

吸着剤を使用した透過性地下水浄化壁の耐久性調査

大成建設(株) 正会員 ○根岸 昌範
正会員 高畑 陽

1. はじめに

汚染地下水の拡散防止技術の一つである透過性地下水浄化壁には様々な浄化材が使用されており、鉄粉による脱塩素反応を利用した反応性浄化壁に対しては、長期耐久性評価¹⁾や反応性の再生方法²⁾に関する報告例がある。一方で、これまでに吸着方式の浄化壁に対する長期耐久性を確認した事例は少ない。

本報では、塩素化エチレン類とベンゼンが含まれる汚染地下水の拡散防止対策として活性炭を使用した吸着方式の浄化壁を設置し、8年経過後に浄化壁の中央部から吸着剤を回収して浄化対象とする汚染物質の保持量や残余吸着能を評価した結果について報告する。

2. サイトの概要と調査経緯

対象サイトの諸条件を表1に示す。吸着バリアは、現場透水試験と動水勾配から推定した設計流速と計画時の最大地下水濃度から負荷量を想定し、15年以上の耐用年数を確保するためにヤシ殻活性炭を母材に対して重量比で15%配合する仕様とした。なお、クロロエチレン(VCM)の方がベンゼンより地下水濃度は低いが、活性炭への吸着量や処理目標値が低く、こちらが設計対象物質となった。

設置した浄化壁の断面図を図1に示す。浄化壁設置延長の概ね中間地点において、図に示すような深度別の観測井戸を設置し適宜地下水流入濃度をモニタリングした。また、浄化杭中央に直径150mmの有孔管を設置し、その内部に直径50mm×長さ1mの有孔管に浄化材を充填した試験体を複数個連結して吊り下げ、浄化杭内部への汚染物質到達状況を検証した。

浄化壁設置後の深度別の観測井戸におけるVCM濃度およびベンゼン濃度のモニタリング結果を図2に示す。浅層のベンゼン濃度は概ね非検出で推移し、中間深度および深部観測井戸では0.1mg/Lオーダーで漸減する傾向を示した。一方で、VCM濃度は浄化壁設置から2,000日経過後、中間深度で計画時に想定した地下水濃度を上回る数mg/Lから10mg/Lを超えるVCMが観測された。

そこで、浄化壁設置からおよそ8年(約2,800日)経過した時点で、浄化杭中央に設置した活性炭を評価した。

3. 調査方法

3.1 対象成分保持量の評価

テフロンパッキン付きガラス製メジウム瓶(有効容量100mL)に、あらかじめメタノールを80mL分取して密栓し計量した採取容器を準備した。浄化壁内の観測井戸に設置した浄化材を引き上げ、速やかに一部を分取した後に密栓した。試験室で2分程度振とう後に静

表1 サイト条件

区分	項目	単位	数値
浄化壁条件	延長	m	80
	深度	m	20
	浄化杭径	m	1.0
地下水条件	透水係数	m/s	1.63×10^{-5}
	動水勾配	—	0.01
	地下水流速	m/year	5.14
地下水濃度(設計値)	クロロエチレン	mg/L	0.81
	ベンゼン	mg/L	1.1

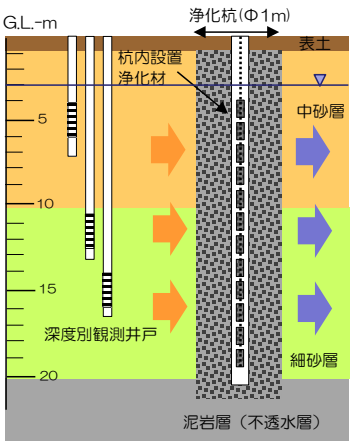


図1 浄化壁の断面図

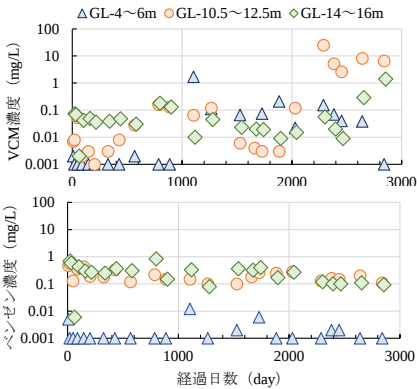


図2 上流側観測井戸の濃度変化

キーワード 地下水浄化壁、活性炭、クロロエチレン、ベンゼン、残余吸着能
連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1
大成建設株式会社 技術センター TEL080-1079-7453

置したメタノール相を採取し、GC/MS により VCM 濃度およびベンゼン濃度を測定した。更に、測定後の容器に残った浄化材を活性炭と骨材（7号碎石）に分離し、乾燥後に活性炭重量を測定した。

3.2 残余吸着量の評価

3.1 と同様のメジウム瓶を使用し、汚染源付近から採取した地下水を分取した容器を複数本準備した。使用した現地地下水の分析結果を表2に示す。VCM が高濃度で存在し、ベンゼンは比較的低濃度であり、VCM 測定値の TOC 換算濃度は 5 mg/L あまりであることから、VOCs 以外の溶存有機物を含んだ性状であった。3.1 の手順中で浄化材を分取する際に、こちらのメジウム瓶にも浄化材の一部を分取して密栓した。20℃の恒温室において回転型振とう装置で 10rpm の条件で 24 時間反応させ、静置後の上澄み水中に含まれる VCM 濃度およびベンゼン濃度を GC/MS で定量した。活性炭重量も 3.1 と同様に測定した。

4. 調査結果

4.1 活性炭が保持していた対象成分量

回収した活性炭の単位重量あたりに含まれていた VCM とベンゼン保持量を図3に示す。9.4m の深度から採取した浄化材が最も高濃度であり、 3.3×10^{-3} mg/g-GAC であった。使用したヤシ殻活性炭の地下水に含まれる VCM の吸着等温線は $C_s = 1.928 C_w^{0.633}$ （図4グラフ内にも記載）であり、今回の検出濃度 3.3×10^{-3} mg/g-GAC を C_s とした際の液相濃度 C_w は計算上 1×10^{-4} mg/L 未満となる。そのことから、浄化杭中心で検出された VCM 保持量の濃度レベルは十分に低く、あらたな VCM 流入に対しても十分な吸着性能を発揮すると考えられた。

なお、ベンゼンは VCM と比較して活性炭の吸着保持量が少なく、ベンゼンは浄化壁の中心に殆ど到達していないことが示された。

4.2 残余吸着性能の評価

回収した活性炭で、現地地下水中の VCM を吸着処理した際の結果を図4に示す。横軸を平衡時液相濃度、縦軸を吸着量としてプロットした。図中の線は、計画時にヤシ殻活性炭と現地地下水の吸着試験から作成した等温線である。今回評価した8年後に回収した活性炭も、概ね計画時の吸着等温線付近にデータがプロットされており、残余吸着能が十分に存在しているものと考えられた。

なお、ベンゼンについては、全ての検体で定量下限値を下回った。

5. まとめ

流入地下水濃度が計画した設計濃度を上回ったことを契機に、吸着方式の浄化壁の設置から8年経過した段階で浄化壁の中央部から活性炭を回収し、汚染物質の保持量や残余吸着能を評価した。その結果、浄化杭中央部の活性炭まで到達した VCM 量は僅かであり、残余吸着能も十分に残存していることを確認した。

今後は、地下水モニタリングを継続するとともに、吸着方式の浄化壁の残余吸着能を回復する手法について検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) 中島誠ら：零価鉄を用いた透過性地下水浄化壁の長期性能の評価，地下水学会誌，第51巻，第4号，pp. 331-347，2009.
- 2) 太田綾子ら：アスコルビン酸注入による透過性地下水浄化壁の原位置脱塩素反応性回復試験，土木学会第65回年次学術講演会講演集，pp.393-394，2010.

表2 汚染源付近地下水の性状

項目	測定値 (mg/L)
クロロエチレン (VCM)	13
ベンゼン	0.32
全有機炭素濃度 (TOC)	15

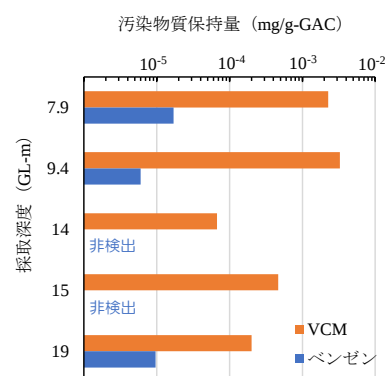


図3 活性炭の汚染物質保持量

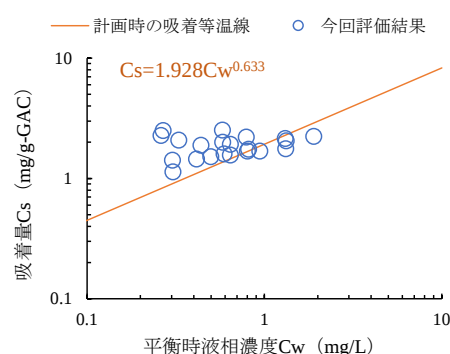


図4 計画時の VCM の吸着等温線と 8 年経過後の活性炭の吸着性能