

グラウト施工を行った花崗岩におけるセメント成分の影響調査手法

株式会社大林組 正会員 ○鶴山 雅夫
 株式会社大林組 正会員 人見 尚
 日本原子力研究開発機構 正会員 佐藤 稔紀

1. はじめに

地下坑道建設における湧水量抑制のためのグラウト工事によって、グラウト材が周辺岩盤に化学的影響を及ぼすことが懸念される。本研究では、グラウト施工位置の岩盤コアの採取から分析に至るまでの手法について述べる。

2. ボーリング調査

調査の対象は、岐阜県にある瑞浪超深地層研究所の深度200mの水平坑道である(図-1)。平成19年度にグラウトを実施しており、岩種は花崗岩である。その後のグラウト分布状況調査においてほぼ確実にグラウト材の浸透固着が予測されるNo.10孔の周辺を対象としてボーリング掘削を計画した。

No.10孔では0~3m付近でグラウト材が多く確認されていた。そのため、写真のように、No.10孔の周辺に約3mの全5孔のボーリング掘削を実施した(図-2)。各孔におけるグラウト充填割れ目位置は、図-3と図-4において赤線で示した。No.10孔で確認された位置でグラウト充填割れ目を採取することが可能になった。

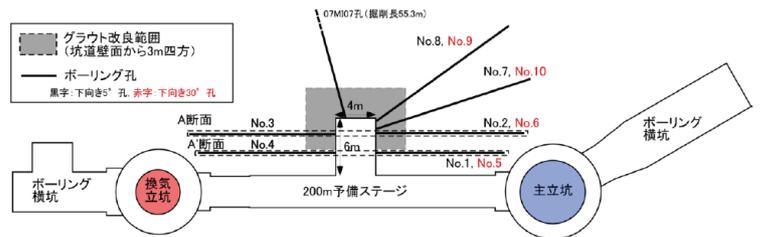


図-1 ボーリング調査位置



図-2 ボーリング位置断面図

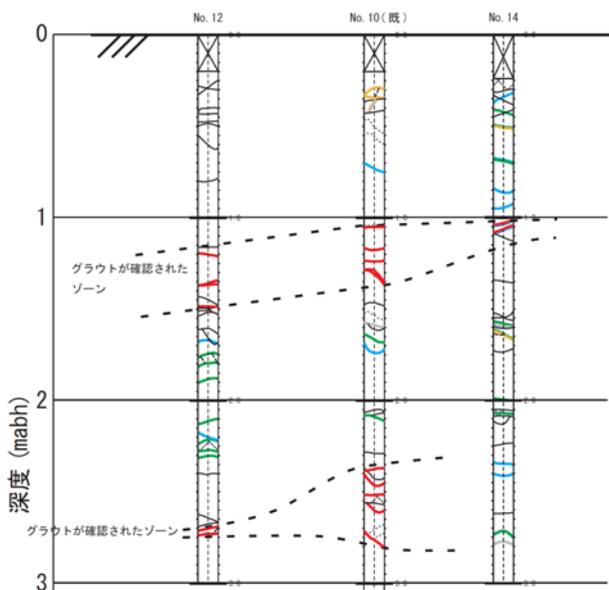


図-3 確認された介在物と深度の関係 (No.12-14 断面図)

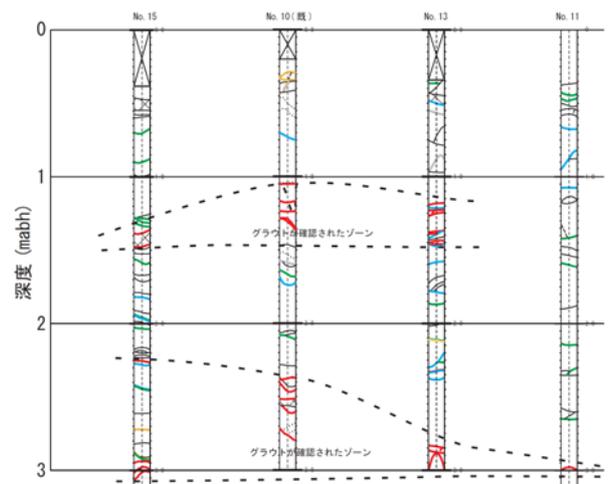


図-4 確認された介在物と深度の関係 (水平断面図)

キーワード グラウト, セメント化, 花崗岩, SEM-EDS, TEM-EDS

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 技術本部原子力本部原子力環境技術部 TEL 03-5769-1309

3. 分析調査

ここでは、グラウトの主成分であるカルシウムの母岩への拡散の把握を主体に、マルチスケール的な分析法を活用した。効率的に詳細な結果を得ることに重点をおき、割れ目周辺のグラウト浸透状況と、その位置での元素分析等による母岩への拡散状況を把握することを目的として以下の調査を進めた。

- 1) $10^{-3}m(mm)$ スケール：XRF-EDX 分析
- 2) $10^{-6}m(\mu m)$ スケール：SEM-EDX 分析
- 3) $10^{-9}m(nm)$ スケール：FIB-SEM, TEM-EDX 分析

まず、XRF-EDX 分析により、大まかなグラウト分析位置を特定し、どの元素がグラウト充填割れ目に分布しているかを調査した(図-5)。次に、グラウト材料に含まれるCa元素の分布分析で、グラウト充填割れ目の分布を特定し、次のSEM-EDXによって、より詳細な割れ目周辺のグラウト浸透状況の把握と、Ca元素を指標としてグラウト浸透範囲を確認した(図-6)。最後に、TEM-EDX 分析により、さらに詳細にグラウト材の分布を分析する予定だったが、分析範囲が小さく、全体を網羅することが困難であったことや、グラウト充填割れ目付近の強度が低く加工による試料損失の可能性があったため、TEM-EDX に先がけて連続的に分析可能なFIB-SEM の実施を行った(図-7)。最後にその結果を基に場所を特定し、TEM-EDX 分析を実施した(図-8)。全体の流れを図-9に示す。

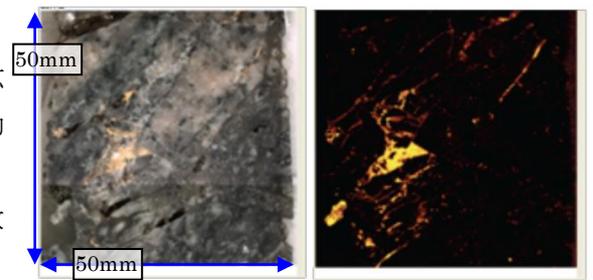


図-5 XRF-EDX 分析結果

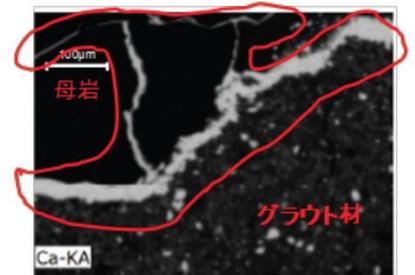


図-6 XRF-EDX 分析結果

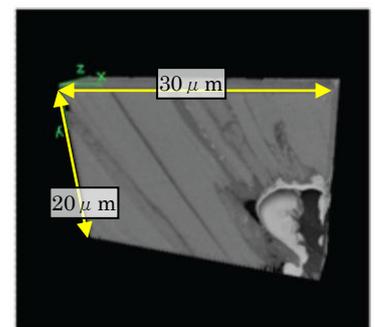


図-7 FIB-SEM 分析結果

4. まとめ

グラウト施工を行ってから5年経過した花崗岩コアを採取し、セメント化の影響を調べた。数マイクロメートル程度までのオーダーでは、カルシウム成分の浸透による母岩の変質は確認できなかったが、このような分析の長所短所を把握し段階的に調査する手法により、図-6~8のようにグラウトの侵入状況を確認することができた。

なお、本研究は資源エネルギー庁委託事業「地下坑道施工技術高度化開発」の一環として行った。

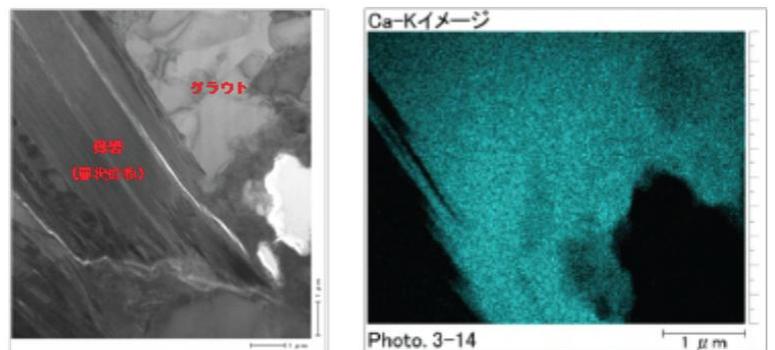


図-8 TEM-EDX 分析結果

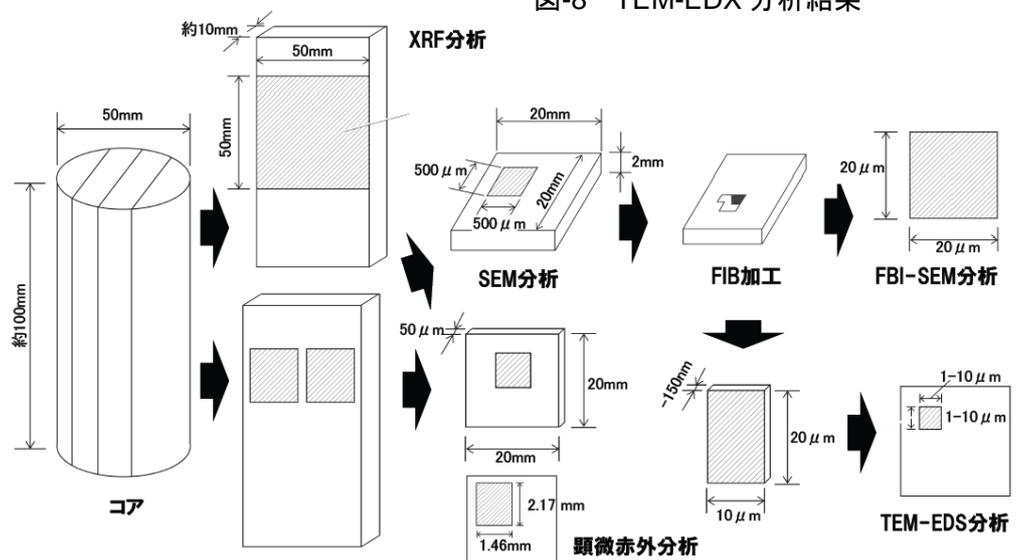


図-9 マルチスケール的な分析の手順(試料の作成手順と各分析における試料寸法)