

Natural resource exploitation

📅 Fri. Oct 31, 2025 9:15 AM - 11:30 AM JST | Fri. Oct 31, 2025 12:15 AM - 2:30 AM UTC 🏢 Room-F(3F-Tachibana)

[2F01-06] Natural resources development(1)

Chair:

Takaaki Uetani(INPEX Corp.) 9:15~10:15

Masaru Ihara(Japan Organization for Metals and Energy Security) 10:30~11:30

🇯🇵 Japanese

9:15 AM - 10:00 AM JST | 12:15 AM - 1:00 AM UTC

[2F01]

Innovative rock fracturing technologies using carbon dioxide and bio-based reactive high-viscosity fluids

○Noriaki Watanabe Watanabe¹ (1. Tohoku University)

🇯🇵 Japanese

10:00 AM - 10:15 AM JST | 1:00 AM - 1:15 AM UTC

[2F02]

Thermo-Hydro-Mechanical coupled behavior of rock fractures in subsurface resource development

○Takuya Ishibashi¹ (1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

10:15 AM - 10:30 AM JST | 1:15 AM - 1:30 AM UTC

break

🇯🇵 Japanese

10:30 AM - 10:45 AM JST | 1:30 AM - 1:45 AM UTC

[2F03]

Digital Rock Physics for Unconsolidated Sandstone

○Katsumo Takabayashi¹ (1. INPEX CORPORATION)

🇯🇵 Japanese

10:45 AM - 11:00 AM JST | 1:45 AM - 2:00 AM UTC

[2F04]

Investigation of optimal analysis method for soil CO₂ observation data for CCS projects - Field test in Kashiwazaki region, Niigata Prefecture -

○Akihiro Kono¹, Shintaro Kuroda¹, Yuki Kobayashi¹, Yuichi Sugai² (1. INPEX, 2. Kyushu University)

🇯🇵 Japanese

11:00 AM - 11:15 AM JST | 2:00 AM - 2:15 AM UTC

[2F05]

Study on a CO₂ leak monitoring method in CCS using hydrogen as a tracer

○Yuichi Sugai¹, Atsushi Miyazono², Yuki Kobayashi³, Yuki Horiuchi³, Akihiro Kono³ (1. Faculty of Engineering, Kyushu University, 2. Graduate School of Engineering, Kyushu University, 3. INPEX CORPORATION)

🇯🇵 Japanese

11:15 AM - 11:30 AM JST | 2:15 AM - 2:30 AM UTC

[2F06]

Localized corrosion evaluation of CRA OCTG materials in CCS well environments.

○toshiyuki sunaba¹, hirotaka mizukami¹ (1. INPEX CORPORATION)

CO₂とバイオベース反応性増粘流体を用いた革新的岩石破碎技術(東北大学) ○渡邊 ^{わたなべ} ^{のりあき} 則昭

1. はじめに

地熱発電, 二酸化炭素の地中貯留 (CCS), 再生可能エネルギー由来の水素の地下貯留など, 地下エネルギーインフラの構築においては, 深度 1000~5000 m, 温度 30~300°C 程度の岩盤に高浸透性のき裂を形成し, 流体の通路を人工的に確保する技術が不可欠である。近年は, より安全・効率的で環境負荷の少ない技術の開発が強く求められている。

従来の水圧破碎法は, 坑井からの流体圧入によって岩石を破壊する単純な力学的技術であるが, 高压注入による誘発地震の懸念, 中程度の浸透性を有する岩石での流体損失やき裂開口の困難さ, さらには開口後の維持の困難さなど, 技術的・環境的限界が顕在化している。このような背景を受け, 化学的手法, 特にグリーンケミストリーに基づく革新的破碎法の開発が求められている。

著者らの研究グループは近年, 低粘度で岩石への浸透・刺激が可能な超臨界 CO₂と, 析出物の生成を抑制しつつ鉱物溶解を加速する植物由来・生分解性キレート剤 (グルタミン酸二酢酸:GLDA), および微生物由来・耐熱性増粘多糖類 (スクレログルカン) を含むバイオベース反応性増粘流体を用いた, 低圧・高効率・プロパント不要の革新的岩石破碎技術「CO₂リアクティブフラクチャリング」の研究開発を開始した。本講演では, 本技術の着想, 開発経緯, およびその有効性に関する成果と今後の展望について紹介する。

2. CO₂リアクティブフラクチャリングの着想に至るまでの背景

著者らの研究グループはこれまで, 超臨界 CO₂や超臨界水など「超低粘度流体 (粘度:

100 μPa·s 以下)」を用いた地熱貯留層造成に関する研究を展開してきた。その中で, 超低粘度流体が比較的低压でのき裂形成を可能にすることや, 形成されたき裂の浸透性の変化挙動を明らかにしてきた (例: Watanabe et al., 2017, *Nature Geoscience*; 2019, *Scientific Reports*; Pramudyo et al., 2022, *Rock Mechanics and Rock Engineering*)。これらの成果は, NEDO の超臨界地熱発電技術および JOGMEC によるカーボンリサイクル CO₂地熱発電技術の研究開発に活かされてきた。

しかし, 流体圧入を伴う限り, 天然き裂のせん断すべりによる誘発地震のリスクは避けられず, 破碎の適用は最小限に抑える必要がある。そこで注目されるのが, 鉱物溶解によって浸透性を向上させる化学的手法との併用である。

従来の化学的刺激法では塩酸やフッ酸が用いられてきたが, これらは反応性が高すぎて多様な鉱物と複雑な反応を引き起こし, 析出による浸透性低下や有効範囲の狭さといった課題があった。そこで著者らは, JAPEX とともに, 金属イオンと安定な錯体を形成することで析出を抑制し, 鉱物溶解を促進できる植物由来・生分解性キレート剤 GLDA に着目し, 200°C程度の高温度環境にも耐える環境調和型鉱物溶解技術を開発した (特許第 7115692 号)。この技術は, Watanabe et al. (2021, *Scientific Reports*), Pramudyo et al. (2024, *Geoenergy Science and Engineering*) などにより学術的妥当性が示され, GFZ (ドイツ地球科学研究センター) やエルサルバドル大学との国際共同研究を通じて地熱応用展開が進んでいる (例: Salalá et al., 2024, *Geothermics*; Muhl et al., 2025, *Geothermics*)。

さらにこの技術は, より低温 (100°C未満) の

条件下における CO₂地中貯留と鉱物固定の促進や、天然水素生成・回収技術としての応用可能性も示されている (Wang et al., 2024, Science Advances ; Salalá et al., 2025, Communications Earth & Environment, 2025 ; 特許第 7726549 号 ; 特願 2025-069581)。そのため本技術は JOGMEC 先進的 CCS 支援事業に関連した JAPEX との研究や NEDO フロンティア育成事業における天然水素に関する研究開発に組み込まれている。

一方、新潟県の天然ガス貯留層を対象とした INPEX との研究や、JOGMEC によるカーボンリサイクル CO₂地熱発電技術に関する研究開発において、著者らは「中程度の浸透性を持つ岩石では、き裂形成後に流体がリークし、き裂が開口しない(いわゆる『暖簾に腕押し』状態になる)」という現象を明らかにした。

この課題を解決するには高粘度流体の使用が望ましいが、一方で粘度を上げると破碎圧力が上昇し、誘発地震のリスクが高まるというジレンマがあった。これを打破すべく、現在進行中の上記 JOGMEC プロジェクトにおいて、JOGMEC および GERD とともに、低粘度の CO₂で初期き裂を形成した後、高粘度の水で開口・進展させる「CO₂水押破碎」を提案・開発している (Takuma et al., 2024, Geothermics ; Pramudyo et al., 2024, Geothermics ; 特願 2024-09484)。

ただしこの手法でも、高温下でのプロパントの長期安定性や輸送困難性といった課題は依然として残されていた。

3. CO₂リアクティブフラクチャリングに関する研究開発の成果

このような背景から著者らは、CO₂水押破碎における水の代替として GLDA 水溶液を用い、鉱物溶解によってき裂面に凹凸を形成し、耐力・高浸透性流路を構築する手法 (特願 2025-97500) を JOGMEC および GERD とともに考案した。

先行研究では、GLDA が黒雲母などの特定の鉱物を選択的に溶解して形成された孔隙が連結することで不均一な溶解が進行し、高浸透性流路が形成されることが示されている (Takahashi et al., 2023, Geothermics)。しかし、水圧破碎の比較的短時間のプロセスでは、GLDA 単独による効果は限定的である可能性が高い。

そこで、鉱物溶解の律速因子であるケイ素 (Si) の溶出を促進するために、マイルドな HF 源としてフッ化水素アンモニウム (NH₄HF₂) を少量添加することを着想した。また、過剰な反応によって均一溶解となり凹凸形成が阻害されるリスクを回避するため、流速増加時に粘度が低下する性質 (シアニング) を持つ増粘剤を併用し、流体流動を高浸透性領域に集中させる設計とした。増粘剤はまた、き裂外への流体損失抑制にも寄与する。

このようにして、GLDA、スクレログルカン、NH₄HF₂を含む水溶液からなるバイオベース反応性増粘流体を考案し (特願 2025-77753)、150°C・封圧下における安山岩質凝灰岩および花崗岩コアを用いた流通実験を実施した。その結果、約 4 時間で鉱物溶解により耐力・高浸透性流路が形成され、浸透性が 5 倍以上向上することを実証した。

さらに、150°C・真三軸応力下における安山岩質凝灰岩ブロックを用いた CO₂リアクティブフラクチャリング実験では、CO₂水押破碎による浸透性の向上が約 4 倍であったのに対し、本技術では 15 倍程度の向上が確認され、その有効性が示唆された。今後、実験と数値解析を通じて有効性の更なる検証と鉱物溶解と岩石破碎が連成して進行する現象のメカニズムの解明を進める計画である。

謝辞: 本研究の一部は科研費 (No. 22H02015, No. 21K18200 , No. 22H04932 , No. 23H01903, No. 23K23283, No. 23K26596, No. 24K01412) による助成を受けたものである。

地下資源開発における岩石亀裂の熱－水理－力学連成挙動

（産業技術総合研究所・再生可能エネルギー研究所） ○石橋 琢也^{いしばし たくや}

シェールガスをはじめとする非在来型地下資源開発では、岩石亀裂はインタクトな岩石と比べて格段に高い透水性し、流体の主要な流路となる。したがって、そのダイナミックな挙動を精緻に把握することは、資源量評価や生産性予測の高度化に不可欠である。このことは地熱資源開発においても同様である。こうした背景のもと、我々の研究チームでは、岩石亀裂の熱－水理－力学連成挙動に関する室内実験および数値解析に長年取り組んできた（[1][2]など）。

地下資源開発では、地下の透水性を改善する目的で坑井を通じた加圧注水が行われる。これにより、新たに Mode I の亀裂が生成する、既存の天然亀裂でせん断滑り（Mode II）が発生する（あるいは両者が複合的に生じる）と考えられている。せん断滑りが生じると、亀裂面の凹凸によって面同士が支持され、新たな空隙が形成される（シアダイレクション、図1）。前者の機構によって透水性が向上することは自明である一方、地下数キロメートルを想定した地殻応力条件下（30 MPa 以上）で後者のメカニズムが発現し得るのか、その効果がどの程度あるのかについては、不明な点が多い。

そこで、我々は上記の問いに答えるべく、室内岩石実験を実施した。まず、岩石亀裂の臨界応力状態を再現し、その後、亀裂に注水して間隙水圧を増加（有効垂直応力を低下）させ、せん断滑りを誘発した。この過程で、変位、応力、流量などのパラメータに加え、微小破壊音データも取得し、それらに基づいてせん断滑りに伴う亀裂の水理－力学連成挙動を評価した。

実験の結果、注水に起因してシアダイレクションが生じる可能性は確認されたものの、その際の浸透率変化は、従来は 2-3 桁以上とも考えられていたのに対し、実際には高々 20 倍以下であることが明らかとなった。さらに、この実験は結晶質岩の亀裂を対象としており、頁岩等の堆積岩においては浸透率改善の程度がさらに低くなることが予想される。

加えて、仮に透水性が改善されたとして、地下温度環境下でその状態がどの程度維持され得るのかを簡易解析により検討しており、その結果についても紹介する。近年では、EGS Collab や FORGE といったプロジェクトにおいて、数メートル～数十メートル規模の亀裂でシアダイレクションの発現を検証する試験も報告されている。本講演では、これらの結果と本研究成果との整合性についても議論をする。

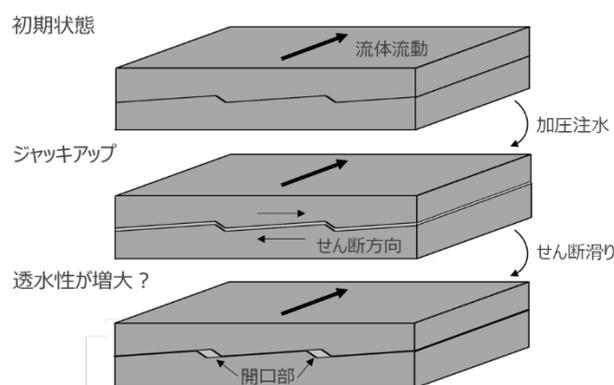


図1. せん断滑りにともない透水性が増加するメカニズム

参考文献

- [1] Ishibashi T, Asanuma H, Mukuhira Y, and Watanabe N (2023) Int J Rock Mech Min Sci
- [2] Ishibashi T, Yamaya Y, and Asanuma H (2025) Int J Rock Mech Min Sci

未固結砂岩を対象とした Digital Rock Physics による検討

(INPEX) ^{たかばやしかつむ} 高林克百

当研究グループでは 2023 年から未固結砂岩の貯留層物性評価に Digital rock physics（以下 DRP）技術を取り入れた手法のワークフローの確立に取り組んできた。ワークフロー確立の第一歩として、球体充填型 DRP モデルから推算した浸透率と、ガラスビーズ（球体）を充填したスリムチューブの浸透率の実測値との比較を行い、良好な相関関係を確認した（表 1）。

表 1. スリムチューブ実験値と DRP モデル値

ITEM	孔隙率 (%)	浸透率 (md)
ST1 モデル	29.7	4000
ST1 実測	28.8	7700
ST2 モデル	32.18	3223
ST2 実測	31.59	6899

次に DRP モデルの精度を高める目的で、露頭から得られたサンプルの粒度分布、粒子形状（アスペクト比、真円度）を測定し、Stanford 大学が提供する Particula を用い、図 1 右に示す砂粒子のアスペクト比、真円度を反映した Nonspherical Irregularly Shaped Grains (NISG) を充填した DRP モデルを構築し、球体、楕円体を充填した DRP モデルから推算された浸透率のモデル間での比較を行い、対象としたエリアの砂粒子においては、粒子形状の情報の内、アスペクト比が浸透率予測には重要であり、楕円体を用いることで十分近似に耐えるモデルの構築が可能であることを確認した。

実測値との比較のために、凍結コアを用いた流動試験と楕円体を充填した DRP モデル、 μ CT 画像から作成した DRP モデルの比較を行った。DRP モデルが高い浸透率を推算した（表 2）。検討の結果、未固結砂岩を用いた浸透率測定には、

浸透率を低く見積もる傾向があることが示唆された。そこで μ CT 画像を元にした DRP モデルを基準とすることで、充填型 DRP モデルによる推算値の妥当性を検証する事とした。

表 2. DRP モデルの推算値と実測値の比較

ITEM	孔隙率 (%)	浸透率 (md)
楕円体充填モデル	39.54	13418
μ CT 画像モデル	39.72	5120
U1-7 実測	39.72	235
球体充填モデル	39.76	874



図 1. 粒子形状（左から球体、楕円体、NISG）

検討の結果、粒度分布測定結果（外接円相当）及びアスペクト比を反映させた楕円体を充填した DRP モデルは、外接円近似（図 2 左）に相当し浸透率を高く見積もる傾向があるため、この推算値を上限値とし、新たに μ CT 画像データの砂粒子を図 2 右の様に球体の集合体として解析（内接円相当）し、その情報を元に球体を充填した DRP モデルから推算した浸透率を下限值（表 2、球体充填モデル）とした。これらの結果から、ある程度、対象とする未固結砂岩の浸透率の幅を推定する事が可能となった。

今後は、予測精度向上のため、 μ CT 画像から直接、砂粒子を 3D モデル化する手法を取り入れた充填型 DRP モデルを開発する。

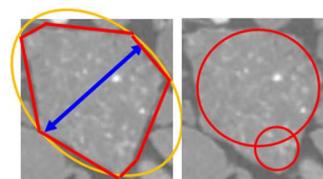


図 2. 充填粒子の近似方法（左:上限、右:下限）

新潟県柏崎地域を例とした、CCS 事業における最適な土壌内 CO₂ 観測データ解析手法の検討

(株式会社 INPEX*・九州大学**) ○河野 昭博*・畔田 慎太郎*・小林 佑輝*、

菅井 裕一**

1. 緒言

近年 CO₂ の排出を抑制する一つ的手段として CO₂ の地下貯留 (CCS; Carbon Capture and Storage) が注目されており、世界各地で CCS プロジェクトが進行している。一方で、CCS の安全性について、地元住民・自治体等のステークホルダーに説明して理解を得ることは、事業を円滑に進めていくうえで極めて重要である。特に、地下に貯留された CO₂ が地表へ漏出するかどうかという点は社会的に大きく注目される点であり、事業主は漏出有無の監視、及び漏出確認後の迅速な対応が求められる。CO₂ が貯留層から地表へ漏出していないかを地表で監視する手法の一つとして、表層土壌内の CO₂ 濃度を監視する手法が挙げられる。一方で、土壌内 CO₂ 濃度は自然由来の様々な要因 (土壌条件、気象・気候条件等) により変動するため、CO₂ 圧入前の一定期間バックグラウンドデータを取得し、自然由来の変動を考慮した異常検出基準 (ベースライン) 作成のための事前検討が必要となる。本講演では、新潟県柏崎地域を例に、複数観測点で観測された CO₂ 濃度データに対する複数解析手法の適用結果例を示し、CCS プロジェクトにおける最適な CO₂ の早期漏出検知のための解析手法・手順について議論する。

2. 観測・解析手法

2023 年 8 月に新潟県柏崎市市内に観測点を 5 点設置し、各観測点に CO₂・O₂ センサー、及び土壌温度・水分計を開閉式チャンバー内に設置した。チャンバーは蓋を 1 時間 45 分間閉鎖し、その間に土壌から放散される CO₂ の濃度変化を記録後、15 分間開放することでチャンバー内の CO₂ 濃度を大気中の CO₂ 濃度にリセットするというサイクルで運用した。この開閉操作を繰り返すことで、チャンバーの蓋が

閉鎖されている期間における CO₂ 濃度の最大上昇勾配から土壌 CO₂ フラックス (単位時間・単位面積あたりの CO₂ 放散量、単位: mmol/m²/hour) を算出する。この土壌 CO₂ フラックスは、土壌内の微生物活動によって増減する土壌内 CO₂ 濃度と強い相関があると考えられ、同値と微生物活動に大きな影響を及ぼす土壌温度・土壌水分との関係を基にベースラインを構築することで、異常値の判定が可能になると考えられる。一方で、土壌 CO₂ フラックスは気圧の変化や降雨による土壌内の通気性の変化等の影響を受ける可能性があり、時にデータの過大・過小評価が起こることが予想される。そのため、本検討では土壌 CO₂ フラックスに加え、蓋閉鎖時の土壌からの CO₂ 放散パターンをモデル化することで、土壌内 CO₂ 濃度の推定を試み、同濃度と土壌 CO₂ フラックスの双方について観察を行った。加えて、求めた土壌 CO₂ フラックスと土壌内 CO₂ 濃度の変化の要因について分析するため、土壌温度・水分・O₂ 濃度・気象条件との関係についても観察を行った。

3. 結果・議論

5 観測点全点で各季節の連続データを取得した結果、蓋閉鎖時の CO₂ 濃度の変動は夏季において最も大きく、冬季はほとんど変動しない (土壌 CO₂ フラックスがほぼゼロ値となる) 様子が確認された。外部から CO₂ が土壌に供給されて土壌 CO₂ フラックスの上昇が起きた場合、冬季は解析無しでも異常判定が容易であると考えられる。一方で、夏季は様々な自然由来の変動が見られたため、上述の解析手法を適用することで、自然由来変動の影響を低減するベースラインの設定、及びそこから異常値判定が可能か検証を行った。本講演では、主に春～秋にかけて取得されたデータの解析結果を示しながら、最適な CO₂ の早期漏出検知手法について議論する。

水素をトレーサーとした CCS における CO₂ の漏えいモニタリング手法の検討

(九州大学*・株式会社 INPEX**) ○菅井 裕一*・宮園 篤*・小林 佑輝**・堀内 佑樹**・河野 昭博**

1. 緒言

CCS (Carbon Capture and Storage) で不可欠な地表での CO₂ モニタリングでは、地下からの CO₂ 漏えい可能性が不確定であり、いつ・どこから漏えいするかの予測が困難である。また、土壌からの自然 CO₂ 放散が常に変動するため、自然の土壌 CO₂ と漏えい CO₂ の判別も難しい。発表者らは、地下に圧入する CO₂ 中の微量成分をトレーサーとして用いる手法を検討している。製油所で水素を製造する際に排出・回収される CO₂ には微量 (0.1~数%) の H₂ が含まれることが多く、これをトレーサーとして用いることで、地下からの CO₂ 漏えいを予測できる可能性がある。大気中の H₂ 濃度は極めて低く (約 0.5 ppm)、また分子径が小さく自己拡散係数が大きいので、CO₂ より早く地下から地表へ漏えいすることが期待される。本研究では、微量の H₂ を含む CO₂ を地下浅層に注入し、注入井周辺の地表で H₂ および CO₂ のモニタリングを行なって、H₂ をトレーサーとして用いた CO₂ の漏えい予測手法の可能性を検討した。

2. 実験方法

本研究では、九大伊都キャンパス内の屋外試験フィールドに敷設された 5 m 坑井 (φ100 mm、塩ビ管製) および 20 m 坑井 (φ20 mm、鉄管製) を CO₂-H₂ 混合ガスの注入に用いた。5 m 坑井周辺に設置したモニタリングポイントの配置図を図 1 に示す。モニ

タリングポイントは、所定の位置に設置した金属製の脚付き網の上に H₂ および CO₂ センサーを設置し、市販の除湿剤 (吸水量約 50g/シート) を 4 シート置いてアルミ製チャンバーで覆うことにより構築した。CO₂-H₂ 混合ガスボンベからのガスは流量計を介して坑井上部に接続され、流量を 0.1 mL/min~3.0 mL/min の範囲で調整して注入を行った。

3. 結果および考察

5 m 坑井を用いた CO₂-H₂ 混合ガス注入試験結果の一例を図 1 に示す。この試験における CO₂-H₂ 混合ガス注入量は 0.5 L/min であり、同図中の点線の期間に総計約 675 L の CO₂-H₂ 混合ガスを注入した。H₂ および CO₂ が検出されたモニタリングポイントは圧入井から最も近い 1~4 に加えて、圧入井の東側に位置する 6 の合計 5 ポイントであった。これらのモニタリングポイントにおいては、圧入開始後、先に H₂ が検出され、その後に CO₂ が検出された。H₂ と CO₂ の検出開始時間の差はモニタリングポイントによって大きく異なり、35分~134分であった。CO₂-H₂ 混合ガスの注入量を変化させてさらに 2 回の試験を実施し、すべての試験において H₂ が先に検出され、その後に CO₂ が検出される結果であった。これらの結果から、5 m 圧入井については、H₂ を CO₂ の漏えい予測に用いることができる可能性が示唆された。

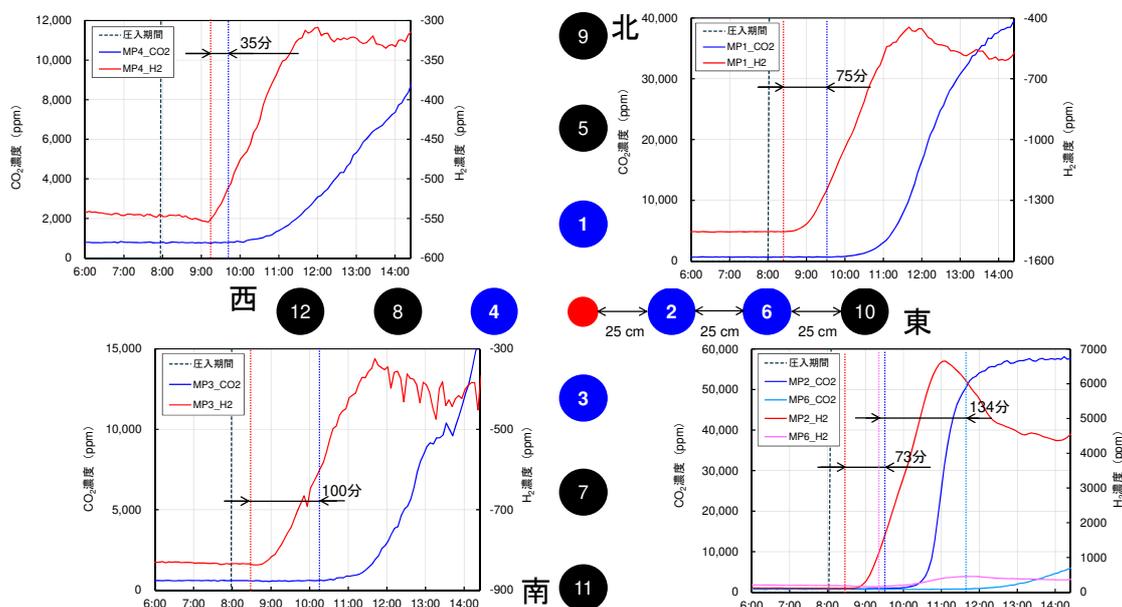


図 1 5 m 坑井およびモニタリングポイントの配置と注入試験における H₂ および CO₂ の検出挙動

CCS 坑井環境における CRA 油井管材料の局部腐食評価

(INPEX) すなばとしゆき みずかみひろたか
○砂場敏行, 水上裕貴

1. 緒言

CCS (Carbon Capture and Storage) は、CO₂削減における最も有効な手段の一つである。しかし、長期的な CO₂ の地下貯留における安全性の確保は、依然として重要な課題である。特に、圧入される高圧 CO₂ および含まれる不純物 (H₂S, O₂, SO_x, NO_x など) の影響により、油井管材料に腐食が生じる可能性が懸念されている。そのため、CRA (Corrosion Resistant Alloy) 材料の使用が検討されるが、CRA 材料では全面腐食に加えて局部腐食への対策も必要となる。そこで、本研究では、CCS 環境下における CRA 材料の局部腐食挙動を評価した。

2. 試験方法

2-1 試験材料と試験環境

試験材料として、CRA 油井管材料であるマルテンサイト系の Super 13Cr 鋼と 3 種類の二相ステンレス鋼 (22Cr, 25Cr) を供試した。(表 1)

試験温度は坑底環境を想定した 96°C、pH は想定される CO₂ 圧力より計算した 3.7 とした。塩化物イオン濃度は地層水 55,000ppm を基本として Worst Case(80,000ppm)の検討も行った。

表 1 試験材の化学組成と PREN

CRA	C	Cr	Ni	Mo	PREN*1
S13Cr	0.01	11.9	5.3	2.0	18.5
22Cr	0.02	22.8	5.4	3.2	36.0
25Cr-1	0.01	24.7	6.6	3.2	38.2
25Cr-2	0.02	24.6	5.0	1.14	31.4

*1Pitting resistance equivalent number

2-2 局部腐食評価試験

局部腐食は、ASTM G192-08 に準拠したステンレス鋼のすき間腐食再不働態化試験法により評価した。ステンレス鋼の耐食性は鋼表面の不働態被膜の健全性が重要な要素となる。ステンレス鋼の局部腐食は、孔食およびすき間で生じるが、一般的にすき間腐食がより厳しい環境となることから、すき間腐食を人工的に発生させ停止する電位を測定することにより局部

腐食の評価を行った。試験片サイズは 20mm×20mm×10mm とし、PTFE 製のすき間付与治具にて両面から挟みこむ形ですき間を付与した。

3. 試験結果と考察

図 1 に塩化物イオン濃度 550,00ppm 環境における各材料の浸漬時の腐食電位(Y1 軸)とすき間腐食再不働態化電位 (Y2 軸) を CRA の耐孔食指数(PREN)で整理した図を示す。各材料の腐食電位は若干のばらつきは見られたが大きくは変わらなかった。一方で、試験材の再不働態化電位は PREN に従った結果を示した。PREN が小さい S13Cr 鋼は腐食電位と再不働態化電位に差が 100mV 以下となっており、すき間腐食が発生すると停止しない可能性が高い、一方で 22Cr および 25Cr-1 は非常に高い再不働態化電位を有しており、CCS 環境でも安定な材質であることが示された。

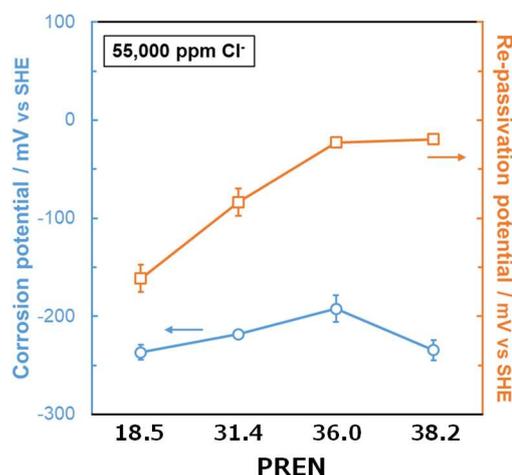


図 1 CRA 材料 PREN と腐食電位およびすき間腐食再不働態電位の関係

4. まとめ

- CCS 環境において S13Cr 鋼は、腐食電位とすき間腐食再不働態化電位の差が小さく、腐食発生時に停止しない可能性が高い。
- 二相鋼においては CCS 環境でも高い耐食性を有していることが確認された。