

コンクリート製品への陶磁器くず利用に関する研究

— 平成 23 年度産業廃棄物抑制産官共同研究事業報告 —

村上和美*, 前川明弘**, 森澤 諭**, 田中雅夫**, 岡野正男***

Study on the Use of Pottery Waste as Material for Concrete Product

Kazumi MURAKAMI, Akihiro MAEGAWA, Satoshi MORISAWA,
Masao TANAKA and Masao OKANO

1. はじめに

三重県では、リサイクル製品の利用を推進することにより、廃棄物の発生抑制と再利用を促し、資源循環型社会の構築を目指している¹⁾。リサイクル製品の開発においては、廃棄物の大量使用が期待できることから、土木・建築分野への適用が数多く検討されており、著者らも、一般家庭から廃棄された陶磁器くず²⁾⁵⁾を利用したコンクリート二次製品の開発を進めてきた。その結果、陶磁器くずをコンクリート二次製品の骨材として使用した場合、強度特性や重金属の溶出などに関する要求性能は満たすことを確認した。しかしながら、コンクリート製品を山間部に設置する場合には、凍害劣化の発生が懸念され、その耐久性については明らかにできていない。そこで本報では、陶磁器くずを使用したコンクリートの凍結融解抵抗性に着目した実験を行い、その耐久性を評価した。

2. 陶磁器くずを使用したコンクリートの凍結融解試験

2. 1 コンクリート供試体

凍結融解試験用供試体は、普通セメントおよび高性能 AE 減水剤を使用し、細骨材の 30 % (容積%) を陶磁器くずに置換して製造した。供試体サイズは 100×100×400 mm とし、28 日間標準養生 (20±2 °C の水中養生) を行った後、凍結融

解試験を開始した。

また、凍結融解試験槽内の温度管理用供試体には、JIS A 6204:2000「コンクリート用化学混和剤」に記載された AE 減水剤を用いたスランプ 8 cm のコンクリートを用いた。

2. 2 凍結融解試験

凍結融解試験は、JIS A 1148:2001「コンクリートの凍結融解試験方法」の A 法 (水中凍結融解試験方法) に準拠して実施した。試験装置は冷液槽、温液槽および試験槽よりなる三槽式とし、温度管理用供試体の中心温度が -18±2 °C から 5±2 °C になるよう槽内にあるブライン液の温度を制御した。また、凍結融解 1 サイクルに要する時間は、3 時間以上 4 時間以内となるよう設定し、それらを繰り返すことで供試体を劣化させた。

2. 3 測定・評価

コンクリートの劣化を確認するため、設定したサイクルの融解行程終了後、供試体のたわみ振動の一次共鳴振動数および質量を測定した。測定後には、供試体の上下を入れ替えた状態にして試験槽内に戻し、凍結融解試験を再開した。また、各測定は 30 サイクル毎に行い、試験は 300 サイクルで終了とした。

コンクリートの劣化は、供試体のたわみ振動の一次共鳴振動数から算出した相対動弾性係数、耐久性指数、質量減少率により評価した。各算出式を、以下に示す。

* 窯業研究室

** ものづくり研究課

*** 勢和建設株式会社

(a) 相対動弾性係数

$$P_n = \left[\frac{f_n^2}{f_0^2} \right] \times 100 \quad (1)$$

ここに、 P_n : 凍結融解 n サイクル後の相対動弾性係数 (%)

f_n : 凍結融解 n サイクル後のたわみ振動の 1 次共鳴振動数 (Hz)

f_0 : 凍結融解 0 サイクルにおけるたわみ振動の 1 次共鳴振動数 (Hz)

(b) 耐久性指数

$$DF = \frac{P \times N}{M} \quad (2)$$

ここに、 DF : 耐久性指数

P : N サイクルのときの相対動弾性係数 (%)

N : 動弾性係数が 60 % になるサイクル数, 又は 300 サイクルのいずれか小さいもの

M : 300 サイクル

(c) 質量減少率

$$W_n = \frac{w_0 - w_n}{w_0} \times 100 \quad (3)$$

ここに、 W_n : 凍結融解 n サイクル後の質量減少率 (%)

w_n : 凍結融解 n サイクル後の供試体の質量 (g)

w_0 : 凍結融解 0 サイクルにおける供試体の質量 (g)

3. 実験結果

各サイクル終了後の相対動弾性係数の変化を図 1 に、質量減少率の変化を図 2 に、供試体の外観の様子を図 3 に示す。

図 1 より、供試体の 300 サイクル終了時における相対動弾性係数は 99.1 % であった。コンクリート標準示方書 [施工編・土木学会] によれば、コンクリート構造物の凍害に対する抵抗性能を満

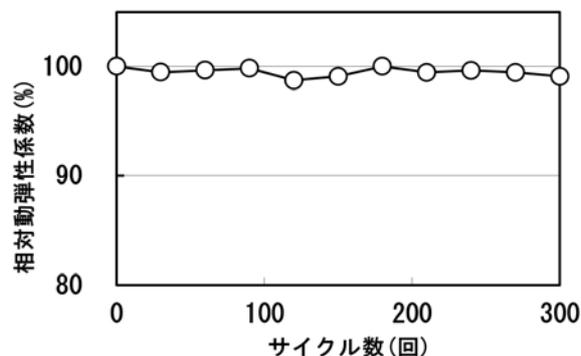


図 1 相対動弾性係数とサイクル数との関係

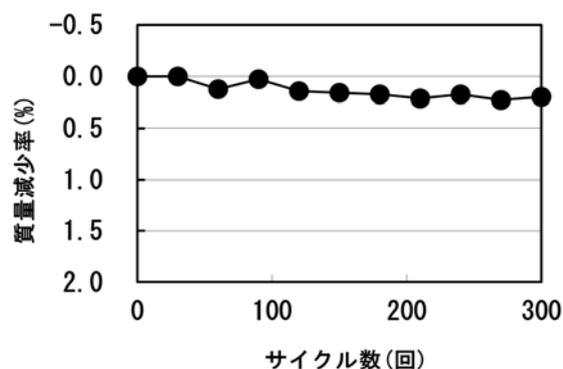


図 2 質量減少率とサイクル数との関係

足する 300 サイクル終了時の相対動弾性係数の最小限界値は 60 % で、気象作用が激しい場合や凍結融解がしばしば繰り返される条件では、その最小限界値が 85 % と記されている。本実験結果は、より厳しい条件を想定した基準値に対しても対応できており、これは AE 減水剤使用によるコンクリート内部への空気連行作用の効果が顕著に現れたものと思われる。また、式 (2) により算出した耐久性指数は 99 となり、高い数値が得られた。

図 2 より、凍結融解 300 サイクル終了時の質量減少率は 0.2 % 程度で、図 3 に示した各サイクル終了時における供試体の外観にも大きな変化がないことを確認した。質量減少の大きな要因は、供試体の表層部のスケーリングやひび割れによる破壊であるが、目視ではそれらの発生は認められなかった。

以上の結果より、本実験の範囲では、陶磁器くずを使用したコンクリートの凍結融解抵抗性は高く、その使用が耐久性に及ぼす影響は小さいことが明らかとなった。

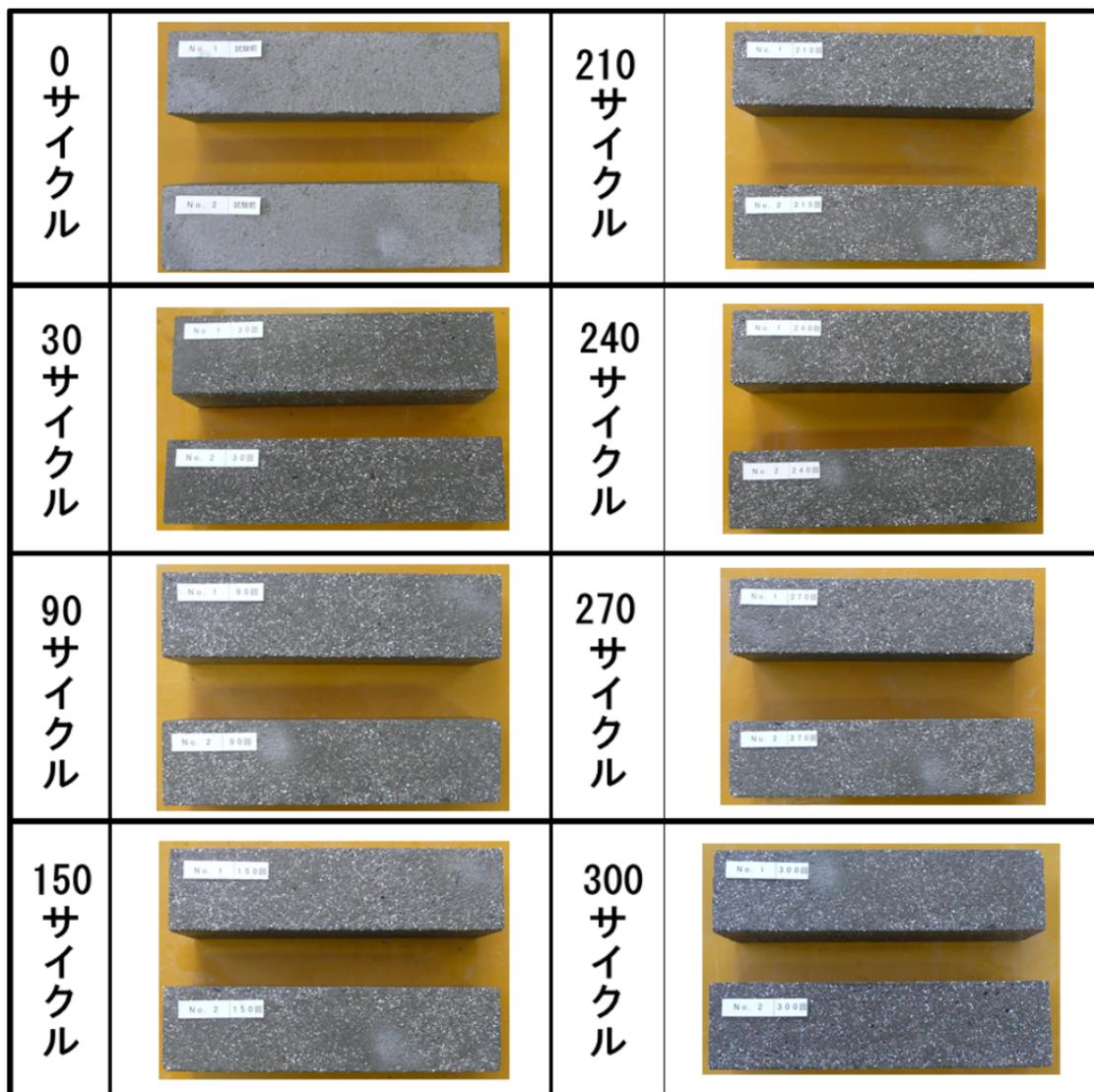


図3 各サイクル終了後における供試体の外観の様子

4. まとめ

本研究により、コンクリートの材料として陶磁器くずを使用しても、凍害に対して十分な耐久性を有するコンクリートを製造できることが確認できた。

参考文献

- 1) ホームページ「三重県リサイクル認定制度」：
<http://eco.pref.mie.lg.jp/recycle/>
- 2) 上杉真平ほか：“セラミックス系廃棄物のコンクリート用骨材としての実用性検討試験”。
崇城大学研究報告, Vol.27, No.1, p71-76 (2002)
- 3) 竹田真梨子ほか：“香川県におけるコンクリー

ト系廃棄物フローとその環境負荷低減に関する研究”。
コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, p1903-1908 (2009)

- 4) 竹田真梨子ほか：“香川県における廃コンクリートフローにおける環境負荷特性に関する研究”。
コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, p1787-1792 (2010)
- 5) 前川明弘ほか：“小粒径ポーラスコンクリートを利用した環境対応型コンクリートの開発”。
三重県工業研究所研究報告, 34, p93-97 (2010)

(本研究は、産業廃棄物抑制型共同研究事業により実施しました.)