

技術紹介

非水冷式対流熱伝達型酸素バーナの開発

Development of non- water-cooled convection heat transfer type oxygen burner

松村 孝之*

MATSUMURA Takayuki

清野 尚樹*

SEINO Naoki

萩原 義之*

HAGIHARA Yoshiyuki

1. はじめに

スクラップ溶解のプロセスにおいては、電気炉を用いた溶解方法が一般的であるが、このようなプロセスにおいて、溶解効率の向上や電力原単位の削減を目的として、支燃性ガスに酸素を用いる酸素バーナによる補助加熱が行われている。

金属溶解の補助加熱を目的とした酸素バーナは、金属を直接溶解できるような高温火炎を形成する対流熱伝達型バーナが好ましく、そのためには酸素と燃料ガスをバーナノズル近傍で混合させて高温火炎を形成する必要があるため、ノズル保護の目的で水冷ジャケットによる冷却を行っているのが一般的である。ただし水冷式バーナにおいては、バーナ損耗による冷却水漏れが懸念される。

一方、酸素バーナの冷却を空冷式(非水冷式)とするためには、ノズルへの熱負荷を低減するために、酸素と燃料の混合を緩慢にする必要があるが、このような場合、ガラス溶解炉向けバーナのような放射熱伝達型の火炎特性となり、金属を直接溶解する用途には不適当である。

そこで当社の電炉向け酸素バーナ「SCOPE-JET™」の高速酸素噴流によるカッティング性能に、ガラス溶解炉向け酸素バーナで培った、酸素と燃料の混合技術を組み合わせる事により、従来の水冷式酸素バーナと同等の溶解性能を有する非水冷式バーナを開発するに至った。本報告ではこの非水冷式対流熱伝達型酸素バーナについて紹介する。

2. 非水冷式対流熱伝達型酸素バーナの設計

従来の水冷式バーナと、新しく開発した非水冷式対流熱伝達型バーナのノズル構造図を図1、図2に示す。従来の水冷式バーナは酸素ノズルと燃料ノズルを同一平面に配置し、酸素と燃料を高速で噴出す

る事で混合する構造である。対して非水冷式対流熱伝達型バーナは開発するにあたり、以下の2点を考慮してノズル設計を行った。

- ① カッティング機能を持つ1次酸素と燃料を燃焼させる2次酸素に機能の分割。
- ② 燃料ノズル先端の熱負荷低減のために、燃料および2次酸素の噴出速度の最適化。

対流熱伝達性能を高めるには酸素と燃料をノズル近傍でよく混合させる必要があるが、非水冷式の構造の場合、ノズルが溶損してしまう。そこで、酸素をスクラップ溶解に用いる1次酸素と、燃料を燃焼させる2次酸素に分け、2次酸素を燃料と緩慢に混合させる事でノズルの過熱を防止した。

特に本バーナでは燃料ノズルを独立した複数の噴出孔で構成し、2次酸素による火炎形成を容易にする事で1次酸素と燃料の混合を抑制し、1次酸素噴流の速度減衰を抑えた。更に1次酸素と燃料が急速混合する事で生じてしまう燃焼音も低減させた。

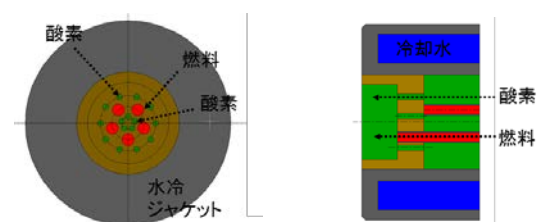


図1 水冷式バーナ

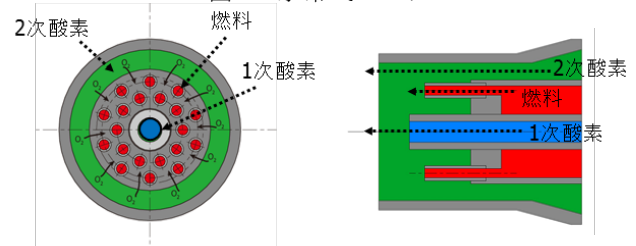


図2 非水冷式対流熱伝達型バーナ

*開発・エンジニアリング本部 山梨研究所 ガスアブセンター 開発二課

3. 性能評価試験

新たに開発した非水冷式対流熱伝達型バーナの溶解性能評価を行った。性能評価方法を図3に示す。

450mm×450mm t=3.2mmのSS鋼板をバーナ先端から最短距離200mm、その後ろに100mm間隔で計10枚配置し、バーナを着火してからSS鋼板が溶解貫通する時間と枚数で評価した。また試験中のノズルを観察し、局所過熱を起因とした赤熱を調べた。更にバーナ先端から横方向1000mmの位置に騒音計を設置して燃焼音を測定した。

バーナの燃焼条件を表1、非水冷式バーナの流速(対水冷式バーナ比)を表2に示す。

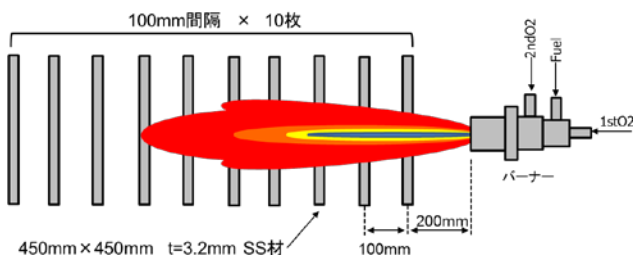


図3 評価方法

表1 バーナ燃焼条件

	LNG (Nm3/h)	1次酸素 (Nm3/h)	2次酸素 (Nm3/h)
水冷式バーナ	36	82.8	-
非水冷式バーナ	↑	41.4	41.4

※水冷式バーナの酸素は一括導入

表2 各ガス流速(対水冷式バーナ比)

	LNG	1次酸素	2次酸素
非水冷式バーナ	2.8倍	1.8倍	0.1倍

4. 試験結果及び考察

図4に従来型的水冷式バーナと、新たに開発した非水冷式対流熱伝達型バーナの溶解性能比較を示す。水冷式バーナと比較して800mmの位置における溶解時間は77%短縮され、鋼板を溶解する事が可能な距離は1.4倍に向上する事が確認された。図5に非水冷式対流熱伝達型バーナの燃焼様子を示すが、中心部の1次酸素噴流がはっきりと目視で確認できる。各燃料ノズルには1次酸素噴流を囲むように火炎が形成されており、この火炎が周囲空気の巻き込みを抑制する事で、酸素噴流によるカッピング性能を大きく向上させていると考えられる。

また試験中にノズルが赤熱する様子は確認されず、

非水冷式のガラス溶解炉向け酸素バーナと同様に、耐久性に問題は無いと推測される。

表3に燃焼音の測定結果を示す。その結果、水冷式バーナと比較して、1次酸素噴流のガス流速が大きいにも関わらず、燃焼音は同等であった。これは、燃料と2次酸素が燃焼し、その結果1次酸素との急速混合が緩和されたと推測され、設計で考慮した点が反映される結果となった。

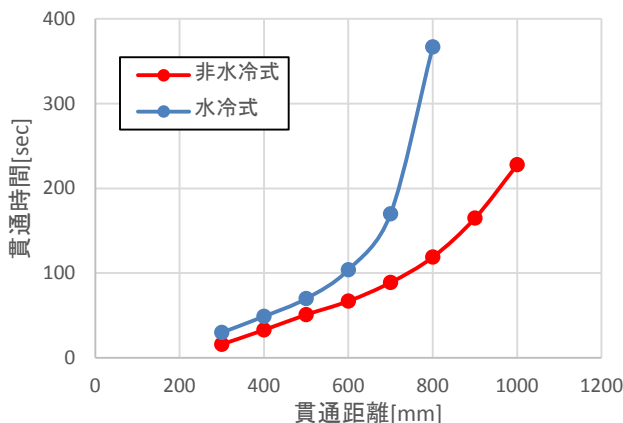


図4 溶解性能比較



図5 非水冷式対流熱伝達型バーナ燃焼様子

表3 燃焼音測定結果

	水冷式 バーナ	非水冷式 バーナ
燃焼音(db)	109	107

5. おわりに

新たに開発した非水冷式対流熱伝達型バーナは溶解性能が大幅に向上し、燃焼音も低い事から水冷式を望まないユーザーへの展開が可能となる。今後は鉄鋼、非鉄金属分野、セラミック分野に対しても応用展開を図っていく予定である。