

■ 技術報告 ■

中部電力(株)

川越火力発電所第1・2号機の運転実績

Operation Characteristics of Chubu Kawagoe Thermal Power Station Unit No. 1 & 2

岩永 清*・石垣 隆由**

Kiyoshi Iwanaga Takayoshi Ishigaki

1. まえがき

当社の全発電設備に占める汽力発電設備の割合は7割強であり、また石油依存度の高い当社は長期的に発電コストの安定化を図るため原子力、LNG火力及び石炭火力などを開発し電源構成のベストミックスを進めている。

また、限られた化石燃料を消費する火力発電においては熱効率向上に対する努力が一層必要である。

その一環として、川越火力発電所1・2号機の建設にあたっては従来の超臨界圧プラントと同等以上の信頼性を有し、かつ熱効率に加え運用性能にも優れたプラントとして、蒸気条件を従来より一段と向上させた316kg/cm²、566℃/566℃/566℃の超々臨界圧2段再熱のLNG焚き発電プラントを開発することとした。その実現のため、ボイラー及びタービン等の新設

計と並行して、各種部位の試作、実証テストを実施し、プラントの開発に入った。

1号機(出力700MW)は平成元年6月、2号機(出力700MW)は平成2年6月に営業運転を開始し、それぞれ初回定期点検を終了した。

以下に、川越火力発電所1・2号機の営業運転開始から平成3年12月末までの運転実績および保守実績について述べる。

2. 発電所概要

2.1 構内配置

タービン・発電機の建屋は東西方向に配置し、ボイラーおよび煙突は海側に納めた。温排水の放流には水中放流方式を採用し、沖合200mに放水口を設置した。燃料は当所から約4km南にある当社四日市LNGセンターから海底トンネルで受け入れている。(図-1)

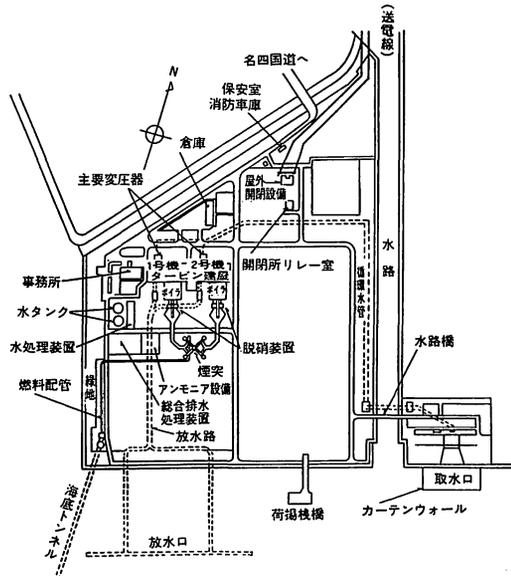


図-1 構内配置

* 中部電力(株)川越火力発電所 所長
 ** " " 副所長

〒512 三重県三重郡川越町大字亀崎新田字朝明87-1

2.2 主要機器の概要

ボイラー蒸発量は超々臨界圧2段再熱方式によりタービン効率が向上したため、従来の700MW級ユニットの蒸発量2,300t/hより約6.5%少ない2,150t/hである。

タービン本体への新技術は超高压部・高压部に集中し、中圧部・低圧部は従来の蒸気条件の経験を活用し信頼性を確保した。

発電機は従来の700MW機を基本とし、新たに改良形ファン等を採用し高効率化を図った。

主要変圧器の送油ポンプ及び冷却ファンは回転数制御方式を採用し、省エネルギーと低騒音化を図った。

排煙脱硝装置は1・2号機合計で窒素酸化物の排出量を38m³N/h以下としている。(表1)

表1 川越火力1・2号機主要設備概要

| | |
|--------|--|
| ボイラー | 型式 屋外式放射2段再熱貫流型 蒸発量 2,150t/h 主蒸気圧力 325kg/cm ² g 蒸気温度 過熱器出口 571℃ 第1段再熱器出口 569℃ 第2段再熱器出口 569℃ |
| タービン | 型式 串形4流排気2段再熱復水型 出力 700,000kW 主蒸気圧力 316 kg/cm ² g 蒸気温度 主蒸気 566℃ 第1段再熱蒸気 566℃ 第2段再熱蒸気 566℃ 回転数 3,600 rpm |
| 発電機 | 型式 3相横軸回転界磁型 出力 800,000kVA 電圧 25,000V 効率 90% 周波数 60Hz 回転数 3,600 rpm |
| 主要変圧器 | 型式 屋外用送油風冷式 容量 780,000kVA 1次電圧 24,500V 2次電圧 275,000/287,500V 周波数 60Hz |
| 排煙脱硝装置 | 種類 乾式アンモニア接触還元法 処理ガス量 排ガス全量 排出濃度 10ppm以下 |

3. 運転実績

3.1 累積発電実績

1・2号機の営業運転開始以来の発電電力量の合計は平成3年12月末現在で約182億kWhである。

また、暦日時間利用率は73.5%である。(表2)

表2 累積発電実績(営業運転開始以来)

| | 1号機 | 2号機 |
|------------|------------|-----------|
| 発電日数(日) | 828 | 472 |
| 発電時間(h) | 19,725 | 11,193 |
| 発電電力量(MWh) | 11,516,139 | 6,673,254 |
| 暦日時間利用率(%) | 74.9 | 71.2 |

3.2 運用性能

(1) 熱効率

平成2年度の発電端熱効率は1号機が41.05%、2号機が40.95%(試運転含む)であり、全国第1・2位を占めた(コンバインドを除く)。また、平成3年度上期は1号機41.06%、2号機41.04%と高効率で運転を継続している。なお、1号機定格運転時の発電端熱効率は初回定期点検着手前、41.29%であり定期点検終了時点では41.31%に回復した。また、2号機は初回定期点検着手前、41.40%であり定期点検終了時点では41.43%に回復した。これらの傾向は従来の700MW機と同様である。(表3)

表3 定格熱効率(発電端)(%)

| | 1号機 | 2号機 |
|-------|-------|-------|
| 初回定検前 | 41.29 | 41.40 |
| “ 後 | 41.31 | 41.43 |

(2) ユニット起動特性

表4に営業運転開始から平成3年12月末までの各モード別の起動実績を示す。いずれも全自動で起動停止がスムーズに実施でき高信頼度の運転を続けている。

図-2には8時間停止後の起動(ホット1起動)実績の一例を示す。ボイラ点火から定格出力到達に要する時間は137分と従来機より短く、高い運転性を得ている。

表4 1・2号機起動回数

| 起 動 モ ー ド | 第 1 段 蒸 気 室 内面メタル温度 (°C) | 起 動 回 数 (回) | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------|
| | | 1 号 機 | 2 号 機 |
| コ ー ル ド 起 動 | $T \leq 180$ | 0 | 0 |
| ウ ォ ー ム 起 動 | $180 < T \leq 350$ | 4 | 5 |
| ホ ッ ト 2 起 動 | $350 < T \leq 400$ | 3 | 3 |
| ホ ッ ト 1 起 動 | $400 < T \leq 450$ | 10 | 7 |
| ベ リ ー ホ ッ ト 起 動 | $450 < T$ | 1 | 1 |
| FCB 後 起 動 | ————— | 1 | 1 |
| 計 | | 19 | 16 |

注) FCB後起動は、いずれも定期点検総合試運転内でのテスト実績である。

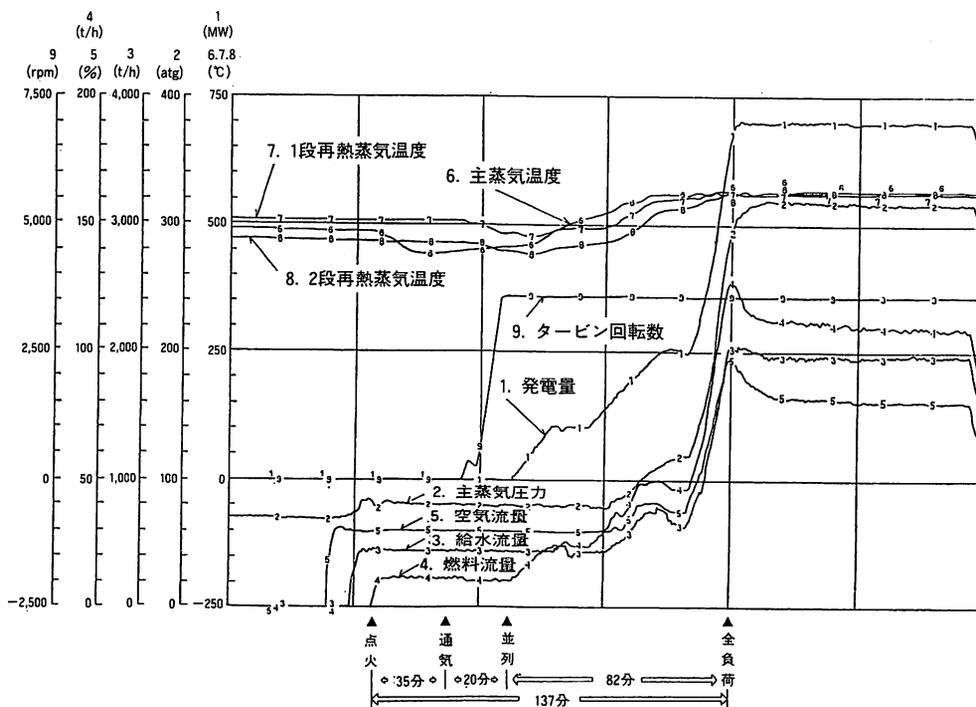


図-2 起動特性 8時間停止後ホット1起動

(3) 出力変化特性

出力変化率は35%~50%出力で3%/分, 50%出力以上で5%/分, 緊急レートとして7%/分と従来機より速い。

出力変化に対しては、過熱器・再熱器出口蒸気温度の変動を抑えることはもちろんのこと、火炉壁等の出口流体温度分布をなるべく均一なものとする必要があり、本ボイラでは過熱器出口蒸気温度を水燃比及び過

熱器スプレイにより、また1段及び2段再熱器出口蒸気温度をスプリットパス・ガス分配及び再熱器スプレイにより制御し、さらに火炉壁出口流体温度をガス再循環により制御する方式を採用した。

その結果、図-3に示すように、主蒸気圧力、主蒸気温度、第1段・第2段再熱蒸気温度ともすべて良好な制御性を得ている。

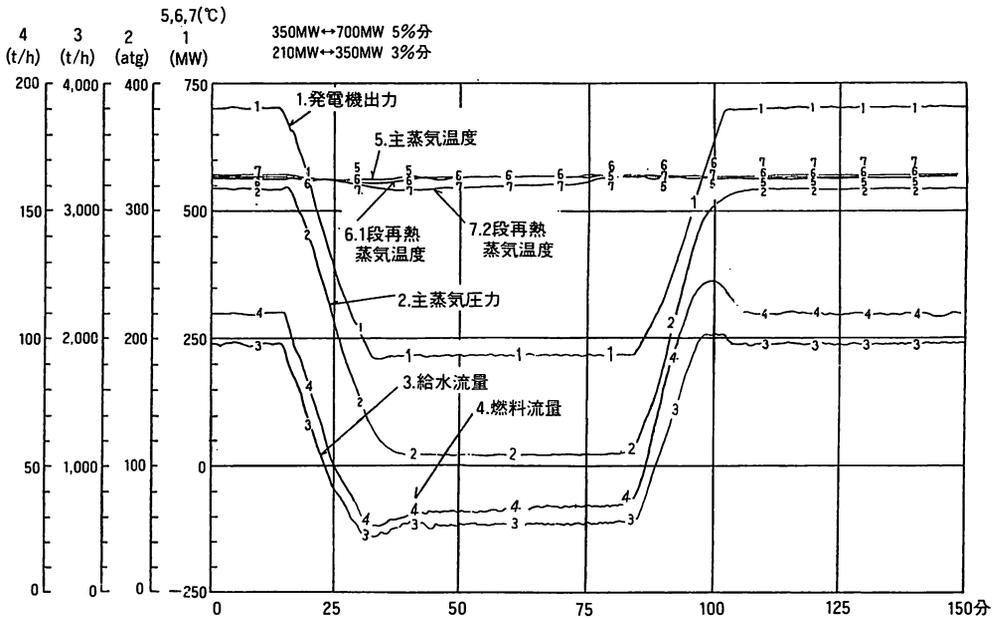


図-3 川越火力発電所出力変化特性

3.3 環境特性

(1) 窒素酸化物

NOx対策として低NOxバーナを採用しボイラ出口を50ppm以下とした。さらに、節炭器下流にドラフトロスの低いコンパクトな格子状触媒を用いた脱硝装置を設置して、煙突出口NOxは10ppm以下、排出量は38m³N/h以下の良好な値で運転している。

(2) 温排水

噴流効果による温排水の混合希釈を促進させるため水中放流方式を当社では初めて採用した。

現在、運転開始後の1年日海域モニタリング調査を完了し、データについて解析中であるが、予測どおりの拡散効果が得られており問題はない。

(3) 騒音及び振動

発電所の操業に伴う騒音及び振動については定期的に測定を行っており、騒音レベルは住家側敷地境界線において60dB以下であり、また、振動レベルも住家側敷地境界線において60dB以下となっている。

(4) 排水

発電所からの排水は補給水脱塩装置及び復水脱塩装置の再生排水が主で、これらの排水は中和・凝集沈殿処理を行い、また沈殿物については脱水処理を行っている。

さらに、構内ピット等の含油排水については油水分

離した後、凝集沈殿処理を行っている。

処理水の管理については自動連続測定装置により常時監視しており、PH5.8~8.6, COD10mg/l以下, SS(濁度) 10mg/l以下, 油分 1mg/l以下と良好な値で処理し放流している。

4. 保守計画と実績

4.1 保守計画

設備の機能と性能を維持していくため、日常的には各種運転データの把握・管理及び現場の巡視点検を行い、また恒常的小修理を実施している。

さらに、ボイラー・タービンについては電気事業法により計画的に定期点検を実施している。

4.2 定期点検実績

1号機及び2号機の初回定期点検をそれぞれ営業運転開始後1年目に実施した。(表5)

表5 1・2号機初回定期点検工期

| ユニット | 初回定期点検工期 | 延日数 |
|------|----------------|------|
| 1号機 | 1990.4.4~6.19 | 77日間 |
| 2号機 | 1991.3.31~6.17 | 79日間 |

この初回定期点検では従来機の点検内容に加えて、超々臨界圧化に伴って新技術を導入した機器のレビュ

表 6 新技術の検証結果

(1) ボイラ関係

| 機器名 | 新技術内容 | 点検項目 | 点検結果 | |
|-----------------------|---|---------------------------------------|--|--|
| | | | 1号機 | 2号機 |
| ボイラー 給水ポンプ | 給水の高圧化に伴い、従来設計をベースに高回転化、厚肉化等により強度および性能を確保した。 | (1)各種欠陥の有無 (2)性能低下の有無 | 欠陥など異常なし。 またインペラの鉄スケール付着による若干の性能低下が認められたため、スケールを除去した。 | 欠陥など異常なし。 インペラの鉄スケール付着は1号機より少なく性能低下も微小。 |
| 主蒸気管 吊り下げ 2次過熱機 | 蒸気条件の高温高圧化に伴い、9Cr-1Mo鋼にNb、Vを添付して高温強度を改善した新素材を採用し、薄肉化をはかった | (1)各種欠陥の有無 (管台溶接部等の健全性) | 欠陥など異常なし | 同左 |
| ウォータ セパレータ | 蒸気条件の高温高圧化に伴い、厚肉になるため2系列化した。 | (1)各種欠陥の有無 (溶接部等の健全性) | 欠陥など異常なし | 同左 |
| 火炉壁管 | 蒸気条件の高温高圧化に伴い管内負荷増大等に対応しライフル管を使用した。 | (1)各種欠陥の有無 (肉厚測定 スケール付 着量調査) | 欠陥など異常なし | 同左 |
| 煙道蒸発器 | 火炉水冷壁の温度低減および低負荷時の節炭器のスキミング防止の為設置した。 | (1)外径・肉厚測定 | 欠陥など異常なし | 同左 |
| ガス分配 ダンパー | 2段再熱方式の採用による温度制御のため分配ダンパーを採用した。 | (1)各部点検 | 欠陥など異常なし | 同左 |

(2) タービン関係

| 機器名 | 新技術内容 | 点検項目 | 点検結果 | |
|---|--|---|--------------------|-----|
| | | | 1号機 | 2号機 |
| 超高压外部ケーシング 内部ケーシング 初段ノズルボックス 主蒸気止弁本体 蒸気加減弁本体 主蒸気入口フランジ | 蒸気条件の高温・高圧化に伴い高温強度の優れた12Cr鋼鋳鋼品を採用した。 | (1)各種欠陥の有無 (2)変形・歪発生の有無 | 欠陥・変形など異常なし | 同左 |
| 超高压・高压段落動翼 | 蒸気条件の高温高圧化の伴いNb入り12Cr鋼鋳鋼品を採用したほか、植込部形状を超高压初段については従来型(アウトサイドダブルテール型)の改良型、他段落についてはクリスマスツリー型を採用し強度を向上させた。 | (1)各種欠陥の有無 (2)侵食の有無 (3)植込部の浮き上がりの有無 | 欠陥・侵食・浮上りなど異常なし | 同左 |
| スラスト軸受 | 蒸気条件の高温高圧化に伴うスラスト荷重の増加に対応し、大口径パット形スラスト軸受を採用した。 | (1)パットの当たりの良否 (2)ホワイトメタルの各種欠陥の有無 | 当りは良好、欠陥など異常なし | 同左 |
| 超高压外部ケーシング 水平面締付ボルト | 蒸気条件の高温高圧に伴い、締力確保のため大口径8インチボルトを採用した。 | (1)各種欠陥の有無 (2)ネジ込カジリの有無 | 欠陥・かじりなど異常なし | 同左 |
| 高压給水加熱器 | 給水の高圧化に伴い、従来設計をベースに厚肉化により強度を確保した。 | (1)各種欠陥の有無 | 欠陥など異常なし | 同左 |
| 主蒸気リード管 | 蒸気条件の高温高圧化に伴い、高温強度の優れた9Cr1Mo鋼(火STPA27)を採用した。 | (1)溶接部の健全性 | 欠陥などなく組織も健全であり異常なし | 同左 |

一を実施し、新技術の実施検証を行った。(表6)

以上のとおり、超々臨界圧化に伴って導入した新技術はいずれも所期の機能を発揮しており、十分な信頼性を有していることが実証された。

4.3 日常保守状況

抽気逆止弁グランドリーク、高压給水加熱器水面計リーク、海水系機器への海生物付着などの日常小修理が発生しているが、いずれも従来からの火力プラント共通の一般的諸問題である。これに対し、信頼性を向上するため、各種リークに対してはシール部品のグレードアップと構造変更、海水系の問題についてはフィ

ルター類の増設や最適運用の確立などの対策を推進中である。

5. まとめ

以上のとおり川越火力発電所1・2号機の運転実績から見ると、一部、火力プラント共通の課題ともいえる諸問題はあるが、全般に関して川越火力発電所1・2号機は従来プラントに比べて同等以上の信頼性を有しているといえる。とくに超々臨界圧化に伴う新技術の導入結果がいずれも良好であったことが実証できたことは大きな収穫であった。