

高温空気燃焼技術の微粉炭燃焼への適用

Development of High-Temperature Air Combustion Technology (HiCOT) for Pulverized Coal Combustion

須 田 俊 之	技術開発本部基盤技術研究所熱・流体研究部
高 藤 誠	技術開発本部基盤技術研究所熱・流体研究部
RIECHELMANN Dirk	技術開発本部基盤技術研究所熱・流体研究部 課長 博士（工学）
平 田 哲 也	技術開発本部プロジェクトセンター 課長 博士（工学）
佐 藤 順 一	事業企画部 理事 工学博士

高温空気燃焼技術は、高効率・低 NO_x 化を達成できる新しい技術として、主に工業炉を対象として開発が進められてきた。本研究では、今まで気体燃料を対象として開発されてきた高温空気燃焼技術を、微粉炭燃焼に適用することで、低 NO_x 化・使用炭種の拡大を図ることを目的とした。各種試験結果から、高温空気燃焼によって石炭についても NO_x の低減が可能であることを示すとともに、その低減機構を明らかにした。さらに、高温空気によって着火性の悪い高燃料比炭の安定燃焼が可能であることを明らかにした。

High-temperature Air Combustion Technology (HiCOT) is a promising technology for the reduction of pollutant gas emissions and the improvement of combustion efficiency. This technology has been developed for industrial furnaces using gaseous fuel, and many industrial furnaces in Japan have employed HiCOT to save fuel consumption and to reduce NO_x emissions. A new project of NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization) for adopting HiCOT to other types of fuel started from 1999. A sub-project for developing HiCOT for coal combustion, especially for pulverized coal combustion which is generally used in coal fired power plants, has been included in the project. In this paper, the development of HiCOT for pulverized coal combustion is introduced, and some valuable results are shown.

1. 緒 言

蓄熱型熱交換器を内蔵した対をなすバーナを交互に燃焼させることで、排気ガスから回収した熱によって燃焼用空気温度を 1 273 K 程度まで高めるとともに、燃料を高速に吹き込んで燃焼させる高温空気燃焼技術が開発されている⁽¹⁾。この燃焼方法によって、排熱の回収率が従来の炉に比較して大幅に向上し、燃焼条件を適切に制御することで、環境汚染物質である NO_x の低減が可能となる。高温空気燃焼技術は、燃焼の高効率化と低 NO_x 化を同時に達成できる新しい燃焼方法であり、各種燃焼設備に本技術を適用することで、エネルギー利用の高効率化と燃焼の低公害化に大きく貢献するものと期待されている。これまでの研究結果から、気体燃料を対象とした高温空気燃焼の基礎メカニズムの解明が進められており、また実験炉における高温空気燃焼の有効性が確認されている。

一方、工業炉やボイラなどの燃焼設備には、液体燃料や固体燃料を用いたものも多い。特に、石炭は2002年実績で我が国の一次エネルギーの19.6%を占めており、また、2010年度までに石油代替エネルギーの28%を占めるよう

供給目標が設定されている⁽²⁾。石炭は、化石燃料の中では最も資源量が豊富であり、今後とも重要な燃料である。この性状範囲は広く、有効に活用しようとした場合、低揮発分炭や高水分炭といった燃やにくいものも使用していく必要がある。そのため、このような石炭についても高効率かつクリーンに燃焼させる技術が必要である。石炭の燃焼方法には火格子炉を用いたもの、流動層炉を用いたものなど多数存在するが、石炭粒子を平均 30 ~ 75 μm 程度に微粉碎し、微粉炭バーナから炉内に吹き込むことによって燃焼させる微粉炭燃焼が主に用いられている。微粉炭燃焼は、ほかの燃焼方法に比べ高負荷燃焼が可能であり、燃焼効率が高く、大型化が容易であるなどの利点があり、多くのボイラに用いられている。通常の微粉炭ボイラにおける燃焼用空気温度は 573 K 程度である。

しかし、これに石炭の着火温度以上である 1 073 K の高温空気を用いることで、着火の安定化、燃焼の高効率化が期待できる。この効果から、従来のボイラでは使用することができなかった高燃料比炭（燃料比 = 石炭中の固定炭素分含有量／揮発分含有量）の燃焼が可能となる。 NO_x については、気体燃料の場合と異なり、石炭燃焼の場合は石

炭に含まれる窒素分から生成する NO_x (Fuel- NO_x) が中心となる。気体燃料の燃焼では、局所酸素濃度の低減・温度均一化によって、空気中窒素分からの NO_x (Thermal- NO_x) を低減することが可能となる。一方、石炭からの Fuel- NO_x 低減には、微粉炭バーナ近傍において石炭からの揮発分を急速に放出させ還元雰囲気を作り、Fuel-N の酸化反応を抑えることが必要となる。高温空気燃焼によって石炭粒子の昇温速度が上昇し、揮発分が急速に放出されることで微粉炭バーナ近傍の還元雰囲気が強化され、 NO_x を低減できることが期待される。

本研究開発は、石炭の主要な燃焼方法である微粉炭燃焼に対応した高温空気燃焼技術を確認し、上述した利点をもつ低公害の先進的な発電用ボイラの開発基盤を構築することを目的とし、スタートした。

2. 研究課題および目標

第1図に高温空気微粉炭燃焼の概念系統図と研究課題を示す。従来の微粉炭燃焼では燃焼用空気温度は 573 K 程度であったが、高温空気燃焼では 1 073 K 以上の高温空気とともに微粉炭を燃焼させる。一般に石炭の着火温度はれき青炭で 873 K 程度と考えられるが⁽³⁾、高温空気燃焼の空気温度は 1 073 K 以上であるため、着火性の大幅な向上が見込める。本研究開発で対象とした高燃料比炭は着火性に劣るため、これら石炭の着火挙動に対する空気温度の影響を明らかにする必要がある。石炭燃焼からの NO_x は、石炭

中の窒素分が HCN や NH_3 の形で気相に放出され、酸素によって酸化されることで生成する Fuel- NO_x が主であり、空気中の窒素分から生成する Thermal- NO_x は少ない。Fuel- NO_x の温度依存性は、Thermal- NO_x ほど強くないものの、高温ほどその生成量は増加するため、高温空気燃焼時の NO_x 生成挙動を明らかにすることが重要である。高温空気は、セラミック製の蓄熱体を備えた熱交換器を使用することで、排熱回収し生成する。石炭燃焼の場合は排気ガス中に灰分（フライアッシュ）が含まれるため、熱交換器の性能について調査が必要である。

本研究開発ではこれらの課題に対して、基礎的な石炭燃焼挙動に対する高温空気の影響を探る試験から、大型炉を使用した微粉炭バーナ試験まで、段階的に研究を実施することで開発課題を解決した。基礎的な試験としては、層流一次元燃焼炉（ドロップチューブ、微粉炭燃焼量：数 g/min）を利用することで、微粉炭燃焼挙動に対する空気温度の影響を明らかにし、高温空気燃焼時に微粉炭の燃え切りが改善されることを明らかにした。また、微粉炭バーナを利用した試験（高温予熱空気火災実験装置、微粉炭燃焼量：30 kg/h）を実施し、高温空気燃焼時における低 NO_x 機構、また高燃料比炭の着火安定化機構を明らかにした。

微粉炭燃焼に高温空気燃焼技術を適用する場合、排熱回収による空気高温化が一つの技術課題となる。本課題に対しては、切替式の熱交換器を適用した炉（リジェネ微粉炭燃焼試験炉、微粉炭燃焼量：10 kg/h）を製作し、微粉炭燃焼排気ガスからの熱交換により高温空気が生成可能であることを明らかにした。最終的には、微粉炭燃焼量が 150 kg/h の小型リジェネ炉を製作・試験を実施することで、微粉炭燃焼における高温空気燃焼技術を原理実証した。

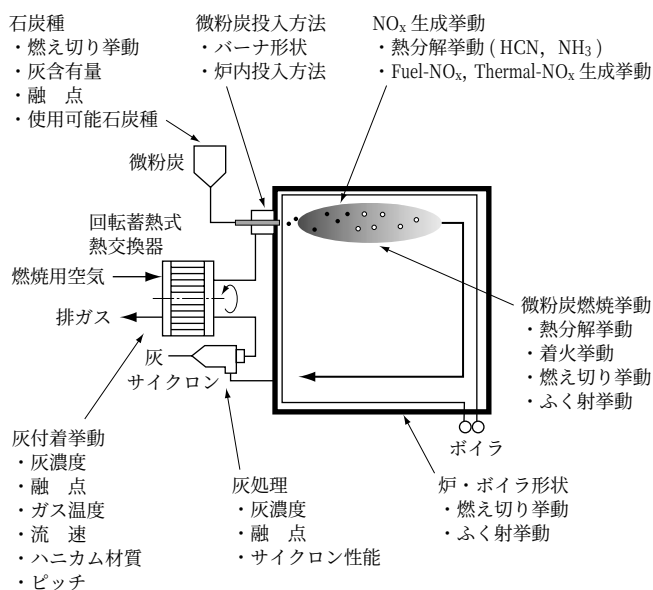
3. 研究成果

下記に、本研究開発で得られた主な成果を示す。

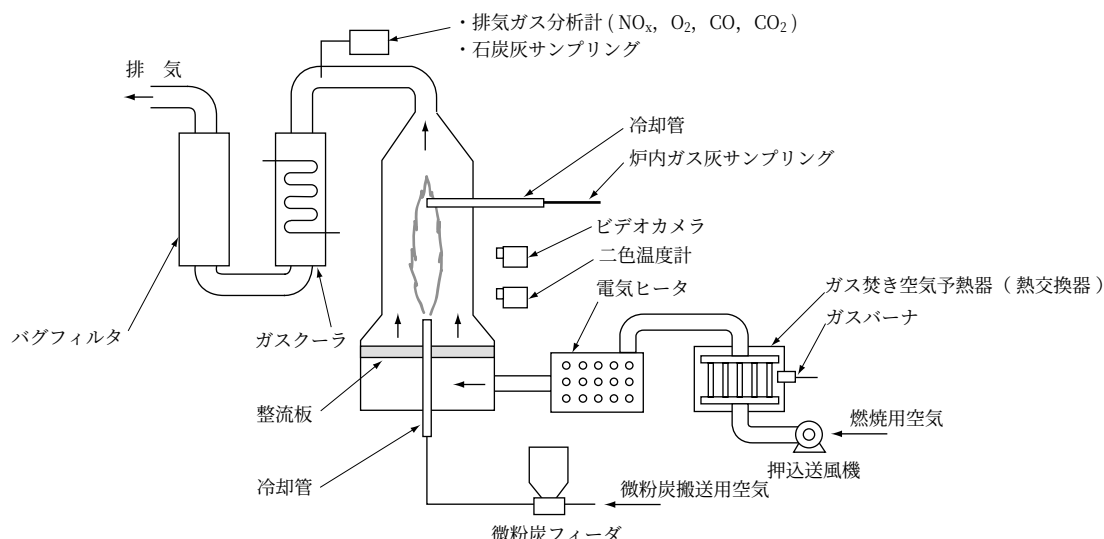
3.1 高温空気燃焼による着火安定化

石炭の着火性は、石炭中に含まれる揮発分含有量に大きく左右される。一般に、揮発分の少ない石炭（高燃料比炭）ほど、着火性は悪く安定した火災形成が困難になる。従来のボイラでは主に燃料比 1.0 ～ 2.5 のれき青炭が使われ、燃料比 8.0 程度の半無煙炭はその着火性の悪さから使用することには制限があった。ここでは、微粉炭の着火に対する空気温度の影響をみるため、燃焼量 30 kg/h の高温予熱空気火災実験装置を用いた試験を実施した。

第2図に高温予熱空気火災実験装置の系統図を示す。燃



第1図 高温空気微粉炭燃焼の概念系統図と研究課題
Fig. 1 Flow diagram of high-temperature air combustion for pulverized coal combustion



第2図 高温予熱空気火炎実験装置の系統図
Fig. 2 Test apparatus of high-temperature air furnace

焼部は、耐火材で構成した内径 1.0 m × 高さ 3.0 m の堅型円筒炉であり、下部から上向きに微粉炭および燃焼用空気を導入する。燃焼用空気は、都市ガスバーナを用いた熱交換器および電気ヒータを用いることで昇温し、常温から 1 073 K まで変化させることが可能である。微粉炭は、二重冷却ノズルによって炉の中心軸上に沿って 20 m/s の速度で噴出させ、ノズル周囲から空気を導入する。微粉炭の着火挙動は、炉の側面に設置した円形窓からビデオカメラで観察し、火炎の温度は二色温度計で計測した。また、炉内にサンプリングプローブを導入することで、炉内各位置における微粉炭粒子をサンプリングした。

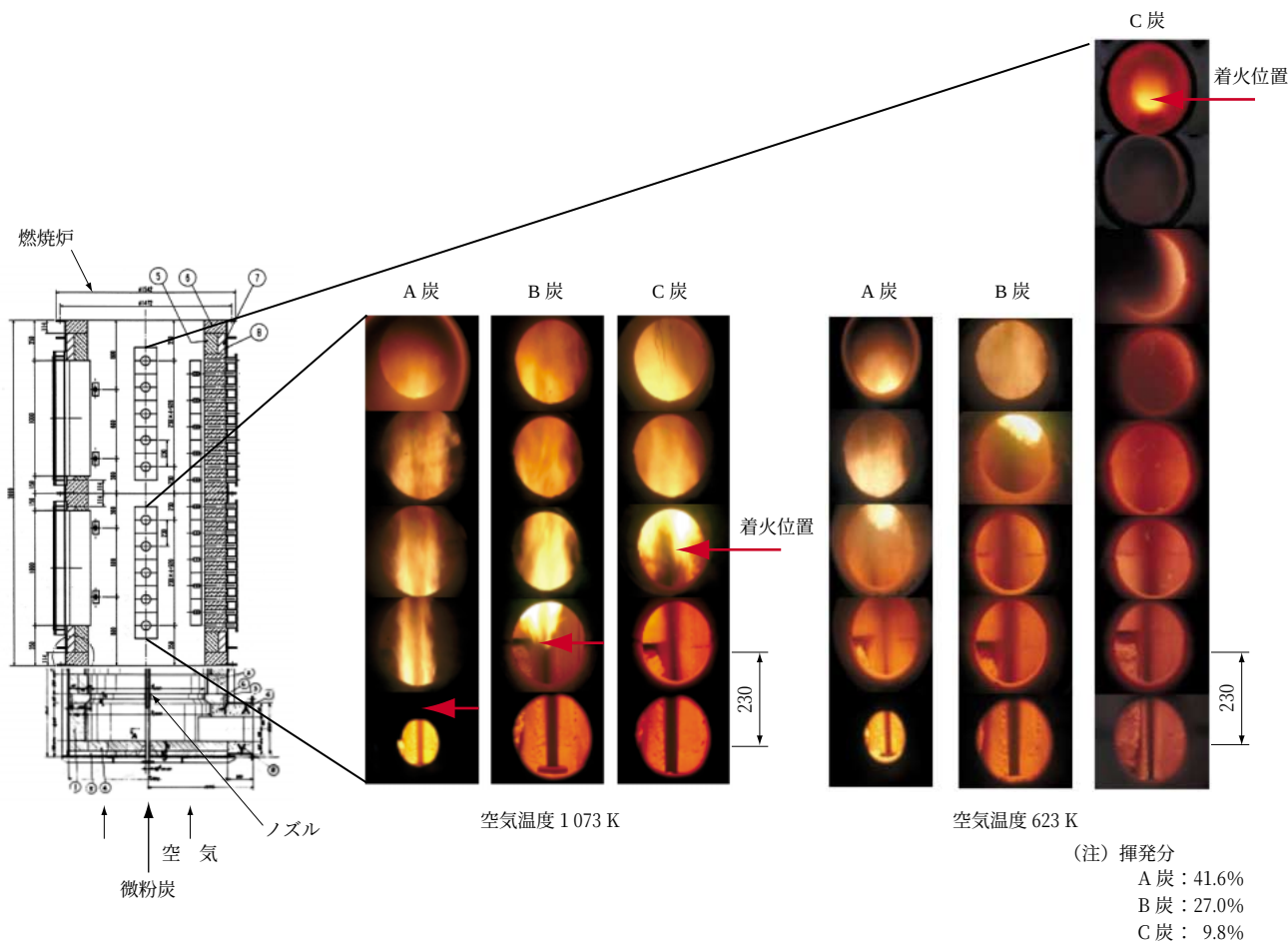
第1表に、試験で使用した石炭の分析結果（工業分析・元素分析値）を示す。本試験では、揮発分含有量の異なる3炭種を用いた。A炭およびB炭は、現状微粉炭焚きボイラで多く用いられている種類の石炭である。第3図に微粉炭の着火挙動に対する空気温度の影響を示す。画像は炉壁

に設置した円形窓から撮影したものであり、最下部に微粉炭のノズルがある。空気温度は 623 K と 1 073 K に変化させた。両温度とも揮発分の多い A 炭が最も着火が早く、C 炭が最も着火が遅い。空気温度 623 K の場合、B 炭で着火遅れ時間はおよそ 50 ms であり、C 炭では着火位置は炉の後方になってしまい安定した火炎が得られない。一方、空気温度 1 073 K の場合、全炭種とも着火位置は空気温度 623 K の場合に比較してノズルに接近し、着火遅れ時間が短くなっている。特徴的なのは C 炭で、1 073 K の高温空気を利用することで、623 K の A 炭の場合とほぼ同じ着火遅れを達成できる。このことは、従来の微粉炭燃焼では使用困難であった C 炭を、高温空気燃焼を利用することで使用可能になることを示している。

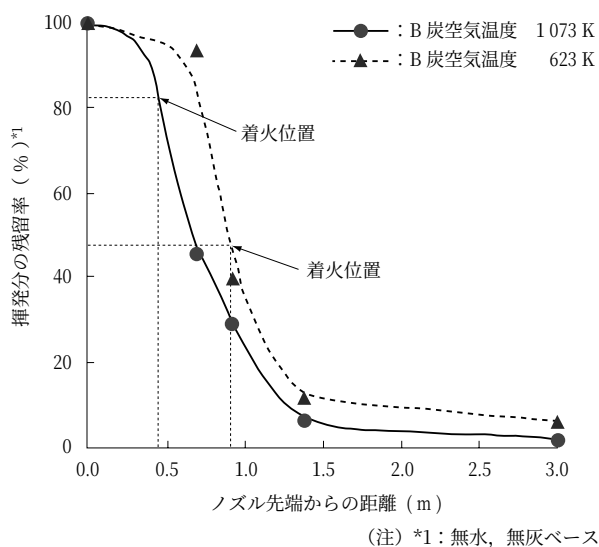
高温空気燃焼によって着火遅れ時間が短くなる原因として、微粉炭粒子の昇温速度増加による揮発分放出の促進効果が挙げられる。第4図に、炉の高さ方向にサンプリングした石炭中の揮発分放出挙動に対する空気温度の影響を示す。炉内に入った微粉炭粒子は、炉壁および火炎からの熱放射を受けることで温度が増加し、573 ～ 673 K 程度から熱分解を起こす。熱分解によって放出された揮発分は、周囲空気と混合し可燃混合気を形成することで着火する。1 073 K の場合、粒子が周囲空気や火炎から熱伝導で受ける熱量が 623 K に比較して増加するため、昇温速度が増加する。第4図から分かるように、1 073 K の場合は揮発分の放出が促進されている。また、高温空気によって可燃混合気の可燃範囲も広がるため、623 K の場合に比較して着火遅れ時間が減少すると考えられる。

第1表 石炭の分析結果
Table 1 Proximate and ultimate analysis of coal

炭	種	A	B	C
工業分析 (wt%)	水分	5.1	1.5	0.7
	灰分	7.9	14.3	16.7
	揮発分	41.6	27.0	9.8
	固定炭素	45.4	57.2	72.8
元素分析 (wt%)	C	70.4	71.6	74.1
	H	5.1	4.3	3.0
	O	14.4	8.1	4.8
	N	1.2	1.3	0.9
	全硫黄分	0.6	0.3	0.5
	灰分	8.3	14.3	16.7
発熱量 (kJ/kg)		29 700	28 700	28 500



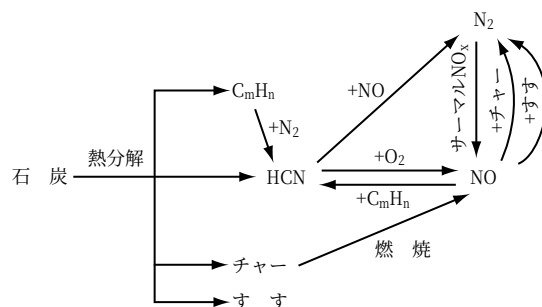
第 3 図 微粉炭の着火挙動に対する空気温度の影響 (単位: mm)
 Fig. 3 Effect of air temperature on ignition behavior (unit: mm)



第 4 図 石炭中の揮発分放出挙動に対する空気温度の影響
 Fig. 4 Effect of air temperature on devolatilization of coal

3.2 高温空気燃焼による低 NO_x 化機構

第 5 図に石炭からの NO_x 生成機構を示す。石炭中の窒素分 (Fuel-N) は、主にシアン (HCN) やアンモニア (NH_3) の形で放出され、これらが酸素によって酸化され



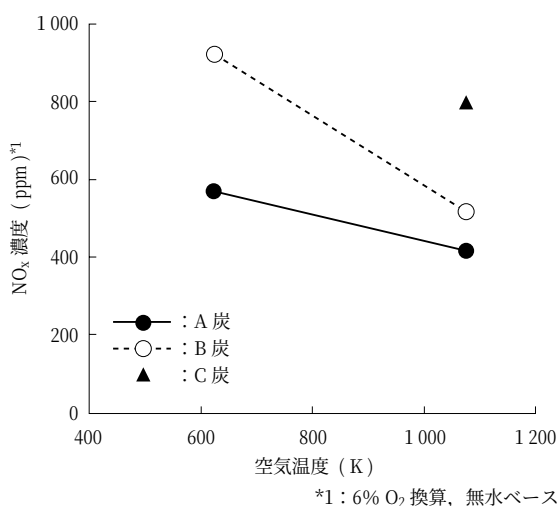
第 5 図 石炭からの NO_x 生成機構
 Fig. 5 Mechanism of NO_x formation

ることで Fuel- NO_x を生成する。一方, Fuel-N は NO と反応することで窒素 (N_2) に還元される。したがって, Fuel- NO_x 低減のためには, Fuel-N 生成時において局所的に還元雰囲気を作り, Fuel-N と酸素の反応を抑制させればよい。第 4 図に示すように高温空気燃焼時は石炭からの揮発分放出が促進されるため, 従来燃焼時に比較して還元雰囲気が強化されることが期待できる。しかし, Thermal- NO_x と同様 Fuel- NO_x 生成反応も温度依存性があり, 高温ほどその反応速度が増加するため, 高温空気燃焼時に

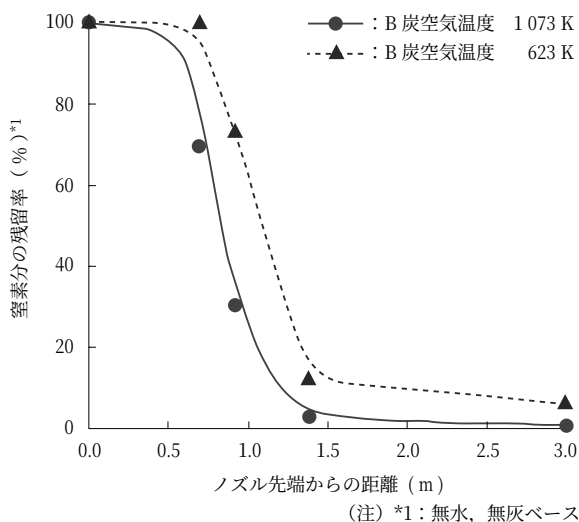
Fuel-NO_x が低減化するかどうかは不明であった。

上記を明らかにするため、**第2図**に示す装置を用いた試験を実施した。炉出口の排気ガス中 NO_x 濃度を測定し、NO_x に対する空気温度の影響をみた。また、サンプリングした粒子中の窒素分も測定した。

NO_x 濃度に対する空気温度の影響を**第6図**に示す。空気温度の増加とともに、NO_x 濃度は減少している。B 炭に比較して A 炭の減少量が少ないのは、もともと A 炭は揮発分を多く含んでおり、高温空気による還元雰囲気強化の影響が大きく現れなかったためと考えられる。**第7図**に**第4図**と同様に石炭中の窒素分放出挙動に対する空気温度の影響を示す。この場合も、高温空気によって石炭中の窒素分の放出が促進されている。



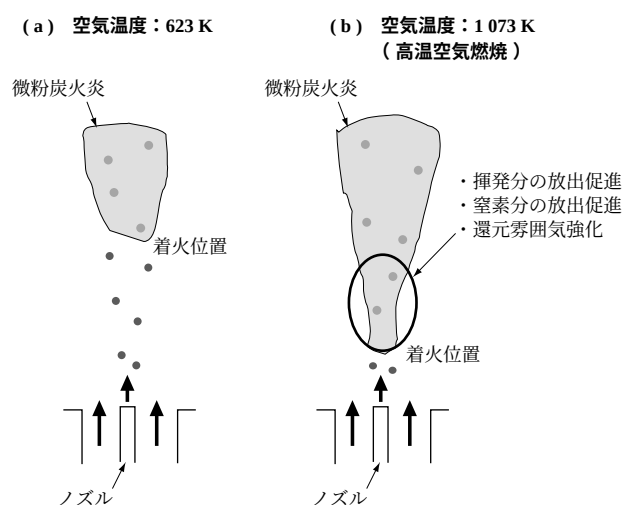
第6図 NO_x 濃度に対する空気温度の影響
Fig. 6 Effect of air temperature on NO_x concentration



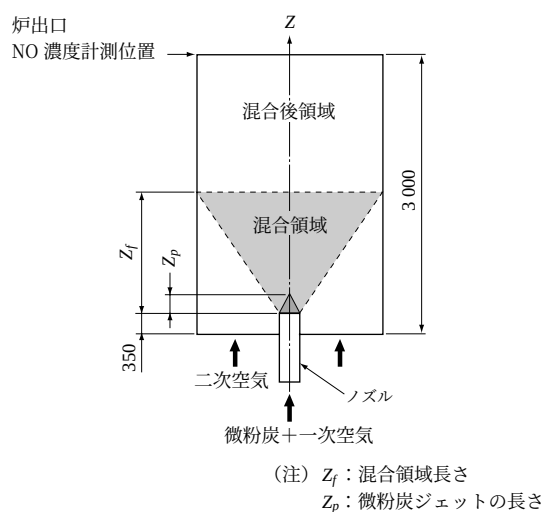
第7図 石炭中の窒素分放出挙動に対する空気温度の影響
Fig. 7 Effect of air temperature on nitrogen release in coal

以上から、高温空気燃焼による NO_x 低減化機構について検討した結果を**第8図**に示す。高温空気燃焼の場合、揮発分放出が促進されること、また揮発分と空気の可燃混合気の可燃範囲が広がることによって、従来型燃焼の場合に比較して着火位置がノズル近傍に移動する。ノズル近傍では周囲空気との混合が進んでいないため局所酸素濃度が低く、また揮発分が多く放出されているため、より強い還元雰囲気形成されている。ノズル近傍で石炭中の窒素分が放出されることによって、Fuel-N の酸化反応が抑制され低 NO_x 化につながるものと考えられる。

本結果は数値計算によっても確認した。**第9図**に高温空気燃焼の一次元数値シミュレーションを示す。炉および空



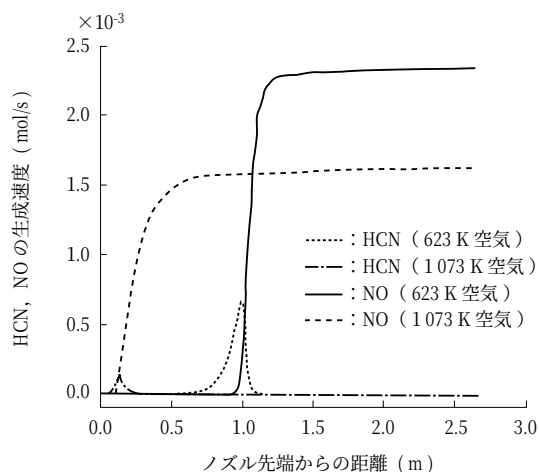
第8図 高温空気燃焼による NO_x 低減化機構
Fig. 8 NO_x reduction mechanism by high-temperature air combustion



第9図 高温空気燃焼の一次元数値シミュレーション (単位: mm)
Fig. 9 One-dimensional numerical simulation of high-temperature air combustion (unit: mm)

気・微粉炭の混合をモデル化し、Fuel-N（HCN として放出されると仮定）と酸素の反応、および Fuel-N と NO の反応を考慮することで NO_x 生成量を計算した。一次元数値シミュレーション計算による NO 生成速度を第 10 図に示す。第 10 図から、空気温度の上昇によって NO_x 生成量が減少していることが分かる。

このように、Thermal-NO_x と同様に、Fuel-NO_x の場合も高温空気燃焼によって NO_x 低減化が可能であることが明



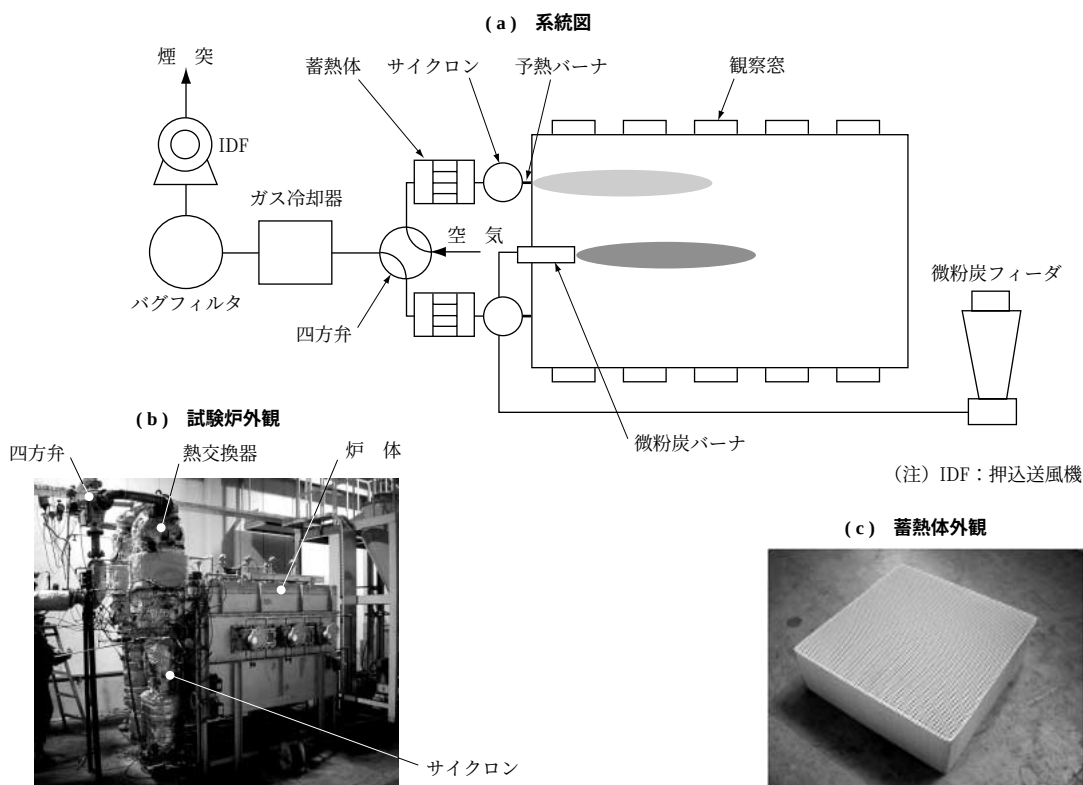
第 10 図 一次元数値シミュレーション計算による NO 生成速度
Fig. 10 NO calculation by one-dimensional numerical simulation

らかとなった^{(4),(5)}。

3.3 熱交換試験

気体燃料の場合、セラミック製の蓄熱体を備えた熱交換器を使用することで、排熱回収によって空気温度を高温化させ、高温空気燃焼を行う。微粉炭燃焼の場合も基本的には同じ方法を用いることができるが、微粉炭燃焼排気ガス中にはフライアッシュが含まれているため、蓄熱体への灰付着を抑制することが一つの課題となる。ここでは、微粉炭燃焼の場合も、排熱回収によって高温空気燃焼が達成できることを確認するための試験を実施した。

第 11 図に試験に用いたリジェネ微粉炭燃焼試験炉を示す。本装置は内側寸法で 1.0 × 1.0 × 1.5 m の角形炉であり、炉の一端に四方弁および蓄熱体から成る切替式の熱交換器を設置してある。四方弁によって 30 秒ごとに排気ガス・燃焼用空気の流れを切り替えることで、排熱回収によって高温空気を生成する。蓄熱体の前には、フライアッシュを回収するためのサイクロンを設置した。また蓄熱体の前後には、蓄熱体に付着した灰を高圧空気によって吹き飛ばすスートブロウ機構を設けた。微粉炭は、排気および高温空気ダクトの間から 10 kg/h の供給量で連続的に供給する。計測は、炉の側面から火炎を観察し、また蓄熱体の前後に熱電対を設置することで熱交換性能を確認した。



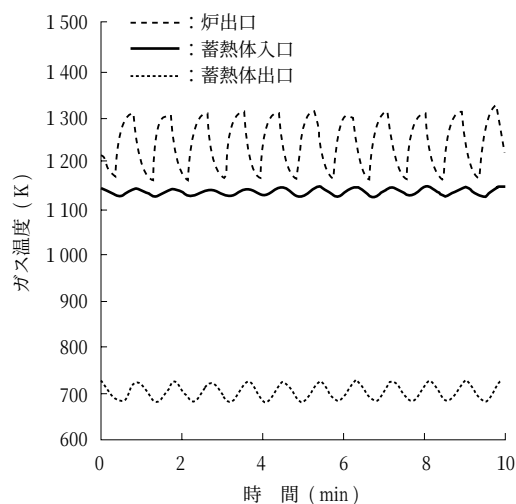
第 11 図 リジェネ微粉炭燃焼試験炉
Fig. 11 Regenerative test furnace for pulverized coal combustion

第 12 図に炉の側面から観察した微粉炭高温空気燃焼火炎（B 炭）の様子を示す。この場合、**第 2 図**の場合と異なり高温空気ダクトと微粉炭ノズルは離れている。それにもかかわらず、微粉炭は安定して着火している。これは、高温空気の効果のほかに、微粉炭噴流への高温排気ガスの巻き込み効果もあるためと考えられる。

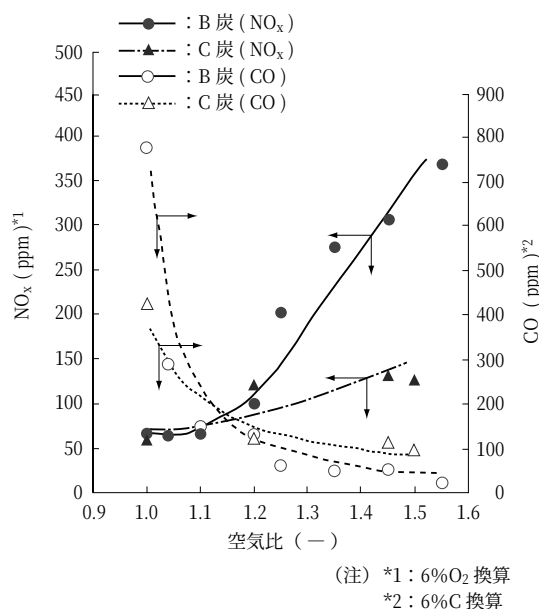
第 13 図に熱交換器周辺（炉出口、蓄熱体入口、蓄熱体出口）各部のガス温度を示す。本試験では空気と排気ガス流を 30 秒ごとに切り替えており、**第 13 図**にも 30 秒ごとの温度変化が表れている。温度としては、1123 K の排気ガスから 1073 K の高温空気を作りだすことが可能であり、熱交換も一定している。灰の付着による熱交換性能の悪化は見られない。

第 14 図に煙道において測定した NO_x および CO 濃度に対する空気比の影響を示す。 NO_x 濃度は空気比 1.2 においておよそ 100 ppm となり、**第 6 図**に示した濃度よりも低い値が得られた。この原因の一つとしては、微粉炭流と高温空気流が離れていることによって、局所的な還元雰囲気がかつ同軸供給の場合よりもさらに強化されたこと、また、微粉炭流への排気ガス流の巻き込み効果が、局所的な酸素濃度の低減に影響したことが考えられる。

第 15 図に蓄熱体差圧の変動を示す。蓄熱体へのフライアッシュ付着が進行すると、蓄熱体の差圧は増加する。灰が付着した蓄熱体の質量の測定結果からは、灰は主に蓄熱体の表面に付着しており、蓄熱体内部の付着量はそれほど多くない。付着が進行し差圧が増加した蓄熱体の表面に、高压空気を吹き付けると（スートブロー）、表面および流路に付着した灰が除去され、蓄熱体差圧は初期と同じ値に戻る。**第 15 図**にはスートブロー前 - (b)、スートブロー後 - (c) における蓄熱体表面の撮影結果を示す。これからスートブローによって付着灰が除去されていることが分かる。このスートブローを 1 時間ごとに行うことによって、継続して炉の運転が可能である。昼夜連続運転を行った結

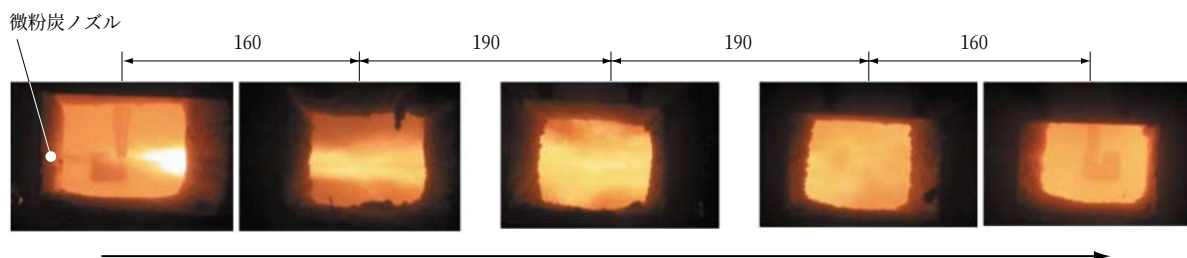


第 13 図 熱交換器周辺各部のガス温度
Fig. 13 Temperature around heat regenerator

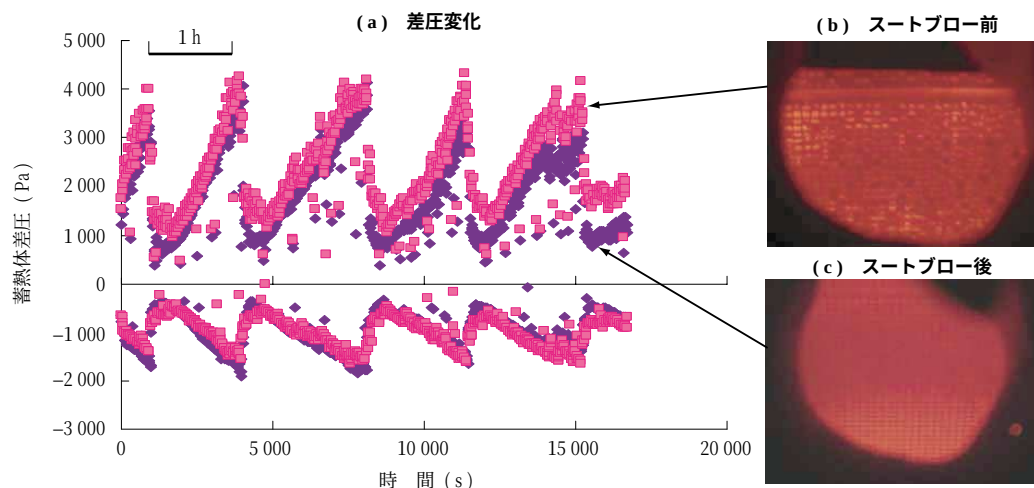


第 14 図 NO_x および CO 濃度
Fig. 14 NO_x and CO concentration

果、107 時間の連続運転が可能であった。107 時間運転後も特に問題は見受けられず、さらに運転時間を延ばすことが可能である。



第 12 図 微粉炭高温空気燃焼火炎（B 炭）（単位：mm）
Fig. 12 Pulverized coal flame in high-temperature air (coal B) (unit: mm)



第 15 図 蓄熱体差圧
Fig. 15 Pressure drop of heat regenerator

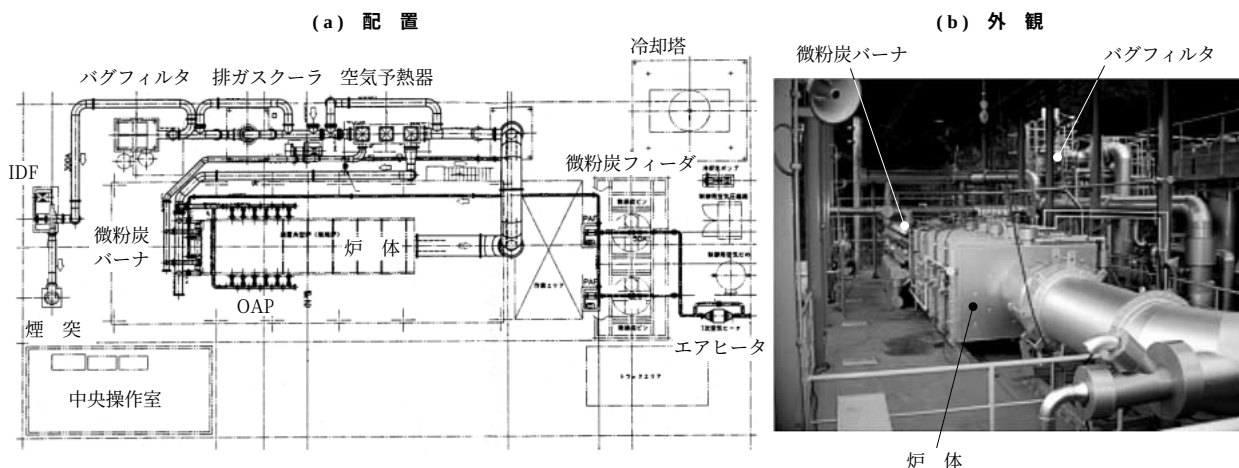
3.4 小型リジェネ炉試験

3.3 節までに得られた結果から、微粉炭燃焼に高温空気燃焼を適用することで、① 安定着火が困難な石炭（高燃料比炭）が使用可能であること ② Fuel-NO_x の低減が可能であること ③ 排熱回収によって高温空気燃焼状態を維持することが可能であること、が明らかとなった。これらの成果を最終的に確認するため、微粉炭燃焼量 150 kg/h（発熱量 1.2 MW）の小型リジェネ炉を設計・製作し、運転を実施した。

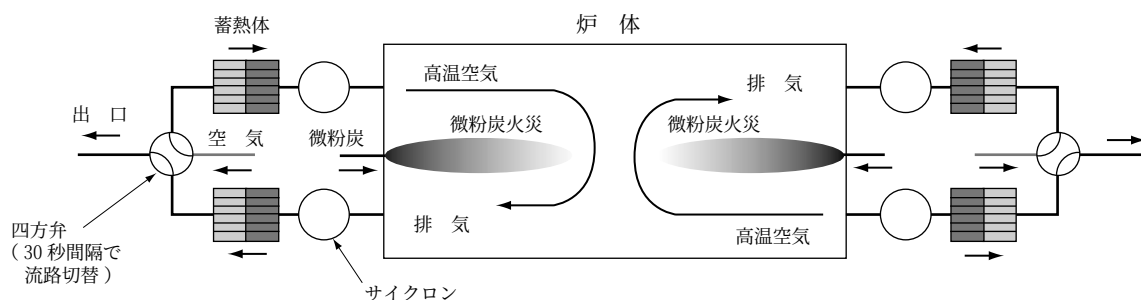
第 16 図に 150 kg/h 小型リジェネ炉を示す。本装置は、内側寸法 1.6 × 0.8 × 8.0 m の角形炉（内面耐火材打設、冷却ジャケットあり）を中心としており、補機として微粉炭フィーダ、排ガス処理設備などを備えている。微粉炭フィーダは 2 基あり、合計 150 kg/h の流量でそれぞれ 2 本の微粉炭バーナに微粉炭を空気搬送する。微粉炭は微粉炭

バーナで炉内に吹き込まれ、燃焼用空気によって燃焼する。排気ガスは排ガスクーラ、バグフィルタを通し煙突へと導かれる。本装置では、高温空気燃焼時の比較として従来型の低 NO_x バーナを用いた試験も実施した。この場合、空気温度はおよそ 573 K であり、燃焼用空気を巡回させる形式の微粉炭バーナによって微粉炭を燃焼させた。高温空気燃焼の場合は、炉の両端に四方弁および蓄熱体から成る熱交換器を設置し、それぞれに微粉炭バーナを設置した。なお、微粉炭バーナは連続供給だけでなく、ダンパによる切替供給も実施した。高温空気燃焼時における空気および燃焼ガスの流れを第 17 図に示す。

計測装置としては、排気ガスの分析装置（NO_x, CO, CO₂, O₂, SO_x）のほか、炉の側面にビデオカメラ、ヒートフラックス計を設置、また微粉炭の流れ場計測のため、PIV（Particle Image Velocimetry）計測も実施した。高温



第 16 図 150 kg/h 小型リジェネ炉
Fig. 16 150 kg/h regenerative furnace

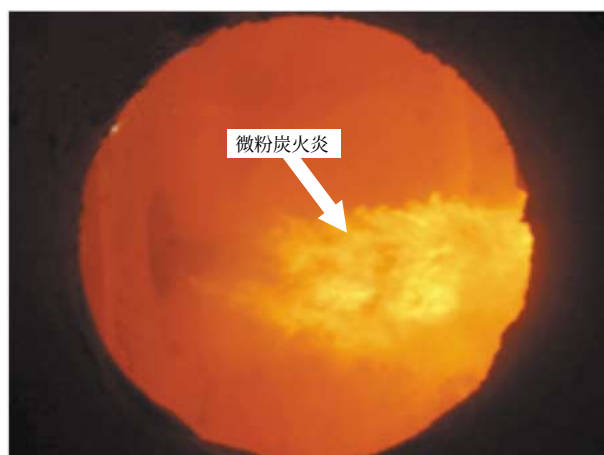


第 17 図 高温空気燃焼時における空気および燃料ガスの流れ
Fig. 17 Flow of high-temperature air combustion

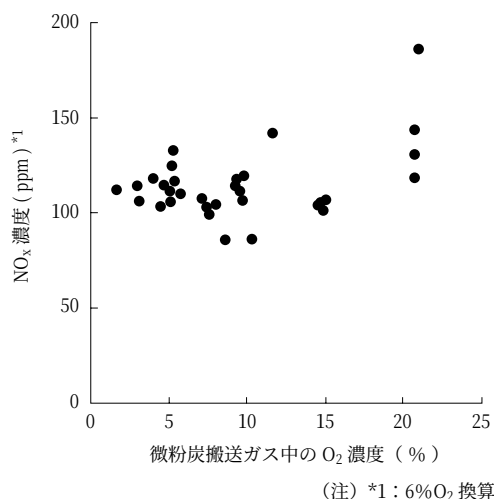
空気燃焼時における微粉炭バーナの最適化のため、微粉炭バーナ位置、微粉炭速度、微粉炭搬送ガス中の酸素濃度を变化させた。

第 18 図に、炉の側面から観察した微粉炭高温空気燃焼火炎の様子を示す。この場合、第 11 図と同様に微粉炭と高温空気は離れて炉内に供給されるが、微粉炭は安定して着火していることが分かる。第 19 図に NO_x 濃度に対する微粉炭搬送ガス中の酸素濃度の影響を示す。搬送ガス中の酸素濃度は、搬送空気に排気ガスを混合させることで变化させた。第 19 図から酸素濃度低減とともに NO_x は低減し、酸素濃度 10% において NO_x 濃度 100 ppm を達成できることが分かった。微粉炭搬送ガス中の酸素濃度を低減させれば、微粉炭バーナ近傍の還元雰囲気強化され、低 NO_x 化が可能となるが、火炎の安定性も悪くなる。高温空気燃焼を利用することによって、低酸素濃度においても安定した火炎が確保できるため、低 NO_x 化に適したバーナ構造や運転範囲の自由度が大幅に拡大する。

なお、本試験実施時には、基盤研究で実施した結果を三次元シミュレーションに活かし、微粉炭バーナ近傍における微粉炭の着火位置、還元領域の強さを計算することで、

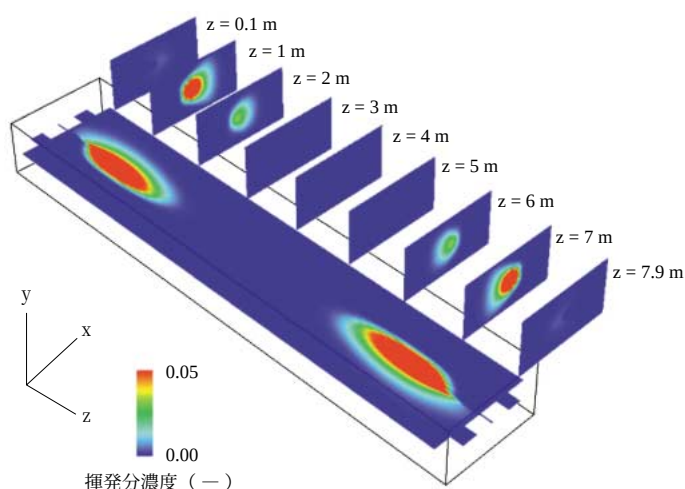


第 18 図 微粉炭高温空気燃焼火炎
Fig. 18 Pulverized coal flame in high-temperature air



第 19 図 NO_x 濃度に対する微粉炭搬送ガス中の酸素濃度の影響
Fig. 19 Effect of oxygen concentration in primary air on NO_x concentration

最適な微粉炭バーナ配置を検討した。還元領域を計算した結果の一例として三次元シミュレーション結果を第 20 図に示す。



第 20 図 三次元シミュレーション：揮発分濃度
Fig. 20 Three-dimensional numerical simulation : volatile concentration

4. 結 言

本研究開発によって微粉炭の高温空気燃焼技術の原理実証に成功した。高温空気燃焼技術は、高効率化による地球温暖化物質の低減、 NO_x などの大気汚染物質の低減に大きく貢献できる技術であり、気体燃料だけではなく、ほかの燃焼設備にも応用することが求められている。ここでは、その一環として、微粉炭焚きボイラに高温空気燃焼技術を適用するための技術開発を紹介した。

本技術によって将来的には、低揮発分炭などの石炭も安定して低 NO_x 燃焼させることが可能となり、世界的に大きく貢献できるものである。今後も本技術の確立・実用化に向け取り組んでいく予定である。

— 謝 辞 —

本研究開発は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の主導のもと、財団法人省エネルギーセンターからの委託で実施したものである。多くのご協力をいただいた関係各位に、ここに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) 仲町一郎：高温予熱空気用低 NO_x 燃焼技術について 燃焼研究 98 号 1994 年 pp.51—64
- (2) 資源エネルギー庁 石炭・新エネルギー部監修 資源産業新聞社刊：コールノート 2000 年版 2000 年 3 月 p.31
- (3) L. D. Smoot : Coal Combustion and Gasification Plenum Press (1985) p.46
- (4) T. Suda, M. Takafuji, T. Hirata, M. Yoshino and J. Sato : A Study of Combustion Behavior of Pulverized Coal in High-Temperature Air Proceedings of the Combustion Institute Vol.29 (2002) pp.503—509
- (5) T. Suda, M. Takafuji, T. Hirata and J. Sato : Combustion Behavior of Pulverized Coal in High Temperature Air Using Regenerative Furnace Twentieth Annual International Pittsburgh Coal Conference Proceedings Session15 (2003)