

重金属吸着粉砕灰を混合したコンクリートの性状ならびに 重金属溶出特性に関する研究

香川大学 学生会員 ○上野沢斗, 谷中彩寧, 正会員 岡崎慎一郎, フェロー 吉田秀典

1. はじめに

近年, わが国における産業廃棄物の最終処分場残余容量は減少傾向にあることから, 廃棄物を排出しないゼロエミッションを達成する生産活動が求められている. わが国では, 毎年約 200 万トンもの粉砕灰が排出されているが, その約 3 分の 1 は有効活用されていない. そこで, 現在, 粉砕灰の有効活用としてバイオマス発電への利用が模索されており, 他方で, その副産物として粉砕灰が大量に排出される可能性がある. 粉砕灰は水溶液中の重金属を吸着する性能を有しており, また, コンクリートに混合した際, コンクリートの性能を向上させることが知られている. 重金属の吸着材として利用した粉砕灰をコンクリート混和材として再利用することによって, 粉砕灰の再々資源化が可能であると考えられる. そこで本研究では, 重金属吸着粉砕灰を混合したコンクリートのフレッシュ性状ならびに硬化性状について, さらに, 環境面への影響を評価するため, コンクリートからの重金属溶出特性について把握することを目的とした.

2. 試験概要

粉砕灰無混合コンクリート (以下, Blank), 粉砕灰を混合したコンクリート (以下, RHA) ならびに Cd 吸着粉砕灰を混合したコンクリート (以下, RHA(Cd)) に対して, スランプ試験, 空気量試験, 圧縮強度試験ならびに溶出試験を実施した. なお, 混和材である粉砕灰の置換率は, 細骨材容積に対して 5%とし, また, RHA(Cd) については, 前もって粉砕灰に Cd を吸着させた. また, スランプ値として $12 \pm 2.5 \text{ cm}$ を, 空気量として $4.5 \pm 1.5\%$ を目標値に設定し, これらの範囲内に収まるように配合設計を行った. 表 1 に各種コンクリートにおける配合を示す. また, 圧縮強度試験用および溶出試験用として, 直径 100mm, 高さ 200mm の円柱供試体を 3 本ずつ作製し, 打設後, 28 日間の水中養生を行った. 圧縮強度試験では, 供試体 3 本の平均値を圧縮強度として採用した. 溶出試験の条件および手順は, 環境庁公示 46 号の溶出試験を参考とした. 養生直後の供試体と, 圧縮強度試験に用いた供試体のそれぞれをハンマーで砕き, 2mm の目のふるいを通過したものを溶出試験用の試料とした. また, 蒸留水を注入した遠沈管に試料を添加し, 200rpm で 6 時間振盪後, 3000rpm で 20 分間遠心分離を行い, ろ過した上澄み液を検液とした. 溶出試験では, こうした検液ならびに蒸留水に対して Cd の濃度を ICP-AES によって分析することで, コンクリートからの Cd 溶出の有無を照査した.

3. 試験結果

3-1. スランプ試験・空気量試験結果

表 2 にスランプ試験ならびに空気量試験の結果を示す. スランプ試験の結果, RHA は Blank より高性能 AE 減水剤の添加量をセメント質量に対し 1%分増加させることで, Blank と同程度の流動性を得られることが判明した. RHA(Cd)においては, RHA と同様の配合で作製したが, スランプ値が減少する結果となった. 空気量試験では, いずれのコンクリートも目標範囲内に収まったが, 下限値に近い値を示すものもあった. そのため, 今後は, スランプ値を維持しつつ, 空気量を増大させる配合を検討する必要がある.

表 1 配合表

	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						高性能AE 減水剤	AE剤
			W	C	R	S	G			
Blank	55	46	175	318	0	785	940	2.86	0.003	
RHA	55	46	175	318	32	746	940	6.05	0.003	
RHA(Cd)	55	46	175	318	32	746	940	6.05	0.003	

表 2 スランプ試験・空気量試験結果

	スランプ値 (cm) 目標値: $12 \pm 2.5 \text{ cm}$	空気量 (%) 目標値: $4.5 \pm 1.5\%$
Blank	14.0	3.0
RHA	13.0	3.6
RHA(Cd)	10.5	3.1

3-2. 圧縮強度試験

図1にBlank, RHA ならびに RHA(Cd)の平均圧縮強度をそれぞれ示す。RHA ならびに RHA(Cd)の圧縮強度はBlank よりはるかに向上した。これは、ポズラン反応により、ケイ酸カルシウム水和物が生成され、コンクリートが緻密化したためであると考えられる。このことから、珪殻灰に吸着させたCd 吸着の有無に関わらず、珪殻灰はコンクリート強度の向上に寄与する可能性がある。

3-3. 溶出試験結果

図2に圧縮強度試験を実施した供試体に対する溶出試験結果を、図3に養生直後の供試体に対する溶出試験結果を示す。その結果、圧縮強度試験の実施の有無に関わらず、いずれの検液も、蒸留水におけるCd 濃度の分析結果と同程度であったため、コンクリートからのCd の溶出は認められないと結論付けた。このことから、吸着材として利用した珪殻灰をコンクリート材料として再々利用することは可能であると判明した。

4. まとめ

スランブ試験ならびに空気量試験の結果、RHA はBlank より高性能 AE 減水剤の添加量をセメント質量に対し1%分増加させることで、Blank と同程度の流動性を得られており、高性能 AE 減水剤を適量加えることで、珪殻灰を混ぜても流動性は確保できることが判明した。また、圧縮強度試験の結果、RHA ならびに RHA(Cd)の圧縮強度はBlank よりはるかに向上しており、珪殻灰の混入によりコンクリートの機能性が増すことが判明した。さらに、溶出試験の結果、圧縮強度試験の実施の有無に関わらず、コンクリートからのCd の溶出は認められなかったことから、Cd を吸着した珪殻灰をコンクリートの混和材として用いても、安全面上、問題がないことが判明した。一方で、珪殻灰を重金属に対する吸着材として使用する場合、本研究で使用したCd 以外の重金属に対する吸着材としての利用も考えられる。そのため、今後は、他の重金属等を吸着させた珪殻灰を用いてスランブ試験、空気量試験、圧縮強度試験ならびに溶出試験等を実施することにより、重金属吸着珪殻灰を混合したコンクリートの実用性、機能性ならびに実用性等を検討し、珪殻灰の用途の多様化を図る必要がある。

参考文献

- 1) 馮慶革：もみがら灰の基本的性質と有効利用に関する研究（要旨），八戸工業大学紀要，第24巻，pp. 367-372，2005
- 2) 環境省 平成3年環境庁告示46号：土壌の汚染に係る環境基準について
<http://www.env.go.jp/hourei/01/000057.html>（2021年3月1日現在）

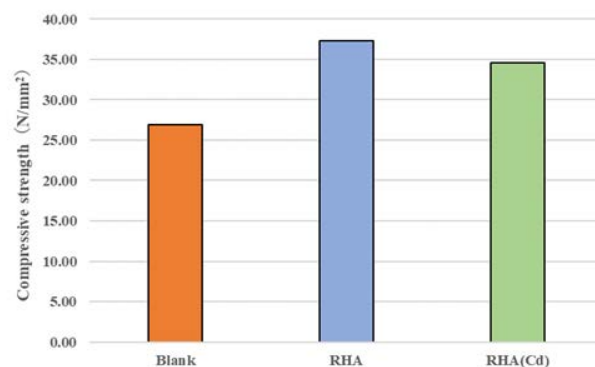


図1 各供試体の平均強度

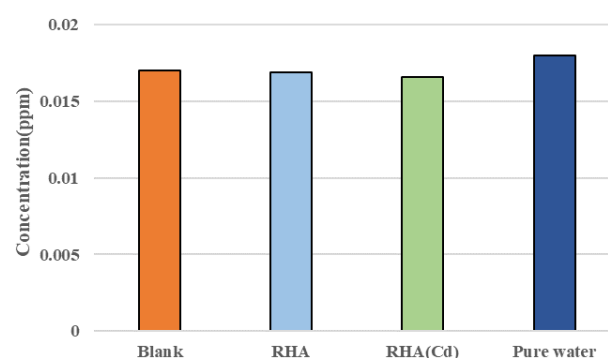


図2 検液中のCd²⁺濃度（圧縮強度試験あり）

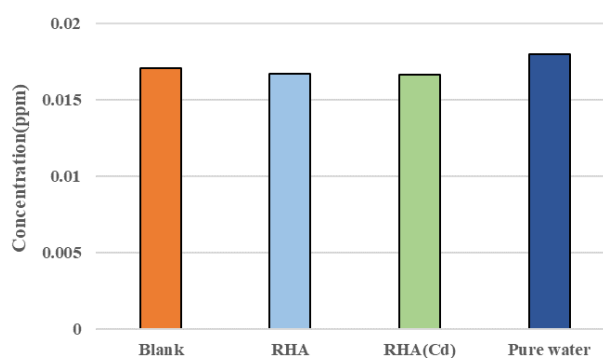


図3 検液中のCd²⁺濃度（圧縮強度試験なし）