

## 地下水透過性壁による地下水の中和およびふっ素浄化技術の開発

(株)大林組 正会員○加藤顕 正会員 日笠山徹巳

### 1. はじめに

著者らは、アルカリ性を呈した、ふっ素含有地下水の敷地外への流出防止対策として、ふっ素吸着材を充填した透過性地下水浄化壁（以下、浄化壁という）をバリア井戸に替わる方法として検討している。吸着材としては、排水処理で利用されている材料の適用を考えているが、アルカリ域で吸着能力が低下する傾向にあり、前処理として中和が必要と考えられた。

そこで、浄化壁の地下水流向上流側に地下水透過性の壁状構造物を造成し、その中に炭酸ガスを吹き込むことで地下水を中和する方法（以下、中和壁という：図-1）を考案し、著者らは中和壁の実用化に向けて、実地盤で中和壁の実証実験を実施している。本稿では、中和壁実証実験の状況と浄化壁へ充填するふっ素吸着材の選定について報告する。

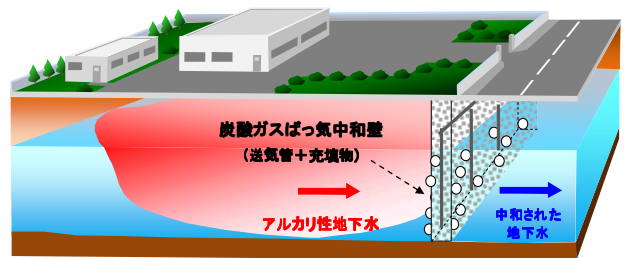


図-1 炭酸ガス中和壁の概要図

### 2. 中和壁実証実験の経過報告<sup>1)</sup>

中和壁（図-2、写真-1：長さ4m、深さ6m、壁厚1m）内に設置したガス注入管（4箇所）を通して、炭酸ガス（濃度0.2～0.5%）を供給している。中和壁内GL-3mとGL-5mの地下水および地下水流向上流側の観測井戸の地下水のpHの推移を図-3に示す。実験開始後、約980日経過しているが、中和壁内は均等に中性域を維持している。なお、地下水中のふっ素濃度は、中和壁前後で大きな変化はなく、5～10mg/Lであった。

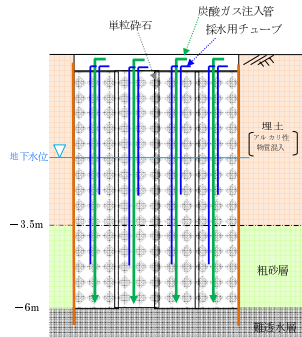


図-2 中和壁の概要図

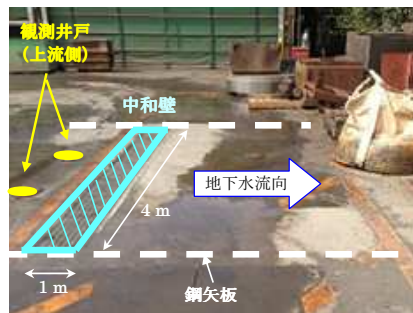


写真-1 中和壁と観測井戸の配置

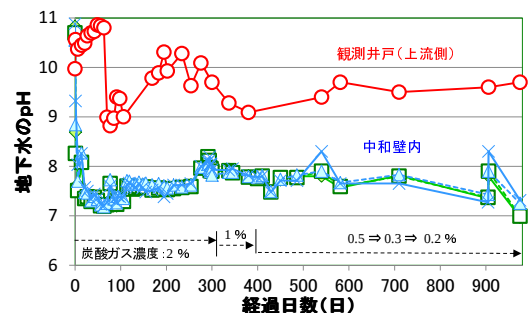


図-3 地下水のpHの推移  
（中和壁上流側と中和壁内）

### 3. ふっ素吸着材の検討

本検討では、排水処理技術でふっ素の吸着処理に幅広く活用されている活性アルミナを対象にした。

**3.1 活性アルミナについて<sup>2)</sup>** 活性アルミナは、水酸化アルミニウム等を熱分解して得られ、熱分解の際に細孔が発生し多孔質となる。一般的な特長として以下がある。①酸・アルカリに浸食されることが少ない、②水中で膨潤したり割れたりすることがほとんどない、③製法によるが水中での使用でも重金属等の溶出がない。したがって、浄化壁に充填する吸着材として適していると判断した。

**3.2 活性アルミナの選定<sup>3)</sup>** 数種類の市販材を対象にふっ素吸着試験を実施した結果、吸着能力に優位な差異が認められなかったことから、最も安価な業者（A社という）の活性アルミナを浄化壁に充填する吸着材の候補とすることにした。A社では形状等の異なる3種類のふっ素吸着材（以後、A-1、A-2、A-3という）を製造しており、今回、これらを対象に現場適用性に関する室内試験を実施した。活性アルミナの外観と仕様

キーワード：地下水、中和、ふっ素、原位置、浄化壁、活性アルミナ  
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 TEL 03(5769)1054 FAX 03(5769)1983



【A-1：球状】

【A-2：塊状】

【A-3：砂状】

写真-2 活性アルミナ外観

表-1 各種活性アルミナの仕様

| 名称 |                           | A-1     | A-2     | A-3     |
|----|---------------------------|---------|---------|---------|
| 外観 | 形状                        | 球状      | 塊状      | 砂状      |
|    | 粒径 (mm)                   | 1.4~2.8 | 0.8~2.0 | 0.3~0.8 |
| 物性 | 充填密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 0.8     | 0.8     | 1.05    |
|    | 比表面積 (m <sup>2</sup> /g)  | 300     | 300     | 280     |
| 備考 |                           | —       | —       | 砒素対応加工品 |

様を写真-2、表-1に示す。なお、A-3は、茶色を呈しているが砒素も吸着できるように特殊加工されたものである。

#### 4. 現場適用性に関する室内試験

##### 4.1 ふっ素吸着試験

**4.1.1 試験方法** 第2章の中和壁内より採取した地下水 1L (ふっ素 5.3 mg/L、pH 7.2) に活性アルミナ 1g を添加し、振とう器で振とうした。定期的に採水し、ふっ素濃度を分析した。

**4.1.2 試験結果および考察** 図-4 にふっ素濃度の経日変化を示す。21日目の濃度から活性アルミナ 1g 当りのふっ素吸着量を算出した結果、A-1 が 2.3 mg、A-2 が 1.9 mg、A-3 が 3.2 mg となった。製品仕様 (pH7 での平衡吸着量 7mg/g) の 30~45% の吸着量であり、地下水中の共存物の影響を受けたと考えられる。

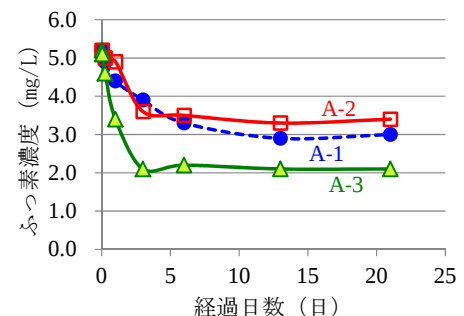


図-4 各種活性アルミナのふっ素吸着試験結果

##### 4.2 透水試験

浄化壁内の透水性が周辺土壌より低い場合、浄化壁の機能を満足できないおそれがある。そこで、活性アルミナの透水試験を実施した。

**4.2.1 試験方法** 前述した3種類の活性アルミナについて、土の透水試験方法 (JIS A1218) の変水位試験 (写真-3) を行った。

**4.2.2 試験結果および考察** 試験結果を表-2に示す。透水係数はA-1が  $1.24 \times 10^{-5}$  m/s、A-2が  $1.05 \times 10^{-5}$  m/s、A-3が  $9.67 \times 10^{-6}$  m/s となった。A-3は砂状で充填密度も他より大きいことから若干透水性が低くなったと考える。一方、実証試験を予定している地盤の透水係数は  $1.7 \times 10^{-7}$  m/s 程度であり、いずれの吸着材も地盤より透水性が良いため問題ないと判断される。前述した吸着試験結果を反映させると、ふっ素吸着量が多いA-3が浄化壁内に充填する吸着材に適していると判断される。

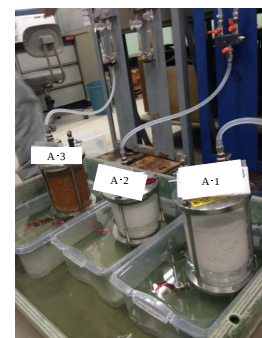


写真-3 透水性試験状況

表-2 各種活性アルミナの透水係数

|     | 充填密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 透水係数 (m/s)            |
|-----|---------------------------|-----------------------|
| A-1 | 0.875                     | $1.24 \times 10^{-5}$ |
| A-2 | 0.809                     | $1.05 \times 10^{-5}$ |
| A-3 | 1.043                     | $9.67 \times 10^{-6}$ |

#### 5. おわりに

本稿では、アルカリ性のふっ素含有地下水の敷地外への流出防止対策として、前処理である地下水中和壁の実証実験の経過と浄化壁に充填するふっ素吸着材を室内試験により選定することができたので報告した。現在、実地盤での浄化壁による実証試験を開始しており、今後、浄化の状況を確認していく予定である。

#### 参考文献

- 1) 加藤顕、日笠山徹巳 (2015) : アルカリ性地下水の炭酸ガスによる原位置中和の実証実験, 土木学会第70回年次学術講演会, pp.125~126.
- 2) 竹内雍 監修 (1999) : 吸着技術便覧—プロセス・材料・設計—, (株)エヌ・ティー・エス, pp.636~642.
- 3) 加藤顕、日笠山徹巳 (2016) : 透過性地下水浄化壁によるふっ素汚染地下水の浄化技術の開発, 廃棄物資源循環学会第27回年次学術講演会, pp.471~472.