

CO₂ 地中貯留の数値解析による貯留性能評価

(株) J-POWER ビジネスサービス	正会員	○西 山 治希
(株) J-POWER ビジネスサービス	非会員	重 岡 優希
(株) J-POWER ビジネスサービス	非会員	木野戸 広
電源開発 (株)	正会員	鳥羽瀬 孝臣

1. 目的

日本政府は、2050 年までに温室効果ガスを 80%削減することを目標としている。日本では、温室効果ガスの 9 割以上が CO₂ であり、その 4 割を発電部門が占めている。発電部門では、エネルギーの安定供給と脱炭素化の両立が求められており、CCS (Carbon Capture and Storage) がキーテクノロジーである。本報告では、CO₂ の地中貯留 (Storage) に焦点を当てる。貯留層の貯留性能として、圧入性能と貯留容量が重要である。圧入性能は単位時間当たりの圧入量 (ton-CO₂/time) を示し、貯留容量はどれだけの CO₂ が貯留できるか (総 ton-CO₂) を示す。CO₂ 地中貯留の設計において、貯留性能を評価することは、合理的な貯留設計 (圧入坑井の配置, 坑井数, 圧入流量・時間などを考慮し, 圧入性能および貯留容量を最大化する) を行う上で重要である。本報告では、操業中の Quest CCS プロジェクトの公開情報等を用いて解析モデルを作成し、その上で数値解析において貯留性能を評価した (なお、本検討は公開情報に基づくものであり、事業者が行う評価とは異なる)。

2. 解析的手法

貯留層の貯留性能を評価する方法として、容積法と解析的手法がある。図-1 に示す解析的手法で貯留性能評価を行った。貯留性能評価を行うためのベースモデルをヒストリーマッチング (解析結果がモニタリング結果と整合するまで物性値等を変更する計算を繰り返してマッチングした際の物性値を解析の与条件とする) により作成し、このベースモデルに対して許容圧力を指標とし貯留性能を評価する手法を採用した。

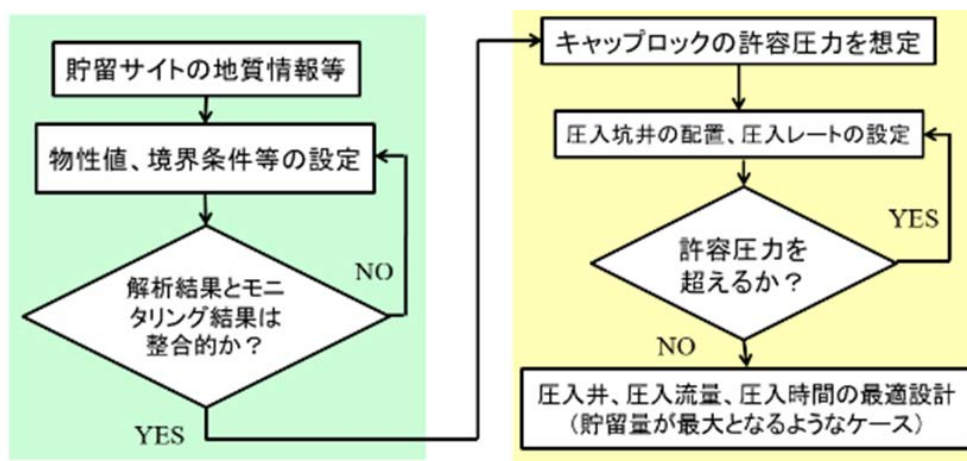


図-1 解析的手法によるヒストリーマッチングのフロー（左）および貯留性能評価フロー（右）

3. 解析モデルの作成

Quest CCS プロジェクトの情報が、カナダ・アルバータ州政府の HP に公開されているため、その公開情報で知り得る限りの地質情報 (堆積環境, 地盤物性値等) を用いて図-2 に示す解析モデルを作成し、圧力経時変化に関するヒストリーマッチングを実施した。図-3 に示すように公開情報による操業開始後のモニタリング結果および事業者が行う長期的な予測結果に対して、本検討のシミュレーション結果を整合させた。以上の検討より、貯留性能評価のための土台となる解析モデル (ベースモデル) を作成した。

キーワード CCS, CO₂ 地中貯留, 貯留層シミュレーション, 貯留容量評価

連絡先 〒104-0045 東京都中央区築地 4-6-5 BIZCORE 築地 7F (株) J-POWER ビジネスサービス 社会環境部 TEL 03-4213-2028

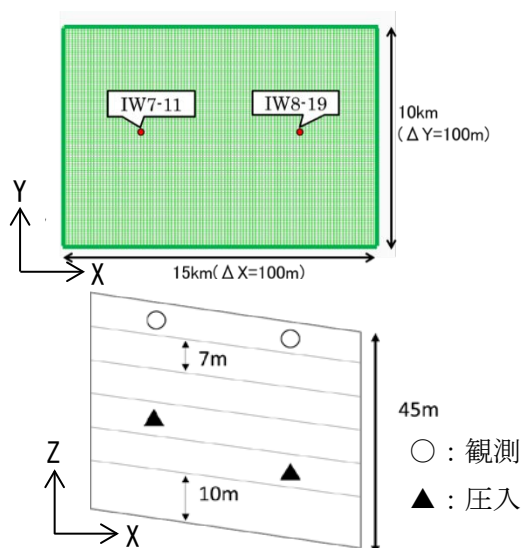


図-2 解析モデルの平面図（上）と断面図（下）

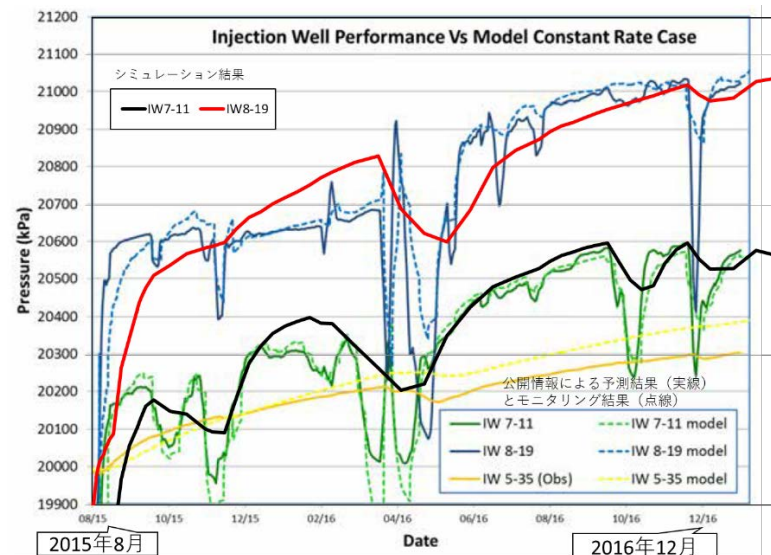


図-3 ヒストリーマッチングの結果

4. 貯留容量評価に関わる解析結果

貯留性能における貯留容量の評価指標として設定する許容圧力には、①キャップロックの破壊圧×70%、②キャップロックのシール能力を確保する圧力の2種類が考えられる。

キャップロックの破壊圧は力学的にキャップロックが破壊される上限の圧力であり、一般的にはこの上限の圧力の70%を評価指標の圧力として設定する。本検討では、①の圧力を公開情報から32MPaと設定した。

キャップロックのシール能力を確保するための上限圧力を超過すると、キャップロック内にCO₂が浸透し始める。キャップロックの厚さが十分でない場合にはCO₂の漏洩に繋がる。本検討では、②の圧力を公開情報から初期圧力+2MPaと設定した。

圧入坑井を6か所設定し（図-4 参照）、各坑井に50万 ton-CO₂/年（合計300万 ton-CO₂/年）のCO₂を圧入する条件で、25年間圧入を継続した場合の圧力経時変化を図-5に示す。本解析結果から、①キャップロックの破壊圧×70%の指標では、6坑井ともに許容圧力を満足するが、②キャップロックのシール能力を確保する圧力の指標では、2坑井のみ許容圧力を満足する結果となった。

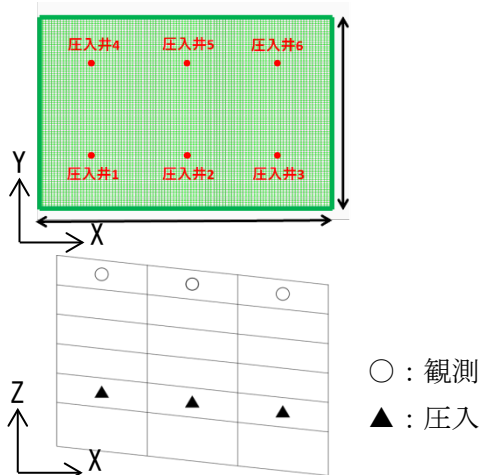


図-4 解析モデルの平面図（上）と断面図（下）

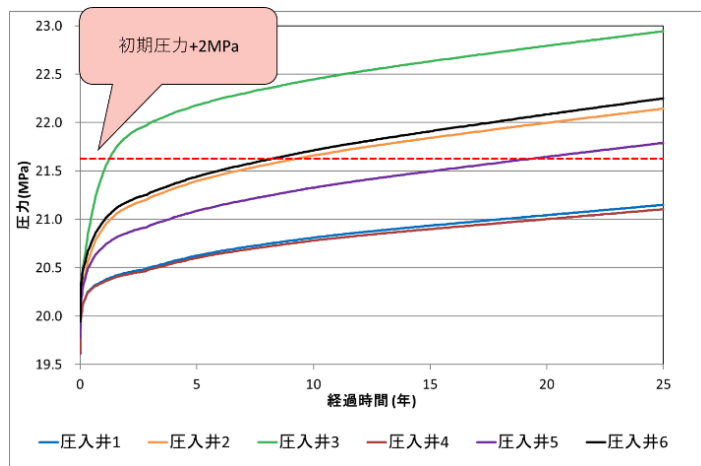


図-5 圧力経時変化

5. 今後の予定

本検討を踏まえ今後は、②キャップロックのシール能力を確保する圧力の指標を満足するよう、圧入坑井の配置、坑井数、圧入流量・時間、また必要に応じて圧力緩和坑井の設置などを考慮し、合理的な貯留設計を行う予定である。

6. 謝辞

本検討ではRITEの薛グループリーダーと中島副主席研究員のご指導を賜りました。厚く御礼申し上げます。