

## 【産業技術環境局局長賞】

### ドライ式低 NOx 水素専焼小型貫流ボイラ

川重冷熱工業株式会社

滋賀県草津市

#### 1. 機器の概要

ドライ式低 NOx 水素専焼小型貫流ボイラは、燃料に水素を利用することで二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) を排出しない小型貫流ボイラである。

当社は従来から、苛性ソーダ業界や石油化学業界向けに副生水素焚きのボイラを販売しているが、来るべき水素社会に向け、より汎用性が高い低 NOx 仕様の水素専焼高効率貫流ボイラを市場投入すべく研究開発を進めてきた。

水素は燃焼時に二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) を排出しないクリーンなエネルギーであるが、火炎温度が高いため天然ガス燃焼時に比べて約 3 倍の窒素酸化物 (NOx) が発生する。本製品の特長は、窒素酸化物 (NOx) 排出量を抑えるために通常採られる、燃焼室への蒸気噴霧や排ガス再循環を必要としないドライ式バーナを搭載している。独自の水素と空気の混合方式により、省エネ法で定められた低空気比においても、天然ガス焚き並みの低 NOx (60ppm 以下: O<sub>2</sub> = 5%) を実現している。さらに、蒸気噴霧がないため、蒸気出力の低下や熱損失がなく、また排ガスを再循環させる機器が不要なため、メンテナンス性が容易になるなど、従来の水素燃焼ボイラと比べて低コストでの運用を可能にしている。

本製品は、電化による脱炭素化が困難な産業部門で二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) を排出せずに、熱需要を提供できる製品及び技術であり、今後の水素社会において重要な役割を果たすと考えている。

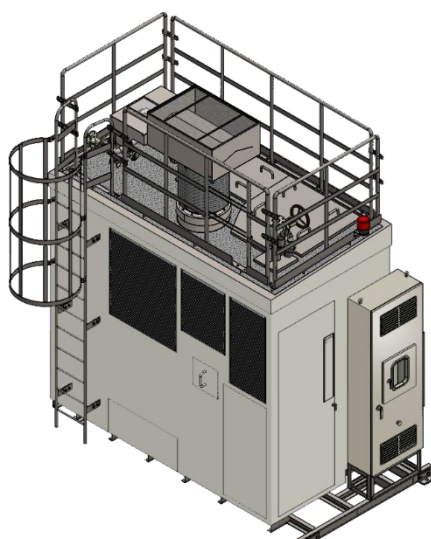


図1 ドライ式低 NOx  
水素専焼小型貫流ボイラ

## 2. 機器の技術的特徴および効果

### 2.1 技術的特徴

#### (1) ドライ式低 NO<sub>x</sub> バーナ搭載

川崎重工業株式会社と共同開発した排ガス再循環や蒸気噴霧燃焼を用いないドライ式の低 NO<sub>x</sub> バーナを搭載している。

従来、水素燃焼での窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) の発生量の抑制方法として、排ガス再循環や蒸気噴霧燃焼が採用されていた。しかしながら、それぞれについて次のような課題があった。

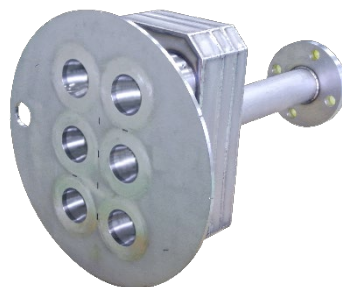


図2 ドライ式低 NO<sub>x</sub>バーナ

表1 従来の水素燃焼での窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) の発生量の抑制方法

方法名	排ガス再循環	蒸気噴霧燃焼
方法	排ガスを燃焼用空気に混ぜ込むことで、燃焼用の空気の酸素濃度を低下させ、火炎温度を下げてNO <sub>x</sub> を低減する方法	燃焼室に蒸気を噴霧して火炎温度を下げてNO <sub>x</sub> を低減する方法
課題	<ul style="list-style-type: none"><li>・高温排ガスの取り回しや必要送風量の増加により設備の増強、複雑化</li><li>・排ガス再循環の混合気量増加による燃焼の不安定</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・目標NO<sub>x</sub>値までの低減不可</li><li>・ボイラ蒸気の出力低下</li><li>・排ガス量増加による熱損失の増加</li></ul>

以上のような課題を改善し、より高効率な運転が可能なバーナ開発を目指し、川崎重工業株式会社と共同で、排ガス再循環や蒸気噴霧燃焼を用いない、ドライ式での低 NO<sub>x</sub> バーナの開発を行った。

ドライ式低 NO<sub>x</sub> バーナは、燃料と空気を予め混合し、混合気体を燃焼室に供給する予混合燃焼方式を採用している。予混合燃焼方式は、燃料と空気の混合と燃焼反応が同時に起こらないので、急激な燃焼反応を抑制し局所的な高温部を作り出さないため低 NO<sub>x</sub> 効果が期待できる。

独自の水素と空気の混合方式により、省エネ法で定められた低空気比においても、天然ガス焚き並みの低 NO<sub>x</sub> (60ppm 以下 : O<sub>2</sub>=5%) を実現している。

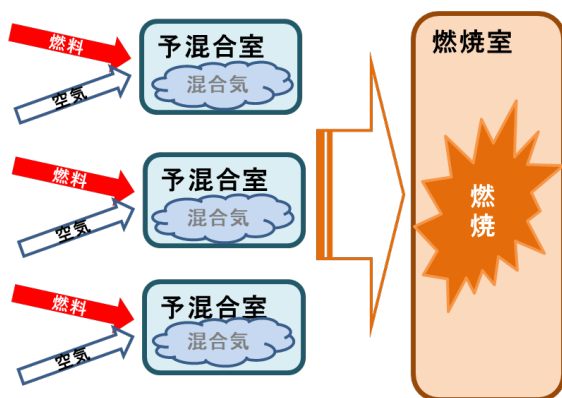


図3 予混合燃焼方式

(2) 安全性

水素は燃焼速度が速いため、リスクアセスメントを実施して、リスクの低減を図っている。安全性を高めるために、次の安全装置を搭載している。

① 火炎監視機能

メインバーナの不着火を検知し、正常に燃焼していることを監視する機能。

② ケーシング内の漏洩センサ

ケーシング内を漏洩センサで監視し、換気排気ファンの起動により爆発濃度範囲を回避する機能を搭載。

(3) 仕様表

表2 水素専焼小型貫流ボイラ仕様表

形式	WF-750/1000GEX-H		WF-1500/200GEX-H	
換算蒸発量	750kg/h	1,000kg/h	1,500kg/h	2,000kg/h
最高使用圧力	0.98MPa			
NO <sub>x</sub> 値	60ppm以下 (O <sub>2</sub> =5%換算)			
定格ボイラ効率	98%			
使用燃料	水素			

## 2.2 効果

表3に、当社従来機（ガス焚 WILLHEAT）との比較を示す。燃料を水素に変換することで、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量はゼロとなるため、従来ガス焚での二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量がそのまま二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量の削減量になる。

表3 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量の比較表(当社従来機との比較)

	単位	従来機	申請機	差異
ボイラ効率	[%]	98.0	98.0	0.0
低位発熱量	[MJ/Nm <sup>3</sup> ]	40.6	10.77	34.02 (3.76倍)
燃料消費量(13A)	[Nm <sup>3</sup> /年]	489,888	1,846,746	△1,356,858
CO <sub>2</sub> 排出量	[t-CO <sub>2</sub> /年]	1,092	0	△1,092

### 【条件】

運転負荷率：60%、運転時間：7200h

燃料種別（従来機）：都市ガス 13A、都市ガス燃料消費量：113.4Nm<sup>3</sup>/h

都市ガス CO<sub>2</sub>排出係数：2.23t-CO<sub>2</sub>/1,000Nm<sup>3</sup>

## 3. 用途

本製品は電化が難しく、蒸気を必要とするお客様に脱炭素化を推進することができる製品である。

従来の水素焼きボイラ規格（炉筒煙管ボイラ等）では、ボイラー技士（2級～特級）免許が必要であったが、本製品は小型貫流ボイラであるため、小型ボイラ取扱い業務特別教育のみで使用が可能となる。また、小型貫流ボイラであるため、水素専焼小型貫流ボイラとガス焚小型貫流ボイラとの複数台設置による運転台数制御も可能となる。

製造過程で副生水素を発生する工場だけでなく、今後普及する水素社会での熱の脱炭素化において重要な役割を果たしていくと考えている。