

重金属を添加した模擬汚染土に関する基礎的検討

清水建設株式会社 正会員 加藤 雄大 正会員 ○隅倉 光博 正会員 小島 啓輔
 非会員 設楽 和彦 正会員 藏重 幹夫
 中日本高速道路株式会社 正会員 中村 洋丈

1. はじめに

改正土壤汚染対策法が施工され、自然的原因により有害物質が含まれる土壌も処理対象となったことにより、建設工事によって発生する大量の対象土の合理的な処理・利用が求められている¹⁾。また、土壤汚染対策法の対象とならない岩石についても同様な対応が求められるようになってきている。自然的原因により土壌中に含まれている有害物質は主に鉱物中に含まれている重金属類であり、盛土等に封じ込める場合は雨水によって対象土から重金属類が溶出して域外に漏洩しないような対策を行う必要がある。対策の1つとして、対象土に固化・不溶化材を混合する方法があるが、その際は岩石から溶出する重金属類の種類・濃度に応じて不溶化材の種類・添加量を選択する適用可能性試験を実施する必要がある。この試験は実際に発生した対象土（以下、実汚染土）を用いて実施することが望ましい。しかし事前の調査で発生が予測されている重金属類の種類・濃度を有する岩石が得られない場合には、対象とする地質に近い岩石に試薬を添加し、重金属類を模擬的に含む汚染土（以下、模擬汚染土）による試験が必要になる場合がある。岩石中に含まれる重金属類と試薬の形で添加した重金属類はその様態や溶出挙動が異なっているため、模擬汚染土による試験結果から現場添加量を設定するには安全率の設定等を十分に考慮しなければならない²⁾。模擬汚染土を用いた固化・不溶化の試験は実汚染土を用いて試験するための「参考試験」とするべきだが、より尤もらしい結果を得るためには再現性のある試験を実施する必要がある。本報では、模擬汚染土を用いた試験を実施するための基礎的検討として、添加する重金属の種類と量、養生期間に応じた溶出量の変化について報告する。

2. 試料, 実験方法

本試験では、神奈川県のレストラン工事で発生した、ヒ素溶出量が環境基準値を超える泥岩試料を用いた。試料中のヒ素、セレン、フッ素、鉛の溶出濃度及び全含有量を表1に示す。

表1 試料に含まれる重金属

	溶出濃度 (環告46号)	全含有量 (底質調査法)
	[mg/L]	[mg/kg]
ヒ素	0.022	4.1
セレン	0.005	0.4
フッ素	0.08 未満	84
鉛	0.001 未満	3.4

模擬汚染土は、ヒ酸水素二ナトリウム七水和物、セレン酸ナトリウム、フッ化カリウム二水和物、硝酸鉛を用いて作製した。5種類の濃度の異なる水溶液を調製し、その水溶液を風乾試料200gに対して最適含水比となるように(200gあたり36.4g)添加し、全体が一様になるまでよく混合した。添加した重金属類の量を表2

表2 重金属添加量

	ヒ素	セレン	フッ素	鉛
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
No.1	1.78	0.11	15.9	0.4
No.2	7.12	0.14	21.2	1.8
No.3	17.8	0.21	31.8	4.4
No.4	35.6	0.42	63.5	8.8
No.5	178	0.84	127	44

に示す。混合後の試料はチャック付きのPE製パックに入れて空気を抜いた状態で密閉し、20℃の恒温室内で養生した。0, 1, 4, 7, 11, 14, 21日間養生した試料を採取し、水分添加量から乾燥重量に換算して土と水が1:10になるように水を添加し、6時間振とうした。その後、上澄み液を0.45μmのフィルターで濾過して分析用の検液とした。検液のpHをpHメーター、検液に含まれる物質の濃度をICP-MS、イオンクロマトグラフィーにより測定した。試験は三系統同時に実施した。

キーワード 固化不溶化, 模擬汚染土, 重金属類

連絡先 〒136-8530 東京都江東区越中島3-4-17 清水建設(株) 技術研究所 TEL090-2638-0611

3. 実験結果および考察

検液の pH は 8.9~9.4 の間で大きな変化は見られなかった。各重金属の溶出濃度の結果を用いて、下記で示す式より重金属の回収率を算出し、養生期間の違いによる回収率の変化（平均値）を図 1 に示す。

$$\text{回収率} [\%] = \frac{\text{検液の重金属濃度} [\text{mg/L}] - \text{元の試料から溶出する重金属濃度} [\text{mg/L}]}{\text{添加した重金属の量} [\text{mg/kg}] \div 10 [\text{L/kg}]} \times 100$$

ヒ素は養生 0 日目では回収率が約 63~78%であったのに対して、養生 21 日目には約 19%~45%まで減少していることが分かった。一方、セレンは回収率が約 66~125%であり、ヒ素と比べてバラつきが大きく、養生期間には関係性が確認できなかった。フッ素もセレンと同様に約 73%~102%と高い回収率であり、養生期間 7 日目と 21 日目の回収率の差が 0~10%と安定しており、やや減少傾向が確認された。鉛は約 2~8%と最も回収率が低かった。重金属添加量ごとの回収率の違いも重金属の種類によって異なり、ヒ素では No.1 と No.5 で約 13~25%の回収率の差がみられた。

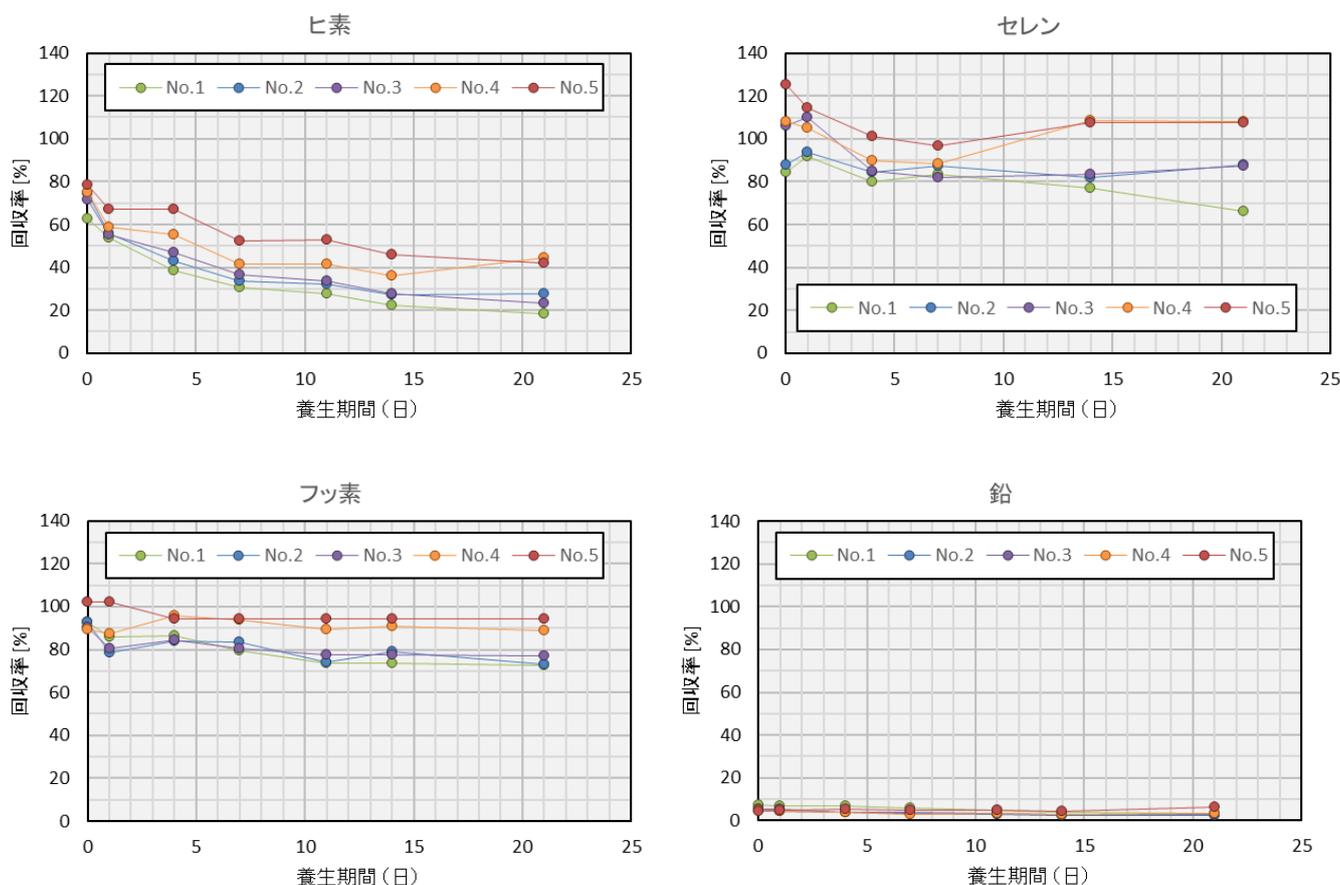


図 1 重金属の回収率の変化

4. まとめ

今回の試験結果から、重金属試薬を用いて模擬汚染土を作製した際には、重金属ごとに回収率が大きく異なることや、養生日数に応じて溶出量に変化する場合としない場合があることがわかった。また、重金属の添加量によっても回収率が変化する場合があることが確認できた。

重金属を添加して模擬汚染土を調製する際は、重金属ごとに回収率が異なることは勿論、物質によっては養生期間に応じて溶出量に変化することに留意して、試験系を構築する必要がある。

5. 参考文献

- 1) 環境省 (2012), 土壤汚染対策法に基づく措置に関するガイドライン (改定第 2 版)
- 2) 一般社団法人セメント協会 (2012), セメント系固化材による地盤改良マニュアル 第 4 版