

Ⅲ - A401

蛍光法を利用したグラウト浸透状況の調査

奥村組 正会員○岩本容昭、正会員 寺田道直
京都大学 正会員 西山 孝、 陳 友晴

1.はじめに

岩盤グラウチングは、止水性の確保や強度の改善などを目的として広く用いられている。現在のグラウチングの設計・施工は、対象岩盤の透水性および強度にあわせてグラウチングの仕様を経験的に決定し、その改良効果は、ルジオン値およびセメント注入量の低減状況により判定されている¹⁾。また、地質条件によっては、グラウチング試験を実施して注入方法の妥当性や改良効果の判定方法などが検討される。この際、ボアホールカメラによりグラウト材の浸透状況を直接確認することは、これらの検討を行う上で有用である²⁾。ボーリング調査においてボアホールカメラを用いる利点として、①コア採取の困難な箇所でも観察できる、②亀裂の状況や走向・傾斜を従来の方法に比べより正確に知ることができる、③コアを採取しない場合、ボーリング費用が安価となる、が挙げられる。しかし通常のボアホールカメラでは、岩盤中のグラウト材を確実に識別することが困難な場合が多い。そこで、グラウト材に蛍光剤を添加し、紫外線を照射して発光させることにより確実にグラウト材を検出する方法を考案し、現場における注入実験を実施した。本実験は、①考案した方法の適用性の確認、②濃度の異なるグラウト材の浸透状況の観察を目的として実施したが、ここでは、蛍光法を利用したグラウト浸透状況の調査方法の適用性について報告する。

2.実験方法

注入実験は、佐賀県の某ダムにおける右岸リムグラウトトンネル内で実施した。当サイトの地質は安山岩自破碎溶岩、凝灰角礫岩より構成されている。坑内に設けた注入孔(φ46mm)に蛍光剤を添加したグラウト材を注入した後、グラウト材が十分硬化するのを待って、注入孔周辺に確認孔(φ46mm、66mm)を削孔し、ボーリングコアの観察、可視光照射によるボアホール観察および紫外線照射によるボアホール観察を行った。注入区間は3m、注入圧は0.5Mpa、水押し試験結果より推定したルジオン値は27Luであった。グラウト材の配合切替はW/C=10、8、6の3段階とし、各濃度のグラウト材に色の異なる蛍光剤を添加して注入した。蛍光剤の添加率は、室内実験結果よりセメントに対する重量比で5%とし、坑内のサブプラント(0.2m³)にて投入した。表1に蛍光剤の成分を示す。蛍光剤は、蛍光染料と合成樹脂の固容体を懸濁化したものを用い、比重は1.09である。また、固容体の平均粒径は4~5μmでセメントの約1/5~1/6程度である。確認孔については、注入孔を中心とした半径20cm、50cm、90cm、100cm、200cmの同心円上の任意の位置に削孔した。

表1 蛍光剤の成分

合成樹脂	メラミン・パラトルエンスルホンアミド・ホルムアルデヒド ³⁾ 重縮合物
蛍光染料	・エオン ・ロータ ⁴⁾ ミンB ほか
添加剤	・2-ヒト ⁵⁾ ロキシエチル・エーテル ・ポリエチレン・ポリプロピレンオキサート ⁶⁾ ブロックポリマー ・グリセリン
水	—

表2 注入結果

グラウト材濃度 W/C	蛍光剤の種類	グラウト材注入量 (ℓ)	セメント注入量 (kg)	単位セメント注入量 (kg/m)	蛍光剤注入量 (ℓ)
10	レモンイエロー	400.0	105.7	28.6	1.9
8	ピンク	400.0			2.4
6	ホワイト	121.4			1.0

キーワード：岩盤グラウチング、ボアホールカメラ、蛍光法

〒300-2612 つくば市大砂 387 TEL (0298)65-1781 FAX(0298)65-0782

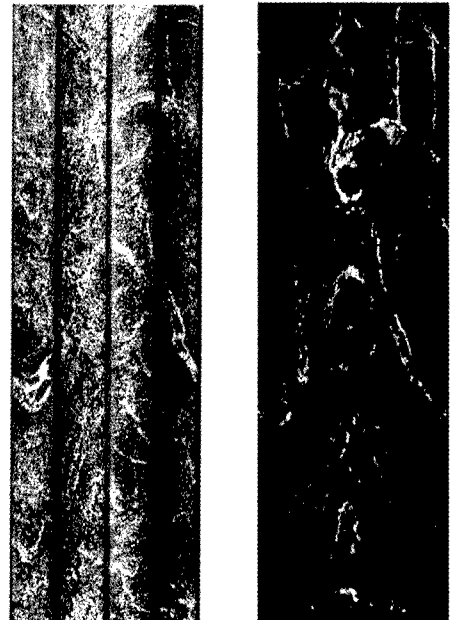
3.実験結果

(1)注入結果

表2に注入結果を示す。セメント注入量は105.7kg、蛍光剤の総注入量は5.3ℓであった。

(2)観察結果

図1に注入孔より20cm離れた位置の確認孔(φ46mm)における観察結果を示す。コアの観察結果より、この確認孔の地質は安山岩自破碎溶岩であり、孔口から深度4.0m付近までは0.1~3mm程度の亀裂が数多く存在している。図1より、可視光の画像では、識別が困難であると思われるグラウト材でも、紫外線の画像では十分確認でき、さらに3種類の蛍光色が明瞭に識別できることが分かる。紫外線の画像において確認できる最小の亀裂幅は約0.5mmである。なお、コアの観察結果では、最小の亀裂幅は0.1mmであった³⁾。また、セメントと蛍光剤の比重差から材料分離が懸念されたが、グラウト材と蛍光剤が分離している状況は観察されなかった。



(a) 可視光照射
による撮影

(b) 紫外線照射
による撮影

4.まとめ

ボアホールカメラによりグラウト材の浸透状況を直接確認する上で、岩盤中のグラウト材を確実に検出する方法を考案し、現場注入実験により適用性を評価した。その結果得られた見解を以下に示す。

①蛍光剤を添加したグラウト材を、紫外線を照射しながらボアホールカメラで撮影することにより、通常のボアホールカメラによる観察と比べ、グラウト材を確実に識別することが可能となる。

②蛍光剤の色を変えることにより、種類の異なるグラウト材を区別できる。

③今回使用したボアホールカメラでは0.5mm以上の幅であれば識別可能であった。カメラの解像度を上げることによりさらに詳細な情報を得ることは十分可能であると考えられる。

以上のことから、本手法は、岩盤に注入されたグラウト材を確実に検出する方法としての適用性は十分にあるものと判断される。しかし、同時に以下のような問題も抽出された。

①削孔時のグラウト材の剥離

②孔内水による紫外線強度の減衰

③蛍光剤中の分散剤がグラウト材に及ぼす影響

今後、これらの問題に取り組むと同時に、グラウト材の浸透特性についての観察およびボアホールで観察されるグラウト材の充填率と透水性の関係について検討したい。

[参考文献]

1) 建設省河川局開発課監修：グラウティング指針・同解説、(財)国土開発技術センター、1983,p.85-88

2) 土木学会：ダム地質調査、1986,P88

3) 陳 友晴,西山 孝,寺田道直,岩本容昭：蛍光剤を添加したグラウト材によるグラウティング浸透状況の確認,資源・素材学会春季大会概要集(I),1998,p131

図1 ボアホール観察結果
注入孔より20cmの確認孔
(φ46mm)、深度2.2~2.5m