

CO₂貯留容量についての数値解析

(株) JP ビジネスサービス 正会員 ○西 山 治希

(株) JP 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

気候変動の緩和策として CCS に期待が寄せられている。CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) とは、化石燃料を用いた火力発電所などで排出される CO₂ を分離回収し、その CO₂ を貯留地点まで輸送して地中貯留する一連のシステムのことである。地中貯留における貯留層評価の主な検討項目は、①CO₂ 貯留容量の評価、②圧入性能の評価の 2 つである。本研究では、想定した貯留層の CO₂ 貯留容量を評価にすることを目的とし、容積法による検討および数値解析による検討を行った内容を報告する。

2. 容積法による検討

CO₂ 地中貯留のサイト選定段階で、貯留層に関する貯留容量の概算検討を行う方法として「容積法」があり、日本では公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)により以下の式が提案されている。

CO₂ 貯留容量 = S_f × A × h × Φ × S_g / B_gCO₂ × ρ₀ (1)

ある架空の貯留サイトを想定し、表-1 に示す物性値を (1) 式に代入して計算された CO₂ 貯留容量は約 20 万 t である。

表-1 容積法で用いる物性値

係数	内容	数値
S _f	貯留率 (-)	0.25
A	貯留可能域の面積 (m ²)	990×990
h	貯留層の層厚 (RCK1~3) (m)	12
Φ	貯留層の孔隙率 (-)	0.225
S _g	超臨界 CO ₂ の飽和度 (-)	0.5
B _g CO ₂	CO ₂ の容積係数 (-)	1/300
ρ ₀	CO ₂ の密度 (kg/m ³)	1.967

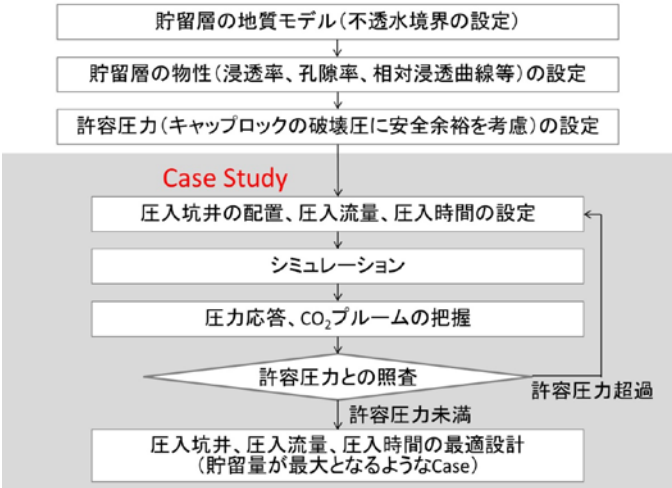


図-1 数値解析による検討手順

3. 数値解析による検討

貯留サイト選定後、坑井調査等により浸透率などのデータが得られた段階で、より精度高く貯留容量を検討するために数値解析を用いた検討が行われる。数値解析による検討の手順 (図-1 参照) を提案する。

本検討手順に基づくケーススタディを行った。地層モデル (図-2 参照) を設定し、物性データは容積法による検討と整合を図るとともに浸透率を設定 (表-2 参照) し、キャップロックの許容圧力を 15.5MPa とした。解析コードは多成分・多相流体を扱う TOUGH2-ECO2N を用いた。検討は 4 ケース (表-2 参照) 行い、CO₂ 圧入は所定の期間内に一定量の CO₂ を中断なく圧入することを条件とした。

計算結果は、圧入点および観測点の圧力経時変化を図-3 に、CO₂ プルームの挙動を図-4 に示す。ケース 2 とケース 3 の結果を比較すると、CO₂ の総圧入量は 13 万 t で同じであるが、貯留層内圧力が許容圧力 15.5MPa 以下の制約条件で照査したところ、ケース 3 は不適合となるが、ケース 2 は許容圧力以下で適合する。つまり、図-1 に示す検討手順に従えば、キャップロックの許容圧力以下で CO₂ 貯留容量を最大化するのはケース 2 であり、圧入流量 0.5kg/sec、圧入時間 3,000 日で、総圧入量 13 万 ton となる。

表-2 検討ケース

条件名	浸透率 (m ²)	圧入流量 (kg/sec)	圧入期間 (日)	総圧入量 (万 t)
ケース 1	1.0×10^{-14}	0.5	1500	6.5
ケース 2	1.0×10^{-14}	0.5	3000	13
ケース 3	1.0×10^{-14}	1.0	1500	13
ケース 4	1.0×10^{-13}	0.5	1500	6.5

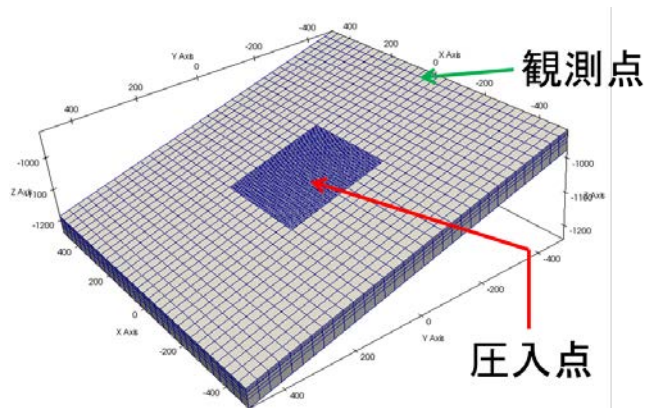


図-2 地層モデル

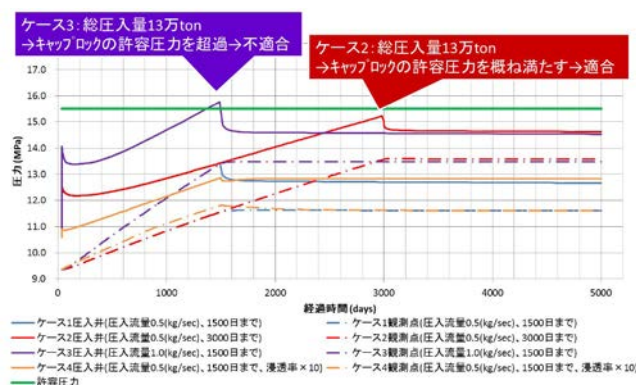


図-3 圧入点および観測点の圧力経時変化

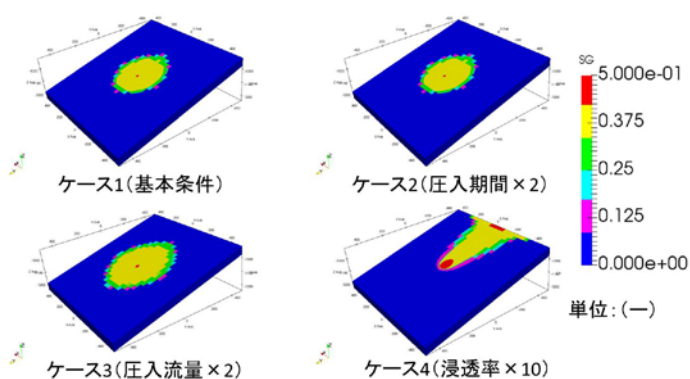


図-4 1500 日後の CO2 プルーム

4. 考察

今回行った貯留容量に関する「容積法」及び「数値解析」による各々の検討では、容積法による貯留容量は 20 万 ton、数値解析による貯留容量は 13 万 ton と評価された。資源分野で用いられる「資源量」と「埋蔵量」との対比で言えば、容積法による貯留容量は「資源量」に該当し、数値解析による貯留容量は「埋蔵量」に該当すると考えられる。今回の検討により、容積法に対する数値解析の比率は 65%程度であり、概ね妥当と思われる。

今回の報告は、貯留層モデルが非常に小さく貯留容量評価における初歩的な検討結果を示したものである。今後、より大規模な貯留層モデルを想定した場合、圧入井が複数必要になることが考えられる。その際には数値解析による検討手順(図-1 参照)を拡張することにより、キャップロックの許容圧力以下となることを条件に貯留層への圧入量(貯留量)が最大となるような複数の圧入井の配置検討や、キャップロックの許容圧力を超過するような場合には圧力緩和井の配置検討などが可能になると考えられる。これらの検討結果については、今後あらためて報告したい。

5. 謝辞

本研究では RITE の薛グループリーダーと中島主任研究員のご指導を賜りました。厚く御礼申し上げます。