

自然由来セレン含有排水の新規処理技術の開発 ―実排水を用いた実証試験―

清水建設株式会社	正会員	○加藤	雄大
清水建設株式会社	正会員	隅倉	光博
清水建設株式会社	正会員	毛利	光男
清水建設株式会社		設楽	和彦
九州大学		森	裕樹
元九州大学	正会員	和田信一郎	

1. はじめに

日本にはヒ素や鉛などの重金属類を含む岩石や土壌が広く分布しており、これらとの接触がある建設工事では自然由来重金属類の適切な管理、処理が求められる。自然由来重金属類のうち、セレンは水質汚濁防止法では排水基準 0.1 mg/L、環境基本法では環境基準 0.01 mg/L が設けられており、セレン酸 (SeO_4^{2-}) と亜セレン酸 (SeO_3^{2-}) という状態で環境水中に溶解していることが知られている。特にセレン酸は溶解性が高く、セレン酸を処理するためには一度亜セレン酸への還元処理が必要になるため、処理工程が非常に煩雑かつ処理スペースが必要になる。そのため建設工事で発生する排水中にセレン酸が溶存している場合はオンサイトでの処理が望ましいが、運搬コストをかけて外部へ委託処理をしているのが現状である。我々はオンサイトでのセレン含有排水の処理を可能にするために、溶存セレンを回収できる新規吸着剤 (SQ 剤とする) を開発し、これまでその吸着性能や pH の依存性など、その性能について報告してきた¹⁾²⁾。本研究では、開発した新規吸着剤と処理能力 1 m³/h 規模のパイロットプラントを用いて、実排水に含まれる自然由来セレンとヒ素の処理実証試験を行ったので、その結果について報告する。

2. 試料・材料

実証試験のために、環境基準値を超過する自然由来のセレンとヒ素が溶存する実排水を用いた。実排水は関東圏の 2 ヶ所 (A, B) から採取し、それぞれの分析結果を表 1 に示す。分析の結果、排水 A には環境基準値の 15 倍、排水 B には環境基準値の 16 倍のセレンが溶存していた。また、排水 A はセレン以外にもヒ素濃度が環境基準値を超過していた。さらに、原水のセレン濃度が変化することを想定し、排水 B と同程度の阻害物質を含み、セレン濃度が異なる模擬排水 B を作製して試験に用いた。

表 1 供試排水の成分

	Se (mg/L)	As (mg/L)	阻害物質 (mmol/L)
環境基準値	0.01	0.01	—
排水 A	0.15	0.04	6.3
排水 B	0.16	<0.01	8.9
模擬排水 B	0.26	—	9.2

3. 実験方法

図 1 はパイロットプラントの全景である。図 2 示す処理フローになるように既存のユニット型排水処理実験機と反応槽等を組み合わせて、実証サイトに設置した。排水 A, B もしくは模擬排水は原水槽から一次反応槽で前処理剤と混合することで、セレンの SQ 剤への吸着を阻害する物質を除去する。後段の二次反応槽で SQ 剤と混合することで排水に溶存しているセレンやヒ素を吸着し、その後 pH 調整と高分子凝集剤の添加に

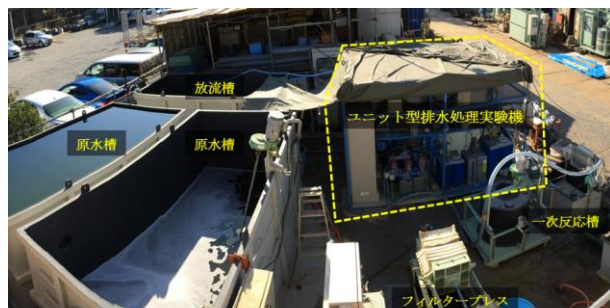


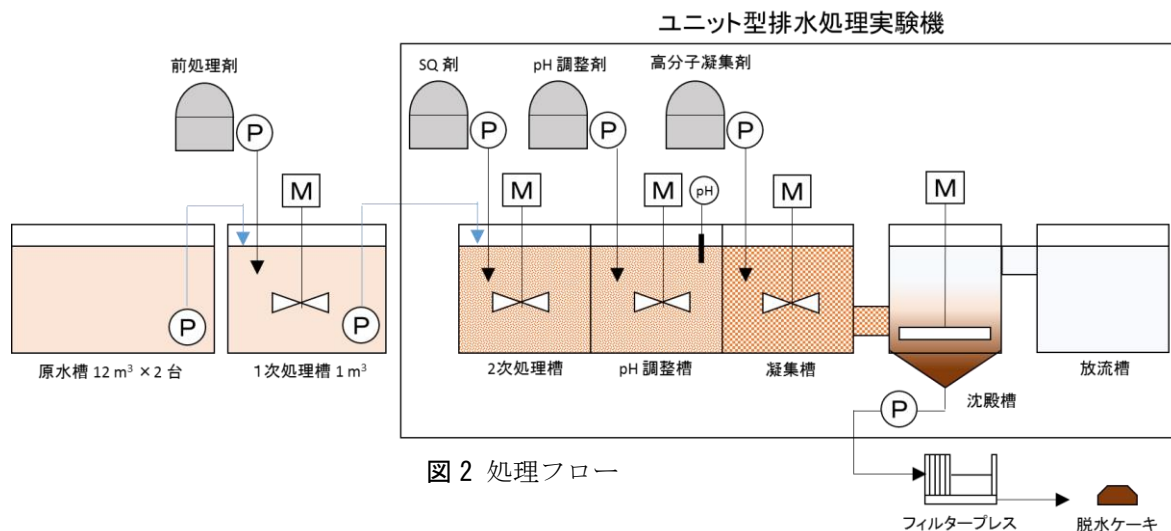
図 1 パイロットプラント全景

によってセレン等を含む吸着剤を沈殿させ、濃縮、脱水を経て脱水ケーキとして回収した。排水の処理量と前処理剤、SQ 剤などの薬剤の添加量はポンプの流量によって制御し、処理速度は 1 m³/h に設定した。この時、前処理剤の

キーワード セレン、排水処理、実証実験、自然由来重金属

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島三丁目 4 番 17 号 清水建設(株) 技術研究所 TEL: 03-3820-5537

量は阻害物質の量によって調整した。中和槽では pH 調整剤を用いて pH が 6~8 になるように自動制御した。サンプリングは各処理段階から採水し、セレンとヒ素の濃度を ICP-MS によって測定した。前処理剤の量は阻害物質の量から計算して理論的な必要量の 1.0 倍と 0.6 倍を添加する 2 つの条件で実験を行った。また、排水 B の処理開始から 2 時間経過した時点で排水 B に模擬排水 B を加え、引続き試験を行った。



4. 実験結果および考察

前処理剤を必要量の 0.6 倍添加し、排水 A を処理した結果を図 3 に示す。十分な量の前処理剤を添加しなかった場合でも、セレンを排出基準値 0.1 mg/L 以下まで処理することができ、環境基準値に近い値（0.1~0.3 mg/L）まで安定的に処理できた。また、今回の条件であっても共存するヒ素は安定的に環境基準値以下（0.003 mg/L 未満）まで低減することができた。なお、排水 A についても前処理剤を必要量添加すればセレンを環境基準値以下まで低減可能なことは別途確認している。

前処理剤を必要量の 1.0 倍添加し、排水 B と模擬排水 B を連続的に処理した結果を図 4 に示す。前処理剤を十分量添加することで、環境基準値の 16 倍のセレンを含む排水を安定的に処理できた。また、連続処理中に排水のセレン濃度が変化（模擬排水 B）しても、安定的に処理できた。

今回の試験により適切な前処理を行うことで新規吸着材 SQ 剤は実排水に含まれる自然由来セレンを安定的に処理出来ることを、1 m³/h 規模のパイロットプラント試験で実証できた。

6. 参考文献

- 1) 隅倉光博, 他 (2017) 水溶性セレンを対象とした新規吸着剤の開発, 土木学会平成 29 年度全国大会, VII-164
- 2) 毛利光男, 他 (2017) 新規吸着剤による自然由来の水溶性セレンの除去, 土木学会平成 29 年度全国大会, VII-165

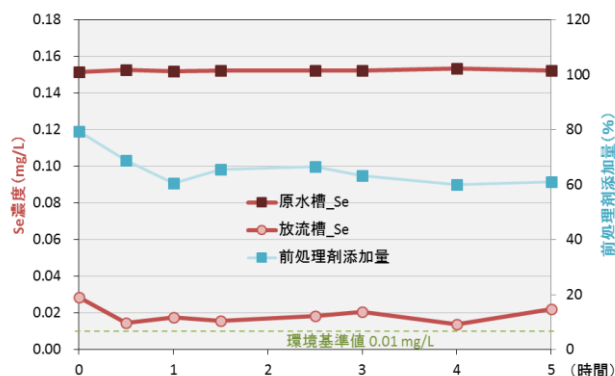


図 3 前処理剤を減量した試験（排水 A）

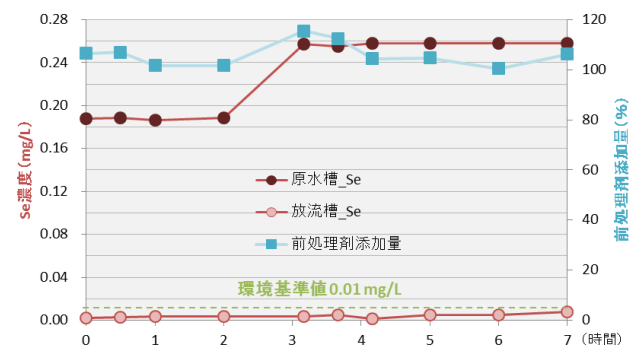


図 4 適切な前処理剤量での試験（排水 B, 模擬排水 B）