

鉄鋼スラグの地盤材料としての有効利用に伴うフッ素およびホウ素の溶出挙動

○乾 徹・宮城大助・嘉門雅史

1. はじめに

建設系廃棄物や産業廃棄物の地盤材料としての有効利用に関する研究は多数実施されており、主に力学的特性や化学的安定性の改善、有害物質の溶出挙動の抑制を目的とした処理技術が多数開発され、利用用途の拡大が図られている。

一方、様々な形態の土壌・地下水汚染が発覚するに伴い、環境基準項目の追加や基準値の強化、汚染サイトの管理を目的とした法律が制定されている。近年における地下水環境基準と土壌環境基準の規制項目にフッ素、ホウ素、硝酸性窒素が新たに追加されたことや、土壌汚染対策法の施行などはその代表的な動きである。しかしながら、これらの物質の溶出特性や地盤中での挙動については十分な知見が得られておらず、環境リスクを明らかにする観点からも早急に評価を実施する必要がある。本報では、有効利用率が比較的高い廃棄物材料として鉄の製錬工程で発生する鉄鋼スラグを対象とし、フッ素およびホウ素の基礎的な溶出特性を実験的に評価した結果を報告する。

2. 実験概要と結果

4種類（Sample 1～4）の鉄鋼スラグを対象として Table 1 に示す各種溶出試験を実施した。それぞれの溶出試験は、材料からの最大溶出可能量、溶媒の pH による溶出量への影響、廃棄物層に水が浸透する際の化学物質の溶出量等を把握することを目的としている。Figure 1, 2 に実験結果の一例として、Sample 1 からのフッ素の溶出挙動を示す。実験で得られた主な知見は以下の通りである。

- ・材料からのフッ素溶脱量は試験方法を問わず溶媒の pH に依存し、酸性、および強アルカリ条件下において溶脱量が多い（Figure 1）。
- ・浸透流速によって溶出量に依存性が見られる。廃棄物層高さが変化した場合にも、単位質量当たりの廃棄物に対する流量と溶出量の間には一意的な関係が確認できる（Figure 2）。

今後は、溶出試験結果に基づいて廃棄物層からの溶出挙動のモデル化を図り、廃棄物の有効利用に伴う周辺環境への影響を環境リスクの観点から数値解析を用いて定量的評価を試みる予定である。

Table 1. Leaching test method

Test	JLT46	pH-dependent test	Serial batch test	Availability test (NEN7341)	Column leaching test
Testing type	Batch	Batch	Batch	Batch	Flow through
Leaching vessel	1ℓ polyethylene bottle	1ℓ polyethylene bottle	1ℓ polyethylene bottle	1ℓ glass beaker	Column (φ=6 cm)
Sample particle size	< 2 mm	< 2mm	< 2mm	< 125μm	< 2mm
Sample mass / volume	50 g	30g	40	16g	—
Solvent	Distilled water adjusted to pH 5.8–6.3 by HCl solution	Distilled water with different pH values by HNO ₃ or NaOH solution	Distilled water (adjusting to pH 4 by HNO ₃ solution)	Distilled water and HNO ₃ (at the 1st extraction; pH 7, at the 2nd extraction; pH 4)	Distilled (adjusting to pH by HNO ₃)
Liquid to solid ratio	10:1	5:1	100:1 (20:1×5 times)	100:1 (50:1×2 times)	Cumulative
Leaching method	Horizontal shaking (200 times/min, amplitude: 4–5 cm)	—	—	Stirrer	—
Leaching time	6 hours	6 hours	24 hours × 5	3 hours × 2	Periodically
Filtration	20 min-centrifugal separation at 3,000 rpm and suction filtration with 0.45 μm MF	—	—	Suction filtration with 0.45μm MF (Membrane Filter)	—

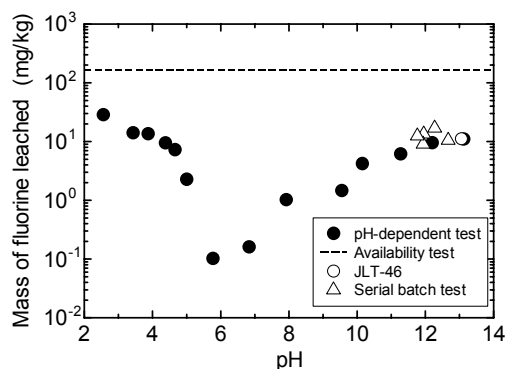


Figure 1. Leaching amount of fluorine with various pH.

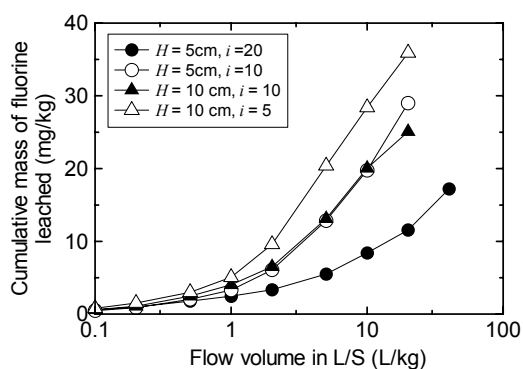


Figure 2. Results of the column leaching test (Slag A).