

管状型微粉炭燃焼試験装置

早川 努*
Hayakawa Tsutomu

1. はじめに

石炭の評価に当たっては、実際に燃焼させることによって採取した燃焼排ガスおよび燃焼灰を分析し、石炭粒子の揮発分と灰の熱分解速度の温度依存性や、排ガス成分の反応挙動を確認する方法がある。

本装置は、石炭が燃焼に至るまでの過程で発生する燃焼排ガスおよび燃焼灰を採取することを主とした実験装置である。

微粉状に粉碎した石炭（微粉炭）を燃焼用ガスと共に、均一に加熱された管状型の縦型燃焼炉の

上から供給し、この縦型燃焼炉を通過する過程で微粉炭の燃焼が進行する。縦型燃焼炉の下からサンプリングプローブを挿入し、任意の高さでサンプリングすることにより、燃焼の進行に応じた燃焼排ガスおよび燃焼灰を取得することができる。燃焼排ガスはガス分析装置に送ることにより、リアルタイムで排ガス成分を確認することが可能である。燃焼灰はサンプリングプローブの下流のフィルタにて捕集し、別途成分の分析を行う。図1に縦型燃焼炉内の概略を示す。

本稿では、この管状型微粉炭燃焼試験装置について紹介する。

2. システム概要

本装置は①燃焼用ガス供給系、②微粉炭供給器、③縦型電気炉、④燃焼排ガスサンプリング系、⑤冷却水供給系、⑥制御盤およびデータ採取系から構成されている。図2の系統図にてその構成を示し、各構成について説明する。

①燃焼用ガス供給系

燃焼用ガスは窒素と酸素の混合ガスで、混合比率および流量は流量計にて調整できる。

酸素濃度は燃焼に対して大きく関係するため、流量精度が重要となる。また炉内温度の変化を最小限に抑えるため、燃焼用ガス供給量を変化させる場合は急激な変化を避け、一定の変化率で自動的に制御できるようにし、そのためにマスフロー

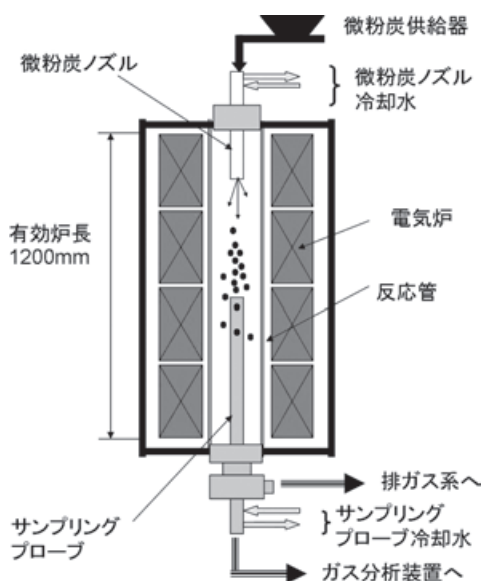


図1 縦型燃焼炉概略図

* 機器装置事業部 システム・製品部 課長

コントローラを採用した。

1次燃焼用ガスは微粉炭と共にノズル（細管）から縦型電気炉内へ噴射されるが、流量を多くすると噴射速度が上がるため、燃焼時間の短い（未燃分の多い）実験結果しか得られない。その対策としてガス供給ノズルを1次燃焼用ガス、1次燃焼用補助ガス、2次燃焼用ガスと、ガス供給流量を分散し、炉内の流速を緩和できる構造とし、分散する流量についてもマスフローコントローラにて制御している。

また、ノズルは縦型電気炉の熱にさらされるため外周を冷却水で冷却できる3重管構造とした。

②微粉炭供給器

数 μm ～数 100 μm オーダーの粒径である微粉炭を毎分 1g と微量で均一に供給する装置である。

微粉炭の供給量が不安定になると、燃焼状態にも大きく影響するため、供給量に対して精度が要求されるが、微粉炭の重量が軽いため、制御は非常に困難である。そのため、市販で実績のある微粉体供給機本体を一部カスタマイズして使用している。

③縦型電気炉

全長約 1.6 m の縦型炉で、炉の内部にはセラミッ

ク製の反応管が取り付けられており、その反応管内部で微粉炭が燃焼する。

最高使用温度は 1,600 $^{\circ}\text{C}$ と比較的高温でありながら有効炉長 1.2 m の中心部（約 0.9 m の範囲）は温度差 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以内の均熱加熱部を有している。

④燃焼排ガスサンプリング系

燃焼灰および燃焼排ガスはサンプリングプローブにて同時に系外へ吸引し、採取した燃焼灰はフィルタで捕集し、フィルタを通過した燃焼排ガスはガス分析装置に導き、リアルタイムでガス成分を分析監視する。

反応管内圧力は排気ブローにて、常時若干の加圧雰囲気中に制御している。これによりサンプリングラインに外気の入り込みを防ぎ、測定データの信頼性の向上を図っている。

サンプリングプローブは反応管内の任意の高さへ移動可能とし、燃焼状態の変化した燃焼灰および燃焼排ガスの採取を可能としている。

ノズル同様サンプリングプローブも縦型電気炉の熱にさらされるため外周を冷却水で冷却できる3重管構造としている。

⑤冷却水供給系

微粉炭ノズルおよびサンプリングプローブに冷

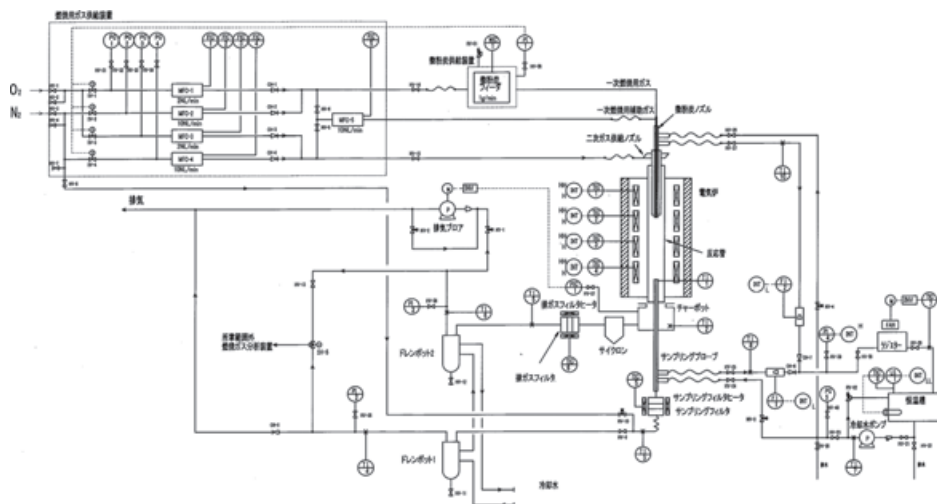


図 2 システム図

表 1 管状型燃焼試験装置 機器仕様

装置名		仕様	
電気炉本体 および 反応管	電気炉本体	型 式：縦型電気炉 最高温度：1,600 °C 有効炉長：1,200 mm(4 分割ヒータ独立制御) 電気容量：7.5 kW × 4	
	反応管	材 質：アルミナ 寸 法：φ 60 mm × t5 mm × L1,500 mm	
微粉炭供給系	微粉炭供給器	型 式：スクリューフィーダ型 制御方法：電子天秤計量フィードバック制御式 供給速度：定格 1 g/min	
	微粉炭ノズル	材 質：SUS304 構 造：3 重管構造内部水冷式	
燃焼用ガス供給系	マスフローコントローラ	1次用	N ₂ : 10NL/min × 1 台 O ₂ : 2NL/min × 1 台
		2次用	N ₂ : 10NL/min × 1 台 O ₂ : 2NL/min × 1 台
		分散用	N ₂ : 10NL/min × 1 台
サンプリング系	サンプリングプローブ	主要材質：SUS304 構 造：3 重管構造内部水冷式 昇降方式：電動トラバース（ストローク 1,500 mm）	

却水を供給する機器で、恒温槽、循環ポンプ、ラジエーターで構成されている。冷却水は循環供給しており、一定温度に恒温槽で加熱した冷却水を循環ポンプで微粉炭ノズルおよびサンプリングプローブへ供給し、戻ってきた冷却水をラジエーターにて冷却後に恒温槽へ戻している。

⑥制御盤およびデータ採取系

機器の運転は制御盤内のシーケンサによる自動運転が可能となっており、異常発生時には自動停止するインターロックを設置している。

特に燃焼用ガス供給流量、微粉炭供給量、電気炉内温度、冷却水温度、反応管内圧力は自動運転による制御が可能となっており、運転操作の軽減を図っている。

図 2 に示すように、装置には多数の計器が設置されており、全ての測定データはデータロガーに取り込まれ、記録が可能となっている。なおデータロガーに取り込まれたデータは LAN 回線 (TCP/IP) にてリアルタイムで、シーケンサおよび計測監視 PC に送信されており、データの共有化が図られている。計測されているデータの全てに、シーケンサによるインターロック監視の設定を可能とした他、制御盤タッチパネルに測定値のトレンド

グラフの表示が可能となっている。

3. 装置仕様

本装置の主要仕様を表 1 に記す。

4. まとめ

本装置は過去に数台の製作実績があり、比較的再現性の高い試験結果を得られると評価されている。

過去の実績からメンテナンス性の更なる向上を図って製作した点についても評価を受けた。

しかし、装置の運転範囲が微粉炭供給装置の仕様によって絞られているのも事実であり、市販品のカスタマイズにも限界があることを感じた。

今後は幅広い顧客のニーズに答えられるように既設装置の実績のみに頼らず、構成機器の見直しも含めて技術的な視野を広げていきたい。



機器装置事業部
システム・製品部 課長
早川 努
TEL. 045-791-3521
FAX. 045-791-3538