

廃瓦ポーラスコンクリートの物性と温度上昇抑制効果

名古屋市上下水道局 ○正会員 杉浦 領亮
 名古屋工業大学大学院 学生員 西尾 秀登 学生員 坂口 稔 正会員 上原 匠

1. はじめに

愛知県西三河地方で生産される三州瓦は、年間約3千万枚(約8万トン)が規格外品(以下、規格外品廃瓦)として処分されている。この現状を受けて、規格外品廃瓦をポーラスコンクリート(以下、POC)の粗骨材に適用する研究が行われてきた。一方、家屋解体時に発生する瓦廃材(以下、家屋解体廃瓦)は、規格外品廃瓦と比較して排出地域や排出量も多く、今後も多くの排出が見込まれ、処理方法が課題となっている。すなわち、規格外品廃瓦の研究で得られた知見に加え、家屋解体廃瓦のPOC用粗骨材への適用に関する知見も求められている。

とところで、近年都市部のヒートアイランド現象が問題となっており、この対策の一つとしてPOCを舗装材に適用することが検討されている。

そこで、本研究では、これらの瓦廃材の有効利用を目的に、規格外品廃瓦および家屋解体廃瓦を適用した廃瓦POCの物性と温度上昇抑制効果に与える影響について考察を行った。

2. 実験概要

表-1に使用材料を、表-2に配合条件を示す。POCの基本的な物性の把握に加えて、その温度上昇抑制効果を把握する目的で、屋外試験に用いるためのPOC平板供試体(30×30×10cm、以下、平板)を作製し、実験を行った。各種物性試験は、平板と同じ配合の試料から作製した円柱供試体(φ10×20cm)および角柱供試体(10×10×40cm)を対象に、空隙率試験、透水試験に加えて含水率試験等を実施した。

屋外試験では、平板に1時間間隔および2時間間隔で散水し、その温度変化を測定した。試験時の平板は、上面を除いた外周を断熱材(スタイロフォーム)で囲い断熱を図った。図-1に平板の概要を示す。表面を除いた外周および底面を断熱材(スタイロフォーム)で囲い断熱し、底面は水が流下できる排水条件とした。

測定項目は主として各平板表面温度(断面中央)とし、温度測定にはT型熱電対を用い、1分間隔で測定を実施した。表面に設置した熱電対は、先端を溶接した後、平板と同配合のモルタルにてコーティングし、表面中央に接着した。表-3にPOCの空隙率と透水係数を示す。表から設計空隙率との差は±5%程度、透水係数も基準値0.01cm/sを満たしていることがわかる。

表-1 使用材料

材料	名称・規格	記号	物性値・諸元
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(瀬戸産)	S	表乾密度: 2.67 g/cm ³ , 吸水率: 1.24 % 粗粒率: 2.77
粗骨材	家屋解体廃瓦	B	実積率: 57.9 %, 吸水率: 11.17 % 表乾密度: 2.21 g/cm ³ , 気乾密度: 2.03 g/cm ³
	7号規格外品廃瓦		実積率: 60.1 %, 吸水率: 10.18 % 表乾密度: 2.24 g/cm ³ , 気乾密度: 2.07 g/cm ³
	6号規格外品廃瓦		実積率: 61.3 %, 吸水率: 8.85 % 表乾密度: 2.24 g/cm ³ , 気乾密度: 2.07 g/cm ³
	7号砕石(瀬戸産・JIS A 5001)	G	実積率: 55.5 %, 吸水率: 0.88 % 表乾密度: 2.69 g/cm ³ , 絶乾密度: 2.67 g/cm ³
	6号砕石(多治見産・JIS A 5001)		実積率: 59.9 %, 吸水率: 0.66 % 表乾密度: 2.65 g/cm ³ , 絶乾密度: 2.63 g/cm ³
混和剤	高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系

表-2 配合条件

配合名	使用粗骨材	実積率 (%)	補正係数	設計空隙率 (%)	W/C (%)	s/m (%)
家屋解体廃瓦POC	家屋解体廃瓦	57.9	0.92	20	23	20
7号規格外品廃瓦POC	規格外品廃瓦(5-2mm)	60.1	0.91			
6号規格外品廃瓦POC	規格外品廃瓦(13-5mm)	61.3	0.87			
7号砕石POC	7号砕石	55.5	0.92			
6号砕石POC	6号砕石	59.9	0.85			

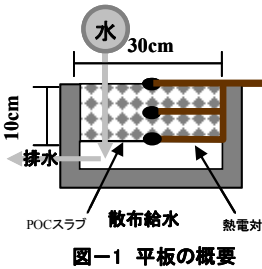


表-3 空隙率・透水係数

配合名	全空隙率 (%)	透水係数 (cm/sec)
7号規格外品廃瓦	24.1	0.210
6号規格外品廃瓦POC	22.2	0.482
7号砕石POC	20.5	0.299
6号砕石POC	16.5	0.437
家屋解体廃瓦POC	24.6	0.638

3. 試験結果および考察

表-4 に POC の含水率試験の結果を示す。保水量は、砕石 POC と比較して、家屋解体廃瓦 POC で 2~2.5 倍、規格外品廃瓦 POC で 1.5~2 倍大きい値となった。これは粗骨材の吸水率（家屋解体廃瓦：11.1 7%、規格外品廃瓦：10.18%）が、砕石と比較して大きい事が要因であると思われる。

表-5 に各 POC（全空隙率 20%と仮定）の容積比熱の計算値を示す。なお、容積比熱とは、「単位体積あたりの物体の温度を 1℃上昇させるのに必要な熱量」のことであり、単位は例えば MJ/(m³・K)で表される。物体の温まりやすさを表す一つの指標であり、以降、考察に用いる。

(1) 規格外品廃瓦 POC と砕石 POC の比較

図-2 に、規格外品廃瓦 POC と砕石 POC の温度変化を示す。

規格外品廃瓦 POC は 1 回目の散水直前（9 時）には砕石 POC より 3~4℃高い状態であった。これは、規格外品廃瓦 POC の容積比熱が砕石 POC より小さく、「熱しやすく、冷めやすい」状態であるためと考えられる。このため、13 時の散水前までは、蒸発による熱の消費があったと考えられるものの、この影響の方が大きく、規格外品廃瓦 POC の方が高い温度を示したと考えられる。

また、13 時以降の温度が下がる時間帯では、規格外品廃瓦 POC の方が温度低下の幅が大きく、砕石 POC と比較して温度上昇抑制効果が大きいことが確認された。容積比熱の小さい方が、温度低下しやすく、さらに蒸発潜熱による熱の消費の影響も加わり、温度低下が促進されたと考えられる。

(2) 家屋解体廃瓦 POC と規格外品廃瓦 POC の比較

図-3 に、規格外品廃瓦 POC と家屋解体廃瓦 POC の温度変化を示す。家屋解体廃瓦 POC は、規格外品廃瓦 POC と比較して、4~5℃程度低い温度を示した。

この結果に対して、家屋解体廃瓦 POC と規格外品廃瓦 POC の保水性能に着目して考察を行う。表-4 より、家屋解体廃瓦 POC は規格外品廃瓦 POC と比較して、保水性能が高く、散布された水をより多く且つ長時間保持することが可能であると考えられる。よって、家屋解体廃瓦 POC は、蒸発潜熱による熱の消費が規格外品廃瓦 POC と比較して多くなったため、温度上昇が抑制されたと推察される。

4. まとめ

屋外における POC の温度上昇抑制効果の違いには、様々な要因が考えられるが、容積比熱の違いによる影響および、表面からの蒸発による熱の消費の影響が挙げられる。また、瓦廃材の使用により、骨材内部にも保水する事が可能となるため、POC の保水性能が向上し、温度上昇抑制効果が向上すると考えられる。

表-4 含水率試験結果

配合名	含水率 (%)	単位体積あたりの保水量(kg/m ³)
7号規格外品廃瓦 POC	8.3	129.8
6号規格外品廃瓦 POC	7.7	125.1
7号砕石 POC	4.7	89.6
6号砕石 POC	3.5	69.7
家屋解体廃瓦 POC	12.1	184.0

表-5 容積比熱

単位; MJ/(m ³ ・K)	7号規格外品廃瓦 POC	7号砕石 POC
乾燥状態	1.322	1.519
湿潤状態	2.157	2.353

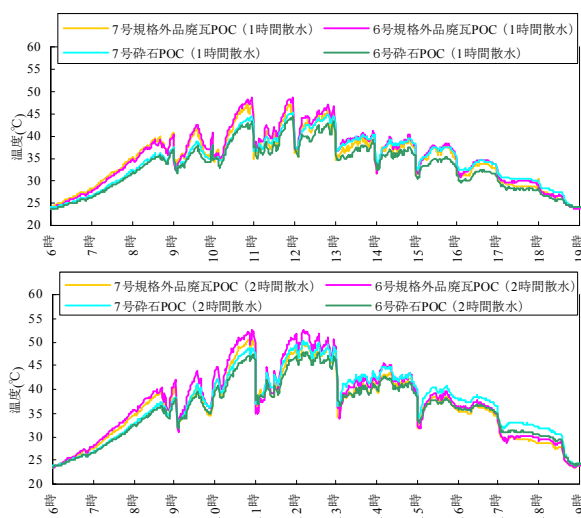


図-2 規格外品廃瓦POCと砕石POCの温度変化

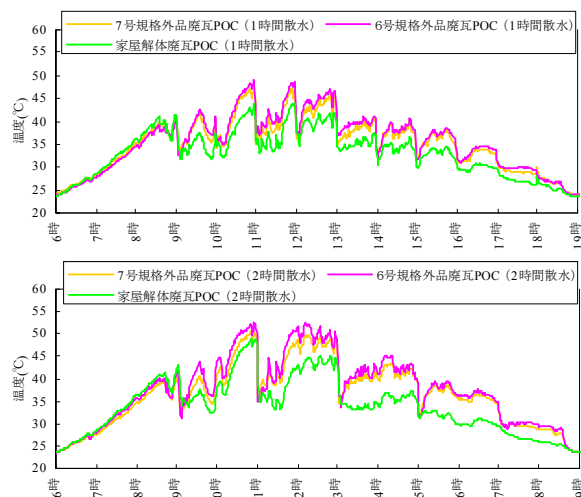


図-3 規格外品廃瓦POCと家屋解体廃瓦POCの温度変化