

事業用石炭火力ボイラ用移動電極形電気式集じん装置の運転実績

Results of Long Term Operation of Moving-Electrode Type Electrostatic Precipitators for Coal-Fired Utility-Use Boilers

石炭火力ボイラ用移動電極形電気式集じん装置は、長期間運転でも安定した性能が維持でき、かつメンテナンスも従来形電気式集じん装置と大差ないことは産業用石炭ボイラ用移動電極形電気式集じん装置の運転実績で確認済みである。

しかし、石炭火力発電ボイラ用集じん装置として初めて中国電力株式会社水島発電所1号(125 MW)及び2号(156 MW)ボイラに適用するに際し、電気式集じん装置の大形化を考慮し、更に構造面の信頼性を高めるために設計上の改善を行い納入した。

この1号及び2号ボイラ用移動電極形電気式集じん装置は、昭和59年7月及び昭和59年5月に運開されて以来、稼働年数3年が経過した。この間、集じん性能及び内部機器について信頼性確認のための追跡調査を継続して行った。

この結果、石炭火力発電用の大形移動電極形電気式集じん装置でも安定した性能が確保でき、また、構造面の信頼性についても十分に満足できることを確認し、更に大容量の石炭火力発電ボイラへの移動電極形電気式集じん装置の適用に対する技術が確立できた。

浅野 弘* *Hiroshi Asano*

大塚 真* *Makoto Ôtsuka*

鎌倉克行* *Katsuyuki Kamakura*

1 緒 言

火力発電所の燃料は昭和49年のオイルショック以来、燃料の多様化の面で、重油から石炭へ転換されている。石炭燃焼ボイラ用集じん装置としては、従来、電気式集じん装置が適用されてきたが、石炭のほとんどは海外からの輸入炭が使用されており、一部の石炭燃焼に伴って排出されるフライアッシュの電気抵抗率が通常の電気式集じん装置の適用限界である $10\text{ G}\Omega\cdot\text{m}$ ($10^{12}\text{ }\Omega\cdot\text{m}$)を超える場合がある。このような場合、電気式集じん装置の集じん性能が低下し、所期の集じん性能が発揮できないことがある。このような高抵抗ダストを高効率で集じんできる移動電極形電気式集じん装置の開発・実用化に昭和54年世界で初めて成功し、以後、産業用石炭ボイラ、ガラス溶解炉などに適用し成果を挙げてきた。

今回、中国電力株式会社水島発電所1号(125 MW)及び2号(156 MW)ボイラ用集じん装置の計画に際し、一部の石炭燃焼に伴い発生するフライアッシュの電気抵抗率が、従来形電気式集じん装置の適用限界を超えると予想されたため、事業用としては初めて移動電極形電気式集じん装置の適用を計画し、1号ボイラ用を昭和59年7月に、2号ボイラ用を昭和59年5月に納入した。運転開始以来3年間にわたり集じん性能及び内部機器について、信頼性確保のため追跡調査を継続し

て行ってきた。以下、その結果について報告する。

2 中国電力株式会社水島発電所納め移動電極形電気式集じん装置の計画概要

中国電力株式会社水島発電所は、昭和59年に燃料を輸入炭を主体とする石炭へ転換した。燃料転換前の本発電所には、重油専焼ボイラ用の固定電極形電気式集じん装置が設置されていたが、**図1**に示すとおり燃料転換対策として、この既設電気式集じん装置の後段に別の電気式集じん装置を新設した(**図2**)。新設電気式集じん装置の入口側は比較的ダストの粒子径が粗く、つち打ちによるはく離が十分に可能で集じん性能の経時劣化が少ないため、従来の固定電極形電気式集じん装置を設置し、移動電極形電気式集じん装置は粒子径が微細でつち打ちによるはく離が困難で、集じん性能の経時劣化が予想される出口側に設置した。出口側に設置した移動電極形電気式集じん装置の構造は**図3**に示すように、短冊状の集じん極を駆動装置により移動させ、捕集したダストを非集じん域(ガス流路外)で回転ブラシによりかき落とす構造となっている。

1号ボイラ用及び2号ボイラ用電気式集じん装置の計画条件を**表1**に示す。

* 日立プラント建設株式会社

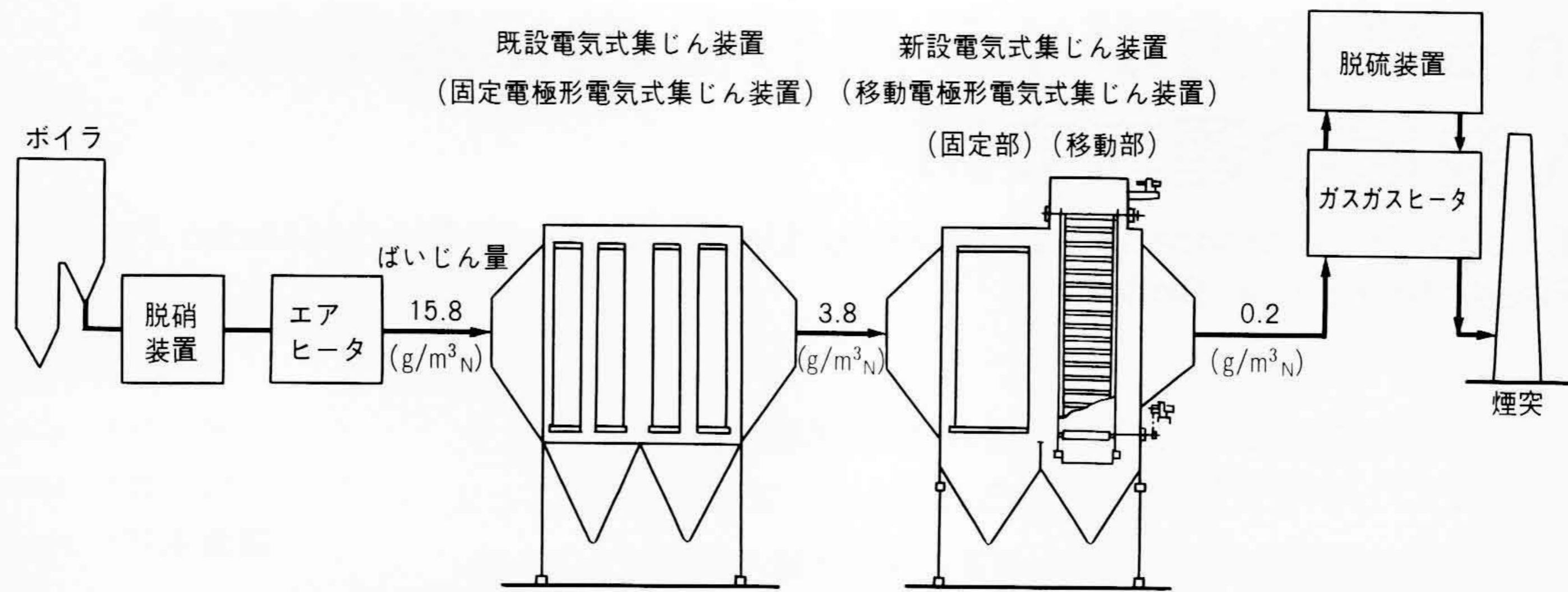


図1 中国電力株式会社水島発電所1号ボイラ，2号ボイラ環境設備全体フローシート 既設電気式集じん装置後段に，新設電気式集じん装置を設置した。新設電気式集じん装置は入口側に固定電極が，出口側に移動電極が設置されている。

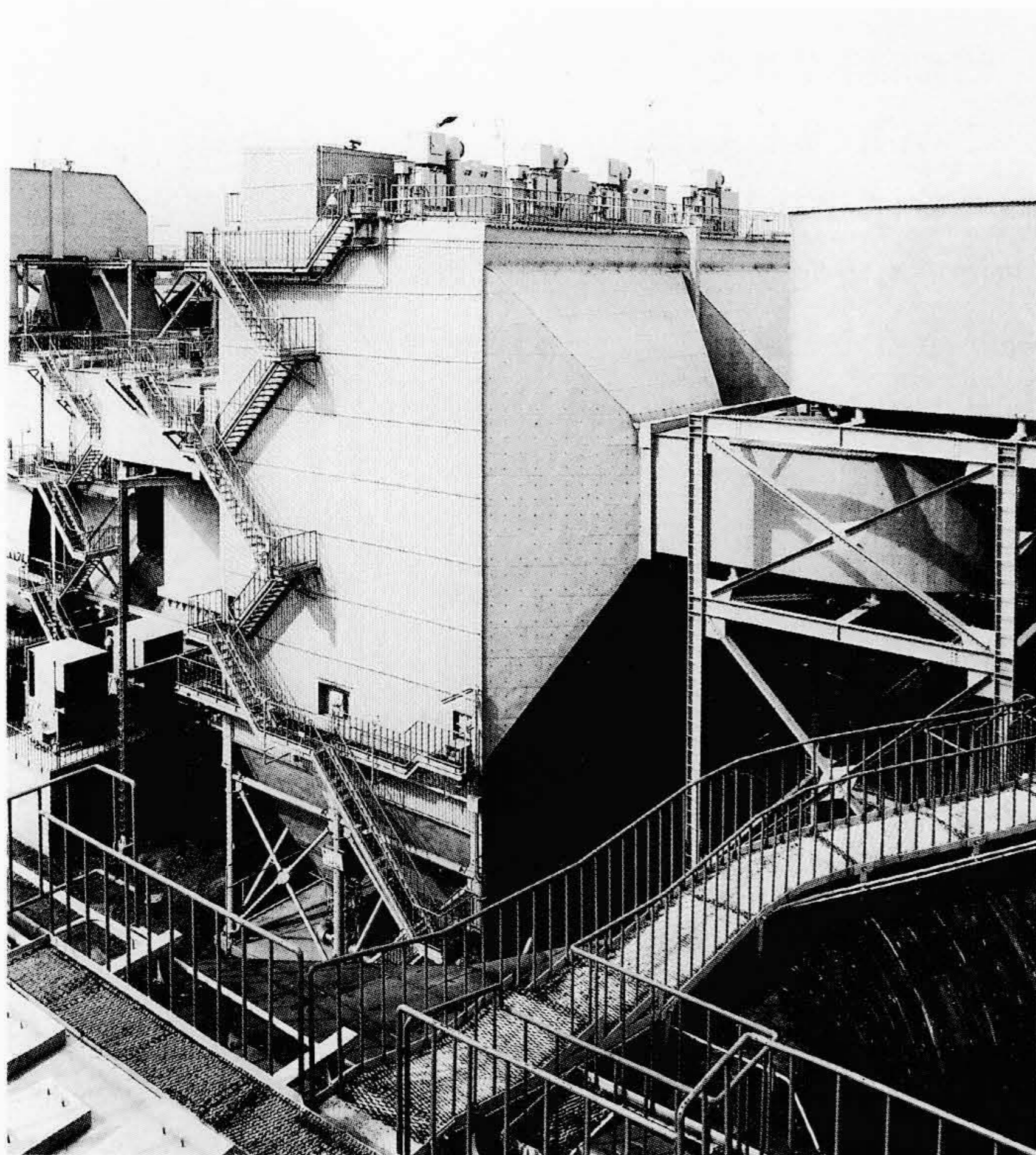


図2 実機外観 中国電力株式会社水島発電所2号ボイラ用移動電極形電気式集じん装置を示す。

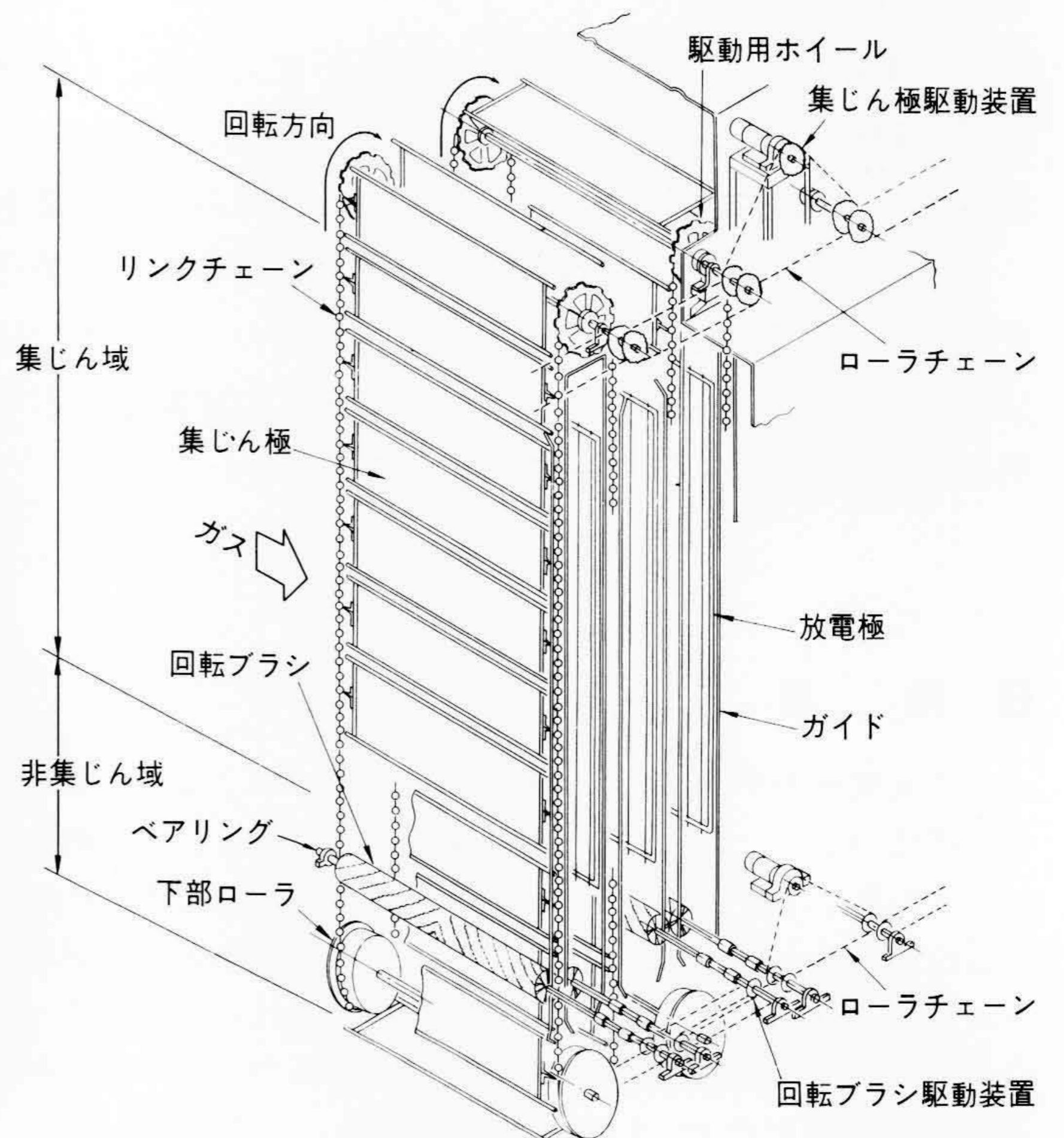


図3 移動電極形電気式集じん装置の構造 移動する集じん極に捕集されたダストは，回転ブラシで完全にはく離される。

表1 電気式集じん装置計画条件 集じん性能の設計値は，既設電気式集じん装置入口ばいじん量 $15.8 \text{ g/m}^3\text{N}$ のとき，新設電気式集じん装置出口ばいじん量 $0.2 \text{ g/m}^3\text{N}$ となっている。

摘 要		1号ボイラ用	2号ボイラ用
処 理	ガ ス 量	$500,000 \text{ m}^3\text{N}/\text{h}$	$600,000 \text{ m}^3\text{N}/\text{h}$
計 画	炭 種	オーストラリア炭	オーストラリア炭
ば い じ ん 量	既設電気式集じん装置入口	$15.8 \text{ g/m}^3\text{N}$	$15.8 \text{ g/m}^3\text{N}$
	新設電気式集じん装置入口	$3.8 \text{ g/m}^3\text{N}$	$3.8 \text{ g/m}^3\text{N}$
	新設電気式集じん装置出口	$0.2 \text{ g/m}^3\text{N}$	$0.2 \text{ g/m}^3\text{N}$
集 じ ん 率	既設電気式集じん装置	75.95%	75.95%
	新設電気式集じん装置	94.74%	94.74%
	総 合	98.73%	98.73%

既設電気式集じん装置と新設電気式集じん装置の総合集じん率で98.73%を計画集じん率とした設備で、装置の仕様は表2に示すように、産業用石炭ボイラとして納入した最大の移動電極形電気式集じん装置の約2倍の装置容量となっている。また、事業用への適用に際し、従来産業用での実績に加えて、火力発電所の運転実績及び大形化を考慮し、主に表3に示す点の改善を実施した。

3 中国電力株式会社水島発電所納め 移動電極形電気式集じん装置の追跡調査結果

3.1 集じん性能

中国電力株式会社水島発電所では、オーストラリア炭の専焼及びオーストラリア炭と国内炭の混炭による運転が行われており、ダストの電気抵抗率は10~100 GΩ・m(10¹²~10¹³ Ω・cm)と高抵抗ダストのものがある。2号ボイラ用移動電極形電気式集じん装置の集じん性能は図4に示すように、産業用石炭ボイラ用として納入した他の移動電極形電気式集じん装置と同様、稼動年数3年(稼動時間約2万1,000時間)の運転でも経時劣化による性能低下がなく計画値を上回った安定運転が確保されている。これは図5に示すように、性能に大きく

表2 移動電極形電気式集じん装置の仕様 産業用石炭ボイラ用に納入した最大の徳山曹達株式会社納めのものより、約2倍の装置容量となっている。

装置仕様	1号ボイラ用	2号ボイラ用	(徳山曹達株式会社)	
外形寸法	間口幅(mm)	18,600	21,000	11,200
	奥行(mm)	5,200	5,200	5,000
	高さ(mm)	23,550	24,050	24,200
	容量(m ³)	2,278	2,626	1,355
集じん極	幅(mm)	2,900	2,900	2,700
	有効高さ(mm)	13,500	13,500	13,500
	レーン数	(5+5)レーン×2室	(5+6)レーン×2室	6レーン×2室

影響する集じん極表面の捕集ダストをブラッシングにより十分にはく離させているためである。

この結果、大形移動電極形電気式集じん装置でも経時変化がなく、移動電極形電気式集じん装置の大きな特長である安定性能の確保が可能であることを確認することができた。

表3 石炭火力発電所用移動電極形電気式集じん装置の改善内容

主な設計改善内容を従来設計と比較して示す。

項目	従来設計	中国電力株式会社水島発電所	
1. 大形化への対応	(1) 集じん極エレメント	幅2,700 mm	幅2,900 mmにサイズアップ
	(2) リンクチェーン	棒径φ8	棒径φ10にサイズアップ
2. 多品種の石炭燃焼への対応(ρの変化)	集じん極 移動速度 } 一定 回転ブラシ 回転速度 }	可変式を採用、可変方式にはインバータ制御方式を採用	
3. 熱伸びへの対応	集じん極及び回転ブラシの駆動方式	ベベルギヤ方式	ローラチェーン方式を採用 心出し容易、熱伸びの影響が少ない。
4. 摩耗への対応	回転ブラシ用ベアリング	——	ダストカバー設置及びシールエア導入

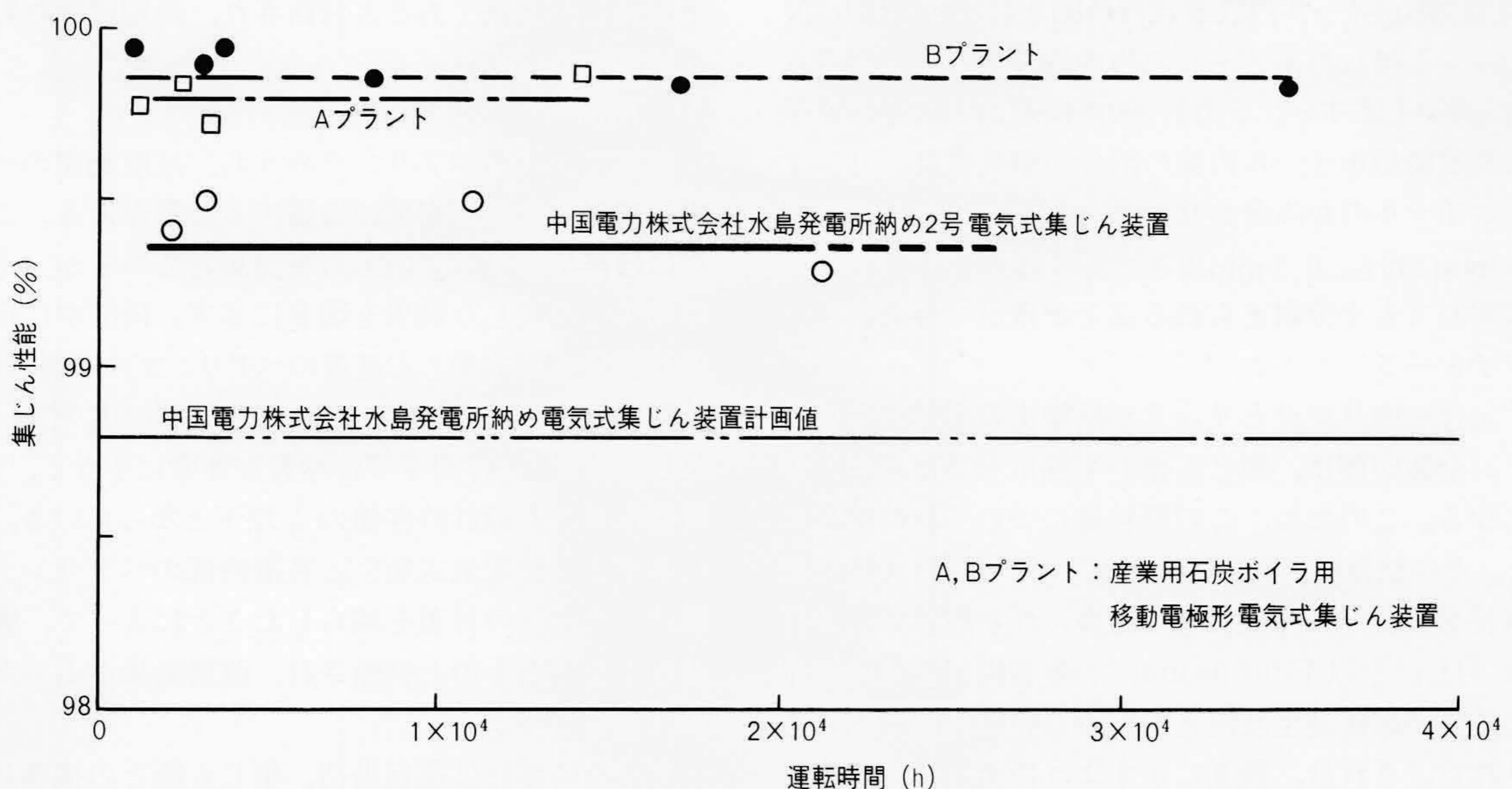


図4 2号電気式集じん装置集じん性能の経時変化 経時劣化による性能低下がなく、安定運転が確保されている。



図5 ブラッシング後の集じん極板表面 回転ブラシによりブラッシングされた集じん極板表面の捕集ダストは、完全にはく離されている(移動時間約2万1,000時間経過)。

3.2 内部機器の運転状況

移動電極形電気式集じん装置が安定運転を維持するためには、摩耗性の高い石炭ダストにより、電気式集じん装置内部に設置された稼動部分が摩耗するのを極力少なくすることが重要な設計ポイントである。

集じん極の移動速度は1～2 m/minと極めて低速であり、摩耗に対する対応は困難ではないが、その信頼性を確保し技術確立する必要がある。このため、移動電極形電気式集じん装置で摩耗しやすい主要部分である電気式集じん装置内部に設置された駆動用ホイール、リンクチェーン、ベアリング、ブラシについて2号電気式集じん装置内部点検時を利用して追跡調査を行った。以下、その結果について報告する。

集じん極駆動用ホイールの設置状況は図6に示すとおりで、リンクチェーンと接したホイールの歯の部分にダスト混入などにより摩耗が生じやすい。2万1,000時間運転後の定期点検時に測定した駆動用ホイールの歯の部分の摩耗量は、リンクチェーンとホイールのかみ合わせの点から決められた設計摩耗許容値3 mmに対し、0.3 mm以下であった。このことから、長期運転に対しても十分耐えられることが確認できた。

(1) リンクチェーン

リンクチェーンのリンクとリンクが接触する部分が摩耗するとチェーン全体が伸び、集じん極が下部ホッパに接触し駆動が困難になる。このため、この摩耗量について経時的に測定を行った。その結果は図7に示すとおりで、2万1,000時間運転後で摩耗量は装置の構造面から決められる設計摩耗許容値0.5 mmに対し、 $\frac{1}{6}$ 以下の0.08 mmで、産業用移動電極形電気式集じん装置の摩耗発生状況と比べ少ない摩耗量であることが確認された。これは、表3に示すようにチェーンの直径を従来の8 mmから10 mmに改善したことによって、接触面圧



図6 駆動用ホイールの設置状況 電気式集じん装置上部に設置された駆動用ホイールを介し、リンクチェーンで接続された集じん極板が移動する。チェーンと接するホイールの歯の部分の部分が摩耗する。

を低減した効果であると判断され、長期運転に対する信頼性を確認した(図8)。

(2) 内部ベアリング

回転ブラシのベアリングのうち、反駆動側のベアリングは電気式集じん装置内部に設置する必要がある。このベアリングには無給油タイプのものを採用しているが、その摩耗量を経時的に測定した結果を図9に示す。同図中に示す産業用移動電極形電気式集じん装置のベアリングの摩耗量が3万5,000時間で設計許容値の5 mmに達しているのに対し、2号電気式集じん装置のベアリングは摩耗が非常に少なく、2万1,000時間運転後でも設計許容値の $\frac{1}{5}$ 以下となっている。これは図10に示すように電気式集じん装置内部のベアリングにカバーを設け、ダストの付着を減らしたことによって、摩耗が非常に少なくなったものと判断され、改善効果があったと考える。

(3) 回転ブラシ

ブラシの摩耗は運転当初、集じん極との接触がなじむまでは進行するが、以後は徐々に少なくなっていく傾向にあり、

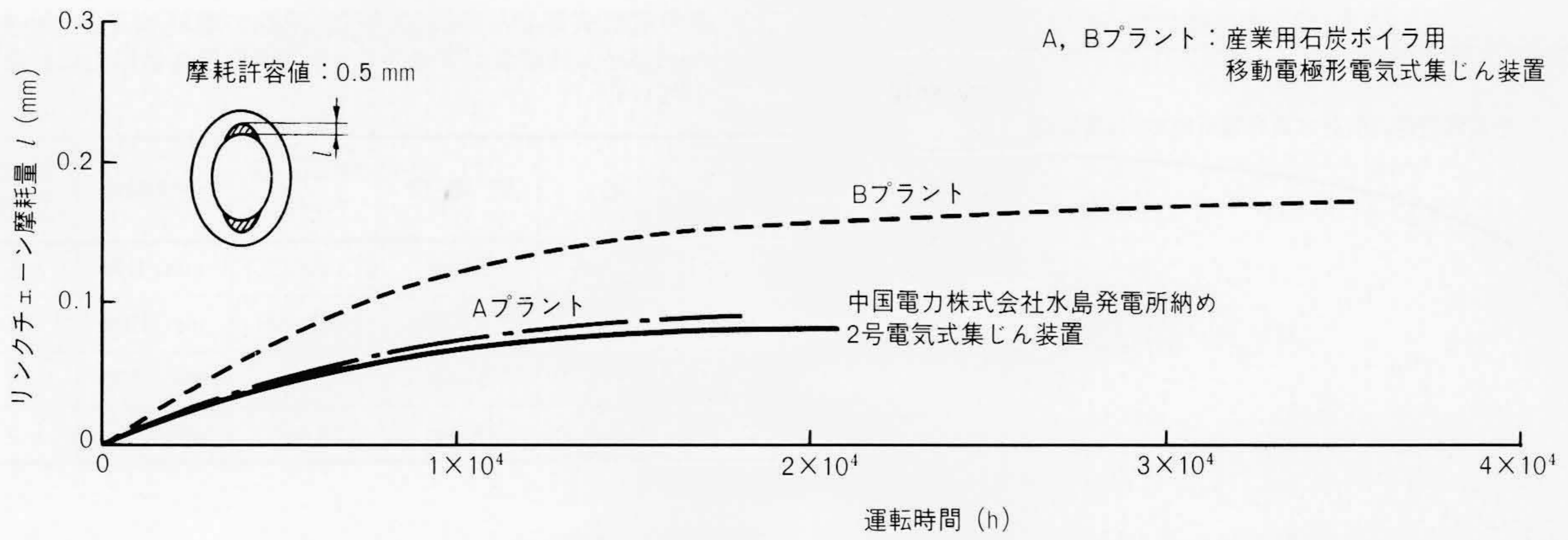


図7 リンクチェーンの摩耗量の経時変化 チェーンの太さをφ10としたことによって、大形化しても摩耗量は増加していなかった。



図8 リンクチェーンの設置状況 石炭ダストの中で移動するため、リンクとリンクの接点部が摩耗する。

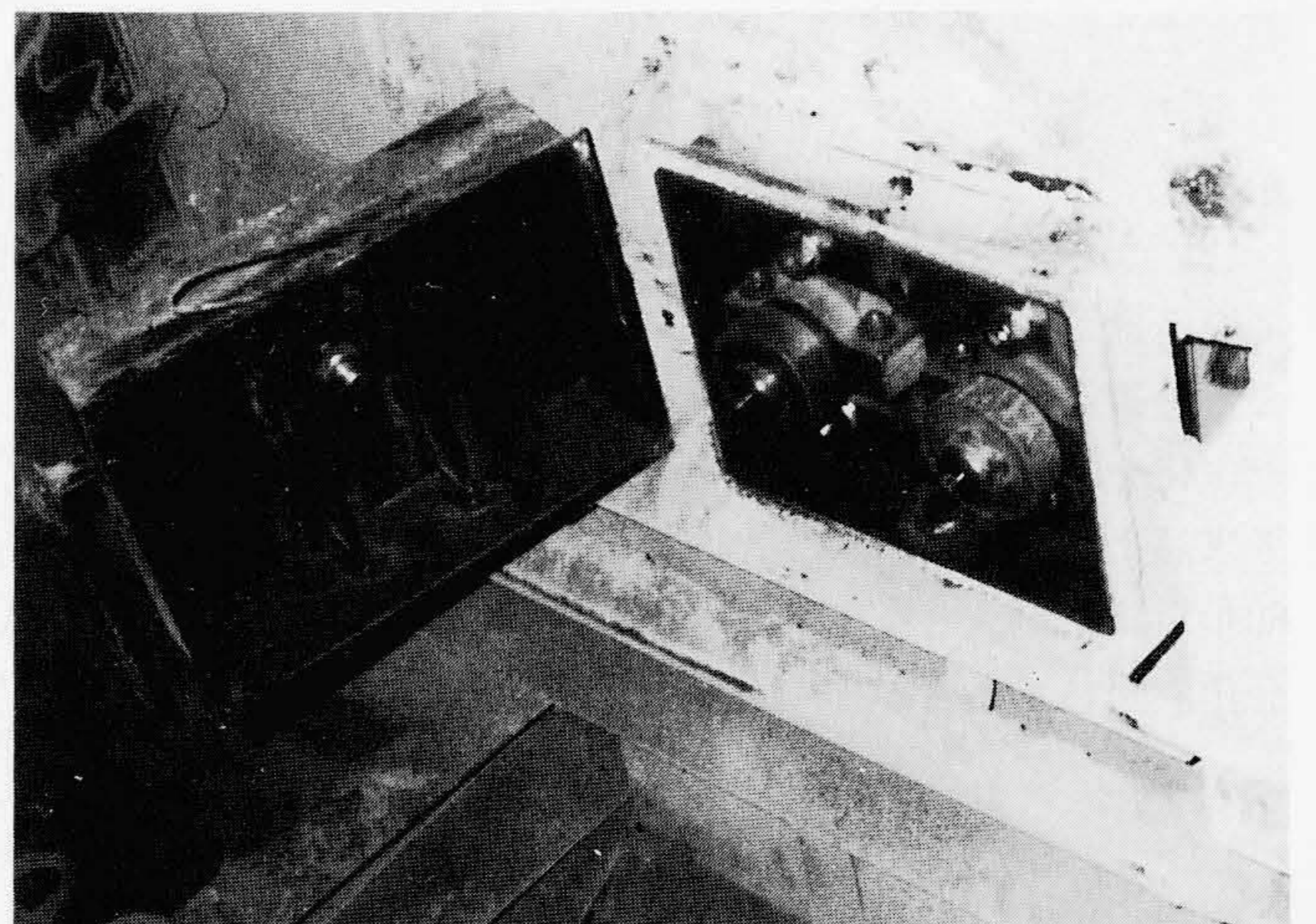


図10 ベアリングの設置状況 石炭ダストの摩耗を防ぐため、カバーを設けたことによってダスト摩耗防止を図った。

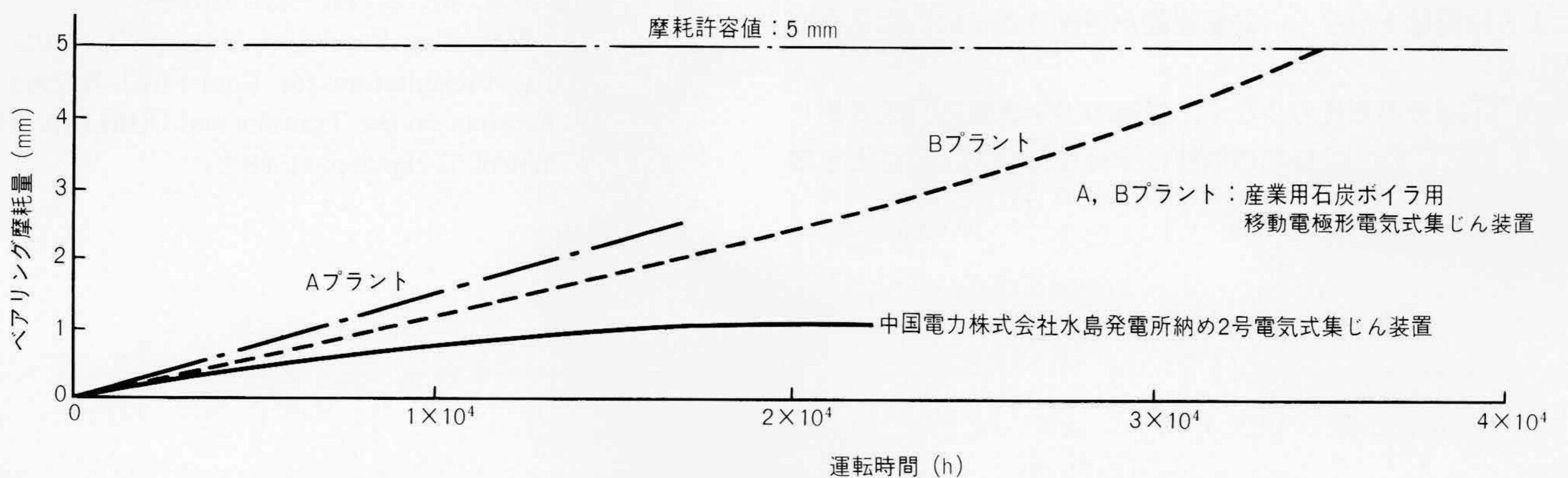


図9 ベアリングの摩耗経時変化 ダスト侵入防止用のカバーを取り付けたことによって、大幅に摩耗量を低減することができた。

今後引き続き調査を継続して耐用年数の確認を行う考えである(図11)。

4 石炭火力への適用効果

以上述べたとおり、性能に関しては大形移動電極形電気式

集じん装置でも経時劣化による性能低下は認められず、移動電極形電気式集じん装置の大きな特長である安定性能の確保が可能であることを確認した。また、各部品の摩耗状況を表4に示すが、いずれも許容値以下であり、当初設定した耐用年数以上に運転が可能であると判断され、安定運転を確保する

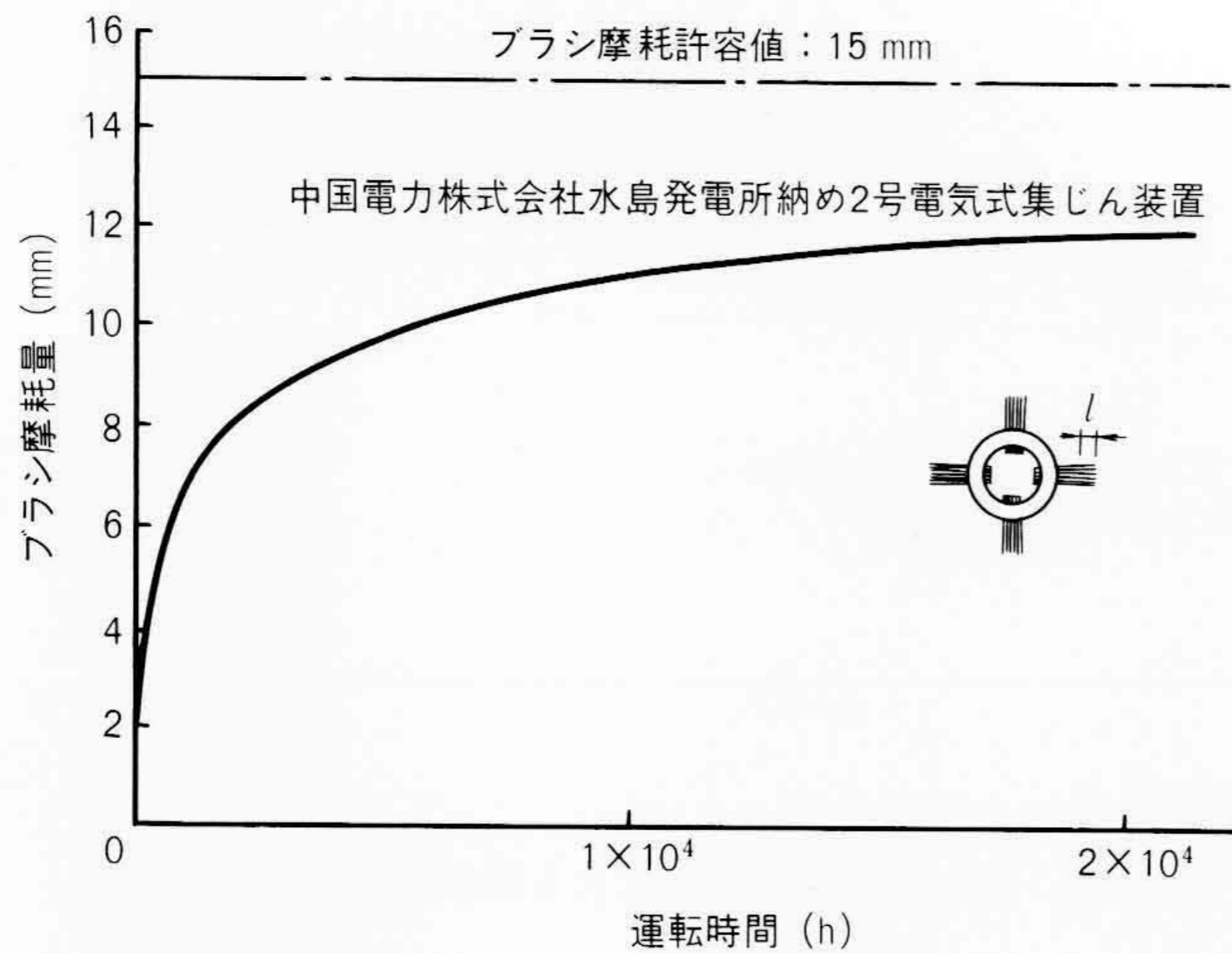


図11 ブラシの摩耗経時変化 当初、耐用年数を2年としていたが、3年の稼働年数でも使用可能な摩耗状況であった。

ために重要な機器の信頼性においても支障のない装置であることを確認した。なお、ブラシについては材質変更による長寿命化を図るため、特殊材の適用について研究を進めた結果、従来品より2倍以上の長寿命化が図れることが判明し、昭和60年以降に納入した製品から材質を変更し、いっそうの長寿命化を図っている。

5 結 言

機器の信頼性が最も重要なポイントである火力発電用設備に適用した石炭火力発電ボイラ用移動電極形電気式集じん装置の3年にわたる運転実績の結果、下記の成果を得ることができた。

- (1) 大形となった移動電極形電気式集じん装置でも経時劣化による性能低下がなく、安定性能が確保できていることを確認した。
- (2) 稼働部分の摩耗も少なく、従来の固定電極形電気式集じん装置と同様に、機器の信頼性は十分なものであることを確

表4 2号電気式集じん装置移動電極部品の摩耗状況まとめ表
いずれの部品も許容値以下であり、当初の耐用年数以上に運用可能と判断できる。

部 品 名	許 容 値	測 定 値 (平均)	予 想 寿 命	当 初 の 耐 用 年 数
駆動用ホイール	3 mm	0.3 mm以下	min. 8年	5年
リンクチェーン	0.5 mm	0.08 mm	min. 10年	5年
ベアリング	5 mm	1 mm	min. 7年	5年
ブ ラ シ	15 mm	12 mm	min. 4年	2年

認した。

- (3) 今後、更に大形の石炭火力発電ボイラ適用への見通しを得ることができた。

最後に、本調査の実施に際して、中国電力株式会社の関係各位から絶大な協力と適切な御指導をいただいた。ここに厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 1) 馬場：水島発電所石炭焚ボイラ用移動電極式電気集塵器の運転実績，火力原子力発電，37，5，509～513(1986-5)
- 2) 土屋：水島発電所石炭転換工事の概要，火力原子力発電，36，7，667～676(1985-2)
- 3) 藪田：移動電極形電気集塵装置，日立評論，64，2，105～110(昭57-2)
- 4) 中山：石炭火力発電ボイラへの移動電極形電気式集塵装置の適用，日立評論，67，2，131～134(昭60-2)
- 5) H. Asano：Operating Results of Moving Electrode Type Electrostatic Precipitators for Coal-Fired Boilers, The Sixth Symposium on the Transfer and Utilization of Particulate Control Technology(1986-2)