

ポーランド Turow への最新鋭褐炭焚き高効率 USC プラントの適用

Leading Edge USC and Environmental Protection Technology for Turow Lignite Power Plant



萬 正 敬*¹
Masataka Yorozu

ラージャパクシャ ダヤン*²
Dayan Rajapakse

田 口 善 規*³
Yoshinori Taguchi

光 川 昌 史*⁴
Masashi Mitsukawa

Jörg. Böwe*⁵
Jörg. Böwe

褐炭焚きプラントとして世界最高効率レベルの発電所を目指し、ポーランド Turow (トゥールフ) (450MW (Net), 262bar (a) /597°C/609°C) の建設が進んでいる (2020 年4月運転開始 (運開) 予定)。三菱日立パワーシステムズ (株) (MHPS) は独自の褐炭焚きタワーボイラ技術と褐炭用ミル・バーナの技術を有しており、これに USC (超々臨界圧) 技術、ボイラ排ガス熱回収装置を適用することにより、高効率の褐炭焚きプラントを提供する。本稿では、Turow 発電所に適用した褐炭焚き USC 高効率技術について紹介する。

1. はじめに

ポーランドでは、豊富な褐炭産出を背景に褐炭焚き火力発電所が多く建設されている。MHPS は 2014 年に、ポーランド エネルギー会社最大手の PGE 社 (Polska Grupa Energetyczna) から Turow 発電所を受注し、2020 年4月の運開を目指して建設を進めている。

同プラントには、MHPS が有する独自の褐炭焚きタワーボイラ技術、褐炭用ミル・バーナ技術、USC 技術及びボイラ排ガス熱回収装置を適用。褐炭焚き発電所としては、世界最高効率レベルの発電所となる予定である。

以下、Turow 発電所に適用した高効率技術について紹介する。

2. プロジェクト概要

Turow 新ユニット建設プロジェクトは、PGE 社がトゥールフ炭鉱群近郊の自社発電プラントで建設する超々臨界圧褐炭焚き火力発電所である。

EPC (Engineering, Procurement and Construction) 業者として MHPS を幹事会社とするコンソーシアム (MHPS Group (MHPS, Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH (以下、MHPS-EDE) (コンソーシアムリーダー)), Technicas Reunidas (スペイン), Budimex SA (ポーランド) の3社構成) が 2014 年7月に受注し、2014 年 12 月 1 日に工事を着工した。プラント建設期間は 65 ヶ月、運開は 2020 年4月末の予定である。

EPC コンソーシアム内では、MHPS-EDE が、褐炭焚きタワーボイラを中心とするボイラ設備一式及び環境設備 (脱硝装置と電気集塵機を含む) を納入し、MHPS は、タービン・発電機プラント

*1 三菱日立パワーシステムズ(株)エンジニアリング本部電力プロジェクト総括部電力計画部 主席技師

*2 三菱日立パワーシステムズ(株)エンジニアリング本部電力プロジェクト総括部日立プロジェクト推進部 主席プロジェクト統括

*3 三菱日立パワーシステムズ(株)環境プラント総括部環境プラントプロジェクト部 主席技師

*4 三菱日立パワーシステムズ(株)エンジニアリング本部エンジニアリング総括部プラント技術部

*5 Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH CTO Dipl.-Ing. (独)

一式及び脱硫設備を納入する。電気設備，冷却塔手配，土建及び据付工事は Technicas Reunidas と Budimex SA の所掌となる。

図1にプラント外観，表1に Turow 発電所の主要諸元をそれぞれ示す。



図1 プラント外観(イメージ)

表1 Turow 発電所 主要諸元

項目	仕様
プラント出力	450MW(プラント送電端出力)
プラント効率	43% (プラント送電端効率)
ボイラ	タワー型(120m)褐炭焚き, 蒸気条件:271bar(a)/600/610°C, 蒸気流量:1275t/h(SH), 1061t/h(RH)
タービン	ダブルフロー48 インチ型(TC2F-48), 蒸気条件:262bar(a)/597/609°C
発電機	603MVA, 21kV
冷却系統	自然通風式冷却塔
騒音(敷地境界)	55dB(A)以下(夜間 45dB(A))

3. 褐炭焚きタワーボイラ

Turow 発電所では主燃料として褐炭を用いるが，褐炭の一般的な特徴として，水分含有量が高く高温の石炭乾燥熱源が必要であること，揮発分が高く燃焼性が良好である一方で発火しやすいことが挙げられる。これら褐炭の特徴に対応して Turow 発電所では，瀝青炭，亜瀝青炭とは異なった燃焼システムを採用している。

図2にボイラ概略燃焼システム構成，表2にボイラ主要諸元を示す。

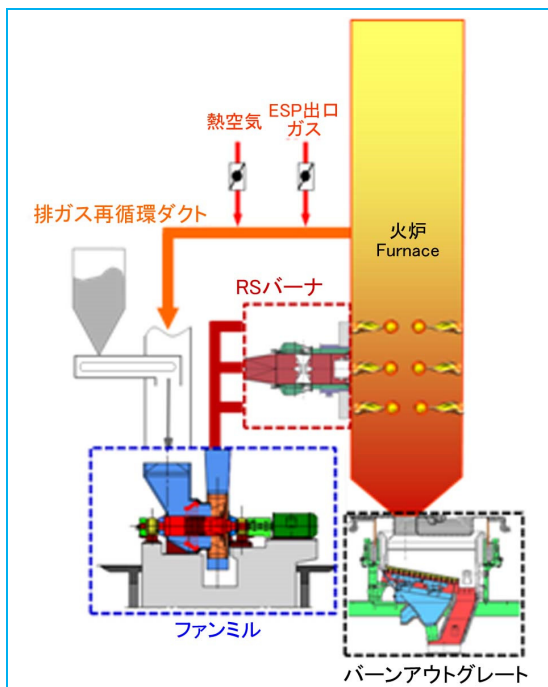


図2 褐炭焚きボイラ概略燃焼システム構成

表2 ボイラ主要諸元

項目	仕様
ボイラ型式	タワーボイラ, 超々臨界 変圧貫流ボイラ再熱型
蒸気条件	
主蒸気流量	1275 t/h
過熱器出口圧力	271 bar(a)
過熱器出口温度	600 °C
再熱器出口温度	610 °C
バーナ型式	RS バーナ
ミル型式	DGSミル
通風方式	平衡通風
蒸気温度制御	
主蒸気	水燃比, スプレ
再熱蒸気	スプレ

(1) 石炭乾燥方式

高温の乾燥熱源が必要となることから，火炉出口から排ガスの一部を循環させて石炭乾燥熱源としている。一方で，褐炭は揮発分が高く発火しやすいという特性を持つことから，火炉より抜き出した排ガスを電気集塵機(ESP)出口ガス及び熱空気と混合し，酸素濃度及び温度を適切に調節することによって，乾燥及び安全性を確保している。

(2) ファンミル

ファンミルは，搬送と粉碎という一次通風機とミルの機能を兼ね備えた機器であり，MHPS は

NV(Nasskohlen Ventilator)ミルとDGS(Distributor Gebläse Schläger)の2つの型式を有している。NVミルがピータホイール(翼板)のみで石炭を粉砕するのにに対し、DGSミルではピータホイールに加えてピータヘッド(槌)により石炭を粉砕することを特徴とする。使用する石炭の性状によってどちらの型式を採用するか決定される。Turow 発電所で使用される石炭は、褐炭の中では比較的、難粉砕性に分類されるため、DGSミルを採用した。

(3) バーナ

褐炭用バーナとして開発されたRS(Rund Strahl)バーナを採用し、高燃焼性及び低NOxを実現した。バーナは火炉壁の全周に設置。1台のミルからバーナ3本を火炉壁の垂直方向に直線状に配置している。

(4) バーンアウトグレート

炉底にバーンアウトグレートと呼ばれる設備を設置し、灰中未燃分を燃焼させて、ボイラ効率の向上を図っている。

4. ボイラ排ガス熱回収設備による効率向上

4.1 概要

褐炭は発熱量が低く、水分量が多い石炭である。そのため褐炭焚きボイラは同出力帯の瀝青炭焚きボイラと比べ、燃焼ガス流量及び排ガス流量が多く、その体格も大きい。通常、排ガス熱量は燃焼用空気に熱回収してプラント効率向上に利用する。しかし、褐炭焚きボイラの場合、排ガス熱量が燃焼用空気加熱に必要な熱量を上回るため、燃焼空気で回収しきれない余剰排ガス熱は煙道から大気へ放出されることとなる。Turow 発電所では、従来の褐炭焚きボイラで利用できなかったこの余剰排ガス熱量をタービンプラント給水・復水で回収するボイラ排ガス熱回収設備を設置し、発電サイクル内に取り込むことで、プラント効率の向上を図っている。

以下、系統構成及び、運用方法の概要を説明する。

4.2 系統構成

図3に、Turow 発電所で採用したボイラ排ガス熱回収設備の概略系統構成を示す。ボイラ排ガス熱回収設備は、

- 1) 高圧熱回収系統:ボイラ給水ポンプ出口給水の一部を分岐してボイラ排ガスと熱交換
- 2) 低圧熱回収系統:最終低圧給水加熱器出口復水の一部を分岐してボイラ排ガスと熱交換の2つの熱回収系統から成り立っている。

ボイラ排ガス熱量を給水・復水加熱サイクルに回収することで、プラント効率を向上させる。

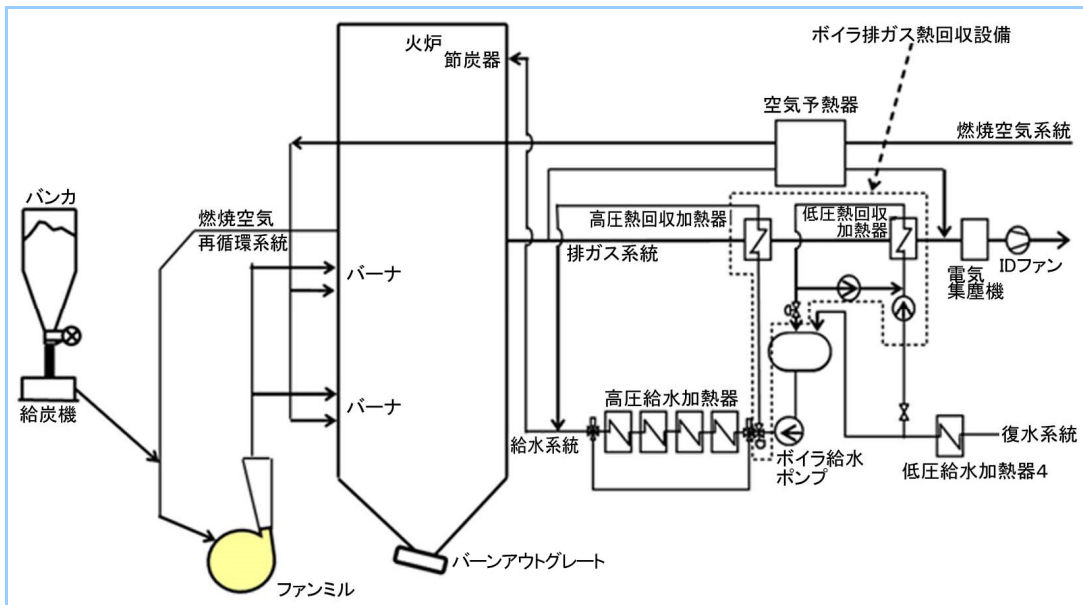


図3 概略系統－ボイラ排ガス熱回収系統

(1) 高圧熱回収系統(水側)

高圧熱回収加熱器は、高圧給水加熱器及びドライヒータと並列に設置される。3方流量調節弁でボイラ給水ポンプ出口給水の一部を分岐し、高圧熱回収加熱器を経て給水系統へ戻す構成としている。

(2) 低圧熱回収系統(水側)

低圧熱回収加熱器は、最終低圧給水加熱器後の復水系統と並列に設置される。最終低圧給水加熱器出口復水の一部を分岐後、昇圧ポンプ(低圧熱回収加熱器出口復水のフラッシュを防止)、低圧熱回収加熱器、流量調節弁を経て脱気器へ戻す構成としている。また、ボイラ排ガスとの熱交換で温められた低圧熱回収加熱器出口復水の一部を入口に戻す循環ポンプを設置することで、ボイラ排ガス温度の低下に伴うSO₂析出を防止している。

(3) 高圧/低圧熱回収系統(ガス側)

高圧/低圧熱回収加熱器は、節炭器下流の排ガス系統に空気予熱器と並列に設置される。ボイラ排ガスの一部を分岐し、高圧熱回収加熱器、低圧熱回収加熱器の順にタービン給水・復水と熱交換させる。熱交換後、空気予熱器を通過した排ガスと合流させ、電気集塵機へと導く構成としている。

4.3 運用

(1) 高圧熱回収系統

高圧熱回収加熱器通水流量は、プラント負荷に依存した関数で制御目標値を設定し、ボイラ給水ポンプ出口に設置した3方流量調節弁で制御される。

(2) 低圧熱回収系統

低圧熱回収加熱器通水流量は、低圧熱回収加熱器通水温度が制御目標値になるように制御される。熱回収後、ボイラ排ガスは温度が低下する。酸露点以下になると排ガス中のSO₂が析出して、下流のダクト、電気集塵機に腐食を発生させるおそれがあるため、a)低圧熱回収加熱器下流(誘引通風機(IDファン)出口)の排ガス中SO₂濃度を計測、b)SO₂濃度に依存した関数で低圧熱回収加熱器通水温度の目標値を設定、c)通水温度が目標値になるように流量調節弁で制御することで、熱回収加熱器出口排ガス温度を適切なレンジ内に保つ。

また、低圧熱回収加熱器通水量は、プラント負荷に依存した制御目標値を持ち、ボイラ火炉汚損度や石炭性状、大気条件による排ガス熱量変化等により、低圧熱回収加熱器通水量と目標値に偏差が生じた場合は、高圧熱回収加熱器通水量を補正して、ボイラ排ガス熱回収設備全体(高圧/低圧)の熱回収量を調節できるようにしている。

5. まとめ

本稿では、Turow 発電所に適用した褐炭焚き USC 高効率技術について紹介した。

ポーランドを中心とした東欧地域では、褐炭が豊富に産出され、褐炭焚き火力発電所への期待は高い。しかし同時に、近年の環境意識の高まりから、一段の高効率技術が求められる状況である。

MHPS では長年、USC 高効率技術の開発に取り組んできた。引き続き、技術の開発に努め、エネルギー資源の活用と地球環境保全に貢献していく。