

脱炭素対応水素バーナー式工業炉の開発

Development of decarbonized hydrogen burner type industrial furnace

水素バーナーによる高効率加熱で工場の脱炭素化に貢献

工場のお客さまの脱炭素のニーズにお応えするために、カーボンフリー燃料である水素燃焼を熱源とした工業炉の開発に挑戦した。これにより、自動車関連工場等の大きな脱炭素と生産性向上が可能となる。



執筆者

先端技術応用研究所
先端技術ソリューショングループ
長 伸朗

1 開発の背景と目的

脱炭素社会の実現に向けて、産業分野でも燃焼時にCO₂を排出しない水素燃料が期待されている。水素燃料はカーボンフリー燃料として優れているが、逆火や爆発といった課題があり、使用する装置には安全に十分配慮する必要がある。

そこで、水素燃料を使用した、工場の一般的な加熱工程で利用できる安全な工業炉を、株式会社日本高熱工業社および株式会社豊電子工業と共同で開発した。

具体的には、工場のお客さまの脱炭素のニーズにお応えするため、カーボンフリー燃料である水素燃焼を熱源とした工業炉の開発に挑戦した。工場で実際にお使いいただけるように、十分な安全性と加熱性能の確保を心がけた。

2 水素燃料の特徴

産業用の脱炭素熱源には、電気、水素、アンモニアおよ

び合成メタンなどといった選択肢があるが、用途や時期、政策動向等によって、それらの熱源を選択する必要がある。

その中で水素燃料は、重油やガスといった既存燃料に比べ、以下の特長がある。

- ・燃焼時にCO₂を発生しない。
- ・人体に対する毒性を持たない。
- ・着火性・燃焼安定性に優れる。

3 開発品の仕様

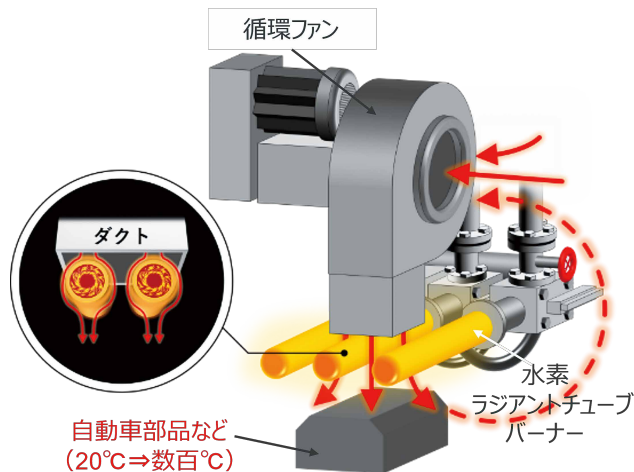
開発品の外観および内部を、第1図と第2図に示す。また、開発品の基本仕様を第1表に示す。

開発品内部には、第2図に示すように、循環ファン、水素ラジエントチューブバーナーおよび熱風吹出用のダクトを設置した。水素ラジエントチューブバーナーで加熱された数百℃の熱風が、装置下部に設置された対象物（第3図・自動車部品など）に吹き付けられ、対象物が加熱される。熱風は装置外部に排気されることなく、ファンによって循環するようになっている。これにより、装置外部に無駄に熱を捨てないため、熱効率を高めることができた。

開発品内の構造は、平成30年度省エネ大賞経済産業大臣賞、平成29年度トヨタ自動車技術開発賞を受賞した、温度・流量・流動を制御する「流体制御式」を応用している。



第1図 開発品の外観

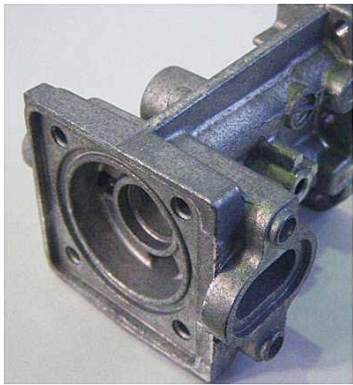


第2図 開発品の内部

第1表 開発品の基本仕様

使用燃料	水素	
バーナー形式	ラジアントチューブ	
電気容量	加熱運転時25kW程度／起動時48kW	
本体寸法	幅1,480mm×奥行1,680mm×高さ2,085mm	
加熱寸法	長さ250mm×奥行500mm×高さ250mm	
加熱性能	加熱方式	流体制御式（ラジアントチューブバーナー＋熱風）
	昇温時間	500度まで数分
	昇温温度	最大500度
	加熱効率	最大75%

※お客さまニーズ（温度・処理量等）に合わせた別仕様も可能



第3図 複雑形状の金属部品

4 ラジアントチューブバーナーについて

ラジアントチューブバーナーとは、セラミックまたは金属のチューブ内に燃焼ガスを通して表面が高温になるバーナーのことである。ラジアントチューブバーナーの基本構造を第4図に示す。また、開発品で採用した同バーナーの基本仕様を第2表に示す。

ラジアントチューブバーナーは、一般的には、装置内の対象物を間接的に輻射によって加熱するものであるが、開発品では、ラジアントチューブバーナーによって空気を加熱し、その加熱された空気である熱風により対象物を加熱する。

5 開発品の特長

開発品の特長は以下のとおりである。開発品は、脱炭素効果だけでなく、工業炉としての性能も十分である。

①カーボンフリー燃料水素の採用

人体に対する毒性を持たず、着火性・燃焼安定性に優れるといった特長をもつカーボンフリー燃料である水素を採用した。

②高い熱効率で脱炭素に貢献

熱効率（対象物への入熱量÷燃料の発熱量）が大きいほど、脱炭素効果が高まるが、開発品は最大75%を達成した。

③安全性の追求

・ラジアントチューブバーナーの採用で水素を装置内に密閉する構造とし、装置内に水素の残留がない。

・水素対応の燃焼安全装置・自動遮断弁・火災検知器・ガス漏えい検知器や、逆火対策としてフレイムアレスタなどの安全機器を装備し、水素バーナーの安全基準・規格をクリアした。

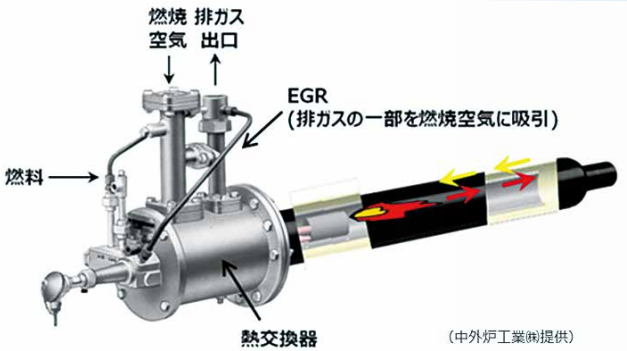
④工業炉としての性能も十分・短時間かつ均一の加温を実現

- ・熱処理や窒化などの一般的な加熱工程で使用可能である（ワーク数百g、品温500℃まで）。
- ・装置内の温度・速度・気流を最適化した当社独自の急速昇温技術により、従来ラジアントチューブ式工業炉に比べて伝熱性能を10倍アップした。
- ・500℃まで3～5分の急速昇温を達成した。

6 おわりに

開発品は、実際の工場で使用できる実用性の高い工業炉であり、実用面でもお客さまの脱炭素ニーズを満足している。また、工場で導入する際に課題となる安全性について、水素を密閉するなどの工夫によりクリアした。しかしながら、現状は国内の水素供給インフラなどは、未だ未整備の状況である。

水素供給インフラや工場のお客さまの水素使用環境が整った段階で、中部電力グループ・株式会社日本高熱工業社・株式会社豊電子工業を通じて、工場のお客さまに販売する予定である。将来的には、自動車関連工場等に普及を図ることで、工場の脱炭素と生産性向上に貢献したい。



第4図 ラジアントチューブバーナーの基本構造

第2表 ラジアントチューブバーナーの基本仕様

台数	3
燃料	水素
バーナ方式	ラジアントチューブ
形状	I型チューブ・シングルエンド
燃焼量	16.2kw (14,000kcal/h) / 本・最小5.5kW (4,800kcal/h)
バーナ径	φ116 (4インチ)
取付方向	水平横向

※お客さまニーズ（温度・処理量等）に合わせた別仕様も可能