

秋田産火山礫を活用したポーラスコンクリートの熱源効果低減機能

秋田大学工学資源学部土木環境工学科 ○正会員 城門 義嗣
同 上 フェロー 加賀谷 誠

1. はじめに

コンクリート構造物は夏期における日射により熱源体となり易く、これを軽減することがヒートアイランド現象緩和対策の一つであるとされている¹⁾。水の蒸発散により熱源効果を低減できる建設材料の開発・研究は極めて重要であり、コンクリート構造物の表面を吸放水性を有する建設材料で被覆することを想定した。本研究は、軽量で吸水率の大きい秋田産火山礫を用いたポーラスコンクリート(火山礫 POC)の吸放水量の経時変化と暴露試験において火山礫 POC が熱源効果低減機能を有することを明らかにした。

2. 実験概要

普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm³)、秋田産火山礫(最大寸法 15mm)、混合砂(表乾密度 2.58g/cm³、吸水率 3.03%、粗粒率 2.72)、砕石(最大寸法 20mm、表乾密度 2.68g/cm³、吸水率 1.34%)、混和剤として高性能 AE 減水剤 (SP)、補助 AE 剤 (AE₁)、AE 剤(AE₂)を使用した。表-1 に火山礫の物理的性質を示す。表乾密度および吸水率は 24 時間吸水後の結果であり、単位容積質量および実積率は絶乾状態での結果である。

W/C=25.0%、空隙率=30%、ペースト粗骨材容積比(p/g)=0.07

の火山礫 POC と、W/C=60.0%、スランプ 8.0cm、空気量 6.0%の普通 CON を製造した。表-2 に本研究で使用したコンクリートの示方配合を示す。

各材料をパン型強制練りミキサーに投入し、90 秒間練混ぜた。締固め終了時に空隙率が 30%となるように試料を計量して型枠に入れ、バイブレーションタンパ(振動数 50Hz、質量 15kg)により締固めを行った。脱型後、供試体質量を測定して水中養生を行い、試験材齢を 28 日とし、試験前に供試体の質量を測定し単位容積質量を算出した後、JISA1108 および JISA1106 に準じて圧縮および曲げ強度試験を行った。

火山礫および火山礫 POC の吸放水量の経時変化を JISA1135 に準じて求めた。なお、温度 20℃、相対湿度 60%の恒温恒湿器内で放水量の経時変化を求めた。

暴露試験において、水平に設置した平版の中央部で平版表面より 30mm の深さに埋設した熱電対を用いて 5 分毎に平版断面中心温度の測定を行った。また、9~17 時の 2 時間毎に平版質量を測定し、2 時間前の質量との差から平版の放水量を求めた。

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 45.4%と普通 CON より極めて大きく、単位容積質量は普通 CON の 1/2 程度と軽量であり、圧縮および曲げ強度は 0.7 および 0.3 N/mm² と低強度であった。図-1 に、火山礫の吸水率の経時変化を示す。図より、火山礫は、吸水開始後の 10 分間で 24 時間吸水率の約 85%に達し、その後、徐々に増加することがわかるが、秋田産火山礫の特徴は、初期における吸水率の増加割合が大きいことである。これを POC に用いた場合の吸放水特性の検討を行った。

図-2 に、火山礫と火山礫 POC の吸放水量の比較を示す。図より、

キーワード 火山礫、吸放水特性、散水、熱源効果、暴露試験、放水量

連絡先 〒010-8502 秋田市手形学園町 1-1 TEL 018-889-2653 FAX 018-837-0407

表-1 火山礫の物理的性質

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

表-2 コンクリートの示方配合

火山礫POCの示方配合								
目標空隙率 (%)	p/g	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	L _{6~10}	L _{10~15}	SP	AE ₁
30	0.07	25.0	19	81	309	463	0.81	0.02
普通CONの示方配合								
W/C (%)	s/a (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				
				W	C	S	G	AE ₂
60.0	46.3	8.0±1	6.0±0.5	172	287	804	878	0.17

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	2.31
圧縮強度 (N/mm ²)	0.7	29.6
曲げ強度 (N/mm ²)	0.3	4.2

吸水量ならびに、これらの放水量の24時間経過時点での差は火山礫 POCの方が37gおよび26g小さいが、時間の経過に伴う増加傾向は類似している。また、48時間経過時点で、火山礫 POCの吸水量は427g、放水量は406gであり、吸水した水を95%放水しており、普通 CONの吸水および放水量の約2および4倍となった。したがって、火山礫 POCと火山礫の吸放水量はほぼ等しくなることが明らかとなった。

晴天が続いた場合、火山礫 POC 平版内の水分が失われることから、乾燥状態の平版への散水による効果について暴露試験での検討を試みた。

図-3および4に一例として、乾燥状態の火山礫 POC 版(縦横300mm, 厚さ60mm)に400ccの散水を行った場合の、散水前日と散水当日の2時間毎の放水量と屋上気温の経時変化および平版断面中心温度と屋上気温との差を示す。図より、火山礫 POC 版の場合、放水量が散水直後に180gまで大きく増加しており、屋上気温が31~34°Cであったが、散水前日より日中の断面中心温度が2~3°C下がる傾向が認められた。これに対して、普通 CON の場合、散水直後では放水量は火山礫 POC の1/3と極めて少ないこと、断面中心温度は屋上気温よりも高い傾向が認められた。したがって、乾燥した火山礫 POC 版に散水を行うと放水量が再度増加し、水の気化潜熱による熱源効果が再度低減できることが示された。このような特長を有する火山礫 POC 版で普通 CON 版を被覆した場合の熱源効果低減程度の検討を行った。表-4に、夏期30日間における火山礫 POC 版の被覆の有無による普通 CON 版断面中心の日最高温度の平均値を示す。表より、被覆しない場合、普通 CON 版の断面中心温度は日最高気温平均値より3.9°C高いのに対して、被覆した場合、被覆しない場合より6.2°C低く、日最高気温の平均値よりさらに2.3°C低くなることから、火山礫 POC 版は普通 CON の熱源効果低減機能を有すると判断される。

4. まとめ

- 1)秋田産火山礫は、初期における吸水率が大きく、24時間吸水率は68.97%と大きい。
- 2)火山礫および火山礫 POC の吸放水量の増加傾向は類似しており、火山礫 POC の吸放水量は、火山礫のそれと大きく異なる。
- 3)乾燥した火山礫 POC 版へ散水することで断面中心温度が低下し、これを普通 CON 表面へ被覆することで熱源効果を低減できることが明らかとなった。

参考文献：

- 1)東京都環境局：ヒートアイランド対策ガイドライン、2005。

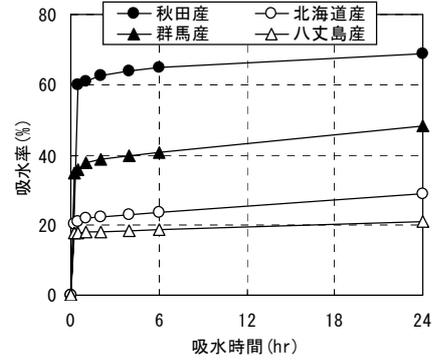


図-1 火山礫の吸水率の経時変化

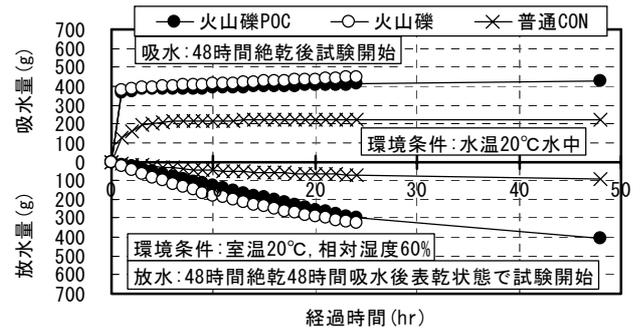


図-2 火山礫および火山礫 POC の吸放水量の比較

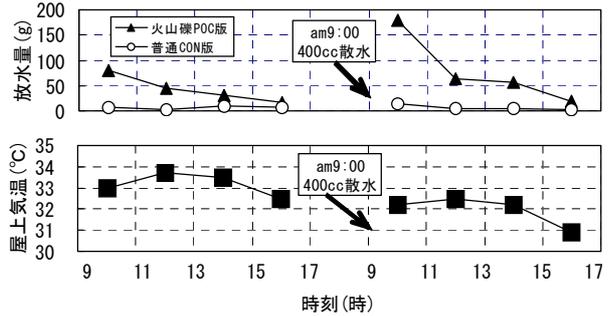


図-3 放水量および屋上気温の経時変化

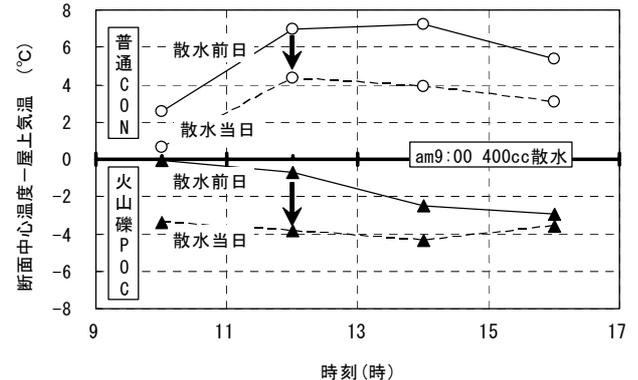


図-4 散水前後における(断面中心温度-屋上気温)の経時変化

表-4 夏期30日間における被覆の有無による普通 CON 版断面中心温度の平均値

	被覆無	被覆有
屋上気温の日最高気温平均値	32.7°C	
普通コンクリート版断面中心の日最高温度の平均値	36.6°C	30.4°C