

# 小規模 UCG 模型実験における注入条件に関するガス化反応の評価・検討

岩盤・開発機械システム工学研究室 修士2年 真壁良充

## 1. はじめに

石炭の地下ガス化 (UCG : Underground Coal Gasification) とは、地下の石炭層に地表から坑井を穿ち、石炭層を直接燃焼させて水素、メタン、一酸化炭素などの生産ガスを回収する技術である。日本の石炭の埋蔵量は約 200 億トンと見積もられており、こうした地下の未利用石炭資源を環境に負荷を与えずに回収する方法として UCG が注目されている。UCG では、注入する注入剤の酸素濃度や流量によって、炭層内の温度状況が異なり、生成されるガス成分の割合やエネルギー量も異なる。したがって、実用化に向けた安定的な UCG 技術を確立するためには、注入条件の変化により形成される石炭の温度状況や生成ガス成分の変化を把握し、注入剤の注入条件の指針を提案することが必要である。以上の理由から本研究では、ペール缶を用いた模擬 UCG 実験を行い、注入条件の変化による温度状況、生成ガス成分、反応石炭量、ガス化効率などの影響について、評価・検討を行う。

## 2. 小規模 UCG 実験概要

本実験では、直径 300 mm、高さ 350 mm のペール缶を用いて、試料を作製した。また、適用する UCG 方式として、試料に対して径が 20 mm の水平孔を作製し、リンク方式とした。注入剤の注入流量は 10 L/min、15 L/min、20 L/min の 3 ケース、酸素濃度は 30%、50%、70% の 3 ケースで実験を行い、それぞれの条件を組み合わせることで、合計 5 種類の実験条件で実験を行った。

表 1 石炭試料の工業分析値および元素分析値

Calorific value (MJ/kg)	Proximate analysis (wt%)				Ultimate analysis (wt%)				
	Moisture	Ash	Volatiles	Fixed carbon	C	H	N	S	O
32.06	3.3	3.2	45.0	48.5	78.5	5.84	1.61	0.22	10.52

## 3. 実験結果および考察

図 1 に示す試料内温度について、酸素濃度の増大に伴い、生産管側に形成されていた高温領域が注入管側に形成されるようになり、注入流量の増大に伴い、高温領域がより広範囲に拡大することが分かる。生成ガス成分およびガスの発熱量については、酸素濃度が 30% の条件下では、還元反応および熱分解反応により生成されるガス成分の割合が大きかったが、酸素濃度を増大させることで、酸化反応により生成されるガス成分量が大きくなった。UCG における主な酸化反応は発熱反応であることを考慮すれば、酸素濃度を増大することで、酸化反応を促進し、反応領域の温度を高温にすることが可能であると考えられる。また、注入流量に関しては、流量を増大することでガス化反応領域がより広範囲に広がり、生成ガス成分量を増大させることが可能になると考えられる。反応石炭量とガス化効率に関して、表 2 に示すように、本実験の条件下に関しては、単位時間あたりの酸素注入量の増大に従って反応石炭量およびガス化効率も大きくなること分かる。ガス化効率は石炭より回収できるエネルギー回収率を示すことを考慮すれば、単位時間当たりの酸素注入量とガス化効率の相関に関しては更なる検討が必要であるものの、単位時間当たりの酸素注入量により反応石炭量やガス化効率の予測が可能になると考えられる。

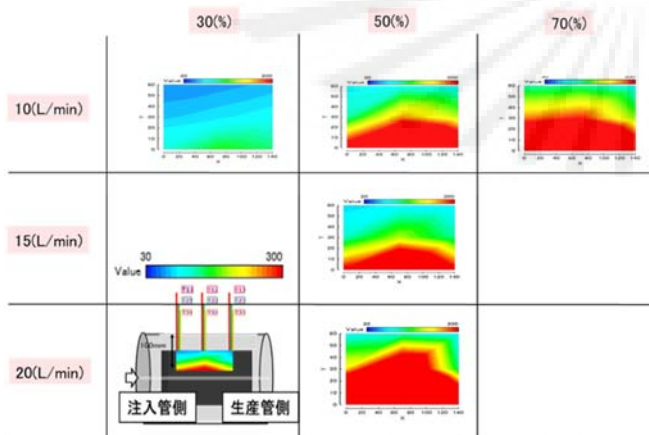


図 1 コンターによる石炭試料内の最大温度分布図

表 2 反応石炭量およびガス化効率のまとめ

酸素濃度 (%)	30	50	70		
注入流量 (L/min)	10	10	15	20	10
単位時間当たりの酸素注入量 (L/h)	180	300	450	600	420
単位時間当たりの反応石炭量 (kg)	0.19	0.25	0.29	0.43	0.36
ガス化効率 (%)	38.9	49.2	56.1	72.8	54.9