

自動化も採用され始めている。

1.6.5 改修工期短縮

改修期間中の減産を抑制すべく、工期短縮のため重量物搬出装置を使用した大ブロックリング工法が最近採用されている。マンテルを水平方向に3～4ブロック程度に切断してステーブとともにリング状で撤去し、据え付け時は事前にリング状に組み立てた後に槽内に取り込むものである。この大ブロックリング工法採用により、130日程度であった改修工期が90日を切るようになり、60日台を達成した例もある。事前に良好な環境で溶接作業ができることから、溶接品質向上や安全性の面でも大きな効果がある。

1.6.6 まとめ

改修時に炉容拡大、機能改善、工期短縮等の新技術を採用し、生産性や操業安定性向上に寄与してきた。高炉長寿命中で特に成果が著しく、今後は高出鉄比を維持しつつ25年以上の寿命が期待できる。

1.7 コークス炉における非微粘結炭の多量使用技術

1.7.1 現行コークス炉での非微粘結炭の多量使用技術

コークス製造コストの低減およびコークス用原料炭の利用拡大の観点から、非微粘結炭を多量に使用する技術の開発が進められてきた。非微粘結炭の特徴は、文字通り粘結炭と比較して石炭が軟化する温度域での溶融性指数が低いいため、単独の使用では石炭粒子間の接着が不足するため良質なコークスが得られないことにある。このため粘結炭に一部混合して使用するのが一般的である。しかし非微粘結炭を多量使用した場合はコークス強度が低下するため、非微粘結炭を多量使用するためには何らかの石炭の事前処理が必要である。一般にコークスは一種の多孔材料であると考えられるため、その強度は主に(1)基質強度、(2)気孔率、(3)コークス内の亀裂や欠陥に支配される。このため非微粘結炭を配合した場合に影響するこれら要因を改善することで多量使用が可能となり、その手段として石炭の事前処理技術が開発されてきた。以下に具体的な上記要因を改善する事前処理を中心にその技術を紹介する。

まず最初に基質強度の改善に関しては、その改善方法は少ない。石炭に良質の粘結剤を添加しコークス強度向上に応じ非微粘結炭の使用増を図ることが一つの方法であるが、良質な粘結剤の量が限定されるという課題がある。またコークス排出時の最終乾留温度を上昇させることも考えられるが、1,000℃程度に高温乾留されている場合はそれ以上コークス

温度を上昇させても基質強度の改善効果は小さい。

気孔率の改善では、石炭装入時の嵩密度を上昇させることが有効である。石炭の装入嵩密度が上昇すれば、乾留後のコークスの気孔率が低下しコークス強度が向上、換言すれば非微粘結炭が多配合できることになる。嵩密度を上昇させる方法には幾つかあるがその代表的な方法は、①成形炭配合法、②調湿炭法・乾燥炭法である。成形炭配合法は、粉碎した石炭の一部約30%にバインダーを添加した後成形し、高密度の成形炭を未成形の石炭(粉炭部)と混合して装入するものである。成形炭配合では非微粘結炭の多量使用は可能であるが、コークス炉装入時の成形炭偏析に起因する炉壁へのカーボン付着や押し出し時の発塵発煙などの課題をかかえているのが実情である。これに対して調湿炭法や乾燥炭法は石炭の水分を低下させることによって粉体流動性を向上させ装入嵩密度を上昇させる方法である。調湿炭法は搬送や装入時の微粉の発塵を防止するため、水分を5～7%に調整したものを装入する方法である。乾燥炭法は流動床設備で微粉炭と粗粒炭とに分級するとともに水分を2～4%程度にまで乾燥させ、分級した微粉炭はバインダーを添加後成形し粗粒炭とともに装入する方法である。この方式では水分低下による嵩密度向上に加え成形物添加による嵩密度向上が図られ、結果として非微粘結炭の多量使用が可能である。水分を低下させる方法においてもカーボン付着の増加を招くため、その有効な除去技術の開発が望まれている。

コークス内の亀裂・欠陥の改善では、石炭粒子同志の接着性を改善させる方法がある。前記した装入嵩密度向上技術や粘結剤添加がその方法である。また石炭中の不活性成分を微粉碎し乾留過程で発生する亀裂を抑制する分級粉碎法も実施されている。

その他の非微粘結炭多量使用技術としては、排出したコークスを乾式消火する設備(CDQ)内で均熱やスタビライズによりコークス強度が向上する効果を用いる方法がある。

このように非微粘結炭の多量使用を目的として種々の事前処理技術などを単独あるいは組み合わせて実施しており、今後とも前記したコークス強度の支配要因を旨く改善すれば非微粘結炭の多量使用は可能と考えられる。

1.7.2 次期コークス製造技術における非微粘結炭の多量使用技術

次期コークス製造技術として検討されたものに成形コークス製造法やSCOPE21がある。成形コークス製造法は、成形炭を製造するが、成形炭配合法と異なりコークス炉やシャフト炉に成形炭のみを装入してコークスを製造する方法である。高嵩密度の成形炭を装入するためコークス強度は高く非微粘結炭を多量に使用することが可能である。また

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

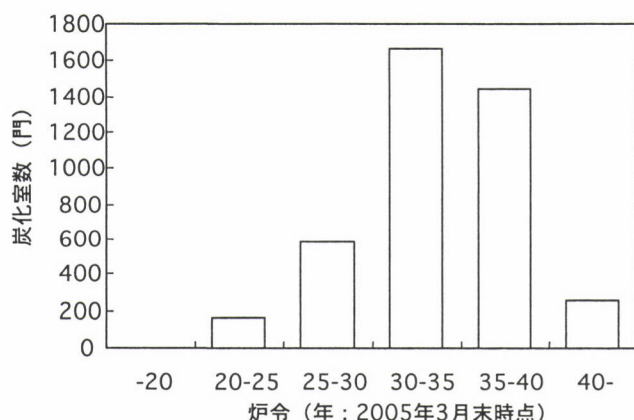


図1.6 わが国におけるコークス炉の炉令分布

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