

氏名(本籍)	FARRAH FADHILLAH HANUM(インドネシア共和国)
学位の種類	博士(工学)
学位授与番号	甲第552号
学位授与日付	平成31年3月25日
専攻	環境エネルギーシステム専攻
学位論文題目	Leaching behavior of trace elements from fly ashes and development of the leaching inhibitor (フライアッシュ中微量元素の溶出挙動と溶出抑制材の開発)
学位論文審査委員	(主査)教授 上宮 成之 (副査)教授 神原 信志 准教授 小林 信介

論文内容の要旨

石炭は今後も重要な一次エネルギーとして位置づけられる。石炭は種々の微量物質を含有しており、微粉炭火力発電では排煙やフライアッシュとして環境中に排出される。微粉炭火力プロセスにおいて、ヒ素(As)、ホウ素(B)、セレン(Se)、フッ素(F)は、ほとんどがフライアッシュに残留する。フライアッシュを土工材として有効利用する場合、溶出する微量元素濃度は土壤環境基準を満足する必要がある。

本研究ではフライアッシュから溶出するAs, B, Se, Fの溶出挙動を詳細に調べ、それらの溶出を同時に抑制する抑制材の開発を行った。得られた成果は以下の通りである。

- 1) 溶出濃度が高いフライアッシュ5種と6種類のペーパースラッジ灰(PS)を用いて、それぞれを混合し、その溶出挙動を調べた。ペーパースラッジ灰はCaを多く含むものほどAs, B, Seの溶出抑制効果が高かった。しかし、ペーパースラッジ灰は自身にFを多く含むため、Fの抑制効果は無かった。この場合、消石灰か高炉セメントを混合することでF溶出を抑制できることを明らかにした。
- 2) 消石灰、高炉セメント、ペーパースラッジ灰の溶出低減効果を一次の溶出速度式で定量化し、フライアッシュとそれぞれを混合した時の溶出濃度推算式を開発した。推算値と実測値は概ね一致した。
- 3) 溶出抑制に大きな役割を果たすカルシウム化合物の役割を詳細に調べ、CaO, CaCO₃, CaSO₄の化学形態で存在していること、炭種やペーパースラッジ種類によりその含有割合は異なることを定量的に明らかにした。さらにCaOがAs, B, Seと化合し、不溶化物をつくることで溶出抑制効果を示すことを明らかにした。

論文審査結果の要旨

本研究は、石炭火力発電所から排出されるフライアッシュの利用拡大を目的に、フライアッシュから溶出する微量元素(As, B, Se, F)の溶出挙動、そのメカニズムを解明したばかりでなく、微量元素溶出を同時抑制する安価な抑制材を開発したものであり、非常に有用な成果を得たと言える。As, B, Seの溶出は、pHが高い領域でのカルシウムの添加により、不溶性カルシウムの化合物形態に転換できること、そのカルシウム源として廃棄物であるペーパースラッジ灰を利用できること、ペーパースラッジ灰のなかでも遊離性カルシウムに富んだものがより適していること、高炉セメントも有効であることを明らかにした。

このように、本論文は有用な知見を数多く見出しており、新規性、実用性の点で優れていると評価できることから、学位審査委員会は、審査の結果、この論文を学位論文に値するものと判定した。

最終試験結果の要旨

学位審査委員会は、提出論文の基礎となる発表論文(査読付き論文3編)の内容を確認し、平成31年2月18日に開催された学位論文公聴会における論文提出者との質疑応答と口頭試問などに基づいて審査を行い、最終試験に合格と判定した。

- F. Hanum, *J. Materials Science and Engineering B*, 7, pp. 19–26. 2017.
2. Effect of Additives on Arsenic, Boron and Selenium Leaching from Coal Fly Ash, S. Hartuti, F. Hanum, A. Takeyama, S. Kambara, *Minerals*, 7(99), pp. 1–19, 2017.
 3. Preliminary Study on Additives for Controlling As, Se, B, and F Leaching from Coal Fly Ash, F. F. Hanum, E. R. Desfitri, Y. Hayakawa, S. Kambara, *Minerals*, Accepted (October 19, 2018).