

木質灰や重金属吸着粉殻灰を混和したコンクリートの物性と重金属溶出挙動の解明

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、カーボンニュートラルの観点から、木質バイオマス発電の普及に注目が集まっている。また、バイオマス発電の利用推進のために、重金属の吸着材として使用した後の粉殻を燃料としたバイオマス発電の普及も期待されている。今後、バイオマス発電のさらなる導入にともない、重金属を含有する木質灰や粉殻灰が大量に排出されることが予想される。これらの灰類は最終処分場に廃棄されることになるが、現在、最終処分場のひっ迫が問題となっている。カーボンニュートラルと廃棄物の減容を達成するには、重金属の溶出を防ぎつつ、灰類を大量に再資源化することが望まれる。その手法としては、こうした灰類のコンクリートへの混和が考えられるが、木質灰や粉殻灰を混和したコンクリートの圧縮強度等の性能は普通コンクリートより低くなる可能性があり、さらに、コンクリートの性能変化は、コンクリートの重金属封じ込め機能の低下につながる可能性がある。そこで本研究では、灰類を混和したコンクリートの物性について、普通コンクリートとの比較を行った。さらに、灰類の混和によってコンクリートの性能が変化した場合における重金属溶出量の増減について確認した。

2. 試験概要

本研究では、木質ボトムアッシュ混和コンクリート (WBA)、木質フライアッシュ混和コンクリート (WFA)、粉殻灰混和コンクリート (RHA)、Cd 吸着粉殻灰混和コンクリート (RHA(Cd)) ならびに灰無混和コンクリート (Blank) を作製した。各コンクリートの配合を表 1, 表 2 ならびに表 3 に示す。なお、各コンクリートのスラブ値を $12 \pm 2.5 \text{cm}$ に、空気量を $4.5 \pm 1.5\%$ にするために、WBA ならびに WFA については、AE 減水剤添加量を調整し、RHA ならびに RHA(Cd) については、粉殻灰の含水比が 100% となるようにプレウエッティングを行っている。また、作製したコンクリートについて、圧縮強度試験、長さ変化測定ならびにブリーディング試験等の物性試験を JIS 規格に準拠し、実施した。さらに、圧縮強度試験終了後の供試体について、環境庁告示 46 号に準拠し、重金属溶出試験を実施した。分析対象の重金属は、それぞれ混和した灰からの溶出が確認されている、または灰が吸着している重金属とした。木質ボトムアッシュからは As, Cr(VI) ならびに F の、木質フライアッシュからは As ならびに Se の溶出が確認されている。

3. 試験結果ならびに考察

3.1 圧縮強度試験

図 1, 図 2 ならびに図 3 にそれぞれの灰類を混和したコンクリートの材齢 28 日ならびに 91 日における圧縮強度試験結果を示す。灰類を混和したコンクリートの材齢 28 日における圧縮強度はわが国における標準供用期

表 1 WBA の配合表

供試体	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)					AE減水剤
			W	C	B	S	G	
Blank	55	43	175	318	0	734	985	3.18
WBA			175	286	32	731	980	5.73

表 2 WFA の配合表

供試体	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)					AE減水剤
			W	C	F	S	G	
Blank	55	43	175	318	0	734	985	3.18
WFA			175	286	32	733	983	4.77

表 3 RHA ならびに RHA(Cd) の配合表

供試体	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)					高性能AE減水剤
			W	C	R	S	G	
Blank	55	43	175	318	0	734	985	2.55
RHA			175	286	32	728	977	2.55
RHA(Cd)			175	286	32	728	977	2.55

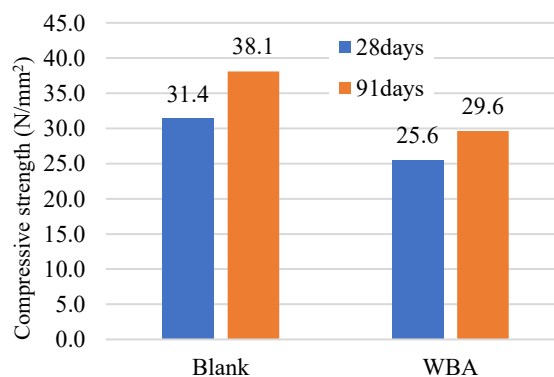


図 1 WBA の圧縮強度試験結果

間の耐久設計基準強度である 24N/mm^2 を上回っていることが分かる。さらに、図3より、材齢28日から91日における圧縮強度の増加率はBlankの圧縮強度増加率を上回っていることが分かる。これは、粉砕灰に含まれている非晶質シリカが細孔溶液中に溶出し、ポズラン反応が進行したためであると考えられる。

3.2 長さ変化測定

図4にWBAの長さ変化測定結果を示す。図4から、WBAならびにBlankの収縮率は同程度となることが判明した。このことから、WBAは柱や壁部材によって拘束を受けるような構造物に使用することが可能であると考えられる。

3.3 ブリーディング試験

図5にWFAのブリーディング試験結果を示す。図3から、WFAはBlankと比較して、ブリーディングが認められなくなるまでの時間が短縮され、さらに、WFAのブリーディング量はBlankよりも抑制されていることが分かる。これは、セメントを木質フライアッシュに置換したことにより、コンクリート中の粉体体積が増加し、それにともない表面積が増加したためであると考えられる。

3.4 重金属溶出試験

各コンクリートの重金属溶出試験の結果、灰類の混和による重金属溶出量の増減は見られなかった。このことから、灰類を混和したコンクリートを使用した場合においても、環境への影響は少ないと考えられる。

4. まとめ

以上の結果から、灰類を混和したコンクリートは混和剤添加量を調整することで、品質的に問題のないスランプと空気量を有すること、わが国における標準供用期間の耐久設計基準強度を超える圧縮強度を有すること、重金属溶出量は普通コンクリートと同程度であることが確認された。中には、普通コンクリートの性能を上回る事例もあった。これらより、灰類混和コンクリートについては、通常の使用が可能であり、とりわけ、灰類をセメントに置き換えることで、さらなるカーボンニュートラルへの貢献につながる事が判明した。他方、コンクリートが中性化等によって劣化した場合、そのコンクリートからの重金属溶出量が増加する可能性がある。したがって、中性化した供試体等について重金属溶出試験を実施し、灰類の混和による重金属溶出量増減の有無を照査することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 黒田泰弘, 興石直幸: セメントコンクリートからの六価クロム溶出に及ぼす各種要因の影響, 日本建築学会構造系論文集, Vol.75, Issue 650, pp. 715-722, 2010

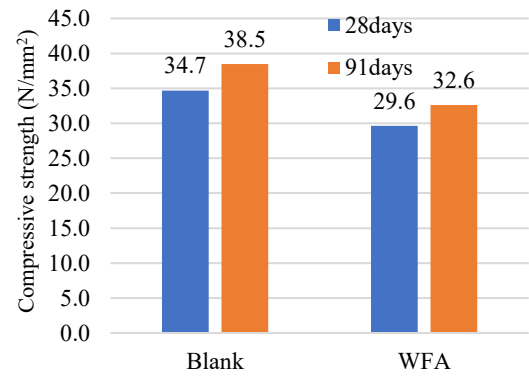


図2 WFAの圧縮強度試験結果

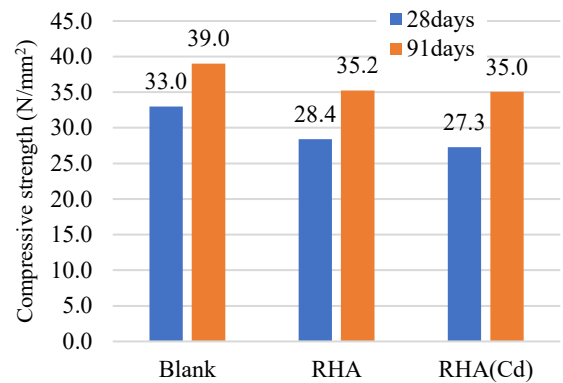


図3 RHA(Cd)の圧縮強度試験結果

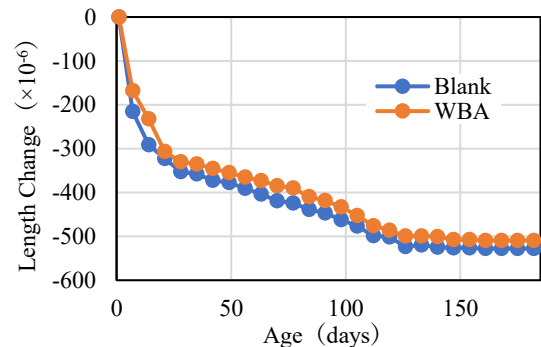


図4 WBAの長さ変化測定結果

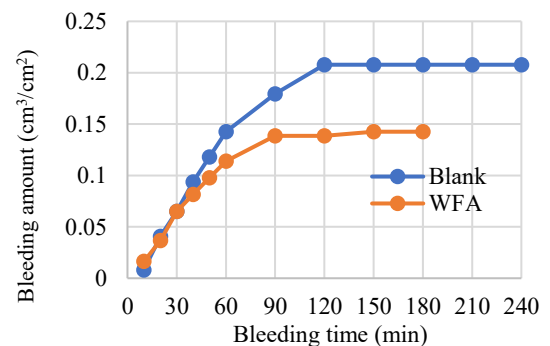


図5 WFAのブリーディング試験結果