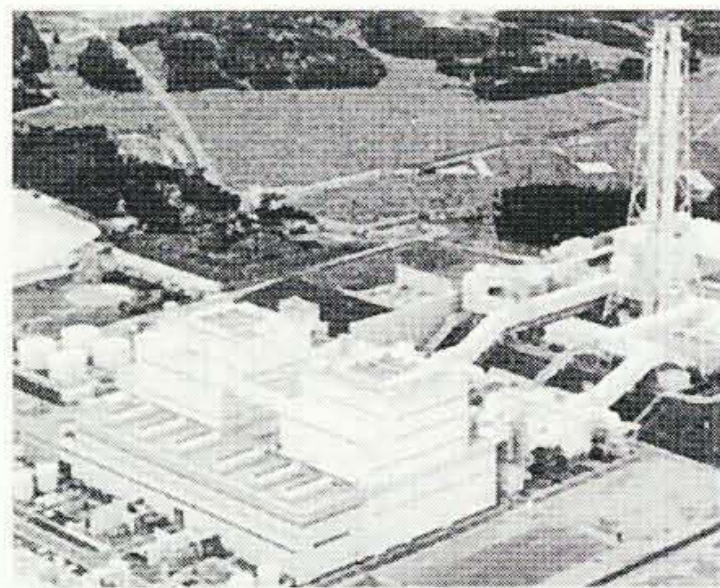


高効率石炭焚ボイラへの新技術適用とその成果

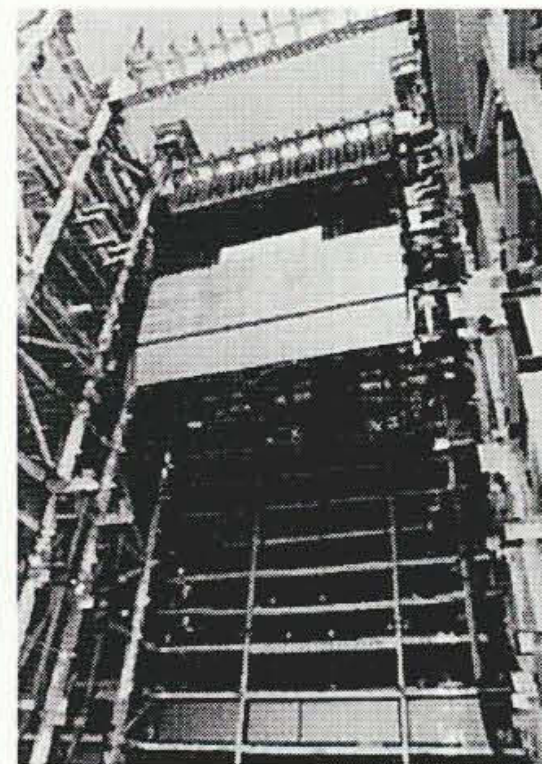
－東北電力株式会社原町火力発電所第2号機の完成－

Completion of the Advanced Steam Boiler for the Haramachi Thermal Power Station No.2 Unit

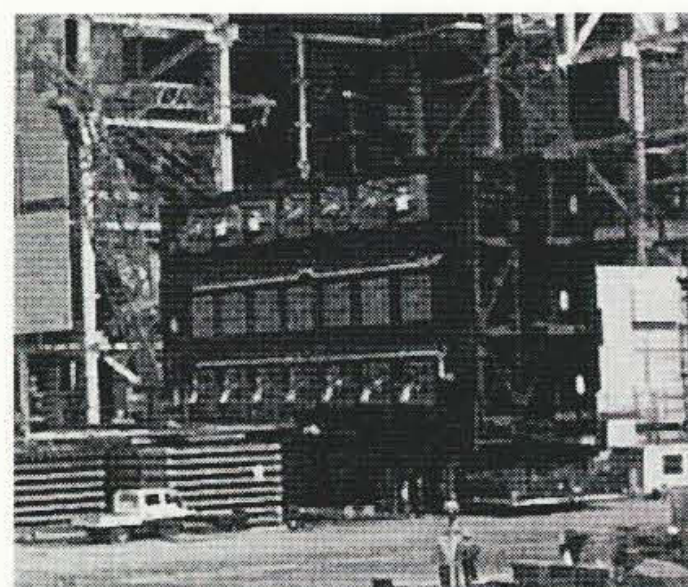
酒井和人 Kazuhito Sakai 川島靖昭 Yasuaki Kawashima
菅澤 貢 Mitsugu Sugasawa 矢野隆則 Takanori Yano



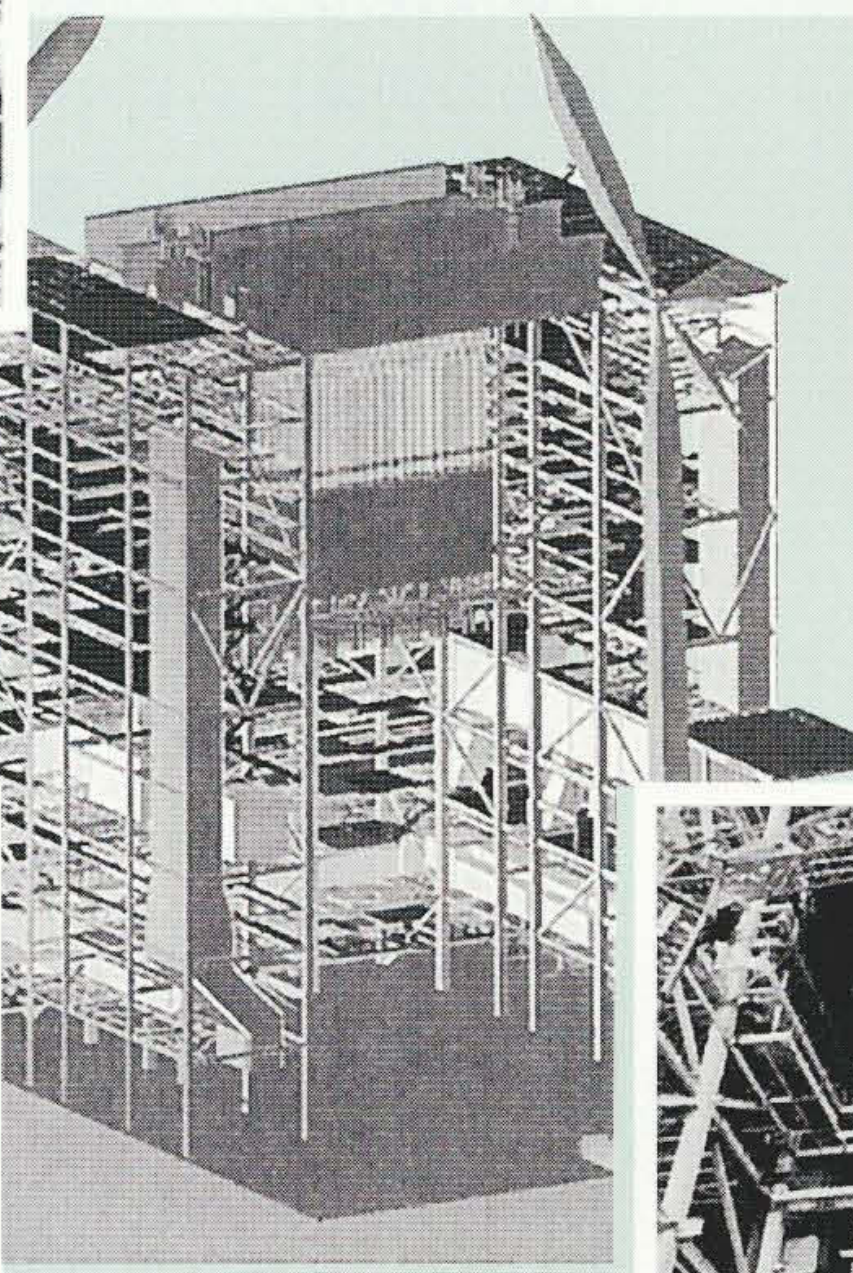
発電所全景：右側が2号機



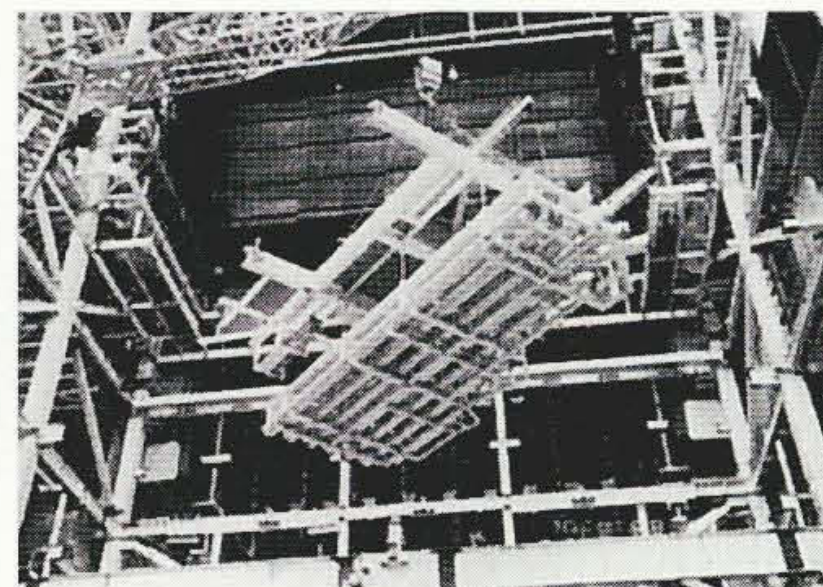
オープン パス モジュールの
ジャッキアップ状況



ウィンドボックスモジュール



三次元CADシステムで、据付け
工事の合理化を検討した。



フロアユニットのつり上げ状況

東北電力株式会社原町火力 発電所第2号機の全景と据 付け工事

世界最高レベルの蒸気温度
600℃/600℃を採用したボイ
ラの据付け工事では、最新の
ACE(Area Composite Erection)
工法を適用し、三次元CADシ
ステムを駆使した。

地球温暖化対策のため、CO₂排出量抑制を目的として世界最高レベルの蒸気条件である24.5 MPa/600℃(主蒸気温度)/600℃(再熱蒸気温度)を採用した、東北電力株式会社原町火力発電所第2号機の1,000 MWの石炭火力プラントが、1998年7月に営業運転を開始した。日立製作所とバブcock日立株式会社は、この最新鋭プラントのボイラ設備およびタービン・発電機一式を納入し、その良好な性能を確認した。

このボイラ設備の設計にあたっては、最大限の高効率化を図るというニーズに対し、蒸気条件の高度化に対処するために高強度材料や熱応力緩和に配慮した構造を採用して高い信頼性を維持したほか、最新の微粉炭燃焼技術を適用して燃焼性能を向上させ、いっそうの効率改善を実現した。一方、燃焼設備を中心に機器の大容量化・合理化を図り、さらに、同期化、モジュール化を最大限取り入れたACE(Area Composite Erection)工法を採用して、建設コストの低減にも配慮した。

その結果、定格負荷時の発電端プラント効率44.76%を達成するなどの成果を上げることができた。

1 はじめに

わが国の近年の蒸気条件向上による火力発電プラントの高効率化には目を見張るものがある。日立製作所とバブcock日立株式会社は、1997年に、電源開発株式会社松浦火力発電所向けの第2号ボイラを納入し、蒸気条件24.1 MPa/593℃(主蒸気温度)/593℃(再熱蒸気温度)で信頼性の高い高効率運用が可能であることを確認している¹⁾。

現在、計画あるいは建設中のプラントのほとんどが、この蒸気条件600℃クラスの条件を採用するに至っている。

1998年7月に営業運転を開始した東北電力株式会社原町火力発電所第2号機(以下、原町2号ボイラと言う。)は、世界最高レベルの蒸気条件24.5 MPa/600℃/600℃を適用した最新鋭の石炭火力プラントであり²⁾、バブcock日立株式会社がボイラ設備一式を納入した。定格負荷時の実績発電端プラント効率44.76%を達成したほか、所定の

性能を十分満足する優れた成果を確認することができた。

ここでは、原町2号ボイラ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 高蒸気条件の採用

原町2号ボイラの側面図を図1に示す。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600℃を採用しても、過熱器、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。

高蒸気条件の採用にあたっては、高強度材を採用して耐圧部の肉厚増加を抑え、熱応力緩和、管内圧力損失低減を図る必要がある。このボイラでは、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強度材の火SUS304J1HTB(18Cr9Ni3CuNbN)と火SUS321J1HTB(18Cr10NiTiNb)をそれぞれ採用した。一方、管寄せにはフェライト鋼である火STPA28/火SCMV28(9Cr1MoNbV)を適用した。これらの材料はいずれも、先行機で使用実績がある信頼性の高い鋼種である。

2.2 高効率燃焼技術

近年、燃焼設備を簡素化するため、バーナの大容量化が進んでいる。このボイラには、国内最大容量(公称容量:12.4 t/h)の「日立-NR2バーナ」42本を設置した(図2参照)。その燃焼効率の向上と低NO_x化を図るための微粉粒度の向上を目的として、石炭用としては世界初

の大容量MPS300ミル6台(予備1台を含む。)を導入した(図3参照)。

設計にあたっては、大容量化達成のための粉砕部構造の大型化と粉砕荷重の増加に加え、全運用域でのミル安定運用確保のために、荷重伝達系の剛性アップと粉砕部の構造改善を図っている¹⁾。

2.3 最新の据付け工法

据付け工法としてACE(Area Composite Erection)工法を採用し、建設工程の短縮、建設工数の低減、仮設足場の削減、品質や安全性の向上などを図った。この新工法(37ページの図参照)の主な内容とその効果について以下に述べる。

2.3.1 フロアユニット工法

各階を構成する鉄骨と歩道のフロアを工場でユニット化し、そのフロアに配置する現場盤やケーブルトレー、ダクト、配管などを、つり上げ前に地上でさらに組み込んで、自動調心つり具によって所定の位置につり上げ設定した。ユニット化した床面積が全体の50%を超えて、現地の管理監督者が作業現場に容易にアクセスできるようになったので、安全管理上大きなメリットが生じた。

2.3.2 ジャッキアップ工法

日立プラント建設株式会社が開発した200 tジャッキ装置(つりロッド自動着脱搬送装置付き)16台を活用し、下記のモジュールをつり上げた。

(1) オープン パス モジュール

火炉副側壁部を二次再熱器とともに地上30 mでモジュ

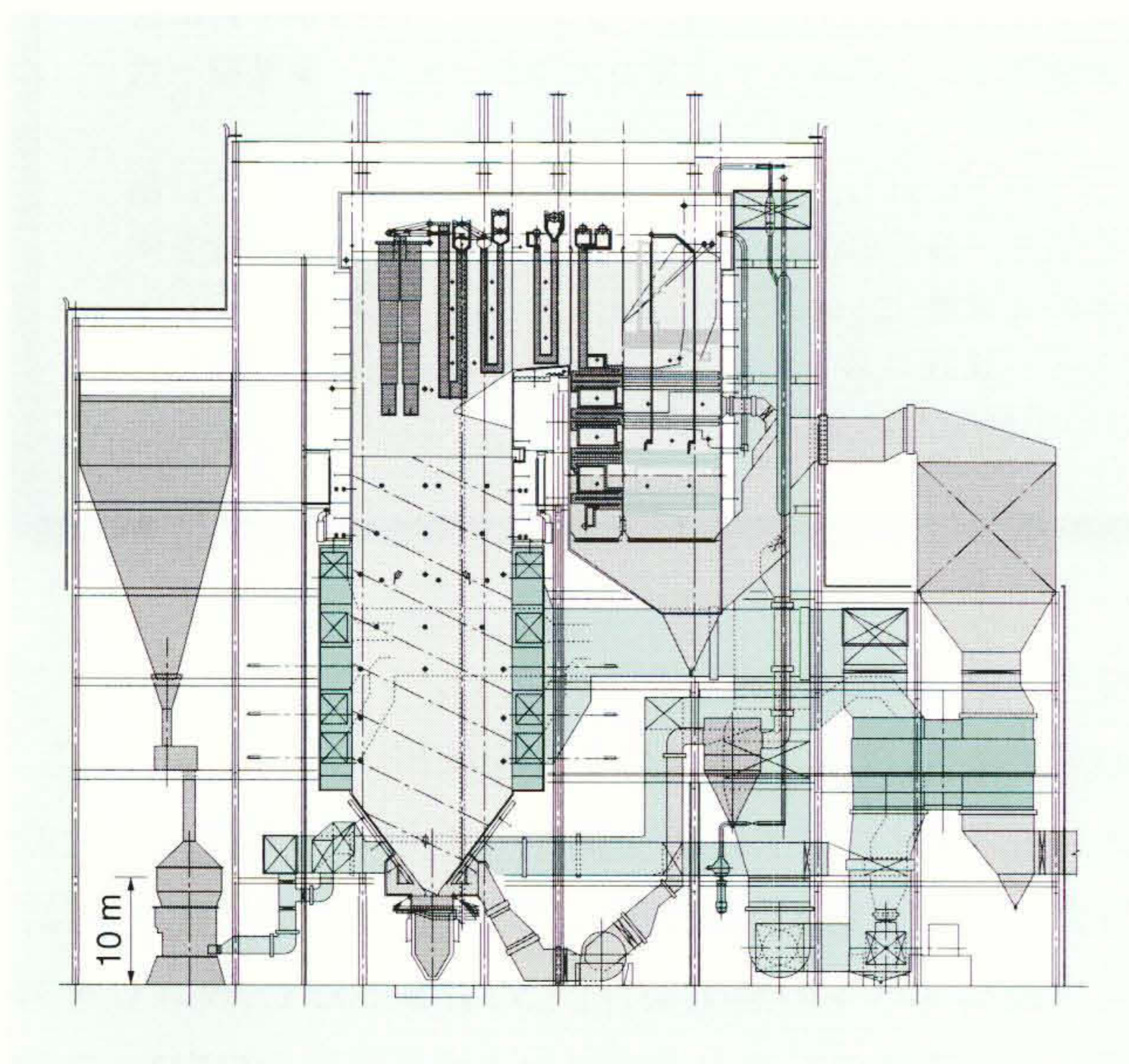


図1 原町2号ボイラの側面図

高メタル温度域には最新の高強度材を配し、信頼性と経済性に配慮した設計としている。

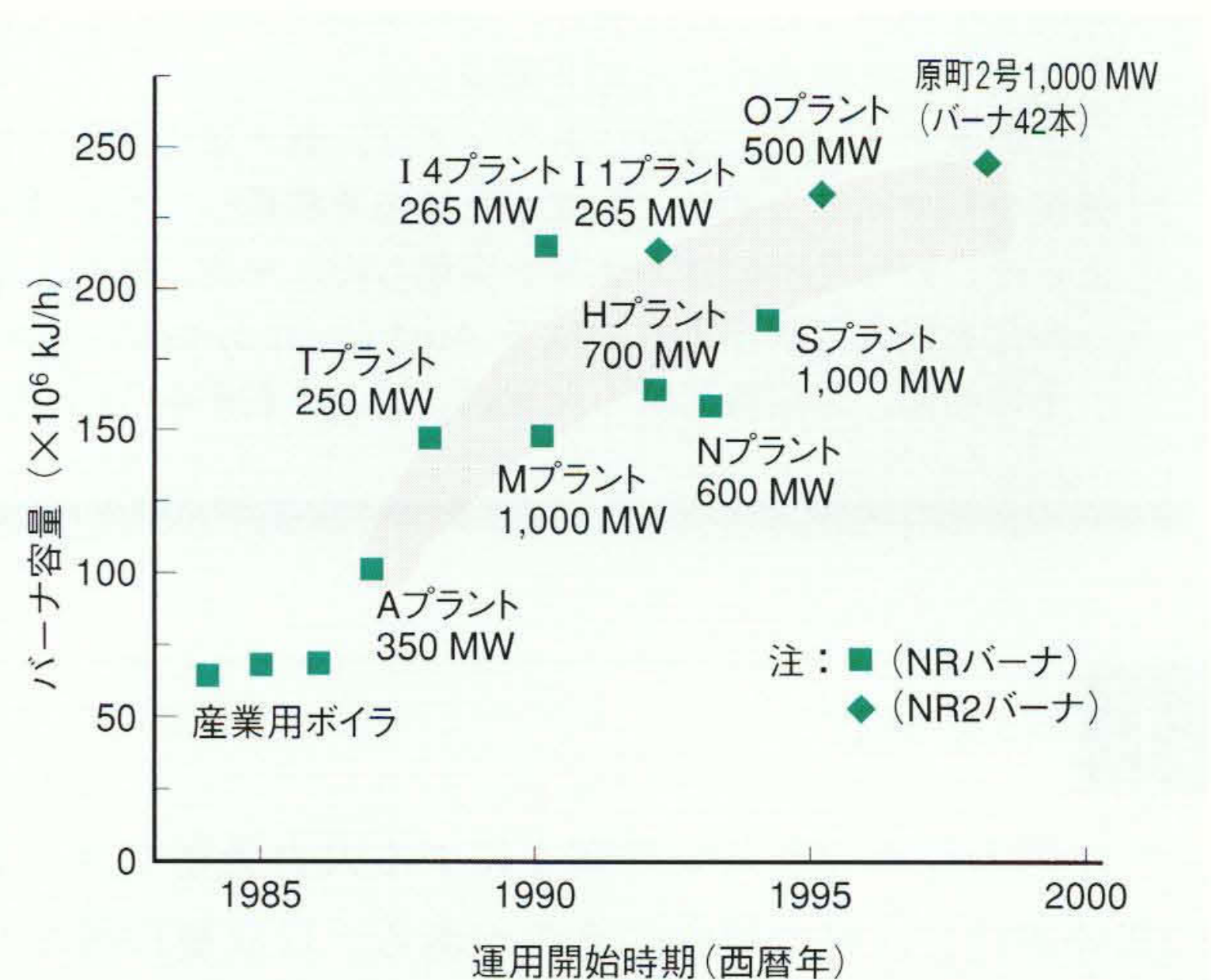


図2 バーナ容量の変遷

最新の低NO_x日立-NR2バーナを大容量化し、燃焼設備の簡素化を図っている。

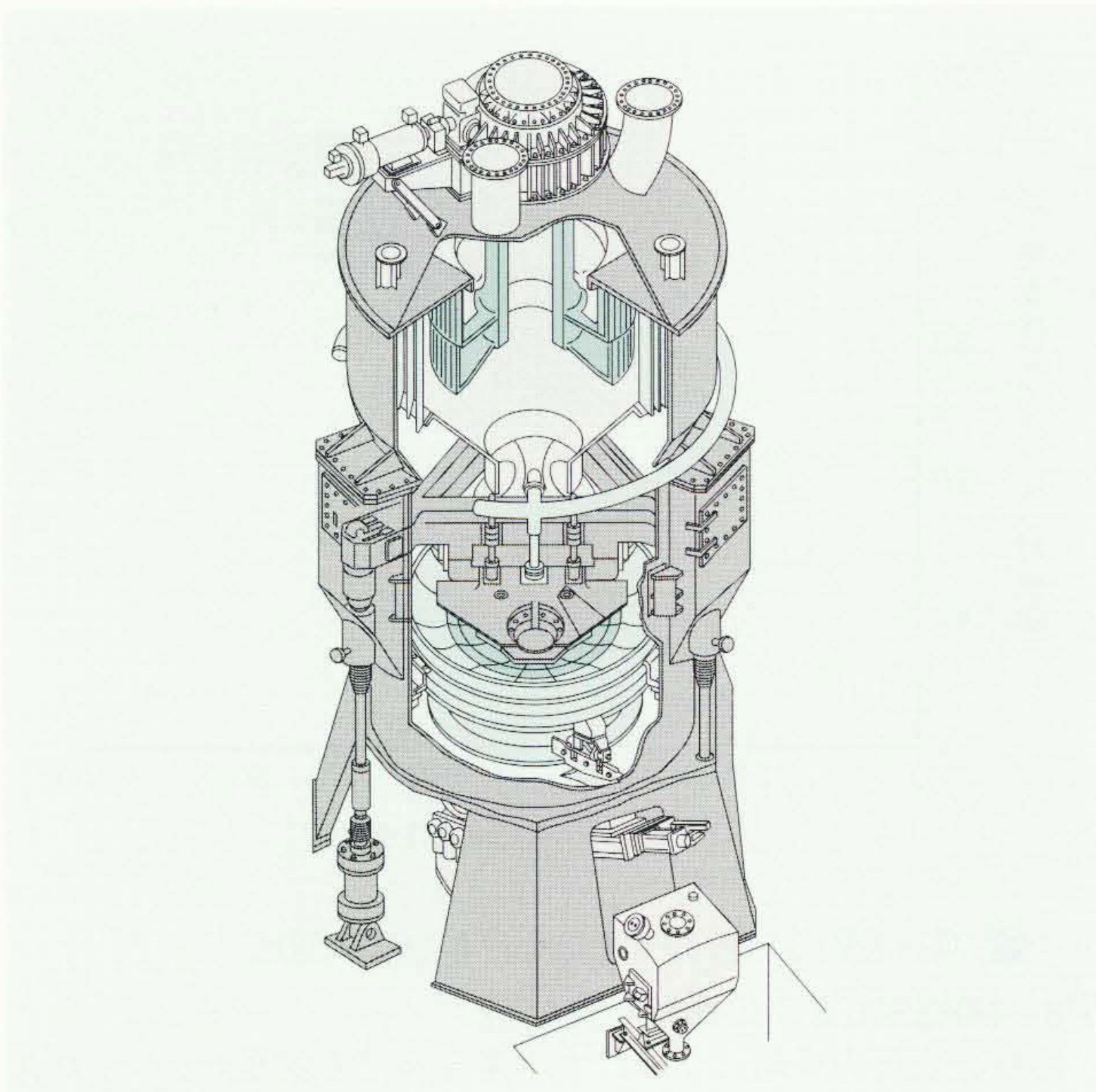


図3 MPS300ミルの構造

大容量のMPS300ローラミルを導入し、5台運転で1,000 MWの運用を行うこととした。

ール化し、ジャッキアップしながらモジュール下方に設置されるバックステーなどの装置を順次取り付けて、最終的に総重量2,000 tを超える大型モジュールとして、73 mまでつり上げた。

(2) コイルカートリッジ

後部伝熱部に位置する一次過熱器、蒸発器、節炭器を工場で炉幅方向に9分割してカートリッジに組込んで発送し、現地で順次接続してつり上げた。

(3) そのほか、ウィンドボックス、節炭器ホッパ、一次再熱器立上り部にこの工法を適用し、高所作業量低減、つり上げ回数の低減、安全性の向上を図った。

2.3.3 溶接員の現地採用

地方と密着した作業展開という観点から、溶接員を現地で採用し、コイルの自動溶接の教育訓練後、約1万8,000か所の溶接を消化した。

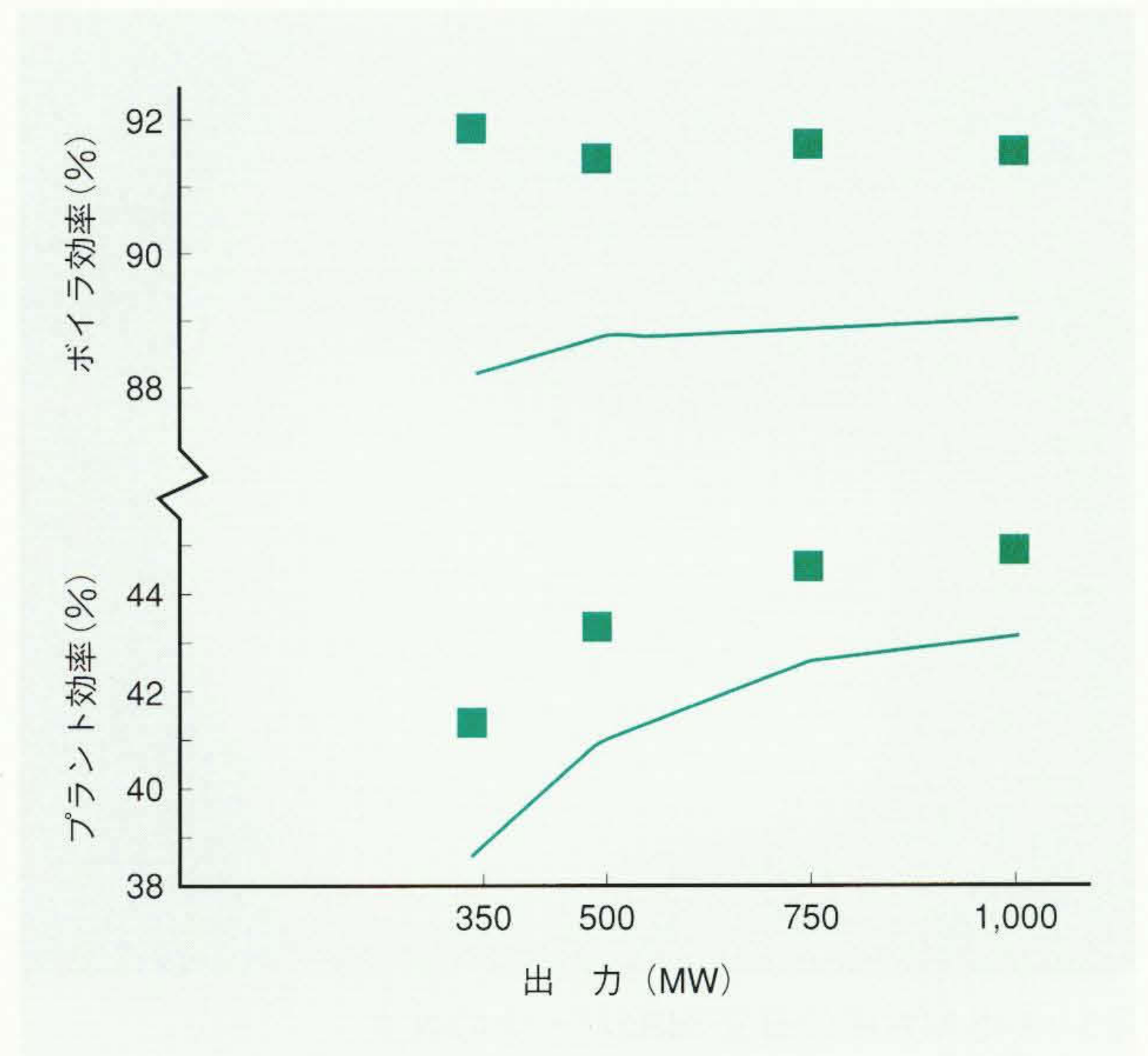
2.3.4 工程と安全

工程では、立柱から火入れまでを23か月の短工期で行い、安全面でも、1994年6月の先行工事着工から完成まで、426万時間の無事故、無災害を達成した。

3 適用新技術の評価

3.1 高効率の達成

高蒸気条件採用の成果は、プラント効率の向上という形で確認することができた。性能テスト結果を図4に示



注：— (計画値), ■ (実績値)

図4 性能テスト結果

1,000 MWで発電端プラント効率44.76%を達成し、高蒸気条件採用の成果を確認した。

す。定格負荷時で発電端プラント効率44.76% (高位発熱量基準)を達成したほか、全負荷帯にわたって計画を大きく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、使用する石炭の燃料比に応じて、節炭器出口で10~15%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合わせ、ボイラ効率の改善を図ることができた。

ボイラの特性はほぼ計画どおりの安定した熱吸収特性であり、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る。さらに、負荷応答性、起動停止特性でも計画値を十分満足する結果が得られ、蒸気温度600℃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

3.2.1 燃焼性能

今回、試運転時に燃焼試験を実施した全4炭種で、NOx、未燃分が計画値と保証値を十分満足する良好な結果を得た。試運転に使用したS炭専焼145 MW運転時の火炎を図5に示す。ボイラ負荷14.5%という極低負荷条件でもバーナ根元からしっかりと保炎されており、輝度も高く、大容量日立-NR2バーナとMPS300ミルとの組合せによる良好な燃焼性能を確認できた。

3.2.2 ミル特性

大容量MPS300ミルでは、安定運転下での高微粉粒度

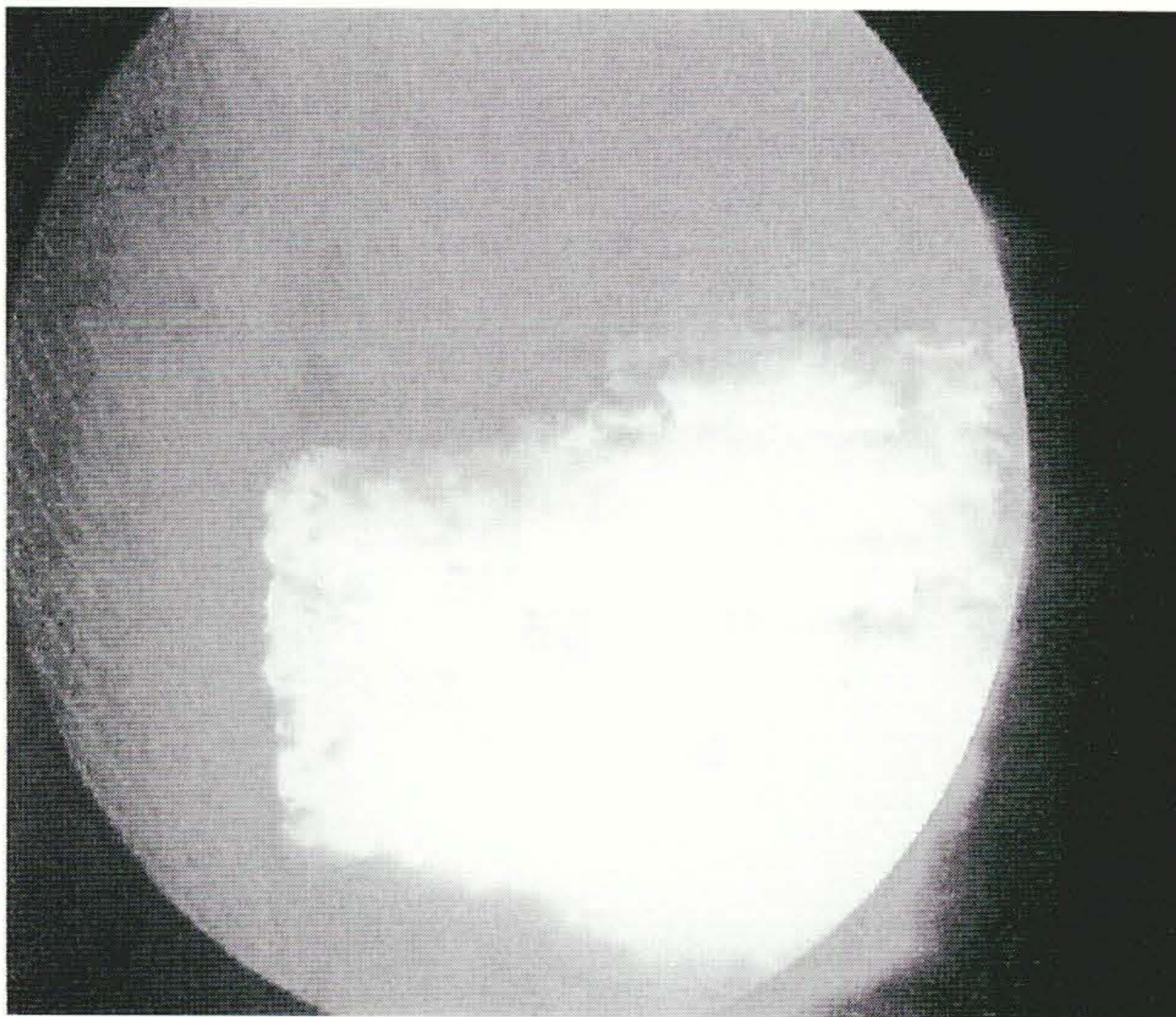


図5 145 MW時の日立-NR2バーナの火炎

石炭専焼条件で145 MWの極低負荷運転が可能なことを確認し、日立-NR2バーナの優れた保炎性能を実証した。

運転を達成するために大型回転式分級機を搭載し、分級機回転数の上昇、荷重油圧の増加により、200メッシュパス90%以上の高微粉粒度運転が得られた。代表的な微粉粒度特性を図6に示す。

一方、ミルの安定性能では、200メッシュパス90%以上の高微粉粒度の運転状態で、これまでのミル容量を約1.2倍増加させた大容量ミルであるにもかかわらず、先行機と同等レベルの性能が得られた。ここに、大容量・高性能MPSミルの設計技術が確立できたと考える。

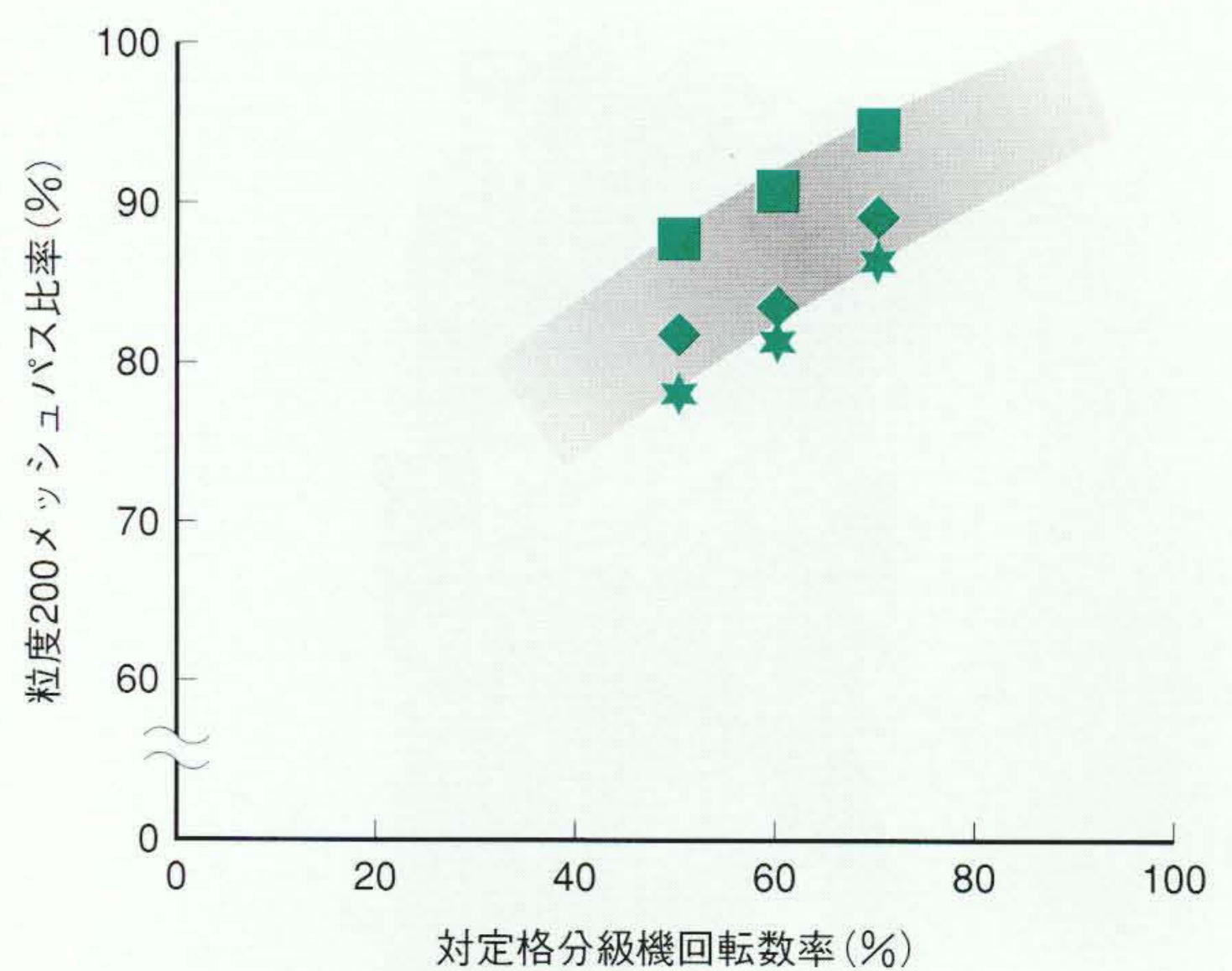
4 おわりに

ここでは、東北電力株式会社原町火力発電所第2号機の高蒸気条件24.5 MPa600℃/600℃を採用した1,000 MW石炭焚ボイラについて述べた。

原町2号ボイラでは、発電端プラント効率44.76%を達成するなど、その優れた性能を確認し、蒸気条件の向上は火力発電プラントの高効率化に有効な手段であることをあらためて実証することができた。

後続の石炭焚大容量ボイラではいずれも600℃クラスの蒸気条件を採用しており、今回得られた成果を反映し、地球温暖化防止に貢献していくものと考え。

終わりに、原町2号ボイラの完成では、東北電力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。



注：■ (低給炭量域), ◆ (中給炭量域), ★ (高給炭量域)

図6 MPS300ミルの微粉粒度特性

回転分級機の採用により、大容量ミルでも200メッシュパス90%以上の高微粉粒度を達成できることを確認した。

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)
- 2) 森谷, 外: 高効率石炭火力発電プラント, 日立評論, 79, 3, 255~260(平9-3)

執筆者紹介



酒井和人

1982年バブコック日立株式会社入社, 呉工場 火力設計部 所属
現在, 事業用ボイラの基本設計・開発に従事
火力原子力発電技術協会会員
E-mail: sakai@kure.bhk.co.jp



菅澤 貢

1981年バブコック日立株式会社入社, 呉工場 品質保証部 所属
現在, ボイラの試運転指導に従事
E-mail: sugasawa@kure.bhk.co.jp



川島靖昭

1961年バブコック日立株式会社入社, 呉工場 建設部 所属
現在, ボイラの据付け工事指導に従事



矢野隆則

1990年バブコック日立株式会社入社, 呉工場 燃焼装置設計部 所属
現在, ボイラ燃焼装置の設計・開発に従事
E-mail: yano@kure.bhk.co.jp