

## 火山灰質土の相対密度による透水性評価

株式会社四国ボーリング工業 正会員 ○木村 充宏  
 上山試錐工業株式会社 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

これまで筆者らは、火山灰質地盤の透水係数は、砂～礫などと同様に比較的高い透水性を有することを報告している<sup>1)~3)</sup>。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、火山灰質土の相対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。粒度試験による初期細粒分含有率は、 $F_{ci}=25.4\%$ 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及び透水試験を実施した。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、非繰返し法で行っている<sup>4)</sup>。

透水試験は、締固め試験後に JIS A 1218 に規定される変水位型の試験を実施した。供試体は締固めエネルギーを7段階に変化させて作成した(表-2)。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)の締固めエネルギー  $E$  を 100%と定義している。また、各締固めエネルギーを与えた場合の乾燥密度を締固め相対密度と定義して式-(1)により評価している。さらに、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。

$$D_{rc} = \frac{\rho_{d100}(\rho_d - \rho_{d0})}{\rho_d(\rho_{d100} - \rho_{d0})} \times 100 \quad - (1)$$

## 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及びポータ

表-1 対象地盤の物性値

|               |                   |       |
|---------------|-------------------|-------|
| $\rho_s$      | g/cm <sup>3</sup> | 2.53  |
| $D_{50}$      | mm                | 0.32  |
| $F_c$         | %                 | 25.4  |
| $\rho_{dmax}$ | g/cm <sup>3</sup> | 0.948 |
| $\rho_{dmin}$ | g/cm <sup>3</sup> | 0.692 |

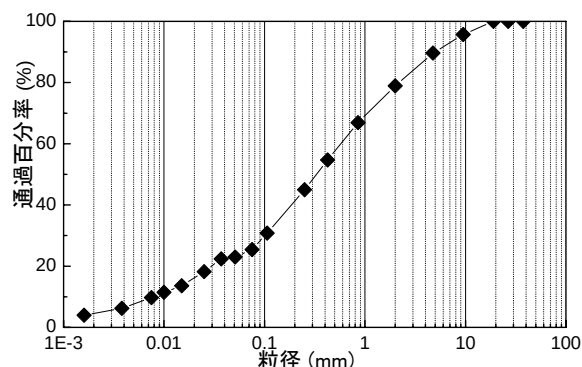


図-1 試料の粒径加積曲線

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、 $E(\%)$ | 0 | 40 | 60 | 100 | 200 | 300 | 400 |
| 打撃回数 (回/層)        | 0 | 10 | 15 | 25  | 50  | 75  | 100 |

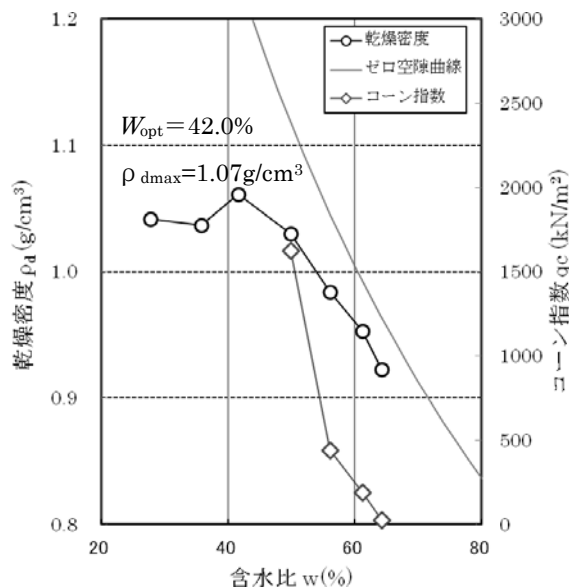


図-2 締固め試験結果

キーワード 火山灰質土, 粒子破碎, 透水係数, 相対密度

連絡先 〒779-3742 徳島県美馬市脇町字西赤谷 1063 番地の1 株式会社四国ボーリング工業 TEL 0883-52-1621

ブルコン貫入試験結果を示している。最適含水比  $w_{opt}$  は 42.0%, 最大乾燥密度  $\rho_{dmax}$  は  $1.07\text{g/cm}^3$  である。また、最適含水比以上ではコン指数が急激に低下するため、トラフィカビリティ確保にシビアな材料であるといえる。

## ② 締固めエネルギー $E$ の変化に伴う $\rho_d$ と細粒分の関係

図-3 には、 $E$  と供試体の相対密度を示す。相対密度は、 $E$  の増大に伴い急激に増加するものの、 $E$  が 100%を超えるとその増加量は低下し、概ね 110%程度に収束する。

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

図-3, 図-4 から  $E=60\%$ 以下の領域では、破碎はわずかであるが、粒子の充填による密度増加が顕著となり、それ以降は粒子破碎に伴う細粒分増加が進行していると推測される。

## ③ 締固めエネルギー $E$ の変化に伴う透水係数の値

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

図-6 には、相対密度と透水係数との関係を示している。図中には、原位置透水試験結果<sup>5)</sup>も併記している。図から、火山灰質土の透水性能は、相対密度が上昇すると著しく減少する。ここから、火山灰質土の透水性能と相対密度との密接な関係が推測される。

また、同程度の相対密度、細粒分含有率において原位置透水試験の値が  $10^1\text{m/sec}$  オーダー程度高い結果となった。これは締固めエネルギーの増加に伴う破碎による粒子間構造の密実化、原位置周辺地盤の相対密度、細粒分含有率の乱れに起因するものと考察している。

## 5. まとめ

① 締固めエネルギーの増加に伴い、相対密度は  $E=100\%$ までは顕著に上昇し、その後収束する。粒子破碎は  $E=60\%$ 以下ではわずかであるが、 $E=100\%$ 以上で増加して徐々に収束する。

② 締固めエネルギーの上昇に伴う相対密度の増加により、透水係数は減少傾向を示す。また、室内試験結果は原位置透水試験の結果と比較して  $10^1\text{m/sec}$  オーダー程度低い値を示す。

【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、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、5)木村ら：火山灰質土の原位置透水係数の細粒分含有率依存性、土木学会年次学術講演会講演概要集、Vol.66、2011。

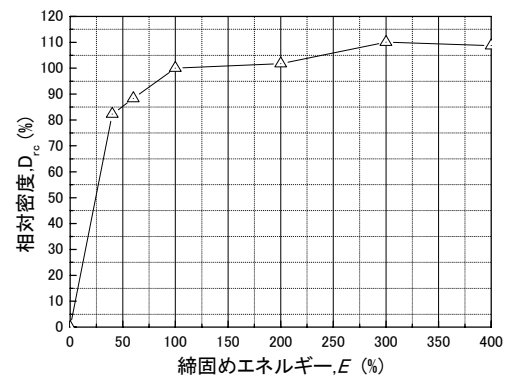


図-3 締固めエネルギーと相対密度の関係

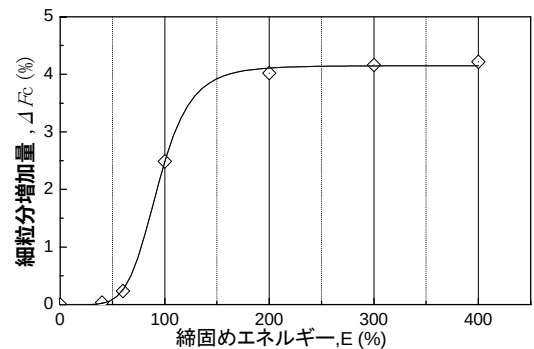


図-4 締固めエネルギーと細粒分増加量の関係

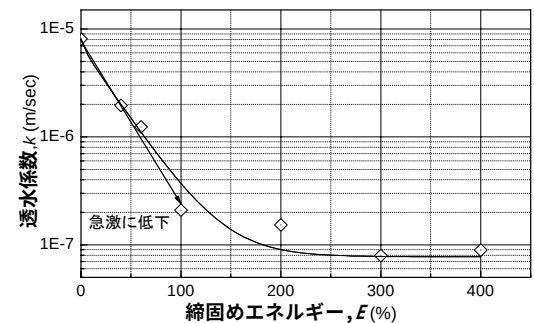


図-5 締固めエネルギーと透水係数の関係

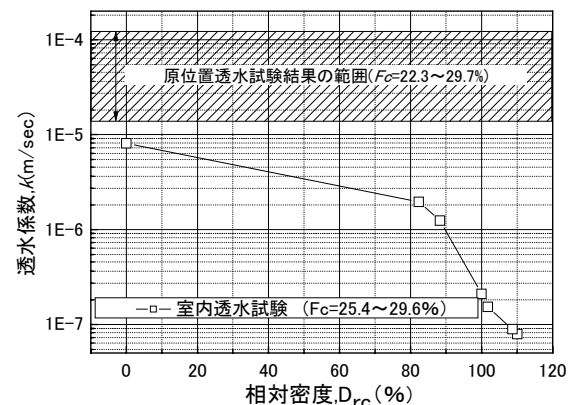


図-6 相対密度と透水係数の関係