

廃棄資源のみからなるコンクリートの耐薬品性と耐凍害性に関する検討

阿南工業高等専門学校 正会員 堀井克章

1. はじめに

環境対策は、現代社会において必要不可欠のテーマである。堀井らは、環境負荷の高いセメントや重要な環境資源である天然骨材を使わない産業廃棄資源のみからなるコンクリート（以下、廃棄資源コンクリートと略す）、里山荒廃の一因となっている竹のコンクリートへの有効利用などに関する研究を行っている¹⁾。

本研究は、フライアッシュ、高炉スラグ、再生骨材などで製造した廃棄資源コンクリートについて、AE剤の使用効果も含めて、耐酸性、耐硫酸塩性および耐凍害性の検討を行ったものである。

2. 実験概要

廃棄資源コンクリートは、結合材としてフライアッシュⅡ種（F、密度 2.33g/cm^3 、比表面積 $3980\text{cm}^2/\text{g}$ ）、高炉スラグ微粉末（B、密度 2.91g/cm^3 、比表面積 $3870\text{cm}^2/\text{g}$ 、石こう無添加）および脱硫石こう（G、密度 2.29g/cm^3 ）、骨材として高炉スラグ細骨材（表乾密度 2.69g/cm^3 、吸水率 4.26%、粗粒率 3.01）、高炉スラグ粗骨材（表乾密度 2.50g/cm^3 、吸水率 5.00%、最大寸法 15mm）、再生細骨材（表乾密度 2.50g/cm^3 、吸水率 5.48%、粗粒率 3.68）および再生粗骨材（表乾密度 2.37g/cm^3 、吸水率 6.95%、最大寸法 15mm）を用いた。また、回収水の利用や初期強度発現性を考慮し、水酸化カルシウム（CH）を結合材質量に対して 1%使用した。比較用の普通コンクリートは、普通ポルトランドセメント（C、密度 3.16g/cm^3 、比表面積 $3260\text{cm}^2/\text{g}$ ）、川砂（表乾密度 2.63g/cm^3 、吸水率 2.34%、粗粒率 2.80）および砂岩碎石（表乾密度 2.57g/cm^3 、吸水率 2.15%、最大寸法 15mm）を使用した。AE剤は、一般用（a）とフライアッシュ用（A）の 2 種を使用した。

高炉スラグ細・粗骨材および再生細・粗骨材を使用した廃棄資源コンクリート（BB および RR）と普通コンクリート（NN）の配合を表-2 に示す（AE 剤使用時は、AE 剤の種類によって a あるいは A を添える）。

コンクリートの練混ぜは、パン型強制練りミキサーで

表-1 基本配合

種類	水結合 材比	細骨材 率	単位量 (kg/m3)							
			W	C	F	B	G	細骨材	粗骨材	CH
NN	55%	50%	180	327	0	0	0	863	844	0
BB	45%	52%		0	174	174	52	843	723	4
RR								784	686	

行い（水以外の材料を空練りした後に水を投入、練上り温度 15～20℃）、スランプ試験（JIS A 1101）と空気量試験（JIS A 1128）を行った後、プラスチック製軽量型枠で円柱供試体を作製して標準養生を行った。

材齢 28 日に達したコンクリートは、圧縮強度試験（JIS A 1108）、耐薬品試験および凍結融解試験に供した。耐薬品試験は、 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 円柱供試体を塩酸 2%水溶液および硫酸マグネシウム 10%水溶液に浸漬させて質量の変化を測定した。凍結融解試験は、 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ 円柱供試体をポリエチレン袋に水とともに入れ、 $\pm 30^\circ\text{C}$ に設定した恒温槽で凍結融解を繰り返した（3 時間/サイクル）。また、 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ 円柱供試体を液体窒素ガスと 40°C の水で凍結融解を繰り返す（約 12 分/サイクル）簡易急速凍結融解試験も行った²⁾。凍結融解試験では、超音波伝達速度から動弾性係数を算出した。試料数は、いずれも 3 個を基本とした。

3. 結果と考察

図-1 は、2 種の AE 剤を用いた各種コンクリートの空気量、スランプおよび材齢 28 日圧縮強度の試験結果である。これらより、フライアッシュや高炉スラグを多量使用する廃棄資源コンクリートは、普通コンクリートと同様に AE 剤の使用で空気が連行され、スランプの増加や強度の低下を示すことがわかる。また、普通コンクリートでは AE 剤 2 種の使用率に伴う性状の変動に差異はみられないが、廃棄資源コンクリートでは一般的なものよりもフライアッシュ用 AE 剤の空気連行性が高いことがわかる。以下の実験結果に示す AE 剤使用コンクリートは、目標空気量を 6%としてフライアッシュ用 AE 剤を用いたものである（使用率を調整）。

キーワード：廃棄資源、フライアッシュ、高炉スラグ、再生骨材、耐酸性、耐硫酸塩性、凍結融解試験
連絡先：〒774-0017 徳島県阿南市見能林町青木 265 TEL 0884-23-7192 FAX 0884-23-7199

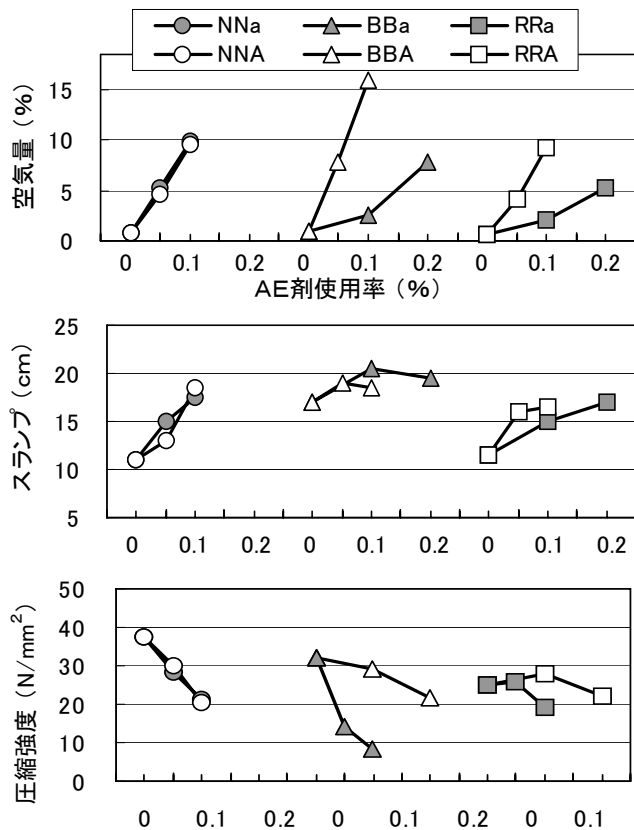


図-1 AE 剤の影響 (空気量・スランプ・圧縮強度)

図-2 は、2 種の方法で得られた耐凍害性試験結果である。これより、AE 剤を使用した普通コンクリートの耐凍害性が高いこと、AE 剤の使用で若干改善はするものの廃棄資源コンクリートの耐凍害性がかなり低いことなどがわかる。なお、簡易急速試験法は、液体窒素を使用する点に注意を要するが、短時間で耐凍害性を評価できる優れた試験法といえる。

図-3 は、硫酸塩や塩酸の水溶液を用いた耐薬品性結果である。いずれのコンクリートも、硫酸塩の水溶液に浸漬すると質量が増加し、塩酸の水溶液に浸漬すると質量が減少しており、耐硫酸塩性や耐酸性に問題のあることがわかる。なお、各コンクリートの質量変化に顕著な差はみられないが、高炉スラグ細・粗骨材を使用した廃棄資源コンクリートの質量変化がやや大きいといえる。

4. むすび

本研究より、廃棄資源コンクリートは、耐凍害性や耐薬品性に問題のあることが確認できた。これは強度発現性などに関係すると思われるが、今後の検討項目としたい。本報は、科研費 (20510087) の助成を受けたものである。また、実験に協力いただいた四国電力、新日鐵高炉セメント、太平工業、広鋳技建、セイアおよび宮崎基礎建設の各社、徳島大学渡邊健氏ならびに本校卒業生の松田知久君と坂本栄智君に謝意を表す。

[参考文献]

- 1) 堀井・栗飯原・橋本・多田, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.2, pp.481~486, 2007.
- 2) 橋本・橋本・渡辺・上田, コンクリート工学年次論文報告集, vol.27, No.1, pp.757~762, 2005.

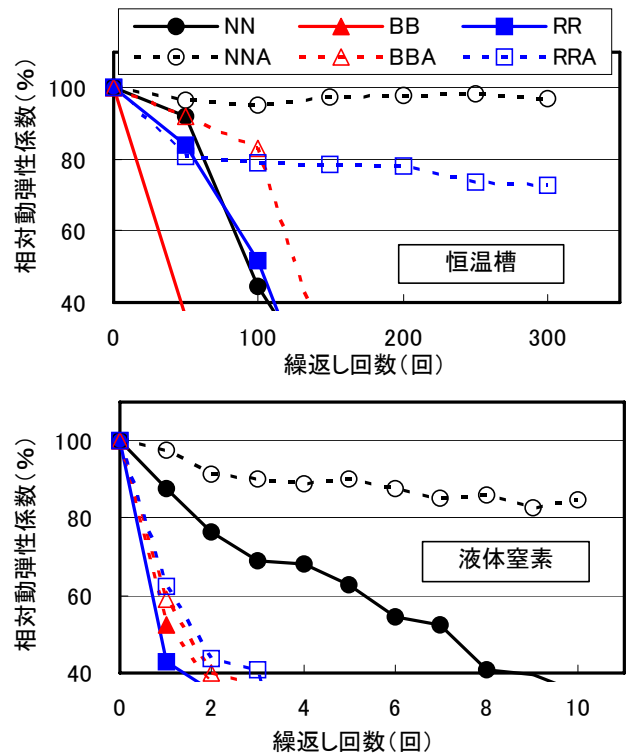


図-2 耐凍害性

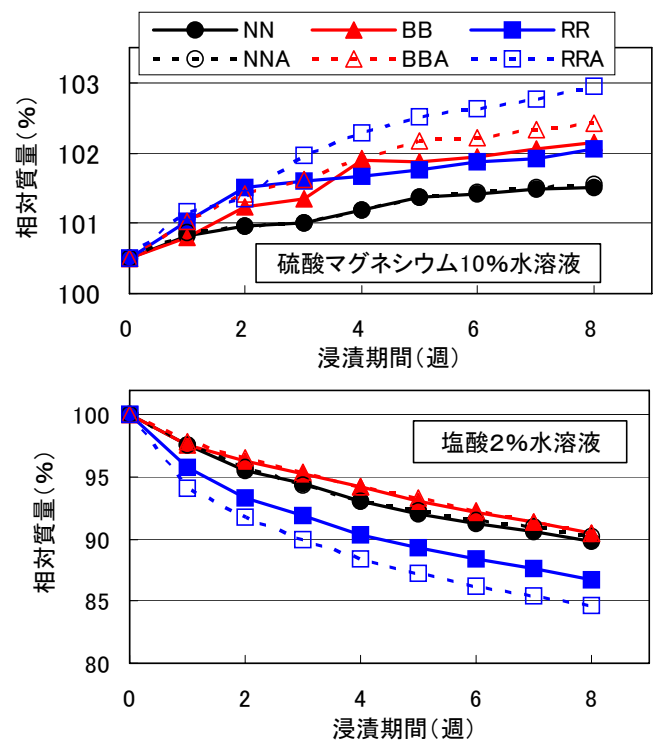


図-3 耐薬品性