

使用済み瓦ポーラスコンクリートの空隙の状態が熱拡散率に及ぼす影響

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○鈴木 和磨
 名古屋工業大学大学院 正会員 上原 匠
 一般社団法人瓦チップ研究会 非会員 亀井 則幸

1. 研究背景および目的

現在、日本家屋を解体する際に発生する瓦（以下、使用済み瓦）のほとんどは埋め立て処分されている。今後も多く使用済み瓦が排出されると予想されており、使用済み瓦の再資源化が必要とされている。本研究室では優れた吸水性を持つ使用済み瓦をポーラスコンクリートの粗骨材として再利用するため研究を行っている。既往の研究¹⁾から、使用済み瓦を粗骨材に用いたポーラスコンクリートは吸水した場合、表面温度上昇を抑制する効果が得られており、保水性舗装としての活用も期待できる。そこで、熱挙動の制御を可能とするためにも、使用済み瓦ポーラスコンクリートの熱特性を把握することが必要となる。

本研究では、使用済み瓦ポーラスコンクリートの熱拡散率を把握するため、異なる空隙率の供試体で熱拡散率の比較検討を行った。また、空隙の状態が熱拡散率に及ぼす影響を把握するため、供試体の空隙が水で飽和した状態と不飽和な状態の異なる条件下における熱拡散率の比較検討を行った。

2. 供試体概要

2.1 使用材料および配合設計

表1に使用材料を、表2に配合表を示す。本研究の供試体は単位粗骨材量を一定にし、モルタル量で空隙率を制御している。

表1 使用材料

材料	名称・規格	記号	物性
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度：3.16 g/cm ³
細骨材	砕砂	S	表乾密度：2.64 g/cm ³
粗骨材	使用済み瓦 (10-5 mm)	B	表乾密度：2.22 g/cm ³ 粒径：10-5 mm

表2 配合表

設計空隙率 (%)	粒径 (mm)	W/C (%)	s/m (%)	単位量 (kg/m ³)			
				W	C	S	B
20	10-5	23	20	88	381	137	1079
25				71	308	111	
30				54	235	85	

2.2 空隙率試験

本試験は供試体の空隙率を把握することを目的に実施した。試験方法は全空隙率が質量法、連続空隙率および準連続空隙率は容積法により測定を行い、独立空隙率は全空隙率から連続空隙率および準連続空隙率を引いた差分により算出した。表3に空隙率試験結果を示す。いずれの配合も連続空隙が多くを占めており、空隙率の増加に伴い、連続空隙率の割合も増加する。また、いずれの配合も設計空隙率と全空隙率はほぼ等しい。設計空隙率30%において、独立空隙率が負の値を示したが、これは供試体の単位モルタル量の違いや、使用済み瓦の特性が影響を及ぼしたと考えられる。

表3 空隙率試験結果

設計空隙率 (%)	全空隙率 (%)	連続空隙率 (%)	準連続空隙率 (%)	独立空隙率 (%)	連続空隙率 /全空隙率 (%)
20	18.7	16.4	0.4	1.8	0.88
25	24.6	24.3	0.1	0.2	0.99
30	29.3	29.9	0.1	-0.7	1.02

キーワード 使用済み瓦、ポーラスコンクリート、空隙、熱拡散率

連絡先 〒464-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL052-735-5502

3. 熱拡散率試験

3.1 試験概要

熱の広がりやすさの指標である熱拡散率について、空隙率と空隙の状態が異なる供試体で測定した。測定方法は Glover 法²⁾を用いた。Glover 法は直径と高さの比が 1:2 の円柱供試体を用いて、あらかじめ水中で一様な温度にある供試体を温水中で加熱し、供試体の中心温度が周囲の加熱温度と同じになるまでの温度変化を測定することで熱拡散率を求める方法（昇温過程）、あるいは、温水中で一様な温度にした供試体を水中で冷却し、供試体の中心温度が周囲の冷却温度と同じになるまでの温度変化を測定することで熱拡散率を求める方法（降温過程）である。

本研究では温水を約 60 °C、水を約 20 °C に設定して試験を行った。熱拡散率は建設省土木研究所の調査報告³⁾から測定時間を中心温度が周囲の温度とほぼ等しくなり一定となる時間で除し、無次元化した上で、無次元時間 0.2~0.6 の範囲の熱拡散率の平均値を供試体の熱拡散率とした。供試体は ϕ 100 mm×200 mm を各配合につき 2 本用意し、供試体中心部には T 型熱電対を設置した。条件として、飽和状態と不飽和状態を設定した。ここで、飽和状態とは、供試体を水中で 72 時間以上浸漬させ、試験の際、防水加工をせず水中に設置した状態、不飽和状態とは、供試体を気中で 72 時間以上放置し、試験の際、防水加工を施して水中に設置した状態と定義した。

3.2 試験結果および考察

(1) 飽和状態での比較

図 1 に飽和状態における各空隙率の昇温過程、降温過程の熱拡散率を示す。飽和状態においては、昇温過程、降温過程ともに、空隙率と熱拡散率の間には線形関係がある。これは空隙率の増加に伴い、連続空隙率の割合が増加することで、供試体中心まで水の到達が容易になり、供試体中心温度の変化が早まることが原因の 1 つとして考えられる。

(2) 不飽和状態での比較

図 2 に不飽和状態における各空隙率の昇温過程、降温過程の熱拡散率を示す。不飽和状態においては、昇温過程、降温過程ともに、空隙率にかかわらず、熱拡散率はほぼ一定となる。これは不飽和状態においては供試体に防水加工を施したため、水の流入がなく、空隙率の増加とともに増加する連続空隙率の影響を受けなかったことが原因として考えられる。

すなわち、防水加工を施した供試体は異なる温度の水槽に移した際に、連続空隙内の水の入替わりがなく、空気のみを介してしか熱が伝わらないので、異なる空隙率でも温度変化の時間に差が生じない。したがって、不飽和状態においては、昇温過程、降温過程ともに、空隙率にかかわらず、熱拡散率はほぼ一定になると考えられる。

4 まとめ

- (1) 飽和状態の使用済み瓦ポーラスコンクリートは空隙率と熱拡散率の間に線形関係がある。
- (2) 不飽和状態の使用済み瓦ポーラスコンクリートは空隙率にかかわらず、熱拡散率はほぼ一定である。
- (3) 同空隙率の使用済み瓦ポーラスコンクリートの熱拡散率は不飽和状態より飽和状態のほうが大きい。

参考文献

- 1) 坂口稔：廃瓦を用いたポーラスコンクリートの製造と特徴，名古屋工業大学博士論文，2013
- 2) 土木材料実験：國分正胤，技報堂出版，2002
- 3) 建設省土木研究所材料施工部コンクリート研究室：コンクリートの熱伝導特性に関する調査，土木研究所資料，3245，pp.1-37，1994

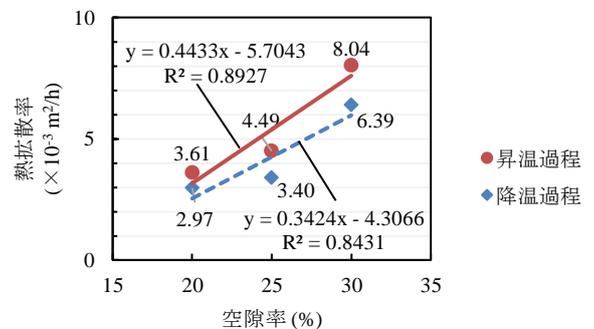


図 1 飽和状態の熱拡散率

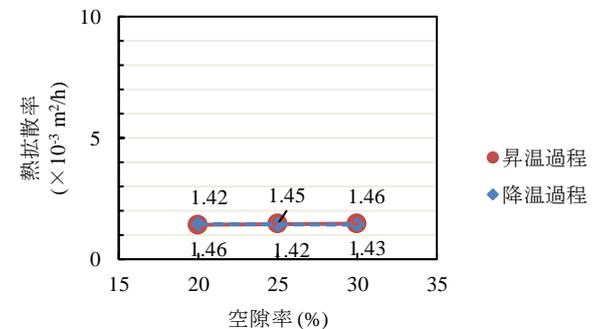


図 2 不飽和状態の熱拡散率