

## 軽石を用いた透水性舗装ブロックの開発

鹿児島工業高等専門学校 (学) ○境田 悠里, (正) 安井 賢太郎  
宮崎大学 山村 拳志郎, 木之下 広幸, (有) 南建興業 南曲 誠

### 1. はじめに

鹿児島県や宮崎県などの南九州地域は、桜島や霧島山の火山噴出物である軽石が広く堆積している。軽石は多孔質で水分や養分を適度に吸収する吸水性や、良好な排水性と粒子形状を有している。これらの特徴から、現在軽石は園芸用土などに利用されているものの、その需要は堆積量に比べて僅かである。一方で、堆積した軽石は大雨や台風時に流亡しやすく、甚大な被害を起す恐れがあるため特殊土壌に指定されている。このため、軽石は採掘して有効に利用されるべきである。

軽石の有効利用に向けて、軽石混合コンクリートを焼成させてコンクリートの耐火性向上を目指した研究<sup>2)</sup>や、軽石を軽量コンクリート用骨材として利用した研究<sup>3)</sup>など、コンクリートや地盤用の材料としての利用が検討されているが、軽石の利用が進まない理由に、軽石の強度が低いことが挙げられる。そこで、本研究は軽石を焼成することによる強度向上を試みた。焼成とは、高温で加熱することにより粘土粒子同士が接着すると同時に、体積が収縮して緻密になることで強度が増大する技術である。

本報告では、まず軽石を焼成することによる強度向上を確認するために、焼成前後の軽石を用いたモルタル供試体の曲げ試験を行った。次に、焼成軽石の利用例として、焼成軽石を用いた透水性舗装ブロックを作製し、その曲げ強度及び透水性を明らかにした。

### 2. 実験方法

#### 2.1 使用材料

本実験に使用した骨材を図-1 に示す。軽石は宮崎県都城産の三池軽石を使用し、強度比較用の骨材として鹿児島県川内市高城産の砕砂を使用した。ここで、焼成軽石は電気炉を用いて 1100°C (昇温 100°C/h, 保持 1h) で軽石を焼成することにより作製した。軽石の粒径は、モルタル用に 2 mm 以下、ポーラスブロック用に 4~7 mm をそれぞれ用いた。なお、各骨材の密度はそれぞれ、軽石 : 1.92 g/cm<sup>3</sup>, 焼成軽石 : 2.05 g/cm<sup>3</sup>, 砕砂 : 2.85 g/cm<sup>3</sup> であり、焼成軽石の密度は焼成による焼き締めりによって軽石よりも増大した。



(a) 軽石 (b) 焼成軽石

図-1 軽石, 及び焼成軽石

表-1 供試体配合

|      | 骨材   | 水セメント比<br>W/C (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |           |          |
|------|------|-------------------|--------------------------|-----------|----------|
|      |      |                   | 水<br>W                   | セメント<br>C | 細骨材<br>S |
| モルタル | 砕砂   | 50                | 260                      | 520       | 1560     |
|      | 軽石   |                   |                          |           | 1048     |
|      | 焼成軽石 |                   |                          |           | 1120     |
| ポーラス | 焼成軽石 | 23                | 42                       | 183       | 614      |

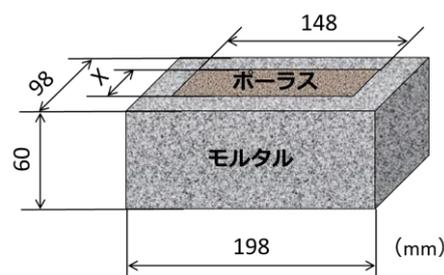


図-2 透水性舗装ブロック概略図

#### 2.2 モルタル供試体及び透水性舗装ブロックの作製

表-1 は、モルタル供試体及び透水性舗装ブロックの配合を示す。軽石、焼成軽石、及び砕砂自体の有する材料強度を比較するため、骨材密度の違いにより単位量は異なるものの、モルタルに占める各骨材の体積を統一した。モルタル供試体の形状寸法は、JIS R 5201 に準拠して 40 mm×40 mm×160 mm の直方体とした。

一方、焼成による軽石強度の向上に加えて、焼成軽石の特徴を活かした製品がなければ軽石の利用拡大に繋がらないと考え、図-2 に示す透水性舗装ブロックを作製した。具体的には、ブロックの中央部分が開口した型枠に焼成軽石を使用したモルタルを打設し、翌日の脱型後に、開口部分にポーラスモルタルを充填した。このブロックは、縁側のモルタル部分が荷重を負担し、ポーラ

ス部分が透水性を担保する 2 種類の構造から成る複合構造である。また、透水性舗装ブロックに求められている曲げ強度  $3.0 \text{ N/mm}^2$  以上、及び透水係数  $1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$  以上を満足するポーラス幅  $X$  を検討するために、 $X$  の寸法を 0, 28, 38, 48 mm と変えた。

### 2.3 物性試験

モルタル供試体は、材齢 3, 7, 28 日における曲げ強度試験 (JIS R 5201) を実施し、透水性舗装ブロックは、材齢 28 日における曲げ強度試験 (JASS 7 M101)、及び透水試験 (JIS A 5371) を実施した。なお、透水係数は、次の式 (1) より算出した。

$$k = \frac{Q \times t}{A \times h \times 30(s)} \times 10^{-2} \quad (1)$$

ここで、 $k$  は透水係数 (cm/s)、 $Q$  は 30 秒間に排水される水量 ( $\text{cm}^3$ )、 $t$  はブロック厚さ (cm)、 $A$  はブロック面積 ( $\text{cm}^2$ )、 $h$  は水頭差 (cm) である。

## 3. 試験結果および考察

### 3.1 モルタル供試体の曲げ強度による材料強度比較

図-3 に各骨材から作製したモルタル供試体の曲げ強度の経日変化を示す。各材齢において、焼成軽石供試体の強度は、軽石と比べて高いものの、砕砂と比べて低い結果であった。試験後の軽石供試体断面を観察すると、材料破壊が生じていたため、軽石の強度はセメントペーストよりも低いものと考えられる。一方、焼成軽石供試体と砕砂供試体の比強度 (= 曲げ強さ / 供試体の密度) を比較したところ同等であったため、焼成軽石は軽量で強度を有する骨材であることが明らかになった。

### 3.2 透水性舗装ブロックの曲げ強度及び透水係数

図-4 に透水性舗装ブロックの曲げ強度とポーラス部分の幅の関係を示す。ポーラス幅  $X$  の増加に伴い、曲げ強度は低下した。これは、曲げ応力を負担するモルタル部分の幅が狭くなったことによるものと考えられる。また、 $X$  が 48 mm の結果に着目すると、骨材に軽石を用いた場合は規格値を満足しなかった。

図-5 に透水性舗装ブロックの透水係数とポーラス幅  $X$  の関係を示す。 $X$  を 48 mm とした際の透水係数は、 $23.9 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$  となり、規格値の約 24 倍であった。また、 $X$  を 28 mm まで狭くした場合においても、十分な透水性を有していた。以上の結果から、骨材に焼成軽石を使用し、 $X$  を 48 mm とした透水性舗装ブロックは、規格値を満足し、さらにゲリラ豪雨にも対応できる高い透水性を有しているものと考えられる。

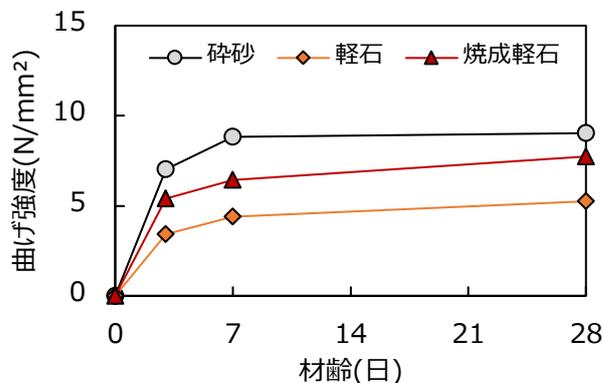


図-3 モルタル供試体の曲げ強度

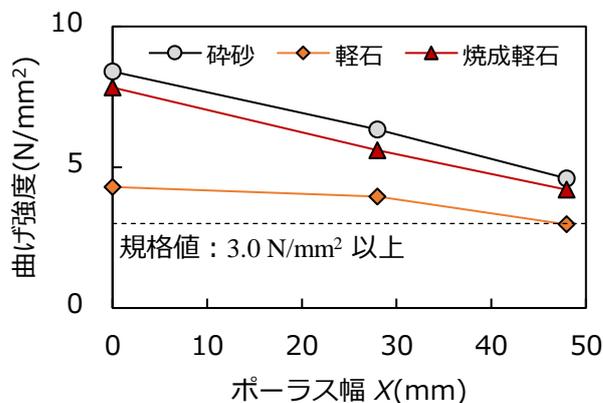


図-4 ブロックの曲げ強度とポーラス幅  $X$  の関係

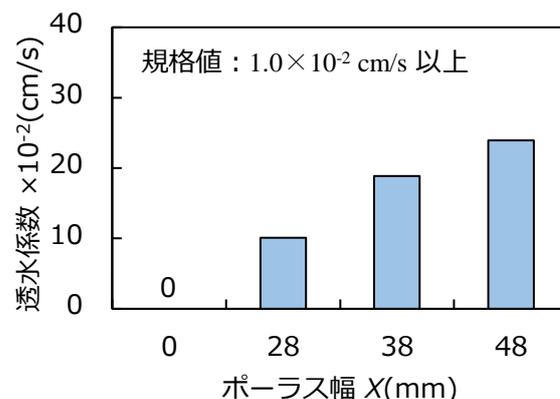


図-5 ブロックの透水係数とポーラス幅  $X$  の関係

## 4. まとめ

本研究では軽石の有効利用を目的に、焼成による強度の向上、及び透水性舗装ブロックの作製を試みた。

- 1) 焼成により軽石の強度は向上し、モルタル供試体曲げ試験における比強度は砕砂と同等であった。
- 2) 骨材に焼成軽石を使用した透水性舗装ブロックは規格値を満足する曲げ強度、透水性を有していた。

### 参考文献：

- 1) 長谷川孝則, 竹原太賀司; 地域特産食用きのこの栽培技術の開発と優良品種選抜, 福島県林業研究センター研究報告, No.48, pp.35-42, 2016
- 2) 長森正; 火山礫を置換した軽量コンクリートの強度特性に関する基礎的研究, コンクリート工学論文集, Vol.17(1), pp.1-7, 2006
- 3) L. Cavaleri, et al.; Pumice concrete for structural wall panels, *Engineering Structures*, Vol.25, pp.115-125, 2003