

「ボラ」の工学的性質に関する基礎的研究

宮崎大学大学院 土木環境工学専攻 学生会員 渡辺雅彦
 宮崎大学 助教授 土木環境工学科 正会員 瀬崎満弘
 宮崎県地質調査業協同組合 正会員 澤山重樹
 宮崎大学大学院 土木環境工学専攻 学生会員 長友貞文

1. はじめに

「ボラ」は、鹿児島県から宮崎県南西部にかけて分布する火山性噴出物で降下軽石の俗称である。これは、南九州を広く覆うシラス中にも混在するが、このように単一層をなさないものは軽石、局部的にでも層をなすものはボラと称され、浮石の名称で呼ばれることもある。近年では、透水性が高い、密度が低いなどから耕土との混合や軽量ブロックの骨材として有効利用が図られている。しかし、土工材料としては極めてポーラスな構造で破碎し易いことなどから、設計・施工の方法や強度定数の取り扱いに苦慮する現状がある。また、その要因の一つに噴出源の違いや噴出源からの距離によって異なる様相や性質を呈する点も挙げられる。

このボラに関しては、含有鉱物や化学的成因については報告されているものの、工学的性質に関する研究報告等は非常に少なく、土質試験に関しても試験法が確立されていない。そこで、設計・施工上の取り扱いや今後の試験法確立のために、工学的性質・問題点・特徴を明らかにしようとしたのが本研究である。この研究で用いたのは、宮崎県南西部に厚く分布する「小林ボラ」である。

2. 実験の概要

2-1 小林ボラ

小林ボラは約 1.6 万年前に現韓国岳から噴出した降下軽石で、黄白～黄橙色の歪角礫状を呈し、小林軽石とも称される。

この小林ボラは、西諸・北諸地方では 1.5～5.0m 程度の層厚で堆積し、 $\phi_{max}=30mm$ を含む比較的粗い粒子で構成されている。しかし、韓国岳から北東に位置する宮崎市周辺では、数十 cm～1.0m 程度の層

厚で粒径は $\phi=5mm$ 未満と細粒になる。鉱物および構成粒子は、輝石、磁鉄鉱、石英などの有色鉱物と異質岩片を多く含み、御池（約 4600 年前）を噴出源とする御池軽石とは異なる。また、鹿児島を起源とする大隅降下軽石（約 2.9 万年前）と比較しても、色調や粒径、鉱物組成などで異なった特徴を有している。表-1 に小林ボラと御池軽石および大隅降下軽石の含有鉱物を示す。

表-1 構成粒子と鉱物

名 称	小林ボラ	御池軽石	大隅軽石
時 代 (前)	16000	4600	29000
噴 出 源	韓国岳	御池	始良火山
色 調	黄白～黄橙	黄白～黄橙	白色
構成粒子 及び 含有鉱物	軽石 異質岩片 輝石 石英 長石 磁鉄鉱 火山ガラス etc	軽石 異質岩片 輝石 火山ガラス etc	軽石 異質岩片 輝石 石英 長石 火山ガラス etc

2-2 実験の項目

本研究では、まず一般土の試験方法を参考に各試験を行い、結果と試験状況から手法の妥当性や問題点、及び結果の評価等を行った。実施した項目を表-2 に示す。なお、突き固めによる破碎性試験においては 10mm 以上と 2～5mm の 2 種類の粒径を各 500g 用意し、質量 2.5kg のランマーの落下回数を変化させて、そのエネルギーの違いによる破碎性を検討した。

表-2 試験実施項目

物理試験	安定及び化学試験
土の含水比試験 土粒子の密度試験 土の粒度試験 土の液性限界試験 土の塑性限界試験 土の吸水率試験	土懸濁液のPH試験 土の強熱減量試験 土の締固め試験 土の修正CBR試験
力学試験	その他
土の三軸圧縮試験 破碎率試験	突き固めによる破碎性試験 土の透水試験

3. 実験結果

ボラの各物性値を表-3 に示す。

各土質試験結果から得られた特徴は、以下の通りである。

- 極めて粗粒な土質であるにもかかわらず、自然含水比は 74.6% と非常に高い。
- 締固め試験による最大乾燥密度は 0.851g/cm³ で極めて低い。
- 内部摩擦角は 37.5° で一般的な砂や礫に類似した値を示す。
- 強熱減量は 5.8% でシラス～関東ロームの傾向に類似する。
- 破碎率は 47.20%、吸水率は 86.17% で極めて高い。
- 三軸圧縮試験による破碎性では、拘束圧(圧密圧力)の増加に伴って破碎率は増加する。(図-1 参照)
- 突き固めによる破碎性では、粒径に関係なくエネルギーの増加に伴って破碎率も増加する。また、同じエネルギーでも粒径の大きいほうが高い破碎率を示す。(図-2 参照)

図-2 中のエネルギーは下記の式(1)にて求めた。

$$E = \frac{W_R \cdot H \cdot N_L \cdot N_B}{V} \quad (J/m^3) \dots (1)$$

W_R : ランマーの重量(kgf)

H : ランマーの落下高(m)

N_L : 層の数

N_B : 層あたりの突き固め回数

V : 締固め供試体の体積(m³)

4. おわりに

本実験の結果、ボラは細粒土および粗粒土双方の特徴を有している点や極めてポーラスな構造であることが明らかとなった。破碎性に関しては、拘束圧および締固めエネルギーの増加に伴う破碎率の増加が顕著であったことから、せん断強度の評価においては、せん断試験時の拘束圧の設定に留意する必要がある。また、土の締固め試験においてはエネルギーの設定に留意すべきである。

今後、単粒子強度や安息角測定等を追加し、新たな締固め手法の提案や適切な施工管理の手法を提案していくつもりである。

参考文献

- 1) 地盤工学会：土質試験の方法と解説，pp51-779，2000。
- 2) 東京大学出版会：新編 火山灰アトラス，pp58-79，2003。
- 3) 土質工学会：日本の特殊土，pp203-257，1988。
- 4) 土質工学会九州支部：九州・沖縄における特殊土，pp167-174，1982。

表-3 試験結果

一般	土粒子の密度 ρ_s g/cm ³	2.505
	自然含水比 W_n %	74.6
粒度	礫分(2~75mm) %	65.6
	砂分(0.075~2mm) %	33.7
	シルト分(0.005~0.075mm) %	0.7
	粘土分(0.005mm未満) %	
	最大粒径 mm	26.5
	均等係数 U_c	4.66
コンシ ンシー 特性	D_{50} mm	2.92
	D_{20} mm	1.30
	液性限界 W_L %	NP
分類	塑性限界 W_P %	NP
	塑性指数 I_p	—
	地盤材料の分類名	ぼら(砂質礫)
締固め	分類記号	GS
	試験方法	E-c
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm ³	0.851
CBR	最適含水比 W_{opt} %	65.2
	試験方法	E法
	90%修正CBR	39.6
三軸 試験	試験方法	CD
	粘着力 c kN/m ²	17.9
	内部摩擦角 ϕ °	37.5
	透水係数 k_{15} cm/s	1.07E-01
	pH	6.2
	強熱減量 Li %	5.8
	破碎率 %	47.20
吸水率 Wa %	86.17	
積比重 G_b	0.73	

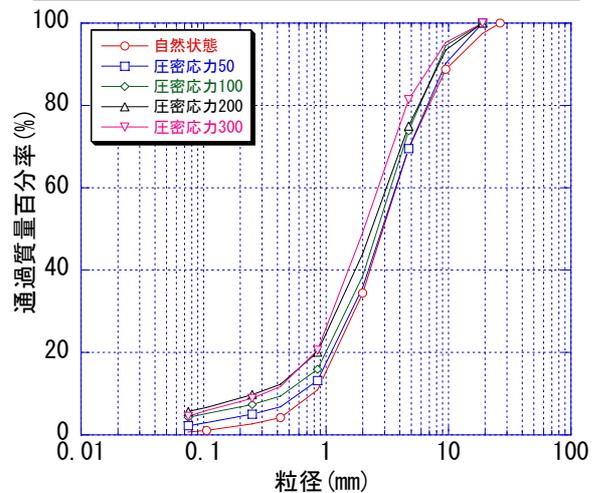


図-1 三軸圧縮試験後の粒度分布

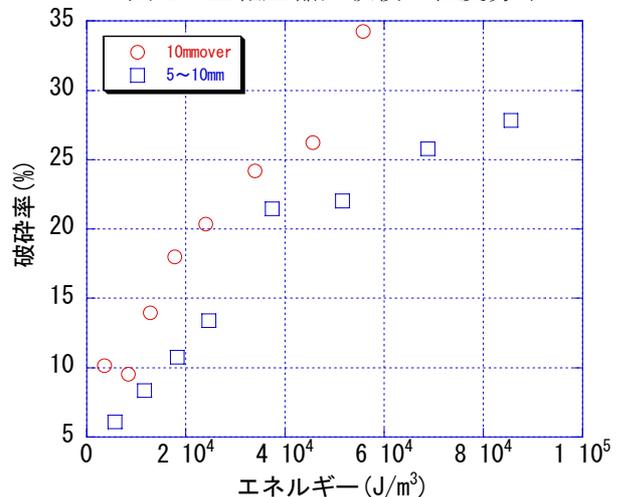


図-2 破碎率の比較