

木質灰混和コンクリートの物性ならびに重金属溶出挙動に関する研究

香川大学 学生会員 ○上野 沢斗, 谷中 彩寧
フェロー会員 吉田 秀典, 正会員 岡崎 慎一郎
株式会社アムロン 藤田 一平

1. はじめに

わが国では、地球温暖化の解決に向け、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラルを目指すことを宣言しており、その手段のひとつとして、近年、木質バイオマス発電への関心が集まっている。2022年度からFIP制度の導入により、今後も木質バイオマス発電導入量の拡大が予想されるが、その副産物として木質灰が大量に排出される可能性がある。木質灰の有効活用の方法として、建設用資材への利用に関する研究がいくつか行われているものの、木質灰には重金属が多く含まれている可能性があり、供用後の重金属溶出が懸念されている。木質灰をコンクリート材料として再資源化することが可能となれば、大規模かつ有効な木質灰の活用が実現される。そこで本研究では、木質バイオマス発電所から排出される木質灰を混和したコンクリートの基本的な特性である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挙動について把握し、木質灰のコンクリートへの混和の可否を検討することを目的とした。

2. 試験概要

木質バイオマス発電所から排出される灰は、焼却炉の火床部で燃え殻として発生する主灰と、燃焼によって舞い上がり、フィルター等で回収される飛灰に分類される。本研究では、溶出試験において、土壤環境基準値を上回る濃度の六価クロム、フッ素ならびにヒ素が検出された主灰を混和材として、木質灰混和コンクリート（以下、WBA）ならびに木質灰無混和コンクリート（以下、Blank）を作製し、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、混和材である木質灰の置換率は、セメント質量に対して10%とした。また、スランプ値として $12\pm 2.5\text{cm}$ を、空気量として $4.5\pm 1.5\%$ を目標値として設定し、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。本配合ではコンクリートの流動性を確保するためにAE減水剤を、Blankへはセメント質量に対し1%を、WBAへは1.8%を添加した。また、圧縮強度試験用として直径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。溶出試験における条件ならびに手順は、環境庁告示46号を参考とした。圧縮強度試験に用いた供試体を砕き、2mm目のふるいを通したものを溶出試験用の試料とした。次に、純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、ろ過した上澄み液に対し、デジタルパックテストによって六価クロム濃度ならびにフッ素濃度を、ICP-AESによってヒ素濃度を分析した。

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、WBAはBlankよりAE減水

表1 配合表

供試体	W/C	s/a	単体量 (kg/m ³)					
			水	セメント	主灰	細骨材	粗骨材	AE減水剤
Blank	55	43	175	318	0	734	992	3.18
WBA			175	286	32	731	988	5.73

キーワード 木質灰, カーボンニュートラル, セメント代替, 重金属

連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20 TEL 087-864-2157

剤の添加量をセメント質量に対し 0.8%分多く添加することで、Blank と同程度の流動性を得られることが判明した。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る結果となった。

3-2. 圧縮強度試験結果

図1に Blank ならびに WBA の平均圧縮強度をそれぞれ示す。WBA の圧縮強度は Blank よりも低下する結果となった。これは、コンクリート中のセメント量を減少させたことにより、骨材どうしを接合する力が低下したためであると考えられる。他方、いずれのコンクリートも、JASS5 に規定されている標準の耐久設計基準強度である 24N/mm^2 を上回っており、木質灰を 10%まで混和した場合においても、コンクリート構造物に求められる強度を確保できる可能性がある。

3-3. 溶出試験結果

表3に Blank ならびに WBA の重金属溶出量をそれぞれ示す。WBA からの重金属溶出量は Blank と同程度であり、重金属を含有した木質灰を混和したことによる重金属溶出量の増加は見られなかった。しかしながら、いずれの検液からも、環境基準値以上の濃度の六価クロムならびにヒ素が検出された。これは、溶出試験において、供試体を 2mm 以下まで細かく粉砕したことにより、重金属が多く溶出したと考えられる。

4. まとめ

スランプ試験ならびに空気量試験の結果、WBA は Blank より AE 減水剤をセメント質量に対し 0.8%分多く添加することで、Blank と同程度の流動性を得られていることから、AE 減水剤を適量加えることで、木質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、WBA の圧縮強度は Blank より低下するものの、コンクリート構造物に求められる強度を有していることが判明した。しかしながら、溶出試験の結果、コンクリートを粒径 2mm 以下まで粉砕した際には、環境基準値以上の濃度の重金属が一部溶出することが確認された。このことから、木質灰混和コンクリートを解体材等として再利用する際には、重金属溶出量を低減するための処理が必要となる可能性がある。一方、本研究における溶出試験は、粒径 2mm 以下に砕かれた供試体を対象として行ったため、今後は、砕かれていない状態の供試体を用いて溶出試験を行った場合における重金属溶出の有無を確認する必要がある。また、圧縮強度試験では材齢 28 日の供試体のみを用いており、長期材齢の供試体を用いた試験を実施していないため、今後は木質灰を混和した場合におけるコンクリートの長期強度発現性を把握する必要がある。

参考文献

- 1) 前川明弘ら：木質バイオマス焼却灰を用いたポーラスコンクリートの各種特性に関する基礎的研究，第 32 回廃棄物資源循環学会研究発表会 講演原稿 2021, C2-11-P, pp.185-186
- 2) 黒田泰弘ら：解体コンクリートからの六価クロム溶出に関する研究，日本建築学会構造系論文集，第 74 巻，第 646 号，2009, pp.2155-2161

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±2.5cm	空気量 (%) 目標値：4.5±1.5%
Blank	12.5	5.5
WBA	14.0	5.5

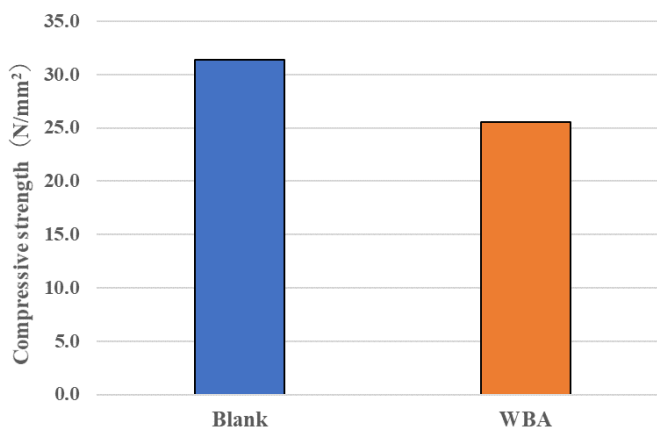


図 1 各供試体の平均圧縮強度

表 3 溶出試験結果

	(mg/L)		
	六価クロム	フッ素	ヒ素
Blank	0.07	< 0.40	0.242
WBA	0.05	< 0.40	0.233
環境基準	0.05	0.80	0.01