

CO₂ マイクロナノバブルを用いた石炭鉱山の採掘跡地における CO₂ 固定の促進 岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 河合頼芽

1. 研究背景および研究目的

石炭鉱山の採掘跡地には、採掘に伴う多数のき裂や空隙が存在することから、高い CO₂ 地下貯留ポテンシャルが期待される。しかし、こうした場所に CO₂ を注入する場合、従来の CCS で用いられる超臨界状態の CO₂ は現場の温度・圧力条件下では適用できず、またき裂や空隙を通じた CO₂ の漏洩リスクも懸念される。そこで本研究では、CO₂ を水中での長期安定性および高い CO₂ 溶解効率を有するマイクロナノバブル(MNB)として供給し、固化材(バインダー)中に炭酸塩鉱物として固定する手法について検討した。特に、養生圧力がスラリー中の水和・炭酸化反応に及ぼす影響について、一軸圧縮試験と熱分解試験により検討した。

2. 材料および方法

スラリー試料は、高炉スラグ微粉末 4000(セラメント)を水および CO₂MNB 水と水粉体比 0.5 で混合することで作製した。その後、モールド(直径 50 mm×高さ 100 mm)に試料を充填し、ステンレス圧力タンク内でコンプレッサーにより 0.5 MPa で加圧あるいは気中養生を行った。28 日後に一軸圧縮強度を測定した後、試料をメノー乳鉢で粉砕し、示差熱重量同時測定装置(TG/DTA7300)を用いた熱分解試験により CO₂ 固定量を推定した。CO₂MNB 水は、CO₂ 濃度が 800~900 ppm となるようファインバブル発生器 HELIX NOZZLE(TH-05)を用いて作製した。

3. 結果および考察

図 1 に一軸圧縮強度、図 2 に単位時間当たりの重量減少速度を表す DTG(Derivative Thermogravimetry)、表 1 に算出された CO₂ 推定固定量を示す。図 1 に示すように、CO₂MNB 水を用いた場合の一軸圧縮強度が水を用いた場合と比較して小さいことがわかる。これは、高炉スラグはアルカリ刺激によって水和物が生成される潜在水硬性を有するが、弱酸性を呈する CO₂MNB 水の混入により、アルカリ環境が十分に確保されず、スラグの水和反応が抑制されたものと推察される。その一方で、混合した溶液に関わらず加圧条件下の養生により一軸圧縮強度が増加したことがわかる。これは、加圧条件下による水和反応の促進によるものであると考えられる。また、図 2 に示すように、CaCO₃ の脱炭酸が生じる 600~850°C における重量変化が加圧条件下の試料で大きく、表 1 に示す CO₂ 推定固定量も増大していることから、炭酸化反応も同時に促進されたと考えられる。したがって、実際の注入現場では地下の圧力により固化反応が促進され、スラリー強度および CO₂ 固定量が上昇すると結論付けた。

表 1 CO₂ 推定固定量(28 日養生後)

推定固定量(kgCO ₂ /ton)	
加圧	10.49
静置	5.46

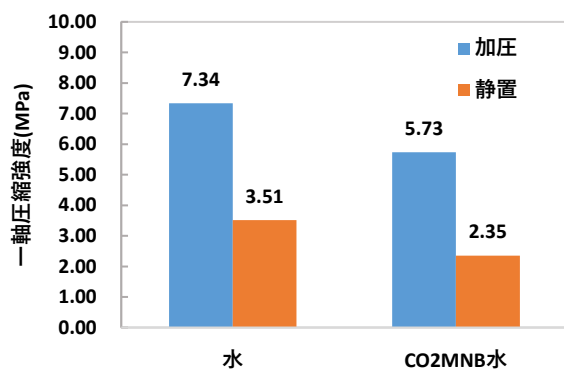


図 1 一軸圧縮強度(28 日養生後)

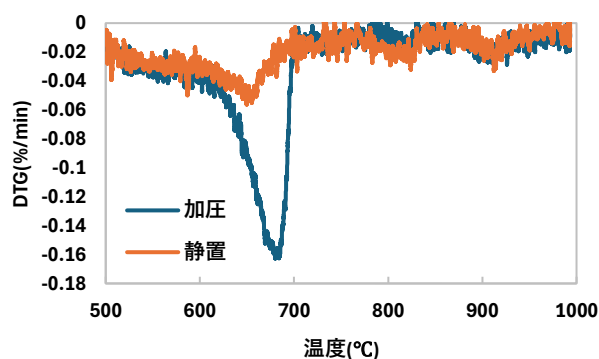


図 2 重量減少速度(28 日養生後)