

# 火山礫を用いたポーラスコンクリートの吸放湿および断熱特性

秋田大学 正会員 ○齋藤 憲寿  
 秋田大学 小野寺 紀裕  
 秋田大学 フェロー 加賀谷 誠

## 1 はじめに

近年、ヒートアイランド現象や CO<sub>2</sub> 排出量増加などに起因する環境問題の対策が課題となっている。そこで持続可能な発展を遂げる社会基盤を構築するため、環境負荷低減の観点から環境調和型コンクリートの開発が求められている。本研究では、軽量で多孔質である秋田産火山礫を用いたポーラスコンクリート(火山礫 POC)の吸放湿および断熱特性を普通コンクリート(普通 CON)と比較し、その有効性について検討した。

## 2 実験概要

普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm<sup>3</sup>)、砕石(最大寸法 20mm、表乾密度 2.68g/cm<sup>3</sup>、吸水率 1.34%)、混合砂(表乾密度 2.57g/cm<sup>3</sup>、吸水率 3.15%、粗粒率 2.73)、混和剤として高性能 AE 減水剤(SP)、補助 AE 剤、天然樹脂酸塩を主成分とする AE 剤を使用した。表-1 に火山礫の物理的性質、表-2 にコンクリートの配合を示す。

吸放湿特性試験は JIS A 1470 を参考に、供試体を 24 時間吸水させた後、質量が一定となるまで温度 20℃、湿度 60%の恒温恒湿器へ放置した。その後、高湿域(80~82%)および低湿域(29~34%)に調整したデシケータへ供試体を入れて密閉し、温度を 20℃一定のままサーモレコーダーによってデシケータ内の湿度を 30 分毎、24 時間測定した。目標値を図-1 より快適な湿度である 40~70%の範囲に設定し、吸放湿性が見られるか検討した。

断熱特性試験は断熱材を用いて図-2 のような箱形の試験装置を作製し、上部以外を簡易的な断熱状態となるようにした。試験装置の上部は部材厚 90mm の供試体、内部は熱源として水 3 リットルを用意した。熱源を 40℃に調整して試験装置を 2℃の恒温恒湿器の中へ設置し、熱電対によって 30 分毎に熱源中心部の温度を測定した。測定範囲を人間が快適と感じる屋内温度(27~15℃)とし、15℃に低下するまでの時間を比較した。

## 3 実験結果および考察

表-3 に吸水率、単位容積質量、圧縮および曲げ強度を示す。表より、火山礫 POC の 24 時間吸水率は普通 CON より極めて大きく、単位容積質量は普通 CON の 1/2 程度と軽量であった。また、圧縮および曲げ強度は 0.7 および 0.3N/mm<sup>2</sup> と低強度であった。

図-3 に、高湿域、低湿域における湿度の経時変化を示す。図より、普通コンクリートは湿度が上昇する傾向にあり、高湿域では 70%以上となった。一方、火山礫 POC および火山礫(骨材のみ)は湿度が一定となり、高湿域、低湿域どちらも図-1 に示した快適の範囲内であった。これは、火山礫が多孔質構造であるため、微細な空隙がデシケータ内の湿気を吸湿、放湿することによって湿度を一定にしていたと考えられる。よって、火山礫は吸放湿性を有していることが明らかとなり、火山礫 POC を柱

表-1 火山礫の物理的性質

表乾密度(g/cm <sup>3</sup> )	吸水率(%)	単位容積質量(kg/l)	実積率(%)
1.18	68.97	0.42	60.4

表-2 コンクリートの配合

火山礫POCの配合							
目標空隙率 (%)	W/C (%)	p/g	単位量(kg/m <sup>3</sup> )			SP (kg/m <sup>3</sup> )	補助AE (kg/m <sup>3</sup> )
			W	C	G		
30	25.0	0.07	19	81	772	0.81	0.02

普通CONの配合								
W/C (%)	SL (cm)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				AE (kg/m <sup>3</sup> )
				W	C	S	G	
55.0	12±1	6±1	45.3	180	327	769	962	0.196

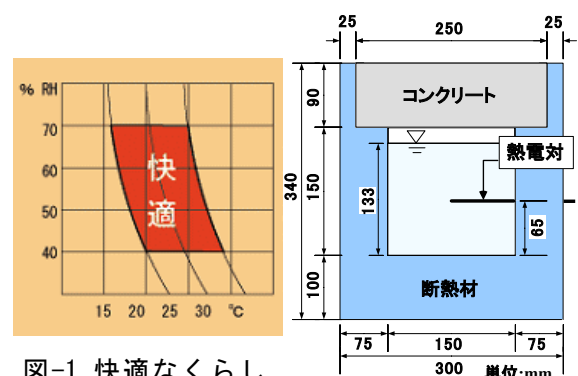


図-1 快適なくらしをするための温湿度の目安

図-2 断熱特性試験の試験装置

表-3 コンクリートの物性値

	火山礫POC	普通CON
24時間吸水率(%)	45.4	6.2
単位容積質量(kg/l)	1.01	2.33
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	0.7	38.1
曲げ強度(N/mm <sup>2</sup> )	0.3	3.9

や壁面に被覆することで湿度上昇による結露やカビの発生を抑制することや、それに伴う空調等の負荷を軽減する効果があると考えられる。

図-4に、コンクリートの違いによる温度の経時変化を示す。図より、火山礫 POC は 15°C に低下するまでの時間が 18 時間となり、普通 CON の 1.6 倍であった。これは、火山礫が多孔質構造であるため、多数の気泡が熱伝導をおさえていたと考えられる。よって、火山礫 POC は断熱性に優れていることが明らかとなった。

図-5に、火山礫 POC を普通 CON に被覆した場合を想定し、火山礫 POC の被覆方法の違いによる温度の経時変化を示す。図より、火山礫 POC を普通 CON に被覆することで、15°C に低下するまで時間が被覆なしを上回ることがわかった。よって、火山礫 POC の被覆による断熱性の向上が認められたため、この特性を利用して断熱性を有する建設材料としての用途が考えられる。

例えば、火山礫 POC をコンクリート構造物に被覆することで蓄熱や放熱を軽減し、ヒートアイランド現象の緩和や冷暖房負荷の軽減に効果があると考えられる。さらに、火山礫 POC が水和熱の移動を抑制することで断熱保温養生となり、コンクリート構造物の耐久性を向上させることができると考えられる。また、積雪地では雪貯蔵庫に用いることで雪の長期保存が可能となり、雪冷房システムに利用することで電気エアコンよりも二酸化炭素の排出が削減される<sup>1)</sup>と考えられ、環境負荷を低減できると考えられる。これらの結果から、火山礫 POC は環境調和特性を有するものと判断される。

#### 4. まとめ

秋田産火山礫を用いたポーラスコンクリート(火山礫 POC)の吸放湿および断熱特性について検討した結果、以下の結論が得られた。

- (1)火山礫 POC および火山礫(骨材のみ)は湿度が一定で、高湿域、低湿域に放置しても湿度が 40~70% の範囲内であったことから、吸放湿性を有していることが明らかとなった。
- (2)火山礫 POC は 15°C に低下するまでの時間が普通 CON の 1.6 倍であり、断熱性に優れていることが明らかとなった。
- (3)火山礫 POC をコンクリート構造物に被覆することで環境負荷低減や耐久性向上に効果があると考えられ、環境調和型コンクリートとしての利用に期待できる。

参考文献：

- 1)城門義嗣，加賀谷誠：火山礫を用いたコンクリートボックスによる雪の貯蔵実験，土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集，V-176，pp349-350，2004.

謝辞：

本研究にご協力いただいた秋田大学卒業生の石山香織氏、佐々木夏美氏、杉沢翼氏に記して謝意を表す。

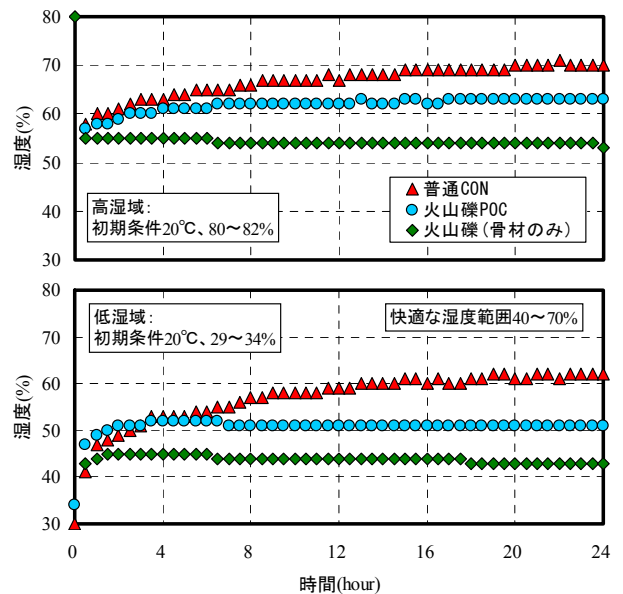


図-3 高湿域（上）および低湿域（下）における湿度の経時変化

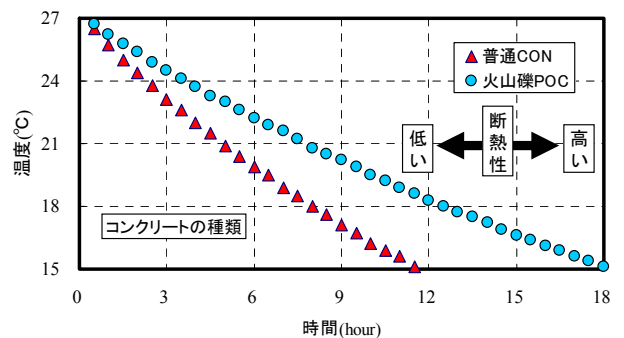
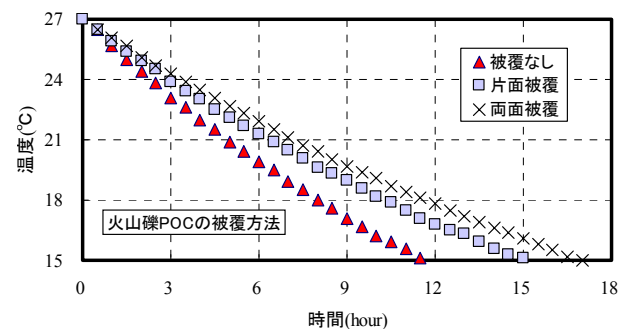


図-4 コンクリートの違いによる温度の経時変化



被覆なし：普通 CON のみ  
 片面被覆：普通 CON の片面に火山礫 POC を被覆  
 両面被覆：普通 CON の両面に火山礫 POC を被覆

図-5 被覆方法の違いによる温度の経時変化