

高温空気クリーン燃焼技術

鋼鉄研究総院
2001年8月

高温空気クリーン燃焼技術

- 立案の目的と意義
- 現在の基礎的業務
- 目 標
- 市場の展望

立案の目的と意義

中国の環境汚染状況

中国は発展途上国であり、全国のエネルギー消費総量は約14.2億トン標準炭と、世界第二位で、世界エネルギー消費総量の約11%を占める。その内、石炭13.7億トン、原油1.6億トン、天然ガス227億 m^3 で、それぞれ世界の第1、5、21位を占める。

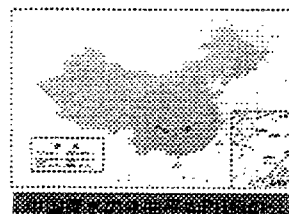
エネルギーの大量使用は深刻な環境汚染をもたらしている。

わが国の環境汚染の特徴

一次エネルギーは石炭を主とし(約76%を占める)、石炭の硫黄含有量が高く、大量の SO_2 を排出し、深刻な汚染をもたらしている。

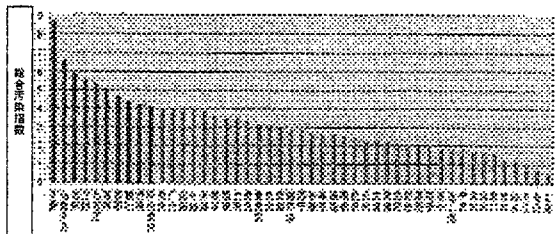


SO_2 の大量排出は、生態系のバランスを崩し、生態環境を悪化させる。 SO_2 の大量排出のため、中国における酸性雨被害面積は45%にも達し、降雨の平均PH値は3.74-7.79となっている。酸性雨は土壌の酸性化、森林の衰退、農作物の減産を引き起こし、建築物に損害を与えると同時に、人の健康にも影響を及ぼす。



都市空気の汚染が深刻

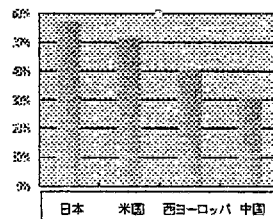
都市空気中のSO₂平均値は3~248μg/m³、NO_xの平均値は4~140 μg/m³、粒状浮遊物の年間平均濃度は32~741 μg/m³で、いずれも全国平均値の3倍となっている。



環境汚染の主要原因

◆ エネルギー消費が多く、エネルギーの効率が低い

中国のエネルギー効率は平均で30%で、世界先進国と比べて20年も遅れており、10%の格差がある。1万元GDP当りのエネルギー消費量は世界平均レベルの3倍、日本の4.85倍となっている。単位製品のエネルギー消費量は先進国より20~60%高くなっている。



環境汚染の主要原因

◆ 重要技術の立ち遅れ

- H 燃料構成は石炭を主とし、石炭の硫黄含有量は日本の3倍。
- H 工業窯炉の多くは直接排煙技術を採用しており、物理的廃熱の利用が不十分。
- H 基本的に冷空気燃焼技術を採用しており、熱の損失が深刻。
- H 基本的に高過剰空気燃焼技術を採用しており、深刻な大気汚染をもたらす。
- H 再生可能なエネルギーの利用が不十分。

工業窯炉の汚染物排出状況

	石炭燃焼炉	油燃焼炉	ガス燃焼炉
燃効率 (%)	19.2	30.8	50.5
送風空気係数	2.97	3.56	1.9
(採用すべきサーカ)	(1.2~1.4)	(1.2~1.4)	(1.1~1.3)
煤塵濃度 (mg/m ³)	2331	445.7	321 (未清浄コークスガス燃焼)
NO _x (ppm)	404	429	287
SO ₂ (ppm)	345	48	242 (未清浄コークスガス燃焼)

環境汚染の主要原因

◆ 完備した環境保護施設の欠乏

現在、中国の基礎工業の環境保護に関する整備は塵埃除去と水質処理を主としている。大気環境汚染に関しては、多大な投資を必要とするため、殆ど排煙総合処理を行っていない。

1993年全国各業界の大気汚染処理状況

業界	建築材料工業	化学工業材料	冶金工業
SO ₂ の総排出量 (万吨)	127	109	79
全国総排出量に占める割合%	9.8	8	4.3
SO ₂ 除去処理量 (万吨)	6.73	24.41	7.82
炉の排煙の脱S率 (%)	5.3	22.4	9.9

冶金業界は重大な汚染源

- ① 中国において各種工業窯炉設備は既に12万台に達しており、年間エネルギー消費量は全国エネルギー消費量の25%をしめている。
- ② 燃焼炉は工業窯炉数の55%を占めており、そのエネルギー消費量は92%を占め、中国エネルギー消費総量の23%にあたる。
- ③ 工業窯炉の内、冶金業界の排気排出量は全国排出量の18%を占める。

高炉ガスの放散が増加している。

年度	冶金部門		重点鉄鋼企業	
	ガス放散量/万吨標準炭	年度	ガス放散量/万吨標準炭	年度
1985	90	1990	42.5	
1992	185	1992	84.5	
1995	240			

中国環境汚染問題を解決する根本的措置

- 省エネルギー技術を研究開発し、エネルギーの利用効率を向上させ、CO₂の排出量を低減させる。
- クリーンエネルギーを研究開発し、わが国のエネルギー構成を逐次変えていく。
- 汚染発生源で対処することとし、クリーン燃焼技術を研究開発し、SO₂、NO_x等の大気汚染源を軽減する。
- 排煙処理設備を普及・完備し、SO₂、NO_xの排出量を減少させる。
- エネルギー消費量が高く、深刻な汚染をもたらす立ち遅れたプロセス設備を淘汰させる。

優先して発展させるべき新技術
 高効率・クリーン燃焼技術
 余熱総合利用技術
 大気汚染コントロール技術

現在の基礎的業務

実験室研究業務

高温燃焼実験室を設置し、下記の設計開発業務をやり遂げた。

□ 蓄熱体熱交換器を設計開発

ハニカム蓄熱体はそのハイ・スピードの蓄熱及び熱交換力により極限的余熱回収を実現できる。

1. 現在試用品中のハニカム蓄熱体の性能

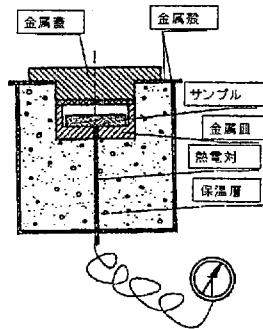
番号	材質	蓄熱容量		耐ヒートショック回数	
		100×100×100mm 1000℃空冷	50×50×50mm 1100℃空冷、最大20%	1000℃空冷	1100℃空冷
MF	コーディライト	900	>30	3	
MF	Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 系	1000	>30	20	

2. 現在開発中の新しい材質の蓄熱体

サンプル規格はφ50×10mmであり、サンプル1[#]、2[#]、3[#]、4[#]はすべてセラミックス複合材料で、耐ヒートショック回数(1100℃空冷)はいずれも35回を上回る。

実験室研究業務

伝熱効果の優れたものを選択するため、伝熱係数の異なる材料が空気及び固体に対して相似した伝熱効果を示すことができる原理を利用して、簡単な伝熱装置を作り、伝熱実験を行う。伝熱装置は図の通り：



- 伝熱装置は図の通り：
- ① 同じ時間内に達した温度は蓄熱程度を表す。
 - ② 同じ温度に達する所要時間は伝熱速度を表す。

実験室研究業務

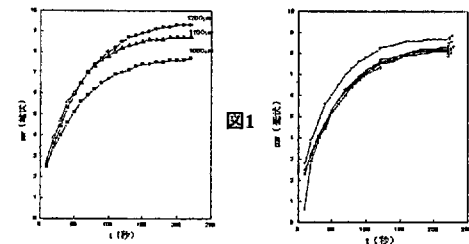


図1の示す通り、蓄熱温度が高い場合、伝熱速度及び蓄熱程度は共に高く、実際の応用に際しては蓄熱温度を1000℃を上回るようにすべきである。

図2の示す通り、1[#]材質の蓄熱程度と伝熱速度は共に2[#]、3[#]、4[#]を上回る。現在、1[#]ハニカムの製造中である。

実験室研究業務

□ 五位四ポート方向交換弁を設計開発

- ① 回転式四ポート弁
- ② 始動圧縮空気圧力：0.25 MPa

□ 高効率燃焼バーナーを設計開発

- ① 二次燃焼技術を採用
- ② 噴出ノズルの噴出スピードは20-80メートル/秒
- ③ 燃焼バーナーの前表圧は100-900mmH₂O
- ④ 炎の長さは調節可能

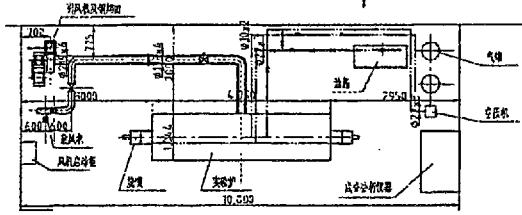
□ 自動制御の実験炉や関連計測設備を設置

実験室研究業務

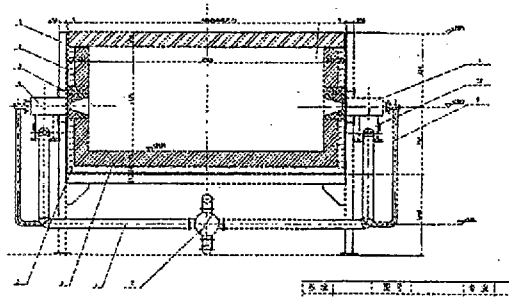
液体(軽油)を燃料とする燃焼実験を完成し、下記の重要技術を基本的に解決した。

- ① 高密封性耐高温五位四ポート弁の設計と実験。
- ② 蓄熱体構造の確定。
- ③ 燃焼負荷と燃焼バーナーの関係に関する一般的原则、空気・燃料比率の自動調整・制御に関する計算方法。
- ④ 燃料(気体若しくは液体)助燃空気などの流量と炉温、排煙温度のコンピューターによる監視を実現し、四ポート弁の定時方向切替の機能を実現する。

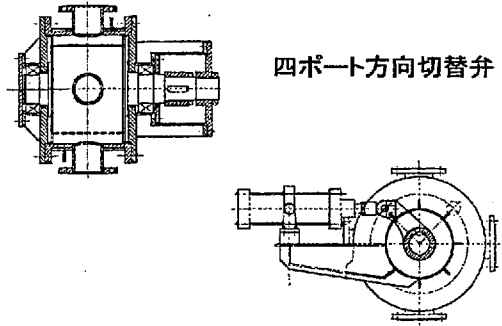
実験室平面配置図



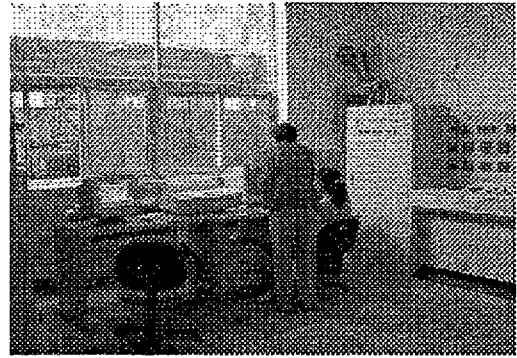
炉体構造図



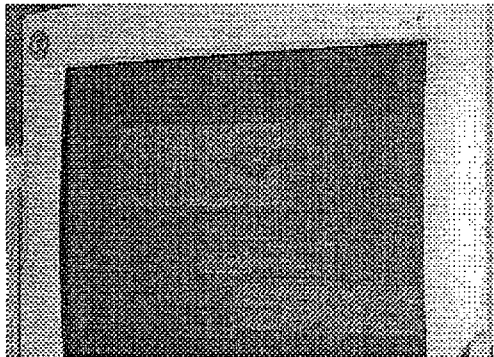
四ホト方向切替弁



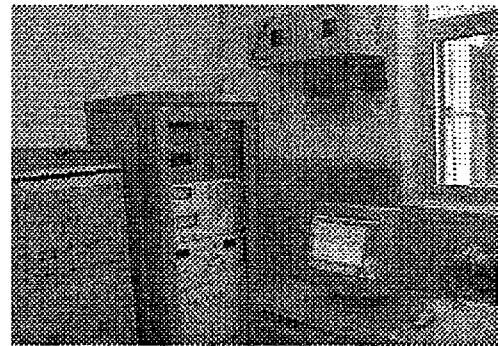
燃焼実験制御室



監視画面



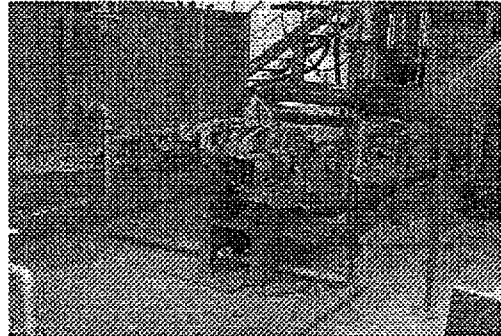
ガス分析装置



燃焼バーナー



四ポート弁



目 標

基礎研究

- (1) 高温空気低酸素燃焼メカニズム及び燃焼ノズルの最適設計
- (2) 高温空気低酸素燃焼技術設備の研究
- (3) 高温セラミックス蓄熱体の研究開発と空気予熱メカニズムの研究
- (4) 高温空気クリーン燃焼の人工知能制御ソフトの開発

環境計測と技術改造

燃焼診断と環境計測設備の導入

1. 工場燃焼診断を行い、技術的評価をする。
2. 環境計測を行う。
3. 設備・技術の改造案を提出する。
4. 技術研修。

プロセスの実施と応用

- ① 圧延加熱炉における高温空気クリーン燃焼技術の応用
技術指標：排煙廃熱回収率 80%
空気予熱温度 1000℃
圧力損失 150mmH₂O
エネルギー節約 30~40%
- ② レードル予熱
技術指標：燃焼熱効率が40%向上して、70%に
レードル予熱燃料の節約 40%に
ライニング寿命が向上して 10~20%に
- ③ タンディッシュ無酸素加熱システム

市場の展望

- 全国延圧加熱炉総計：2万台余り
- 油燃焼炉の占める割合 45%
- 混合ガス燃焼炉の占める割合 45%
- 石炭燃焼炉の占める割合 10%

ここ2年間、冶金業界の高炉ガス放散は連続して上昇中にある。放散される高炉ガスを圧延加熱炉に使用できるならば、省エネによる経済効果を収めると同時に、加熱炉の操作を改善し、環境汚染を軽減することもできる。