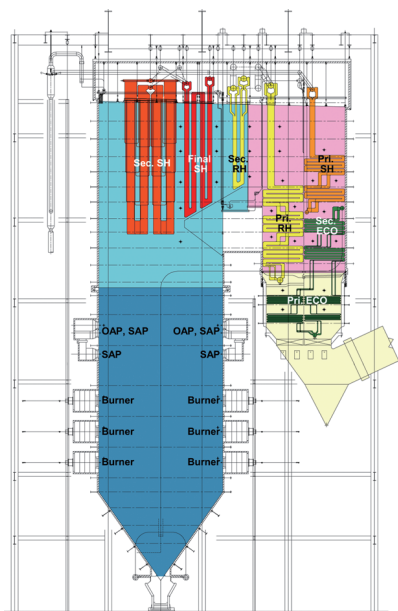


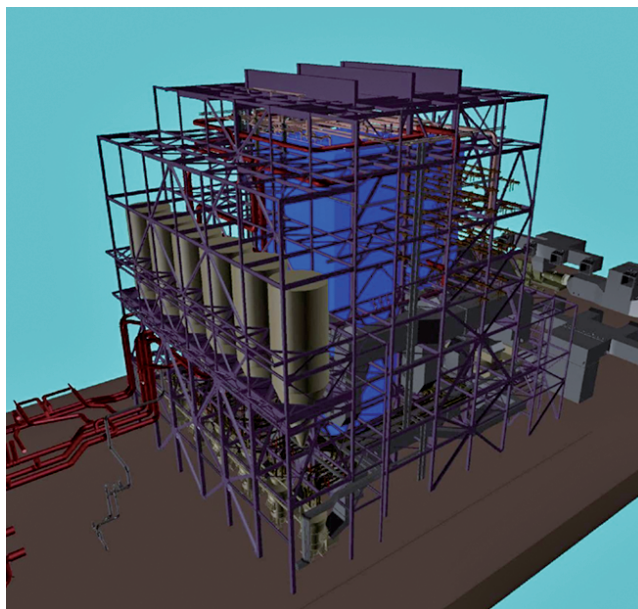
マレーシアの電力安定供給と 経済発展に貢献する

徹底した灰堆積・付着対策を施した 亜瀝青炭^{れき}焚き超々臨界圧ボイラ

豊富な埋蔵量とその分布エリアの広さ、そして価格の面から、現在も重要な発電用エネルギー源である石炭。IHI は独自の技術をもって、世界最高水準の高効率化による CO₂ 排出量低減、低品質炭の利用による資源の有効利用を実現するボイラ設備を世界各国に提供している。



JEP 向けボイラ側面図



JEP 向けボイラ 3D モデル

石炭はほかの化石燃料と比較して可採埋蔵量が豊富で、地域的にも世界中に広く分布しており、価格が安い。そのため、石炭を燃料とした火力発電プラントは、現在も日本を含む世界各国で重要な電源としての役割を担っている。

一方で、石炭は再生可能エネルギーや原子力、ほかの化石燃料に比べて、発電量当たりの CO₂ 排出量が多いため、地球温暖化防止の観点から石炭火力発電プラントの発電効率を高め、CO₂ 排出量を極限まで少なくすることが求められている。

また、埋蔵石炭の有効利用と経済性の観点から、これまでは発電用燃料としての使用が限定的だった低品質な石炭「亜瀝青炭^{れき}」を、100%使用可能なプラントの需要が、世界各国で高まっている。

そのような状況下、経済成長に伴う電力需要の伸びが著しいマレーシアにおいて、IHI は株式会社東芝、Hyundai Engineering Co., Ltd. / Hyundai Engineering and Construction Co., Ltd.（韓国）と共同で、世界最高水準の発電効率と最大級の発電容量を誇る、亜瀝青炭専焼の火力発電プラントを 2014 年に受注した。

プロジェクトの概要

JEP (Jimah East Power Plant) のサイトはマレー半島の西岸、首都クアラルンプールの南約 50 km に位置している。プラントの発電容量は送電端 1 000 MW × 2 基で、世界でも最大級の石炭火力発電プラントとなる。

IHI は、亜瀝青炭を燃料として、高効率発電に必要な超高温・超高压蒸気を発生する超々臨界圧ボイラ (USC ボイラ) と、その周辺機器の設計、製造・調達、据付、試運転を受けもつ。



JEP サイトの位置

IHI の USC ボイラの特徴

IHI は、これまで国内外に数多くの USC ボイラを納入しており、豊富な経験と最新の知見に基づいた高い効率と信頼性を誇っている。以下にその主な特徴を記載する。

(1) 対向燃焼

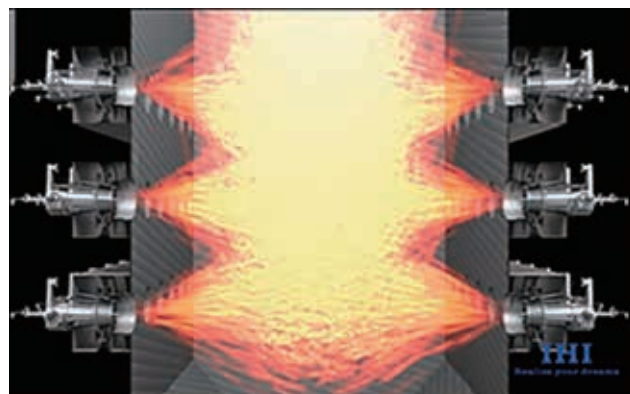
IHI は石炭ミルで粉碎した石炭 (微粉炭) を、火炉の前後に向かい合わせに配置したバーナーで燃焼する対向燃焼方式を採用している。これにより、優れた燃焼効率、燃焼安定性と火炉出口部における均一な燃焼温度分布が実現されている。

(2) ヘリカル構造の火炉

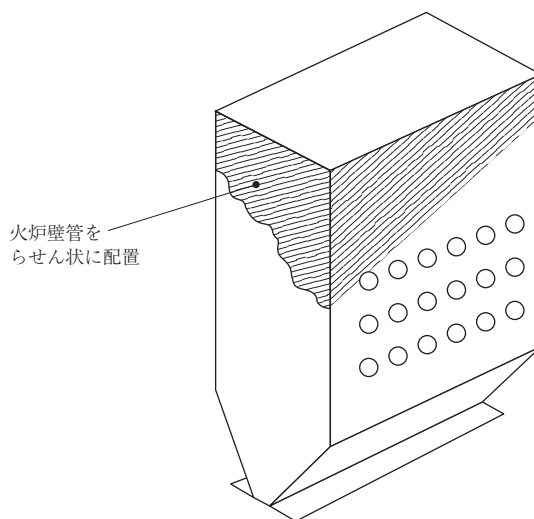
USC ボイラでは、火炉の壁面を構成する管 (火炉壁管) の局所的な過熱を防ぐため、管内を流れる流体 (水や蒸気) の量や状態を適切に設定、制御することが必要である。それを実現するため、火炉下部の管をらせん状に配置するヘリカル構造の火炉を採用している。各火炉壁の流体状態の平均化が容易であり、信頼性が高く、長期間の連続運転に対して耐力のある構造となっている。

(3) パラレルパス構造

再熱器から発生する蒸気の温度制御方法として、給水システムからの低温の水を再熱器システムに注入するスプレーシステムや、排ガスを再循環させて再熱器部の通過ガス量を制御することで再熱蒸気温度を制御するシステムがある。しかし、それらのシステムには、スプレー注入によるサイクル効率の低下や、排ガス再循環用ファンの動力が必要などのデメリットがある。

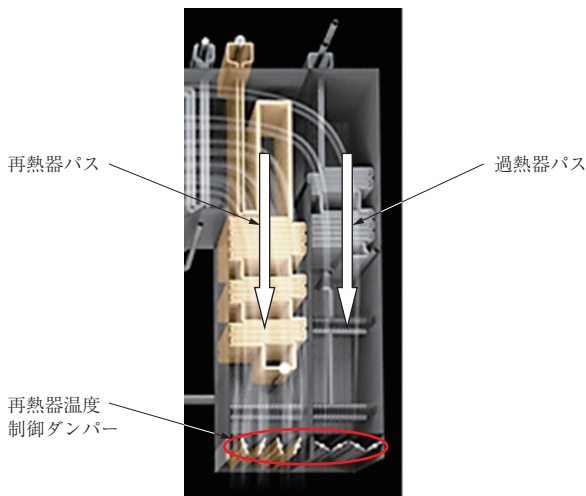


対向燃焼



火炉下部ヘリカル構造

そこで、IHI ではボイラの後部伝熱部 (再熱器パス / 過熱器パス) 出口部に設置したダンパーにより、再熱器パスに流れるガスの流量をコントロールするパラレルパス構造による制御システムを採用している。この方法により、サイクル効率の向上、発



平行バス構造

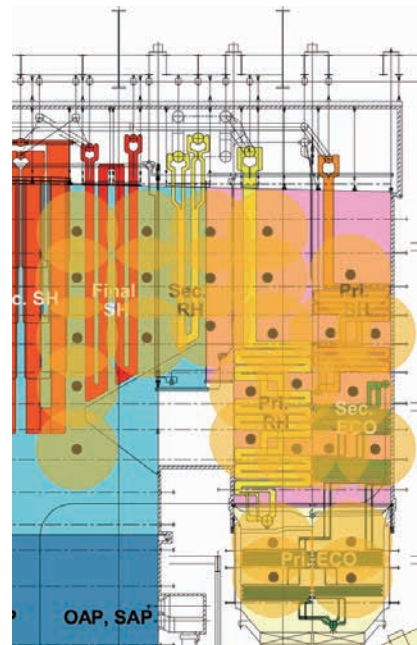
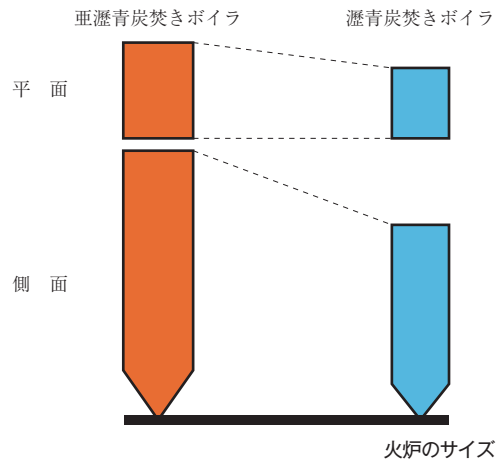
電所内で消費される動力の低減が可能になり、プラント全体の効率向上つまりは燃料消費量の低減という大きなメリットを提供できる。

亜瀝青炭専焼に対する設計考慮点

JEP 向けボイラの大きな特徴は、一般的な発電用石炭種である瀝青炭よりも低品質な亜瀝青炭を 100% 使用できることにある。亜瀝青炭は瀝青炭に比べ、高水分、高揮発性、低発熱量、低灰融点など発電用燃料としては利用しにくい特性をもつが、なかでも、低灰融点に起因する燃焼灰のボイラ伝熱部への付着性の高さを考慮することが極めて重要である。一度ボイラの各伝熱面への過度な灰付着が起きると、伝熱阻害により運転に重大な支障をきたすため、灰の付着を極力抑え、付着した灰も運転中に除去しやすいような設計が必要である。以下に、JEP における対応を紹介する。

(1) 火炉サイズ

石炭焼きボイラでは、火炉ならびに火炉出口下流伝熱部への灰付着を避けるため、石炭種ごとに異なる灰の付着性を考慮して、火炉の単位面積当たりの収熱量と火炉出口部のガス温度が適正な値となるよう火炉のサイズを決定する必要がある。火炉サイズ選定においては、灰付着性の高い亜瀝青炭を専焼するために、瀝青炭焼きボイラに比べて 10～15% 程度火炉を大きくしている。これにより火炉内の温度を極力抑えながら、火炉出口部でのガス温度も下げ、溶けた灰が火炉壁内面および火炉出口部付近の



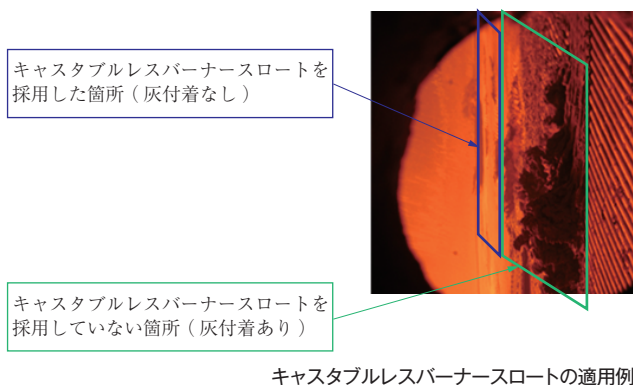
(注) ●: 蒸気スートブロワーの位置

蒸気スートブロワーの配置

過熱器に過度に付着することを防いでいる。

(2) 火炉スートブロワー

瀝青炭焼きボイラでは、火炉壁面の灰を除去する装置として、蒸気で火炉壁面の灰を除去する蒸気デスラッグを使うのが一般的である。しかし、JEP では、灰付着性の高い亜瀝青炭への対応として、より灰除去能力の高い水スートブロワーを採用している。水スートブロワーでは、ちょうど消防車の放水のように、高圧の水を火炉壁面に吹き付けて灰を除去する。また、火炉壁内面各部に設置した熱流束計の計測値を指標として、噴射範囲と噴射タイミングが決定される。



(3) キャスタブルレスバーナースロート

灰付着性の高い石炭では、火炉壁面のバーナー開口部に設置している耐火材を起点として、灰が付着・成長する場合がある。これを防ぐため、耐火材の露出範囲を最小限にする火炉壁管の管曲げ構造を採用している。

(4) 過熱器・再熱器の管パネルピッチ

過熱器・再熱器の管パネル間に灰が付着し、ブリッジングすることを防ぐため、瀝青炭焼きボイラに比べて管間ピッチ（パネル間ピッチ）を広げた構造としている。

(5) 蒸気スートブロー配置

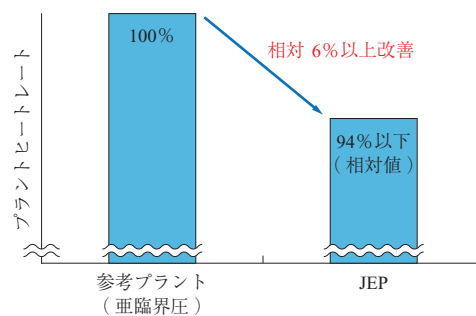
過熱器・再熱器への付着灰の除去を目的として設置する蒸気スートブローは、瀝青炭焼きボイラに比べてその数を増やすことで、スートブローの有効範囲を拡大している。

(6) 節炭器

ボイラ伝熱部の最下流・燃焼ガス出口部に設置される節炭器には、瀝青炭焼きボイラでは伝熱効率向上のためフィン付き管を使用するのが一般的だが、付着性の高い灰の場合は塊状の灰がその上に堆積する懸念がある。そのため、フィンのないベア管を節炭器に採用し、さらに蒸気スートブローを設置することで、灰堆積防止・除去強化を図っている。

プラント性能

超々臨界圧の蒸気条件の適用により、プラントヒートレート（単位発電量当たりの必要入熱量）は、マレーシアで従来一般的だった亜臨界圧プラントと比較して、飛躍的に向上している。プラントヒートレートは、過去に IHI が同国に納入した亜臨界圧プラントと



25 年間運転で・・・
 ・ 7 億米ドル以上の燃料コスト低減
 ・ 2 000 万 t 以上の CO₂ 排出量低減

プラントヒートレート比較

比較して、相対値で 6% 以上改善しており、これは 25 年間の運転期間で試算すると、発電所としておおよそ 1 000 万 t の石炭量に相当し、7 億米ドル以上の燃料コスト低減（石炭単価 70 米ドル/t として）となる。

また、CO₂ 排出量に関しても、25 年間の運転で 2 000 万 t 以上が低減されることになる。

おわりに

IHI の USC ボイラは、超々臨界圧蒸気条件の世界最高水準の高効率発電と、低品質な亜瀝青炭の 100% 専焼を両立させることにより、経済的で信頼性の高い運転を実現する。

JEP プロジェクトは現在、2019 年の営業運転開始を目指して、現地工事が進行中である。

IHI の高効率・高信頼性の USC ボイラが、マレーシアの電力の安定供給とさらなる発展に貢献し、さらには世界のエネルギー問題解決の一助となることは間違いない。

問い合わせ先

株式会社 IHI

エネルギー・プラントセクター

エネルギーシステムセンター

ボイラプロジェクト統括部

基本設計グループ

電話（03）6204-7525

URL：www.ihico.jp/