

石炭地下ガス化跡地における残留成分の溶出特性評価に関する基礎的研究

岩盤・開発機械システム工学研究室 学部4年 岩井陽大

1. はじめに

石炭地下ガス化（UCG：Underground Coal Gasification）とは、地下の石炭層に地表から坑井を削孔し、石炭層を直接燃焼させることで水素、一酸化炭素、メタン等の可燃性ガスとしてエネルギーを回収する技術である。UCGは回収困難な未利用石炭の有効活用法として注目されている一方で、石炭の熱分解反応に伴い、重金属類をはじめとする有害物質が、実験跡地に流入する地下水を介して周辺環境へ漏洩することが懸念される。今後UCG技術が発展していく上では、これらのリスクの実態を把握し、将来的な対策につなげていくことが重要である。そこで本研究は、ラボスケールの模擬実験および石炭残渣の分析を通して環境負荷となり得る物質の発生状況を確認し、その挙動について考察することを目的とした。

2. UCG 模擬実験の概要

図1にUCG模擬実験の配置図を示す。粒径1~2mmに破碎した瀝青炭30gをステンレス製炉心管内に全体的に広がるように入れ、プログラム管状電気炉で400°C、600°C、1,000°Cでそれぞれ20分間加熱した。加熱後の石炭残渣を回収し、残渣10gを純水100mLと混合して6時間振とうした後、1時間以上静置した。各溶出液はpHを計測した後、ICP-OES分析により溶出液中の無機元素濃度を測定した。さらに、測定結果を石炭灰分1g当たりの無機元素の溶出量に換算し、ガス化温度による石炭中の主要金属元素の溶出挙動の違いについて考察した。



図1 UCG 模擬実験

3. 実験結果および考察

溶出試験後のpH計測により、加熱前、400°C、600°C、1,000°Cで加熱した石炭残渣の溶出液のpHはそれぞれ5.60、4.64、6.82、7.77であった。図2に石炭中の主要金属元素であるAl、Fe、CaのICP-OES分析の結果を示す。AlとFeは400°Cで加熱した石炭残渣からの溶出が顕著であったのに対し、Caは1,000°Cで比較的多く検出された。400°Cの低温条件では、石炭中の硫黄成分等の影響により溶出液が酸性を示し、酸性条件下で溶出しやすいAlとFeの溶出が促進された可能性が考えられる。一方で、Caは石炭中で方解石（CaCO₃）等の鉱物形態で存在するため、1,000°Cの高温条件ではCaCO₃の熱分解によってCaOが生成し、水と反応することでCa(OH)₂を形成した可能性が考えられる。Ca(OH)₂は水への溶解度が低いものの、溶解したOH⁻により溶出液のpHが弱アルカリ性へと上昇したと思われる。以上より、今後のUCG現場実験においては、高温ガス化領域の周辺に形成される低温かつ不安定な熱分解領域における有害物質の溶出に留意する必要があることが示唆された。

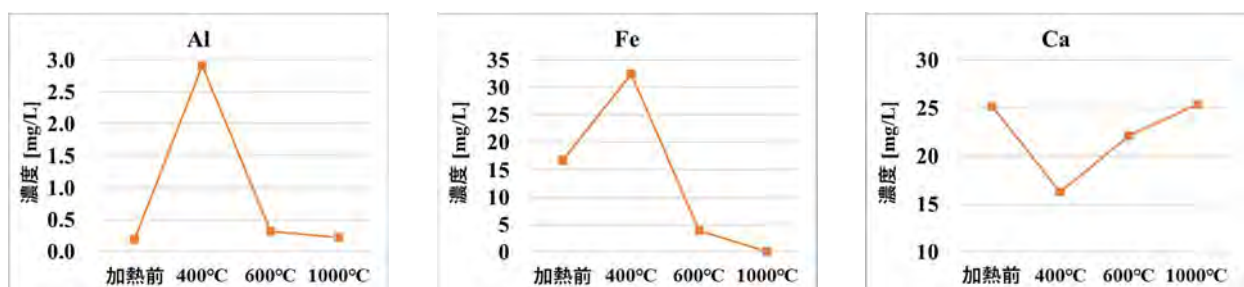


図2 異なる温度条件で加熱した瀝青炭におけるAl（左）、Fe（中央）、Ca（右）の水への溶出挙動