

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

秋田大学大学院工学資源学研究科生産・建設工学専攻 ○学生員 城門 義嗣
秋田大学工学資源学部土木環境工学科 正会員 加賀谷 誠

1. はじめに

積雪地域では、雪の有効利用を図るための方法が模索されてきた。冬季に降雪した雪を長期間貯蔵して、これを用いて食品の冷蔵保存や冷熱用として用いることもその例として挙げられる。本研究では、雪を長期間貯蔵するために秋田県北部に埋蔵される火山礫を用いたコンクリートを使用することを想定して、コンクリートボックスを作成し、ボックス内に雪を貯蔵して融雪状況の観察を行い、普通コンクリートを用いた場合と比較を行った。また、熱伝導率の比較結果によりその有効性を検討した。

2. 実験概要

気乾状態とした普通コンクリートおよび火山礫コンクリートボックス(内寸 800×200×200mm、厚さ 55mm)内に、2002 年 2 月 7 日、秋田大学工学資源学部土木環境工学科コンクリート工学実験室前において採取した雪(雪質：ざらめ状)を貯蔵した。貯蔵した雪の質量は約 21kg であり、ボックス上端まで締固めた後、ふたをして室温 22.3℃の実験室内に静置し融雪状況の観察を行った。写真-1 および 2 に、試験状況を示す。残雪量の経時変化を比較するため、最初の 7 時間は上端からの沈下量を測定し、以降、雪の有無を目視により観察した。24 時間後ボックス内から雪を取り出し、質量を測定して残雪率を求め、再度ボックス内に入れて観察を継続した。残雪率の算出式を下記に示す。各コンクリートの熱伝導率を迅速熱伝導率測定機(QTM)を用いた Probe 法により測定した。供試体を 24 時間吸水後含水状態とし、室温 20±3℃の実験室内に 7 日間放置し、気乾状態として材齢 91 日で熱伝導率の測定を行った。表-1 にコンクリートの示方配合を、表-2 にコンクリートの物性を示す¹⁾²⁾。



写真-1(左)および2(右)
雪貯蔵実験状況

表-1 コンクリートの示方配合

配合種別	M. S. (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				AE
						W	C	S	G	
火山礫CON	20	8±1	6±1	45	36.0	165	367	616	531	0.22
普通CON					39.6			665	1015	

表-2 コンクリートの物性

	火山礫コンクリート	普通コンクリート
単位容積質量 (kg/m ³)	1756	2321
圧縮強度 (N/mm ²)	10.3	36.1
曲げ強度 (N/mm ²)	2.3	4.1

表-3 コンクリートボックス内の残雪状況

経過時間 (hr)	7	24	31	48	51
普通コンクリートボックス	上端から8.7cm	残雪	消雪	消雪	消雪
火山礫コンクリートボックス	上端から5.1cm	残雪	残雪	消雪	消雪

3. 実験結果および考察

表-3、にコンクリートボックス内の残雪状況を示す。7 時間後の残雪状況は上端からの沈下量を示しているが、火山礫コンクリートボックスに貯蔵した方が小さく、融解しにくいことがわかる。火山礫コンクリートおよび普通コンクリートボックス内の雪は、それぞれ 48 および 31 時間経過後完全に融解した。図-1 に、試験開始時の残雪率を 100%としたときの、24 時間経過後の残雪率を示す。なお、写真-3 にコンクリートボックス内の残雪状況を示す。図より、残雪率は、24 時間経過後の火山礫コンクリートおよび普通コンクリート

キーワード 火山礫、雪貯蔵、残雪率、雪融解水、熱伝導率

連絡先 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1 番 1 号 秋田大学工学資源学部土木環境工学科 TEL018-889-2362

ボックス内において、それぞれ 22.0 および 2.9%であり、火山礫コンクリートボックス内の方が 7.6 倍大きく、雪を貯蔵するのに効果があると考えられる。図-2 に、試験開始から 24 時間後および 51 時間後に測定した、火山礫コンクリートボックスと普通コンクリートボックス内の雪融解水の水温を示す。図より、火山礫コン

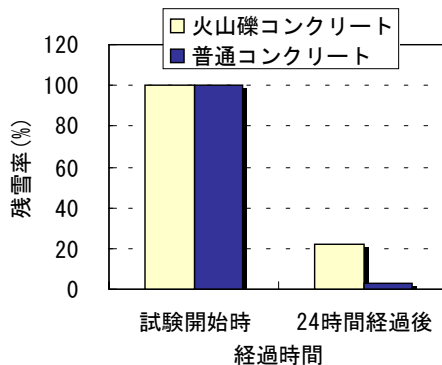


図-1 経過時間と残雪率の関係

写真-3 24 時間後の残雪状況
(左：普通コンクリート 右：火山礫コンクリート)

クリートボックス内の雪融解水の水温は時間の経過とともに高くなってはいるが、普通コンクリートボックス内の雪融解水の水温と比較して 6.5 および 1.5℃低く、雪融解後においても、雪融解水を低温状態に維持できると考えられる。表-4 に、コンクリートの熱伝導率を示す。表より、熱伝導率は普通コンクリートより、火山礫コンクリートの方が 43.8% 程度小さく、保温性や断熱性に優れたコンクリートであることがわかる。したがって、熱伝導率の小さい火山礫コンクリートは、雪の貯蔵や雪融解水の低温維持を図るのに効果的であることが明らかとなった。たとえば、秋田県内では、冬季に駐車場などの降雪約 900t を鉄筋コンクリート製の氷室に貯蔵し、夏季に約 3℃の雪融解水を熱交換器に送り、屋内の循環水を約 7℃に冷やして冷気を送風する雪冷房システムを導入している。雪冷房は初期設備費は高いものの、ランニングコストが低いことから、長年使用することで電気エアコンより割安になる。さらに、雪冷房は電気エアコンに比べ、二酸化炭素の排出が大幅に削減されることから、環境に対する負荷も低減できると考えられている。したがって、火山礫を用いたコンクリートは普通コンクリートより約 24%軽量であることから、雪貯蔵庫の壁面に用いることによって、普通コンクリートより長期間、雪を貯蔵できる可能性を有することが示された。このコンクリートは積雪地において、降雪により発生した雪をさらに有効利用するための環境負荷低減特性を有すると判断される。

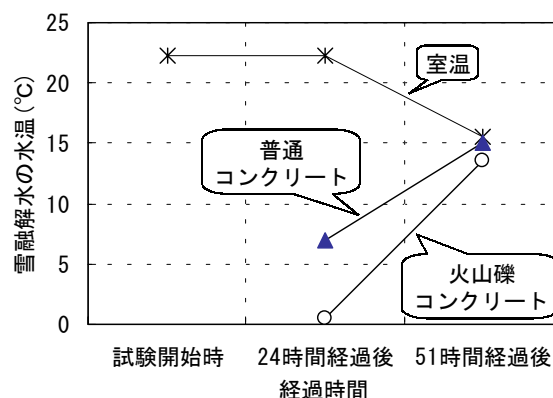


図-2 経過時間と雪融解水の水温の関係

表-4 コンクリートの熱伝導率

	熱伝導率 (W/mK)
普通コンクリート	1.46
火山礫コンクリート	0.82

4. まとめ

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を行った結果、以下の結論が得られた。

- 1)火山礫コンクリートの熱伝導率は、普通コンクリートより 43.8%小さく、24 時間後の残雪量は、火山礫コンクリートボックス内に雪を貯蔵した方が普通コンクリートボックス内に貯蔵するより 7.6 倍多くなった。
- 2)51 時間経過後に測定したコンクリートボックス内の雪融解水の水温は、火山礫コンクリートボックス内の方が、1.5℃低く、雪融解水を低温に維持できる。
- 3)熱伝導率が小さく軽量の火山礫コンクリートを雪貯蔵庫の壁面に用いることによって、降雪により発生した雪を食品貯蔵や冷熱用に利用するのに有効である。

参考文献：

- 1)加賀谷誠、徳田弘、飯村弥：火山礫を用いたコンクリートの基礎的性質、材料、Vol.45、No.9、pp.1008-1013、1996。
- 2)加賀谷誠、飯村弥：火山礫コンクリートを用いた緑化屋根の室温調整機能、コンクリート工学年次論文集、Vol.23、No.1、pp.115-120、2001。