

特殊鉄粉によるアルカリ性ヒ素溶液の浄化方法の開発

株式会社神戸製鋼所 正会員○飯島勝之・古田智之

1. はじめに

トンネル掘削工事で重金属等の有害物質を含んだ土壌(以後、汚染ズリ)が発生するケースがある。国交省対応マニュアルには、汚染ズリの処理法として吸着層工法\*1 が示されている。吸着層工法とは、盛土底部に敷設した吸着層に重金属類を吸着層に吸着させ、地下への浸透を防止する工法で、我々が研究対象とした鉄粉を用いた吸着層工法を実用化した事例が増えつつある。しかし、これまでの実用化例は、ズリ溶出液 pH が酸性～中性領域を示す物が対象となっており、アルカリ性領域の物は対象となっていない。そこで、本報告では、鉄粉を用いた吸着層工法にアルカリ性ズリ溶出液が適用できた事例について報告する。

2. 試験方法

以下の試験で用いた特殊鉄粉は、大量に供給可能で、かつ品質の安定性が保証できるアトマイズ法にて製造した環境浄化用特殊鉄粉とした。

実験装置を図 1、条件を表 1 に示した。下部をシリコン栓で封をしたアクリル筒に脱脂綿および濾紙を載せ、その上に珪砂 6 号と鉄粉、および場合により溶液 pH を酸性側に制御するための硫酸第一鉄一水和物をのせてランマにて締め固めた。そこへ①試薬のひ酸水素二ナトリウム七水和物、水酸化ナトリウムで pH=9.5、ヒ素濃度=1.0mg/L に調整したヒ素水溶液、および②<2mm 粉碎品に 10 質量%のイオン交換水で 6 時間浸透し、ポアサイズ 0.45 μm メンブレンフィルターで濾過した熱水変質岩溶出液(ヒ素濃度=0.037mg/L, pH=9.6)の 2 種を通水した。通水は一般的な最大降水量(225mm/day)を通水させた時の量=280g/日とし、休日は通水を停止し晴天時/降雨時を模擬した。溶液は 1 日毎に回収し、0.45 μm のメンブレンフィルターで濾過した後、試験紙の色の变化でヒ素濃度を判別する簡易ヒ素測定キット「メルコクアント™」を用いて簡易分析(最小検出濃度は 0.005mg/L)した。

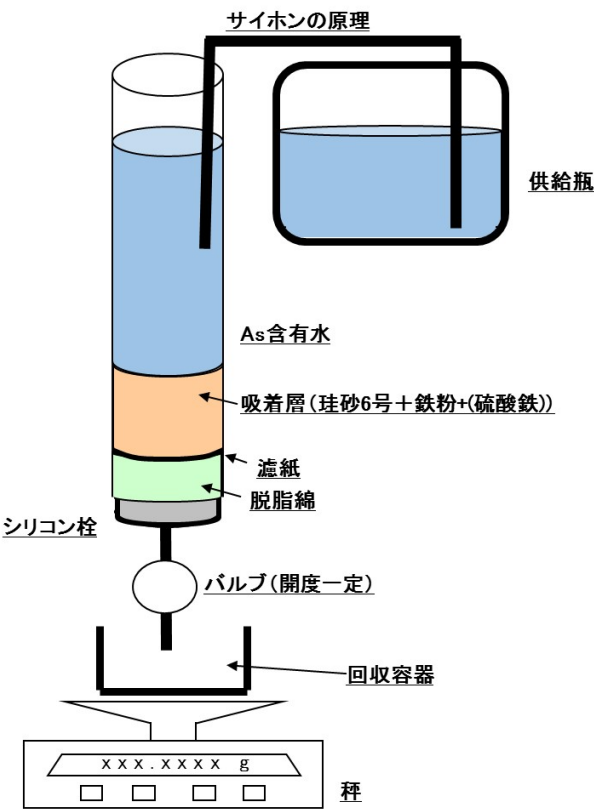


表 1 実験条件

| Run | ヒ素水溶液                             | 吸着層    | カラム              | 通水量<br>[g/日] | ヒ素<br>測定法                                 |
|-----|-----------------------------------|--------|------------------|--------------|-------------------------------------------|
| 1   | 1mg/L-試薬ヒ酸水素二ナトリウム七水和物水溶液, pH=9.5 | 鉄粉+硫酸鉄 | 外径50mm<br>内径40mm | 280          | メルコクアント<br>簡易分析法<br>(最小検出幅:<br>0.005mg/L) |
| 2   | 0.037mg/L-ズリ溶出液, pH=9.6           | 鉄粉単独   | 外径60mm<br>内径50mm |              |                                           |
| 3   | 0.037mg/L-ズリ溶出液, pH=9.6           | 鉄粉+硫酸鉄 | 外径60mm<br>内径50mm |              |                                           |

キーワード：鉄粉, 重金属, 浄化, 吸着層工法, アルカリ性

連絡先 〒651-2271 兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5-5 (株) 神戸製鋼所 TEL 078-992-5732

### 3. 試験結果および考察

試薬ヒ素を用いた時の、供給水量と検出ヒ素濃度、累積ヒ素吸着量(鉄粉 1g あたりのヒ素吸着量)、溶液 pH の関係を図 2 に示した。これよりヒ素溶液を 62,929ml 供給した時点で環境基準値をクリアできなく(以後、破過)なり、破過までの累積ヒ素吸着量は 8.1mg/g であった。破過とほぼ同様のタイミングで pH レンジが 7 付近から 7 後半に推移していることから、硫酸鉄の減少とともに pH 調整効果が低下し、鉄粉の活性を低下させたと考えられる。なお、中性領域のヒ素溶液を通水した時のヒ素吸着量が 9.0mg/g であった事\*2 と比較すると、10% の範囲内で同程度の吸着量を示し、硫酸鉄添加が鉄粉によるアルカリ性ヒ素吸着に有効である事が確認できた。

現在、ヒ素試薬に変え汚染ズリからの溶出液を用いた同様な試験を実施している。図 3 に、これまでの試験結果として硫酸鉄の有無と供給水量、検出ヒ素濃度、累積ヒ素吸着量の関係を示す。現時点では、硫酸鉄添加の有無にかかわらず吸着層は破過しておらず、まだ吸着できる余地がある事が確認できた。現時点での鉄粉のヒ素吸着量は鉄粉と硫酸鉄併用で 0.61mg/g、鉄粉単独で 0.46mg/g である。

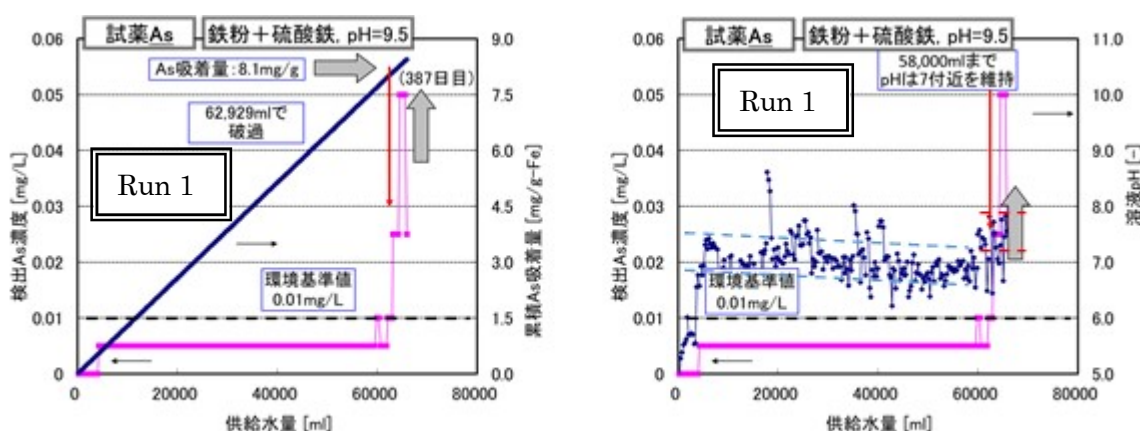


図2 供給水量と検出ヒ素濃度、累積ヒ素吸着量、溶液 pH の関係 (試薬ヒ素)

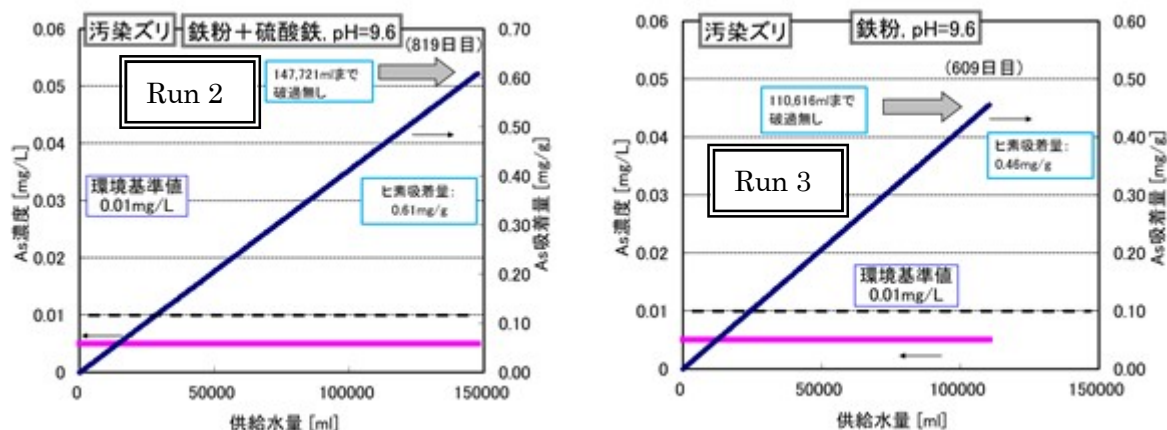


図3 硫酸鉄の有無と供給水量と検出ヒ素濃度、累積ヒ素吸着量の関係 (汚染ズリ)

### 4. まとめ

アルカリ性ヒ素溶出液を鉄粉で浄化する条件について探索した。その結果、試薬ヒ素を用いた実験で硫酸第一鉄の併用で中性ヒ素溶出液と 10% の範囲内で同等の吸着性能を示すことが確認できた。また、汚染ズリ溶出液を用いた実験で、低濃度ヒ素の場合は硫酸鉄が無くても浄化性能を示す事が確認できた。

### 5. 参考文献

- 1) 国土交通省, 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版), p80
- 2) 飯島勝之, 吉川英一郎, 古田智之(2015): 第 50 回地盤工学研究発表会, 1158