(日)  | 稼働時間(時間) |                    |
| 6       | 5           | 10           | 4        | 12.1     | 1                  |
| 7       | 9           | 26           | 9        | 34.2     | 4                  |
| 8       | 8           | 20           | 7        | 20.8     | 4                  |
| 9       | 10          | 28           | 5        | 17.8     | 5                  |
| 10      | 9           | 22           | 8        | 26.5     | 5                  |
| 計       | 41          | 106          | 33       | 111.4    | 19                 |

(2) ドーザーショベル稼働日数および時間

各月のドーザーショベル稼働日数および時間を表-2に示す。1日の稼働時間は平均3.4時間であり、この5か月間に消費した軽油は550ℓ、オイルは37ℓであった。

(3) コンプレッサー稼働日数

各月のコンプレッサー稼働日数を表-2に示す。1日の稼働時間は平均4時間であり、この5か月間に消費した軽油は324ℓである。

(4) 爆薬および雷管使用量

各月に使用した爆薬および雷管の量を表-3に示す。ダイナマイトは平均して、2mの孔に5本、1.5mに4本、1mに3本、0.6mに2本、0.3mに1本の割合で使用した。穿孔数は2mが187本、1.5mが70本、1mが172

表-3 爆薬および雷管使用量

| 月  | 爆薬<br>(3号桐ダイナマイト)<br>kg | 薬<br>(本) | 雷管<br>(6号電気雷管)<br>個 |
|----|-------------------------|----------|---------------------|
| 6  | 10                      | (100)    | 30                  |
| 7  | 33                      | (330)    | 115                 |
| 8  | 49                      | (490)    | 218                 |
| 9  | 45                      | (450)    | 353                 |
| 10 | 47.5                    | (475)    | 132                 |
| 計  | 184.5                   | (1,845)  | 485                 |

表-4 人件費

| 月  | 項目 | 延べ人数<br>人 | 日当<br>円 | 計<br>円  |
|----|----|-----------|---------|---------|
| 6  |    | 10        | 3,000   | 30,000  |
| 7  |    | 26        | 3,000   | 78,000  |
| 8  |    | 20        | 3,000   | 60,000  |
| 9  |    | 28        | 3,000   | 84,000  |
| 10 |    | 22        | 3,000   | 66,000  |
| 計  |    | 106       |         | 318,000 |

本、0.6 mが50本、0.3 mが6本、合計485本であった。0.6 mおよび0.3 mの孔は、主として側溝の溝掘りに使用したものである。爆薬総量は1,845本(184.5 kg)であった。

なお、1カ月当りダイナマイト使用量は50kg以下、1日当りの使用量は25kg以下とした。使用は有資格職員により、火薬類取締法を厳守して行われた。

表-5 購入資材一覧表

## (5) 施工に要した経費

(i) 人件費：各月の人件費を表-4に示す。すべて演習林の職員(4名)が施工したので、直接支出はなかったが、請負施工と比較検討するため、一般の林道工事作業員の賃金によって、計算を行った。

(ii) 資材費：購入一覧を表-5に示す。林道開設に要した資材はすべて購入した。その大部分は爆破作業用のダイナマイト、電気雷管およびヒューム管は2か所の集水路および排水溝設置に使用したものである。

(iii) 機械償却費および機械整備修理費：1日当りの機械償却費および機械整備修理費を表-6に示す。使用機

| 項目                    |                 | 数量     | 単価<br>円 | 金額<br>円(%)   |
|-----------------------|-----------------|--------|---------|--------------|
| 爆<br>破<br>関<br>係<br>費 | ダイナマイト          | 1,845本 | 80      | 147,600      |
|                       | 雷管              | 485個   | 58      | 28,130       |
|                       | アンコ袋            | 2,000枚 | 1       | 2,000        |
|                       | 発破器             | 1個     | 18,200  | 18,200       |
|                       | 発破母線            | 1巻     | 5,500   | 5,500        |
|                       | 発破母線用リール        | 1巻     | 6,500   | 6,500        |
|                       | リード線            | 1巻     | 1,600   | 1,600        |
|                       | 無双メシダ           | 5個     | 75      | 375          |
|                       | カービット(ゲージ法26mm) | 2個     | 1,640   | 3,280        |
|                       | カービット(ゲージ法28mm) | 2個     | 1,850   | 3,700        |
| 計                     |                 |        |         | 216,885(70)  |
| 土<br>木<br>費           | ヒューム管(φ600mm)   | 3本     | 7,500   | 22,500       |
|                       | 接手              | 2本     | 830     | 1,660        |
|                       | ヒューム管(φ300mm)   | 8本     | 2,220   | 17,760       |
|                       | 接手              | 4本     | 245     | 980          |
|                       | セメント            | 20袋    | 350     | 7,000        |
| 計                     |                 |        |         | 49,900(16)   |
| 燃<br>料<br>費           | 軽油              | 874ℓ   | 32      | 27,968       |
|                       | オイル             | 37ℓ    | 350     | 12,950       |
|                       | 混合油             | 38ℓ    | 58      | 2,204        |
| 計                     |                 |        |         | 43,122(14)   |
| 合                     | 計               |        |         | 309,907(100) |

械のすべてについて、償却費および整備修理費を計算した。計算には次式<sup>5)</sup>を使用した。

表-6 機械償却費および整備修理費(1日当り)

| 種類 | 項目       | 償却費<br>円 | 整備・修理費<br>円 | 計<br>円 | 備<br>考    |
|----|----------|----------|-------------|--------|-----------|
|    | ドーザーショベル | 1,980    | 1,630       | 3,630  | 1日当り4時間使用 |
|    | コンプレッサー  | 720      | 560         | 1,290  | 〃         |
|    | さく岩機     | 107      | 89          | 196    | 〃         |
|    | ピックハンマー  | 61       | 51          | 224    | 1日当り2時間使用 |
|    | ミキサー     | 22       | 19          | 41     | 〃         |

※ 1日当りの使用時間で1時間以下は、すべて切り上げた。

- ① 1日当りの機械償却費=機械購入価格×0.9× $\frac{1日当りの標準運転時間}{耐用時間}$
- ② 1日当りの機械整備修理費=機械購入価格×0.75× $\frac{1日当りの標準運転時間}{耐用時間}$

(Ⅳ) 総経費：自力林道開設工事に要した総経費を表-7に示す。爆破関係費、機械償却費関係および人件費の合計が総経費の87.5%を占め、燃料費および一般土木費は僅かである。なお、その他は農学部から演習林までの旅費および公用車使用料である。

表-7 総 経 費

| 項 目       | 経費・割合 | 経 費 円   | 全体に占める割合 % |
|-----------|-------|---------|------------|
| 爆 破 関 係 費 |       | 216,885 | 21.7       |
| 機 械 償 却 費 |       |         |            |
| および整備修理費  |       | 339,806 | 34.0       |
| 人 件 費     |       | 318,000 | 31.8       |
| 土 木 費     |       | 49,900  | 5.0        |
| 燃 料 費     |       | 48,122  | 4.3        |
| そ の 他     |       | 31,500  | 3.2        |
| 合 計       |       | 999,218 | 100.0      |

## 考 察

### 1) 小型ドーザーショベルの利用率について

小型ドーザーショベルを岩石地帯の林道開設に利用した場合、作業能率が低下し、たとえ、併用する爆薬量をある程度増加したとしても、開設はなかなか困難ではないかと考えていた。しかし、実際に施工した結果はかなり異なっていた。本学習林の場合、表層100cm~150cm以下は基岩の花崗岩であるが、表層部は小型ドーザーショベルで充分掘削が可能であった。また、準硬岩および硬岩でも掘削する位置、方向および角度によっては、容易に掘削できる部分があった。この場合は、小型ドーザーショベルのバケット容量および馬力が、中型ないし大型に比べ劣るので、作業能率は低いけれども、充分作業を行うことができた。小型ドーザーショベルで掘削できない準硬岩および硬岩の場合でも、中型ないし大型ドーザーショベル作業の場合に比べ、岩石が細かく破砕されるように爆薬使用量を一層増大しさえすれば、小型ドーザーショベルで充分掘削、運搬および転圧が可能であった。中型ないし大型ドーザーショベルを使用すれば、爆薬を使用しなくても充分掘削できるが、小型ドーザーショベルでは掘削が困難な場合には、爆破作業実施後、掘削することになり、作業能率は低下し、施工日数はやや長くなる。しかし、後述するように自力開設によれば経費の面では、中型又は大型機械を使用する請負工事よりも非常に安い工事費で施工できている。

次に、小型機であるため、中型ないし大型機の施工にありがちな林地を余分に削ることがなく、傾斜地での小回りもきき、運転視野も広いので、本学演習林のような急傾斜地では、むしろ中型ないし大型機に比べ、使い安い一面も有しているのではないかという印象をうけた。

木村<sup>(7)</sup>らは作業能率には、ドーザーショベルの運転技術が大きな影響をおよぼす、と報告しているが、著者らもまったく同感である。自力で開設工事を施工する場合、運転技術の習得が非常に重要と考えられるが、本学演習林の場合、ドーザーショベル購入後、4年目に、自力開設工事を実施しており、それまでに林道の補修工事や改修工事にたびたび利用していたので、運転技術の面では問題がなかったと考えられる。むしろ、運転技術を完全に習得できていたので、小型ドーザーショベルによる林道開設が自力で施工できたと言っても過言ではないであろう。

今回施工した切り取り土量の約1.5倍に相当する同質の花崗岩の切り取りを、中型のブルドーザーに爆薬併用で実施すれば、約25日間で施工可能であるとの報告<sup>9)</sup>がある。この例ではブルドーザーの総稼働時間は169.6時間であり、1日の平均稼働時間は約6.8時間であった。これに対し、著者らの施工日数は41日間であったが、演習林業務に支障をきたさない範囲内で工事を施工しており、ドーザーショベルの稼働日数33日間のうち、総稼働時間は111.4時間で、1日の平均稼働時間は3.4時間になり、前例<sup>9)</sup>の2分の1である。したがって、工事を集中して施工すれば、たとえ小型ドーザーショベルでも、かなりの日数を短縮できると思われる。すなわち、同一稼働時間に対する作業工程を単純に比例計算してみると、 $41 \div 2 \times 1.5 \div 25 = 1.24$  となり、本例の小型ドーザーショベル施工工程では、前例<sup>9)</sup>の1.24倍の日数をかければ同量施工が可能ということになる。

今後、運転技術を完全に習得していれば、小型ドーザーショベルだけでも爆薬を併用することによって、準硬岩および硬岩地帯での林道開設工事は、中・大型機械によるより、やや工程が低下するが、充分可能であると考えられる。特に、急傾斜地における工事の場合、小型ドーザーショベルを使用すると、林道敷を越えて林地を余分に削

ることがなく、山地保全の立場からも利用効果は大であろう。

## 2) 自力施工と請負施工との比較

著者らは昭和47年に自力で椴皮田林道を延長開設した。同時に本大学施設課所管による請負施工で昭和46年に開設されていた長井田林道の延長開設工事が開始され、毎年継続実施し、昭和49年に至っている。椴皮田および長井田地区はともに、地形が非常に似かよっており、基岩も黒雲母花崗岩でまったく同一である。著者らはかねて、これら請負工事の施工費がかなり高いのではないかと考えていたけれども、数字的に実態を把握することができなかった。そこで、今回の自力施工結果の調査に際し、演習林林道の請負施工結果と簡単な比較を試みたわけである。

### (1) 仕上げ状況およびその他

林道の仕上げ状況に目立った差は認められなかった。のり切りおよびヒューム管理設工事では、自力施工の方がむしろ丁寧に行われ、仕上りもきれいであった路面整備は、請負施工の方が中型ないし大型ドーザーショベルで行うためか、若干まさっているように見うけられた。その他、切りすぎあるいは捨土による林地および河川の必要以上の損壊がない点では、当然ながら自力施工の方がまさる。

### (2) 経 費

自力施工と請負施工とは、工事の仕上りに大きな差は認められず、問題になるのは所要経費であると考えられる。そこで、長井田林道の昭和46年～49年まで4年間の請負施工による開設費と、椴皮田林道の昭和47年の自力による開設費とを比較してみよ。その結果を切取り土量1 $m^3$ 当りの必要経費として、表-8に示す。

表-8 切取り土量1 $m^3$ 当りの必要経費

| 工事・年 | 項目    | 距 離<br>$m$ | 経 費<br>万円 | 切取り土量<br>$m^3$ | 盛土土量<br>$m^3$ | 切取り土量1 $m^3$ 当りの経費円 |                     |
|------|-------|------------|-----------|----------------|---------------|---------------------|---------------------|
|      |       |            |           |                |               | 計算上の切取り土量<br>$m^3$  | 切取り土量1 $m^3$ 当りの経費円 |
| 請負施工 | 昭和46年 | 170        | 284       | 2,885.5        | 11.0          | 2,886.0             | 1,190               |
|      | 47    | 240        | 527       | 2,988.0        | 965.0         | 3,035.0             | 1,736               |
|      | 48    | 215        | 550       | 2,960.5        | 90.0          | 3,008.0             | 1,828               |
|      | 49    | 260        | 550       | 2,766.5        | 1,100.0       | 2,815.0             | 1,954               |
| 自力施工 | 46    | 540        | 100       | 3,150.0        | 560.0         | 3,454.0             | 290                 |

備考 経費の1万円以下は、すべて切り上げた。

昭和48年および昭和49年に盛土および石積みがあるが、それらはそれぞれの年の愛媛県積算単価表<sup>6)</sup>を参考に算出した金額から逆算し、すべて切取り土量に換算した。以後、すべて切取り土量に換算した数値を使用した。

今回の調査結果によると、切取り土量1 $m^3$ 当りの必要経費は自力施工の場合、290円となり、請負施工の場合(1,736円)の約17%で施工されたことになる。もちろん、中型ないし大型ドーザーショベルを使用した場合、機械償却費や燃料費等が小型ドーザーショベルの場合と異なってくるので、単純に比較するのはやや問題があるが、自力施工の経費と請負施工の経費の間に著しい差が生じた理由について、次に一応検討してみた。

施工費には工事の難易度が影響する。そこで、最も影響すると考えられる各年の切取りのり面長を表-9に示す。



表-9 切取りのり面長

| 工事・年    | 項目    | 最 高   | 最 低  | 平 均  |
|---------|-------|-------|------|------|
|         |       | m     | m    | m    |
| 請負<br>工 | 昭和46年 | 12.80 | 2.20 | 7.10 |
|         | 47    | 12.50 | 1.80 | 6.00 |
|         | 48    | 12.00 | 3.90 | 5.40 |
|         | 49    | 8.00  | 1.80 | 5.10 |
| 自力施工    | 47    | 12.00 | 1.00 | 4.00 |

昭和47年の請負工事ののり面長のうち最高は12.50 m、最低は1.80 mであり、平均6.00 m、自力工事のそれはそれぞれ12.00 m、1.00 m、4.00 mであり、大差はない。むしろ、自力施工の場合、小型ドーザーショベルを使用した関係上、仕事の能率は悪くなり、ドーザーショベルの稼働日数および総稼働時間数は増大しているはずである。

また、著者らの自力施工の場合、利潤を計算に組み入れていないが、仮に今回施工費の50%を利潤として計算すると、総経費は150万円となる。これは切取り土量1 $m^3$ 当り484円であって、これでもなお請負施工の切取り土量1 $m^3$ 当りの約25%にしかならない。高橋<sup>9)</sup>によると直営施工は労務の管理、雇用が困難ではあるが、直接工事費は軽減でき、請負施工費の41.5%で施工できたと報告している。中型ないし大型ドーザーショベルを導入すれば、爆破関係費および人件費が減少し、施工日数を短縮できるが、機械償却費および単位時間当り燃料費は増大する。その結果が総経費にどのように表われてくるのか興味深いだが、現時点では資料不足でなんとも言えない。それでもなお本学演習林の請負施工における請負金額が明らかに高いように思われる。

## お わ り に

林道開設における小型ドーザーショベルの利用性および職員による自力施工と請負施工について2、3の比較検討を試みた。その結果、小型ドーザーショベルでも爆薬をやや多めに併用すれば、充分準硬岩および硬岩地帯での林道開設が可能であることがわかった。自力施工と請負施工とでは仕上りに大差はないが、所要経費は、自力施工では請負施工の約28%にすぎず、その差が著しかった。この結果、請負については、業者の選択・入札方法等、再考の余地があることを示唆していると思われた。

引き続き、自力で林道開設を計画なので、再度小型ドーザーショベルに爆薬を併用して施工し、資料を収集するとともに、機会があれば中型ないし大型ドーザーショベルを使用して比較施工してみたい。

## 文 献

- 1) 青木信三ほか：高密度林道網による営林方式に関する調査研究報告書・昭和44年
- 2), 3), 4) 江崎次夫：未発表資料

- 5) 林業教育研究会編：伐出作業 23～24, 農林出版, 1971
- 6) 愛媛県農林水産部：昭和47・48年積算単価表
- 7) 木村和弘ほか：林道に関する研究Ⅱ, 信州大学農学部演習林報告 . 9, 39～69, 1972
- 8) 近藤孟衛：第4回林道研究発表論文集, 林道研究会 . 98～100, 1970
- 9) 高橋 泰：第1回林道研究発表論文集, 林道研究会 . 11～15, 1966

( 1975年8月26日受理 )