

焼成した軽石を用いた透水性舗装ブロックの開発

宮崎大学大学院（学）○山村 拳志郎，宮崎大学工学教育研究部 木之下 広幸
鹿児島工業高等専門学校（正）安井 賢太郎，有限会社南建興業 南曲 誠

1. はじめに

南九州に位置する宮崎県や鹿児島県は、霧島山及び桜島の火山噴出物である軽石が広く堆積している。軽石は多孔質で吸水性と適度な排水性を有しているため園芸用土などに利用されているが、その需要は堆積量に比べて僅かである。また、堆積した軽石は大雨や台風時に流亡し甚大な被害を起こすことから、軽石は採掘して有効に利用されるべきである。

軽石をコンクリートに応用する研究があるものの、軽石の強度が低いため利用が進んでおらず、将来コンクリート用骨材が不足すると言われていることから²⁾、軽石の強度向上が実現すれば、利用価値はさらに高くなるものと考えられる。

本研究は、軽石の有効利用を目的に、軽石を焼成することで強度向上を図り、軽石の特徴を活かした製品開発を試みた。まず、軽石の焼成温度が強度に及ぼす影響について検討した。次に、焼成軽石を用いた軽量の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 軽石の焼成

本研究には宮崎県都城産の三池軽石を使用した。粒子径はモルタル用が2mm以下、ポーラス用が4~7mmの範囲であった。焼成には電気炉を使用し、最高温度900、1000、1100°Cに達するまで100°C/hで昇温し、1時間保持後に炉冷した。このとき、焼成軽石の密度はそれぞれ1.45、1.77、1.82 g/cm³であり、焼成温度の上昇に伴い焼き締まりによる密度の増大が確認された。

2.2 透水性舗装ブロックの作製

図1は焼成軽石を用いた透水性舗装ブロックを示す。図内外枠のモルタル部分が上載荷重を負担し、内側のポーラス部分が透水性を担保する構造としている。

表1は、透水性舗装ブロックにおけるモルタル部及びポーラス部の配合を示す。ここで、ポーラス部の作製にはセメント、ケイ酸塩化合物（焼結助剤）の2種類の

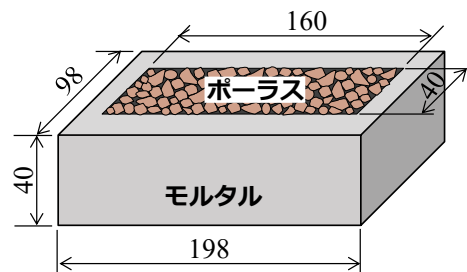


図1 透水性舗装ブロック概略図

表1 供試体配合

部位	バインダ	W/C (%)	混合量 (g)			
			水 W	セメント C	焼結助剤 A	焼成軽石 S
モルタル	セメント	50	260	520	-	1120
ポーラス	セメント	23	42	183	-	614
	焼結助剤	-	30	-	90	600

バインダを用いた。焼結助剤を用いたポーラス部の作製では、水に溶解させた焼結助剤を塗した軽石を金型内に敷き詰め、900°Cで焼成することにより、熔融した焼結助剤が軽石同士を接合しポーラス部が成形された。

2.3 物性試験

まず、焼成温度と軽石強度（硬さ）の関係を調べるため、ビッカース硬さ試験（JIS Z 2244）を実施した。次に、図1のポーラス部におけるバインダの違いや軽石焼成温度と曲げ強度の関係を調べるために、各条件において40mm×40mm×160mmのポーラス試験体を作製し、曲げ試験（JIS R 5201）を実施した。最後に、透水性舗装ブロックの曲げ試験（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(1)式より算出した。

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

ここで、 k は透水係数 (cm/s)、 Q は30秒間に排水される水量 (cm³)、 t はブロック厚さ (cm)、 A はブロック面積 (cm²)、 h は水頭差 (cm) である。

キーワード 軽石、焼成、透水性、舗装ブロック

連絡先 〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝 1460-1 鹿児島工業高等専門学校 TEL 0995-42-9121

3. 実験結果

図2は焼成軽石のビッカース硬さを示す。焼成温度を600°Cから1100°Cまで上昇させたところ、軽石の硬さは900°C付近を超えたところから増加し、1000°Cから1100°Cまでの間に著しく増加した。これは、軽石内部の組織が焼締まりによって緻密になることで、軽石の強度が増加したものと考える。

図3はポーラス試験体の曲げ強度を示す。バインダを焼結助剤とした試験体は、使用した軽石の焼成温度の上昇に伴い、曲げ強度が上昇した。焼結助剤の焼結温度は全て900°Cとしていることから、ガラス化した焼結助剤と比較して低温で焼成した軽石の強度が低かったことが考えられる。また、1100°Cで焼成した軽石を用いてバインダの比較をしたところ、焼結助剤よりもセメントの方が接合力が若干高かった。但し、これは焼結助剤の成分、使用量、及び焼結温度に依存すると考えられるため、今後詳細に検討を行う。

図4は透水性舗装ブロックの曲げ強度を示す。ここで、外枠のモルタル部に使用した軽石の焼成温度は1100°Cであり、ブロック密度は1.75~1.84 g/cm³と軽量であった。曲げ強度は、ポーラス部軽石の焼成温度に関わらず4~5 N/mm²であり、透水性舗装ブロックに求められる規格値の3.0 N/mm²以上を満足している。これは外枠のモルタル配合が同じであることから、外枠のモルタル強度が大きく影響し、一方のポーラス部の強度はほとんど寄与していないものと考えられる。

図5に透水性舗装ブロックの強度試験結果を示す。ポーラス部軽石の焼成温度の上昇に伴い、透水係数は小さくなった。これは、焼結に伴う軽石の収縮量は温度に依存するため、ポーラス部に充填される軽石の粒子径と軽石同士の隙間が共に小さくなることで、透水係数が低下したものと考えられる。ただし、規格値の1.0×10⁻² cm/s以上を大きく上回っていることから、局地的な大雨にも十分に対応できる高い透水性を有していると言える。

4. まとめ

本研究は軽石の有効利用を目的とし、焼成による強度の向上、及び透水性舗装ブロックの開発を試みた。

- 1) 焼成により軽石の強度は向上し、焼成温度900°Cを超えるとその強度が急激に大きくなった。
- 2) 焼成軽石を骨材に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及び透水性を有していた。

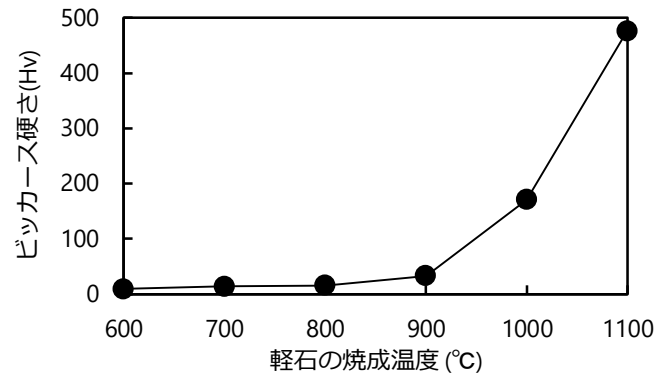


図2 焼成軽石のビッカース硬さ

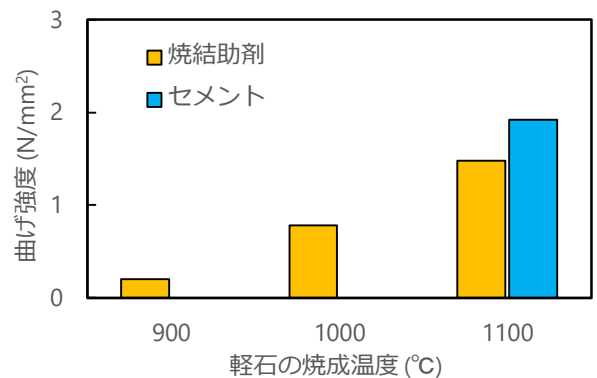


図3 ポーラス試験体の曲げ強度

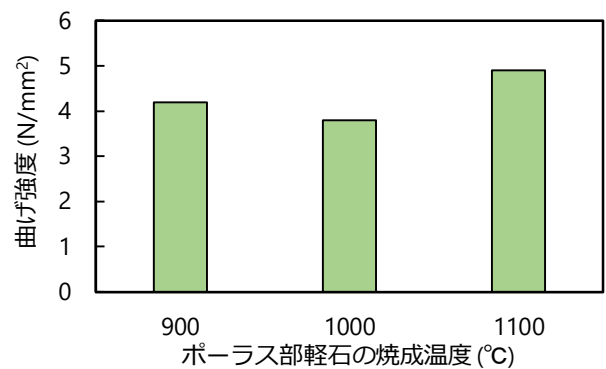


図4 透水性舗装ブロックの曲げ強度

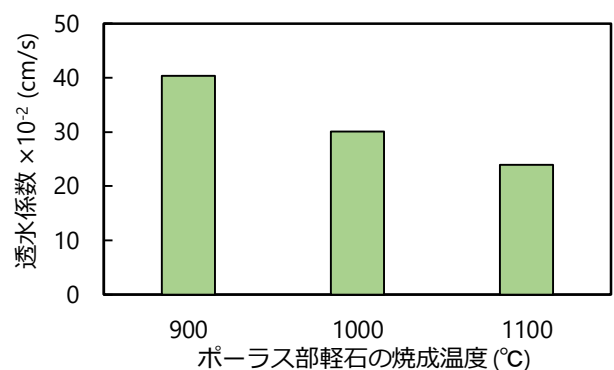


図5 透水性舗装ブロックの曲げ強度透水係数

謝辞

本研究に協力いただいた鹿児島工業高等専門学校卒業生の境田悠里氏に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 長谷川孝則, 他; 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) UNEP: Sand and Sustainability: Finding new solutions for environmental governance of global sand resources, ISBN 978-92-807, p.4, 2019