

アースドリル工法における安定液の重金属吸着能の検証

長谷工コーポレーション 正会員 ○中村 光男
 立花マテリアル 正会員 足立 達彦
 立花マテリアル フェロー会員 久保 博
 京都大学大学院 正会員 勝見 武

1. はじめに

原位置封じ込めは、汚染範囲を遮水壁により囲み、地下水の汚染域への侵入を防止、制御する措置である。基準不適合土壌の下に難透水層が存在すること、側面の遮水壁は難透水層まで根入れすることが条件となる。建築工事において『原位置封じ込め』を適用した場合の概念図を図1に示す。建築構造物を建設する際、支持力を確保するために支持杭を打設することが多いが、一般的には支持層は難透水層の下部に存在することから、難透水層を貫通して杭が打設される。上部層に地盤汚染が存在する場合、杭は汚染土層と難透水層を貫通することになるが、杭の貫通とともに汚染土や汚染地下水が難透水層下部に拡散することなく、また将来にわたって難透水層の遮水性能が低下することのない適切な工法選択および適切な施工をしなければならない。本研究では、建築工事の約8割で採用されるアースドリル工法を用いて、基準不適合の重金属の存在する地盤およびその下の難透水層を貫通して場所打ち杭を打設するケースを想定し、掘削安定液への重金属の吸着について検討を行う。

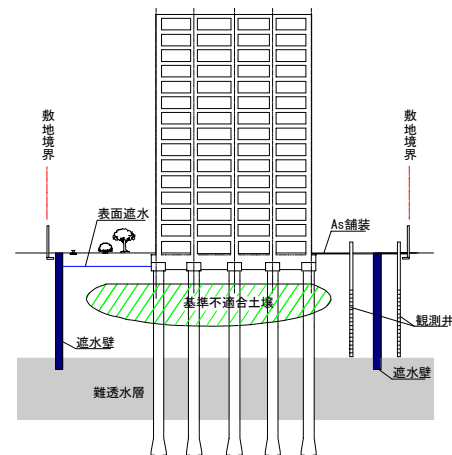


図1 原位置封じ込めの概念図

2. 実験目的

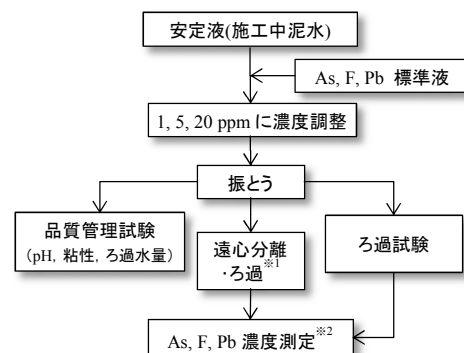
アースドリル工法は場所打ち杭の掘削工法の一つで、ドリリングバケットを回転させて地盤を掘削し、バケット内部に格納した土砂を地上に排出する工法である。孔壁は表層部では表層ケーシングを用い、それ以深は安定液で保護する。掘削完了後、所定の形状に製作された鉄筋かごを建込み、トレミー管でコンクリートを打ち込むことにより杭を築造する。安定液には対象とする地盤の性状に合わせて、ベントナイト系またはポリマー系が用いられる。

アースドリル工法で重金属等を含む地盤を掘削すると、掘削土に含まれる重金属等が安定液中に混入する。この安定液を用いて掘削を継続し支持層に到達したとき、汚染物質の漏出が懸念される。一方で、安定液に含まれるベントナイトや細粒土には重金属等に対する吸着能力を持つことが知られており、漏出しても問題のない程度まで重金属等の濃度が低減される可能性もある。また孔壁面に形成される泥膜によるろ過効果も期待できる。そこで、安定液が有する重金属吸着機能および泥膜による移動抑制効果について実験的に検証した。

3. 実験方法

図2に示すように、重金属等3種（ヒ素、フッ素、鉛）に対する安定液の吸着機能を検証するため、パッチ吸着試験およびろ過試験を行った。ろ過試験は、泥膜によるろ過効果を模擬している。また、重金属等の混入による安定液の性状の変化を確認するため、同時に安定液の品質管理試験（ろ過水量、ファンネル粘性、pH）も実施した。実験手順を以下に示す。

- 1) 安定液は施工中現場からサンプリングした。安定液の粒度分布、性状および作液時の配合を図3に示す。
- 2) 対象重金属等（As, F, Pb）は原子吸光分析用の1,000ppm標準液を1, 5, 20ppmの3水準の濃度になるように添加し、1分間の振とうを行った。各物質の相互作用を確認するために、2種混合溶液（As+F, As+Pb,



※1 環境庁告示第46号準拠
 ※2 As：水素化物発生原子吸光法 JIS K 0102 61.2
 F：流れ分析法 JIS K 0102 34.4
 Pb：電気加熱原子吸光法 JIS K 0102 54.2

図2 実験フロー

キーワード：地盤汚染、原位置封じ込め、アースドリル、安定液、重金属

連絡先：〒541-0046 大阪市中央区平野町1-5-7 (株)長谷工コーポレーション TEL06-6203-5009

F+Pb), 3 種混合溶液 (As+F+Pb) も作成した。

- 3) 重金属等を添加した安定液を遠心分離・ろ過し、液相濃度を測定した。
- 4) 図 4 に示すろ過試験器にてろ過試験 (ろ過圧 0.5 MPa, ろ紙の保留粒子径 1 μm) を行い、得られたろ液の濃度を測定した。

4. 実験結果と考察

図 5 に実験結果を示す。なお、ろ過試験後のろ液は透明でわずかに濁りが見られた。ヒ素については安定液・ろ過試験後の濃度ともに概ね 1/4 程度に低減したが、フッ素は 3/4 程度の低減にとどまっている。鉛については、安定液と混合攪拌することにより全ケースで 0.10ppm 以下となった。さらにろ過試験後には CASE 21 を除き地下水環境基準値 (0.01ppm) 未満と、顕著な濃度の低下が見られた。ただし、鉛はアルカリ域において、難溶性の水酸化物の沈殿物を生成することから、濃度の低下がすべて吸着現象ではないと考えられる。

ヒ素、フッ素ともに安定液濃度よりもろ過試験後の濃度の方が高い傾向にあった。この理由については、吸着反応が終わらないうちに、高い濃度の溶質が泥膜形成以前に流下した可能性が考えられる。

重金属等の混合による相互作用については、3 種混合した場合に濃度の低減 (吸着) が抑えられる傾向にあった。

安定液の性状に関して、CASE 1~3(ヒ素単体)でろ過水量の増加が見られたが、

その他の品質管理項目は良好であり、重金属等の混入による安定液の劣化は見られなかった。

5. まとめ

実現場で使用中の安定液を用いて、重金属等 3 種に対する安定液の吸着機能を検証した。アルカリ域での沈殿も吸着に含めれば、鉛は安定液に混入し泥膜を通過する過程において地下水環境基準値以下に濃度低減する。これに比較して、ヒ素、フッ素に対する安定液の吸着機能は比較的小さいと言える。今後は、泥壁 (泥膜+浸透沈積層) 内におけるヒ素、フッ素の吸着について検証する予定である。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本基礎建設協会: 場所打ちコンクリート杭の施工と管理, 2009. 2) 福井次郎: 場所打ちコンクリート杭の変遷と今後の課題, 基礎工, 2005.2. 3) 嘉門雅史, 勝見武, 宮武一都: セメントベントナイトスラリーウォールの重金属遮へい性能の評価, 材料, 2000.

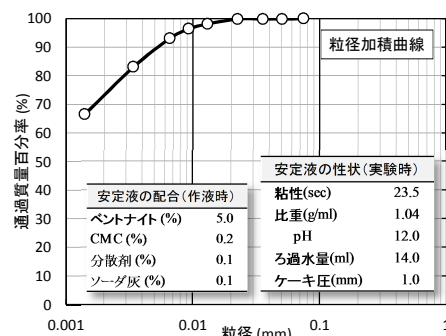


図 3 安定液の粒度分布, 性状および作液時の配合

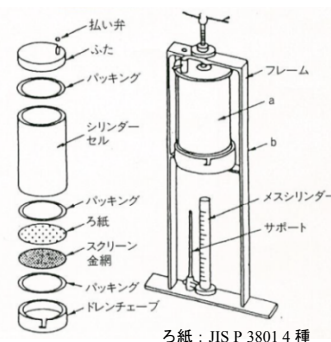


図 4 ろ過試験器

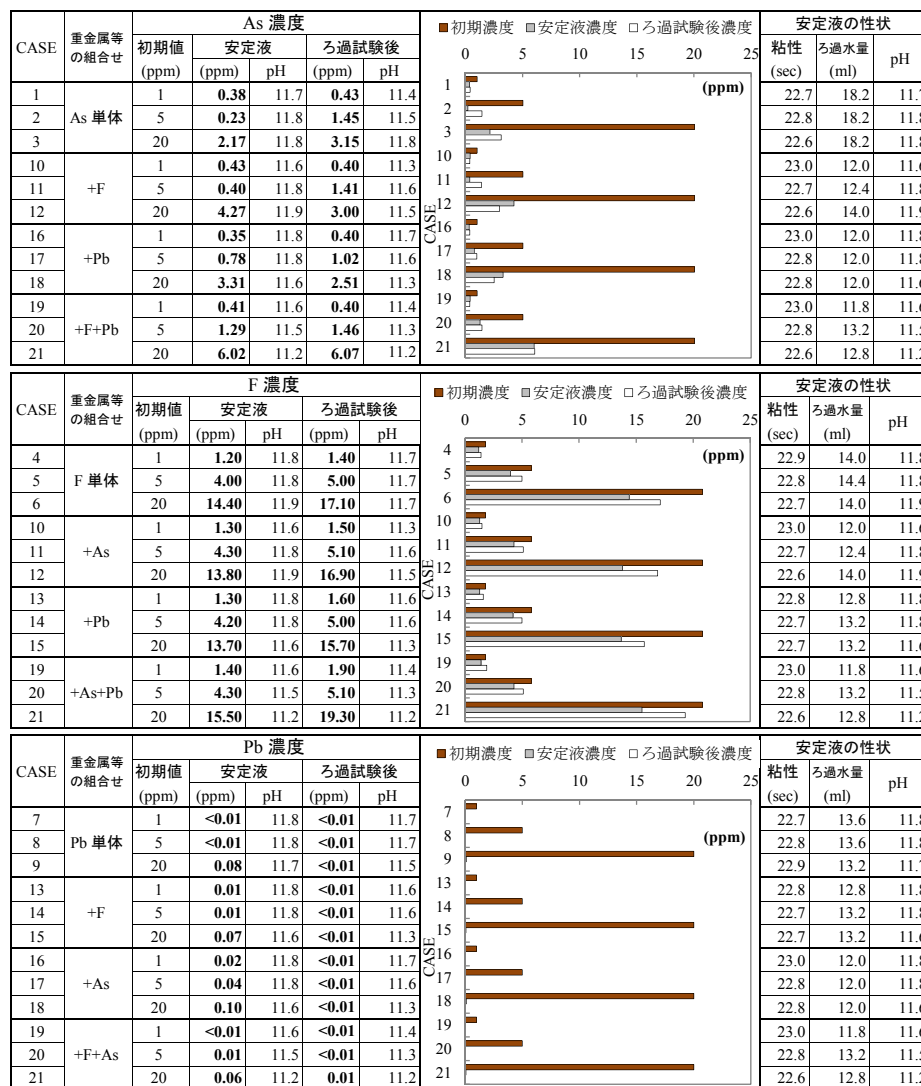


図 5 重金属等の濃度と安定液の性状の変化