

「環境低負荷型の社会システム」

平成 9 年度採択研究代表者

吉川 邦夫

(東京工業大学大学院総合理工学研究科 教授)

「高温空気燃焼技術を用いた廃棄物・石炭高効率発電」

1. 研究実施の概要

本研究プロジェクトは、1000℃に予熱された高温の空気および水蒸気を用いてガス化することにより、どのような低質な固体燃料に対しても、環境負荷を最低限に抑えながら高効率の発電が行える、安価かつコンパクト、しかも信頼性の高い画期的な発電システム(MEET システム)の開発を目的とするものである。システムとしては、灰溶融ガス化 MEET システムと、高温水蒸気/空気改質方式 MEET(STAR-MEET)システムがあり、それぞれ、実証プラントを建設し、性能実証を行ってきた。これまで、灰溶融ガス化 MEET システム(MEET-II 装置:燃料処理量 2~4 トン/日)では、2 種類の炭種の微粉炭を燃料として、目標とする発熱量のガス生成に成功し、得られた燃料ガスを燃料とする高温空気燃焼ボイラの駆動に成功した。STAR-MEET 実証プラント(燃料処理量 200kg/4 時間)では、ゴム端材、木屑、プラスチックシートなどを燃料として、所定のガス化性能および発電性能が得られることを実証した。今後は、MEET-II 装置におけるバイオマス燃料のガス化試験と並行して、多様な廃棄物のガス化発電の工学的実証をめざしたフィールドテストを複数の企業の現場で実施する予定である。

2. 研究実施内容

本研究は、灰溶融ガス化 MEET システムおよび STAR-MEET システムの技術実証を行うことを目的とする。灰溶融ガス化 MEET システムは、1000℃に予熱された高温空気をガス化材として使用することを特徴とする。高温空気と共にペブル床ガス化炉に投入される固体燃料の中の可燃分はガス化され、灰分は溶融状態で取り出されて無害化される。生成ガスは、冷却器を経て一旦冷却した後、ガス精製装置内でイオウや塩素、煤塵、重金属などの環境汚染物質を除去し、精製ガスとする。この精製ガスの一部を高温空気加熱器内で燃焼させて、ハニカム蓄熱体を加熱し、その蓄熱体に常温の空気を通して、1000℃の高温空気を生成する。そして、残りの精製ガスを燃料として、ボイラでの蒸気発生や、エンジン発電機の駆動を行う。

平成 13 年度は、灰溶融 MEET システムの技術実証は、燃料供給量が 2~4t/日 規模の MEET-II 装置によって実施してきた(写真 1)。MEET-II 装置は、技術実証に必要なエンジニアリングデータの取得を目的とし、横浜市産学共同研究センター(横浜市鶴見区)に設置した。MEET-II 装置では、これまで、ペブル床ガス化炉、高温空気加熱器、高温空気燃焼ボイラなどの

主要コンポーネントで所定の性能が得られることを実証してきた。平成 13 年度の実験で、特に、ペブル床ガス化炉では、1) 燃料比 (C/H) が低い微粉炭を用いることによって、ガス化効率が向上すること、2) 熔融スラグ捕獲用水浴の水位を下げ、生成ガス流が直接水浴をたたくことがないようにすることによって、ペブル床下部の温度が上昇し、スラグの固化による閉塞の恐れがなくなり、合わせて、水浴中に流入するチャー量が大幅に減少することを実証した。微粉炭ガス化実験を開始した当初は、炭素転換効率 66%、冷ガス効率 49%であったガス化効率が、炭素転換効率 87%、冷ガス効率 66%にまで向上した。また、微粉炭のガス化によって生成された発熱量 1000kcal/Nm³ 程度の低カロリーガスを燃料として、高温空気燃焼ボイラを駆動し、期待されていた低 NO_x 排出および均一な炉内熱流束分布を実証した。今後は、バイオマス系の廃棄物でのガス化試験を実施し、混焼ディーゼルエンジンを用いた低カロリーガスによる発電の実証を行う予定である。

一方、STAR-MEET システムは、高温水蒸気/空気改質法によるガス化システムであり、固体燃料は熱分解炉に供給され、約 600℃の高温空気中で熱分解ガス化される。熱分解ガス中にはタール分が含まれているため、800~1000℃に予熱された高温水蒸気/空気を注入して、800℃以上の高温下で、タール分を一酸化炭素および水素へと改質する。同時に熱分解ガス中のダイオキシンも完全に分解される。改質後のガスは熱回収しながら冷却・精製し、精製ガスの一部を燃焼させて高温水蒸気/空気を発生させ、残りの精製ガスを燃料として、発電などに利用する。

STAR-MEET システムの技術実証については、平成 12 年度で、CREST の一環としての実証プラント(燃料処理量 200kg/4 時間)での基礎研究を終了し、平成 13 年度は、科学技術振興事業団から実証プラントの貸与を受け、東工大と民間企業との共同研究という形で、実用化に向けての更なる実験を実施した(写真 2)。新たに、金属製の 900℃級高温水蒸気/空気加熱器および軽油と低カロリーガスの混焼エンジン発電機を付加し、木屑、廃塗料かすおよびプラスチックフィルムなどを燃料とする発電実験を行い、最大で低カロリーガスの混焼比 80%、発電機効率 40%を実証した。今後は、小容量から大容量までの複数の設備を民間企業等に設置して、フィールドデータを取得する予定である。



写真 1 MEET-II 灰熔融ガス化実証プラント



写真 2 STAR-MEET 実証プラント

3. 研究実施体制

研究分担グループ名	研究分担グループ長名 (所属・役職)	研究項目
MEET 実証研究グループ	吉川 邦夫 (東工大・教授)	MEET-Ⅱ装置の試験の取り纏め
高温燃焼ガス分析グループ	守富 寛 (岐阜大・教授)	高温燃焼ガス中からの有害ガス・微量金属の分離回収に関する基礎研究
灰・NO _x 挙動研究グループ	成瀬 一郎 (豊橋技科大・助教授)	高温固体燃焼反応場における灰・NO _x の挙動解明に関する基礎研究
発電システム検討グループ	小林 宏充 (慶応大・講師)	廃棄物・石炭を燃料とする最適な発電システムの検討
高温ガス改質研究グループ	Ashwani Gupta (米国メリーランド大・教授)	高温場での固体燃料の熱分解ガス化挙動の研究
MEETフィールドテストグループ	辻 和時 (三井三池製作所・部長)	小型 MEET システムの実証運転
燃焼・ガス化グループ	氣駕 尚志 (石川島播磨重工・課長)	燃焼・ガス化炉とMEETシステムの技術の取り纏め
高温空気燃焼グループ	保田 力 (日本ファース・取締役)	高温空気加熱器と高温空気燃焼ボイラの技術取り纏め
実用化検討グループ	新井 康夫 (電源開発・グループ長)	MEET システムの実用化の検討

4. 研究成果の発表

(1) 論文発表

- 小林宏充・吉川邦夫、「高温空気燃焼ボイラの熱特性に関する研究(第 1 報、実験による検討)」、日本機械学会論文集(B編)、67 巻 663 号、pp.2877-2882、2001
- 加藤義隆・吉川邦夫、「ペブル床灰溶融ガス化炉における高温空気吹き石炭ガス化特性」、日本機械学会論文集(B編)、67 巻 663 号、pp.2791-2796、2001
- 近藤尚・守富寛・義家亮・西村誠、「石灰石による HCl 吸収および放出特性」、化学工学論文集、27 巻 4 号、pp.624-632、2001
- R. Yoshiie, M. Nishimura, H. Moritomi, "Influence of Ash Composition on Heavy Metal Emissions in Ash Melting Process", Fuel, Vol.81, No.10, pp.1335-1340, 2002

(2) 特許出願件数 0 (CREST 研究期間累積件数 8 件)