

透過性浄化壁で使用する鉄粉の還元状態における溶出特性

株式会社大林組 正会員 ○宮崎 隆洋
株式会社大林組 正会員 竹崎 聡
株式会社大林組 正会員 三浦 俊彦
株式会社大林組 フェロー 西田 憲司
株式会社大林組 正会員 日笠山徹巳

1. はじめに

透過性浄化壁（以下、浄化壁と記す.）で使用する浄化材の性能持続期間を確認するため、砒素の模擬汚染水および実汚染水を用いたカラム通水試験を行った。この試験では、カラム内に設置した浄化材に汚染水を通過させ、浄化材が破過するまでの水量から、性能持続期間を求めている。試験の結果、模擬汚染水より実汚染水の効果持続期間が短くなり、わずかながら浄化材で使用している特殊鉄粉（以下、単に鉄粉と記す.）が溶解している現象を確認した。試験終了後に、カラム内の酸化還元電位を測定したところ、還元状態であることを確認した。そのため、鉄粉が溶解する要因の一つとして、還元状態になることが考えられた。また、それと同時に、鉄粉の溶解に伴い、浄化壁からの砒素溶出も懸念された。そこで、本論文では鉄粉および鉄粉に吸着した砒素の還元状態における溶出特性に関する確認試験、および得られた知見を報告する。

2. 試験方法

浄化材の配合については、既報¹⁾で議論した。すなわち、浄化壁の構築時に配管（φ2.5 cm）に目詰まりを生じさせず、材料分離しないものを基本配合とした。浄化材の主材は硅砂であり、硅砂の乾燥重量に対して、水を30%、鉄粉を10%とした。試験ケースを表-1に示すが、ケース1の浄化材は、硅砂、水および鉄粉で配合し、ケース2は、硅砂、水、鉄粉、増粘剤および現地土で配合した。本試験では、増粘剤が地盤内に元々生息する微生物で分解されることにより、還元状態になることを想定し、増粘剤を添加しないケースと添加するケースを設けた。ケース2では、増粘剤を0.3%、現地土を0.6%とした。なお、現地土は微生物源として添加した。

試験装置を図-1に示す。内径15 cm、長さ30 cmの円筒形の容器を用いた。容器内には、高さ5 cmまで浄化材0.9 Lを充填し、イオン交換水を3.5 L入れ、浄化材上端から20 cmまで満した。鉄粉は、事前に200 mg/Lの砒素溶液を7日間浸透させ、砒素を約0.04 g吸着させたものを用いた。浄化材が還元状態にあるかを確認するため、酸化還元電位測定器を用いた。そのセンサー部は、浄化材の中心とした。また、容器内上部の空隙は窒素で置換した。

測定項目は酸化還元電位、水の砒素濃度、二価鉄イオン濃度およびTOC濃度とした。分析試料は、容器内の水を攪拌後に採取した。測定頻度は、試験を開始してから1日、7日、14日、21日、28日、35日、42日、49日、56日および90日後とした。

表-1 浄化材の配合(重量比)

使用材料	ケース1 (g)	ケース2 (g)
硅砂 (乾燥重量)	1600	1600
水	480	480
鉄粉	160	160
増粘剤	—	4.8
現地土	—	10
砒素 (鉄粉に吸着)	0.04	0.04

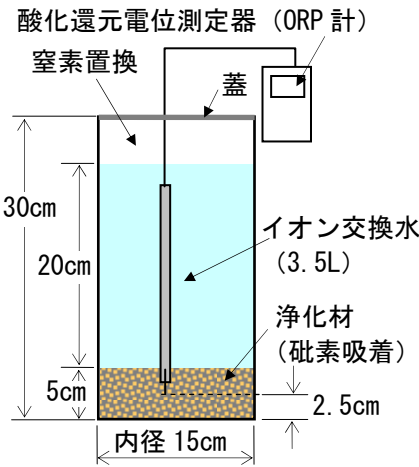


図-1 試験装置

キーワード 透過性浄化壁, 鉄粉, 砒素, 吸着

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 株式会社大林組 環境技術第一部 TEL03-5769-1054

3. 試験結果

3. 1 各ケースの結果

ケース1の酸化還元電位と砒素濃度の経時変化を図-2に示す。同図より、酸化還元電位は、 $-400\text{ mV} \sim -600\text{ mV}$ であり、想定と異なり還元状態となった。この期間、砒素濃度は、すべて 0.001 mg/L 未満で溶出は無かった。また、ケース1のTOC濃度と二価鉄イオン濃度の経時変化は図-3に示すとおり、TOC濃度がほとんど上昇せず、二価鉄イオン濃度は、すべて 0.1 mg/L であった。図-2、3より、還元状態であっても、鉄粉の溶解は見られなかったため、鉄粉の溶解は、当初予想した還元状態だけでなく、他の要因を伴うと考えられた。

ケース2の酸化還元電位と砒素濃度の経時変化を図-4に示す。このケースでも還元状態となり、砒素濃度がすべて 0.001 mg/L 未満で溶出は無かった。また、ケース2のTOC濃度と二価鉄イオン濃度の経時変化を図-5に示すが、TOC濃度の上昇とともに、二価鉄イオン濃度も上昇していた。すなわち、還元状態でTOC濃度が上昇すると、鉄粉が溶解する結果となった。

3. 2 考察

試験結果より、二価鉄イオン濃度は最大で 61 mg/L であった。容器内の水が 3.5 L であるため、溶解した鉄粉の量は、 214 mg と推定される。試験で使用した浄化材の鉄粉が 160 g のため、 0.13% の鉄粉が溶解したと考えられる。ここで、浄化壁を現場で施工した場合、自然地下水の流れにより、浄化壁には上流から汚染地下水が常に供給される。浄化材に新たな水が供給されると、鉄粉が溶解度に達することなく常に溶解し続けると想定され、本試験で得られた結果より多くの鉄粉が溶解する可能性がある。しかし、TOC濃度を上昇させる増粘剤の添加量は、浄化材の主材である珪砂の乾燥重量の 0.3% で非常に少ない。また、既報¹⁾で確認したが、浄化壁構築後、約30日で増粘剤は分解される。図-5より、30日後における二価鉄イオン濃度が約 20 mg/L であるため、溶解する鉄粉の量は 70 mg に相当する。この場合、 0.04% の鉄粉が溶解することと等価と推定されるが、非常に少量である。

4. おわりに

本試験では、還元状態でTOC濃度が上昇した場合に、鉄粉が溶解することを確認した。ここで、TOC濃度が上昇するのは、増粘剤が分解し、微生物が増殖したためと考えられる。すなわち、微生物の作用により、鉄が二価鉄イオンとなり、水中に溶解したと推測される。但し、還元状態にならない場合の鉄粉の溶解については、本試験で確認できなかった。

参考文献

- 1) 竹崎聡, 他 (2014): 鋼矢板を利用した透過性浄化壁の施工方法, 第20回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, pp.569~574.

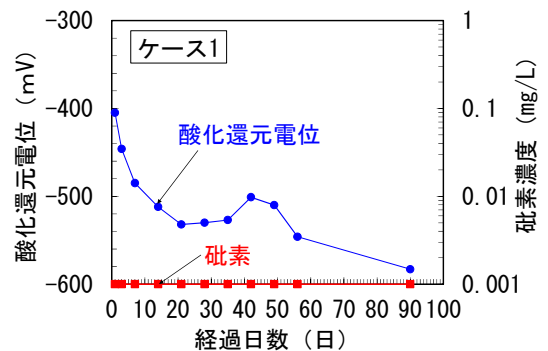


図-2 ケース1の酸化還元電位と砒素濃度

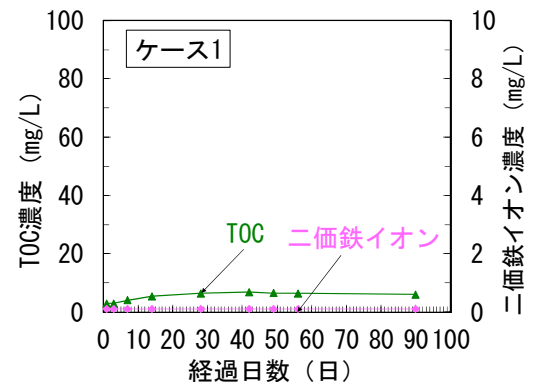


図-3 ケース1のTOC濃度と二価鉄イオン濃度

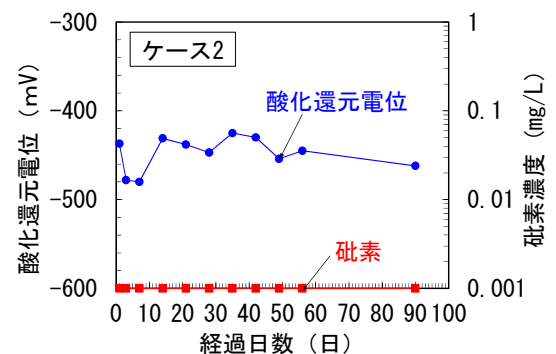


図-4 ケース2の酸化還元電位と砒素濃度

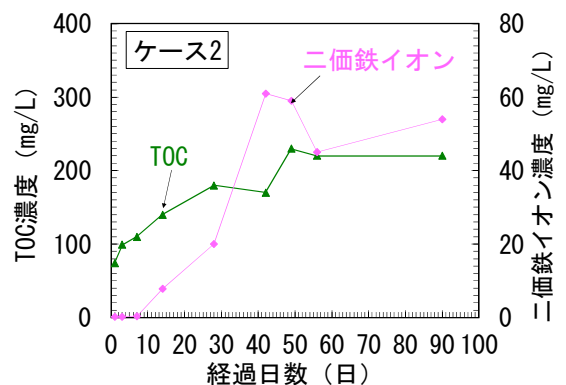


図-5 ケース2のTOC濃度と二価鉄イオン濃度