

高粘性流体の注入による割れ目の特性評価方法の室内試験による検討

(財)電力中央研究所 正会員 長谷川琢磨, 田中靖治, 後藤和幸

1. 研究の目的

高レベル放射性廃棄物処分の安全評価では,地下水によって核種が輸送される地下水移行シナリオの評価が重要である.特に,割れ目を介しての地下水流動を評価する際には,割れ目の幅や流れの次元が調査・評価において重要である.このため,本研究では,高粘性流体の注入により割れ目の幅と流れの次元を評価する方法¹⁾について,その適用性を室内試験により検討した.

2. 試験の原理

提案した方法では,高粘性の流体を地盤に注入し,その際の圧力と流量から,割れ目の幅,流れの次元を評価する¹⁾.例えば,高粘性流体を割れ目に一定流量で注入した場合,一次元的な流動であれば,図1に示すように到達距離が時間に伴って線形に増加するため,注入圧力も線形に増加する.一方,軸対称的(二次元的)な流動であれば,高粘性流体は円形に広がるため,時間と共に到達距離の増加率は低下し,注入圧力の増加率も低下する.このように注入圧力の変化から流れの次元が評価できる.さらに,同じ透水係数でも割れ目幅の大小により,高粘性流体の到達距離が異なるため,流動抵抗の増加率,すなわち圧力の増加率が異なる.このため,割れ目幅が評価できると考えられる.なお,高粘性流体は水より十分粘性の高い流体を用いることにより,圧力は主に高粘性流体の流動によって発生することを仮定している.

この高粘性流体の注入による流れの次元と割れ目幅の評価の可能性を室内試験により検討した.

3. 室内試験

高粘性流体の注入により,割れ目内の流れの次元と割れ目幅が評価できることを確認するために,鋼管による一次元流動を模擬した試験と模型による軸対称流動を模擬した試験を実施した.

(1)鋼管試験

この試験では,内径が一定の鋼管に高粘性流体を定流量で注入し,注入点における圧力を計測した.試験方法の概念図を図2に示す.この結果を図3に示す.鋼管内の流動は,一次元的な流動になるため,注入圧力は線形に増加している.なお,鋼管が高粘性流体で満たされ,他端から流出し始めると,定常状態となるため一定の圧力となっている.図3には,鋼管の内径が異なる場合の圧力応答も示した.試験原理にも示したように鋼管の内径(断面積)による高粘性流体の到達距離が異なるため,圧力の増加率が異なる.このため,試験結果から鋼管の内径は

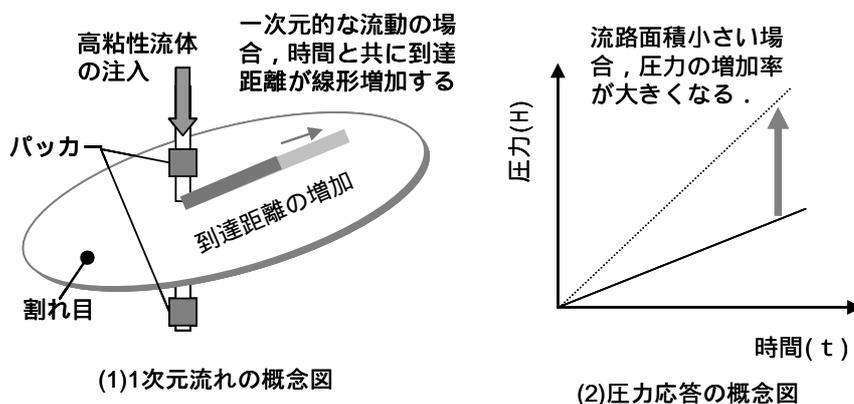


図1 高粘性流体の注入試験の原理

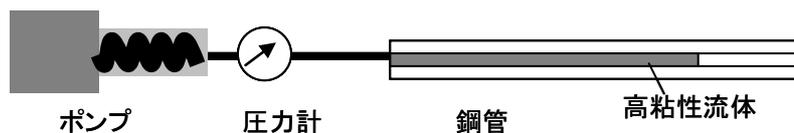


図2 鋼管試験の概念図

キーワード: 流れの次元, 割れ目幅, 高粘性流体, 水理試験, トレーサー試験

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 TEL 04-7182-1181

2.4 mm であると推定できる。

さらに、内径の異なる 3 本の鋼管を接続した試験を実施した。この結果を図 4 に示す。図から時間によって圧力勾配が変化する傾向が見られる。これは、圧力の増加率が流動抵抗の増加率、すなわち浸潤前線がある鋼管の内径によって異なるためである。このため、高精度に定流量注入と圧力計測が実施できれば、内部の形態を把握できる可能性のあることが示唆された。

(2)軸対称試験

図 5 に示す試験模型によって軸対称流動での高粘性流体の注入試験を実施した。この試験結果を図 6 に示す。注入圧力が対数的に増加することから、流れの次元は二次元的であることがわかる。また、鋼管試験と同様に同じ透水係数でも割れ目幅によって到達距離が異なり、圧力増加率が異なることから、割れ目幅が 0.5 mm 程度であることが確認できた。この結果から、軸対称的な流動条件においても高粘性流体を一定流量で注入し、圧力を観測することにより、割れ目内での流れの次元と割れ目の幅を評価できることが確認できた。

4.まとめ

鋼管と軸対称試験模型を用いた室内試験から、高粘性流体を一定流量で注入することにより、流れの次元や割れ目幅が評価できる可能性を示すことができた。今後、試験装置などの改良を行い原位置への適用を目指す。

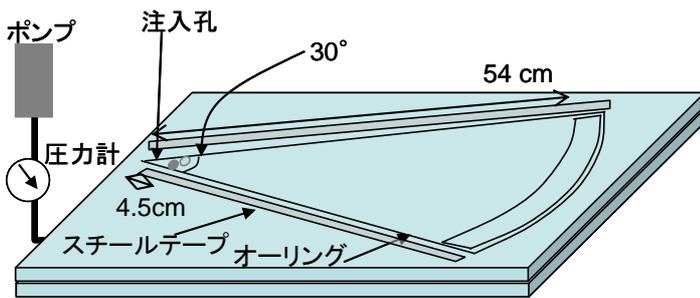


図 5 軸対称試験模型

謝辞

本研究は経済産業省からの受託研究「岩盤中物質移行特性原位置評価技術高度化調査」として実施したものの一部である。本研究の実施にあたっては、岡山大学 西垣誠教授をはじめとする検討委員会委員各位には貴重な御助言を頂いた。室内実験では、(株)セレス 谷口友規氏に御協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

1)長谷川琢磨, 田中靖治, 西垣誠(2007): 高粘性流体の注入による有効間隙率と流れの次元の評価, 土木学会論文集 C, Vo.63, No.1, pp.132-142.

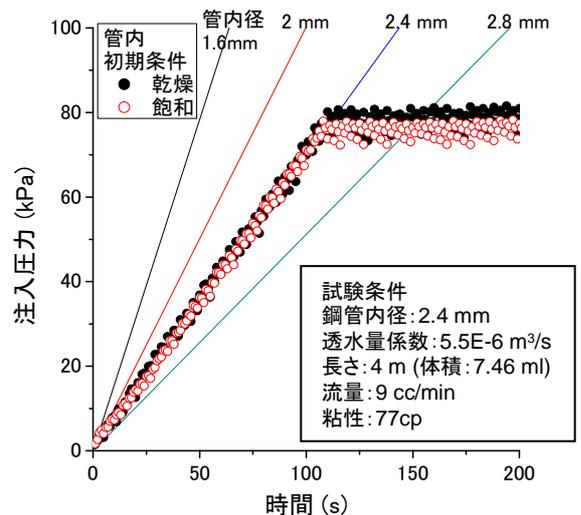


図 3 鋼管試験結果の圧力応答

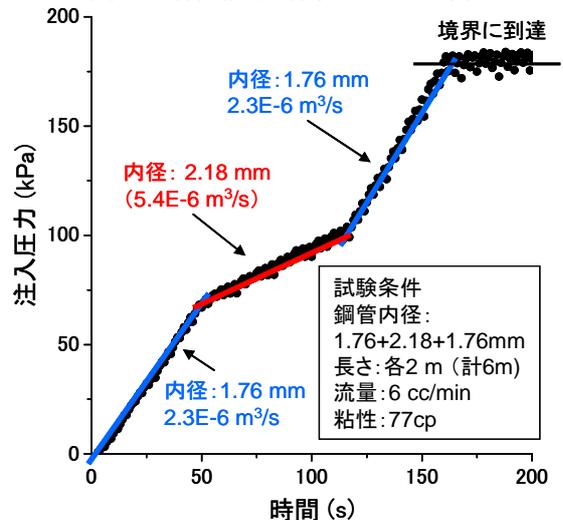


図 4 接続した鋼管の試験結果の圧力応答

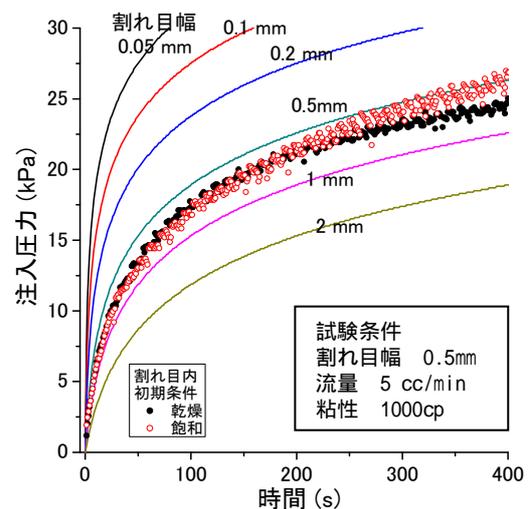


図 6 軸対称試験の結果の圧力応答