

締固めた北海道火山灰土の透水性について

北海道土質コンサルタント(株) ○植木 基晴
 同 上 松本 和正
 同 上 小島 一宏

1. はじめに

北海道には、第四紀火山によって生成された火山砕屑物が広域に分布する。この火山砕屑物は噴火様式によって降下火砕堆積物 (fa) と火砕流堆積物 (軽石流堆積物 : fl) に大別できるが、このうち火砕流堆積物は粒度配合が良く締固め効果が高いため、道路や宅地造成の盛土材として多用されている。このため、盛土材料としての締固め特性や強度特性を調べるための調査や土質試験が行われ、その研究報告も多数なされている。しかし、透水性に関する調査、試験結果の報告は少ないと思われる。本報告では、北海道に分布する火山灰質土 (北海道火山灰土) のうち4種類の火砕流堆積物について、締固め特性と透水性に着目して室内において土質試験を行った。また、締固めた場合の細粒分の変化についても調べ、2, 3の知見を得たので報告する。

2. 物理的性質

今回対象とした火山灰の採取地を図-1に示した。対象とした4種類の火砕流堆積物の火山灰名と火山灰記号、採取地は次のとおりである。

- ① Spfl : 支笏軽石流堆積物 (札幌市)
- ② Toya : 洞爺火砕流堆積物 (洞爺村)
- ③ Ma-f : 摩周火砕流堆積物 (弟子屈町)
- ④ Z-M : 銭亀女那川火砕流堆積物 (函館市)

いずれも北海道に分布する代表的な火砕流堆積物であり、特にSpflは盛土材と流用されるケースが多い。表-1に、物理的性質をまとめたが以下の特徴がある。

- ① 自然含水比は $\omega_n \approx 10 \sim 45\%$ であり、Ma-fやZ-Mが低い。
- ② 土粒子の密度はZ-Mを除くと $\rho_s \approx 2.4 \sim 2.5 \text{ g/cm}^3$ と小さいが各火山灰土の一般的な範囲である¹⁾。
- ③ 粒度組成を図-2に示した。礫分含有率は5~30%、砂分が50~75%、細粒分含有率 (シルト、粘土) は15~35%でいずれも粒度分布が良い。粒径区分では砂質土となる。
- ④ 液性限界と塑性限界はいずれもN.P.である。

3. 締固め特性と透水係数

突固めによる締固め特性は、JIS A 1210-1999に準じてA-c法で行った。図-3に締固め曲線をまとめたが、次の傾向が見いだせる。

- ・最大乾燥密度は $\rho_{dmax} \approx 1.1 \sim 1.6 \text{ g/cm}^3$ と広い範囲を示す。土粒子密度が大きいMa-fやZ-Mは ρ_{dmax} が大きく、土粒子密度の小さなSpflやToyaは ρ_{dmax} が小さくなっている。

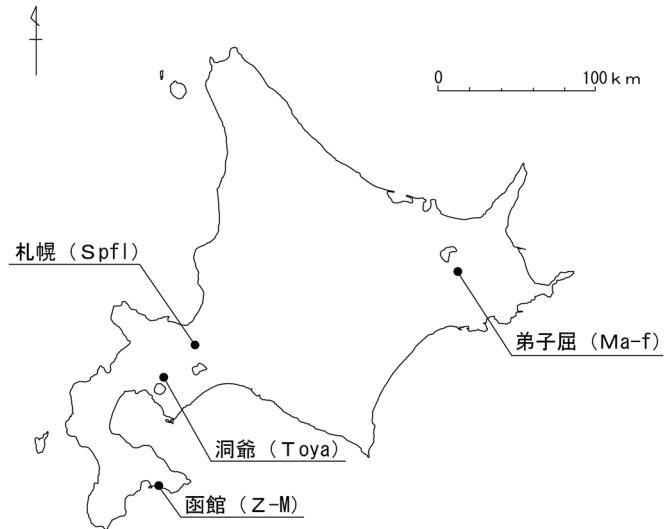


図-1 採取地

表-1 物理的特性

火山灰名 (火山灰記号)	支笏 軽石流 堆積物 (Spfl)	洞爺 火砕流 堆積物 (Toya)	摩周 火砕流 堆積物 (Ma-f)	銭亀女那川 火砕流 堆積物 (Z-M)	
採取地	札幌	洞爺	弟子屈	函館	
自然含水比 ω_n %	23.9	44.4	10.6	18.0	
土粒子密度 ρ_s g/cm ³	2.386	2.400	2.467	2.632	
粒度特性	礫分 %	20	30	13	5
	砂分 %	53	55	51	76
	シルト分 %	19	8	26	8
	粘土分 %	8	7	10	11
	細粒分含有率Fc %	27	15	36	19
D ₂₀ 粒径 mm	0.043	0.18	0.013	0.085	
コンシ テンシー	液性限界 ω_L %	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	塑性限界 ω_p %	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm ³	1.15	1.12	1.58	1.52	
最適含水比 ω_{opt} %	34.5	45.0	16.0	23.0	
D ₂₀ による推定透水係数 k' cm/s	2.03E-04	6.13E-03	1.79E-05	1.03E-03	

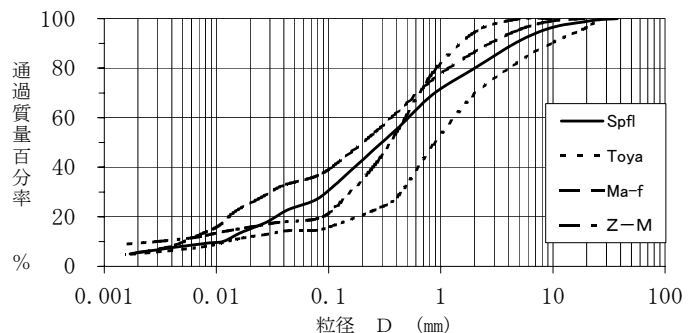


図-2 粒径加積曲線

- ・最適含水比は $\omega_{opt} \approx 15 \sim 45\%$ であり、土粒子密度の小さな Spfl や Toya は ω_{opt} が高くなる。
- ・ ρ_{dmax} と ω_{opt} には良好な相関関係が認められ、 ω_{opt} が高くなると ρ_{dmax} が著しく低下する。

透水試験は、JIS A 1218-1998 に準じて行った。試験試料は、締固め試験後の供試体を用いて変水位法で行った。なお、SI 単位による透水係数の単位は m/s であるが、当報告では従来の cm/s を使用した。透水係数の傾向を図-3 に示したが以下のとおりである。

- ・今回扱った火山灰土の透水係数は、 $k \approx 1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-5}$ (cm/s) の範囲にあり、概ね砂質土の範囲にある。
- ・透水係数は最適含水比の 5~20% 程乾燥側で最大値となり、その後はまた低下する。最適含水比より湿潤側では透水係数が低下傾向にあり、最も透水係数が低下するのは、含水比が高い試料で締固めた飽和状態に近い供試体である。この傾向は、 ρ_{dmax} よりやや湿潤側で透水係数が極小値となるシルト質粘土(透水係数はマイナス5乗以下)の傾向とは大きく異なる点である²⁾。
- ・図-3 には粒度試験で得られた20%粒径からクレーガーの推定式によって推定した透水係数を×印で示しているが、Spfl と Ma-f は透水係数の想定推移ライン上に位置するが他はこのラインからはずれ1オーダー程高い値となる。

次に、締固めエネルギーと乾燥密度、透水係数の関係を調べるため自然含水比状態の Spfl を用い1層当たりの突固め回数を変化させてその傾向を調べた。結果を図-4 にまとめたが、以下の特徴がある。

- ① 転圧回数を増やすと乾燥密度が増加する。自然含水比の状態では1層当たりの転圧回数が100回程度まで行ってもオーバーコンパクションは見られなかった。乾燥密度の増加は $0.1g/cm^3$ と僅かである。
- ② 透水係数は転圧回数が増加し、乾燥密度が大きくなると透水係数も低下する。低下量は25回転圧に対して1/10である。
- ③ 粒子破碎の影響を調べる目的で透水試験後試料の細粒分含有率の変化を調べたが、100回転圧後においても自然状態とほぼ一致しており、細粒分の増加は見られなかった。

4. むすび

北海道火山灰土のうち4種類の火砕流堆積物について締固め試験後の供試体で透水試験を行い、締固め密度と透水性の関係を調べた。今回着目した透水性は火山灰土の盛土を管理する上で、表面水の浸透性や浸食性、凍上性あるいは液状化の検討を行う際、重要な検討資料になると考えられる。今回は、室内試験で検討したが、今後は現地試験でその結果を検証するつもりである。

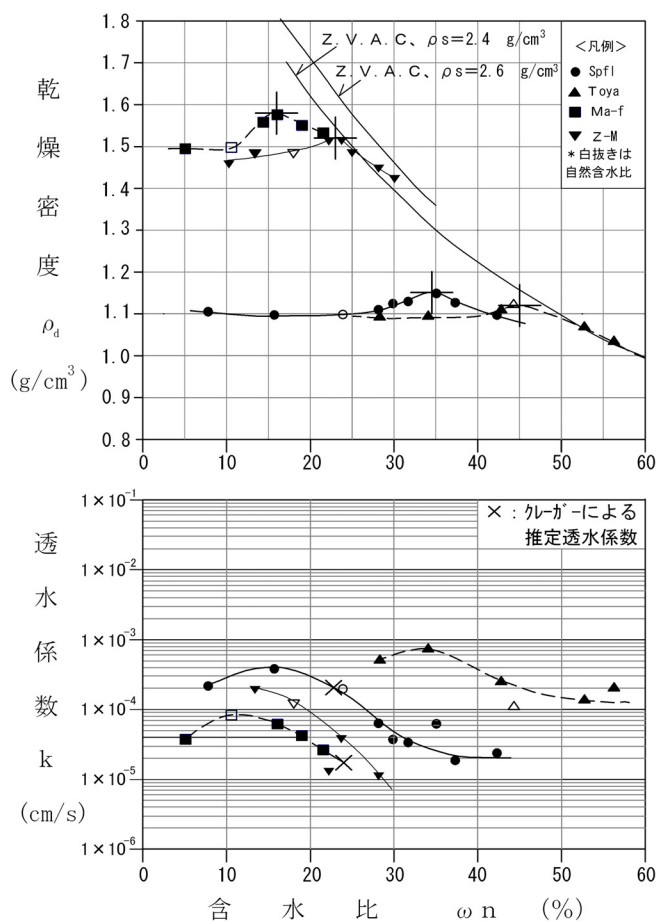


図-3 締固め特性と透水係数の関係

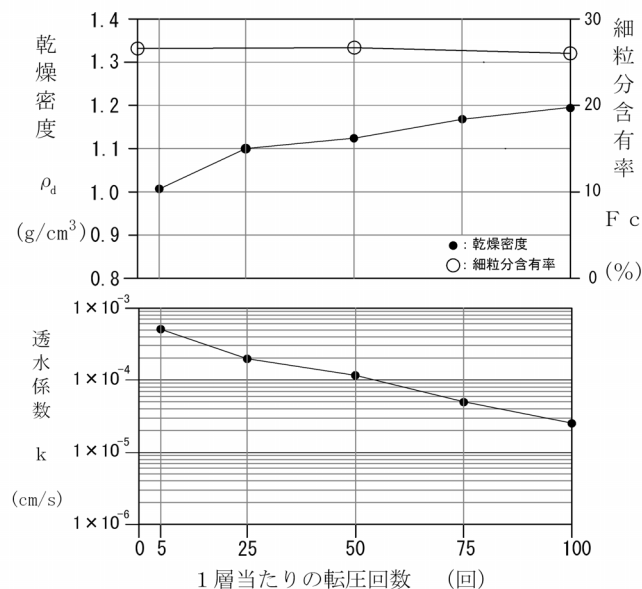


図-4 転圧回数と透水係数の関係

《参考文献》

- 1) 地盤工学会北海道支部編：実務者のための火山灰土，2004，12.
- 2) 川上房義：土質力学，第6版，pp221，1995.