

地層処分におけるグラウト技術の高度化開発（その4） —低アルカリ性セメント系グラウト材料の亀裂浸透性に関する実験的研究—

(株)大林組 正会員 ○鈴木健一郎 納多 勝

(独) 日本原子力研究開発機構 正会員 小林保之 山田 勉

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物地層処分における湧水対策としてグラウチングの検討を進めている。要求される性能は、岩盤など処分システムの長期性能に与える影響を最小限にすること、地下水圧に抗して高压での注入が可能なこと、等である。これらを考慮して選定した低アルカリ性セメントグラウト材料について開口亀裂を模擬的に作製し材料の亀裂浸透性を実験的に検討した。本報ではグラウト材の流動状況の可視化と計測した圧力分布の結果を報告する。

2. 亀裂モデルと実験の概要

亀裂浸透状態を可視化するために、半径 1m の中心から注入を行う円形の大型亀裂モデルを作製した（写真-1）。厚さ 50mm のアクリル板（上盤）と厚さ 70mm の鋼製板（下盤）の間にそれぞれ 0.1mm, 0.05mm, 0.02mm のスペーサーを挟んだ平行平板モデルの亀裂モデルである。注入圧力は 0.1, 1, 2MPa の 3 種類とし、 $\pi/4$ 間隔で中心から 0.1, 0.4, 0.8m 位置で下盤に埋込んだ圧力計により亀裂内での圧力を計測した。開口幅は事前の注水により、各ケースで流量が等しくなるように調整した後、グラウト材の注入を行った。

試験に用いたグラウト材料を表-1 に示す。低アルカリ化を実現するためにポゾラン材料（SF）を超微粒子セメント（OPC）と混合し粘度において 50cp から 100cp までを含んでいる。材料の詳細についてはシリーズその 3 を参照されたい。

3. 実験結果および考察

配合#1～#3 は注入量が他より多く高い浸透性を示した。ここでは、亀裂内の流れの特徴について配合#3 を中心に述べる。写真-1 は、開口幅 0.1mm, 注入圧 2MPa の場合の注入状況である。写真-2 は開口幅 0.02mm の同様の状況である。写真-2 ではグラウト材料が途中で留まり亀裂全体には浸透していない。それぞれのケースの亀裂内の圧力分布を図-1 と図-2 に、圧力の経時変化を図-3 と図-4 に、注入量の経時変化を図-5 と図-6 に示す。亀裂内の圧力分布は凡例に示した口元の注入圧での状況である。参考値として 2MPa 定常注水の圧力分布を示した。口元から 0.1m まででは流れの法線方向にほぼ減衰なしに圧力が伝播しており、そのため注入孔付近の摩擦が大きいことを示している。浸透していないケースでは、0.4m 程度の距離までの減衰が著しく、それ以遠ではほぼ 0 となった。内部圧力の経時変化では、浸透する場合には注入圧が定常になった場合でも 0.4m 離れた位置での圧力低下はわずかで（図-3）、浸透しなかったケース（図-4）では注入圧が定常となった段階から内部の圧力減衰が見られる。亀裂内のグラウト材の流れの特徴として、口元付近での摩擦が大きな影響を及ぼし、時間-流量関係が不連続になったと推定される（図-6）。亀裂注入では亀裂面との摩擦力に抗して材料を押し込む力が必要である。

4. おわりに

実際の亀裂内の充填を予測するには様々な課題が存在する。注入孔付近での圧力が減衰なしに伝播する領域では亀裂の開口が考えられる。今回のモデルでも変形を抑制していない。今後改良を重ねていくことが重要である。なお本件は、経済産業省資源エネルギー庁の「平成 20 年度地層処分技術調査等委託費（高レベル放射性廃棄物処分関連：地下坑道施工技術高度化開発）」の一部として実施したものである。

表-1 グラウト材料の配合と諸量

配合No.	粉体構成* (OPC/SF/SS/FA)	SP (%)	W/C (%)	平均粘度 (mPa·s =cp)	平均降伏値 (Pa)	比重 ρ
1	5/5/0/0	6	100	104	4.0	1.46
2	5/5/0/0	5.5	125	82	3.6	1.35
3	5/5/0/0	4.5	150	78	5.8	1.33
4	4/5/1/0	6	100	80	2.0	1.44
5	4/5/1/0	5.5	125	65	2.4	1.38
6	4/5/1/0	4	150	57	4.7	1.33
7	4/4/0/2	4.5	100	84	4.6	1.46
8	4/4/0/2	4	150	51	2.8	1.33
9	3/6/0/1	6	100	96	2.2	1.43
10	3/6/1/0	6	100	96	2.6	1.42

注*：OPC：普通ポルトランドセメント，SF：シリカヒューム，
SS：球形シリカ，FC：フライアッシュ，W/C：水セメント比

キーワード 高レベル放射性廃棄物，低アルカリ性グラウト，亀裂，浸透性，圧力分布

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所地盤技術研究部 TEL 042-495-1015

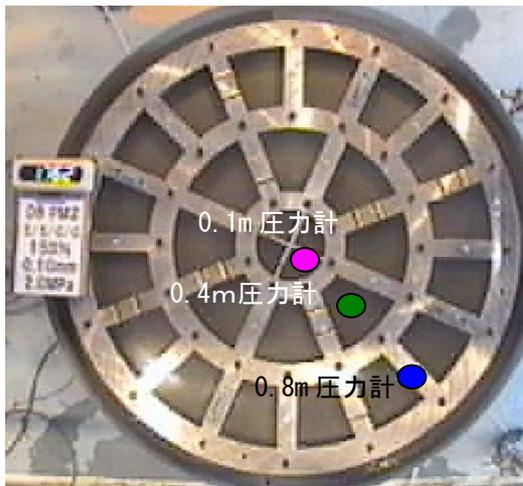


写真-1 亀裂内グラウト材の浸透状況
(配合#3, 開口幅 0.1mm, 注入圧 2MPa)

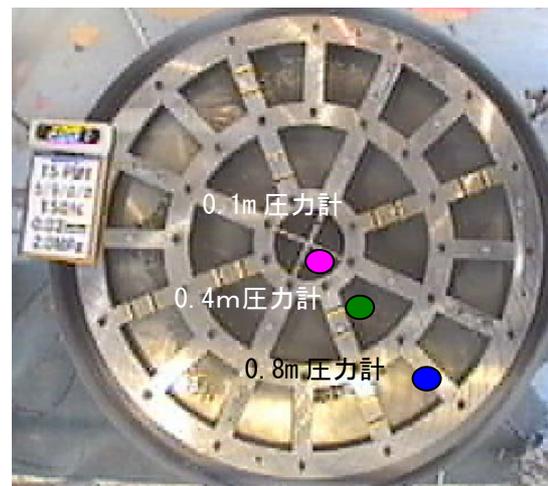


写真-2 亀裂内グラウト材の滞留状況
(配合#3, 開口幅 0.02mm, 注入圧 2MPa)

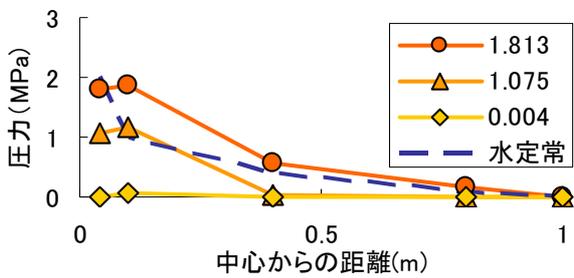


図-1 圧力分布 (配合#3, 開口幅 0.1mm, 注入圧 2MPa)

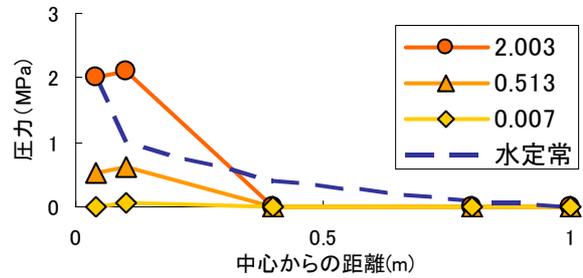


図-2 圧力分布 (配合#3, 開口幅 0.02mm, 注入圧 2MPa)

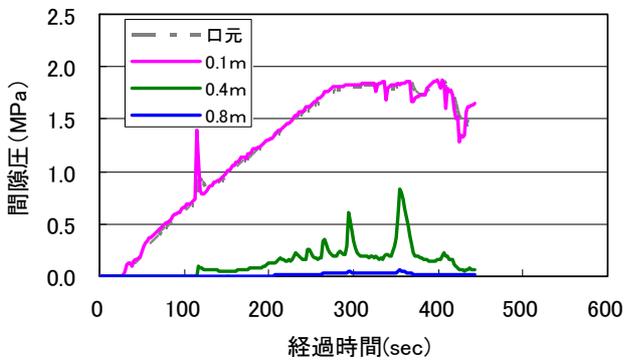


図-3 亀裂内圧力の経時変化 (同上)

注: グラフの色は写真-1 計器位置に対応

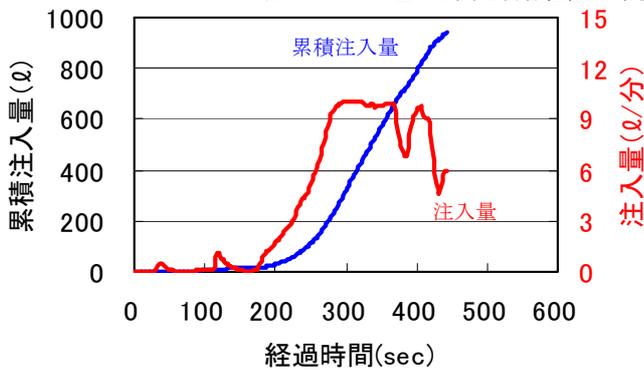


図-5 注入量の経時変化 (同上)

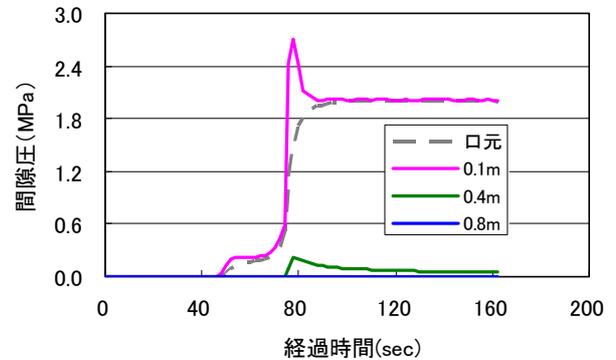


図-4 亀裂内圧力の経時変化 (同上)

注: グラフの色は写真-2 計器位置に対応

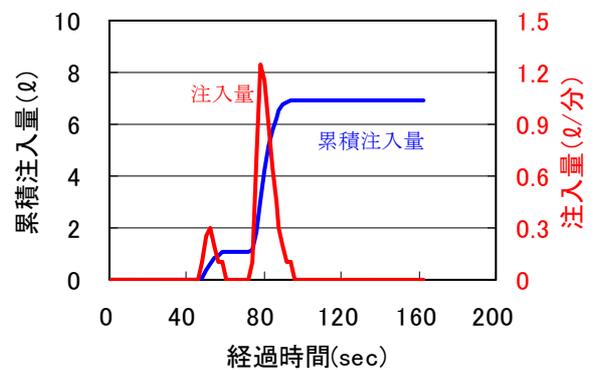


図-6 注入量の経時変化 (同上)