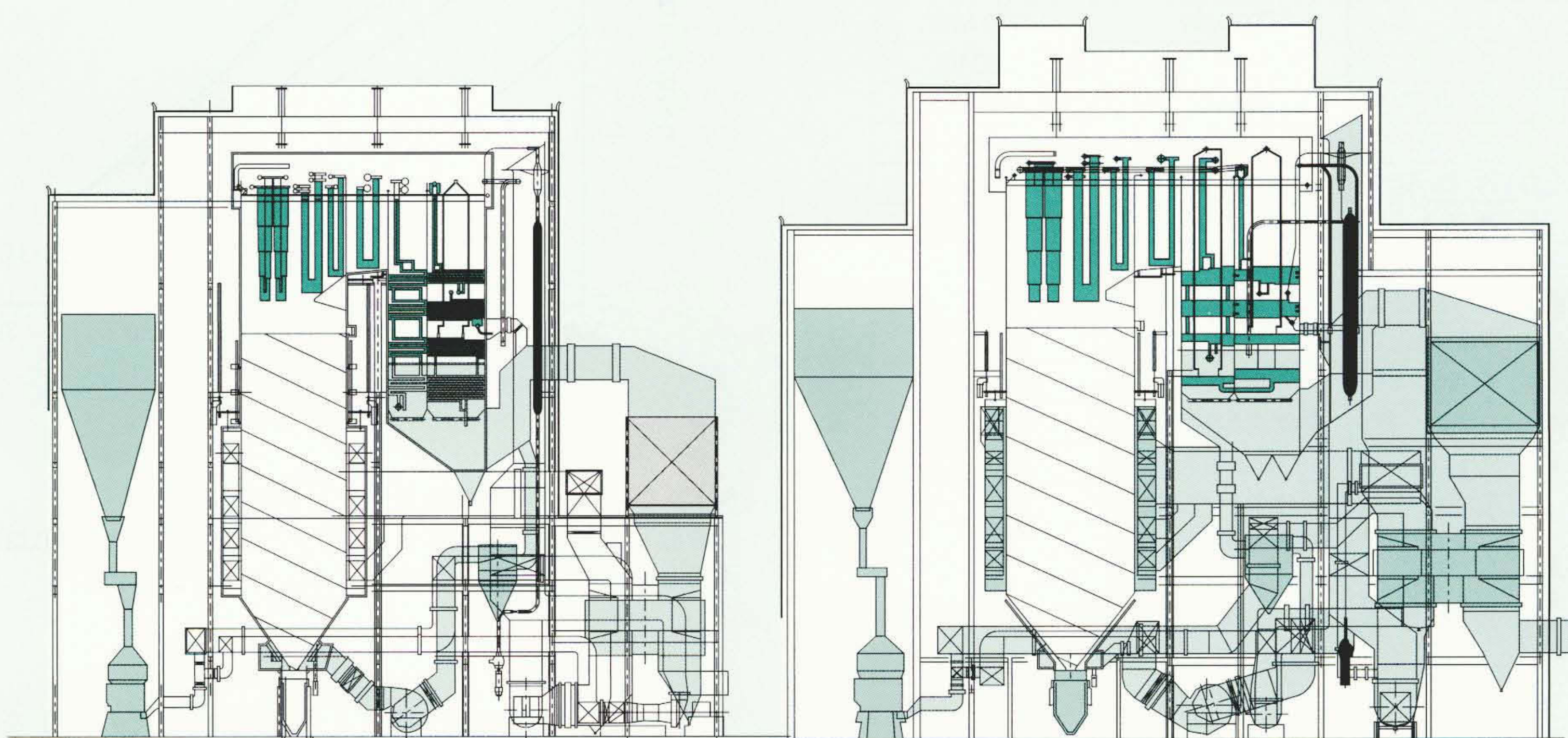


最新鋭高効率石炭焚ボイラ

Completion of the Latest Coal Fired Boilers

松田順一郎 Jun'ichirô Matsuda
鈴木義人 Yoshito Suzuki

岩元英明 Hideaki Iwamoto
越智健一 Ken'ichi Ochi



(a) 四国電力株式会社橋湾発電所ボイラ

(b) 電源開発株式会社橋湾火力発電所第2号ボイラ

ボイラの側面図

高メタル温度域に最新の高温高強度材を配することにより、信頼性と経済性に配慮した設計としている。

火力発電プラントの高効率化が求められている中で、大容量石炭焚(だき)変圧ボイラ技術は、燃焼技術を中心とした技術開発によって環境対策の強化や運用特性の改善を実現するなど、成熟期に入りつつある。その中で、2000年6月に四国電力株式会社橋湾発電所700 MW、同年12月に電源開発株式会社橋湾火力発電所第2号機1,050 MWが相次いで完成した。日立製作所とバブコック日立株式会社は、この両プラントのボイラ設備一式を納入した。

これらのボイラ設計に当たっては、高蒸気温度条件に対応した設備とするため、高温高強度材料を採用して信頼性を維持する一方、最新の微粉炭燃焼技術である低NOx HT-NR2バーナと回転分級機付き大容量MPSミルの採用により、高効率化と環境保護に配慮した。

四国電力株式会社橋湾発電所700 MWは1999年10月に火入れを行い、同年12月の初併入後、順調な試運転工程を経て、当初計画値を上回る良好な性能を確認し、2000年6月に営業運転を迎えた。一方、電源開発株式会社橋湾火力発電所第2号機1,050 MWでは、前者の試運転結果を反映しつつ、2000年4月の火入れ、同年6月の初併入の後、同年12月の営業運転開始まで試運転工程を経て、現在順調な運転に入っている。

1 はじめに

わが国の近年の火力発電プラントでは、蒸気条件向上による高効率化を図ってきた。日立製作所とバブコック日立株式会社は、1998年に東北電力株式会社原町火力発電所第2号ボイラを納入し、24.5 MPa/600℃(主蒸気温度)/600℃(再熱蒸気温度)の蒸気条件で信頼性の高い高

効率運用が可能なことを確認している¹⁾。

2000年6月に営業運転を開始した四国電力株式会社橋湾発電所ボイラ(以下、「四電・橋湾ボイラ」と言う。)では、先行機で実績のある24.1 MPa/566℃/593℃の蒸気条件を採用することにより、先行機の高蒸気温度条件対応技術を最大限に活用した、信頼性の高い設計とした。また、同年12月に営業運転を開始した電源開発株式会社橋

表1 ボイラの主要仕様
四電・橘湾ボイラと電発・橘湾火力2号ボイラの主要仕様を示す。

項 目			四電・橘湾ボイラ	電発・橘湾火力 2号ボイラ
ボ イ ラ 型 式			バブコック超臨界圧 変圧貫流ベンソン ボイラ	同 左
出 力			700 MW	1,050 MW
最大 連続 負荷 時	蒸気流量	主 蒸 気	2,250 t/h	3,000 t/h
		再 熱 蒸 気	1,864 t/h	2,490 t/h
	蒸気圧力	主 蒸 気	24.1 MPa(g)	25.0 MPa(g)
		再 熱 蒸 気	5.15 MPa(g)	4.28 MPa(g)
		再熱器入口	5.51 MPa(g)	4.59 MPa(g)
	蒸気温度	主 蒸 気	566℃	600℃
		再 熱 蒸 気	593℃	610℃
		再熱器入口	346℃	345℃
給水温度	節炭器入口	298℃	288℃	
燃 焼 方 式		微粉炭直接燃焼	同 左	
通 風 方 式		平衡通風方式	同 左	
蒸気温度 制御方式		主 蒸 気	給水燃料比率と 三段過熱低減器	同 左
		再 熱 蒸 気	ガス再循環, パラレルダンパ および過熱低減器	同 左
蒸気温度 制御範囲		主 蒸 気	28%MCR～MCR	35%ECR～MCR
		再 熱 蒸 気	40%ECR～MCR	35%ECR～MCR

注：略語説明
MCR(Maximum Continuous Rating)
ECR(Economical Continuous Rating)

湾火力発電所第2号ボイラ(以下、「電発・橘湾火力2号ボイラ」と言う。)では、世界最高レベルの25.0 MPa/600℃/610℃という蒸気条件を適用することによってプラント効率向上を図り、高効率運用が可能な計画とした。また、両プラントとも最新の微粉炭燃焼技術である低NOx HT-NR2バーナと回転分級機付き大容量MPSミルを採用することにより、燃焼性能の向上を図っている。両プラントともバブコック日立株式会社がボイラ設備一式を納入した(表1参照)。

ここでは、これらのプラントに適用した新技術とその成果について述べる。

2 新技術の適用

2.1 高蒸気温度条件の採用

HT-NR2バーナ採用による燃焼性能の向上を踏まえ、火炉サイズを適正化することにより、高蒸気温度適用に対して過熱器と再熱器の伝熱面積が過度に増加しないように配慮している。特に、電発・橘湾火力2号ボイラでは、改良型二段OAP(Over Air Port)採用による燃焼性能向上を図り、1,000 MWプラントである東北電力株式

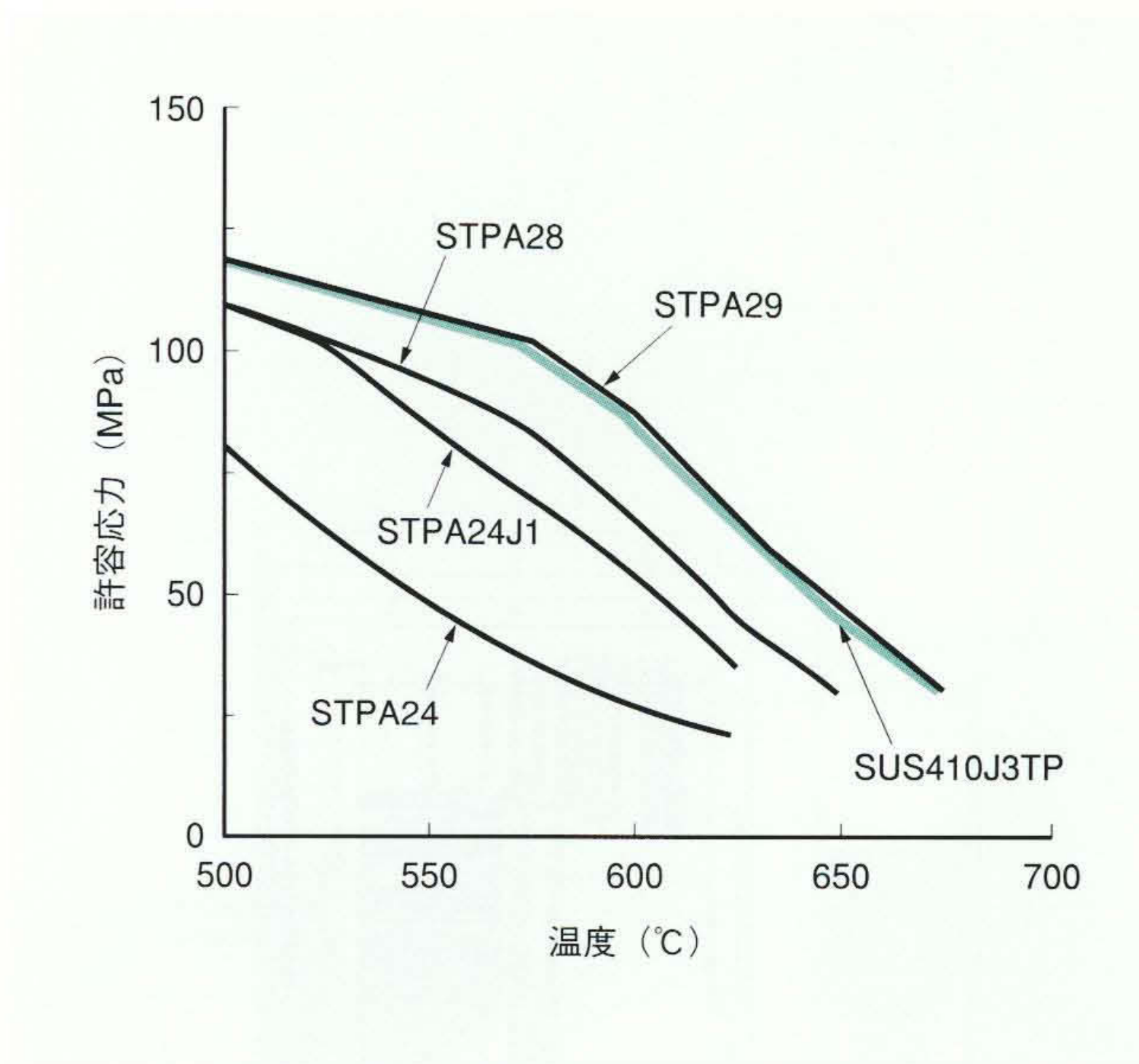


図1 フェライト系高温高強度材料の許容応力
電発・橘湾火力2号ボイラで採用したSTPA29とSUS410J3TPは、両方とも高温域で従来材に比べて高い許容応力を示す。

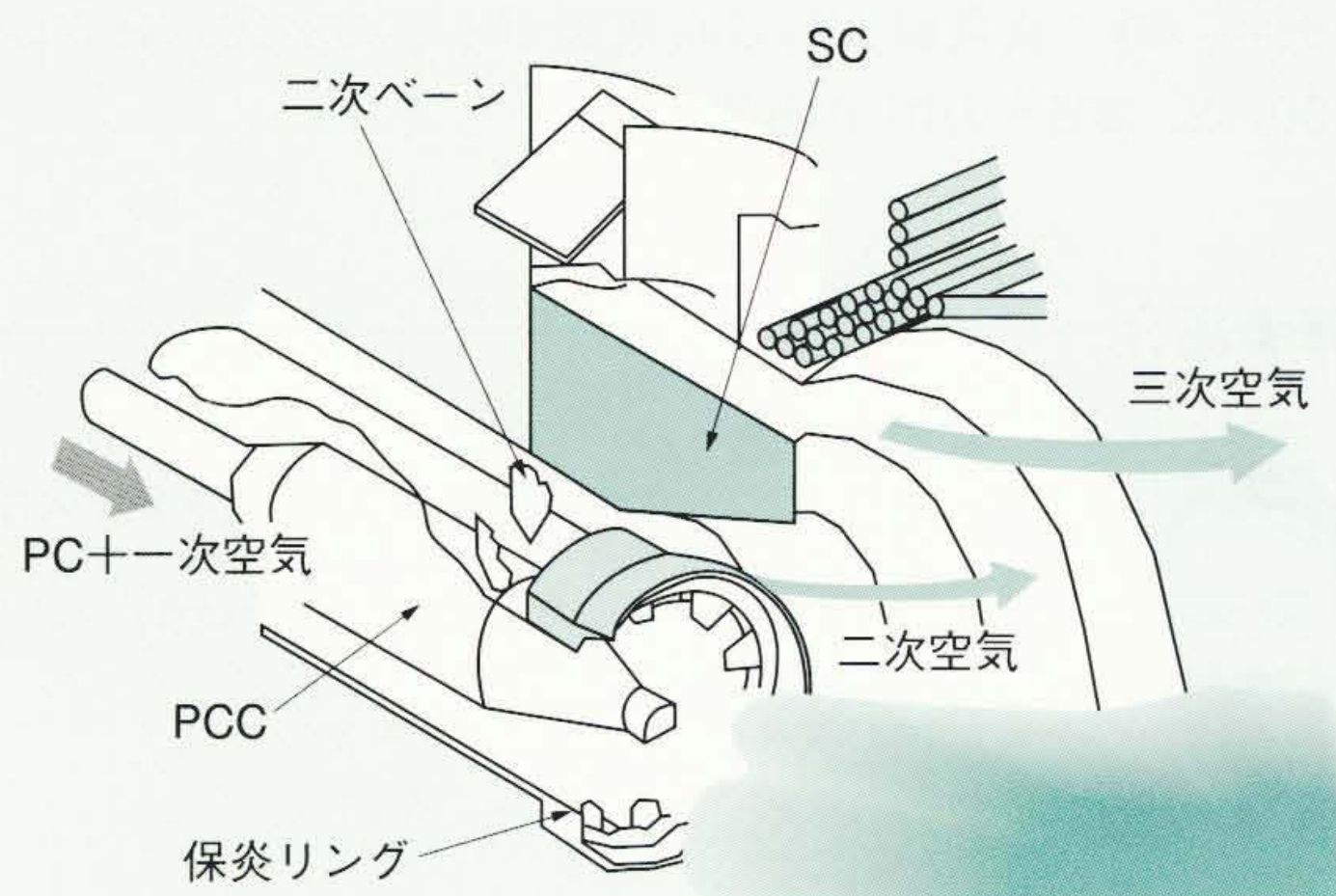
会社原町火力発電所2号ボイラと同サイズの火炉を採用した。

高蒸気温度条件の適用に当たっては、高温域で強度が高い材料を使用することによって耐圧部の肉厚増加を抑え、熱応力緩和と管内圧力損失の低減を図る必要がある。両プラントでは、高メタル温度となるつり下げ過熱器と再熱器伝熱管に高温高強度材である火SUS304J1HTB(18Cr9Ni3CuNbN)と火SUS321J1HTB(18Cr10NiTiNb)をそれぞれ採用した。また、電発・橘湾火力2号ボイラの管寄せには600℃/610℃の温度に対応するため、高温高強度材として新たに実用化された火STPA29(9Cr1.8W)と、火SUS410J3TP(11Cr2W0.4Mo)を適用することにより、高温度化による肉厚増加を抑制した。これらの材料では、従来使用してきた火STPA28(9Cr1MoNbV)が9Cr、1MoにNbとVを添加して高い高温強度を得ているのに対し、Moの一部をWに置き換えることで、火STPA28に対してさらに高温強度を高めている(図1参照)。

2.2 高効率燃焼技術

近年の火力発電プラントの燃焼技術では、高効率化と低NOx化を両立させる技術の開発が進められている。両プラントでも、それぞれのニーズに対応するため、低NOx HT-NR2バーナと、回転分級機付き大容量MPSミルを採用した。

四電・橘湾ボイラでは、ボイラ出口NOxが175 ppm以



注：略語説明 SC (Space Creator)
PC (Pulverized Coal)
PCC (PC Concentrator)

図2 HT-NR2バーナの構造

低NO_x HT-NR2バーナを採用することにより、燃焼性と保炎性の向上を図り、低負荷領域での安定運転を容易とした。

下(整定時：計画)に対し、従来技術の延長線上であるHT-NR2バーナ(図2参照)と一段OAPの組合せとした。ミルについては、バブコック日立株式会社初となるMPS255ミル6台(予備1台を含む。)を採用している。電発・橘湾火力2号ボイラでは、ボイラ出口150 ppm以下のNO_x(整定時：計画)を達成するために、HT-NR2バーナと二段OAPを適用することによっていっそうの低NO_x化を図るとともに、わが国で最大級のMPS300ミル6台(予備1台を含む。)を採用した。

また、いずれのミルに対しても回転分級機を適用して微粉炭粒度を調整できるようにすることにより、多種の計画炭に対応して燃焼性能を最大限に引き出すように配慮した。

3 適用新技術の評価

3.1 高効率の達成

両プラントとも、高蒸気温度条件の下で、蒸気温度特性と燃焼特性に対して安定した運転が確認された。ボイラ効率については、性能試験の結果、いずれも全負荷域にわたって計画値を上回る優れた性能を確認することができた。また、前述した燃焼性能の向上により、節炭器出口で15%という低空気過剰率運用を実現しており、灰中未燃分比率の低減も併せ、ボイラ効率の改善を図ることができた。

ボイラ各伝熱部での熱吸収特性はほぼ計画どおりの安

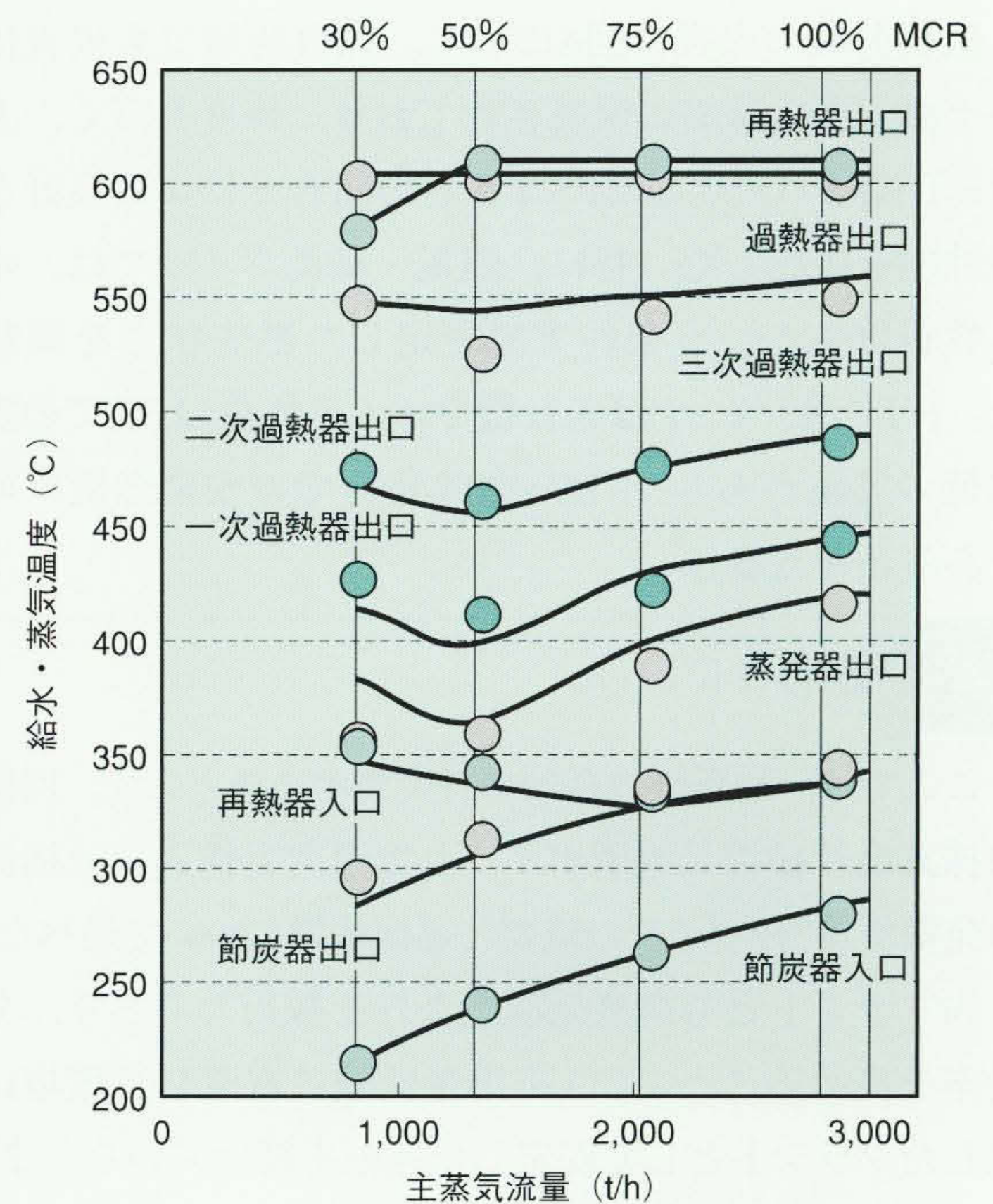


図3 蒸気温度特性(電発・橘湾火力2号ボイラ)

蒸気温度特性は、炭種と経時変化に対する変動予想範囲内の状態にある。

定したものとなっており、高強度材料を採用したつり下げ過熱器・再熱器のメタル温度分布も良好であった(図3参照)。さらに、負荷応答性と起動停止特性でも計画値を十分満足する結果が得られ、高蒸気温度条件の下で信頼性の高い運転が可能なが確認できた。

3.2 燃焼性能評価

四電・橘湾ボイラおよび電発・橘湾火力2号ボイラで



四電・橘湾ボイラ(ボイラ負荷20%)

図4 低負荷域のHT-NR2バーナの火炎

低負荷域でも火炎はバーナ根元から確実に保炎されており、安定した燃焼状態を確認した。

は、NO_x、未燃分ともに計画値を満足する結果を得た。

低負荷域の火炎を図4に示す。低負荷域でも火炎はバーナ根元から確実に保炎されており、輝度も高く、大容量HT-NR2バーナとMPSミルとの組合せによる良好な燃焼性能を確認した。特に、四電・橘湾ボイラでは、ボイラ負荷20%という条件下で安定した燃焼状態を確認した。HT-NR2バーナは先行機でボイラ負荷14.5%での安定燃焼の実績があり¹⁾、15~20%負荷での安定燃焼は可能であると考ええる。

4 おわりに

ここでは、最新鋭の高効率石炭焚ボイラとして、四国電力株式会社橘湾発電所ボイラと電源開発株式会社橘湾火力発電所第2号ボイラの概要と運転状態について述べた。

両プラントとも高蒸気温度条件を採用しており、発電効率を高めることでCO₂排出量低減に貢献し、環境に配慮したプラントとして安定した運転を続けている。また、燃焼性能の向上を図り、灰中未燃分を低減することにより、顧客ニーズの一つである灰有効利用にこたえる特性を得ることができた。

今後の石炭焚ボイラ設計では、今回得られた成果を反映させ、高効率、高信頼性でかつ経済性に優れたプラントとするために、合理化設計を推進していく考えである。

終わりに、両ボイラの完成に至るまでは、四国電力株式会社および電源開発株式会社の関係各位から多大なご指導とご協力をいただいた。ここに厚くお礼を申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 酒井，外：最新鋭大容量石炭焚ボイラの完成，日立評論，80，2，205~210(平10-2)

執筆者紹介



松田 順一郎

1984年 バブコック日立株式会社入社，呉事業所 火力事業本部 火力設計部 所属
現在，事業用ボイラの基本計画・開発に従事
火力原子力発電技術協会会員
E-mail：matsuda @ kure. bhk. co. jp



鈴木 義人

1981年 バブコック日立株式会社入社，呉事業所 製造本部 技術サービス部 所属
現在，プラント試運転の基本計画・実務に従事
日本機械学会会員，計測自動制御学会会員，火力原子力発電技術協会会員
E-mail：suzuki @ kure. bhk. co. jp



岩元 英明

1994年 バブコック日立株式会社入社，呉事業所 火力事業本部 火力設計部 所属
現在，事業用ボイラの基本計画・開発に従事
E-mail：iwamoto @ kure. bhk. co. jp



越智 健一

1995年 バブコック日立株式会社入社，呉事業所 火力事業本部 火力設計部 所属
現在，燃焼装置の基本計画・開発に従事
E-mail：oti @ kure. bhk. co. jp