

緑化ポーラスコンクリートを設置した屋上の温度低減効果に関する研究

東北学院大学 学生会員 ○ 黒丸 諒
東北学院大学 正 会 員 大友 鉄平
東北学院大学 正 会 員 武田 三弘

1. はじめに

近年、地球温暖化問題や都心部におけるヒートアイランド現象が問題となっている。都市部では2001年から条例によって、一定基準以上の敷地における新築・増改築の建物に対して、その敷地内への緑化を義務付けている事例もある。それらの解決策の1つとして、コンクリート産業においては、自然環境との共生を可能としたポーラスコンクリート(以下 PoC と記す)が注目されており、その利用が期待されている。

本研究の目的は、各種 PoC を用いた屋上緑化を行い、温度の低減効果を求めることとした。また、比較として土のみと砂利のみの同実験による温度の測定も行った。

2. 実験材料、実験供試体および実験方法

PoC の材料として、セメントには早強ポルトランドセメント、高炉セメントを使用した。骨材は砕石を使用し、骨材の粒径は Gmax20 mm とした。補強材料は短繊維 (ポリビニルアルコール) とシリカフュームを使用した。ポリビニルアルコールの特徴は、高強度、高弾性、優れた耐アルカリ性およびセメントとの良好な接着性があげられる。シリカフュームは、密度がで粒径は0.15 μ m である。緑化の材料は、植物に芝 (トールフェスク) を使用し、培土には芝の目土を使用した。

供試体は 500mm×500mm×50mm のものを 5 種類作製し、屋上面に土を 25mm 敷き、供試体を設置後、供試体上部にも 25mm 土をかぶせ、植物の種子を 0.015g/cm² 播種した。温度の測定方法は、熱電対を用いて供試体下面中央部の温度と供試体上部 30cm に設置した際の外気温度を 1 時間ごとに測定した。また、比較として屋上面の温度を測定し、供試体が設置されていない条件の温度履歴も測定した。実験終了後は植物を抜き取り、水洗いした後に、乾燥機で 24 時間・100℃の条件で乾燥させ、植物の乾燥重量を求めた。実験の期間は多賀城市における夏場 (8 月 17 日～10 月 4 日) と冬場 (10 月 12 日～11 月 30 日) に行い、7 日間を 1 サイクルとしてそれぞれ 49 日間行った。

3. 実験結果および考察

図-1 は夏場の供試体上部 30cm の位置における温度 (以後、外気温度とする) の 1 日の最高温度をプロットしたグラフである。図の温度を 49 日の平均温度で表し、供試体ごとに見ると、外気の温度に比べて、最も温度を抑えることができたものはノーマル PoC と高炉 PoC であり、共に 27.4℃であった。それに対して、最も温度を抑えることが出来なかったものは砂利であり 27.7℃であった。なお、供試体未設置の箇所の外気の温度は 28.3℃であった。いずれの緑化 PoC も、供試体未設置と比べて平均 0.6～0.9℃の温度低減が確認できた。なお、最も温度差を確認できた日は、供試体未設置の箇所の 35.7℃に対して繊維補強 PoC 設置箇所の 28.8℃であり、6.9℃の温度差であった。条件を変えた各 PoC 供試体の間では、大きな温度差はなかった。

図-2 は夏場における供試体下面中央部の 1 日の最高温度をプロットしたグラフである。特徴としては外気温度と同じような傾向であったが、より顕著に効果が表れた。図の温度を平均化し、供試体ごとに見ると、屋上面の

表-1 実験の試験体および PoC の配合

試験体	Gmax (mm)	W/C (%)	P/G (%)	単位量 (kg/m ³)			シリカ フューム S (%)	繊維 F (%)
				W	C	G		
ノーマル PoC	20	25	29.2	73.6	294.5	1551	-	-
高炉 PoC	20	25	29.2					
繊維補強 PoC	20	30	31.8	88.4			30	1.5
土のみ	-							
砂利のみ	-							
供試体 未設置	-							

キーワード ポーラスコンクリート, 屋上, 外気温度

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 TEL 022-368-7479 FAX 022-368-7479

温度に比べて、最も温度を抑えることができたものは高炉 PoC であり、 26.4°C であった。それに対して、最も温度を抑えることが出来なかったものは砂利であり、 30.4°C であった。なお、供試体未設置の箇所は 31.6°C であった。いずれの緑化 PoC も供試体未設置と比べて平均 $4.7\sim 5.2^{\circ}\text{C}$ 温度低減が確認できた。なお、最も温度差を確認できた日は、供試体未設置箇所の 38.7°C に対して繊維補強 PoC の設置箇所の 21.4°C であり、 17.3°C の温度差であった。また、条件を変えた各 PoC 供試体の間では、大きな温度差はなかった。さらに、天候が雨、または曇りであった日の温度は、どの供試体においても温度差は見られなかった。

図-3 は冬場における供試体下面中央部の 1 日の最高温度をプロットしたグラフである。温度履歴の傾向は夏場と同様であり、緑化を行った供試体において温度低減が確認された。また、条件を変えた各 PoC 供試体の間では大きな温度差はなかった。なお、冬場の緑化 PoC には、凍結融解作用が生じることも考えられるため、強度および、凍結融解抵抗性を有する繊維補強 PoC を用いた方が耐久性は高くなると考えられる。

砂利は緑化を行ったものより平均 $6.4\sim 7.1^{\circ}\text{C}$ 保温効果が確認できた。このことより、冬場においては、夏場に緑化を行った PoC 供試体から植物を取り除き、使用することで保温効果を期待できると考えられる。

植物の生長においては、49 日間を通して最も生長が見られたのは土のみの供試体であった。各供試体とも実験開始 7 日目までは同じ伸び幅であったが 7 日後以降は土のみの供試体と PoC 供試体とにおいて伸び幅に差が生じた。この原因として、PoC 供試体における植物の根が空隙部に達したため、土のみの供試体に比べて生長が遅れたものと考えられる。しかし、PoC の空隙には植物の根が入り込み、一体化していることが確認できた。

4. まとめ

- (1) 夏場の実験において、外気温度（供試体上部 30cm）は、緑化 PoC を設置することにより、未設置の場合に比べて、平均 $0.6\sim 0.9^{\circ}\text{C}$ 、最大 6.9°C の温度低減が確認できた。
- (2) 夏場の実験において、屋上面の温度は、緑化 PoC を使用することにより、未設置の場合に比べて平均 $4.7\sim 5.2^{\circ}\text{C}$ 温度、最大 17.3°C 温度低減が確認できた。
- (3) 植物の生長においては、いずれの PoC においても順調に生長が確認できた。また、植物の有無と温度の低減効果には密接な関係があると考えられる。
- (4) 冬場においては、夏場と同様に植物の存在により、温度低減が確認できたが、冬場には保温効果を期待したいため、夏場に緑化を行った PoC 供試体から植物を取り除き、使用することで保温効果を期待できると考えられる。また、冬期においては、強度および凍結融解抵抗性を有する繊維補強 PoC を用いることによって、凍害に対して高い耐久性を持つことができると思える。

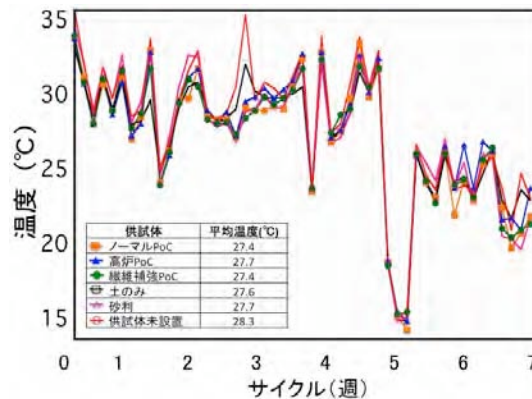


図-1 各供試体における外気温度

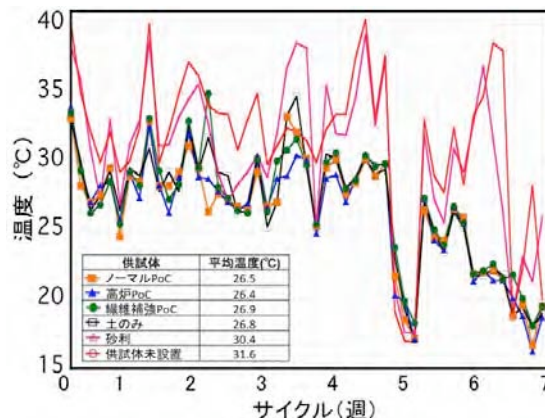


図-2 夏場における各供試体の下面中央部の温度

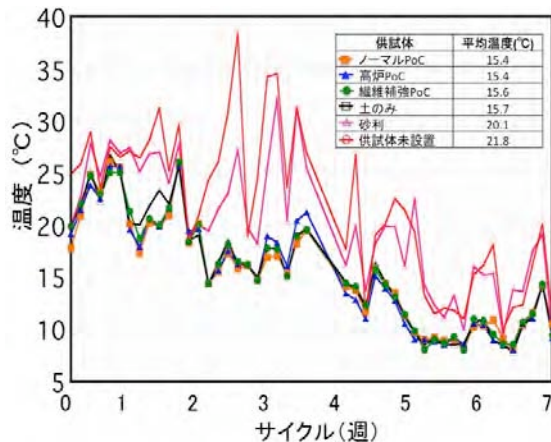


図-3 冬場における各供試体の下面中央部の温度