

地層のひび割れや破損したコンクリート構造物を対象とした、 比重 2.4 以上の重泥水や水膨張性のスラリー溶液を用いた汚染水漏洩防止・初期対策技術

大阪ベントナイト事業協同組合 水野 克己
(財)地域地盤環境研究所 正会員 ○藤原 照幸
西武建設(株) 正会員 成島 誠一
MT アクアポリマー(株) 田村 明
花王(株) 裕 明久

1. 目的

地震や津波などの災害や人災が原因で発生した火災事故では、初期消火活動のために消火資剤や機材が常備設置されている。そして、資剤や機材が緊急時に適切に活用出来るように消火訓練などが実施されている。また、資機材の活用要領などが配布され危機管理体制が広く普及している。しかし、地層のひび割れや破損したコンクリート構造物からの、汚染水漏洩事故では、汚染水漏洩防止用の緊急資剤や機材が常備設置されていない。そして、資剤や機材が緊急時に適切に活用出来るように講習会なども実施されていない。また、汚染水漏洩防止活動における資機材の活用要領などもない。特に、緊急の汚染水漏洩防止を目的とした初期対策(危機管理体制)が普及していないのが最大の課題である。地層のひび割れや破損したコンクリート構造物から、セシウムなどの放射能汚染物質並びに PCB やダイオキシンなどの有害物質を含む汚染水が漏洩すると、復旧する間に海域や大地や地下水脈を汚染する¹⁾。

このため、汚染水が漏洩した直後に、効率よく、確実な対策を行うことが重要であり、一時的な漏水対策技術や仮設的な漏水対策技術が、どのように本格的な対策を行う弊害となるか十分考慮する必要がある。本論では、緊急時の汚染水漏洩防止を目的とした初期対策技術の情報開示と、技術の伝承を目的とした比重 2.4 以上の重泥水や水膨張性のスラリー溶液を用いた汚染水漏洩防止・初期対策技術を報告する。

2. 比重 2.4 以上の重泥水(バライトや ヘマタイトなど)を用いた対策技術

表 1 に比重 2.4 以上の重泥水や水膨張性のスラリー溶液を用いた技術の概要を示す。比重 4.2 のバライト(重晶石)や比重 5.3 のヘマタイト(酸化鉄)と高分子を用いた技術は、1859 年以降から開始された機械掘りによる石油掘削ボーリング技術として世界中で広く使われている。バライト(重晶石)や ヘマタイト(酸化鉄)などを用いた高比重泥水は、比重 2.4 以上で水より重く、泥水の重力差で空隙を充填止水する²⁾。

そして、バライト(重晶石)やヘマタイト(酸化鉄)と分散剤などを用いた比重 2.4 以上の高比重泥水は、世界最大級のエネルギーグループ企業 BP グループ³⁾による 2010 年のメキシコメキシコ湾原油流出事故でも使用されている²⁾。これらの非固化技術は、セメントなど固化剤を混ぜることでセメンチング(固化)も可能である。また、汚染土壌を高比重泥水で浮遊させて封じ込めする技術などでも使われている³⁾。なお、液体の高機能特殊増粘剤を併用すれば、水中において疎水性の疑似ポリマーで覆われた高比重泥水となる。このため、水中や海水中でも分離・分散しないのが特徴である。

3. 水膨張性のスラリー溶液(スメクタイト)を用いた対策技術

水にスメクタイト(ベントナイト)を分散させた泥水による粘土グラウチング技術は、1802 年以降からおこなわれたダムグラウチングとして世界中で広く使われている。そして、近年では、液性限界 300%以上のスメクタイト(ベントナイト)⁴⁾を高級アルコールでインターカレーションして、ポリエチレングリコールなどと混合した、無機コロイドの固形分が多い水膨張性のスラリー溶液(以下、水膨張性のスラリー溶液と呼ぶ)などもある⁴⁾。水膨張性のスラリー溶液は、流れる水中の中でも、水と接触して瞬時に膨張し空隙を充填止水することが特徴である。

キーワード 汚染水漏洩防止, 初期対策技術, スメクタイト, バライト, 水士壤汚染, 危機管理体制
連絡先 〒559-0025 東大阪市住之江区平林南 2 丁目 8-37 TEL 16-6686-0003

なお、高級アルコールでインターカレーションして結晶層間が拡張(膨潤)した状態で、セシウムイオンなどを吸着・収着機能を有する⁵⁾。

また、水膨張性のスラリー溶液で充填する前に、ポリアクリルアミド系の有機系高分子水溶液で、マイクロからナノレベルの地層のひび割れや、破損したコンクリート構造物の隙間(ミズミチ)を洗浄する⁶⁾。洗浄したミズミチに、水膨張性のスラリー溶液を充填することで、お餅のような超高粘性ゲルが生じ、より水密性の高い充填状態となる。これらの技術は、泥土シールドにおいて砂礫などのポンプ圧送技術にも応用されている。

表 1 比重 2.4 以上の重泥水や水膨張性のスラリー溶液を用いた技術

目的	呼び名	名称	材料	特性	機能
地層のひび割れや破損したコンクリート構造物を対象とした、緊急の汚染水漏洩防止	水膨張性のスラリー溶液	無機コロイドの固形分が多い水膨張性のスラリー溶液	液性限界300%以上のスメクタイト(立花マテリアル:TBS又はホーゲン・スーパークレイなどのベントナイト)を高級アルコールでインターカレーションした加工品 ポリエチレングリコール(三洋化成:PEG-300など) アクリル系水溶性ポリマー(立花マテリアル:クリンSP-H, MTアクアポリマー:アコフロックE)など洗浄用のポリアクリルアミド系の有機系高分子水溶液	水膨張性のスラリー溶液は、流れる水中の中でも、水と接触して瞬時に膨張し空隙を充填止水することが特徴である 洗浄したミズミチに、水膨張性のスラリー溶液を充填することで、お餅のような超高粘性ゲルが生じ、より水密性の高い充填状態となる	高級アルコールでインターカレーションして結晶層間が拡張(膨潤)した状態で、セシウムイオンなどを吸着・収着機能を有する。セメンチング可能。
	比重2.4以上の重泥水	バライト(重晶石)やヘマタイト(酸化鉄)などを用いた高比重泥水	比重5.3のヘマタイト(酸化鉄)や比重4.2のバライト 分散剤(花王:マイティ3000Sなど) 水道水又は工業用水 高機能特殊増粘剤(花王:ビスコップなど)	バライト(重晶石)やヘマタイト(酸化鉄)などを用いた高比重泥水は、比重2.4以上で水より重く、泥水の重力差で空隙を充填止水する 液体の高機能特殊増粘剤を併用すれば、水中において疎水性の疑似ポリマーで覆われた高比重泥水となるため、水中や海水中でも分離・分散しないことが特徴である	汚染土壌などを高比重泥水で浮遊させて封じ込める。セメンチング可能。

5. まとめ

一般的な地層のひび割れや破損したコンクリート構造物を対象とした、漏水では、色粉を流すなど、流れる経路を調査し、漏水経路が特定できれば漏水を食い止めることが可能である。また、一時的に漏水量の低減や逸泥防止対策を目的とした吸水性樹脂や新聞紙や、仮設工事で用いられる水ガラスなどがある。しかし、セシウムなどの放射能汚染物質並びにPCBやダイオキシンなどの有害物質を含む汚染水が漏洩した場合は、一時的な漏水対策技術や仮設的な漏水対策技術が、後の本格的な漏水対策に弊害として影響を及ぼすか考慮されていない。

特に、初期対策技術は、ルーチンワーク(日常的に決まっている作業・業務)ではないことの危機意識が大切であり、漏水量の低減や逸泥防止対策を目的とした吸水性樹脂や新聞紙が、逆にゴミとして隙間(ミズミチ)の充填に悪影響する可能性があることの認識が重要である。スメクタイト(ベントナイト)を用いた対策技術やバライト(重晶石)やヘマタイト(酸化鉄)などを用いた対策技術は、完璧な止水を目的としたものではないが、自然の摂理に従った伝統的な初期対策技術である。本論は、東日本大震災対応調査研究委員会【地盤環境研究委員会(委員長 勝見 武)】における危機管理体制に関する提言活動の一環として報告したものである。

参考文献

- 1) 原発、海水から“750 万倍”の放射性物質 2011 年 4 月 5 日 <http://www.youtube.com/watch?v=bYilJmlKFKE>
- 2) BP グループのホームページ <http://www.bp.com/bodycopyarticle.do?categoryId=1&contentId=7052055>
- 3) 三村 卓・成島誠一・高橋 聡・昼間大輔・浅田 毅・松本光浩：高比重泥水を用いた汚染土壌の封じ込め技術(実証施工)，第 15 回廃棄物学会研究発表会講演論文集，pp. 1382～1384，2004。
- 4) 水野克己・近藤三二(2001)：ベントナイトの特性と環境汚染防止分野への応用，土と基礎，2001 年，2 号，Vol. 49, No. 2, Ser. No. 517，
- 5) 水野克己・近藤三二・嘉門雅史(2003)：各種ベントナイトのコンシステンシー特性およびその他の基礎的特性に関する研究(総論)，粘土科学第 43 巻，第 1 号，日本粘土学会，pp. 1-13。
- 6) 田村 明：最近の凝集剤について，非鉄製錬・リサイクリング技術講座，2008 年 10 月 24 日