

再冠水過程における緩衝材の流出挙動に対する地下水成分の影響

横山 聡, 石井 智子, 朝野 英一
公益財団法人 原子力環境整備・資金管理センター

はじめに

地層処分場における処分孔の再冠水時には、湧水により緩衝材が流出する可能性が指摘されている。流出の規模によっては、緩衝材の機能が低下することが懸念される。緩衝材の候補材であるベントナイトは、接触する溶液のイオン強度とイオン種により膨潤性能が変わることが知られており、かつ湧出地下水は、処分場となる場所により成分が異なる。これらから、再冠水時の緩衝材流出挙動に対する地下水成分の影響に関し知見を整備することで、地下水成分による緩衝材性質の変化を考慮した緩衝材設計が可能になると考えられる。本検討では、蒸留水、NaCl溶液、CaCl₂溶液を緩衝材に通水することで、溶液に含まれているイオンによる緩衝材の流出挙動に対する影響を把握した。また、緩衝材への事前注水による水みちの形成の抑制効果の有無、通水溶液の化学的影響を緩和する方法について検討した。

目的

- ・地下水成分が緩衝材流出挙動に及ぼす影響を調べ、地下水成分による流出挙動の違いを把握する。

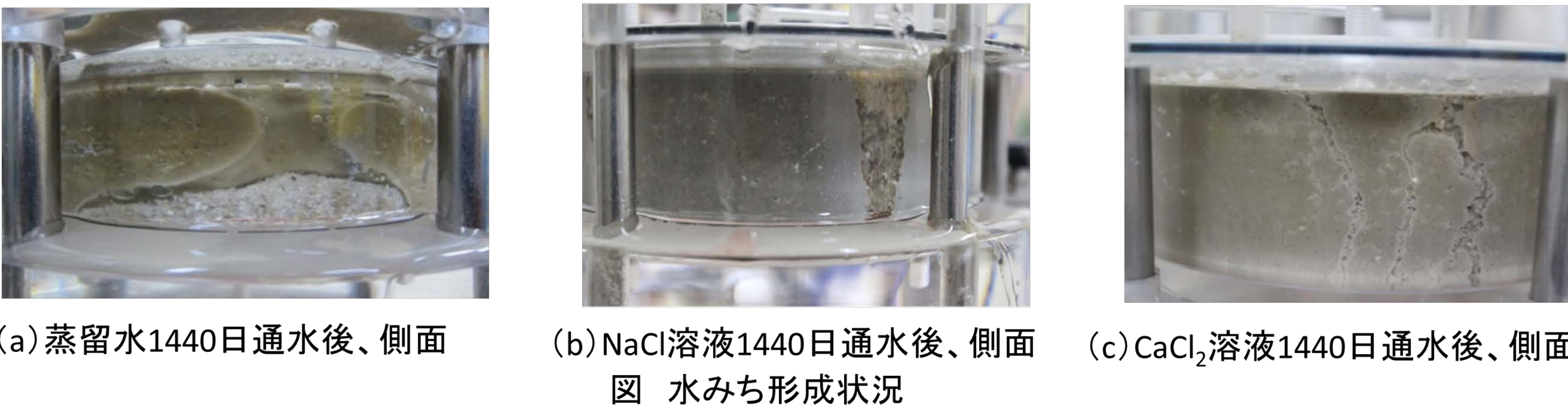
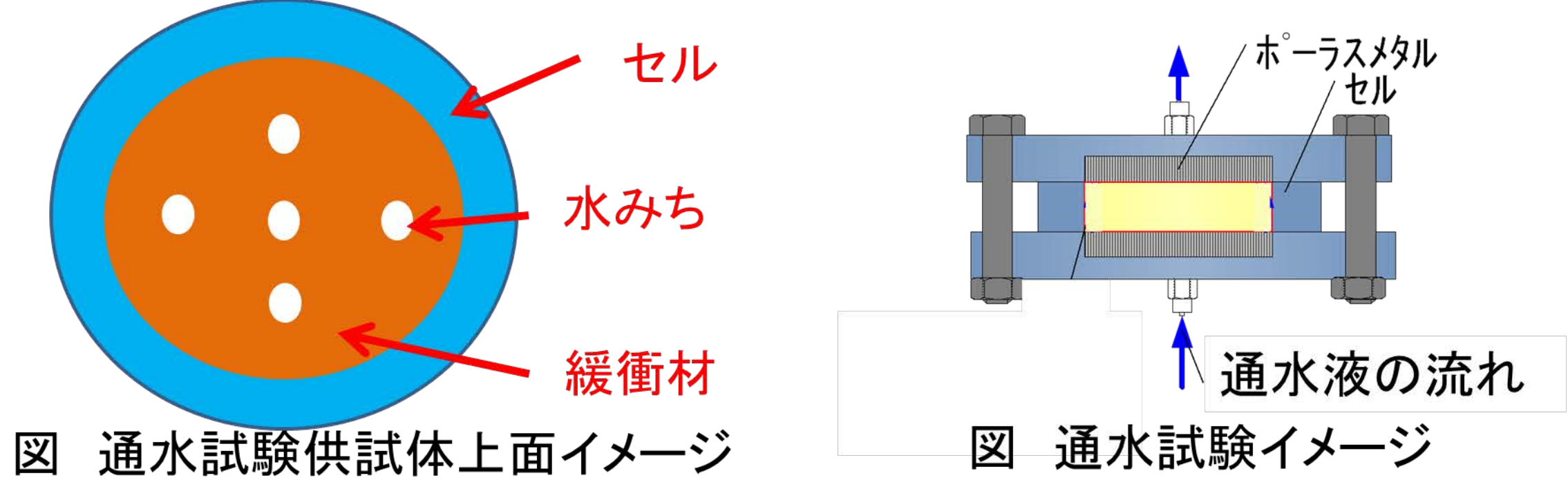
→試験1 地下水成分による緩衝材流出挙動変化の観察

- ・再冠水時の緩衝材流出の抑制対策を検討する。

→試験2 蒸留水の人工注水による緩衝材流出抑制確認試験

試験1 地下水成分による緩衝材流出挙動変化の観察

緩衝材供試体に対し、底面より通水した。これまでに水みちのない緩衝材に蒸留水を通水した際、緩衝材流出の原因となる複数の水みちが形成され収束することが確認されている^[1]。本試験では供試体には予め水みちを作製し、水みちの収束挙動を確認した。



試験条件

供試体

- ・クニゲルV1(Na型ベントナイト)、30wt%ケイ砂混合体
- ・乾燥密度: 1.6Mg/m³

通水液

- ・蒸留水 (0.1L/min)
- ・NaCl溶液 (0.1M、0.1L/min)
- ・CaCl₂溶液 (0.1M、0.1L/min)

- ・地下水成分に関わらず水みちはベントナイトとセルの界面に収束した。
- ・蒸留水とNaCl溶液を比較した場合、水みちの形態の変化は見られなかった。

→0.1M程度でのイオン強度では水みち収束への影響はないと推測される。

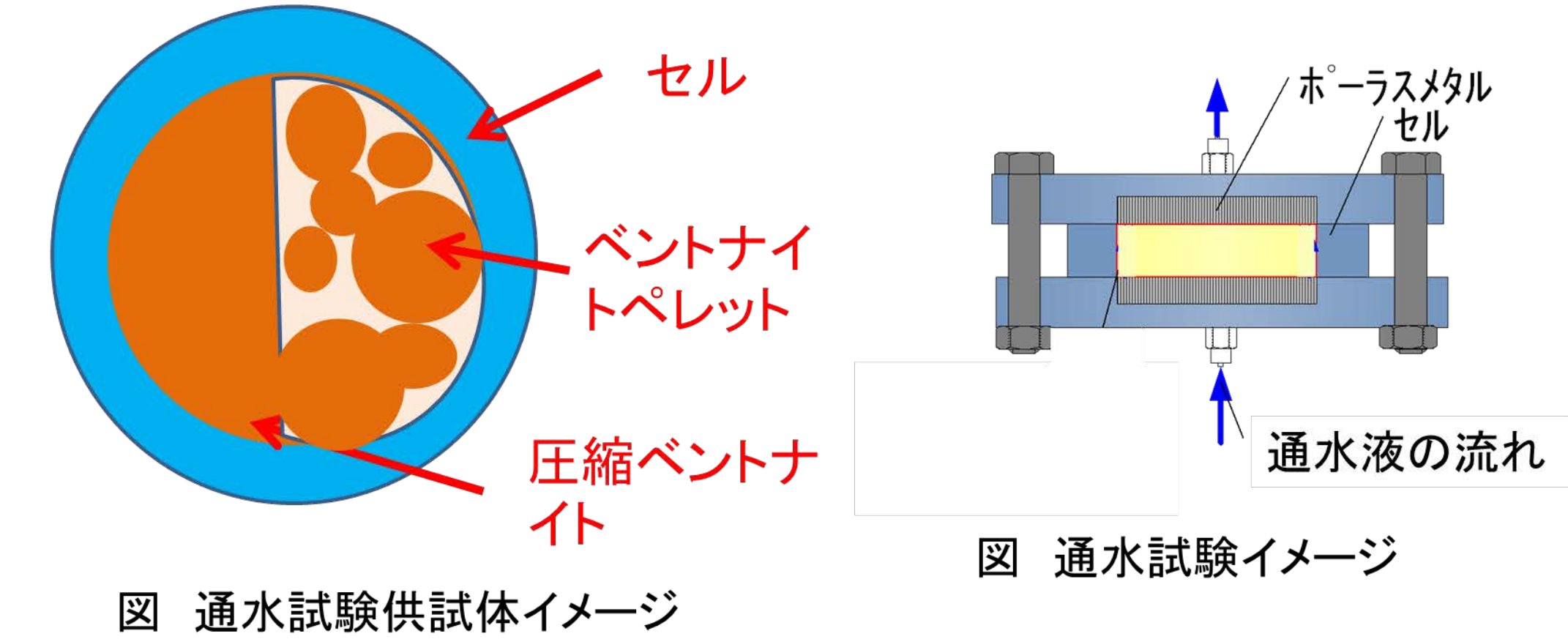
- ・NaCl溶液とCaCl₂溶液を比較した場合、CaCl₂溶液の場合には水みちが1本に収束しなかった。

→Ca型化による緩衝材の膨潤性低下による流出挙動への影響が推測される。

[1] 平成26年度 地層処分技術調査等事業 処分システム工学確証技術開発 報告書(第2分冊)－人工バリア品質／健全性評価手法の構築－緩衝材

試験2 蒸留水の人工注水による緩衝材流出抑制確認試験

圧縮ベントナイトとベントナイトペレットをセルに装填した緩衝材供試体に対し、事前に蒸留水で飽和させた後、底面より通水した。



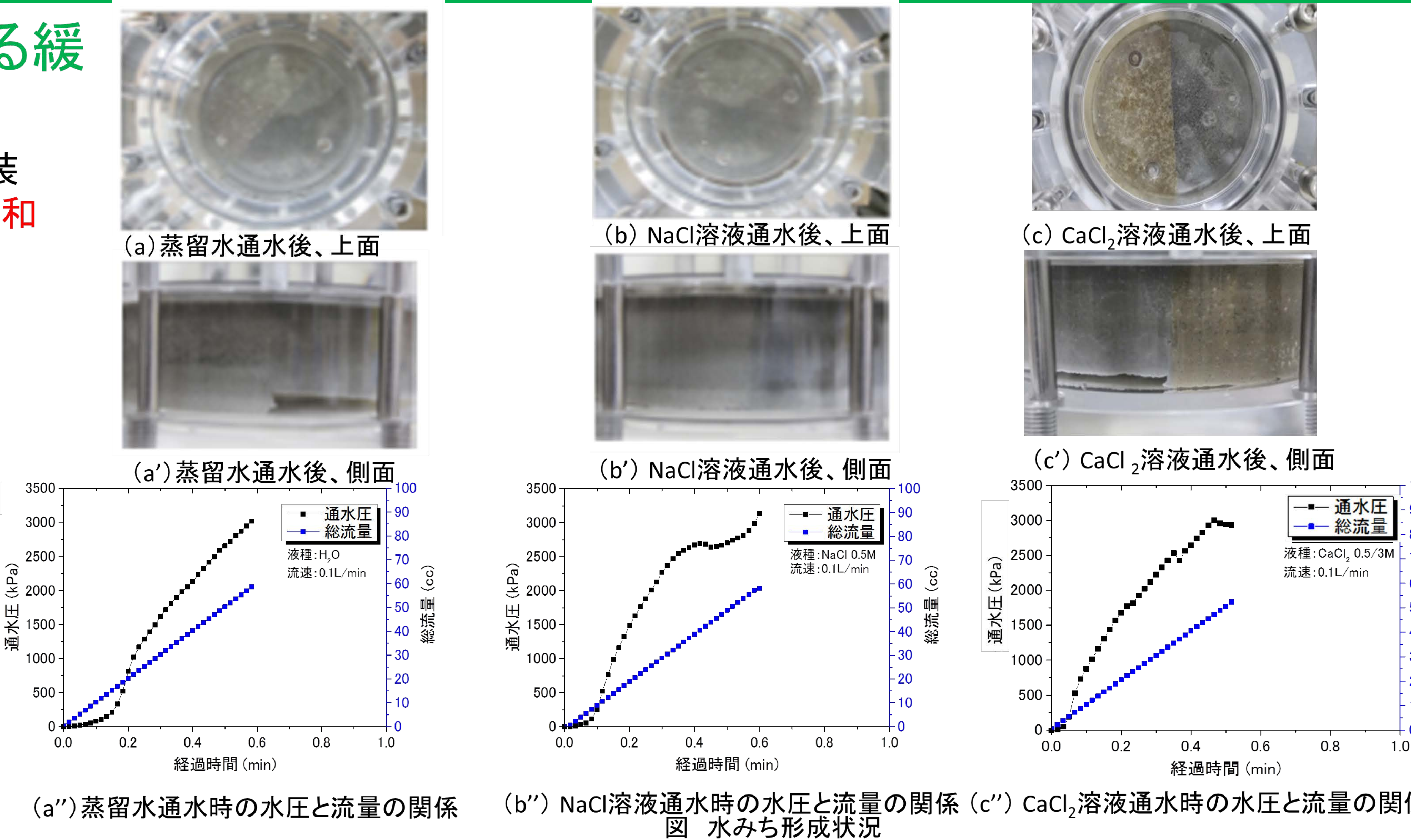
試験条件

供試体

- ・クニゲルV1(Na型ベントナイト)、30wt%ケイ砂混合体 (乾燥密度: 1.6Mg/m³)
- ・ベントナイトペレット (Na型ベントナイト 100%、乾燥密度: 1.5Mg/m³)

通水液

- ・蒸留水 (0.1L/min)
- ・NaCl溶液 (0.5M、0.1L/min)
- ・CaCl₂溶液 (0.5M、0.1L/min)



- ・すべての緩衝材内部、近傍において水みちが形成されなかった。

→緩衝材中の間隙、及び周辺の隙間が蒸留水の人工注水による膨潤のため閉塞したことより、水みちが形成されない。

- ・すべての緩衝材について通水圧が上昇

→通水液が緩衝材内部に流れていない。このためイオンの浸透が拡散のみとなり、浸透する速度が試験1の場合と比べ抑制されるため、イオン強度、Ca型化による緩衝材への影響についても緩和されると考えられる。

まとめ

- ・緩衝材の水みちは地下水成分によらず形成されたが、通水液のイオン種、イオン濃度により水みちの収束挙動が異なるため、地下水成分が異なる際には流出の規模が異なる可能性がある。
 - ・緩衝材の水みちの収束形態は、Ca型化による緩衝材の膨潤性能の低下による影響が観察されたため、緩衝材とイオンの相互作用によってもたらされる緩衝材の性質(膨潤性等)に影響される可能性がある。
 - ・蒸留水による人工注水により、緩衝材が十分に膨潤することにより水みちの形成が抑えられる。
 - ・水みちの収束挙動に対し影響を与えるイオンの浸透が拡散のみになり、緩衝材へのイオンの浸透を抑制すると考えられる。
- 蒸留水による人工注水は緩衝材の流出を防止する有効な工学的対策になりうる。