

マイクロバブル CO₂ 地中中和処理に関する大型土槽実験

(株)大林組 正会員 鈴木健一郎、奥澤康一、人見 尚、三好 悟
ENAA 結城則行

1. はじめに

CCUS (Carbon Capture Utilisation and Storage) のメニューの一つとして、炭酸塩類を含む岩盤に溶存 CO₂ に起因する酸性水が浸透すると、岩石成分の溶出とそれとの反応によって、岩盤が天然の中和槽となることを利用する試みを検討している¹⁾。マイクロ径の気泡として地下水中に CO₂ を吹き込むことで急速に溶解させて、CO₂ 溶解水を地下水と置換する方法であり、この方法を CO₂ マイクロバブル地中貯留 (CMS) と呼ぶ (図-1)。CMS では、CO₂ 溶解水の比重が地下水より大きいため帯水層の下部に安定的に貯留されるが、溶解水は酸性を呈し、それが地下岩盤に与える影響評価が一つの課題であった。しかし、岩石によっては酸性水に対する緩衝作用を有することが知られている。

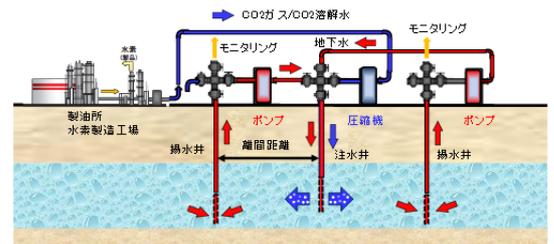


図-1 CMS の概念図¹⁾

この研究では、CO₂ 溶解水の挙動と中和処理を土槽の通液試験によって確認した。以下にその概要を述べる。

2. CO₂ 溶解実験装置および実験条件

注入する模擬地盤を図-1 に示す土槽により作成した。実験の全景と注入部の拡大写真を写真-1 に示した。採石を詰めた土槽は、透水係数 10⁻¹m/s の地盤である。写真-1 に示したように注水区間は、塩ビ管の先端 1m の区間で直径 10mm の穴を 20mm ピッチで開け、左右方向の 2 次元平面状に注水するようにした。注入は表-1 に示す 3 ケースを実施し、全ケースにおいて、注入中には、左右側面の中央 6 排水孔 (LU2,LM2,LL2,RU2,RM2,RL2) から採水して直ちに pH 計測を行った。注入停止後は、全 18 排水孔より採水してそれぞれ瞬時に pH を計測した。CO₂ をマイクロバブルで注入する状況を可視化するため、別途透明アクリルパイプを用いて発生状況を観察した。

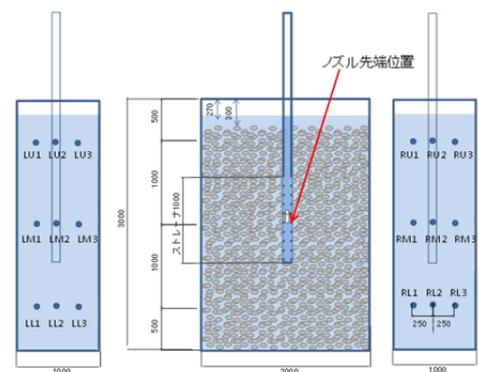


図-2 土槽寸法と計測位置

採石には溶解可能な炭酸塩を含まないため、水酸化カルシウム溶液で満たした後、一端 CO₂ を強制的に通して炭酸カルシウムで飽和させた。

3. 実験結果

マイクロバブル発生装置から噴出される CO₂ 溶解水の pH は 4.9 であった。注入管上部から排出される CO₂ は注入 CO₂ の 1% 以下であった。

ケース 1 およびケース 3 における左側面の計測孔における pH の経時変化を



写真-1 ブロック通液試験全景と注入部

表-1 実験ケース

	H ₂ O	CO ₂	注入時間	全CO ₂ 注入量	計測期間
ケース1	300ml/分	300ml/分	300分	90L	12日
ケース2	300ml/分	300ml/分	480分	144L	4日
ケース3	1000ml/分	700ml/分	110分	77L	9日

図-3 から図-6 に示す。図-3 はケース 1 の注水時の pH の経時変化、図-4 は注水停止後の pH の経時変化である。図-3 から CO₂ 溶解水注入により側部での排水は全体的に押し出され、下部の排水孔では沈降した溶解水が反応し、上部では反応が見られなかった。溶解水は下部に沈降し、中和する。注入停止後の図-4 から下部での反応が進み、土槽の中和能力が回復していることがわかる。ケース 3 も同様な傾向であった。一方、ケース 2 では図-5 に示す注入時の傾向は同様であったが、停止後は図-6 に示すように少なくとも 4 日間は低下が連続した。この違いは、溶解水の注入量に依存するものと推察される。

4. まとめ

マイクロバブルにより効率的に CO₂ 溶解水を作成、注入することが可能である。孔内からの漏洩は注入量の 1%以下であった。注入された CO₂ 溶解水は、土槽底部に沈降し、安定的に下部に貯留されることが確かめられた。下部に沈降した CO₂ 溶解水は、炭酸塩を含む地盤では酸が矯正され中和することが示された。

溶解は安定的に貯留され、地中中和処理される。注入量と地盤の中和能力（炭酸塩含有量）を考慮していく必要がある。

本研究は、(公財)JKA による競輪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。

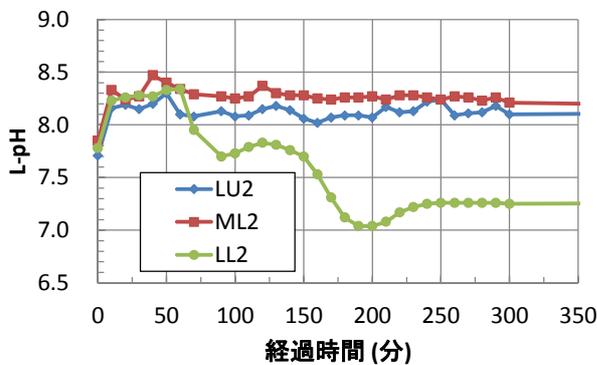


図-3 pH の経時変化 (ケース 1 注水時)

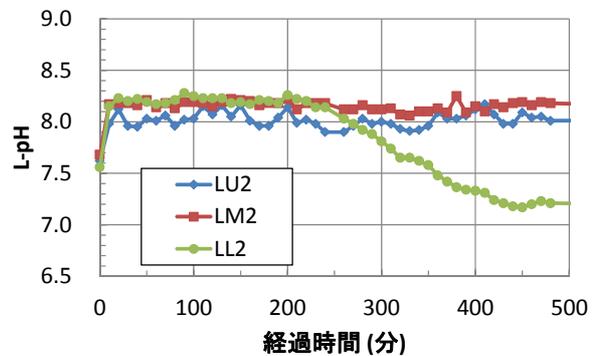


図-5 pH の経時変化 (ケース 2 注水時)

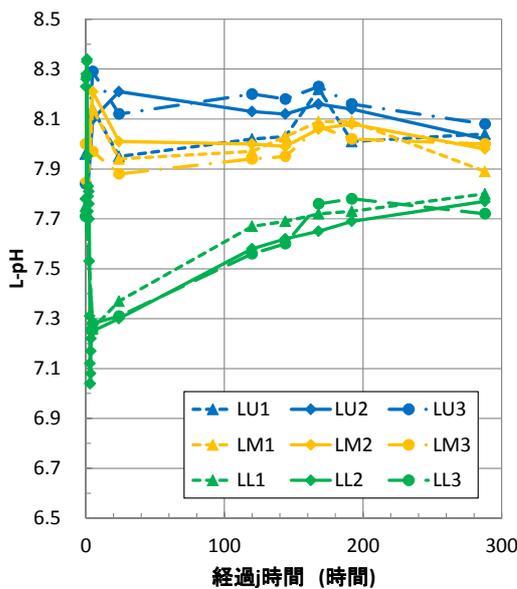


図 4 pH の経時変化 (ケース 1 注水停止時)

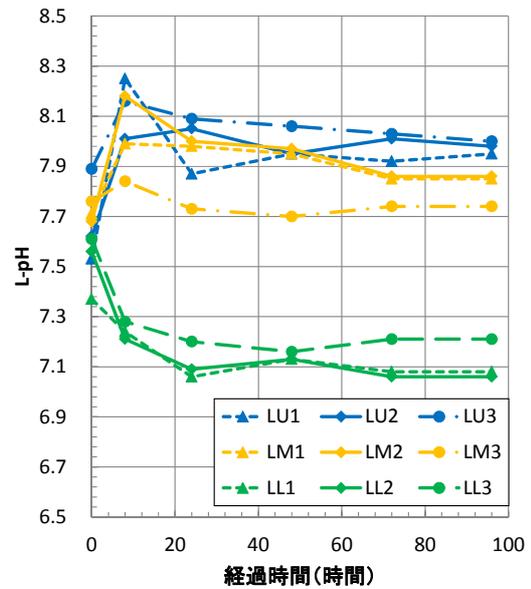


図-6 pH の経時変化 (ケース 2 注水停止時)

参考文献

1) (一財)エンジニアリング協会：平成 26 年度 CO₂ 地中中和処理の研究補助事業、2015