

アルカリ性を有する掘削土砂からの鉄鋼スラグによるヒ素溶出抑制

岐阜大学 学生会員 ○羽田 彩友子
正会員 加藤 雅彦
正会員 沢田 和秀
東北大学 正会員 森口 周二
新日鐵住金 高木 信浩
正会員 赤司 有三
岐阜大学 正会員 佐藤 健

1. 目的

トンネル工事などから発生する岩石、土砂（以下、掘削土砂）は、宅地盛土、道路盛土として利用されている。しかし、掘削土砂には、自然由来の重金属類が含まれている。それら重金属類の溶出量が環境基準を超えて検出された場合、対策が必要になる。対策技術として遮水シートや吸着層技術が挙げられるが、これらの技術は重金属類流出の予防技術である。災害時に崩壊しても重金属類が溶出しないようにするためには、掘削土砂中の重金属類を水に溶解しないように化学的に安定化させる必要がある。

著者らは、掘削土砂に適用する資材として鉄鋼スラグ（以下、スラグ）に着目した。スラグによって重金属類を不溶化できることが期待され、掘削土砂を土木材料として利用する場合、スラグ添加による強度促進の可能性もあるためである。既往報告¹⁾で、黄鉄鉱とカドミウムを含む掘削土砂にスラグを添加することで、酸性水の中和とカドミウム溶出抑制を同時に達成できることを明らかにした。本報では、既往で用いた掘削土砂と対照的な化学的性質、すなわちアルカリ性を有し、主に陰イオンとして溶存するヒ素を含有する掘削土砂を供試した。加えて、掘削土砂とスラグの粒径が異なることに着目し、掘削土砂とスラグが物理的に接触することがない条件において供試掘削土砂からのヒ素溶出をスラグによって抑制できるか検証した。

2. 供試材料

pH がアルカリ性 (9.9) を示し、ヒ素溶出量 (0.054mg/L) が環境基準 (0.01mg/L) を超えることが既知の掘削土砂を用いた。またスラグは、製鋼スラグを供試した。掘削土砂の粒径 300mm 以下、スラグの粒径 30mm 以下で用いることを想定し、掘削土砂とスラグとの粒経比が 10:1 となるように掘削土砂とスラグの粒径をそれぞれ 5mm 以下、0.5mm 以下として実験を行った。

3. 実験方法

3.1 掘削土砂とスラグの非接触条件下におけるヒ素溶出抑制

1L 容ビーカーに掘削土砂 20g と純水 980ml を添加した。純水 20ml とスラグ 2g を入れた透析膜をビーカーに吊るし、4 時間に 1 度の割合で 15 分間攪拌しながら 2 週間静置した。スラグの添加割合 (10wt%) は予備試験を行い決定した。またスラグを添加しない処理も設けた。これらの処理を 3 反復で行った。2 週間静置後、チューブ内外の溶液と掘削土砂、鉄鋼スラグをそれぞれ回収した。回収した溶液はろ過、pH、EC 測定後、ICP-MS でヒ素濃度を測定した。また、回収した鉄鋼スラグを酸分解し、全ヒ素量を分析した。

3.2 スラグ抽出液による掘削土砂からのヒ素溶出抑制

スラグと純水を固液比 1:200 で 24 時間振とうし、遠心分離後、ろ液を回収し、スラグ抽出液を作成した。スラグ抽出液を用いて掘削土砂の溶出試験を行った (固液比 1:50)。純水による掘削土砂の溶出試験を対照とした。溶出液中のヒ素濃度を ICP-MS で測定した。

4. 結果および考察

図-1 にスラグと掘削土砂混合試料のヒ素溶出量を示す。掘削土砂 1kg あたりのヒ素溶出量として結果を示した。本研究では透析膜を利用したため、掘削土砂とスラグから溶出した成分のみが膜を通過でき、試料同士は、物理的な接触がない条件である。スラグを添加した処理では、未添加に比べ、掘削土砂からのヒ素溶出量が有意に少なかった。したがって、スラグと掘削土砂が非接触条件においてもスラグによって掘削土砂からのヒ素溶出を抑制できることが示された。また、実験前後のスラグ中の全ヒ素量に違いはなかった（データ省略）。このことは、掘削土砂から溶出したヒ素をスラグが吸着不溶化するのではなく、スラグから溶出した成分が掘削土砂に直接働きかけ、掘削土砂からのヒ素溶出を抑制したことを示唆する。そのため、スラグからの抽出液を用いて、掘削土砂からのヒ素溶出を抑制できるか検証した（図-2）。スラグ抽出液による掘削土砂からのヒ素溶出量は、対照とした純水によるものに比べ極めて少なく、土壌溶出量基準を下回った。このことから、スラグに含まれる成分によって掘削土砂中のヒ素が不溶化され、ヒ素溶出が抑制されることが明らかとなった。ヒ素は主に陰イオンとして溶存するため、土表面が主にマイナス電荷を呈するアルカリ領域においてヒ素は溶出しやすいと考えられている。また、実際の施工を考えた場合、掘削土砂とスラグの粒径が異なる、すなわち両者の比表面積が異なり、材同士の接触が少ない条件になると考えられる。しかしながら、本研究の結果から、材同士の接触がない条件においてもスラグによってアルカリ性を有する掘削土砂からのヒ素溶出を抑制できることが示唆された。

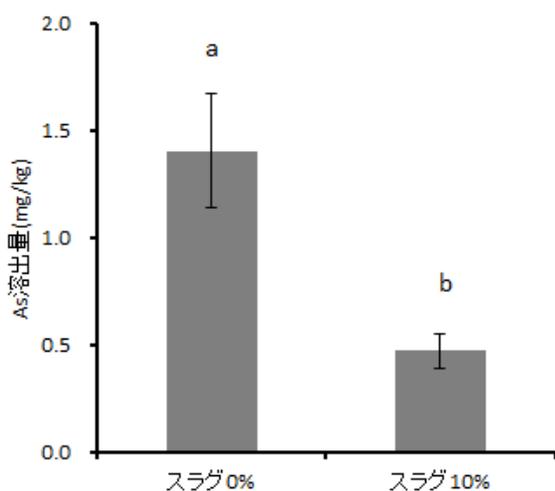


図-1 掘削土砂とスラグ混合試料からのヒ素溶出量

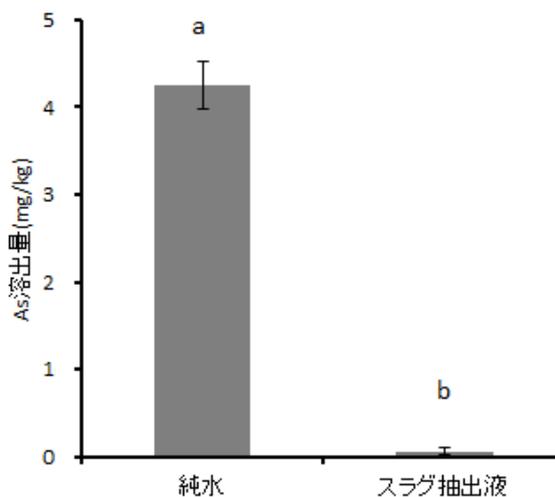


図-2 スラグ抽出液による掘削土砂のヒ素溶出量

5. まとめ

アルカリ性を有する掘削土砂とスラグが非接触条件下において掘削土砂からのヒ素溶出をスラグによって抑制できるか検証した。スラグを質量比で 10% 添加することで、スラグに含まれる成分によって掘削土砂からのヒ素溶出が抑制されることが示された。このことから、比表面積が異なる材同士の混合でもアルカリ性を有する掘削土砂からのヒ素溶出が抑制可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) 加藤雅彦ら (2014) : 重金属類を含む掘削土砂の鉄鋼スラグによる溶出抑制と一軸圧縮強度, 第 49 回地盤工学研究発表会講演集, pp.2047-2048