

幌延深地層研究所

－研究トピックス③：堆積岩中の亀裂を対象と した原位置トレーサー試験－

平成28年3月7日

堆積岩処分技術開発グループ

背景・目的

- 地層処分の安全評価においては、水みちの水理特性や物質移行特性を評価することが重要。
- 結晶質岩に限らず、堆積岩(泥質岩)においても亀裂が発達する場合があります、特に断層は主要な水みちとして最も機能しやすい (Mazurek et al 1998, Ishii 2015)。
- 亀裂(断層)中の物質移行特性を評価するための原位置試験は結晶質岩系では事例があるものの、堆積岩中の亀裂(断層)を対象とした原位置試験は国内外でも例がない。



幌延URLを利用した原位置トレーサー試験を実施

- 既存の原位置試験技術の適用性確認
- 原位置試験による泥質岩の物質移行特性データの蓄積

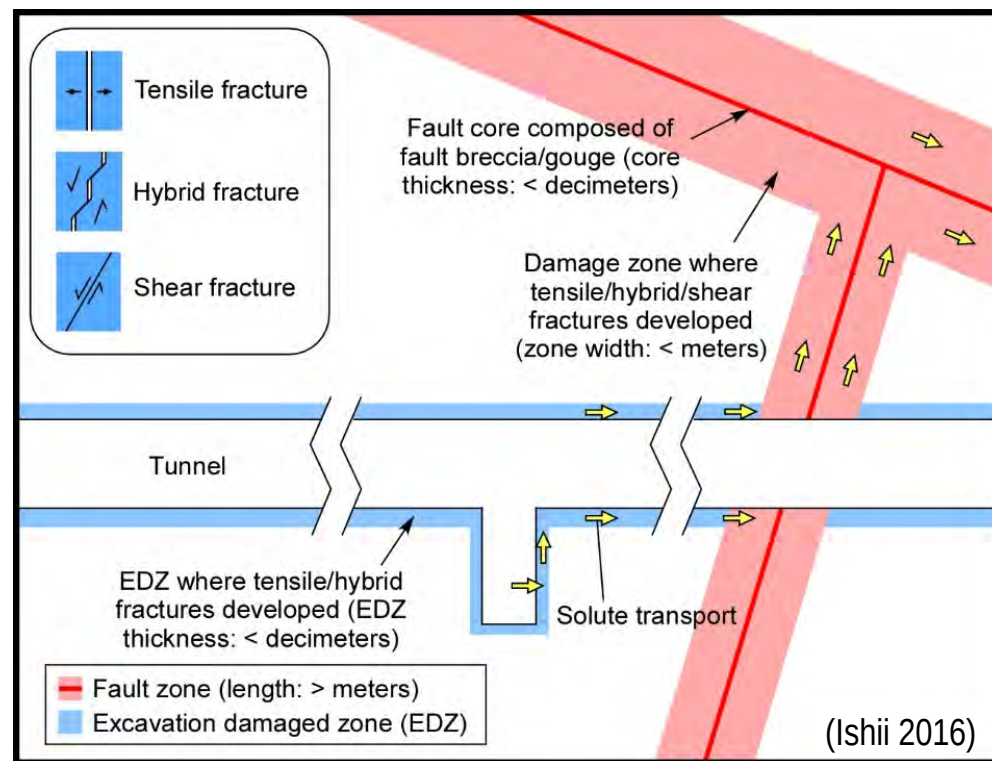
物質移行経路として重要な構造

主要な物質の移行経路

- ・EDZ
- ・断層(帯)

断層帯は3つの構造で構成
(Ishii 2016)

- ・引張亀裂
- ・せん断亀裂
- ・ハイブリッド亀裂



幌延堆積岩(稚内層浅部)における物質移行概念

ハイブリッド亀裂を対象とした
トレーサー試験を実施

調査スキーム

調査項目

□試験箇所を選定



□対象亀裂の確認



□対象亀裂の水理学的連続性の評価



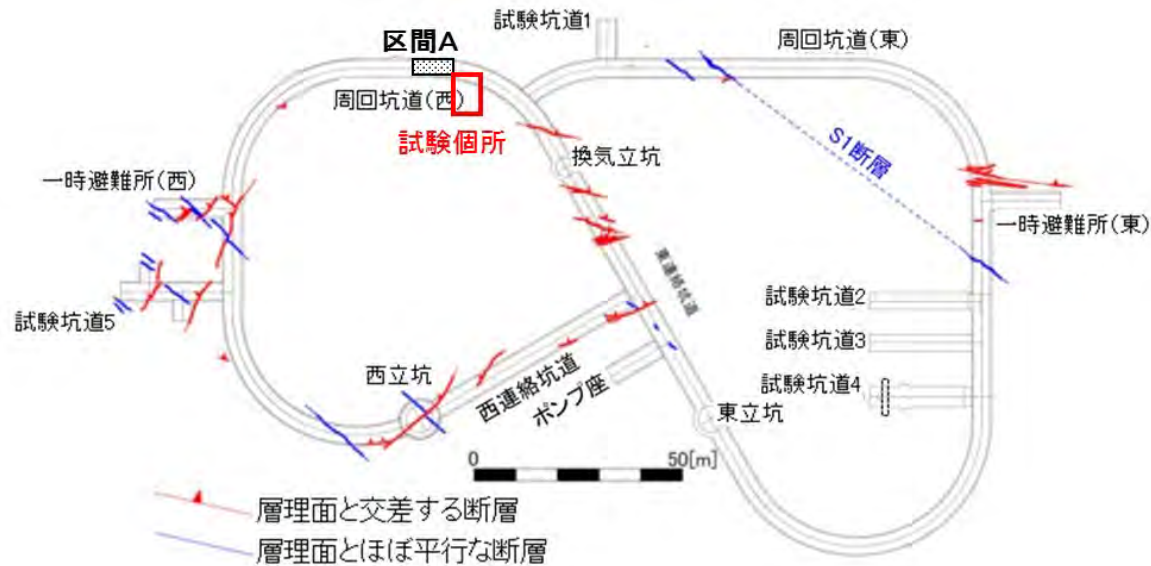
□トレーサー試験

- 試験条件の確認（非収着性トレーサー試験）
- 物質移行特性の把握（収着性トレーサー試験）

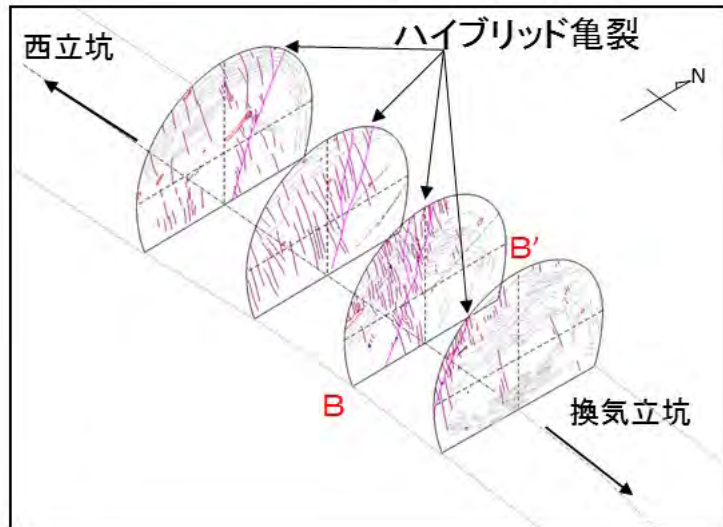


□コア試料採取

試験箇所の選定



深度350m調査坑道(平面図)

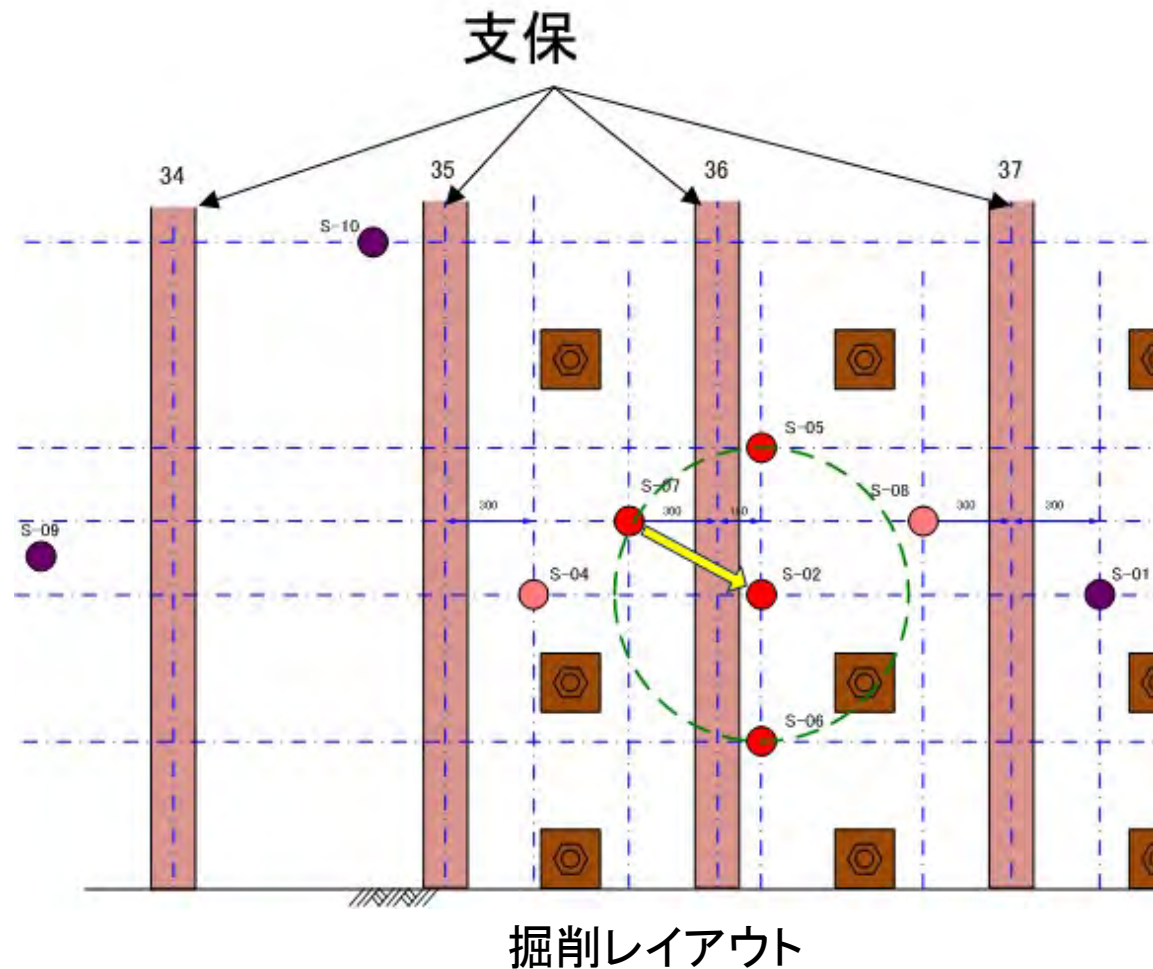


坑道切羽の地質スケッチ(上図区間A)

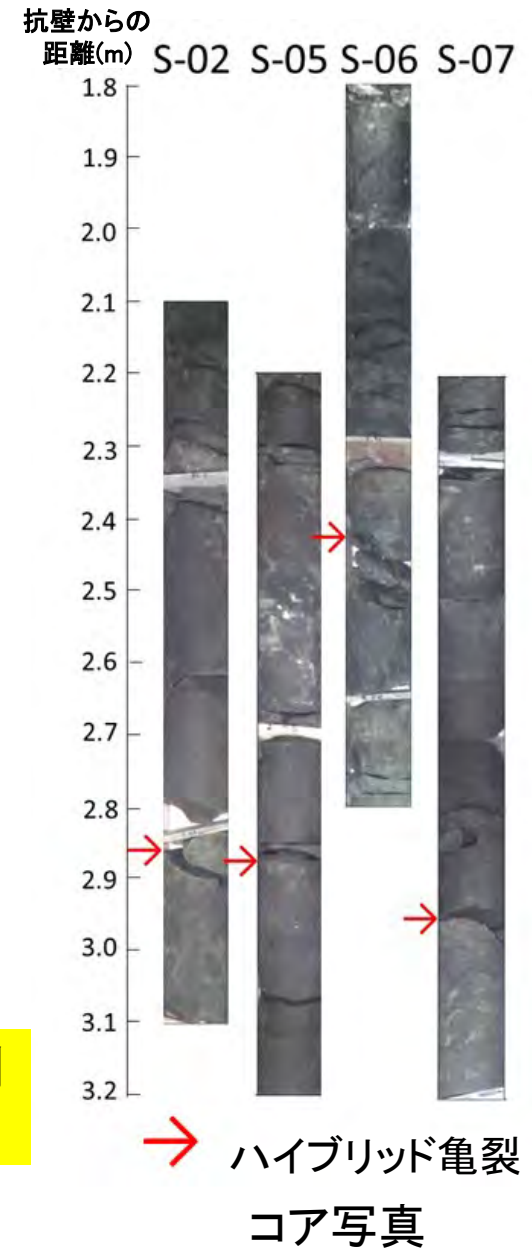


B-B'断面の切羽写真

対象亀裂の抽出

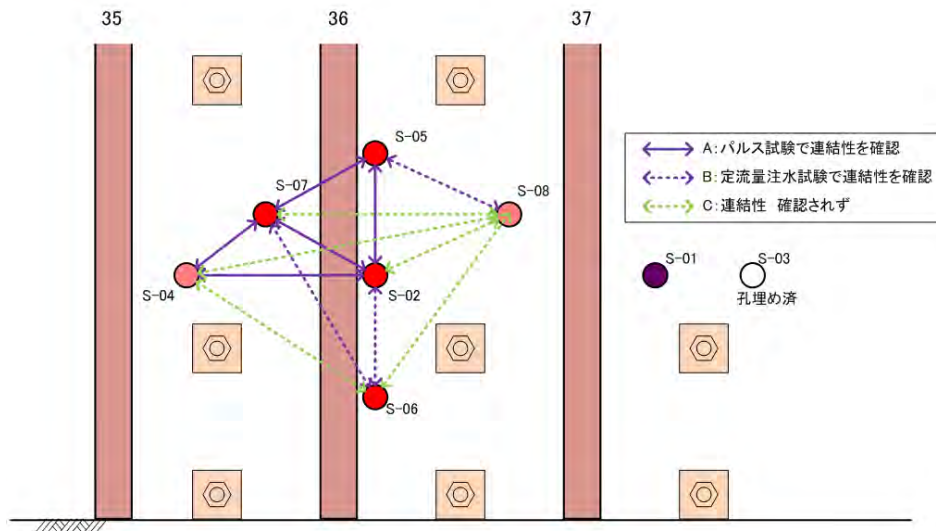


- 坑道壁面に対し水平孔(掘削長約3m、 $\Phi 98\text{mm}$)を掘削
- 各孔で試験対象とするハイブリッド亀裂を確認

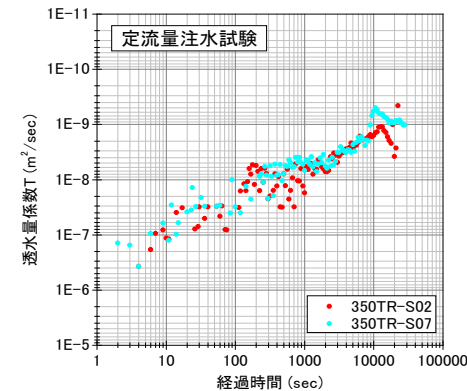
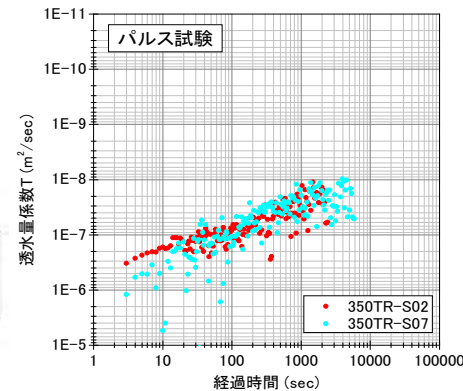


対象亀裂の水理学的連続性の評価

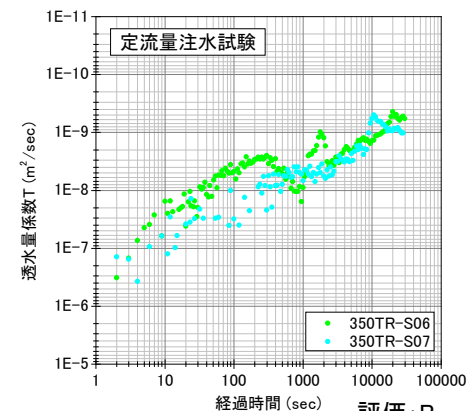
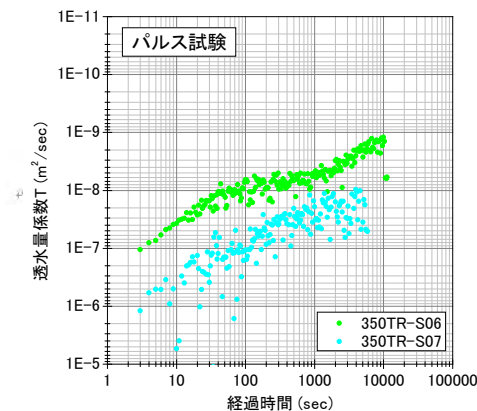
TNP (Transmissivity Normalized Plot) 解析における透水量係数 T の時間変化傾向に着目
パルス試験において傾向が一致: 孔の近傍で連続 (連続性A)
注水試験において傾向が一致: 孔の遠方で連続 (連続性B)
パルス、注水試験どちらも傾向が不一致: 注水試験影響範囲内で連続性がない (連続性C)



孔間の水理学的連続性



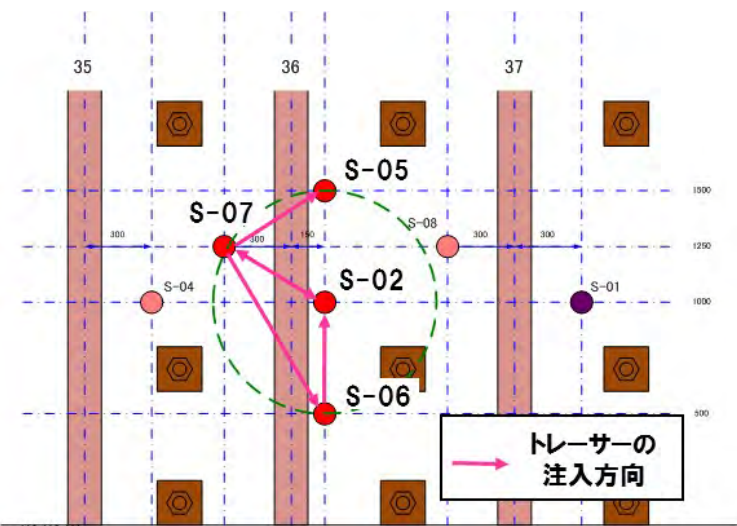
評価:A



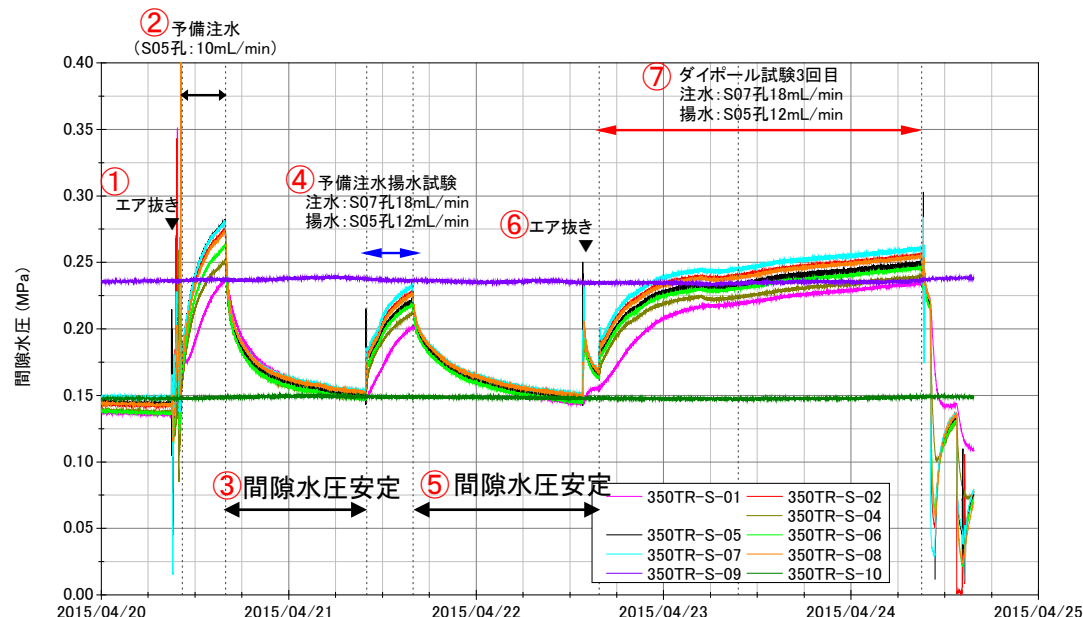
評価:B

解析結果例

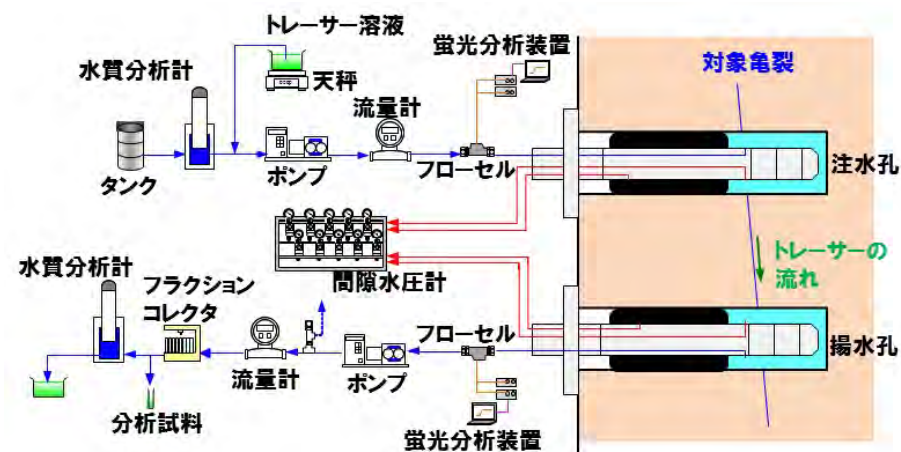
トレーサー試験概要



試験レイアウト



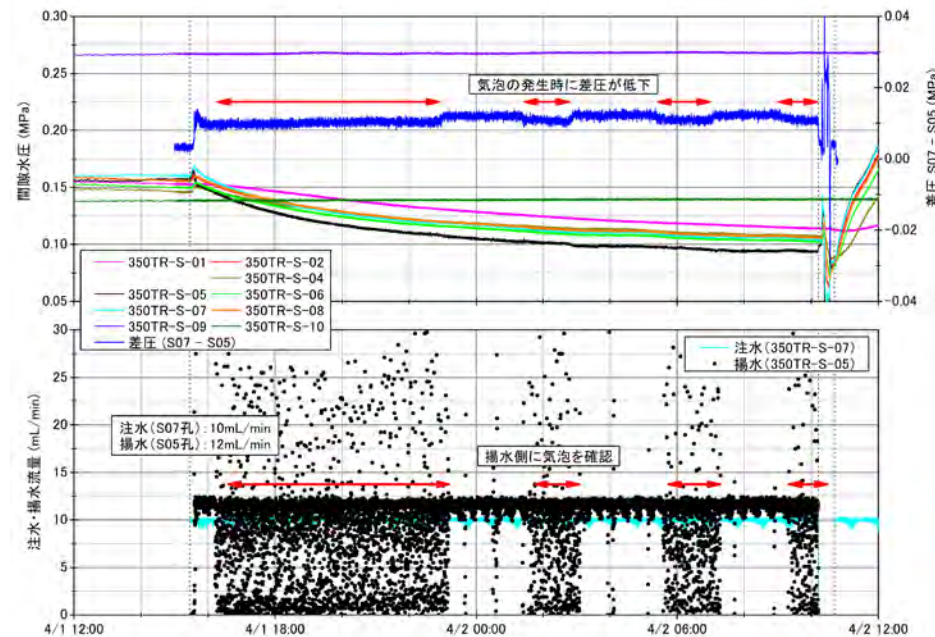
トレーサー試験の一連の流れ



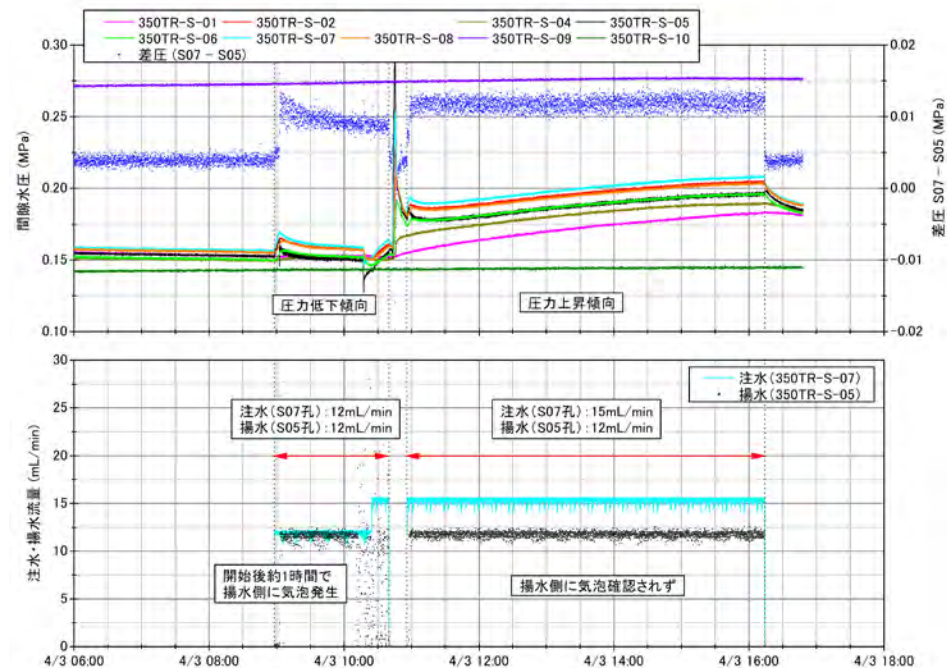
試験装置概要

試験系内の遊離ガスの排除と試験中の遊離ガスの発生防止を目的に**エア抜き**及び**予備注水／揚水**を実施

試験条件の確認(遊離ガスの影響)



遊離ガスの影響が大きい場合



遊離ガスの影響が小さい場合

ダイポール比(注水量と揚水量の比)が小さい場合に遊離ガスが発生
→遊離ガスが発生しない試験条件の設定が重要

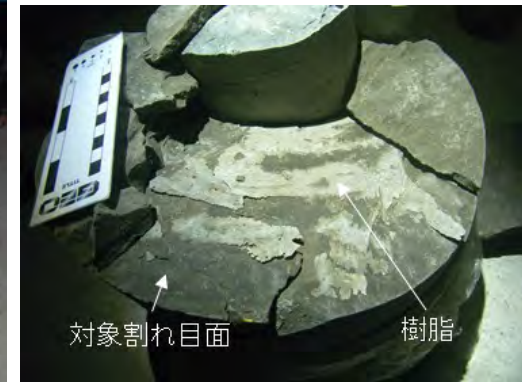
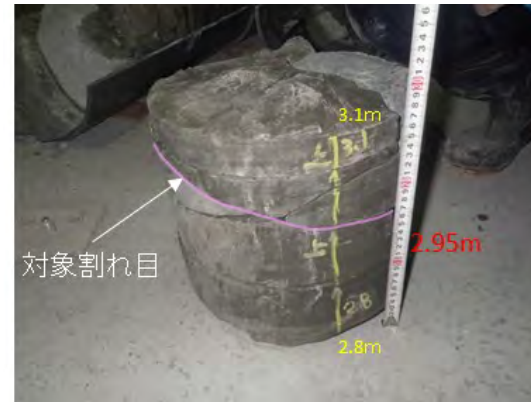
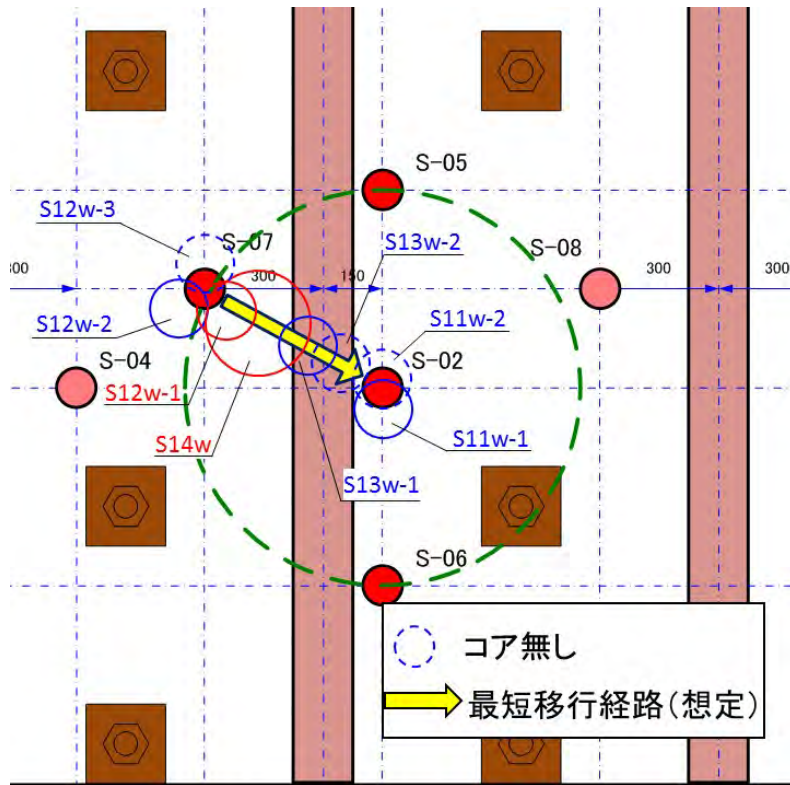
トレーサー試験結果

トレーサー試験の全試験ケース

	注水孔 深度[m]	揚水孔 深度[m]	注水孔 体積[L]	揚水孔 体積[L]	注水流量 [mL/min]	揚水流量 [mL/min]	ダイポール比	投入トレーサー 濃度[mg/L]	回収率[%] (フローセル)
1P-1	S-07 2.9~3.4m	S-02 2.7~3.1m	1.09	1.02	10	11.5	0.87	10.95	59.2
1P-2	S-07 2.95~3.4m	S-02 2.75~3.1m	0.38	0.23	10	11.4	0.88	10.29	80.3
1P-3					10	11.5	0.87	9.97	83.8
1P-4					10	11.2	0.89	5.54	71.8
1P-5					10	11.7	0.85	1.01	73.9
1P-6					15.3	11.7	1.31	5.54	73.5
1P-7					12	11.7	1.03	5.03	74.8
2P-1	S-07 2.95~3.4m	S-05 2.8~3.2m	0.38	0.31	15.3	11.5	1.33	4.68	64.6
2P-2					15.3	11.7	1.31	5.36	68.5
2P-3					17.8	11.6	1.53	4.99	61.6
3P-1	S-02 2.75~3.1m	S-07 2.95~3.4m	0.23	0.38	15.3	11.7	1.31	4.79	82.5
3P-2					17.9	11.7	1.53	5.29	58.6
3P-3					12	11.5	1.04	4.90	76.8
4P-1	S-06 2.4~2.8m	S-02 2.75~3.1m	0.31	0.23	12	11.5	1.04	5.12	58.8
4P-2					15.4	11.6	1.33	5.07	57.9
4P-3					10	11.1	0.90	5.10	74
5P-1	S-07 2.95~3.4m	S-06 1.9~2.4m	0.38	0.31	12	11.6	1.03	4.83	76.9
5P-2					10	11.5	0.87	5.31	64.6
5P-3					15.4	11.7	1.32	4.72	75.7
収着性	S-07 2.95~3.4m	S-02 2.75~3.1m	0.38	0.23	12.1	11.7	1.03	ウラン: 5.2 Cs: 101 Ni: 10 Eu: 10 Mo: 10 I: 1500 D ₂ O: 30(%)	12.5 (ウラン)

トレーサー回収率は概ね60%~80%(収着性トレーサー試験は12%程度)

コア試料採取



採取したコア例(S14w)



採取したコア例(S12w-1)

※概ね各孔における対象割れ目の遭遇地点

まとめと今後の予定

- ◆ 堆積岩中の亀裂を対象として実施したトレーサー試験について事例的に報告
- ◆ 既存のトレーサー試験手法の適用性の確認
- ◆ 今後コア試料の室内分析（CT分析、研削等）結果も踏まえ、亀裂の物質移行特性を評価する予定