

東京大学大学院

○斎藤 勲夫

東京大学生産技術研究所

三木五三郎

1. まえがき

北海道には、比較的降下年代の新しいチエウ積世の火山降下タイ積物が各地に存在する。実験に用いた火山レキは摩周岳の火山に起因する約2000年前の降下軽石であり、中標津一帯にタイ積しており、風化が著しく脆弱で高含水比である。このため土工時のトラフィカビリティーの確保が困難である。このようなことから、著者らは摩周火山レキの分類特性と締固め特性を明らかにするために二、三の実験を行った。その結果、レキ粒子は非常に空隙が多く粒子内間隙比もおよそ6と大きく、締固めのときのランマーの衝撃によって容易に破碎した。この結果

表1 標津郡野付郡一帯のタイ積序(地質時代現世)

戸序	岩質
現河川外積物	砂, レキ
新期火山灰戸	火山灰, 軽石, 備植
崖錐タイ積物	砂, レキ

2. 分布とタイ積

5万分の1の地質図幅説明書 中標津(網走-第62号)⁽¹⁾によれば、実験材料の採取地を含む標津郡および野付郡一帯の地質時代現世のタイ積序は表1のようである。特に新期火山灰戸は摩周統に属し、戸厚は2~4mくらいで全地域を被覆していることが多い。そして、戸の下部に2mくらいの厚さで実験に用いたような風化した降下軽石がタイ積している。図1に、この風化した軽石戸の分布する地図の例を示した。すなわち、摩周岳(カムイヌアリ岳)と中標津を降灰主軸として 川北、忠類南部、西別、上西別、虹別、荻野などに分布タイ積している。

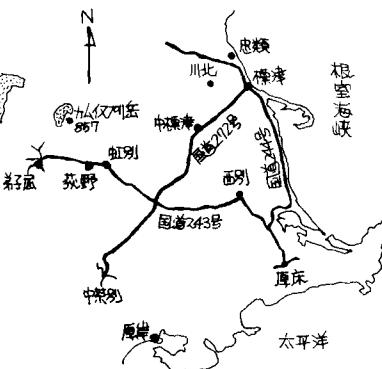


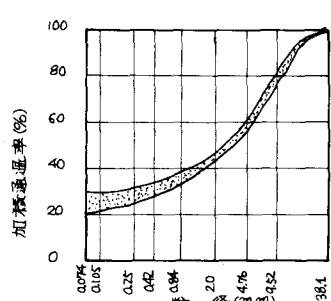
図1 摩周火山けい分布地図の例(縮尺1/200,000)

3. 摩周火山レキの一般的性質

摩周火山レキは、日本統一工質分類法案⁽²⁾によれば、GW, GWV, GVというレキないしレキ質土に分類されるにもかかわらず、自然含水比は140~150%と高い。

図2は実験に用いた火山レキの粒径分布を示す。これによれば、重量で全体の55%は、最大粒径が約40mmまでのレキ粒子からなるが、粒子内の空隙が多いためにレキ粒子の数が多くなるので、粒度試験結果から求まるような細粒分の含有量を観察によって予測するのはあずからしい。

そこで、レキ粒子内の空隙の程度を調べるために、表面乾燥飽和状態にあるレキ粒子の湿润単位



体積重量と粒子内含水比から、粒径ごとのレキ粒子の粒子内間ケギ比を推定したのが表2である。このとき、レキ粒子を構成している鉱物粒子の真比重は、レキ粒子を粉碎した粉碎細粒分の比重2.60とした。これより、レキ粒子は粒子内間ケギ比が5.5~6.5と非常にポーラスであり、飽和したレキ粒子の粒子内含水比は220~260%にもなることがわかる。

また、含有砂分を乳ばかりで適当にすりつぶした後も依然として砂分の粒径をもつものは、はじめの量の70%であり、その比重は2.71、同様に、2mm~4.76mmのレキ分の60%は比重2.64のレキであることから、個々のレキ粒子の内部には堅実な砂レキがかなり混入しているのがわかる。

図3は、静的に荷重を加えたときのレキの破碎性を調べたものである。採取した試料で砂分以下の土粒子を水洗いして除いた炉乾燥重量に換算して320gのレキを表面乾燥飽和状態にして、直徑15cmのモールドにゆる詰めにした。それに、任意の荷重を静的に加えて1日間放置した。荷重除去後、粒度試験より、新たに生じた2mm以下の土粒子の重量パーセントを求めたものである。これによれば、載荷圧0.4kg/cm²までは外見上どう自立した変化はみられないが、0.4kg/cm²以上になればレキにクラックが生じてくる。また、載荷圧がふえるとともに、レキ粒子が破碎していくのがわかる。

次に、自然含水比の状態から求めた含有細粒分のW_Pは136%，W_F96%，レキをくだいた粒径74mm以下の粉碎細粒分はW_Pが101%，W_F74%であった。そして、図4は、これら両細粒分のレキソトロピー特性を示したものである。これによれば、細粒分の風化の差がレキソトロピーに影響するのがわかる。

図5は、このようなコンシステンシー特性をもつ細粒分の圧密試験の結果である。これには、溝積世の火山灰土である、乱した立川ローム(採取地、東京都立川市、自然含水比85%，W_P91%，W_F70%)の結果をいっしょに示してある。これによれば、細粒分の風化程度によって圧密係数、透水係数が異なる。そして、コンシステンシーのわりには、含有細粒分、粉碎細粒分とも、大きい圧密係数、透水係数をもつ。

図6は、図5の間ケギ比の代わりに、液性指数($I_L = (\omega - W_F)/\rho_I$)と一次圧密と圧密圧力に対して整理したものである。これより、風化年代の永くなるにつれて、任意の圧密圧力に対する液性指数が

表2 表面乾燥飽和状態の時のレキ粒子の状態量

粒径	湿潤重量	粒子内含水比	粒子内間ケギ比	粒度割合
3.01~4.76mm	1.17	205.9%	92%	5.83
	1.17	204.9	92.5	5.89
	1.14	241.9	92	6.83
	1.17	210.8	92.5	5.94
	1.17	210.1	92	5.94
4.76~6.73mm	1.16	183.2	89	5.36
	1.13	202.4	88	5.99
	1.11	232.7	89	6.82
	1.17	175.1	89	5.12
	1.13	206.4	89	6.03
6.73~47.6mm	1.09	205.6	85	6.28
	1.08	192.8	83	6.05
	1.12	165.6	83.5	5.15
	1.09	208.8	85	6.38
	1.12	198.4	89	5.81

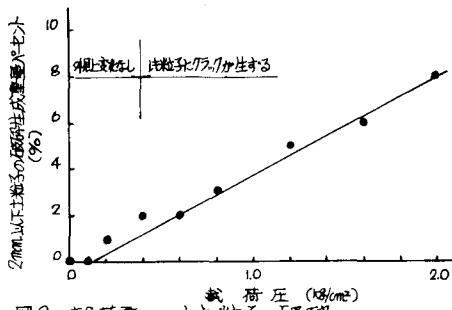


図3 静的荷重によるレキ粒子の破碎

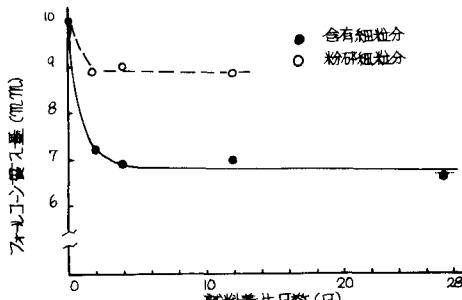


図4 含有細粒分粉碎細粒物の圧密量に対する試験養生日数の影響

減少し、一次圧密比が増加している。

このようなことから摩周火山灰は、レキ粒子が多孔質であるために、観察で予測される以上に、より多くの細粒分を含みがちであり、コンシスティンシー特性より推察されるほどには、細粒分の土粒子が水を保持する力は強くないのがわかる。

4. 締固め特性とCBR貫入強さ

摩周火山灰の締固め特性を調べるために、採取試料を自然含水比(147%)から乾燥しながら、モールド(直径15cm、高さ10cm)にランマー(重量4.5kg、落下高45cm)で3回に締固めた。毎ごとのランマーの落下回数は、10, 20, 30回とした。その時の締固めエネルギーは、各々、3.44, 6.88, 10.32 cm³/kgとなる。また、締固めた供試体の強度を調べるために、締固め終了後、貫入ロストン(直径5cm)による静的貫入試験を行った。このときの貫入速度は1mm/minである。

図-7にそれらの結果を示す。これより、締固め乾燥密度は締固めエネルギーによって異なるが、落下回数10回を除いて、締固め含水比によってあまり変化しない。また、ランマーの衝撃による試料の泥漬化のために、締固めが不可能となる状態が生ずる。このときの泥漬化含水比は、ランマーの落下回数の増加とともに減少する。ちなみに、ランマーの落下回数10, 20, 30回は、モールド内の供試体の同一の締固め面を、それぞれ、2, 4, 6回打撃することに相当する。

また、含水比が低く、締固め乾燥密度が大きいものがかなりむしろ大きい貫入強度にはならず、土粒子の破碎が強度に影響するのかわかった。

すなわち、図-8は締固めた供試体の粒度試

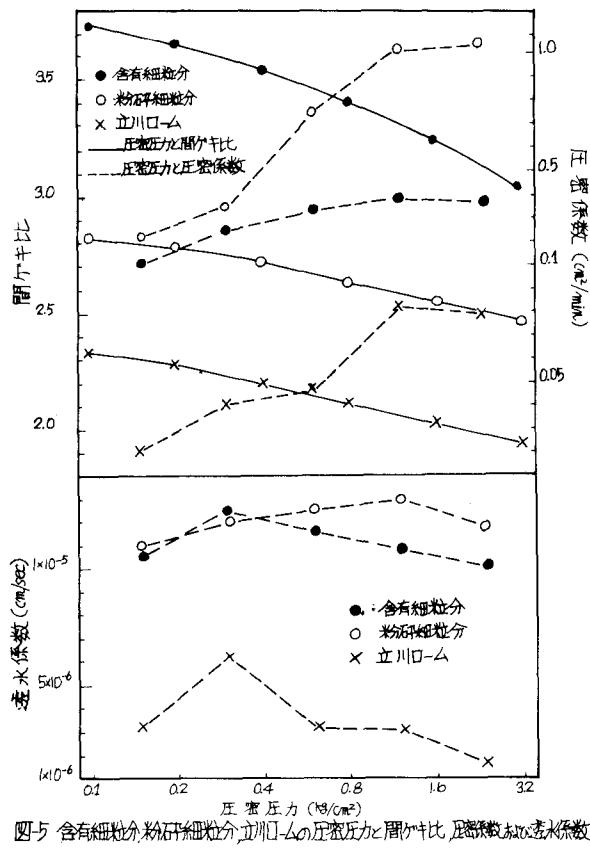


図-5 含有細粒分、粉碎細粒分、立川ロームの圧密圧力と間隙比、透水係数

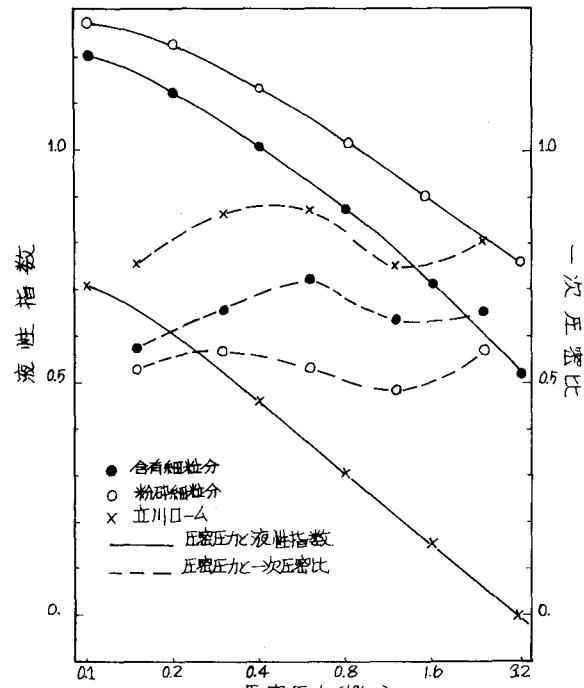


図-6 含有細粒分、粉碎細粒分、立川ロームの圧密圧力と液性指数および一次圧密比

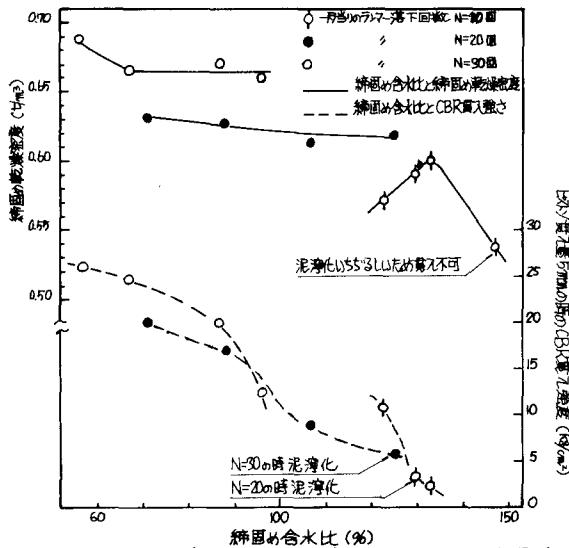


図-7 摩周火山けの締固め含水比と締固め率(静的接地圧)とCBR値(%)

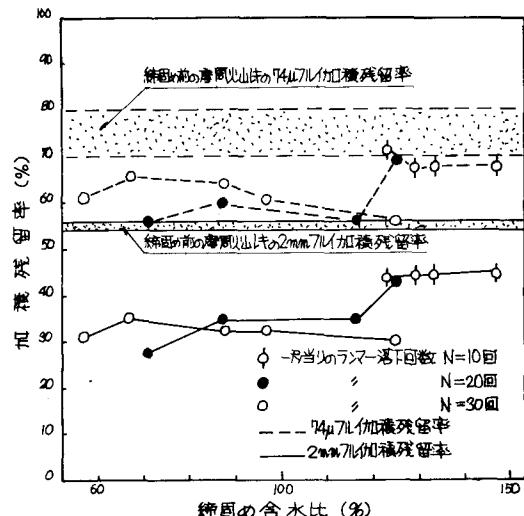


図-8 締固めによる摩周火山けの土粒子の破碎

験結果を整理したものである。これによれば、締固めによってレキ分が破碎して細粒分が増加するのがわかる。しかし、レキ分が減少するわりには細粒分があまり増加しない。このことから、泥漬化のあもな原因は、空ケキの多いレキ粒子内の水が破碎によってレキ粒子の外に出て細粒分の流動性を増すためと思われる。このように、静荷重のもとにおいては、それほど目立った破碎をしなかつたレキ分が、締固めランマーの静的接地圧は0.23%と小さいにもかかわらず、衝撃によってたやすく破碎することを示している。

5. 結論

これまで述べたことから、次のことが明らかになった。

- (1) 摩周火山レキの自然含水比は140~160%である。これは、実験に用いたレキ粒子の粒子内間ケキ比が5.5~6.5と非常に大きく、空ケキが多いからである。
- (2) 静荷重に対しては目立った破碎をしないレキも衝撃荷重に対してはたやすくこわれる。
- (3) 摩周火山レキに含まれる細粒分、レキ粒子を粉碎した粉碎細粒分とともに液性限界100%以上と大きいが、土粒子の水を保持する力は弱い。
- (4) トラフィカビリティー低下の原因である摩周火山レキの泥漬化は、おもに空ケキの多いレキ粒子内にある水が、破碎によってレキ粒子の外に出て細粒分の流動性をますためと考えられる。

おわりに、これらの実験に対して、北海道開発局の小林繁氏より数多くの便宜を計って頂いた。ここに感謝の意を表したい。

参考文献

- (1) 北海道開発庁：5万分の1地質図解説書 中標津（網走一第62号），昭和42年
- (2) 土の判別分類法基準化委員会：土質分類法なりびに分類結果表示法，土と基礎，Vol.20, No.5, PP.67~78, 昭和47年5月