

火山礫ポーラスコンクリートの夏期散水による気温低減効果

秋田大学 正 会 員 ○城門 義嗣 常 大偉 陳 曉煒
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の日射により熱源体となりやすく、この軽減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。日本では気温を下げる目的で古くから「打ち水」が行われているが、水分蒸発の持続性は短い。そこで本研究は、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)の夏期散水による放水量の変化およびこのときの実測温度と熱収支計算結果から、昼夜を通じて気温低減効果を有することを普通コンクリート(普通 CON)と比較して明らかにした。

2. 実験概要

普通セメント(密度:3.16g/cm³)、秋田産火山礫(最大寸法:15mm)、砕石(表乾密度:2.68g/cm³, 吸水率 1.34%)、混合砂(表乾密度:2.57g/cm³, 吸水率:3.16%, 粗粒率:2.73)、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。

試験材齢 28 日まで水中養生を行い、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。表-3 にコンクリートの吸水率、単位容積質量、圧縮および曲げ強度を示す。夏期暴露試験において、乾燥状態に近い平版に対して 9 時と 17 時に 400, 600, 800cc の散水を実施した。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 分毎に断面中心温度の測定を行った。同時に平版表面上 5mm の高さの温度を測定した。また、9~17 時の 2 時間毎に平版質量を測定し、前回測定した質量との差から平版の放水量を求め、さらに日射量、大気の気温と相対湿度、平版表面における短波反射率から平版の熱収支を算出した¹⁾。

3. 実験結果および考察

図-1 に一例として、2006 年 8 月 8~10 日における火山礫 POC 版の被覆の有無による普通 CON 版の断面中心温度と外気温の 2 時間毎の平均値の経時変化を示す。実験開始時の平版は 14 日間以上水中養生した表乾状態のものである。また、測定期間を通じて降雨は観測されなかった。図より、被覆した場合、13 時において被覆しない場合より最大 11℃低くなるのに対して、夜間においては 0.1~1.5℃高くなるのがわかる。これは、火山礫 POC 被覆版が日中においては日射により水の蒸発に伴う気化潜熱を発生し、断面中心温度上昇を低減したこと、夜間においては、被覆版の熱伝導率が小さいことから普通 CON 版の熱が放出しにくいことによると考えられる。そこで、断面中心温度の低減維持を図ることを目的として、設置 3 日後の散水による効果を検証した。

図-2 に散水量の違いによる平版からの放水量の変化を示す。火山礫 POC 被覆版は、昼夜とも散水量の増加に伴い放水量の増加傾向が認められた。これに対して被覆の有無に拘わらず普通 CON 版の放水量の変化は小さく

〒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

目標空隙率(%)	p/g	W/C(%)	単位量(kg/m ³)					
			W	C	G _{5~10}	G _{10~15}	SP	AE ₁
30	0.07	25.0	19	81	309	463	0.81	0.02

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	44.6	8.0±1	6.0±1.0	175	292	771	1000	0.18

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

20~80g となった。このような放水量の大きい火山礫 POC 版で被覆した場合の散水による気温低減効果について検討を行った。

図-3 に散水量の違いによる平版表面温度と外気温との差を示す。この図において、0℃よりも低ければ表面温度が外気温よりも低いことを示す。図より、昼間において、普通 CON 版は散水量の増加に伴い温度差は低下する傾向を示したが、外気温よりも表面温度が高くなる結果となった。これに対して、火山礫 POC 被覆版は散水量の増加に伴い温度差は低下し、800cc 散水した場合、負値で外気温より 0.4℃低くなることわかる。夜間においては、普通 CON 版は 800cc 散水により負値であるが気温より 0.5℃低いだけであった。これに対して、火山礫 POC 被覆版は散水により 800cc 散水した場合、1.9℃低くなることから、より優れた気温低減効果が持続的に発揮されていることがわかった。

図-4 に散水量の違いによる断面中心温度と外気温との差を示す。図より、昼間において被覆普通 CON 版の温度差は散水量の増加に伴いおおよそ低下する傾向を示した。これは、火山礫 POC からの水分蒸発に伴う気化潜熱の発生により断面中心温度の上昇が低減され、平版内部の温度も低下したためと考えられる。夜間における被覆普通 CON 版は散水量の増加に伴い温度差は低下傾向を示し、800cc 散水した場合、外気温よりも 1℃低下した。したがって、火山礫 POC 版による被覆は夜間においても、水分蒸発に伴う気化潜熱により気温低減に効果を発揮すると考えられる。

図-5 に火山礫 POC 被覆版への散水量と平版の流入熱量に対する放射熱量の割合を比較した結果を示す。その結果、普通 CON 版の流入熱量に対する放射熱量の割合は、散水量によらず 95%以上であったが、火山礫 POC 版は 76%以下であり、800g 散水した場合の放射熱量は 400g 散水した場合より約 15%小さく、散水量が多いほど気温低減効果を発揮することが熱収支計算の結果からも明らかとなった。

以上の結果より、乾燥状態に近い軽量の火山礫 POC への散水は熱源効果を持続的に軽減し、散水量の多い方が放水量の回復に伴う気化潜熱による気温低減効果を発揮すると考えられる。

4. まとめ

- 1) 乾燥状態の火山礫 POC への昼夜 1 回ずつの散水により放水量が容易に回復する。
- 2) 1)より、水の気化潜熱の発生により昼夜を通じて気温低減に効果的である。
- 3) 散水することにより、被覆普通 CON は昼夜を通じて断面中心温度が外気温よりも低下し、持続的な気温低減効果を発揮することが熱収支計算の結果から示された。

参考文献：

1)城門義嗣, 加賀谷誠:火山礫を用いたポーラスコンクリートのヒートアイランド現象抑制効果に関する検討, 土木学会論文集, No.781, V-66, pp.133-143(2005)

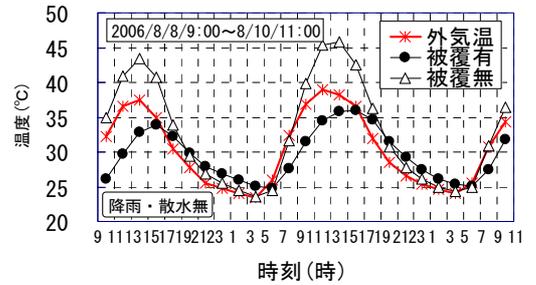


図-1 普通 CON 版の断面中心温度の経時変化

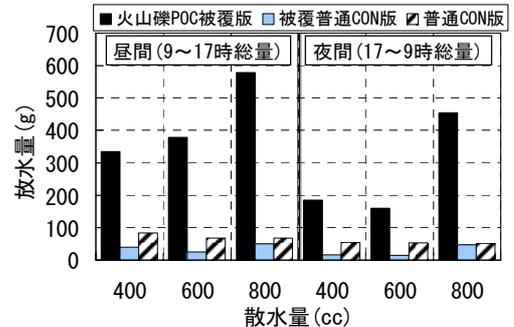


図-2 散水量の違いによる平版からの放水量の比較

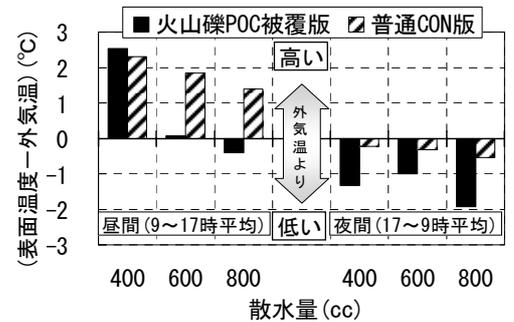


図-3 散水量の違いによる(表面温度-外気温)の比較

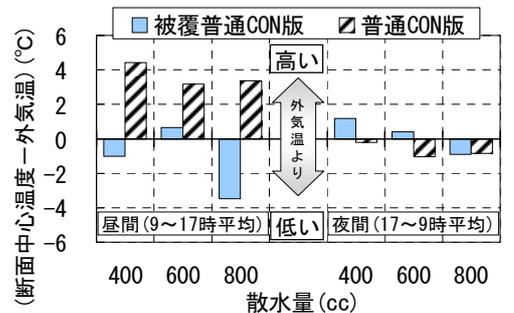


図-4 散水量の違いによる(断面中心温度-外気温)の比較

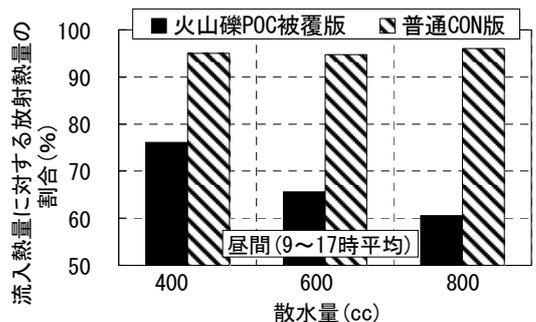


図-5 散水量と平版の流入熱量に対する放射熱量の割合