

地域分散型 CCS の成立性に関する調査研究 その2 —CO₂ 溶解水の貯留量評価と地中挙動に関する試解析—

(株)大林組 ○人見尚 (株)大林組 三好悟 鹿島建設(株) 海老剛行
 (株)竹中工務店 稲葉薫 川崎地質(株) 田上雅彦
 一般財団法人 エンジニアリング協会 和田 弘

1. はじめに

二酸化炭素の地中貯留 CCS (Carbon Dioxide Capture & Storage) には、深部塩水帯水層の大容量領域に超臨界状態の CO₂ を圧入する集中型 CCS (年間貯留量 10 万~100 万 t-CO₂) と CO₂ 排出源近傍の浅部帯水層にマイクロバブルにより溶解して貯留する分散型 CCS (年間貯留量 10 万 t-CO₂ 以下) の方法が考えられている。集中型 CCS では、比重の軽い超臨界 CO₂ をキャップロックの遮蔽機能を期待して貯留するためサイトの地質構造が限られるが、マイクロバブルによって溶解して貯留する分散型 CCS (以下 CMS という) では、安定貯留が期待される。

本報告では、その 1 で選定した地域を対象に、注水井/揚水井併用システムにより、設定した注入レートによる貯留の可能性と注入後の CO₂ 溶解水の挙動を予測した例を示す。

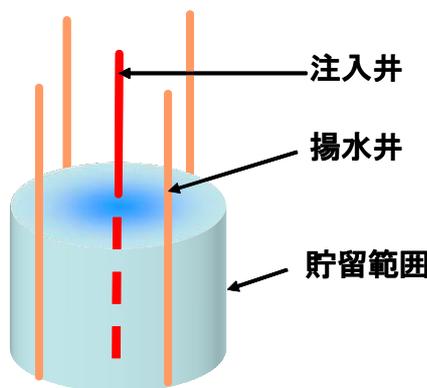


図1 貯留ユニットの概念図

2. 注入井・揚水井併用方式による貯留

CO₂ マイクロバブル地中貯留は、図 1 に示すように、注入井と周辺を囲む揚水井で囲む領域に CO₂ マイクロバブルを圧入して溶解水を貯留する方法である。この方法によれば地下水より密度の高い CO₂ 溶解水は遮蔽層がなくても貯留することが可能である。また、揚水井により汲み上げられた地下水の成分を監視することでモニタリングと制御も実施できるものである。

3. 貯留可能量の評価

排出源の立地や地質状況からサイトを選定した後、注入レートと貯留層の特性から貯留量を推定していく。その流れを図 2 に示した。その 1¹⁾ で示されたモデル地域を対象として、井戸理論により注入レート 1 万 t-CO₂/y として、注水井と揚水井の離間距離をパラメータに実行可能性について検討した。地域特性は地温や地下水成分に現われるため対象深度での CO₂ 飽和濃度も地域によって異なる。既存のデータから化学計算ソフト PHREEQ を用いて飽和濃度を求めると図 3 のようである。これより深度 400m で 4%濃度の CO₂ 溶解

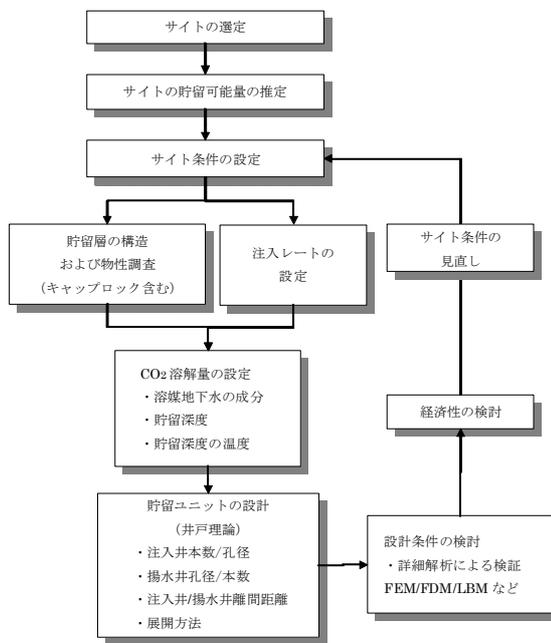


図2 貯留量評価の流れ

水となり得る CO₂ および溶媒となる地下水の量が計算される。井戸理論より、離間距離 200m と 300m の場合の圧力分布を計算すると図 4 のようである。

4. CO₂ 溶解水の地中挙動

CO₂ 溶解水の挙動を Tough2 を用いモデル岩盤にて求めた。図 5 が計算に用いたモデル地盤で、深度 400m から 500m において注水井から溶解水を 25t/y のレート (CO₂ レートで 1 万 tCO₂/y) で注入し、4 本の揚水井により同量の地下水を揚水するものとした。結果を図 6 に示す。結果は、6 年後、すなわち CO₂ を 6t 注入した状況を示している。CO₂ 溶解水は、貯留槽上部のキャップロックとなっている泥岩層には達しておらず、砂層内に広がっている様子がわかる。

5. まとめ

CO₂ 溶解水は地下水よりも極僅かに密度が大きいため、地下水流動に従ってほぼ下方に移動する。ただし、流動が上方に向かえば、そのわずかの密度差では流線の方角に従って移動する可能性はある。さらに長期的には拡散する。

注入井・揚水井併用方式では、常に上方への流れを作らないように地下水管理を行う必要がある。

揚水井に高濃度の CO₂ 溶解水が到達し、それを揚水した場合には、急激な CO₂ の気化が起こる。これを防ぐには、揚水井で揚水された地下水の水質モニタリングを連続的に実施し、それに基づいた注入・揚水の管理をする必要がある。

本研究は、(財)JKA による競争の補助金を受けて一般財団法人エンジニアリング協会で実施した。

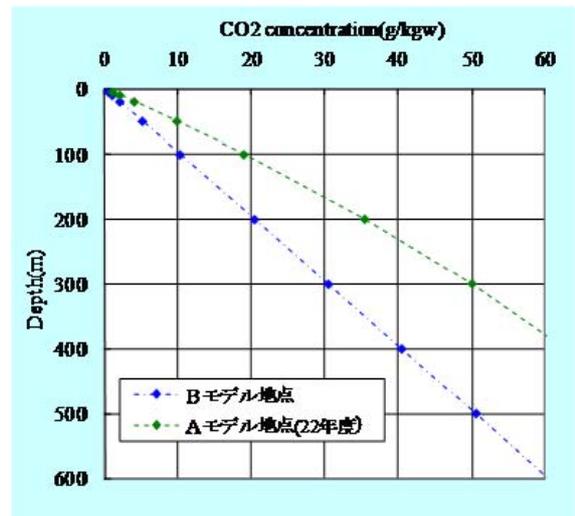


図 3 モデル地域における水質、地温を考慮した溶解量の算定

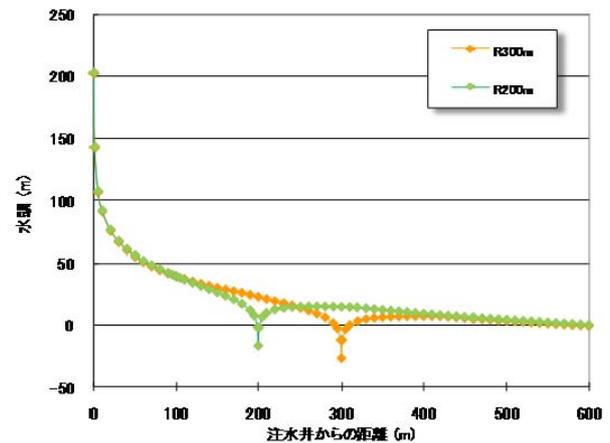


図 4 注水井と揚水井を含む断面の圧力分布

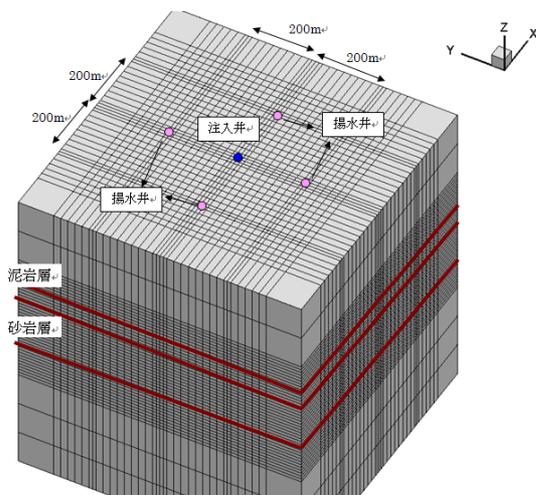


図 5 解析モデル

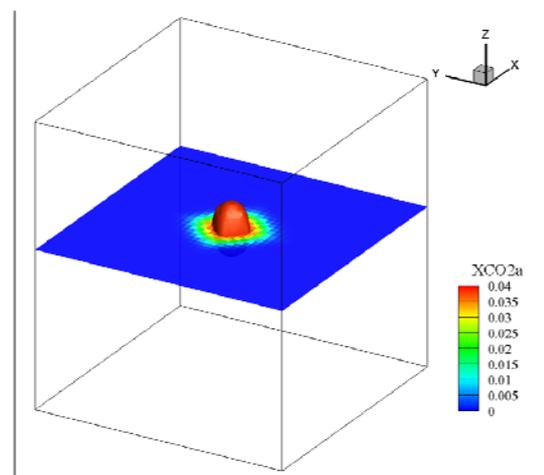


図 6 CO₂ 濃度分布

参考文献 1) (財)エンジニアリング振興協会 地下開発利用研究センター：平成 22 年度 CO₂ マイクロバブル地中貯留の成立性に関する調査報告書