

## 2-3 1 微粉炭燃焼フライアッシュからの微量元素の溶出挙動と 溶出抑制法の開発

(岐阜大院) ○神原信志, Farrah Fadhillah Hanum, Erda Rahmilaila Desfitri, 劉 旭

### Leaching behavior and its control of trace elements from coal fly ash

○ Shinji KAMBARA, Farrah Fadhillah Hanum, Erda Rahmilaila Desfitri, Liu Xin Yuan  
(Graduate School of Engineering, Gifu University)

#### SUMMARY

Twenty different coal fly ashes generated by a 1000 MWe pulverized coal fired plant were investigated the leaching concentrations for As, B, and Se. Ten kind of fly ashes were over the environmental regulation; therefore the leaching control of trace elements is desired to expand ash utilization. Paper sludge ashes is promised as the leaching material because of high calcium content and a low cost. Eight kind of the paper sludge ashes were gathered from the different paper manufactures, the effect of the leaching control was studied. The No.3 paper sludge was suited to control the leaching of As, B, and Se, because the No.3 PS ash had high calcium content and high leaching concentration of Ca. For the fly ash H, 15.5 wt% mixture of the No.3 PS ash was required in the simultaneous control for As, B, and Se.

#### [1] 緒言

石炭は As, B, Se などの有害微量物質を含有しており、微粉炭燃焼ではその大部分がフライアッシュ (FA) に分配される。FA はセメント原料として有効利用されるが、それに適さない FA は埋立処理されている。近年、石炭火力発電の役割が増すなかで、FA の発生量は増加しており、従来埋立処理されてきた FA を土工材として利用する技術開発が望まれている。FA の土工材利用においては、微量物質の溶出が課題である。一部の炭種の FA は、土壤環境基準濃度を超える濃度を溶出するため、その溶出抑制法の開発が必要である。例えば、消石灰や Fe 系の化合物を FA に混合する溶出抑制法の開発が進められている<sup>1)2)</sup>。しかし、土工材は安価なため、抑制剤も安価であることが求められている。

本報告では、実在する 1000 MWe 微粉炭火力発電プラントから採取した 20 炭種の FA について As, Se, B の溶出挙動を調べ、その溶出量を抑制する方法について検討した。

#### [2] 実験

微粉炭火力発電プラントの低低温型電気集塵機の第 1 室中央部から 20 炭種の FA を採取した。ここに

は示さないが FA の化学組成, As, B, Se 含有量, 粒径分布を測定した。環告 46 号にしたがって溶出試験を行い、溶出液の pH と As, B, Se 濃度および Ca 濃度を測定した。溶出抑制法の開発においては、抑制材 (消石灰やペーパースラッジ焼却灰) の種類と混合率を変えて、その溶出量変化を調べた。

#### [3] 結果と考察

Fig.1 は 20 炭種のフライアッシュの As 溶出濃度を Ca 溶出濃度に対してプロットした図である。

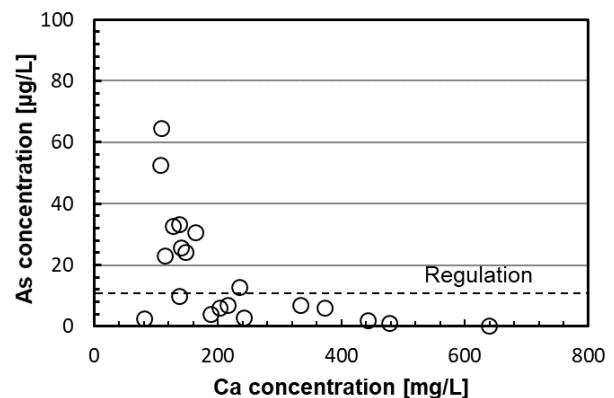


Fig.1 Leaching behavior of arsenic for 20 different fly ashes generated by a 1000 MWe power plant.

As 溶出濃度の土壌環境基準は 10 µg/L (ppb)であるが、20 炭種中 10 炭種がそれを越える結果となり、溶出抑制法の開発が必要であることがわかる。Ca 溶出濃度が高い炭種は As 溶出濃度は低く、水溶性 Ca が As 溶出抑制に大きな役割を果たすことが明らかとなった。この傾向は、B, Se の溶出においても同様であった。

そこで、消石灰 Ca(OH)<sub>2</sub> を As 溶出濃度の高い FA に添加率（重量基準）を変えて混合し、その溶出濃度の変化を 2 炭種について調べた (Fig.2)。消石灰添加率が 5% で As 溶出濃度は環境基準濃度以下となり、15% 以上では溶出は完全に抑制された。B, Se 溶出挙動もほぼ同様であった。

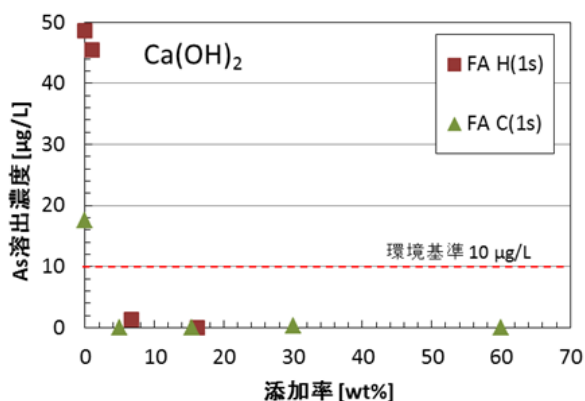


Fig.2 Effect of Ca(OH)<sub>2</sub> addition on arsenic leaching.

添加した Ca(OH)<sub>2</sub> から発生した Ca<sup>2+</sup>は、FA 表面に分散し、FA 表面に存在する As, B, Se と結合し、難溶性化合物を形成し、溶出を抑制したと考えられる。As の難溶性化合物は、平衡計算の結果からヒ酸カルシウム Ca<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> と推定された。

消石灰は効果的な溶出抑制材と評価できるが安価ではない。安価な Ca 源として、廃棄物であるペーパースラッジ焼却灰 (PS 灰) に着目した。再生紙製造過程では、紙の白色化のために Ca を添加する。再生紙の種類によって異なるが、PS 灰には 20~50% の Ca が含まれ (Fig.3)、溶出抑制材として利用できる可能性がある。Fig.3 には 3 つの製紙工場から採取した 8 種類の PS 灰の Ca 溶出濃度を灰中 CaO 含有量に対して示した。両者には明確な相関はないが、Ca 溶出濃度が Ca(OH)<sub>2</sub> と同等かそれ以上の高い PS 灰があることがわかった (消石灰の Ca 溶出濃度は 1100 mg/L)。

そこで、Ca 溶出濃度が 100 および 250 mg/L と低い PS(2) と (4)、中程度 600 mg/L の PS(5)、そして 1400 mg/L と高い PS(3) を FA H に混合してその溶出挙動を調べた (Fig.4)。PS 灰混合量は、混合後の灰中 Ca 量が 5% および 10% となるように調整した。

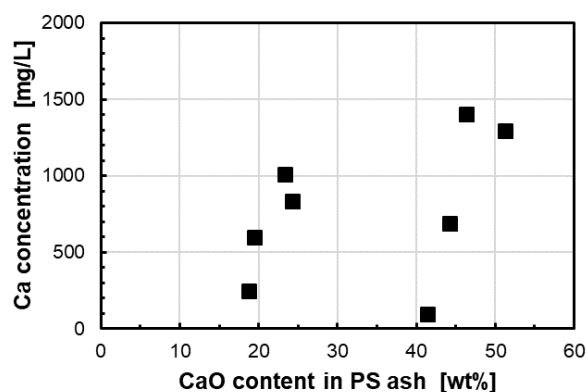


Fig.3 Ca concentration for 8 different paper sludge ashes.

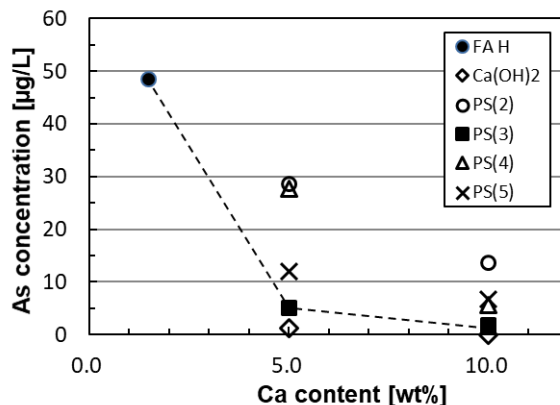


Fig.4 Effect of paper sludge mixture ratio on arsenic leaching concentration.

いずれの PS 灰も FA に混合することで As 溶出濃度は低下したが、Ca 溶出濃度が特に低い PS(2) は Ca 含有量 10% としても環境基準を満たさなかった。PS(4) と PS(5) は Ca 含有量 10% の場合、環境基準濃度を下回った。一方、Ca 溶出濃度が高い PS(3) は Ca 含有量 5% で環境基準を下回り、溶出抑制材として好適であることがわかった。この傾向は、B, Se の溶出に関しても同様であった。

次に PS(3) の重量基準混合率に対する As, B, Se の溶出濃度変化を調べた結果、それぞれ PS(3) を 6.0, 6.0, 15.5 wt% 混合すれば、各々の環境基準濃度以下にできることがわかった。したがって、好適な PS 灰を用いれば、As, B, Se の同時抑制が可能である。

#### [4] 結言

フライアッシュの用途拡大として土工材を想定し、安価な微量元素溶出抑制材を探索した。ペーパースラッジ焼却灰は Ca 含有量が多く、溶出抑制材として有望であるが、特に水溶性 Ca (溶出する Ca 濃度) が多いものが好適である。

【引用文献】 1) Yudovich, Ya. E., Ketris, M. P.: *Int. J. Coal Geol.*, 61, 141-196 (2005) 2) Zielinski, R.A., Foster, A. L., Meeker, G. P., Brownfield, I. K.; *Fuel*, 86, 560-572 (2007)