

# 火山灰質土の乾燥密度による透水性評価

Evaluation of permeability on volcanic soils by dry density

株式会社四国ボーリング工業 ○正会員 木村 充宏  
 上山試験工業株式会社 正会員 中田 隆文  
 宮浦興業株式会社 正会員 宮浦 征宏

## 1. はじめに

筆者らは、札幌市内に堆積する火山灰質地盤を対象として、火山灰地盤の透水性を利用した自然透水型の雪堆積場の実現性を検討してきた。これまでの報告<sup>1)~3)</sup>では、一連の透水試験結果から火山灰質地盤は、砂~礫などと同等の透水性能を有し、比較的透水性の高い地盤であることを確認している。本論文では、火山灰質土の締固めエネルギーの変化に着目して、火山灰質土の乾燥密度の変化による透水係数の評価を行っている。

## 2. 火山灰質土の物理的特徴

対象とした火山灰質土は、札幌市南区駒岡に堆積する支笏火砕流堆積物(Spfl)である。本論文では、駒岡火山灰土と称する。表-1 に火山灰質土の物理的性質、図-1 には粒径加積曲線を示す。表-1 には、礫の最小密度・最大密度試験(JGS 0162)の結果も示している。

最小密度・最大密度試験では、湿潤状態および乾燥状態の両ケースで実施している。その結果、本試料では乾燥状態における密度が高い結果となった。ここから、駒岡火山灰土の湿潤状態では、間隙水圧の存在による密実化を生じていないと推測できる。また、粒度試験による初期細粒分含有率は、 $F_c=25.4\%$ である。

## 3. 実施した試験

本研究では駒岡火山灰土の締固め試験を実施した。火山灰質土の場合、締固め試験は試料の乾燥、粒子破碎の影響が大きいため非乾燥法、非繰り返し法で行っている<sup>4)</sup>。また、相対密度を変化させるため相対密度試験を実施している。供試体は表-2 に示すように締固めエネルギーをE=0~400%の7段階に変化させて作成した。本研究では、JGS0771 に規定される突固めによる土の締固め試験方法におけるA-b法(ランマー2.5kg, 打撃回数25回/層, 3層)による1層あたりの締固めエネルギーを100%と定義している。

透水試験については、所定の締固めエネルギーを与えて供試体を作成後、JIS A 1218 に規定される変水位型の透水試験を実施した。なお、透水試験終了後にはふるいによる粒度試験を実施し、細粒分の変化を確認している。

## 4. 試験結果と考察

### ①締固め試験結果

図-2 には E=100%における締固め試験結果を示している。図中には、ポータブルコーン貫入試験結果も示している。最適含水比  $w_{opt}$  は 42.0%，最大乾燥密度  $\rho_{dmax}$  は  $1.03\text{g/cm}^3$  である。図から締固め曲線は、ゼロ空隙曲線における乾燥密度との値に大きな差があるものの、これは粒子内空隙を有するためと考察している。また、最適含水比以上ではコーン指数が急激に低下するため、トラフィカビ

表-1 対象地盤の物性値

$\rho_s$	2.53	$\text{g/cm}^3$
$D_{50}$	0.32	mm
$F_c$	25.4	%
$\rho_{dmax(dry)}$	0.948	$\text{g/cm}^3$
$\rho_{dmax(wet)}$	0.692	$\text{g/cm}^3$
$\rho_{dmax(wet)}$	0.662	$\text{g/cm}^3$
$\rho_{dmax(wet)}$	0.487	$\text{g/cm}^3$

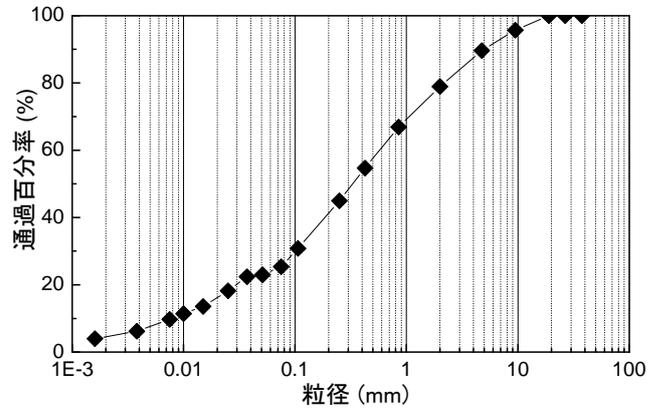


図-1 試料の粒径加積曲線

表-2 締固めエネルギーと打撃回数の対応表

締固めエネルギー(%)	0	40	60	100	200	300	400
打撃回数(回/層)	0	10	15	25	50	75	100

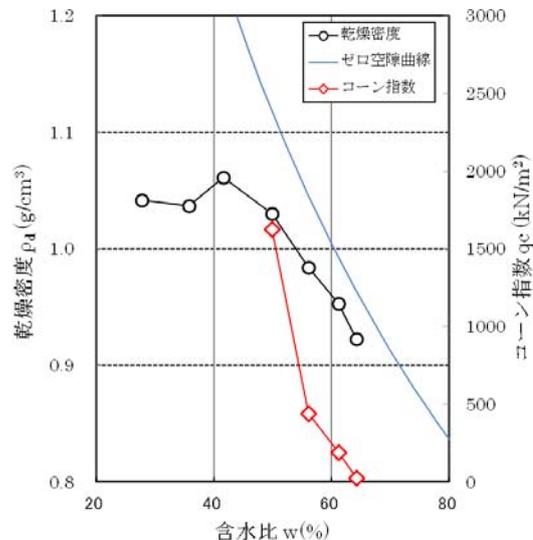


図-2 締固め試験結果

リティの確保にシビアな材料であるといえる。E=100%における最大乾燥密度  $\rho_{dmax}$  は、JGS 0162の結果と比較すると、乾燥状態の方が近い値を示している。ここから、一般に火山灰質土は乾燥させると、その性質に変化を生じるが、駒岡火山灰土の最大最小密度試験においては、乾燥材料を用いても問題ないと判断できる。

②縮固めエネルギーの変化に伴う  $\rho_d$  と細粒分の関係

図-3には、縮固めエネルギーと供試体の乾燥密度を示す。図から、打撃エネルギーの増大に伴い乾燥密度は増加するものの、縮固めエネルギーが100%を超えるとその増幅は低下し、概ね  $1.2g/cm^3$  程度に収束する。

図-4には縮固めエネルギーと細粒分増加量  $\Delta F_c$  の関係を示す。縮固めエネルギー60%までは細粒分の増加量は小さいものの、60%を境に増加に転じている。その後、 $\Delta F_c$  の増加は、 $\Delta F_c=4\%$ 程度で収束する。

2つの図から縮固めエネルギー60%以下の領域では、破碎をほぼ伴わない、粒子そのものの充填による乾燥密度の増加が顕著であり、それ以上の領域では粒子破碎に伴う細粒分の増加が進行しているものと推測される。

③縮固めエネルギーの変化に伴う透水係数の値

図-5には縮固めエネルギーと透水係数の関係を示す。縮固めエネルギーの増加に伴って透水係数は減少傾向にあり、特に100%までは低下が著しいものの、縮固めエネルギーが200%以上となると  $1 \times 10^{-8} m/sec$  オーダーレベルまで低下し、その後収束傾向がみられる。

図-6には、乾燥密度と透水係数との関係を示している。縮固めエネルギーの増加に伴って乾燥密度が増加すると、その透水性能は著しく減少する。

以上から、火山灰質土の透水性能は、その乾燥密度の変化と密接に関係を示しているものと推測される。

5. まとめ

①最適含水比は42.0%であり、含水比の変化に敏感な材料である。また、粒子内空隙が存在することから、ゼロ空隙曲線から得られる乾燥密度とは大きな乖離がある。

②縮固めエネルギーの増加に伴い、乾燥密度は縮固めエネルギー100%までは顕著に上昇し、以降においては収束傾向にある。縮固めエネルギー60%以下では細粒分はほぼ増加しないものの、100%以上では増加し、徐々に収束傾向を示す。その際の細粒分増加量は4%程度である。また、縮固めエネルギー60%以下では粒子間空隙の減少による密度増加が顕著であり、100%以上では粒子破碎による細粒分の増加が顕著であると推測される。

③縮固めエネルギーの上昇に伴う乾燥密度の増加により、透水係数は減少傾向を示す。

【参考文献】1)中田ら：雪堆積場の建設を目的とした火山灰地盤の透水性能評価、地盤環境および防災における地域資源の活用に関するシンポジウム、地盤工学会九州支部、2010。、2)木村ら：火山灰地盤の透水性に及ぼす細粒分の影響、第45回地盤工学研究発表会講演集、2010。、3)宮浦ら：細粒分含有量を考慮した火山灰地盤の透水係数の合理的判定手法、土木学会年次学術講演会講演概要集、Vol.65、3-129、2010。、4)北海道火山灰質土の性質と利用に関する研究委員会：実務家のための火山灰質土、地盤工学会北海道支部、2010。

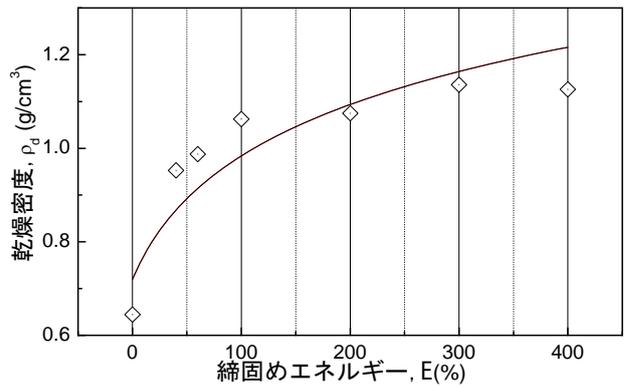


図-3 縮固めエネルギーと乾燥密度の関係

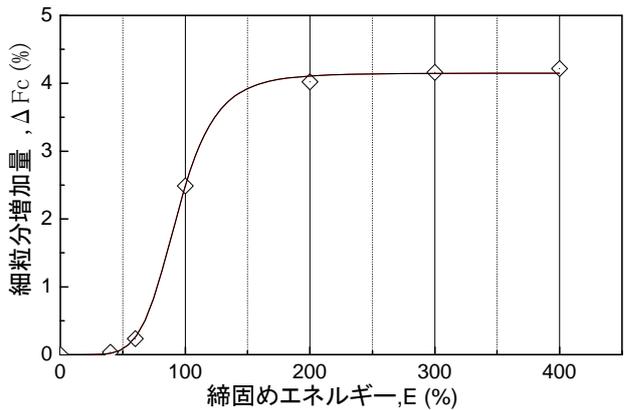


図-4 縮固めエネルギーと細粒分増加量の関係

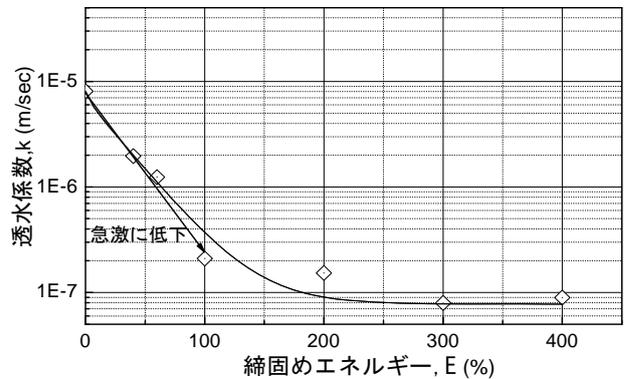


図-5 縮固めエネルギーと透水係数の関係

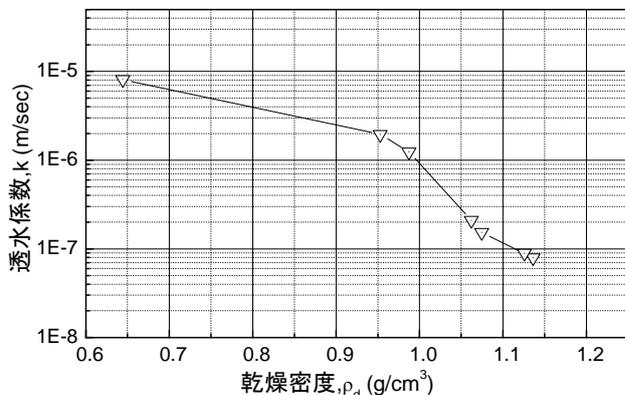


図-6 乾燥密度と透水係数の関係