

フライアッシュ粉体およびジオポリマー硬化体からの溶出イオン特性について Characteristics of Eluted Ions from Fly Ash Powder and Hardened Geopolymer Paste

八谷英佑* ○近藤文義** 高島千鶴***

Hachiya Eisuke*, ○Kondo Fumiyoshi** and Takashima Chizuru***

I.はじめに 1980年代頃から開発が始められたジオポリマーは、低炭素社会を担う次世代の建設材料として期待されている。この理由は、ジオポリマーが産業廃棄物であるフライアッシュを有効利用し、かつ製造時に熱をほとんど必要としないためである。現在、著者らの研究（八谷・近藤，2016）を含めてジオポリマーに関する研究が盛んに行われるようになってきたが、そのほとんどがジオポリマーの強度や流動性あるいは配合条件に関する検討（例えば，上原，2008；原田ら，2012）のみである。リサイクル材料であるジオポリマーは、環境に優しいコンクリートとも称されることがある一方で、ジオポリマーそのものの環境負荷に関する検討事例は非常に少ないというのが現在の課題である。本報は、ジオポリマー硬化体を水中に浸漬させた場合の金属イオン溶出特性について検討したものである。

II.実験方法 実験には、中国電力三隅火力発電所（島根県）産のJISⅡ種フライアッシュを使用した。また、ジオポリマーのアクティベーター（活性材）として、取り扱いが容易な珪酸ソーダ3号溶液と48%苛性ソーダ溶液を質量比2:1で混合したものを使用した。練混ぜたペースト状のジオポリマーを内径40mm、高さ80mmのプラスチック型枠に充填し、脱枠後、イオン交換水1L中に所定時間まで静置した（Fig. 1）。フライアッシュ粉体はイオン交換水1L中に200g入れ一度十分に攪拌した後、所定時間まで静置した。なお溶出成分は、約20mL採水した試料を0.2μmメンブレンフィルターでろ過した後、波長分散型蛍光X線分析によって分析した。所定時間経過後、フライアッシュ粉体はビーカー中腹から、ジオポリマーはビーカー内を攪拌し採水した。また、採水と同時にpHと電気伝導度の測定も行った。

III.実験結果・考察 フライアッシュ粉体を入れたイオン交換水はpHが8~10、電気伝導度はおよそ1mS/cmで推移していたのに対し、ジオポリマー硬化体を入れたイオン交換水はpHが10~13、電気伝導度は日数経過で増加し56日経過で25mS/cmであった。Fig. 2はジオポリマー硬化体から溶出したイオンを示したものである。Fig. 2より、フライアッシュ粉体からの溶出で多かったものはCaであり、その他のイオンの10倍以上の濃度であった。Fig. 3およびFig. 4はジオポリマー硬化体から溶出したイオンを示したものである。溶出したイオンで最も多かったものはNaであり、その他のイオンの5倍以上の濃度であった。このことは、ジオポリマーがセメントのようなCa系のバインダーではなく、Na系のバインダーであることを反映したものである。なお、別の実験ではあるが気中養生した力学試験用のジオポリマー供試体から、配合条件によっては時折白色粉体が

*佐賀大学大学院農学研究科 (Graduate School of Agriculture, Saga University) **佐賀大学農学部 (Faculty of Agriculture, Saga University) ***佐賀大学教育学部 (Faculty of Education, Saga University)

キーワード：ジオポリマー，蛍光X線分析，溶出イオン

表面に析出することが観察された。著者らはこれらの白色粉体の主成分が Na であることを既に確認しているが、この事実はジオポリマーの配合設計とくにアルカリシリカ溶液の濃度決定に係る重要な問題でもあるため、別の機会に検討してきたいと考えている。Fig. 4 より、ジオポリマー硬化体から僅かながら As の溶出が認められた。As 濃度において、環境省の土壌の汚染に関する基準（検液 1L につき 0.01mg 以下）を単純比率計算でクリアするためには、ジオポリマーが水と接する単位面積（cm²）あたり約 5,300cm²の水が必要であることが明らかとなった。

IV.まとめ 波長分散型蛍光 X 線を用いてフライアッシュ粉体およびジオポリマー硬化体から溶出するイオンの分析を行った。溶出したイオンで最も多かったものはフライアッシュ粉体では Ca であり、ジオポリマー硬化体では Na であった。フライアッシュ粉体からは 1 日経過でイオンの溶出がほぼ完了したのに対し、ジオポリマー硬化体からは 28 日経過までイオンの溶出が続いたが、28 日から 56 日でイオンの溶出はほとんど止まると考えられた。

引用文献

- 八谷英佑, 近藤文義 (2016): 農業農村工学会論文集, 303, II_69-II_75.
- 原田耕司, 一宮一夫, 津郷俊二, 池田 攻 (2012): コンクリート工学年次論文集, 34(1), 1894-1899.
- 上原元樹 (2008): 鉄道総研報告, 22(4), 41-46.

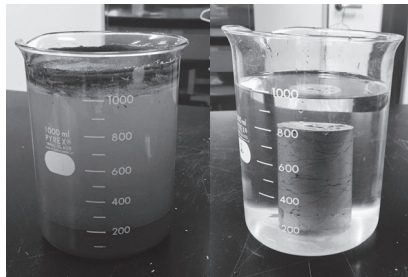


Fig. 1 Experimental situation (left: fly ash powder, right: hardened geopolymer paste)

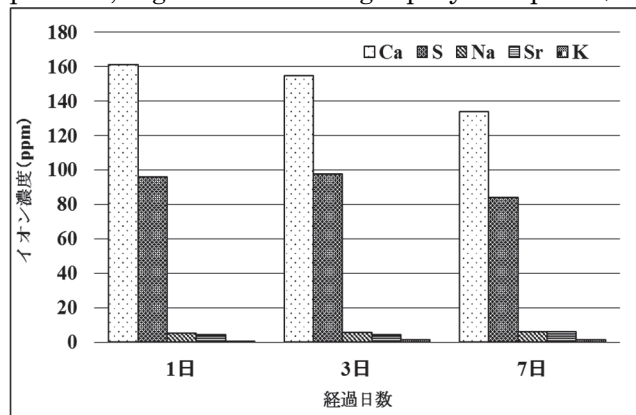


Fig. 2 Eluted ions from fly ash powder

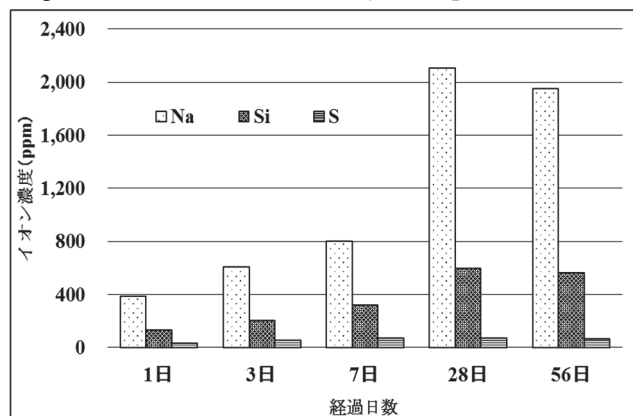


Fig. 3 Eluted ions from hardened geopolymer paste (Na, Si, S)

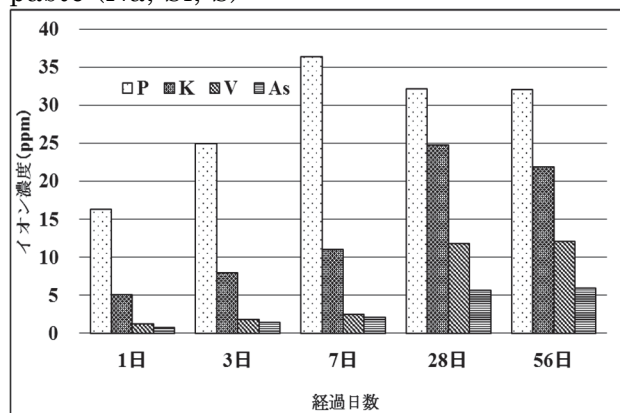


Fig. 4 Eluted ions from hardened geopolymer paste (P, K, V, As)