

## 2.7 林道機械施工の地質区分に関する研究

### 1. 試験担当者

作業第二研究室：福田 光正

### 2. 試験目的

機械施工を前提とした林道設計および施工において、切取土工の地質区分も、従来の人力作業をもとにした、主として工事経験からの岩石分類表は、抽象的な表現で定性的に区分されており、地方、地質、判定者の個人差により見方が異なり、時に、それが紛争の因となっているので十分でなく、ここに、近代科学に基づいた合理的、かつ、具体的な判定方法により、機械作業を考慮した定性的で定量的な岩質の程度と作業の難易による岩石分類を土木の実用範囲において行ない、更に、これを誰もが簡単に、間違いなく、一致した見方の出来る客観性のあるものとするよう努める。

### 3. 昭和41年度の試験計画

林道設計および施工の対象となる岩質の程度を把握する目的で、弾性波式地質調査法（電気式とともに土木目的に適している）を採用し、携帯用弾性波測定器を使用して、林道施工後、風化等比較的進んでいない典型的な切取法面の小規模で部分的な測定を行なう。

また、測定結果をとりまとめる一方、関係法面とその付近における土、岩石層識別写真を撮影し、他に資料があればそれも整理して総合解釈の参考とする。

### 4. 昭和41年度の試験経過と結果

#### （1）試験経過

5カ年計画の初年度に当る昭和41年度は、試験計画のとおり、岩質の程度による分類を行なうため、予備試験（自4.1.5.17至4.1.5.18出の小路：柄洞）と本試験第1回（自4.1.6.17下佐谷：北の俣：鼠ヶ瀬；薄田；小黒川；兵衛谷；樺谷；七宗；柄洞；澄川），本試験第2回（自4.1.10.17至4.1.10.21出の小路：黒井沢）を名古屋営林局管内に林道25カ所（岐阜、愛知県下）で実施した。

この現地調査は1カ所当たり調査者約7名で、弾性波測定器サイズモカウンタ（測機合製弾性波速度時間計）を用い、DH法（ハンマーマイクロスイッチ対受信計）、DP法（受信計対受信計）によったが、起震は大部分、ハンマー、一部ハンマー値検定のためヒルティ新打機DX-500型（空包とネジ付鉄を含む）を利用した。

調査場所の選定に当っては、出来るかぎり名古屋営林局事業部土木課独自で行なっているシエミットハンマーを主体とした岩質区分調査個所により、測定結果の地質的解釈に関連をもたらせるよう努力した。

なお、この調査には、特に、檍村土木課長、土田課長補佐、石神設計指導官はじめ平野技官、高藤技官、中島技官のご協力を承った。

#### （2）試験結果

##### ① 岐阜県恵那郡出の小路（付知営林署管内）出の小路No.1（石英斑岩）

出の小路林道の昭和40年度新設部分にあり、岩盤の節理は柱状に50cm角程度の角礫或いはそれ以上の岩塊となり、破碎形は塊状である。また、細かい不規則な割目が著しく発達して岩質必ずしも均一ではなく、風化に弱い長石部分が褐色に粘土化している。

石英斑岩は、細粒の石英長石が粒状組織をなした完結質（珪長岩組織）で新鮮な岩肌の弾性波速度は2.4～3.3km/secとみられ、供試体による室内試験では5.0km/sec内外の値を示している。

しかし、今回の野外試験結果によれば、測定対象とした切取法表面の速度は、岩盤を劣化させている節理に沿った風化等のためか法面内部速度3.6km/secに比して極めて低く、法面に面し横方向1.5m範囲で0.18～0.50km/sec、縦方向7m範囲で0.47～0.77km/secの値をえた。

##### ② 岐阜県恵那郡出の小路（付知営林署管内）出の小路No.2（石英斑岩）

昭和40年度新設部分にあり、岩盤の節理は①と同様である。しかし、①のように細かい割目がはいっていない。測定法面の内部速度は2.68km/sec。表面速度は、横方向2.0m範囲で0.36～0.43km/sec、縦方向6m範囲で1.25～1.29km/secであった。

##### ③ 岐阜県恵那郡出の小路（付知営林署管内）出の小路No.3（石英斑岩）

昭和59年度新設部分にあり、岩盤の節理は①と同様で、割目の程度は①と②のおおむね中間である。測定法面の内部速度は2.0km/sec。表面速度は横方向1.5m範囲で0.57～0.64km/sec、縦方向6m範囲で0.63～0.95km/secであった。

##### ④ 岐阜県恵那山（中津川営林署管内）黒井沢（花崗岩）

石英、長石、雲母の粒状組織よりなる基岩が風化をうけ、長石は陶土化して結晶間の結合がゆるみ、雲母は吸水膨脹して、不規則な塊状をなす多くの比較的に硬い部分の間に真砂土が入りこんでいる。節理、割目も大目である。

花崗岩組成の新鮮な岩肌の弾性波速度は $3.0 \sim 4.0 \text{ km/sec}$ とみられ供試体による室内試験では $5.5 \sim 6.5 \text{ km/sec}$ の値を示している。しかし、対象法面の速度はそれよりはるかに低く、法面の内部速度は $1.5 \text{ km/sec}$ 。表面速度は横方向 $4.0 \text{ m}$ 範囲で $0.43 \sim 0.53 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $5 \text{ m}$ 範囲で $0.59 \sim 0.65 \text{ km/sec}$ であった。

#### ⑤ 岐阜県吉城郡長倉(神岡営林署管内)下佐谷No1 (花崗閃綠岩)

節理、割目があり、風化して石英は変らぬかカリ長石は、微粒物質に変わっている。

花崗閃綠岩は花崗岩と閃綠岩の中間成分で、その新鮮な岩肌の弾性波速度は $3.5 \sim 4.5 \text{ km/sec}$ とみられ、供試体による室内試験では $6.0 \text{ km/sec}$ までの値を示している。しかし対象法面の速度は、それよりはるかに低く、法面の表面速度は横方向 $1.0 \text{ m}$ 範囲で $0.45 \sim 0.71 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $4 \text{ m}$ 範囲で $1.0 \sim 1.1 \text{ km/sec}$ であった。また、縦方向のシュミットハンマー値は $4.8 \sim 6.3$ である。

#### ⑥ 岐阜県吉城郡長倉(神岡営林署管内)下佐谷No2 (石英斑岩)

①、②、③と異り岩盤の節理割目はあるが大目で風化は、あまり進んでいない。新鮮な岩肌の弾性波速度は $2.4 \sim 3.3 \text{ km/sec}$ とみられ、供試体による室内試験では $5.0 \text{ km/sec}$ 内外の値を示している。対象法面の表面速度は横方向 $1.0 \text{ m}$ 範囲で $0.54 \sim 0.86 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $5 \text{ m}$ 範囲で $3.0 \sim 3.3 \text{ km/sec}$ であった。法面内部速度は縦方向の表面速度と同じ、また、縦方向のシュミットハンマー値は $5.5 \sim 6.5$ である。

#### ⑦ 岐阜県吉城郡金木戸(神岡営林署管内)北の俣 (角閃石英斑岩)

細かい節理や割目が多く発達し、それに沿って風化作用が進み、岩塊全体が弱いものとなっている。

角閃石英斑岩の新鮮な岩肌の弾性波速度は $3.1 \sim 5.2 \text{ km/sec}$ とみられ、供試体による室内試験では $6.5 \text{ km/sec}$ までの値を示している。対象法面の表面速度は横方向 $7 \text{ m}$ 範囲で $0.98 \sim 1.5 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $4 \text{ m}$ 範囲で $0.69 \sim 3.16 \text{ km/sec}$ であった。法面内部速度は $3.16 \text{ km/sec}$ 程度と思われる。岩盤全体として示す性質は、風化作用の進行度、節理等のような分離面の存在により大きな影響を受けるので、岩塊の土本地質的な特徴を知るには基礎岩石の示す特徴のみでは十分でない。この意味で、構成する岩塊の硬さを対象にシュミットハンマーを適用することは或る程度有効であり、縦方向におけるその値は $5.4 \sim 5.8$ で

ある。

#### ⑧ 岐阜県吉城郡立平(神岡営林署管内)風削No1 (石英安山岩)

風化し褐色のものと軟質の火山碎屑岩類とが互層している。石英安山岩は石英を比較的多く含んでいる安山岩で、石英閃綠岩の噴出型である。その新鮮な岩肌の弾性波速度は $2.0 \sim 5.0 \text{ km/sec}$ とみられ、供試体による室内試験では、 $4.2 \sim 5.1 \text{ km/sec}$ の値を示している。対象法面の表面速度は横方向 $7 \text{ m}$ 範囲で $3.8 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $3 \text{ m}$ 範囲で $1.40 \sim 2.55 \text{ km/sec}$ であった。法面内部速度は表面横方向速度とはほとんど同じくらいと思われる。縦方向のシュミットハンマー値は $5.2 \sim 6.0$ である。

#### ⑨ 岐阜県吉城郡立平(神岡営林署管内)風削No2 (石英安山岩)

岩盤全面は収縮によって生じた節理の発達が著しく、規則正しい板状・柱状となっている。対象法面の表面速度は横方向 $5 \text{ m}$ 範囲で $1.62 \sim 4.58 \text{ km/sec}$ であった。横方向のシュミットハンマー値は $4.9 \sim 5.9$ である。

#### ⑩ 岐阜県吉城郡蒲田(神岡営林署管内)蒲田右俣 (石英斑岩)

岩盤の節理は、柱状に $3.0 \text{ cm}$ 角程度の角塊或は大きな岩塊で、風化に弱い長石部分は褐色に粘土化している。新鮮な岩肌の弾性波速度は $2.4 \sim 5.3 \text{ km/sec}$ とみられ、供試体による室内試験では $5.0 \text{ km/sec}$ 内外の値を示している。対象法面の表面速度は横方向 $5 \text{ m}$ 範囲で $2.5 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $3 \text{ m}$ 範囲で $1.82 \sim 2.10 \text{ km/sec}$ であった。法面内部速度は表面横方向速度とはほとんど同じくらいと思われる。縦方向のシュミットハンマー値は $4.1 \sim 5.3$ である。

#### ⑪ 岐阜県吉城郡蒲田(神岡営林署管内)蒲田左俣No1 (流紋岩質凝灰岩)

流紋岩によく似た細密堅硬の凝灰岩で、節理や割目に沿い一部風化が進み、付近に岩塊が散在する。法面傾斜は緩である。新鮮な岩肌の弾性波速度は $2.0 \sim 4.5 \text{ km/sec}$ とみられ供試体による室内試験では、 $3.5 \sim 6.0 \text{ km/sec}$ の値を示している。対象法面の表面速度は横方向 $5 \text{ m}$ 範囲で $2.67 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $5 \text{ m}$ 範囲で $1.15 \sim 5.5 \text{ km/sec}$ であった。法面内部速度は、表面横方向速度とはほとんど変わらず、縦方向のシュミットハンマー値は、 $6.0 \sim 6.3$ である。

#### ⑫ 岐阜県吉城郡蒲田(神岡営林署管内)蒲田左俣No4 (流紋岩質凝灰岩)

対象の岩は大軸石状をなし、かたく緻密で規則正しい節理がみられる。法面の表面速度は横方向 $6 \text{ m}$ 範囲で $2.3 \sim 2.5 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $3 \text{ m}$ 範囲で $2.5 \text{ km/sec}$ であった。法面内部速度は表面速度とはほぼ同じである。

⑪ 岐阜県益田郡小黒川(小坂営林署管内)小黒川No1 (石英斑岩)

柱状節理は30°角程度の角疊成いはそれ以上の岩塊となっている。節理亀裂の面から風化が進み、法面上部には石英斑岩中の長石が陶土化した白色または赤褐色の粘土薄層があった。新鮮な岩肌の弾性波速度は2.4~3.3km/secとみられ、供試体による室内試験では5.0km/sec内外の値を示している。法面の表面速度は横方向5m範囲で1.9km/sec、縦方向5m範囲で1.0~1.14km/secであった。また、縦方向のシュミットハンマー値は、3.7~5.5である。

⑫ 岐阜県益田郡小黒川(小坂営林署管内)小黒川No2 (石英斑岩)

柱状、板状の節理がある。全体的に⑪より風化が進み、石英斑岩中の長石の陶土化が目立つ。破碎形状は塊状である。法面の表面速度は横方向7m範囲で0.76km/sec、縦方向5m範囲で1.53km/secであった。縦方向のシュミットハンマー値は、4.9~6.2である。

⑬ 岐阜県益田郡小黒川(小坂営林署管内)小黒川No4 (流紋岩)

不規則な割目が目立ち、節理に沿った風化はあまり進んでいない。流紋岩は斑状組織で石基が大部分ガラス質流状構造の石英粗面岩で、新鮮な岩肌の弾性波速度は2.5~4.7km/secとみられ、供試体による室内試験では4.92~5.43km/secの値を示している。法面の表面速度は縦横両方向共全範囲にわたり概ね2.14km/secであった。縦方向のシュミットハンマー値は6.4~7.1である。

⑭ 岐阜県益田郡兵衛谷(小坂営林署管内)兵衛谷No1 (流紋岩)

外見、柱状、板状の節理や割目が多く、それらに沿って風化作用がすすみ、長石成分が陶土化し、鉄分に汚染された赤褐色粘土がある。礫もみられる。法面の表面速度は横方向6m範囲で0.36~2.0km/sec、縦方向5m範囲で1.71~2.67km/secであった。縦方向のシュミットハンマー値は6.5~6.7である。

⑮ 岐阜県益田郡兵衛谷(小坂営林署管内)兵衛谷No2 (凝灰岩)

調査の対象とした岩盤は、天然の露岩そのもの(向かって右)と、風化を受けていない。切取法面(左)に折半される。したがって横方向の表面速度は6m範囲で1.71km/sec(右)と3.75km/sec(左)であった。左側の縦方向は5m範囲で3.54~3.80km/secシユミットハンマー値は5.0~6.0である。新鮮な岩肌の弾性波速度は2.0~4.5km/secとみられ、供試体による室内試験では3.5~6.0km/secの値を示している。

⑯ 岐阜県益田郡兵衛谷(小坂営林署管内)兵衛谷No3 (安山岩)

対象法面の表面は多くの規則正しい板状、柱状節理がみられ、緻密良質な新鮮層である。

しかし、付近の状況より裏側または下部に軟質な火山砂屑岩類の存在があるように思われる。新鮮な岩肌の弾性波速度は2.0~4.8km/secとみられ、供試体による室内試験では、4.0~5.1km/secの値を示している。表面速度は横方向10m範囲で5.0km/sec、縦方向5m範囲で1.25~2.50km/secであった。縦方向のシユミットハンマー値は5.6~6.5である。

⑰ 岐阜県益田郡追分(小坂営林署管内)兵衛谷No5 (安山岩)

川の落合付近に、切り残された岩塊で風化作用を受けやすい位置にあり砂状に変質して軟岩となっている部分がみられる。表面速度は横方向10m範囲1.0km/sec、縦方向5m範囲で2.05~2.20km/secであった。縦方向のシユミットハンマー値は6.1~6.7である。ハンマーのマイクロスイッチ故障、取替える。

⑱ 岐阜県益田郡根谷(小坂営林署管内)根谷 (石英斑岩)

細かい節理、割目はあるが風化はあまり進んでいない。対象法面の表面速度は横方向6m範囲で3.0km/sec、縦方向5m範囲で1.88~4.25km/secであった。なお、縦方向のシユミットハンマー値は6.2~6.3である。

⑲ 岐阜県加茂郡スケガ谷(下呂営林署管内)七宗No1 (チャート)

この灰色のチャートは、珪酸が海中沈殿したもので、破碎形状は角張った形をなし角岩と呼んでいるが、非常に細密で堅く風化しにくい。しかし、脆い欠点がある。対象法面向って左端に、局部的ではあるが、剛性高く、溶出作用により細かい多数の亀裂を生じている褐色の風化部分があり、破碎跡をともなっている。新鮮な岩肌の弾性波速度は2.0~4.0km/secとみられ、供試体による室内試験では4.9~6.5km/secの値を示している。法面の表面速度は、横方向7m範囲で4.75km/sec、縦方向5m範囲で2.25~4.0km/secであった。縦方向のシユミットハンマー値は5.6~6.1である。

⑳ 岐阜県加茂郡七宗(下呂営林署管内)七宗No2 (砂岩)

大きな節理、開口状亀裂のある灰黒色砂岩で中に石英の断片が多い。新鮮な岩肌の弾性波速度は比較的軟質の第三紀層を含めて1.5~3.8km/sec、供試体による室内試験では4.0~5.5km/secの値を示している。法面の表面速度は横方向5m範囲で3.75km/sec、縦方向5m範囲で3.83km/secであった。縦方向のシユミットハンマー値は6.4~6.7である。

㉑ 岐阜県加茂郡七宗(下呂営林署管内)七宗No3 (粘板岩)

㉑とは同一場所で砂岩と粘板岩は互にかみ合っている。灰黒色で一部、風化して板状基

石状の小片となり剥落、破壊形態は偏平である。粘板岩は頁岩(泥板岩)の更に固結したもので、新鮮な岩肌の弾性波速度は $3.5 \sim 5.0 \text{ km/sec}$ とみられ、供試体による室内試験では $3.5 \sim 5.5 \text{ km/sec}$ の値を示している。法面の表面速度は縦横両方向共に $5 \text{ km/sec}$ 程度と思われるが測定値にバラツキがあり、確認出来なかった。

④ 愛知県北設楽郡柄洞(新城官林署管内)柄洞1(ホルンフェルス)

花崗岩岩塊の接触熱変成をうけた変成度の高い砂質ホルンフェルスでほとんど風化を受けていない緻密な面には貝殻状断口がみられる。新鮮な岩肌の弾性波速度は $3.5 \sim 4.5 \text{ km/sec}$ 、供試体による室内試験では $4.0 \sim 6.0 \text{ km/sec}$ の値を示している。対象法面の表面速度は横方向 $9 \text{ m}$ 範囲で $3.3 \sim 3.5 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $4 \text{ m}$ 範囲で $3.0 \text{ km/sec}$ であった。横方向のショットハンマー値は $6.5 \sim 7.2$ である。

⑤ 愛知県北設楽郡澄川(新城官林署管内)澄川(花崗岩)

頁岩質の岩層と接しており、法面全体、一様に風化程度が進んでいる。石英、長石、雲母の粒状組織で、そのうち長石は陶土化して結晶内の結合がゆるみ、雲母等粘土鉱物は吸水膨脹して組織がゆるみ真砂土や軟弱帶を生じている。新鮮な岩肌の弾性波速度は $3.0 \sim 4.0 \text{ km/sec}$ とみられ、供試体による室内試験では $5.5 \sim 6.5 \text{ km/sec}$ の値を示している。表面速度は横方向 $6 \text{ m}$ 範囲で $1.4 \sim 2.0 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $4 \text{ m}$ 範囲で $2.0 \sim 3.6 \text{ km/sec}$ であった。横方向のショットハンマー値は $4.8$ である。

予備試験

(I) 岐阜県恵那郡出の小路(付知官林署管内)出の小路(石英班岩)

柱状節理は $50 \text{ cm}$ 角程の角礫或はそれ以上の岩塊に板状節理は砂利程度の大きさになっていて、また、不規則な割目も著しいが、風化は進んでいない。新鮮な岩肌の弾性波速度は $2.4 \sim 3.5 \text{ km/sec}$ とみられ、供試体による室内試験では $5.0 \text{ km/sec}$ 内外の値を示している。表面速度は横方向 $30 \text{ m}$ 範囲で $0.58 \sim 1.52 \text{ km/sec}$ 、縦方向 $3 \text{ m}$ 範囲で $0.91 \sim 2.5 \text{ km/sec}$ 、内部速度は $3.4 \sim 8 \text{ km/sec}$ であった。

(II) 愛知県北設楽郡柄洞(新城官林署管内)柄洞(ホルンフェルス)

林道上<sup>④</sup>対象法面下、法尻沿い $5 \text{ m}$ 範囲、敷詰められた角礫表面の速度は $0.7 \sim 6 \text{ km/sec}$ であった。

この計器自体、これのみでは土木目的に対して未だ完全に信頼できる機械ではなく、起震装置、受信計その他付属部品を含めて、更に改善すべき多くの余地を残している。携帯用測定器としても、近き将来、集積道路等の導入により真に小型軽量化されるものと思われる。

本年度の試験は、調査場所の選定に当たり、現実には地質の複雑さをまぬがれえたことや測定装置の野外設定要領と 8 波、騒音込みに対する感度調節を含む計器読み取り技術の習熟に期を要したこと等難点があった。

資料の分析、解釈段階では、今後とも方法論的に他の測定手法を交えて究明すべき問題をかかえている。

岩質の程度による分類は 1 年の成果のみでは十分その目的を達しえず、今後も機会ある毎に補足調査を継続する。

作業の難易による分類も行なわねばならぬので、早急に、弾性波測定器に大地比抵抗測定器を加えて、リッパー、ブルドーザ等林道施工用機械の作業功程と対象岩石とを関連させた試験を行なう。

既設林道における切取方面的非破壊試験による解明は、林道災害早期発見の一助ともなるが、この研究課題に関係して今後実施したいと思っている試験は次のとおりである。

- ① 弾性波探査用機械、試掘用簡易機械、電気探査用機械等の地質調査用機械を必要に応じて組合させてえた資料により、岩石分類表を一層効的に充実させること。
- ② 機便な地質調査用計器の改良、考案に努め、例えば林道測量時に使用可能な簡易岩石探知器その他林業用用途の開発に当ること。
- ③ 把握しがたい地質型を部分的に人工で作成し、各種測定器を用いて縦横の測定を行ない、その測定値と地質状態を正しく対比させ、解析精度をあげること。

## 5. こんごの問題点

真空管よりトランジスター回路へと電子技術の進歩により、当面の不利を解決して開発された