

P24. 掘削泥水に添加する蛍光染料トレーサーの検体の迅速な作成方法

Rapid Preparation Method for Measuring Fluorescent Dye Tracer in Drilling Mud

○越谷 賢・吉岡正光（サンコーコンサルタント）、町田 功・小野昌彦・井川怜欧・丸井敦尚（産業技術総合研究所）
Masaru Koshigai, Masamitsu Yoshioka (Suncoh Consultants Co., Ltd.),
Isao Machida, Masahiko Ono, Reo Ikawa, Atunao Marui (Geological Survey of Japan, AIST)

1. はじめに

ボーリング調査において周辺の地盤やコア試料におよぶ掘削の影響を評価するために、掘削泥水にトレーサー物質を添加して、その濃度管理を行いながら掘削することがある（例えば 1）。

蛍光染料は、掘削現場での使用に際して利点が多く、頻繁に採用されているトレーサー物質である。蛍光染料の濃度は、蛍光分光光度計によって蛍光強度を測定することで定量する。蛍光強度は検体の濁りに影響されるため、検体は濁りのないものとする必要がある。しかし、掘削泥水は粘土鉱物等を水に添加した懸濁液であり、容易に分離しない性質を有する。そのため、検体を作成するには掘削泥水を 100～数 100 倍に希釈するとともに真空ろ過を行うなど困難を要した。

我々は、検体の作成において凝集剤を用いた検体の作成方法を考案し、既往と比較して検体の作成時間を大幅に短縮することを可能とした。本報では、凝集剤に伴う蛍光染料の挙動を把握するための確認試験と、その検体の作成方法の適用性について報告する。

2. 凝集剤に伴う蛍光染料の挙動の確認試験

(1) 方法

確認試験は、清水（脱イオン水を使用）と汎用的な 2 種類の泥水（ベントナイト泥水、ポリマー系泥水）を想定し、泥剤・蛍光染料の濃度を調整した掘削泥水に凝集剤を添加して、蛍光染料などの挙動を把握した。

蛍光染料は、アミノ G 酸（以下、AGA）、ナフチオン酸ナトリウム（以下、NAP）、ウラニン（以下、URA）、エオシン（以下、EOS）を用いた。設定する蛍光染料の濃度は 10mg/L、30mg/L、50mg/L とし、これらを 20 倍希釈したものを試液とした。試液は、濃度 100mg/L の蛍光染料水溶液と脱イオン水・濃度調整した泥水を設定した蛍光染料の濃度と同一の泥水の組成となるように混合して作成した。

凝集剤は無機系凝集剤を用いた。凝集剤の添加量は試液に対する重量比で 0.5%、1.0%、2.0%とし、試液に凝集剤を添加・攪拌して泥剤を分離した（図-1）。

泥剤を分離した試液は、5 μ m メッシュの定性ろ紙を用いて自然ろ過を行い、ろ液を検体とした。検体については pH、電気伝導率（以下、EC）、蛍光染料の濃度を測定した。なお、蛍光染料の濃度の定量は、脱イオン水に溶解した水溶液を標準液とした。



図-1 凝集剤による泥剤の分離状況

凝集剤の添加量は左から 0%、0.5%、1.0%、2.0%。

(2) 結果と考察

蛍光染料ごとの凝集剤の添加に伴う pH、EC、蛍光染料の濃度の変化を図-2 に示す。

pH は、凝集剤の中和作用によって凝集剤の添加に伴い概ね一定の値となる傾向があり、AGA と NAP を脱イオン水に溶解した場合（7.0～7.5）を除き、8.0～8.5 を示した。

EC は、凝集剤の添加とともに線形に増加し、凝集剤の成分が水溶液に溶解したことが示唆された。

蛍光染料の濃度について、AGA と NAP の濃度は、凝集剤の添加に伴い減少する傾向にあるものの、設定した濃度と比較して 10%以内で推移した。URA の濃度は、凝集剤の添加に伴い設定した濃度の 300%程度大きな値を示した。EOS の濃度は、凝集剤の添加に伴い減少する傾向を示し、設定した濃度と比較して 60～70%小さな値を示した。

柏谷ほか²⁾は、蛍光染料の蛍光強度の pH 依存性を確認し、濃度の測定を行う際に維持すべき pH の範囲を示した。本試験における AGA、NAP、EOS の pH は蛍光強度に影響しない範囲にあり、URA は凝集剤を添加しない場合に維持すべき pH の範囲から外れるものがある。凝集剤を添加した URA の濃度が大きな値を示した要因は、脱イオン水に溶解した標準液を用いたためと考えられる。EOS は pH が維持すべき範囲にあるものの、凝集剤の添加とともに蛍光染料の濃度が小さな値となり、蛍光染料が凝集された泥剤に吸着してしまうことなどが示唆される。

確認試験の結果からは、掘削水に添加する蛍光染料トレーサの検体の作成に凝集剤を用いる場合、凝集剤による濃度の変化がわずかであるとともに、凝集剤の添加にかかわらず pH が維持すべき範囲にある AGA と NAP を選定する必要があると判断される。

3. 凝集剤を用いた検体の作成方法と適用性

現地作業における掘削水に添加する蛍光染料トレーサの検体の作成フローを図-3 に示す。また、ここには既往の凝集剤を使用しない場合の検体の作成フローを併記した。

現地作業においては、掘削水に添加する蛍光染料に AGA を用い、濃度の管理目標値を $30\text{mg/L} \pm 10\%$ とした。検体の作成手順は、①掘削泥水を約 500mL 採取、②掘削泥水とカッティングスの分離、③温度・電気伝導度・pH の計測、④脱イオン水による掘削泥水の希釈（40 倍に希釈）、⑤希釈した掘削泥水に凝集剤を添加・攪拌、⑥定性ろ紙（ $5\mu\text{m}$ メッシュ）による自然ろ過、⑦蛍光染料の濃度の計測とした。

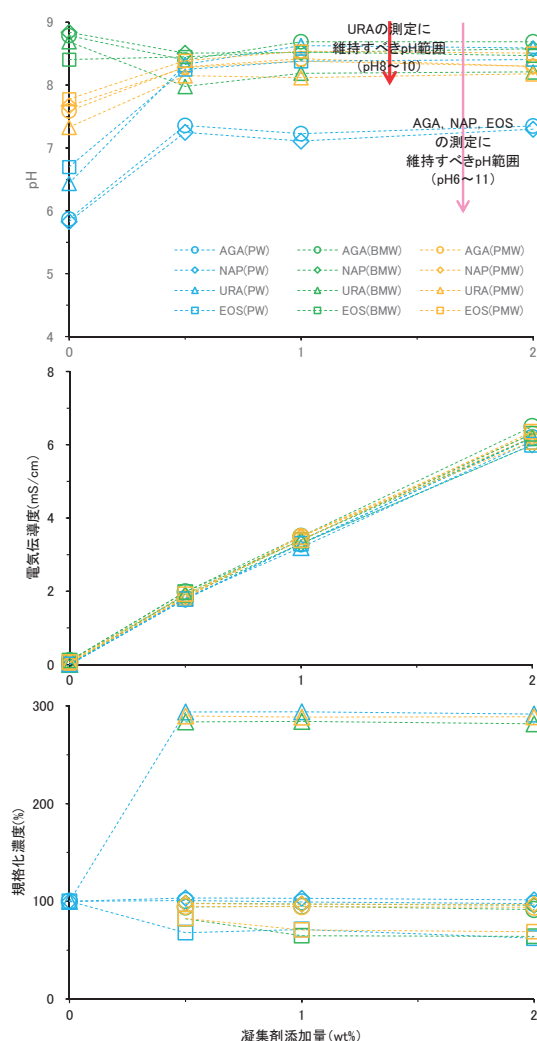


図-2 凝集剤による pH, EC, 蛍光染料濃度の変化
蛍光染料の濃度を 30mg/L に調整した事例であり、規格化濃度は 30mg/L を 100% とした場合の比率を示す。

検体の作成に要する作業時間は約 15 分であり、既往の方法による作業時間（1 時間 15 分）³⁾ に比較して 1/5 に短縮することが可能となった。ボーリング調査において掘削水に添加した蛍光染料の濃度を一定に維持・管理するには、掘削水の蛍光染料の濃度を随時把握する必要がある。既往の方法においては検体の作成に 1 時間以上の時間を要し、掘削時に湧水が認められる場合など、蛍光染料の濃度が管理目標値を維持しているか随時確認することが難しかった。

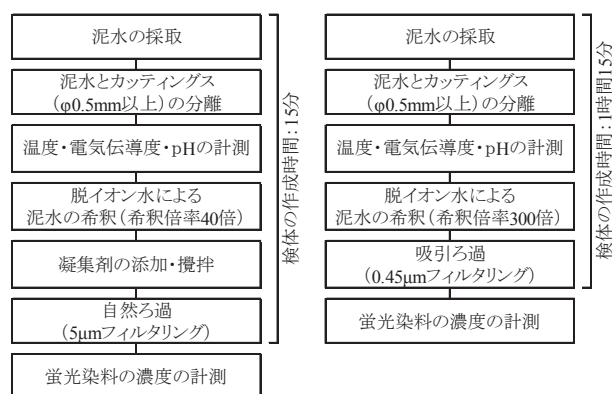
本報告による凝集剤を用いた検体の作成方法は、作業に要する時間を既往の方法に比較して大幅に短縮することができるため、掘削水の蛍光染料の濃度の維持・管理への適用性が高い。また、掘削水の希釈の倍率を小さくすることができるため、蛍光染料の濃度の定量精度を向上できると考えられる。

謝辞

本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託研究「海域地質環境調査確証技術開発」の研究成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

文献

- 1) 古江良次・岩月輝希・水野 崇・応用三郎（2003）：試錐孔を利用した地下水の地球科学特性調査手法と品質管理，核燃料サイクル開発機構技術資料，JNC-TN7520 2003-001，74p.
- 2) 柏谷公希・中田弘太郎・長谷川琢磨（2010）：簡便で高精度な地下水の蛍光染料濃度測定法の提案ーボーリング調査における信頼性の高い地化学データ取得のためにー，電力中央研究所報告，N09026，34p.
- 3) 丸井敦尚・内田利弘・楠瀬勤一郎・古宇田亮一・町田 功・上田 匠・井川怜欧・越谷 賢・横田俊之・伊藤成輝・安藤 誠・吉澤拓也・小原直樹（2011）：沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度化開発平成 22 年度成果報告書，産業技術総合研究所，433p.



(a)凝集剤を使用

(b)凝集剤を未使用

図-3 現地作業における掘削水に添加する蛍光染料トレーサの検体の作成フロー