

凍結融解を受けた保水性コンクリートブロックの基本物性値に関する研究

群馬工業高等専門学校
群馬工業高等専門学校学生会員
正会員○阿部貴大
田中英紀

1. はじめに

保水性コンクリートブロック（以下 WRB と略す）は保水性能の高さから、ヒートアイランド現象による温度上昇を保水した水分の気化熱によって低減することや、集中豪雨被害を保水により軽減することが期待されている。しかし凍結融解による耐久性については不明な点が多く、機能上雨水等がコンクリート内部に留まるため、凍結融解作用によって物性値が低下することが懸念される。

そこで本研究では、WRB の凍結融解試験を行い、質量、圧縮強度弾性係数の 3 つの基本物性値の変化について、普通配合のコンクリートブロック（以下 NCB と略す）、保水性セラミックブロック（以下 CEB と略す）との相対比較を行った上で、その寿命を評価する。

2. 実験概要

2.1 試験体

各サイクルで WRB は 3 個、NCB と CEB は 2 個ずつの試験体を用意して測定を行った。各試験体特性を表-1 に示す。

2.2 試験方法

JIS-A-1148（コンクリートの凍結融解試験方法）¹⁾ を参考に、それに対応した MIT-683-1 型凍結融解試験機を用いて試験を実施した。ただし実際の使用条件に近づけるために、前橋市の冬季の気象データ²⁾（一部を図-1 に示す）を参考に、温度およびサイクル時間を図-2 のように設定し、各試験体に保水量と等しい水分を与えて試験を行った。

2.3 寿命の評価方法

強度と積算温度は比例関係にあることから凍結融解による寿命評価に積算温度を用いる³⁾。ポップアウトあるいはひび割れが生じるまでの総サイクル数に対応する積算温度を求め、実際の気象データのそれと比較することでブロックの寿命を評価する。なお、図-2 の斜線部分の面積が 1 サイクルあたりの積算温度、図-1 の斜線部分の面積が前橋市の気温における積算温度に相当する。

3. 実験結果と考察

3.1 損傷が生じたサイクル数

WRB は 300 サイクルまで試験を行っても損傷が見られなかった試験体がある一方で、同じ配合でバッチが異なる試験体において 38, 62, 102 サイクルでひび割れが確認された（写真-1 参照）。NCB は 185 サイクルでポップアウト現象が生じた（写真-2 参照）。WRB の凍結融解による損傷は NCB の凍結融解による典型的なポップアウト現象とは異なるため、保水性能に起因する劣化であると考えられる。CEB は 300 サイクルまでの試験では損傷は見られなかった。

表-1 試験体特性

	寸法 (cm)	体積 (cm ³)	保水量 (g)	単位保水量 (g/cm ³)
WRB	20×10×6	1200	228	0.19
NCB	20×10×6	1200	132	0.11
CEB	20×10×6	1200	240	0.20

(技術資料より抜粋)

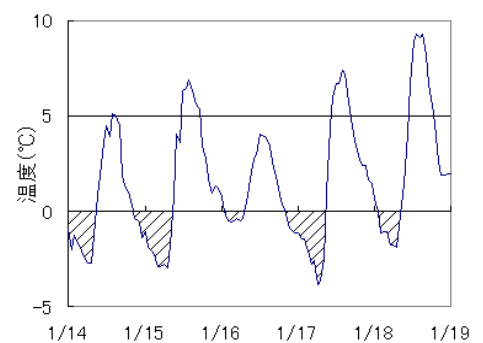


図-1 前橋市の気温

(2010/1/14~1/19)

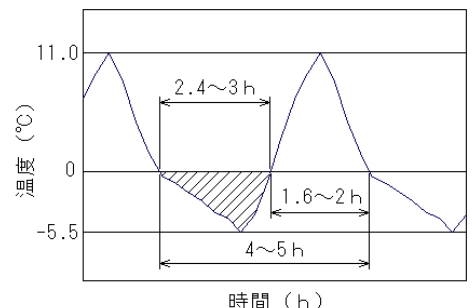


図-2 温度とサイクル時間

写真-1 ひび割れた WRB
(38 サイクル)写真-2 ポップアウトした NCB
(185 サイクル)

キーワード 凍結融解, 保水性コンクリートブロック, 積算温度, 寿命評価, ポップアウト

連絡先 〒371-0845 群馬県前橋市鳥羽町 580 群馬工業高等専門学校 TEL:027-254-9184 E-mail:htanaka@cvt.gunma-ct.ac.jp

3.2 質量, 圧縮強度, 弾性係数の変化

試験で得られた WRB と NCB の質量比を図-3に示す。WRB の質量比は横ばいであり、質量の減少は生じていないと推定できる。NCB についてはポップアウト現象が生じた 185 サイクルで質量比が約 7% 低下している。

図-4 に圧縮強度比を示す。300 サイクルでも損傷が見られなかった WRB については、圧縮強度比が増進している。一般に凍結融解による強度低下の対策として、空気量を増加する方法がある。このことより、WRB は NCB に比べ空隙率が大きく、凍結融解作用による強度低下が小さいと考えられる。さらに保水量に相当する加えた水量によるセメントの水和作用の促進で強度の増進が生じ、圧縮強度比が増進したものと想定できる。

38 から 102 サイクルでひび割れが確認された WRB についてひび割れは試験体中心部の水分が凍結により膨張し、それに伴って試験体表面に引張応力が作用したことによって生じたと考えられる。現段階ではこのようなサイクルで生じるひび割れと凍結融解の関係は不明確である。

次に NCB はサイクルの進行に伴い圧縮強度比が減少している。ポップアウトによる劣化も見られ、凍結融解の繰り返しによる圧縮強度の低下であると推定できる。

最後に CEB は 100 サイクル時に大きく強度が増進している。CEB は強度がばらつきやすいとされているので、このばらつきが原因の 1 つであると考えられる。300 サイクルまでの試験では CEB の強度に変化は見られなかった。

図-5 に弾性係数比を示す。弾性係数は一般に、圧縮強度の 1/2 乗に比例するので、増減は小さいが圧縮強度比のそれと同様の結果を示したものと考えられる。

3.3 寿命の評価

NCB においてポップアウト現象が生じた 185 サイクルの積算温度は $-1332^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$ となる。一方で前橋市のデータの 0°C 以下となる積算温度の 1 年間の合計は $-234.3^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$ である。これらから NCB のポップアウトまでの寿命は約 6 年であると推定できる。WRB については不明確な点があるため CEB については試験体の損傷を確認できなかったため現段階では寿命の評価はできない。

4. まとめ

WRB は 300 サイクルの試験で損傷が見られず圧縮強度が増進している試験体がある一方で、凍結水の体積膨張に伴う引張応力によるものと予想される劣化では 300 に満たないサイクルでひび割れが生じることがわかり、凍結融解の繰り返しに対する抵抗性が NCB より高い場合と低い場合の相反する結果が得られた。WRB の耐凍結融解性や寿命についてはこの現象の詳細を明らかにする必要がある。

なお、NCB のポップアウトまでの寿命（約 6 年）は実構造物の劣化と比べて概ね妥当であると考えられる⁴⁾。

参考文献

- 1) JIS-A-1148 コンクリートの凍結融解試験方法, 日本規格協会, 2010/08.
- 2) 気象庁: <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>, 2011/01/12.
- 3) 蓮尾孝一ほか: 積算温度方式による若材齢強度の推定方法-主に普通ポルトランドセメントを用いたコンクリートの検討-, 三井住友建設技術研究所報告, 第 2 号, pp.145-150, 2004.
- 4) 長谷川寿夫・藤原忠司: 凍害, 技報堂出版 (株), pp.107-108, 1988/02/10.

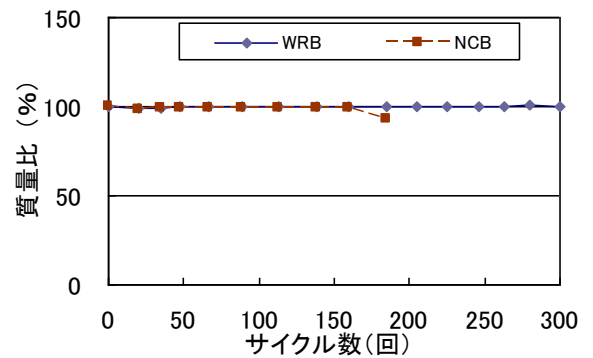


図-3 質量比の推移

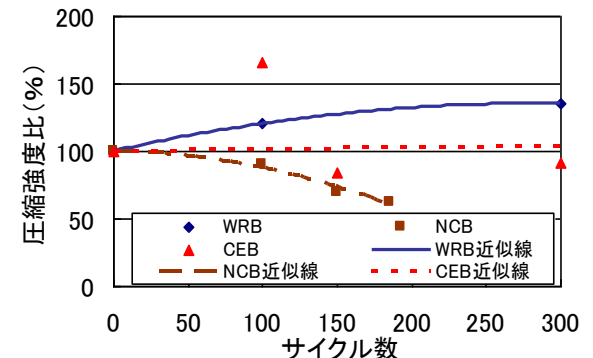


図-4 圧縮強度比の推移

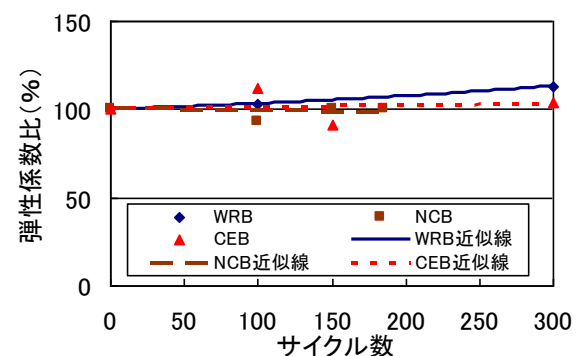


図-5 弾性係数比の推移