



電気炉製鋼向け高効率酸素制御システム 「SCOPE-JET[®] Advanced Post-combustion」

Advanced Oxygen Control System for Post-combustion in EAF

清野 尚樹*
SEINO Naoki

羽路 智之*
HANEJI Tomoyuki

1. 背景

当社では高速酸素バーナ・ランス「SCOPE-JET」を2001年より電気炉製鋼プロセスに展開しており、2017年にはさらにSCOPE-JETの性能を向上させるとともに、低圧・低カロリーの燃料にも対応した新型「SCOPE-JET」を開発した。また、電気炉の未燃排ガスを炉内で二次燃焼させる「SCOPE-JET Post Combustion」も展開している。これまで培った電気炉製鋼プロセスにおけるノウハウと、カーボンニュートラル社会の実現に向けた省エネルギー性能の向上に対する要求を受けて、酸素ガスの利用効率を更に向上させるため、酸素制御システムとレーザー式ガス分析装置を連動させた高効率酸素制御システム「SCOPE-JET Advanced Post-combustion」を開発した。電気炉製鋼プロセスにおいて従来操業と比較して、酸素原単位を20%削減することに成功した¹⁾。

2. 技術内容

二次燃焼とは、電気炉製鋼プロセスの溶解期において、電気炉内の原料スクラップ、炭材、燃料から発生する未燃ガス(CO、H₂など)に対して、炉壁に設置した酸素ランスから純酸素を吹込むことで未燃ガスを燃焼させ、その燃焼熱で充填したスクラップ層を加熱し、電力原単位の削減や生産性の向上を図る技術である。SCOPE-JET Advanced Post-combustionのシステム構成を図1に示す。本システムは電気炉に設置されるもので、レーザー式ガス分析装置(Zolo Scanプローブ、評価システム)、酸素制御システム、酸素ランスから構成される。

発生する未燃ガスの組成は製鋼プロセスにおいて刻一刻と数値が大きく変化するため、排ガス性状を正確に把握することが二次燃焼の効率向上にとって重要である。電気炉製鋼プロセスの溶解期において

発生する排ガスの性状を正確に把握するため、ガス分析装置として半導体レーザー分光方式である On Point Solutions 社製 Zolo Scan を採用した²⁾。レーザー式ガス分析装置では排ガス中のCO、CO₂、H₂Oの各ガス濃度とガス温度を1本のレーザーで瞬時(応答速度:2秒以内)かつ連続に測定できるという特徴がある。仕様を表1に示す。本装置はガス濃度の測定範囲が非常に広く、また排ガス性状を把握するのに十分な精度を持っている。排ガスダクトに図2のZolo Scanプローブを設置するが、排ガスダクト内のガス流れについて数値流体解析(CFD)を行い、ダクト内のガス濃度分布とガス温度分布を計算・評価し、最適な位置にZolo Scanプローブを設置する。Zolo Scan評価システムはZolo Scanプローブからの測定データを分析・表示させる機能を持つとともに、得られたデータを酸素制御システムに伝送する。

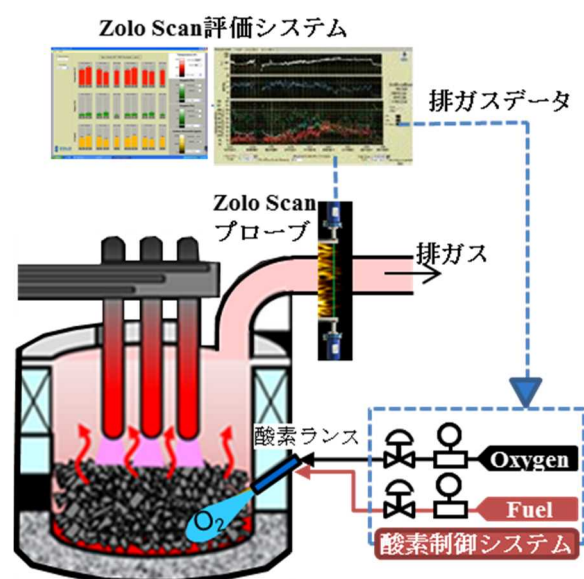


図1 SCOPE-JET Advanced Post-combustion 構成

* R&Dユニット 山梨研究所 燃焼技術部 技術課



図2 Zolo Scan プローブ

表1 分析計仕様

		測定範囲	測定精度
ガス濃度	CO (%)	2 ~ 80	±2%abs
	CO ₂ (%)	2 ~ 80	±1%abs
	H ₂ O (%)	1 ~ 50	±1%abs
ガス温度 (°C)		260~1700	±1.5%FS

酸素制御システムは、伝送された排ガスデータと過去の知見から適切な酸素供給量を計算し酸素ランスからの酸素量を制御する。制御画面の一例を図3に示す。ガス濃度の変動に対する酸素量の応答性を高める制御を行なうとともに、安定的でかつ信頼性の高いシステムを構築した。本制御画面は顧客要求によりカスタマイズして提供する。

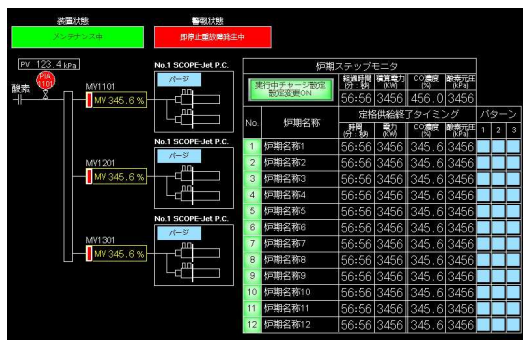


図3 酸素制御システム制御画面

図4に排ガス中のCO濃度挙動、図5に酸素ランスから電気炉へ噴出される酸素供給量の挙動を例示する。図5では従来操業とSCOPE-JET Advanced Post-combustion 導入時の酸素量挙動を比較した。図4の通りCO濃度の変動は非常に大きい。従来の操業では酸素量をステップ上に制御していたが、本システムではCO濃度に合わせて図5の通り酸素量を変動させた。本システムを顧客電気炉へ導入した結果、二次燃焼熱を有効に原料スクラップへ着熱させ、電力原単位を従来より7 kWh/T削減できた。さらに酸素量を20%削減することにも成功した。

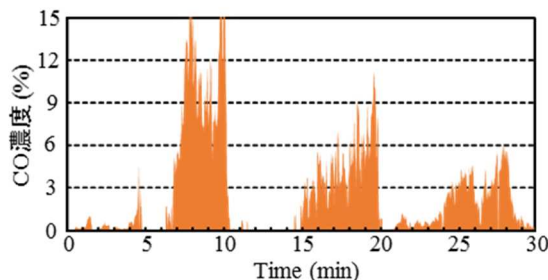


図4 CO濃度挙動

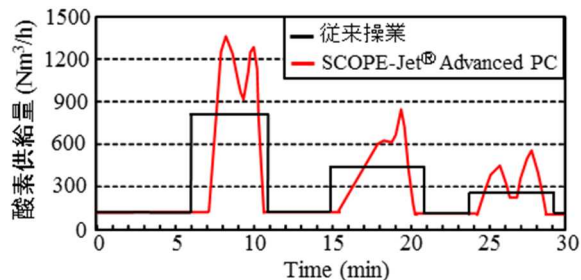


図5 酸素供給量挙動

本技術は、電気炉製鋼プロセスで使用される他のアプリケーション（酸素バーナ、炉前ランス、カーボンインジェクションなど）とも連動が可能であり、排ガス性状をもとに次の制御が可能である。

- 酸素、燃料、カーボンの吹き込み量の制御によるコスト低減
- 排気ファンの風量制御による電力削減
- 水漏れ異常などの早期検出による事故の未然防止

3. まとめ

大陽日酸ではこれまでに、電気炉製鋼プロセス向けに「SCOPE-JET」及び「Innova-Jet」シリーズを展開し、生産性向上や省エネルギー性能向上に貢献してきた。今後は酸素の利用効率を高めるために、レーザー式分析装置とバーナ・ランス、カーボンインジェクション等を組み合わせる事で、高炉と比較してCO₂排出量が少ない電気炉製鋼プロセスで更なる操業改善を提案する。さらに、レーザー式分析装置との組み合わせを、加熱炉や転炉向けに展開し、鉄鋼分野を中心とした応用展開を図る計画である。

※SCOPE-JET と Innova-Jet は大陽日酸の登録商標です。

参考文献

- 1) 大陽日酸. “Zolo SCAN”.大陽日酸ガス関連機器サイト. <https://gasequip.tn-sanso.co.jp/products/zoloscan>.
- 2) “ニュースリリース レーザー式ガス分析装置と連動した電気炉製鋼向け高効率酸素利用システム開発のお知らせ”. 大陽日酸. 2021-03-08. https://www.tn-sanso.co.jp/file_download.php?id=CgW%2FdqYzvNI%3D&fileid=5m3MbmO9IZVqllyu4WENCuo6ln77N5Cy&link.pdf.