

瑞浪超深地層研究所における研究と建設の現状と課題（その4）

－瑞浪超深地層研究所における湧水抑制対策としてのプレグラウチング施工－

日本原子力研究開発機構

正会員　○原　雅人

正会員　久慈　雅榮

南出　賢司

正会員　見掛　信一郎

正会員　佐藤　稔紀

池田　幸喜

1. はじめに

瑞浪超深地層研究所は、原子力政策大綱¹⁾等¹⁾に示された深地層の研究施設のひとつであり、結晶質岩（花崗岩）を研究対象として岐阜県瑞浪市において深度約 1,000m の 2 本の立坑と複数の水平坑道群からなる研究坑道の建設を進めている。建設工事にあたっては、立坑掘削に伴い発生する湧水を放流先河川の環境基準に適合する水質に処理するための排水処理を行っていく必要があることや、予測解析結果によれば、今後湧水が多量に発生する可能性があり、これらに伴うコストを低減することが施工上の課題となっている。本報告では、湧水抑制対策として掘削予定箇所周辺を対象に実施したプレグラウチングの事例について示す。

2. 施工概要

研究所用地は、中生代白亜紀の花崗岩体（土岐花崗岩）が基盤として広く分布しており、これを新第三紀の堆積岩（瑞浪層群）が不整合で覆っている。プレグラウチングは、花崗岩上部の割れ目頻度が高い部分の中でも、特に低角度の割れ目が集中し、多量出水が想定される深度 200m における換気立坑（内径 4.5m）と両立坑を結ぶ水平坑道との接続部を対象とした。この箇所は、事前のパイロットボーリング及び掘削予定箇所を対象とした探り削孔を用いた測定にて、湧水圧約 1MPa、湧水量 40～1000 /min、ルジオン値 17～230Lu 程度であった。改良目標は、地山の透水係数（10⁻⁶m/s オーダー）を 10⁻⁷m/s オーダーに低下させることを念頭に、改良後の岩盤におけるルジオン値を 2Lu 以下に設定した。

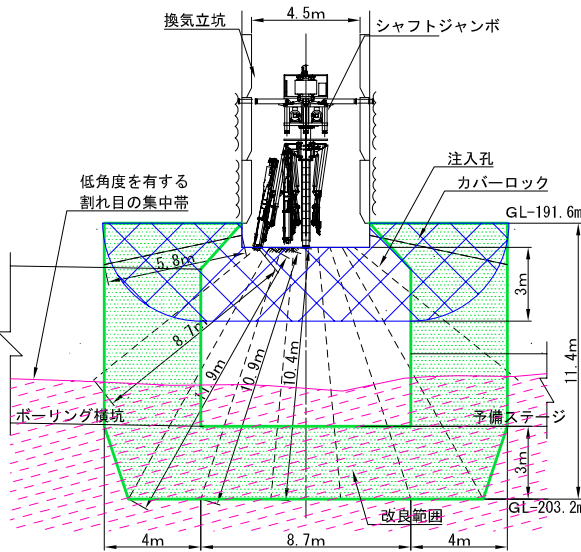


図 1 グ라우チング実施範囲

プレグラウチングにあたり注入材のリーク防止のため、立坑底盤にコンクリートを打設し、セメントミルク、LW(Labiles Wasserglas)で岩盤改良した厚さ 3m 以上のカバーロックを設けた。改良範囲は、掘削影響領域及び接続部支保工を考慮し、接続部周囲の 3～4m とした(図 1)。注入孔は、立坑掘削作業時にも使用するシャフトジャンボを用い、先端で 3m 以内の間隔で配置した。注入方法は、削孔→水押し試験→注入を繰り返して行うステージ工法とし、中央内挿法で 2 次孔まで注入することを標準とした。注入圧は、注入前の水押し試験にて湧水圧を確認した上で、湧水圧+1MPa を標準とした。注入材は、普通ポルトランドセメントを使用したセメントミルクを使用し、注入前の水押し試験結果より、配合は表 1 のとおりとした。

表 1 配合切替基準

ルジオン値	注入開始 配合 (C:W)	配合比 (C : W)						合計
		1 : 8	1 : 6	1 : 4	1 : 2	1 : 1.5	1 : 1	
Lu<5	1 : 8	400	400	400	400	600	800	3000
5≤Lu<10	1 : 6	—	400	400	400	800	1000	3000
10≤Lu<20	1 : 4	—	—	400	800	800	1000	3000
20≤Lu	1 : 2	—	—	—	800	1000	1200	3000

注入は施工場所の制約により、複数孔同時注入が不可能であることから、1 孔毎に単独注入を行った。また、2 次孔までの注入完了後、チェック孔での水押し試験を実施し、プレグラウチングによる改良効果を確認した。

キーワード 立坑、湧水抑制、グラウチング、花崗岩

連絡先 〒509-6132 岐阜県瑞浪市明世町山野内 1-64 (独)日本原子力研究開発機構東濃地科学センター TEL:0572-66-2244

3. 注入実績

プレグラウチング注入実績のうち、1～2 次孔における単位注入セメント量及び岩盤のルジオン値の分布を図 2～3 に、単位注入セメント量の非超過確率図を図 4 に、箇所別平均注入量の変化を図 5 に示す。注入孔はチェック孔も含め 134 孔設け、単位セメント量は最大 314kg/m(1 次孔)、平均 13kg/m、ルジオン値は最大 25Lu(2 次孔)、平均 1.1Lu であり、全孔の 80%程度が改良目標値の 2Lu 以下であった。各孔に注入圧が異なり、また再注入等を実施した孔があるものの、概ね注入回数が増すと、次第に注入量が減少する傾向にある。

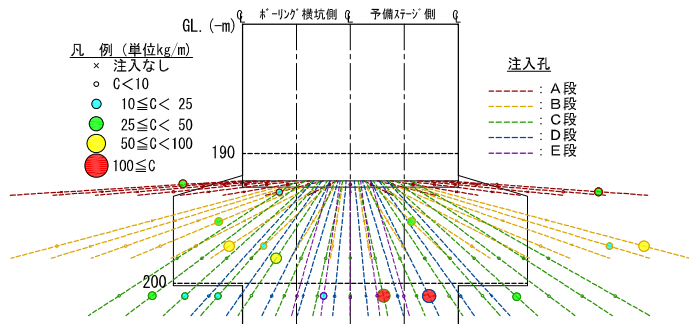


図2 単位注入セメント量分布展開図

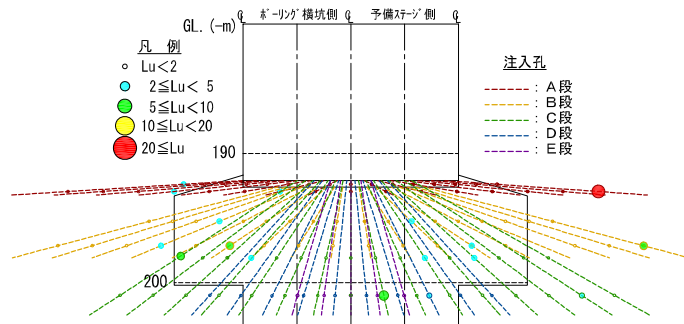


図3 ルジオン値分布展開図

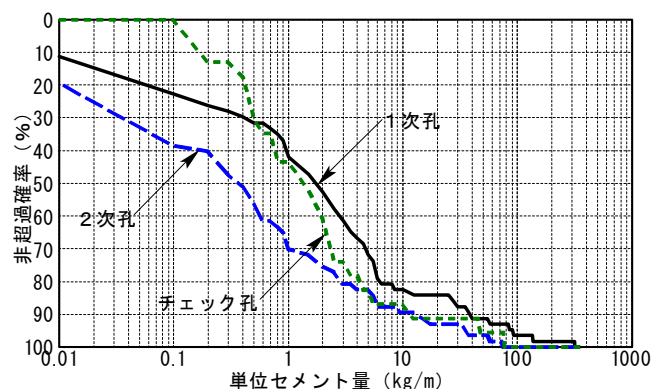


図4 単位注入セメント量非超過確率図

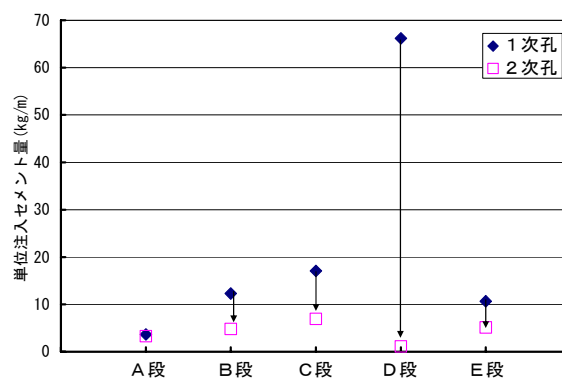


図5 セメント注入量(平均)の変化

4. 改良効果

ルジオン値の超過確率図を図 6 に、グラウチングによる岩盤の平均ルジオン値の注入回数毎の推移を図 7 に示す。グラウチング実施前のルジオン値が 1.3Lu 程度であり、比較的岩盤のルジオン値が低い箇所を対象としたグラウチングであったが、注入回数が増すと、ルジオン値が低減して岩盤の改良効果が認められた。またチェック孔実施時点で、ルジオン値が対象範囲において改良前の 76%に低減されたことを確認した。

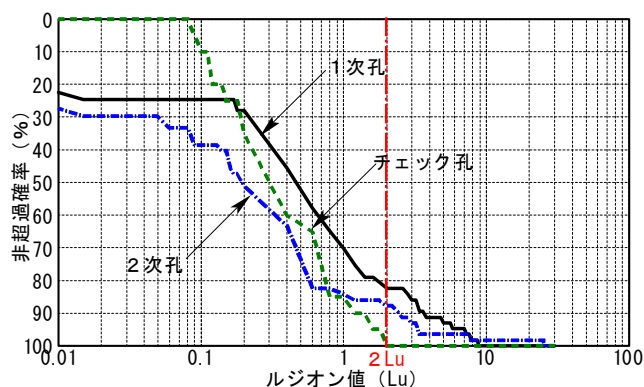


図6 ルジオン値非超過確率図

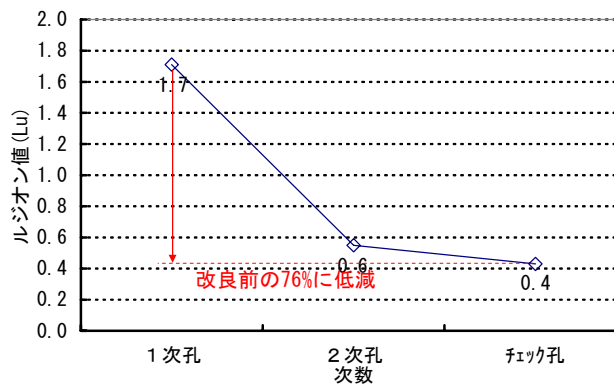


図7 ルジオン値低減図

謝辞

本工事を実施した瑞浪超深地層研究所研究坑道掘削工事(B 工区その 2)の施工者である清水・鹿島・前田特定建設工事共同企業体関係各位に対しまして深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 原子力委員会：原子力政策大綱，原子力委員会(2005)