

超高温高压火力発電プラント (USC) の 開発

解説

鴻上 享一*・伊坂 弘*2

The Development of Ultra-Super-Critical Thermal Power Plant

Kyouichi KOGAMI and Hiroshi ISAKA

1. はじめに

エネルギーの多消費国である我が国においては、強力な省エネルギー化の推進が必要であり、電力においても超高性能火力発電方式の開発が望まれ、石炭ガス化/コンバインド発電方式が将来有効なシステムであるとして、現在各方面で技術開発が進められている。これに対し、従来型の石炭火力発電方式においても、蒸気条件の向上、すなわち超高温高压化 (Ultra Super Critical Steam Condition: USC) は、石炭ガス化/コンバインド発電方式と同等の効率改善が期待でき、また至近年度での実用化の確実性が高い。

電源開発(株)は、USC 技術開発に関して 1979 年に FS (フィジビリティスタディー) を開始し、1981 年よりボイラ・タービン製作メーカーの協力を得て各種実証試験を開始した。(なお、1982 年より通産省資源エネルギー庁からの補助金を得て研究開発を進めている。)

本技術は、従来型火力の超臨界圧蒸気条件 (246 kg/cm²g, 538~566°C) を更に 320~350 kg/cm²g, 595~650°C まで上げて発電効率の向上を目指すものである。

電源開発(株)は、開発目標として、段階的に Step-I, Step-II を設定し、本技術開発を進めている。

表 1 USC の開発目標と効率向上

		現 状	開 発 目 標	
			Step-I	Step-II
蒸気条件	圧力 (kg/cm ² g) 温度 (°C)	246 538/538*	320 595/595/595*	350 650/595/595*
設計発電端効率 (%)		41.5	44.0	44.8
年平均発電端効率 (%)		39.8	42.2	43.0
効率向上 (相対値 %)	Base		6.0	8.0
年間石炭節約量 (t)	Base		約 130 000	約 170 000

1 000MW×1U ベース

* 538/538 : 主蒸気温度/再熱蒸気温度
595/595/595 : 主蒸気温度/再熱蒸気温度/再熱蒸気温度
650/595/595 : 主蒸気温度/再熱蒸気温度/再熱蒸気温度

表 1 に USC 開発目標と効率向上を示す。

Step-I は現在技術の延長線上で可能なものであり、Step-II は新しい耐高温高压材料の採用及び、加工などの生産技術の確立を要するものである。

表 2 は、蒸気の高温度高压化とプラント主要部材の使用材料の適応表である。現状では、過熱器管材として、2¼Cr-1Mo 鋼の他、高温部には 18Cr-8Ni 系オーステナイトステンレス鋼が使用されているが、超高温高压の蒸気条件に対しては、18Cr-8Ni 系鋼の中でもより高温強度の高い鋼種及び耐熱鋼として開発された新高強度オーステナイト系鋼が使用されるようになることと推定される。また、高温用ロータに関しても現状の CrMoV 鋼に対して、より高温強度の高い 9~12Cr 鋼の採用が必要であり、最終目標である 650°C の温度ではスーパーアロイと称される超合金の採用が必要である。

電源開発(株)は、超高温高压火力プラントの研究開発を表 3 に示す 5 項目の試験に分け、それぞれの開発内容に則した実機での実証試験を行っている。

材料選定及び材料開発を目的として実施された「高温材料実証要素試験」「高温タービン回転体試験」については昭和 63 年度をもって試験は完了し、現在は、電源開発(株)若松石炭利用技術試験所(福岡県北九州市)の実機発電設備 (50 MWe) を用いて、「超高温タービン実証試験」を実施中である。

以下に本技術開発における各試験の経緯と現状について取り纏めることとする。

2. 高温材料実証要素試験

(電源開発(株), 三菱重工(株)共同研究)

2.1 試験概要

USC の技術開発上最も重要なことは高温高压に耐える弁、配管、ボイラチューブ等の材料の開発である。

耐高温高压材料は現在でも数多くのものが開発されて

平成元年 11 月 29 日受付 (Received Nov. 29, 1989) (依頼解説)

* 電源開発(株)火力部火力技術室 (Engineering Development Office Thermal Power Department, Electric Power Development Co., Ltd., 6-15-1 Ginza Chuo-ku, Tokyo 104)

*2 電源開発(株)審議役 (Electric Power Development Co., Ltd.)

Key words : ultra super critical steam condition turbine ; efficiency improvement ; demonstration test plant.

表 2 USC 蒸気条件と材料適応表

U S C 蒸気条件	現 状	STEP-I			STEP-II	
	246Kg/cm ² g, 538/566°C or 538/552/566°C	(1) 320 Kg/cm ² g 566/566/566 °C	(2) 320 Kg/cm ² g 595/566/566 °C	(3) 320 Kg/cm ² g 595/595/595 °C	(1) 320 Kg/cm ² g 620/595/595 °C	(2) 350 Kg/cm ² g 650/595/595 °C
ボイラ主要部材	過 熱 器 管	CrMo, 9Cr系	オーステナイト系 (or mod 9Cr)			高強度オーステナイト系
	管寄せ・主蒸気管	2 1/4 CrMo	9Cr系			オーステナイト系
	高温高压パルプ	2 1/4 CrMo	9Cr系			オーステナイト系
タービン主要部材	高 温 ロ ー タ	CrMoV	12Cr系改良材			オーステナイト系
	内 車 室	CrMo	9~12Cr系			オーステナイト系
	蒸 気 弁	CrMo	9~12Cr系			オーステナイト系
	低 圧 ロ ー タ	NiCrMoV		焼戻し脆化のない材料		

表 3 USC 試験の概要

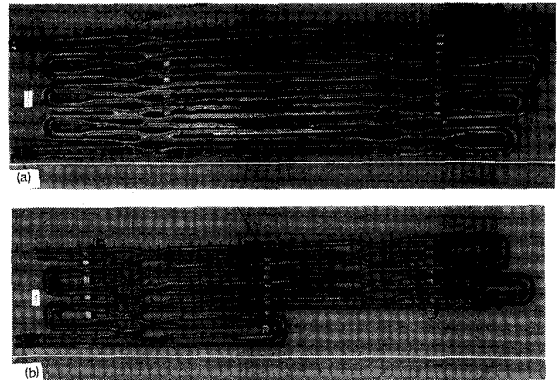
試験名称	試験場所	試験期間	開発内容	
高温材料実缶要素試験	(1)ボイラ要素試験	高砂火力2号機 石炭専焼250MW (兵庫県)	S.56.7~ S.64.3	耐高温ボイラチューブ材料の開発 耐高温厚肉部材(弁, 缶)の開発
	(2)タービン要素試験		S.57.10~ S.63.3	翼材, 車室材, 主要弁材の開発
	(3)海外炭による腐食試験	松島火力2号機 海外炭専焼500MW (長崎県)	S.57.10~ S.63.3	海外炭に対する, 耐高温ボイラチューブ材料の開発
(4)高温タービン回転体試験	高砂火力2号機 石炭専焼250MW	S.57.6~ S.64.3	試験タービンを試作し, 主に回転体の実証を行う	
(5)超高温タービン実証試験	若松石炭利用技術試験所 (福岡県)	S.57.6~ H.6.3	1000MW級の模擬タービンにて実発電プラント(50MW)としての実証を行う	

いるが、高温腐食や水蒸気酸化特性は実機環境により大きく変化するため、実機に適用する場合には実機の石炭燃焼雰囲気下での実証試験が必要である。

このため、電源開発(株)の高砂火力発電所2号機において各種高温材料で構成された試験用パネルを実ボイラ内に設置し、実際に高温蒸気を発生させ試験を実施した。

図1に高砂火力発電所2号機における試験設備の系統図を示す。5次過熱器は595°C(1100°F)、6次過熱器は650°C(1200°F)の蒸気を発生する。高砂火力発電所ボイラは国内炭を燃料とした石炭焚きボイラであり、825t/h(250MWe)の蒸気を発生している。試験設備は、この内の一部(15t/h)をテストパネルで最高650°C(1200°F)まで過熱し、要素試験に使用した後、降温して低温再熱器管に戻すループとなっている。

ボイラ要素試験に供した高温材料は多くの候補材の中から高温特性や経済性を考慮して選定された。



(a) 1100°F 5次過熱器パネル (b) 1200°F 6次過熱器パネル
写真1 過熱器パネル外観

また、曲げ加工や溶接性等についても確認された後、実証試験に供された。テストパネルは、既設発電所の定期検査時(年1回)に長さ約500mmの試験材を抜管し、高温腐食、水蒸気酸化、機械的性質及び高温強度の経年変化等について調査を実施した。

また、海外炭の石炭灰による影響を調べるために、電源開発(株)の松島火力発電所2号機ボイラにテストプローブ(写真2)を設置して試験を実施した。テストプローブはボイラのマンホールあるいは覗き窓から炉内(7箇所)に挿入している。テストプローブは、3本を1組として構成されており、空気冷却式テストプローブそれぞれには冷却空気が供給され、テストプローブの温度は、冷却空気によって調整される。

供試材としては、前述のボイラ要素試験とほぼ同じであり、両者を比較することにより国内炭と海外炭の腐食挙動の差異を知ることができる。

高温材料実缶要素試験での供試材一覧を表4に示す。

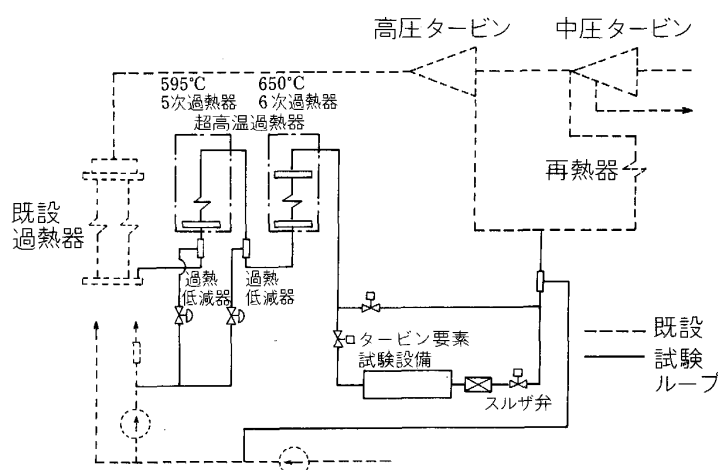
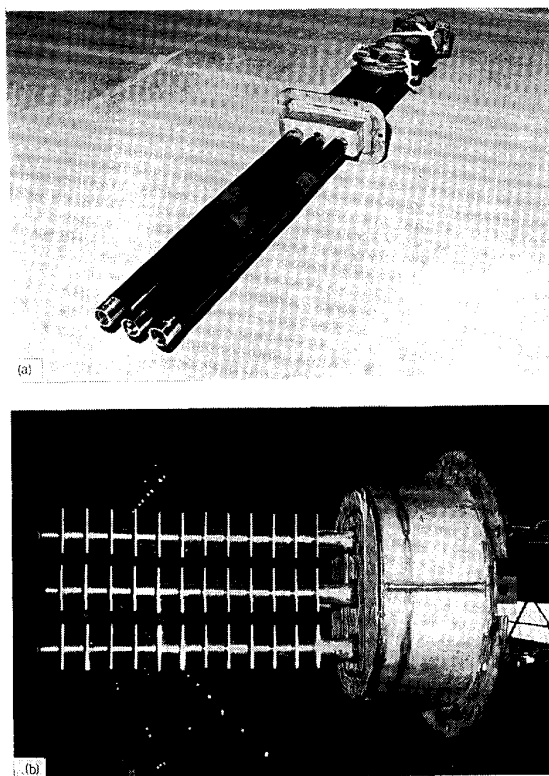


図 1 高砂火力発電所テストループ



(a) ボイラチューブテストプローブ (空冷)

(b) 付着金物テストプローブ (無冷却)

写真 2 海外炭高温腐食テストプローブ

2.2 試験結果

2.2.1 ボイラ要素試験

(1) 運転状況

本試験は、耐高温ボイラチューブ材料の安全性、信頼性及び経済性の確立を図るものであり、電源開発(株)高砂火力発電所 2号機において、1981年7月より開始し、1989年3月をもって材料試験、総合評価も含め全試験が完了した。この間5次過熱器が595°C (1100°F)で52832h、また6次過熱器が650°C (1200°F)で

42839h 運転され、過熱器チューブの石炭灰による高温腐食、水蒸気酸化、機械的性質の時効硬化および高温強度に関して調査を実施した。

(2) 高温腐食について

高砂火力発電所では硫黄分1.5%の国内炭を、また松島火力発電所では硫黄分1%未満の海外炭を使用している。いずれも硫黄分が比較的低いことから、当該ボイラにおける付着灰による腐食は顕著なものではなかった。しかし、供試管の高温腐食に対する詳しい調査からクロマイズ管、2重管及び高クロムステンレス鋼管が高温腐食に効果のあることが以下に示すように証明された。

写真3及び写真4は、それぞれ5次過熱器管及び6次過熱器管の長時間使用後の外面状況である。これから分かるように5次過熱器管ではSTBA24を除けばほとんど腐食がみられず、また、6次過熱器管でも17-14CuMo以外はほとんど腐食が生じなかった。

また、STBA24及び17CuMoの腐食状況も軽微であり、問題になるものではないと考えられる。

(3) 水蒸気酸化について

595°C (1100°F) 及び 621°C (1150°F) ~ 650°C (1200°F) の蒸気条件における水蒸気酸化スケールの厚さ変化を図2に示す。

水蒸気酸化スケールの成長は放物線則に従った挙動を示しており17-14CuMo及び粗粒TP347Hにおいては、約10000h経過した時点において剥離が生じている。その時のスケールの厚さは、17-14CuMoが200µm、TP347Hが100µmである。試験より明らかになったこととして、オーステナイトステンレス鋼のスケールが約200µmに達すると剥離が生ずるため、300シリーズのステンレス鋼と17-14CuMoには、酸化成長を減少させるための対応策をとる必要がある。一方、クロマイズ管、高クロム管及び細粒管は、水蒸気酸化に十分効果がある。

(4) 機械的性質について

表 4 実缶要素試験に供試する USC ボイラ用鋼管材

分 類	名 称	公 称 化 学 成 分
CrMo 鋼	STBA24	2.25Cr-1Mo
9~12Cr 鋼	STBA26 STBA27 Super9Cr(HCM9M) NSCR9 HCM12 X20CrMoV121	9Cr-1Mo 9Cr-2Mo 9Cr-1Mo-V-Nb-N 9Cr-2Mo-V-Nb 12Cr-1Mo-1W-V-Nb 12Cr-1Mo-V
18Cr-8Ni 鋼	MITI. SUS347HTB MITI. SUS347HTB chromized MITI. SUS321HTB MITI. SUS321HTB fine grained MITI. SUS321HTB chromized TP347H TP347H fine grained TP347H chromized Tempaloy A-1 Tempaloy A-1 chromized	18Cr-10Ni-Nb 18Cr-10Ni-Nb 18Cr-10Ni-Ti 18Cr-10Ni-Ti 18Cr-10Ni-Ti 18Cr-10Ni-Nb 18Cr-10Ni-Nb 18Cr-10Ni-Nb 18Cr-10Ni-Ti-Nb 18Cr-10Ni-Ti-Nb
15Cr-15Ni 鋼	17-14CuMo 17-14CuMo chromized 17-14CuMo NiCr sprayed Esshete 1250	17Cr-14Ni-Cu-Mo 17Cr-14Ni-Cu-Mo 17Cr-14Ni-Cu-Mo 15Cr-14Ni-6Mn-1Mo-V-Nb-B
高 Cr-高 Ni 鋼	NCF800HTB HK4M HR3C	21Cr-32Ni-Al-Ti 25Cr-25Ni 25Cr-20Ni-Nb-N
二重管	17-14CuMo/SUS310	17Cr-14Ni-Cu-Mo/25Cr-20Ni

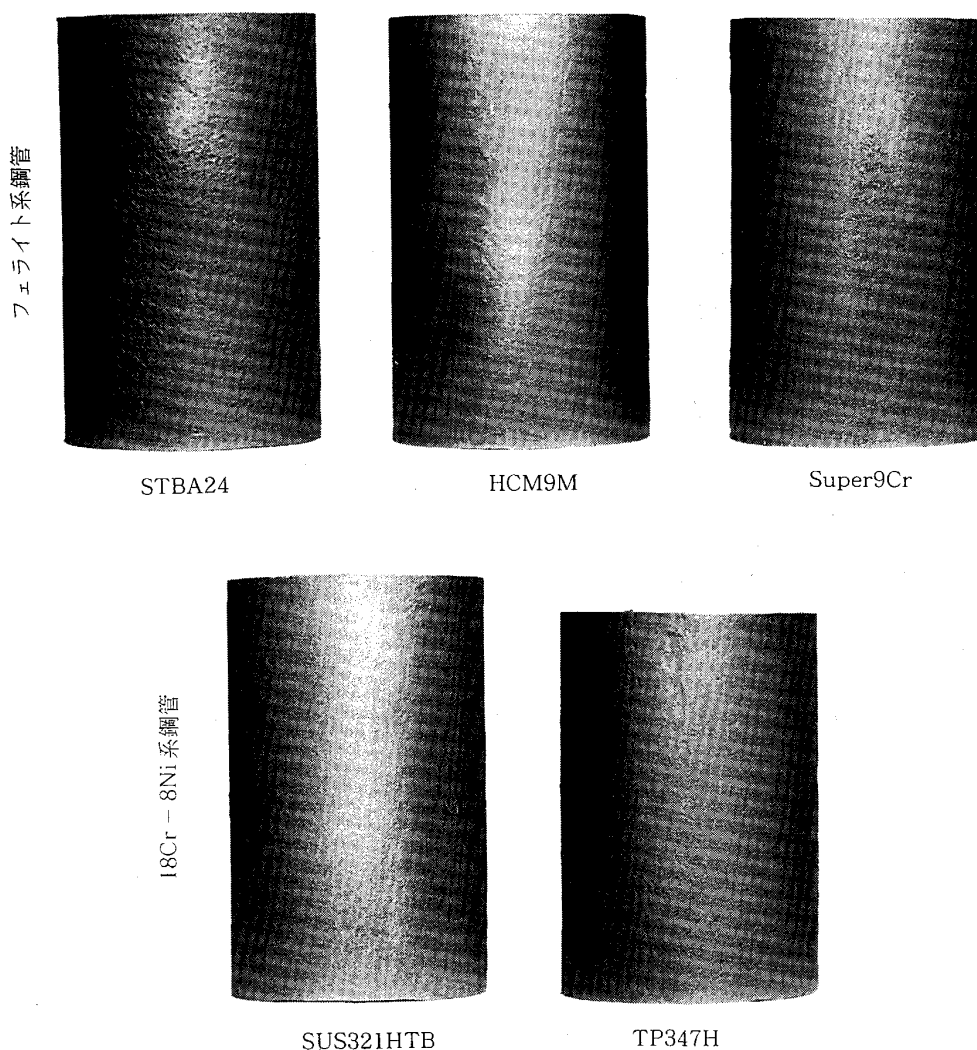


写真 3 5次過熱器管外観状況 (52 832 h 使用)

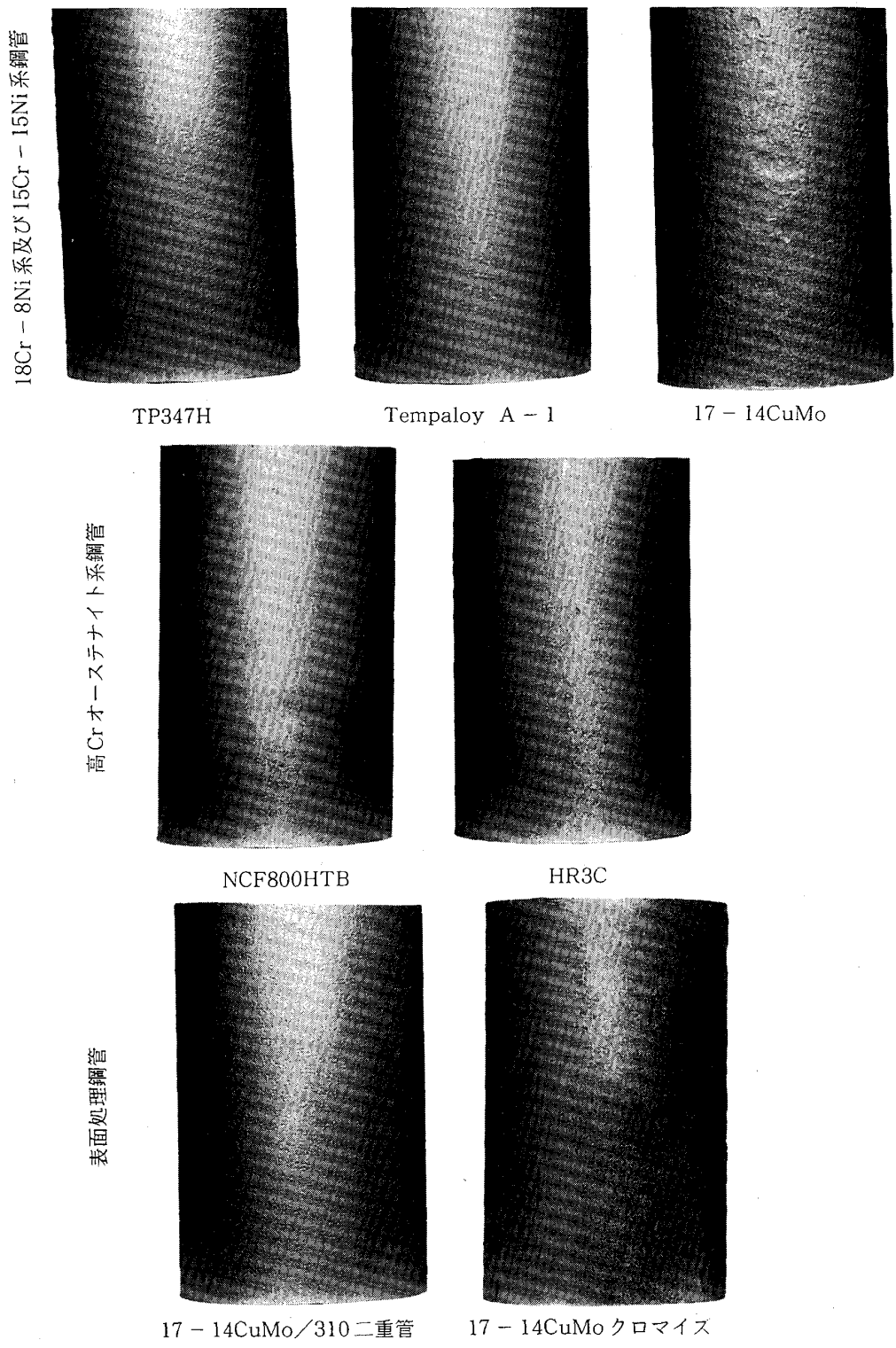
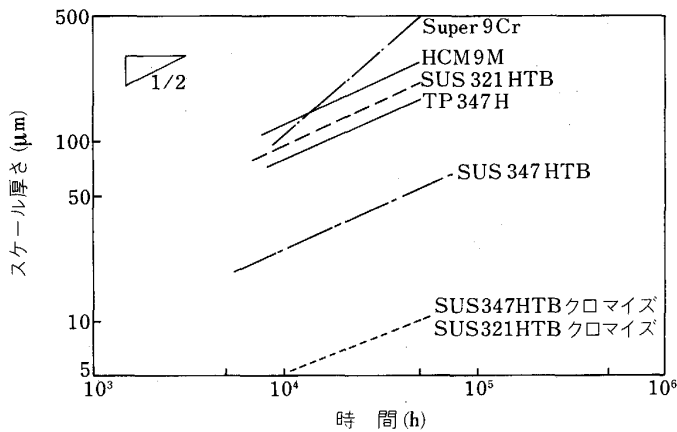


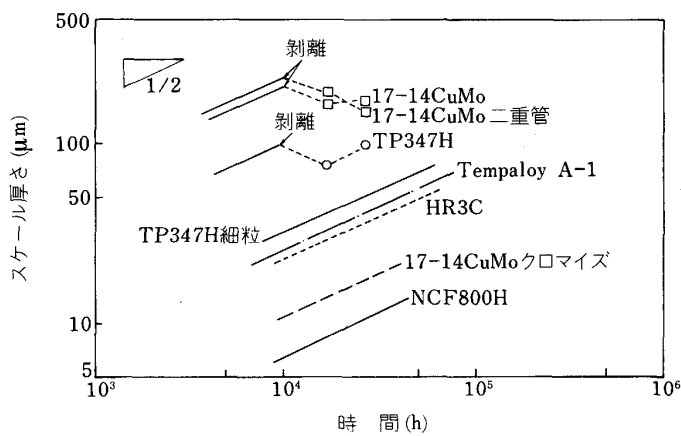
写真 4 6次過熱器管外観状況 (42 839 h 使用)

図 3 に蒸気温度 595°C (1100°F) 及び 621°C (1150°F) ~650°C (1200°F) における引張強さの変化をそれぞれ示す。5次過熱器で使用された 595°C (1100°F) 用チューブ材は 1年 (8760 h) 経過後、約 5 kgf/mm² 引張強さが増加し、その伸びがわずかに減少したが、特に大きな変化はみられない。また、6次過熱器で使用され

た 650°C (1200°F) 用チューブについては、NCF800H 鋼の場合 1年経過後に約 20 kgf/mm² 引張強さが増加し伸びは大きく減少した。しかし、このような変化は、析出硬化型合金では一般的なものであり、特に問題となる値ではない。TP347H や Tempaloy A-1 のような 300 シリーズステンレス鋼も同様に引張強さ、伸びにおいて良



(a) 5次過熱器管の水蒸気酸化スケール厚さの変化



(b) 6次過熱器管の水蒸気酸化スケール厚さの変化

図2 過熱器管水蒸気酸化スケール厚さ変化

い安定性を示した。

2.2.2 海外炭による腐食試験

(1) 運転状況

本試験は、耐高温ボイラチューブ材料の特に海外炭の石炭灰に対する耐高温腐食の安全性、信頼性及び経済性の確立を図るものであり、電源開発(株)松島火力発電所2号機において、1982年10月から試験が開始され、1988年3月をもって材料試験も含め全試験が完了した。この間最長のものでは、4.5か年に及び海外炭高温腐食による重量ロスや浸透調査を実施した。

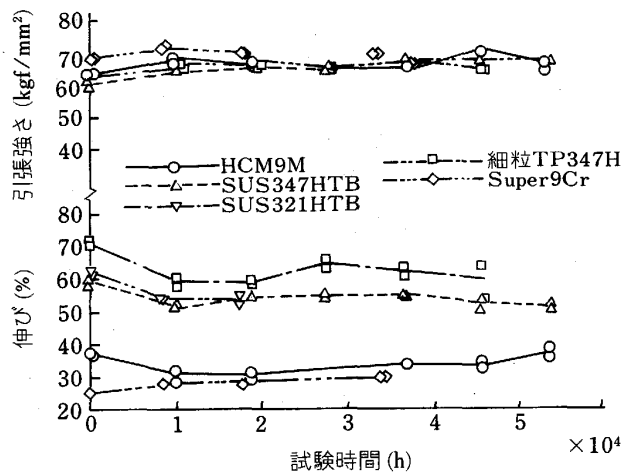
(2) 腐食速度結果

表5に冷却プローブ各種鋼管材料の平均高温腐食速度を示す。

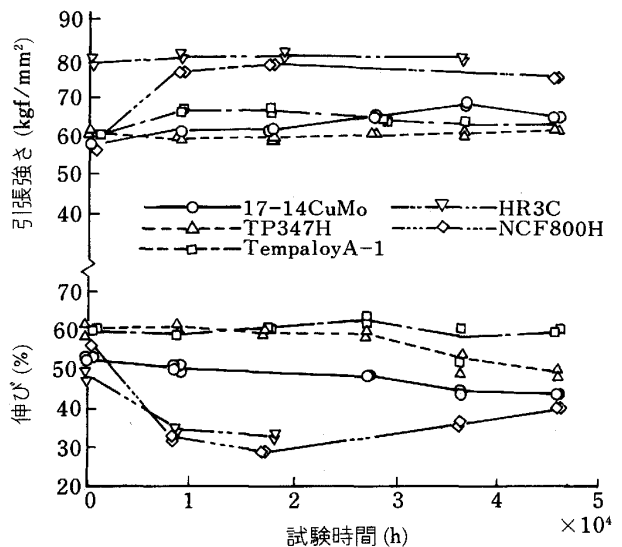
これらの結果から、松島火力発電所で使用している程度の硫黄分(0.41~1.10%)を含む石炭では温度がある程度上昇しても、フェライト系鋼(STBA24は除く)及びオーステナイト系鋼に問題になるような腐食は発生しないと推定される。

3. 高温タービン回転体試験

(電源開発(株), 日立(株), 東芝(株) 共同研究)



(a) 5次過熱器管材の常温引張性質の変化



(b) 6次過熱器管材の常温引張性質の変化

図3 過熱器管材の引張強さ、伸びの経年変化

3.1 試験概要

本研究では、実際に試験プラントを製作し、超高温蒸気によりタービンを駆動させ、ロータ材料をはじめとする各種高温材料の有用性の検証ならびに595°C(1100°F)~650°C(1200°F)級、1000MW級のUSCタービン設計技術の確立を目指すものである。試験タービンは電源開発(株)高砂火力発電所に設置され、同発電所で実施中の高温材料実用要素試験設備より発生する超高温蒸気15t/hの内の8~10t/hを利用し運転され、回転体としての実証試験が行われた。図4に試験プラント系統図を示す。回転体試験を終了した重要なタービン部材はその後さらに材料試験を行い、総合評価を実施し、1989年3月に全試験を完了した。

高温タービン回転体試験において、USCの実機タービン形式は、Step-I, Step-IIともCC4F-43", 3600/1800rpmとし、タービン構成としては図5のとおり

表 5 高温腐食速度 (平均)

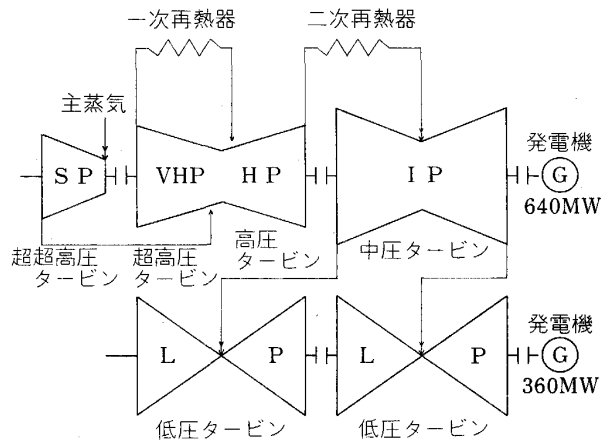
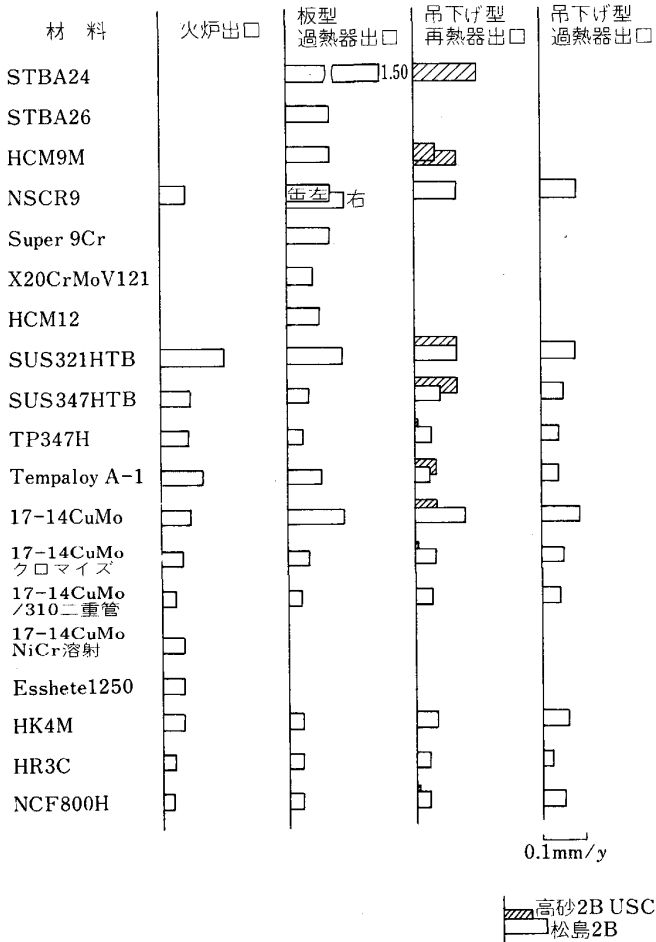


図 5 1000 MW 級 USC タービンシステム図

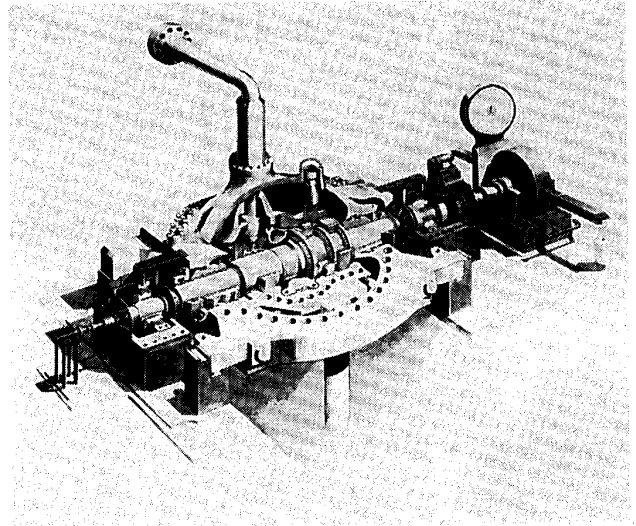


図 6 高砂 USC タービン組立図

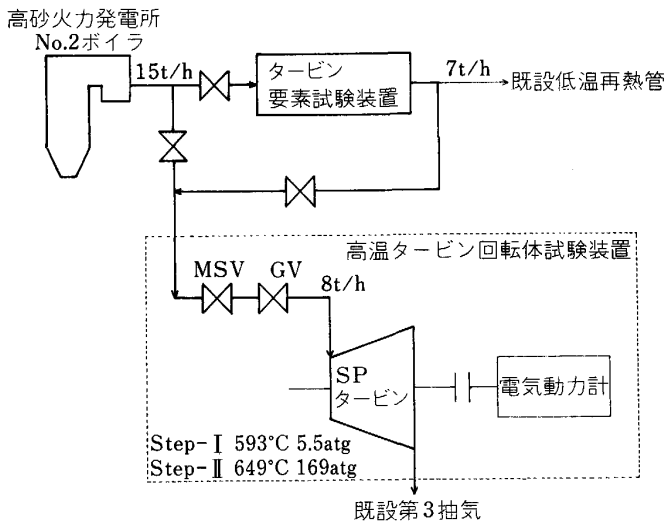


図 4 高温タービン回転体試験系統図

想定した。すなわち、超高压 (VHP) タービンの上流に、トップタービンとしてシングルフローの超超高压 (SP) タービンを設ける。更に超高压・高压 (VHP・HP) タービン、中压 (IP) タービン及び低压 (LP) タービンで構成される。

従って、1000 MW 級 USC タービンの回転体試験機としては、上記タービン構成から考えて、超高温高压で使用される新素材および構造設計の集約されている SP タービンについて評価することとした。

実機運転中に受ける局所的なクリープ、あるいは低サイクル疲労による寿命消費を把握するため試験タービンとしては、1000 MW 級 SP タービンと同一サイズ、同一構造、同一材料を基本とし、Step-I および Step-II の温度条件下でそれぞれ1年間の実証試験を行った。図6にその組立図を示す。

構造上の特徴としては実機 SP タービンと同一であり、3段落よりなる蒸気通路部を内部ケーシングおよび球形の外部ケーシングによりコンパクトに納めることにより過大な応力の発生を防いでいる。また、主蒸気入口部の2重管構造により、外部ケーシングと結合する応力集中部に、主蒸気側より過大な熱が流れるのを防いでいる。

3.2 試験結果

3.2.1 運転パターン

試験プラントの運転パターンは、解析による実機の寿命消費形態に合わせて、Step-I では連続運転によるクリープ寿命消費を、Step-II では毎日起動停止による低サイクル疲労寿命消費を、それぞれ主体とすることにより、実態に則した評価が行えるよう考慮されている。

3.2.2 主要材料

表 6 に主要部品の材料を示す。

Step-I ロータ素材は、従来の 12Cr ロータの高温強度を改善した改良 12Cr ロータが採用されている。また、Step-II 用ロータ素材は高温強度の高いオーステナイト鋼 (A286 鋼) を採用した。改良 12Cr ロータは、強化元素として、耐火金属である W を添加し、従来ロータの Nb 炭窒化物析出強化に固溶強化を加えている。また、C を低減して高温度時間強度の安定化を図ると共に、Ni を増量して合金元素の最適バランスを得て、延・靱性の向上と均質な焼もどしマルテンサイト組織を保持するよう成分調整を行った。

A286 ロータは、C 量を低減して長時間使用時に析出する有害炭化物の生長を抑制し、金属組織の安定性を向上させ、大型鋼塊溶製時に問題となる化合物の発生を防止し、大型部材としての製造性を改善した。

また、主要強化因子である Ti の添加量を適性化し、大型部材においてもクリープラプチャー強度及び、疲労強度を損なうことなく靱性を改善するよう成分調整を

表 6 高温タービン回転体試験主要部材料表

部 品 名	蒸 気 条 件	
	Step-I (1100° F)	Step-II (1200° F)
ロ ー タ 羽 根 ノズルボックス ダイヤフラム	改良 12Cr 鋼 12Cr 鋼 12Cr 鋼 12Cr 鋼	A286 鋼 R26 鋼, A286 鋼 SUS316 鋼 SUS316 鋼
外 ケーシング 内 ケーシング 主蒸気止め弁 蒸気加減弁	CrMoV 鋼 SUS316 鋼 SUS316 鋼 SUS316 鋼	

行った。

表 7, 8 に、高温タービン回転体試験に供された改良 12Cr ロータ及び、A286 ロータの化学成分比較を示す。また、図 7 に改良 12Cr ロータ及び、A286 ロータのクリープラプチャー強度を示すが、いずれも 10⁵ h におけるクリープラプチャー強度は設計上必要とされる強度 10 kgf/mm² 以上を十分満足している。

写真 5 は、Step-I ロータ完成図である。(重量 7.7 t, ロータ長 6050 mm, ロータ直径 975 mm)

なお、静止部品の大部分は、Step-I, Step-II で共通しており、ステンレス鋼が使用されている。

3.2.3 材料試験結果

Step-I, Step-II の試験にて使用したロータ材について各種材料試験 (マイクロ組織, マクロ組織, 引張り, 衝撃, 疲労, クリープラプチャー試験) を行い、各部位とも組織の異常や強度劣化等は認められず、本試験に供された材料に関し、超高温高压タービン材料としての妥当性を確認した。

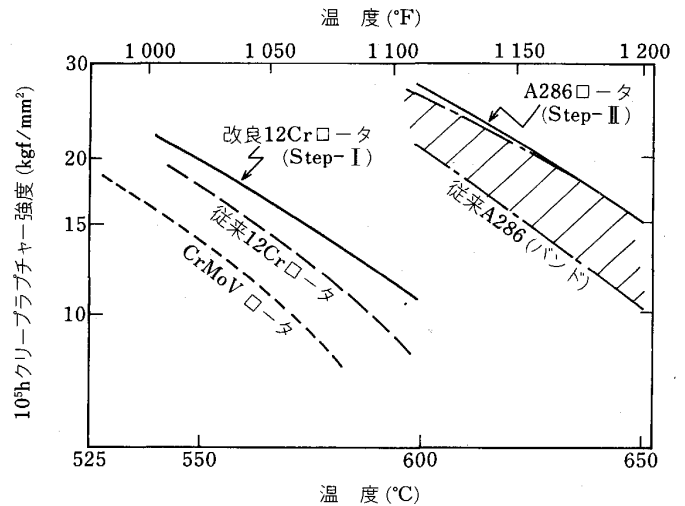


図 7 改良 12Cr, A286 ロータクリープラプチャー強度

表 7 改良 12Cr ロータと従来の 12Cr ロータの化学成分比較

	(wt%)							
	C	Ni	Cr	Mo	V	Nb	N	W
改良 12Cr ロータ (Step-I 回転体試験用)	0.15	0.80	10.02	0.94	0.17	0.04	0.05	0.73
従来の 12Cr ロータの 1 例	0.17	0.30	10.30	1.00	0.20	0.05	0.04	—

表 8 A286 ロータ (Step-II) と従来の A286 の化学成分比較

	(wt%)										
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Al	B	
A286 ロータ (Step-II 回転体試験用)	0.015	0.18	1.14	25.4	14.2	1.35	0.24	1.77	0.31	0.005	
従来の A286 鋼の 1 例	0.050	0.40	1.40	26.0	15.0	1.25	0.30	2.15	0.20	0.003	

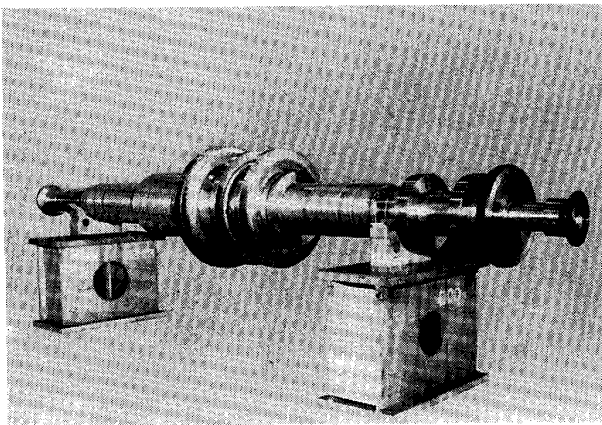


写真 5 USC タービンロータ (Step-I)

4. 超高温タービン実証試験

(電源開発(株), 三菱重工(株) 共同研究)

4.1 試験概要

本試験は、これまでに得られた各要素試験の成果を基に 1000 MW 級大容量 USC タービンを模擬した実証タービンを製作し、実発電プラントとしての運転の信頼性、安全性及び高効率化を検証すると共に、将来の大容量事業用発電プラント設計に必要な諸データを取得することを目的として、電源開発(株)若松石炭利用技術試験所にて実施されているものである。

Step-I 蒸気条件における実証試験は、1987 年より開始され 1990 年 3 月までの予定で現在実施中である。

1990 年後半からは、Step-II 蒸気条件における実証試験を開始する予定であり、現在その実証試験用のタービンを製作中である。

4.2 試験状況

4.2.1 主要材料

表 9 に主要材料を示す。主蒸気止弁、主蒸気入口管等は、Step-II でも使用できるようにステンレス鋼を使用している。

4.2.2 運転状況

Step-I 実証試験タービンは、1987 年 3 月の実証試験開始から、1989 年 3 月までに約 10 135 h の運転時間と 167 回の起動回数を数えている。この間、通常運転時並びに、定期点検時における開放点検においても特に大きなトラブルは無く、本超高温タービンの耐高温に対する妥当性が立証されているものと思われる。

また、性能試験の結果からも高い熱効率が得られており、本超高温タービンの効率向上に対する確証が得られた。

表 10 に各蒸気条件に対するタービン熱消費率相対比較を示す。

写真 6 は、Step-I 実証試験に用いられたタービンロータの外観である。

表 9 超高温タービン実証試験主要部材料表

部 品 名	蒸 気 条 件	
	Step-I (1 100° F)	Step-II (1 200° F)
ロ ー タ 内 車 室 高 圧	12%Cr 鍛鋼 12%Cr 鑄鋼	A286 鍛鋼 SUS316H 鍛鋼
内 車 室 中 圧 外 車 室 主 蒸 気 止 弁 主 蒸 気 入 口 管	12%Cr 鑄鋼 2.25Cr1Mo 鑄鋼 SUS316H 鍛鋼 SUS316HTP	(Step-II 共用) (Step-II 共用) (Step-II 共用) (Step-II 共用)

表 10 各蒸気条件に対するタービン熱消費率相対比較

蒸 気 条 件	項 目	タービン熱消費率 計 画 値 (kcal/kWh)	タービン熱消費率 実 測 値 (kcal/kWh)
593°C/593°C		2,046	2,026 (0.98%良)
566°C/566°C		2,073	2,062 (0.53%良)
538°C/538°C		2,103	2,093 (0.48%良)

差1.32% (593°C/593°C vs 566°C/566°C)
 差2.79% (566°C/566°C vs 538°C/538°C)
 差1.78% (593°C/593°C vs 566°C/566°C)
 差3.31% (593°C/593°C vs 538°C/538°C)

* 各蒸気条件でのタービン熱消費率計画値と実測値の相対比較

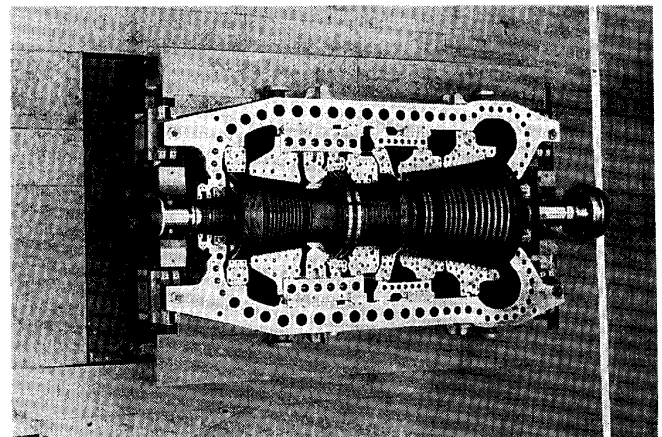


写真 6 若松 USC タービン (Step-I)

5. ま と め

超高温高压火力プラント (USC) の開発は、以上述べてきたように、高温材料実証要素試験、高温タービン回転試験を通して、耐高温高压材料の開発、高温材料の有用性の検証並びに、USC タービン設計技術の確立を得るに至り、現在これらの試験成果を基に超高温タービン実証試験が電源開発(株)若松石炭利用技術試験所にて実施されている。

本技術開発は、燃料費高騰における火力発電単価の抑制効果の観点や、今日、地球的規模で問題となっている SO₂、NO_x、CO₂ 等の軽減など、環境対策効果の観点からも重要な役割を果たすものである。

そこで、電源開発(株)においては次ステップの技術開

発を目指し現在その準備が進められている。

最後に本研究開発に当たり、指導をいただいている通産省資源エネルギー庁、並びに協力をいただいている関係各社の方々に感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 中林恭之, 肥爪彰夫, 中村 誠, 竹田頼正, 藤川卓爾ほか: 若松超高温タービンの材料とコンポーネント, 改良型石炭火力に関する EPRI 1st Intl. Conf. (1986 年 11 月)
- 2) 中林恭之, 肥爪彰夫, 藤川卓爾, 国分孝友, 竹田頼正ほか: 若松超高温タービンの設計と試験計画, 改良型石炭火力に関する EPRI 1st. Intl. Conf. (1986 年 11 月)
- 3) 藤田利夫, 中林恭之, 肥爪彰夫, 竹田頼正, 藤川卓爾, 鈴木 章, 木下修司ほか: 新 12Cr ロータ TMK1, 発電用 12Cr ロータ材に関する COST-EPRI Workshop (1986 年 10 月)
- 4) 中林恭之, 肥爪彰夫, 竹田頼正, 藤川卓爾, 鈴木 章, 木下修司ほか: 若松超高温タービンに用いた新 12Cr ロータ TMK1, 改良型石炭火力に関する EPRI 1st Intl. Conf. (1986 年 11 月)
- 5) 伊坂 弘, 肥爪 彰夫, 藤川卓爾, 竹田頼正, 国分孝友ほか: 若松超高温タービンの設計と運転状況, JPGC (1987 年 10 月)
- 6) 木下修司, 鈴木 章, 肥爪彰夫, 竹田頼正, 藤川卓爾: 大型 A286 鍛造材のフレックル, 火力発電用材料の進歩に関する ASM Intl. Conf. (1987 年 9 月)