

石炭加熱実験における AE 計測モニタリングの 石炭地下ガス化への適用性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 坂井良輔

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。しかしながら、地下で生じるガス化プロセスは目には見えない事象であり、ガス化領域が過剰に拡大することになればガス漏れ、地盤沈下、地下水汚染など周辺環境に多大な影響を与えることになるため、安全な UCG システムの確立にはガス化反応領域のモニタリングが必要である。ここで、UCG 中には炭層内の多数の破壊活動が生じることから、破壊活動監視の手法の一つとして破壊音 (AE: Acoustic Emission) 計測が地下のガス化領域のモニタリングとして有効と考えられる。以上より、本研究では、石炭加熱実験によりどのような温度状況で AE が発生するのかを把握し、UCG 中の炭層モニタリング手法としての AE 計測の適用性を検討する。

2. 石炭加熱実験概要

200 mm×200 mm× 100 mm の大きさに成形した石炭ブロック (表 1)、堆積岩ブロックにカートリッジヒーター、熱電対、加速度センサーを設置し、加熱時の温度、AE イベント数、カウント数を計測した。温度制御盤を用いてカートリッジヒーターの温度や温度上昇挙動を変化させることで、実験試料に温度勾配の異なる温度分布を形成させ、石炭内で生じる AE 活動に与える影響を探った。また、複数のセンサーから得られた AE 波形データを用いて震源標定解析を行い、熱電対で得られた石炭供試体の温度分布と比較することで、AE 震源と温度分布の関係に関して検討を行った。

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
22.66	2.2	28.8	34.0	35.0	55.3	4.20	1.28	0.76	9.31

3. 実験結果および考察

石炭ブロックと堆積岩ブロックの結果を比較したところ、石炭は堆積岩と比べて加熱時の AE の発生が顕著であった。これは、UCG 中に計測される AE は主に石炭より発生することを示している。また、石炭において温度変化がある場合に多数の AE が発生しており、加速度センサーと熱源の距離が近いほど AE イベント数が多かった。これより、複数のセンサーを用いて AE イベント数を比較することで、温度変化が生じている場所がある程度特定可能であると考えられる。また、図 1 に示す実験結果より、50~150℃の温度帯および 400℃以上において多数の AE が発生しており、特に 400℃以上で温度変化がある場合における AE イベント数の方が多いたことが分かった。さらに、図 2 に示す震源標定解析結果より、400℃以上の温度変化の著しい実験後半において、震源標定数が多く、熱源であるカートリッジヒーターから離れた位置においても震源が標定されている。これらの結果より、UCG 中に AE 計測モニタリングを適用することで、石炭の温度変化および高温領域の拡大を捉えることが可能であると考えられる。

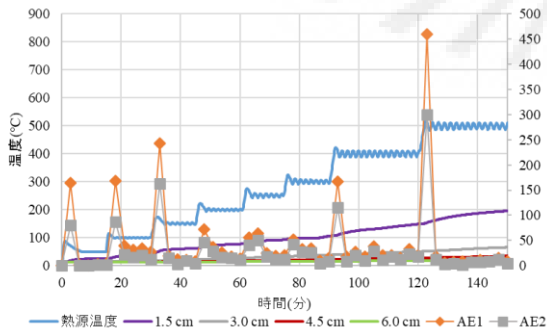
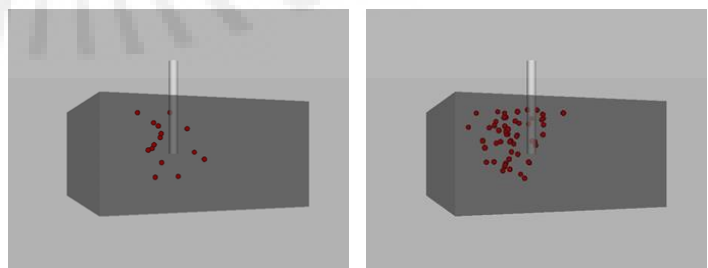


図 1 温度と AE イベント数の推移



(a) 0~45 分

(b) 90~150 分

図 2 震源標定解析結果