

瑞浪超深地層研究所 換気立坑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 木下晴信 池田幸喜 山本勝
 清水・鹿島・前田特定建設工事共同企業体 矢萩良二 菊池真司 川野広道
 清水建設(株) 正会員 牛田和仁 延藤遵 大成建設(株) 南出賢司

1. はじめに

瑞浪超深地層研究所は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(主立坑及び換気立坑)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、坑道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う必要があることや、坑道掘削の進展に伴い大量の湧水が発生することが予想されることから、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既報¹⁾に引き続き実施した、GL.-200m ボーリング横坑と立坑部のプレグラウチングの結果の概要事例について示す。

2. 施工概要

主立坑及び換気立坑の両切羽から実施したパイロットボーリング結果²⁾によれば、換気立坑(掘削径 5.3m)にて、特に GL.-200~250m 付近で低角度傾斜を有する割れ目が卓越し、このうち GL.-210m 付近では立坑掘削時に大量湧水の発生が確認されたことから、掘削前にプレグラウチングを実施することにした。グラウチングによる改良目標は、坑内の排水能力等を考慮し、地山の透水係数を 10^{-7} m/s オーダーに低減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。なお注入材のリーク防止のため、掘削予定箇所に対して、事前にセメントミルクによる仮改良(0 次孔)を実施した。改良範囲は、掘削影響領域を考慮し、坑道周囲の 3m 程度とした(図 1)。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(5~10m/ステージ)とし、中央内挿法で 2 次孔まで注入することにした。注入圧は湧水圧+1MPa、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、配合切替は表 1 とした。グラウチングによる地山改良効果は、注入完了後にチェック孔での水押し試験を実施して確認した。

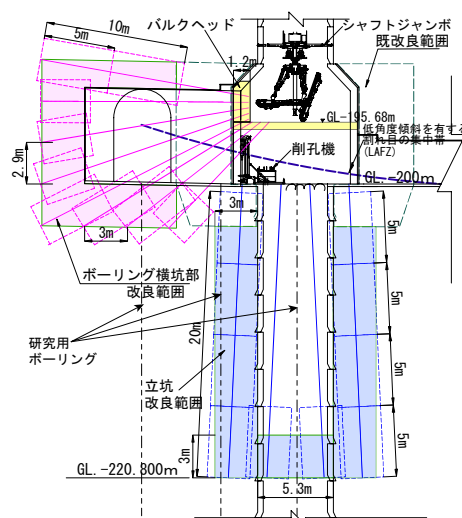


図 1 グ라우チング実施箇所
(換気立坑深度 200m 付近)

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)						(単位 : ℓ)
		1 : 8	1 : 6	1 : 4	1 : 2	1 : 1.5	1 : 1	
Lu < 5	1 : 8	400	400	400	400	600	800	3,000
5 ≤ Lu < 10	1 : 6	—	400	400	400	800	1,000	3,000
10 ≤ Lu < 20	1 : 4	—	—	400	800	800	1,000	3,000
20 ≤ Lu	1 : 2	—	—	—	800	1,000	1,200	3,000

3. 注入実績

換気立坑深度 200m 付近のボーリング横坑と立坑部分を対象に実施したグラウチング注入実績のうち、単位セメント注入量、及びルジオン値の分布を図 2~5 に、単位セメント注入量の非超過確率図を図 6,7 に示す。注入孔は、チェック孔を含めボーリング横坑で 101 孔、立坑で 54 孔設けた。その結果単位セメント注入量は、最大 400kg/m、平均 12~16kg/m、ルジオン値は 20Lu を超える箇所が 2 箇所あったものの、全孔の 70%程度が改良目標値の 2Lu 以下であった。非超過確率図より、概ね注入回数が増すと、注入量が減少する傾向にある。

キーワード 立坑, 湧水抑制, グ라우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

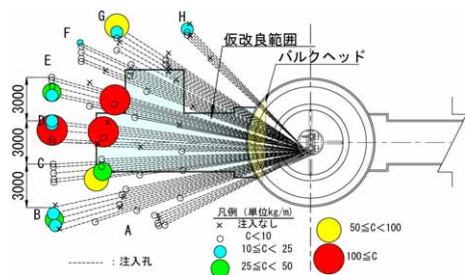


図2 ボーリング横坑単位セメント注入量分布図

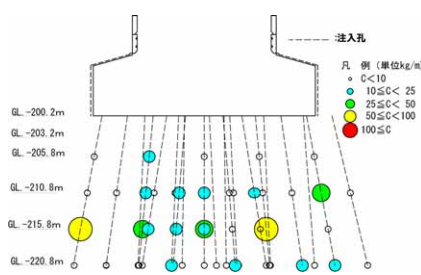


図4 立坑単位セメント注入量分布展開図

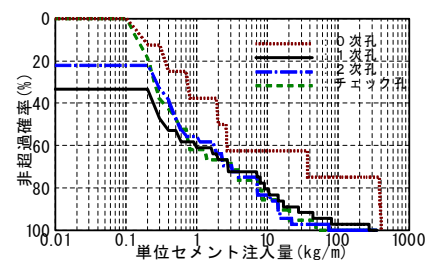


図6 ボーリング横坑非超過確率図

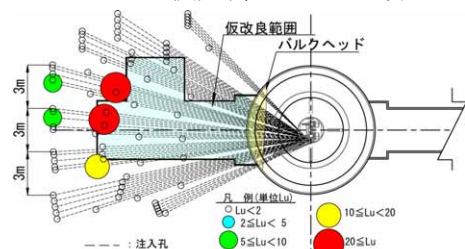


図3 ボーリング横坑ルジオン値分布図

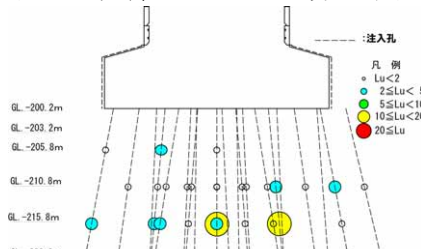


図5 立坑ルジオン値分布展開図

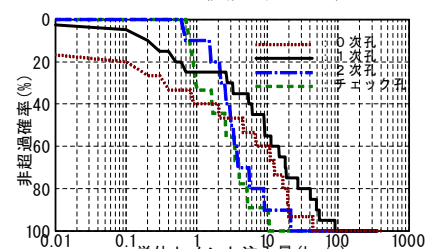


図7 立坑非超過確率図

4. 改良効果

ルジオン値の非超過確率図を図8に、プレグラウチングによる岩盤の平均ルジオン値の注入次数毎の推移を図9に示す。図に示すとおり、注入次数が増すとルジオン値が低減していることから、岩盤の改良効果が認められた。ボーリング横坑掘削時の注入材の浸透状況を図10に示す。大量湧水発生の原因と考えられる岩盤中の亀裂に注入材が浸透していることが確認でき、坑道掘削時に顕著な湧水量の増加は認められなかった。

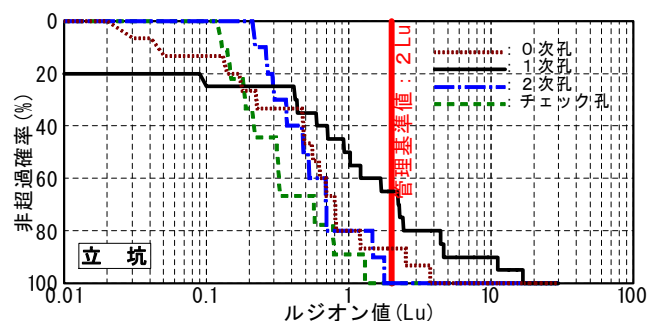
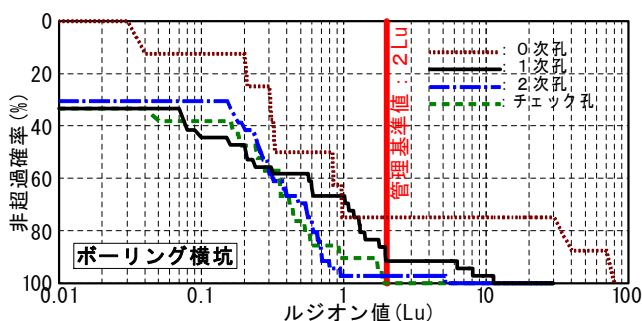


図8 ルジオン値非超過確率図

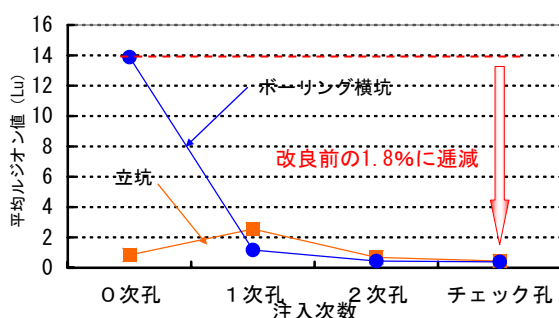


図9 ルジオン値低減割合

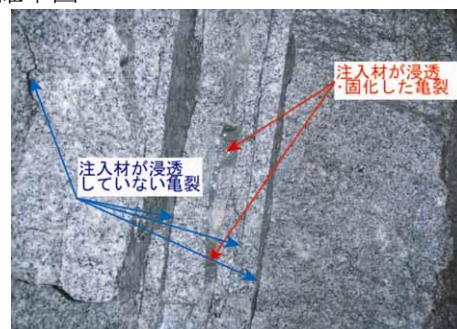


図10 注入材浸透状況

5. 今後の湧水対策について

研究坑道の掘削にあたっては、事前に坑道切羽前方の探り削孔を実施し、将来的な湧水量を数値解析等にて予測し、グラウチング要否を判断しつつ、深部への施工を進める予定である。また今後はさらに施工深度が増すため、高圧湧水の発生が予想されるが、使用パッカーや注入機の改良等の施工の合理化³⁾を図りつつ、研究坑道の建設を進める予定である。

参考文献

- 1) 原他:瑞浪超深地層研究所における建設の現状と課題(その4) 土木学会第62回年次学術講演会概要集(2007)
- 2) 竹内他: 瑞浪超深地層研究所における建設の現状と課題(その2) 土木学会第62回年次学術講演会概要集(2007)
- 3) 黒田他:瑞浪超深地層研究所における湧水対策工の現状と課題 土木学会第63回年次学術講演会概要集(2008), 投稿中