

SCOPE21では石炭の急速加熱および微粉炭の成形物を装入することによる嵩密度向上でコークス強度を向上させ、非微粘結炭を多量使用する技術の開発が実施された。

以上非微粘結炭使用技術について紹介したが、高炉操業においては高微粉炭操業が継続され、また高出銑比操業や低還元材比操業が今後とも指向されると考えられる。このため今後益々コークス品質に対する重要性が増し、高炉操業に見合ったコークス品質設計が要求される。特に近年の研究では高炉内の反応効率向上のためには焼結鉱の被還元性向上に加え、高強度でかつ高反応性コークスの使用が有効との報告もある。非微粘結炭の多量使用は高反応性コークス製造にもつながるため、次期コークス製造技術は有望な技術の一つと考えられる。高炉操業に対応したコークス品質を製造するためには、既存の事前処理技術とを組み合わせることで更なる非微粘結炭の多量使用技術の開発が必要と考えられる。

1.8 コークス炉の長寿命化技術

わが国のコークス炉の多くは高度成長期に建設され、以後1984年稼働の炉を最後に最近20年間は新設が行われていない。その結果、コークス炉の炉令は平均約33年、最高では40年と、従来コークス炉の寿命と言われていた炉令35年を超える炉も多くなってきている(図1.6)。これに対し、バブル崩壊後の鉄鋼需要低迷期にあっては、コークス炉更新のための多大な設備投資を行う経済状況ではなく、コークス炉の寿命延長、安定操業の維持が操業における最重要課題とされた。こうした背景のもと、様々なコークス炉長寿命化技術が開発され、効果を挙げている。以下にその代表的な技術を概説する。

1.8.1 補修技術

国内各社の老朽コークス炉の調査により、炉令25年を過

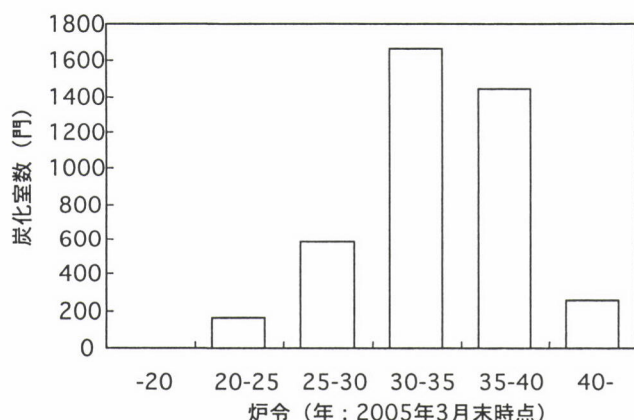


図1.6 わが国におけるコークス炉の炉令分布

ぎた頃よりコークス炉の損傷率が急激に増大することが明らかとなっている。炉体損傷のうち、炭化室レンガの損傷すなわち亀裂、損耗、せり出しなどは、押し詰まりによる操業阻害の原因となり、また炉壁破孔に至るとその炭化室が操業不能に陥ることから、各種の損傷補修技術が開発され、実炉において活用されている。

炉壁レンガの亀裂、欠損、損耗部に対する補修技術としては従来のモルタル吹き付けに代わり、ケイ石質の溶射材を高温で溶融させてレンガに吹き付け、溶着させる溶射補修が一般的となった。溶射補修により形成される溶射体は従来の補修法に比較して耐久性に優れることから本技術は広く普及し、炉壁中央部まで溶射可能な大型溶射装置が鉄鋼4社により共同開発され、部分改造されて各社に導入が進んでいる。

炉壁破孔など、さらに大規模な損傷に対しては、熱間差し替え、積み替え補修が行われるが、施工方法、断熱方法などの進歩により、従来に比べて広範囲かつ短工期での補修が可能となり、特に、窯口部に関しては熱間積み替えはごく一般的な技術となりつつある。炉壁の一部ではなく、全フリュー列のレンガすべてを積み替える方法はヨーロッパなどでは隣接する炭化室数窯を一気に積み替えるなどの適用例があるが、わが国ではまだ一般的な方法とはなっていない。

炭化室炉壁の微細貫通亀裂の新規補修方法として、Chemical Vapor Deposition (CVD) を利用した補修技術が報告されている。この方法は、炭化室に SiCl_4 ガスを吹き込み、微細亀裂内で燃焼室側から拡散してくる水蒸気と反応させて SiO_2 を析出させ、亀裂閉塞とレンガの強化を行うというものである。

1.8.2 操業管理技術

炉命延長技術としては、損傷部の補修技術と並んで、損傷の拡大をできるだけ抑止する操業管理技術も重要である。特に、炉体老朽化に伴って炭化室毎の損傷状態の差が大きくなる傾向があるため、従来のような炉団全体の管理ではなく、窯毎に管理を行う必要があることが認識され、そのためのシステム化が進められている。

操業管理として最も重要な点は、窯詰まりの抑止であると考えられる。窯詰まり時には炉壁に過大な荷重が作用する上、窯詰まり処置に伴う炉壁の温度変化が炉壁損傷を拡大するため、窯詰まりを抑止するための技術開発やその原因についての理論的な検討が行われた。炉壁の部分的損耗やカーボン成長による炉壁の凹凸は、押し出し抵抗の増大や窯詰まり原因のひとつとなることから、損耗部の補修と並んで炉壁カーボンの管理が重要視され、窯出しから装入までの間に装炭孔からランスを挿入し、空気を吹き込んで炉壁カーボンを燃焼除去する装置が開発、実機化された。また、炉壁へのカーボン

析出抑止を狙って、炉壁にガラス層をコーティングする装置も実用化されている。コークス押出性改善のための装入炭性状制御技術としては、配合炭の膨張圧管理やコークスケーキと炉壁のクリアランス管理が活用されている。

1.8.3 炉体診断技術

炉体の損傷状態を正確に把握し、適切な対応を取ることは補修や操業管理を効果的に行うために極めて重要である。そうした観点から、炉体計測のための様々な装置が開発された。

炭化室内の状態を観察する装置としては、空の炭化室窯口からカメラを装入する方法に始まり、レーザー距離計を組み込んだ計測装置により炉壁全面の凹凸を定量化する装置も開発されている。操業を行いながら炉体計測を行う方法としては、押出しラムに設置する可搬式窯幅計が開発され、カーボン管理などに活用されている。

燃焼室内観察装置としては、水冷ランスにカメラを搭載し、燃焼室上部の点検口から挿入し内部観察を行う装置や、挿入部分を空冷耐熱ケーブルに変更して操作性を向上させた装置が開発された。

1.8.4 これからの長寿命化技術

現在の長寿命化技術は、操業の維持継続に重点を置いたものが主であるが、今後は環境規制の強化に対応して、炉体老朽化に伴う規制物質の排出増加を抑止する方向での長寿命化技術が重要になると予想される。2003年に至り、わが国でも久しぶりのコークス炉新設が発表され、長寿命化のみに頼る状況から脱する兆しが見えつつあるが、既存炉の更新にはまだ時間を要することから、今後も長寿命化技術はコークス炉に係る基盤技術として欠くことのできないものと考えられ、積極的な開発の継続が望まれる。

1.9 次世代コークス製造技術の開発

1.9.1 SCOPE21 プロセス開発の背景

現在、日本のコークス炉の稼働年数は平均で32年を経過している。今後、コークス炉のリプレースが無ければ、大半のコークス炉が寿命に達するため、コークスの供給能力が減少し、コークス不足の状態に到ることが予測される。また、現在のコークス炉は原料炭として強粘結炭を使用しなければならないという炭種制約、狭い生産弾力性、エネルギー多量消費構造、及び環境問題等の解決すべき課題を多数抱えており、コークス炉の更新時期を迎える21世紀初頭において現行の室炉法のままでは既設コークス炉の更新は極めて困難な状況にあると考えられる。そこで、これらの課題を解決する

ために、国家プロジェクトとして、日本鉄鋼連盟に参加する企業によって、1994年から2003年にかけて次世代コークス製造技術の開発が行われた。本プロジェクトは、SCOPE21 (Super Coke Oven for Productivity and Environmental enhancement toward the 21st century) と呼ばれている。

わが国における最近10年間のコークス製造技術の開発は、まさにSCOPE21の開発が中核をなしており、ここでは、この10年間に行われたSCOPE21プロセスの開発状況を紹介する。

1.9.2 SCOPE21の開発目標および開発スケジュール

SCOPE21プロセスの主要課題は、以下の通りである。

- 1) コークス生産性の大幅な向上、2) 石炭資源対応力の向上、3) 省エネルギー技術の開発、4) 環境対応力の向上

SCOPE21プロセスの開発スケジュールを表1.2に示す。SCOPE21プロセスの開発においては、基盤技術に関する検討、要素技術検討、ベンチスケールテスト、パイロットプラント操業試験というステップで、試験装置の規模を計画的にスケールアップしながら、研究開発が実施された。

1.9.3 SCOPE21プロセスの概要および開発成果

図1.7にSCOPE21のプロセスフローを示す。初めに、コークス製造用に使用される石炭を乾燥分級した後に、粗粒炭と微粉炭とを別々に330～380℃まで急速加熱し、微粉炭は熱間成形機を用いて成形した後に粗粒炭と混合する。この石

表1.2 SCOPE21プロセスの開発スケジュール

1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Basic research		Lab. scale test		Bench scale plant test	Construction of the pilot plant			Pilot plant test	

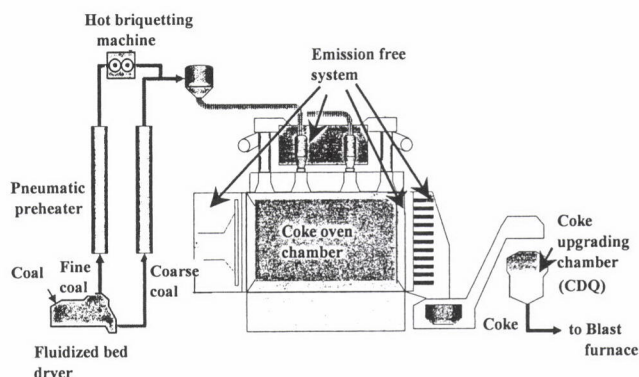


図1.7 SCOPE21 プロセスフロー