

## ボイラ建設におけるモジュール工法採用

## Adoption of Modular Construction Method in Boiler Construction

## 1. はじめに

2022 年 1 月に JFE スチール西日本製鉄所（福山地区）で稼働したボイラ建設にあたり、本規模のボイラでは国内初のモジュール工法を採用した。ボイラ製造工場を組み立て、モジュール化して現地へ運搬し据付けることで、工程短縮を達成した。

製鉄所内では製造工程の各工場で蒸気を使用しており、供給元は工場から発生する廃熱、副生ガスを回収し発生させた蒸気および外部発電所から購入した蒸気である。

余剰となり放散していた副生ガスを燃料としてボイラで蒸気を発生させ、発電機タービンをバイパスして回収していた蒸気量を低減し発電量を増加させることにより外部電力購入量を削減した。このボイラは省エネルギー効果が大いことから、一般社団法人環境共創イニシアチブ（SII）助成金事業に採択されている。

## 2. ボイラ建設背景および仕様検討

## 2.1 ボイラ建設背景（製鉄所における蒸気需給）

所内の蒸気供給フローの概略を図 1 に示す。所内では工場から発生した廃熱を利用して高圧蒸気を発生させ、タービンの抽気として低圧蒸気を取り出すとともに、タービンをバイパスさせて（以下、タービンバイパスという）高圧蒸気を減温・減圧し、低圧蒸気として所内へ供給している。また所内での蒸気発生量が不足する場合は、外部発電所から蒸

気を購入し使用先へ供給している。一方、所内では各工場から発生した副生ガスを、燃料として各工場へ送気しているが、供給量に余剰が出た場合ガス放散を行っており、エネルギーロスが生じていた。上記を踏まえ、今回、副生ガスを燃料としたボイラを新設し、タービンバイパスによる蒸気の供給量削減および副生ガスの放散量削減によるエネルギーの有効利用を図ることとした。

## 2.2 ボイラ新設による省エネ効果

省エネ効果は、タービンバイパスによる蒸気供給量削減に伴う自家発電設備での発電量増加による外部購入電力量削減、および副生ガスの放散量削減による効果である。タービンバイパスはタービンの抽気と比較し、発生する高圧蒸気を減温・減圧するためエネルギーロスが大きい。これまではタービンバイパスによる蒸気供給により自家発電設備の発電量が低下し、外部からの電力購入量の増加につながっていた。そこで、これまで放散していた副生ガスを新設ボイラで回収し蒸気供給することで、自家発電設備の発電量を増加させて外部購入電力量を削減し、併せて副生ガスの放散量を削減することとした。

## 2.3 ボイラ仕様検討

表 1 に新設したボイラの仕様を記載する。前述した外部購入電力量削減および副生ガスの放散量削減による効果試算を行い、また各容量で建設した際の建設費用を比較した結果、発生蒸気量は 50 t/h が最も適正であると判断した。

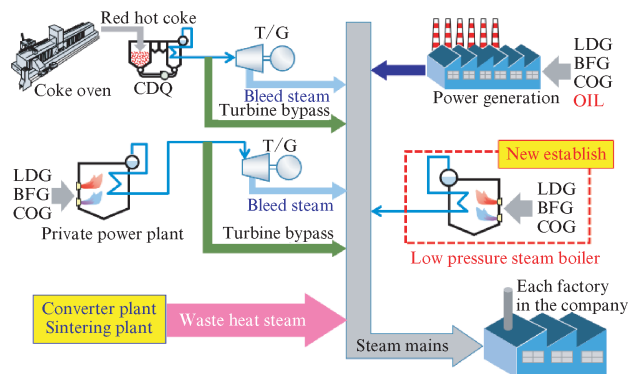


図 1 構内の蒸気供給フロー

Fig. 1 Steam supply flow in the premises

表 1 ボイラ仕様

Table 1 Boiler specification

Boiler model	Bottom supported, BI-drum natural circulation boiler
Maximum continuous rating	50 t/h
Main steam pressure	1.65 MPa
Main steam temperature	234°C
Fuel (By-product gas)	BFG, LDG ※COG (For ignition)

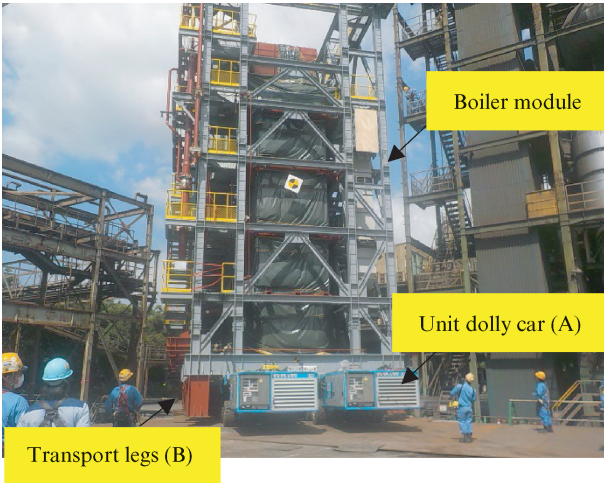


写真1 ユニットドリー車による陸上輸送  
Photo 1 Land transport by unit dolly car



写真2 ボイラの海上クレーン吊り上げ状況写真  
Photo 2 Lifting boiler by marine crane

### 3. モジュール工法によるボイラ建設

#### 3.1 モジュール工法概要

昨今、少子高齢化社会を背景として建設工事現場においても作業員の高齢化、作業員不足が発生しており、工事費用の高騰や、場合によっては施工会社が見つからない状況が発生している。そのため現地工数の削減が必須となっている。ボイラ据付工事では、一般的にはボイラを支える支柱を据えてから、ボイラの各機器を現場で組み立てていく工法となるが、今回、工程短縮の方法として、ボイラを事前に工場を組み立て、モジュール化して運搬し据付けることとした。今回のモジュール工法により、現地工程は、モジュール化しない場合と比較して約1.5ヶ月の工期短縮（約20%短縮）を達成できた<sup>1)</sup>。

#### 3.2 海上輸送・陸揚げ計画

モジュール化したボイラ（230t）を海上輸送し、一旦海上クレーンで船上から陸上に仮置き後、ユニットドリー車（写真1(A)）でボイラ基礎上へ地上輸送した。写真2にボイラモジュールの海上クレーンでの吊り上げ状態を示す。

海上輸送の際は船の加速度、揺れに対する強度確保のため、ボイラ汽胴および炉底部に仮設サポートを設置、併せて海上輸送時の海水飛散影響を考慮し塗装養生を行った。

海上クレーンには必要水深があるため、事前に寄り付きの水深を調査したところ、満潮となる時間での陸揚げが必要となった。

#### 3.3 モジュール据付工事

陸揚げ後の陸上輸送では配管ラックとの干渉が懸念された。事前の現地調査結果に基づき、配管ラックとの間隔は計画値99mmとした。モジュール製作工場での寸法測定、芯出し位置確認により、103mmの間隔を保ち無事に基礎まで輸送できた。

ユニットドリー車を使用できるように、ボイラモジュール下部に仮設の輸送脚（写真1(B)）を設置した。これを基礎上へ輸送した後撤去し、モジュール全体をレベルダウンさせる必要がある。ボイラ新設箇所周辺は狭いため、地上で油圧ジャッキを使用した。重量物であるボイラモジュールの水平を保つため、8台の油圧ジャッキを連動するシステムを使用してジャッキダウンした。ユニットドリー車による陸上輸送状態を写真1に示す。

### 4. おわりに

新設ボイラはモジュール据付工事を2021年5月に行い、その後、配管・電源接続および試運転を完了後2022年1月から稼働した。現在、構内各工場への蒸気安定供給およびエネルギーの有効利用のための重要設備として運用されている。

#### 参考文献

- 1) ボイラのモジュール工法について. 三菱重工パワーインダストリー技報. 2022, vol. 7, p. 1-6.

#### 〈問い合わせ先〉

JFE スチール 西日本製鉄所（福山地区）エネルギー部  
TEL: (084) 945-4051 FAX: (084) 945-3299