

蒸気タービン発電機ノート

2008年 7月

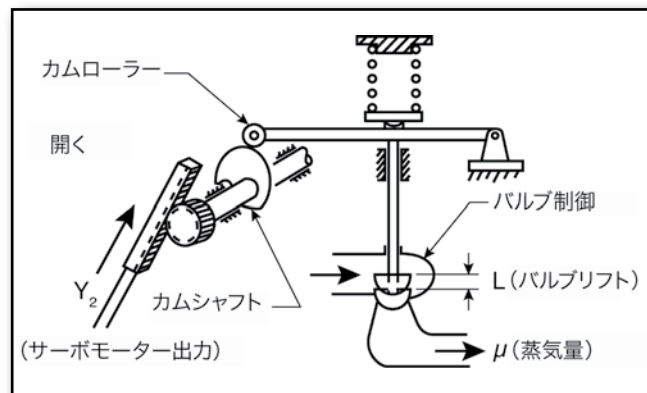
火力発電および原子力発電蒸気タービン発電機

目次

タービン発電機のオンラインテストと監視に関するガイドのアップグレード	2
除湿された空気を使用した蒸気タービンの停止保護	3
高度ラビリンスシールプロジェクト	3
タービン発電機のオーバーホール及び検査の時間及びコストの削減に関するガイドラインへの追加事項	4
EPRIタービン発電機プログラムが、2007年度蒸気タービン発電機ワークショップ・ベンダーエキスポ及び2007年度夏季ユーザーグループミーティングを開催	6
EPRIタービン発電機ユーザーグループが、2008年度冬季ワークショップ・ミーティングをサンディエゴにて開催	6
レーザー追跡座標測定システム適用プロジェクト完了	7
ボイラー/原子炉給水ポンプ タービンローター高経年化対応プロジェクト	7
タービン性能に影響する有機物・アミン	7
タービンと発電機におけるNERC規格へのコンプライアンスに関するインタレストグループワークショップ	8
ローター羽根の浸食を軽減するための低圧タービン固定子のコーティング評価	8
蒸気タービン発電機成果物の参考書	8
発電機高電圧プッシング設置ガイド	9
遠隔的方法を用いたNERC規格の検証:蒸気タービン周波数応答 (MOD-027)	10
異常逆相電流を受ける発電機ローターの検査基準	10
2007年に提供された新規タービン発電機プロジェクト	11
第5回EPRIタービンジェネレータープログラムテクノロジー・トランスファーワークショップ&2008年度夏季TGUGミーティング	12
タービン発電機フリート劣化の財務上のリスク改善	12
2008年 専門家による生産性改善レビュー	12
蒸気タービンバルブ駆動装置状態評価ガイド	13
米国と海外におけるタービンユニットのためのバルブ金属学ガイド	14
タービン発電機予防保全基盤データベースへの追加	15
電気油圧制御流体の評価	15
蒸気タービンボルト保全ガイド	16
将来を見据える:プログラム65とNSTI	17
応力腐食割れと腐食疲労ワークショップを開催予定	18
2009年ヨーロッパTGUGワークショップとミーティング	18
2008年ボイラーとリアクター給水ポンプタービン(B/RFP)ワークショップ	18
タービン発電機サブリメンタルプロジェクト	19
軸方向挿入型のディスク羽根アタッチメントのNDE実証試験	21
疲労センサー技術を使用した12%クロムタービン羽根の β パラメータ測定	21
低圧タービン羽根の検査のガイド	22
疲労センサーによる曲線状羽根表面の測定の最適化	22
開催予定のイベント	23
プログラムのスタッフ	23
蒸気タービン羽根故障の根本原因解析ガイド	23

作成中の機械油圧式制御装置 保全ガイド

タービン機械油圧式制御(MHC)装置は、30~50年稼動しているユニットに、今でも広く使われています。この装置は本質的に信用の置ける制御システムですが、機械部品の予想摩耗特性や、装置組立ての手順の知識が必要とされます。プラントまたは機器サプライヤーでの作業員が変わることによって、MHC装置を適切に維持し、トラブルシューティングする専門家のレベルが低下しました。これらの問題に対応するべく、MHC装置保全ガイドを完成させる動きが、今年初旬にスタートしました。このレポートは2009年3月に完成する予定です。



一般的カムシャフトローラーMHC装置制御

この技術レポートは、基本MHCの運転、検査、組立て、トラブルシューティング、そして保全について詳述します。このレポートによって、新人システムエンジニアがMHCの問題や是正措置について理解し、MHC関連の問題を最小限に抑えることができます。このレポートの目的は、General Electric(GE)火力発電およびWestinghouse火力蒸気タービンバルブを使用するMHC装置について記述することです。

2ページへ続く

最新の電気油圧制御装置とは対照的に、このタイプのタービン制御装置が採用されているのは世界でも現在わずか6箇所の原子力ユニットだけであるため、初期レポートには原子力ユニットについて限られた情報しか含まれません。プロジェクトの進行に伴い、最終レポートには、原子力MHC関連情報の追加について検討していきます。原子力情報を含むことによって、本来のプロジェクト範囲が大幅に拡大されます。

現時点では、以下の情報が含まれる予定です。

1. **技術的説明**このセクションでは、GE、Westinghouse 300型式そしてWestinghouse 150型式のMHC装置について、フロントスタンダード(基礎)コンポーネント、特に制御機能に関連した潤滑油タンクのコンポーネント(ただし潤滑油システム自体を除く)、バルブ油圧キャビネットのコンポーネント、ミッドスタンダードコンポーネントについて一般的な説明をします。コンポーネントは以下の内容となっています。
 - a. GEユニットについて:速度/負荷変化機、負荷リミター、速度ガバナ、二次速度リレー、加速度リレー、二次パイロットバルブ、リンク、カットアウトガバナ、初期圧力調整器、ストップバルブバイパスバルブコントローラー、インターセプトバルブ(IV)速度ガバナ、IVダッシュポット停止リンク、過速度トリップ、バックアップ過速度トリップ、メインストップバルブ/再生ストップバルブトリップ装置、トリップ予測機、テスト装置、真空トリップ、スラストベアリングトリップ装置、電気トリップインターフェイス、蒸気シール調整器、メインシャフトオイルポンプ、そして制御ローター(ギアを含む数台のユニット)
 - b. Westinghouse(150型式と300型式)ユニットについて:速度/負荷変化機、補助ガバナ、負荷制限バルブ、オイルインペラー、スロットル圧力調整器、ガバナ緊急トリップバルブ、スロットルバルブコントローラー、スロットルバルブサーボモーター、過速度トリップバルブ、トリップ連結管、メインオイルポンプ、制御バルブ(CV)サーボモーター、IVサーボモーター、複数開口部と逆止めバルブ、および制御ローター

2. **検査**このセクションでは、GEとWestinghouseのタービン制御装置の検査基準について説明します。測定と状態の記録に使われたデータシートのコピーが含まれます。制御システムの検査基準も示されます。これには、設定規定(測定)、CVクラックポイント、過速度セットポイントなどの一般的な調整が含まれます。
3. **保全**保全のセクションでは、GEとWestinghouseタービン制御装置の予防および是正保全作業について説明します。コンポーネントの分解、修理、再組立て手順を説明し、必要とされる特殊な工具をリストします。制御装置で作業する際に考慮すべき安全対策についても説明します。今まで一般的に行われてきた部分的アップグレードや改善なども参照します。
4. **保全後の試運転**このセクションでは、制御システムで重要な作業が実行されていたかどうかに関係なく、大規模な停止の後で、設定及び制御システムの運転再開チェックを行うために必要な作業を説明します。
5. **トラブルシューティング**このセクションには、運転上の問題に対するトラブルシューティングガイドが含まれます。一般的な運転上の問題、症状、原因、そして解決策について説明します。

このプロジェクトの詳細については、Alan Grunsky (電話: 米国 704.595.2056、電子メール: agrunsky@epri.com) までお問い合わせください。

タービン発電機のオンラインテストと監視に関するガイドのアップグレード

2002年に発行されたEPRIのレポート、タービン発電機のオンラインテストと監視に関するガイド (1006861)は、主要発電機メーカーの故障メカニズムについて情報を提供し、最も適切なオンライン検出システムを特定しています。

このプロジェクトの目的は、オフラインテストに関するガイダンスを書き加え、発電機の年代と負荷サイクルを含めることで、故障メカニズムをより適切なかつ効果的に発見できるようにすることです。このレポートは、2008年12月31日までに完成する予定です。

詳細については、Jan Stein (電話: 米国 650.855.2390、電子メール: jstein@epri.com) までお問い合わせください。

蒸気タービン発電機ノート

は、Electric Power Research Institute(EPRI)の化石燃料発電および原子力発電蒸気タービン発電機プログラムによって発行されました。

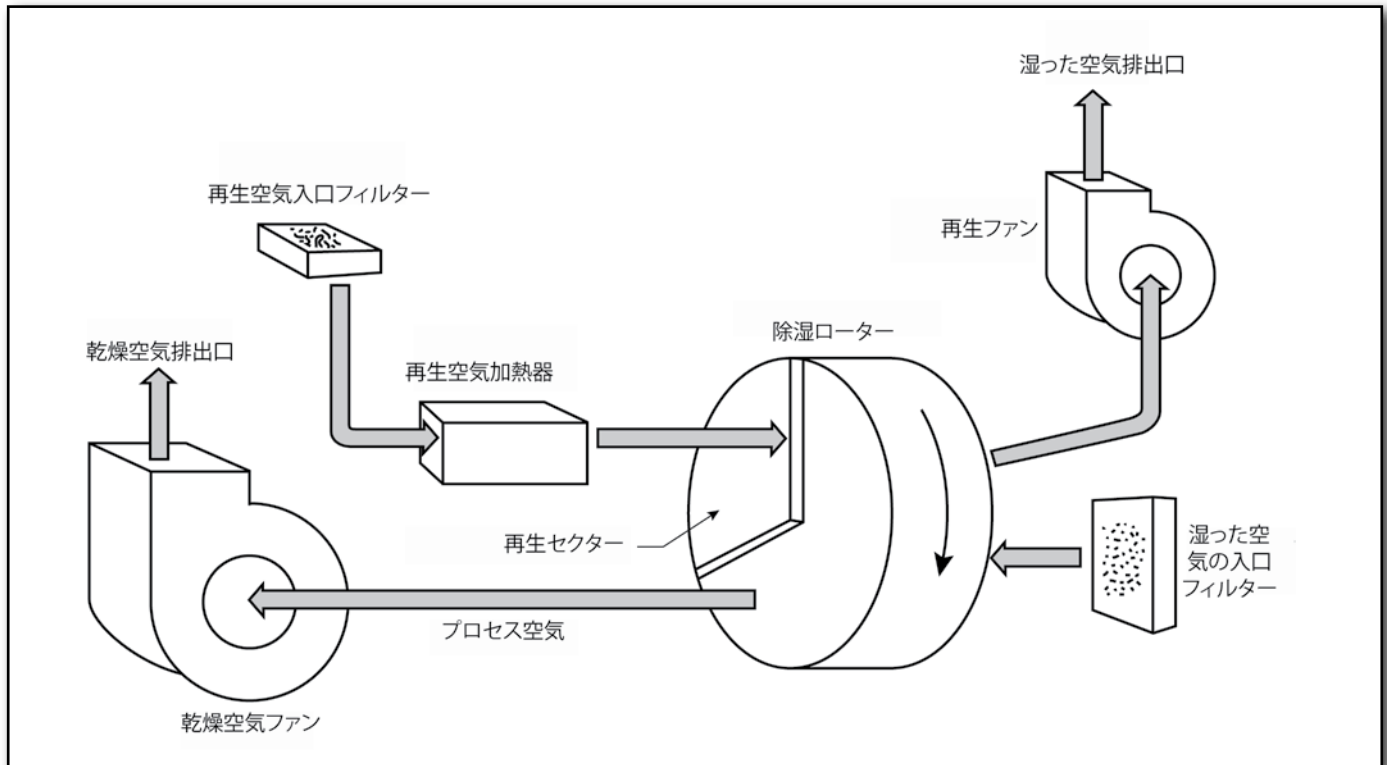
1300 W.T. Harris Blvd., Charlotte, NC 28262,
fax 704.595.2867
NSTI/Program 65 連絡先: Alan Grunsky (電話: 米国 704.595.2056、電子メール: agrunsky@epri.com)

除湿された空気を使用した蒸気タービンの停止保護

EPRIのプログラム88(熱回収蒸気発電機)、プログラム64(ボイラー、タービン蒸気、サイクル化学)、プログラム65(蒸気タービン、発電機、バランスオブプラント[BOP])、および原子力蒸気タービン発電機イニシアチブは、停止時に蒸気タービンを保護するために、除湿された空気の利用について記されたレポートを発行しました。このレポート、除湿された空気を使用した蒸気タービンの停止保護 (1014195)は2008年3月に発行されました。

このガイドでは、火力発電所および原子力発電所の関係者が、新規または既存のユニットで停止した蒸気タービンを保護するための除湿された空気の応用について評価できる方法が説明されています。停止時の保護に関するEPRIの基本理念に従い、その他コンポーネントの停止保護要件も包括的に考慮します。

このプロジェクトの詳細については、Jim Mathews (電話: 米国 704.595.2044、電子メール: jmathews@epri.com) または Alan Grunsky (電話: 米国 704.595.2056、電子メール: agrunsky@epri.com) までお問い合わせください。



除湿システム

高度ラビリンスシールプロジェクト

このプロジェクトの全体的な研究目標は、長期間に渡る漏えいを確実に制限し、一般的ミッドスパンシャフト側部振動振幅に耐えられるようなラビリンスシールの構成(ナイフ形状、間隔、ローター表面の特徴、材料など)を定義することです。この研究から、漏えい性能において、様々なラビリンス設計パラメータの組み合わせ効果の詳細情報が得られます。さらに、先進の分析方法の検討と報告も行う予定です。現在の発電産業界における研究の主な推進要因は2つあります。それは、1)さらなる信頼性の増大およびダウンタイムの縮小、2)熱性能の向上です。このプロジェクトはこの2つの推進要因にプラス効果をもたらすでしょう。

このプロジェクトの詳細については、Gary Golden (電話: 米国 865.218.8111、電子メール: ggolden@epri.com) までお問い合わせください。

タービン発電機のオーバーホール及び検査の時間及びコストの削減に関するガイドラインへの追加事項

EPRIタービン発電機(TG)プログラムは、7年以上の時間を費やし、電力会社や発電所に役立つTG保全情報を蓄積してきました。この情報は、全7巻にわたるタービン発電機のオーバーホール及び検査の時間及びコストの削減に関するガイドラインに含まれています。2007年には、新たな内容が、第2巻の修理手順と第4巻の羽根とローター購入仕様書に追加されました。

プログラム65に3年以上契約している企業は、CD4枚にまとめられた全7巻セットを購入することができます。この要件を満たしていれば、2007年度EPRIの成果品1014134を購入することができます。この4枚のCDセットは、原子力蒸気タービンイニシアチブの参加者も入手することができます。

資金提供の継続年にかかわらず年間ベースでTGプログラムに参加している企業は、1014134を購入することはできませんが、2007年の追加事項をまとめた補足書(EPRIレポート1016387)を購入できます。この補足書を2006年の全7巻セットと組み合わせると、現行の完全ガイドラインに相当します。

各巻の一般的な内容は以下のとおりです。

・ CD 1

第1巻:一般的なプラクティス

- 第1巻には、停止期間中に通常実行される各基本保全活動の一般的な手順が記述されています。これには、TG状態評価(稼動中)、停止前の計画と見積依頼、ユニット停止時の手順、分解と隔離の記録、異物混入防止(FME)プロセスの情報、TG状態評価(オフライン)、オイルフラッシング、ローターアライメントとバランス、起動

事前チェック、および停止後の活動が含まれます。さらに第1巻の付録として、TG停止時点検レポートのサンプルと、150以上のサンプルデータシート、そしてTG異物混入防止プログラム/プロセスのガイダンスが含まれます。

第2巻:修理手順

- 第2巻では、見積依頼前の手順、検査、分解、重要なタービンと発電機コンポーネントの修理手順について詳述されています。例えば、ベアリング回転成形・リパドリング、振動版とノズルブロックの隔壁修理、羽根ほぞ部分修理、水素シール修理、水平接合部ケーシング修理、主要蒸気ストップバルブキャップ修理、発電機水素シール検査/修理、Alterrex検査/保全、発電機固定子の検査/テスト/再ウエッジ、およびコレクターリング/ブラシの吊り上げ保全について記述されています。

第3巻:バランス・アライメント仕様

- 第3巻には、タービン、発電機、及び励磁機について、包括的なアライメント/バランスの基本および高・低速度のバランス手順が記述されています。

第4巻:羽根とローター購入仕様書

- 第4巻では、タービンバケットの購入仕様が詳述されています。これには羽根頻度テスト/アライメントガイダンス、高圧・中圧・低圧(HP/IP/LP)の火力発電所用ローター、HP/LP原子力用ローター、発電機ローターの巻替え、新発電機ローター、発電機固定子の巻替え、新発電機固定子、発電機励磁システム、タービン絶縁、タービン停止サービス一式、およびタービンボルト締めを含みます。

第5巻:タービン要覧とデータベース

- 第5巻では、23インチ(58センチ)以上の長さの最終段階バケットを使用した大型タービン(>75メガワット電気)の要覧とデータベースを提供します。現在、リストには米国および海外のユニットが含まれています。このデータベースに含まれるのは、タービンを納入したメーカー、機器の仕様、および発電所・ユニットの状況です(2001年現在)。この要覧の利便性を考慮して、共通仕様を持つユニットを保持する電力会社を特定するためにさらに役立つよう、データは、L-0バケットの長さおよびメーカーのデザイン指定(これにより特定可能)により分類・表示されます。データベースには停止、または使用中止された発電所・ユニットも含まれています。また、主要コンポーネントの交換・変更を終えた北米・海外ユニットもリストされています。

・ CD 2

第6巻:HP/IP羽根/ディスク設計と検査仕様

- 第6巻には、羽根/ディスク設計監査と、HP・IP蒸気タービン羽根/ディスクの検査手順が詳述されています。これらの情報は、タービン保全担当者が、HP/IP羽根に対する固形粒子侵食、高サイクル疲労(HCF)、低サイクル疲労(LCF)、およびクリープ破断損傷の評価を行う際に役立ちます。

5ページへ続く

・ CD 3

第7巻:LP羽根/ディスクの設計と検査仕様

- 第7巻にはLP羽根/ディスクに対する設計監査と検査手順について詳述されています。これに記載されている情報は、タービン保全関係者が、LP羽根に対する応力腐食割れ(SCC)、HCF損傷、LCF損傷を評価する際に役立ちます。

・ CD 4

TGAlignおよびTGAlign-SIコンピュータプログラムとユーザーマニュアル

- TGAlignソフトウェア(英国ユニット版とSIユニット版を提供)は、TGローターシステムの最適なカップリングアラインメントを決定し、蒸気TGの停止時間を低減する強固なコンピュータプログラムです。

電力会社のテクニカルアドバイザリグループ(TAG)は、2007年初旬にウェブキャストにてミーティングを開き、ガイドラインCDに追加する内容を決定しました。2007年に、下記の内容が全7巻セットに追加されました。

・ 第2巻への追加内容:

- 「コレクターリング、整流器、ブラシとブラシホルダー索具保全マニュアル」が新規セクション8.13として追加

・ 第4巻への追加内容:

- 発電機励磁システム購入仕様書(新規セクション10)と、発電機励磁システム購入における見積請求(RFQ)の見本サンプルを新規付録Gとしてを追加
- 新タービンボルトの購入仕様書を新

規セクション11として追加。タービンボルト購入のRFQ見本サンプルも追加

- 新規付録K、「羽根頻度テストおよびチューニング採用のガイドライン」を、既存のタービン羽根の購入仕様書第1部へ補足

TAGは、2008年3月に再度ウェブキャストで追加事項について話し合いを行いました。以下の内容は、予算や情報の可用性を考慮した上で、2008年のガイドラインCDセットに追加される予定です。

- 水素シール設備と水素シールに対する長期予防保全のベストプラクティス
- TGローター中心線アラインメント最適化のベストプラクティス
- ボイラー・原子炉給水ポンプタービン(B/RFP) 羽根購入仕様書とRFQサンプル

・ ベアリングの寿命におけるTG振動のパラメータ解析

・ B/RFPユニット体の購入ガイドライン

・ 納入した機器のサービス通知書と技術情報・推奨レター

・ グリットブラスト手順

タービン発電機のオーバーホール及び検査の時間及びコストの削減に関するガイドラインについての詳細は、Alan Grunsky (電話: 米国 704.595.2056、電子メール: agrunsky@epri.com) までお問い合わせください。プログラム65への継続資金提供や貴社の現在の参加レベルに関する質問についても、Alan Grunskyまでご連絡ください。



摩耗した溝の再加工

EPRIタービン発電機プログラムが、2007年度蒸気タービン発電機ワークショップ・ベンダーエキスポ及び2007年度夏季ユーザーグループミーティングを開催

第10回蒸気タービン発電機ワークショップ及びベンダーエキスポ

2007年8月13～15日に、EPRIタービン発電機(TG)プログラムは、第10回蒸気タービン発電機ワークショップとベンダーエキスポを、アリゾナ州フィニックス市のJW Marriott Desert Ridge Resort & Spaにて開催しました。ほぼ毎日摂氏43度まで気温が上昇する中、3日間のワークショップは250名の参加者を集め、48社のベンダーが月曜日と火曜日の夕方に開かれたベンダーエキスポに参加して、ミーティングは大成功を収めました。

月曜日の朝には、2つの事前ワークショップとベンダーエキスポワークショップが行われました。1つ目のワークショップはボイラーと原子炉給水ポンプタービン設計についての指導、2つ目のトピックは発電機のコアテストでした。

3日間にわたり以下の議題について複数のセッションが並行して行われました。

- ・ 蒸気タービン
- ・ TGに対する非破壊評価
- ・ 発電機のオンライン監視と状態評価
- ・ 発電機コア、ローター接地、及び固定子冷却水漏れ監視

- ・ 発電機のアップグレードと保全
- ・ 蒸気タービンR&D
- ・ 発電機ローター回転と送電線網外乱検出
- ・ 監視データの使用

夏季タービン発電機ユーザーグループミーティング

2007年度夏季タービン発電機ユーザーグループミーティング(TGUG)は、8月16日から17日にかけてアリゾナ州フィニックス市の同ホテルにて、第10回蒸気タービン発電機ワークショップと併せて開催されました。木曜日の夕方には、追加セッションが実施されました。Constellation EnergyのTom Phelanがリーダーを務める発電機クリップ・トゥ・ストランドTGUGワーキンググループによるこの追加セッションには、約25名が参加しました。

このミーティング・全ワークショップにて共有されたすべての情報は、以下のEPRIのウェブサイトでご覧いただけます
<http://www.epri.com/tgug/pastmeetings.html>。

EPRI TGプログラムやTGUGの詳細や活動内容については、Alan Grunsky (電話: 米国 704.595.2056、電子メール: agrunsky@epri.com) までお問い合わせください。

EPRIタービン発電機ユーザーグループが、2008年度冬季ワークショップ・ミーティングをサンディエゴにて開催

第17回タービン発電機ユーザーグループ(TGUG)ミーティングは、1月23日から25日にかけて、カリフォルニア州サンディエゴ市のMarriott Mission Valley Hotelにて、1月21日～22日に行われた関連ワークショップと併せて開催されました。

250名以上の登録者に加え、30社のベンダーが月曜日と火曜日の夕方に開かれたベンダーフェアに参加しました。ワークショップ第1日目は、TGとの合同セッション「タービン発電機の観点による、北米電力信頼性に関する企業検証の要件・規制・問題」が行われました。火曜日には、2つのワークショップが行われました。タービンセッションのタイトルは、「TGアップグレード:計画、購入と据付」、そして発電機セッションは、「発電機ローター固定子と励磁機予防保全(オーバーホール/修理):戦略 Vs. 改造・交換」でした。

水曜日の夕方には、火曜日に行われたタービンセッションの継続として、「TGアップグレード:問題と経験」が催されました。このセッションはDanny Chlou (Exelon)とPaul Zayicek (EPRI)によって行われました。木曜日の夕方セッションでは、発電機クリップ・トゥ・ストランドTGUGワーキンググループのミーティングが共に開かれました。

このミーティング・全ワークショップで共有されたすべての情報は、以下のEPRIのウェブサイトにてご覧いただけます。
<http://www.epri.com/tgug/pastmeetings.html>。

詳細については、Alan Grunsky (電話: 米国 704.595.2056、電子メール: agrunsky@epri.com) までお問合せください。

レーザー追跡座標測定システム適用プロジェクト完了

他産業における技術の利用について継続的に取り組むEPRI T&Gプログラムの事例は、2007年12月に発行されたタービン停止時の活動のためのレーザー追跡座標測定システム適用(1014136) に記されています。本研究の目的は、レーザー追跡座標測定システムを使用して、さらに効率的なタービン測定作業を求め、システムを使用するための基本的なプロセスの記述と実証を行うことです。

私たちはFARO Technologiesに対して、レーザー測定システムの実証、タービン測定データシートのサンプルを複数含めたソフトウェアシステム、そしてこれらのデータシートを使用して測定するための詳細な使用説明書を要請しました。

このレポートには、レーザー追跡座標測定システムを使って実行することが可能なタスクのリスト、システムを使用した基本プロセスの記述、システムの長所と短所、そして2つのシステム使用例が含まれます。

このレポートの詳細については、Alan Grunsky (電話: 米国 704.595.2056、電子メール: agrunsky@epri.com) までお問い合わせください。



レーザー追跡コンポーネント

資料提供:FARO Technologies, Inc. © 2007 版權所有

ボイラー/原子炉給水ポンプ タービンローター高経年化対 応プロジェクト

増加の一途をたどる電気産業のボイラー/原子炉給水ポンプタービン (B/RFP)の問題に対し、EPRIはメンバーの問題解決の一助となるよう、いくつかの活動を開始しました。2007年に、産業界に広がる問題を認識するための調査が行われました。この結果は更なる調査で補足されます。この取り組みと共に、EPRIは産業界B/RFPタービン高経年化対応プロジェクトを開始し、現在メンバーが直面している流路問題に対処していきます。近い将来、アンケートをお送りいたしますので、関連各社様のご協力のほど宜しくお願いいたします。

このプロジェクト、またはB/RFP問題に関する詳細については、Gary Golden (電話: 米国 865.218.8111、電子メール: ggolden@epri.com) までお問い合わせください。

タービン性能に影響する有機物・アミン

電力需要が切迫して、電力発電コストが上昇する中、タービン効率化の必要性が求められています。プログラム65/NSTIは、有機物・アミン(O/A)が蒸気パスに注入された際の性能向上を図るため、O/Aプロジェクトを進めています。EPRIは、O/A注入後の蒸気パスに核生成する蒸気の差異、具体的には、蒸気が収束/発散ノズルを通る時の性能向上を監視していきます。このプロジェクトの結果は2009年3月に出版される予定です。

このプロジェクトの詳細については、Gary Golden (電話: 米国 865.218.8111、電子メール: ggolden@epri.com) までお問い合わせください。

タービンと発電機におけるNERC規格へのコンプライアンスに関するインタレストグループワークショップ

北米電力信頼度協議会（NERC）は、タービンと発電機に直接対応する数多くの規格を承認・提案しています。これらは、発電機の総計/有効電力能力のMOD-024 検証、発電機の総計/無効電力能力のMOD-025 検証、発電機電圧調整制御とユニットの能力と保護のPRC-019 協調、発電機励磁システム機能の型番とデータのMOD-026 検証、そして発電機ユニット周波数応答のMOD-027 検証です。さらに、データサンプリング、報告、保持、発電機オーナーと送電システム運転員との間の通知に関する多数の基準が承認されています。2005年8月の米国エネルギー政策法には、NERC規格への準拠を義務付ける規定が含まれています。

コンプライアンスに関する経験を共有するためのインタレストグループが形成されています。DTE Energyが2008年8月21～22日に第1回目のミーティングを開催します。1日半におよぶ課題として、教育コース、ケーススタディー、レポート等が取り上げられる予定です。

EPRI発電プログラム65(蒸気タービン、発電機、BOP)、プログラム85(再生エネルギーと水力発電)、原子力蒸気タービンイニシアチブ、そして電気配電と利用プログラム40（送電線網計画）のメンバーは無料で参加できます。その他のEPRIメンバーの参加料金は5,000ドルになります。

テストと検証の技術者、電力コンプライアンス管理者、そして送電システムプランナーは、ぜひご参加ください。

詳細については、EPRIお客さまアシスタンスセンター（電話: 米国 800.313.3774、電子メール: askepri@epri.com）までお問い合わせください。EPRIの技術面でのお問い合わせは、Jan Stein（電話: 米国 650.855.2390、電子メール: jstein@epri.com）までお願いいたします。

ローター羽根の浸食を軽減するための低圧タービン固定子のコーティング評価

このサプリメンタルプロジェクトでは、水滴による浸食ダメージを軽減する際に固定子の表面コーティングがもたらす有効性について調査しています。テネシー大学宇宙研究所で実施されているこのプロジェクトは、疎水性コーティングを固定子表面に施すことによって、固定子後縁から排出される粗い水滴の特性の変化を調査しています。

カスケード部分は構築済みで、現在風洞部を構成中です。高速カメラが、静翼の後縁から排出される水滴のサイズを捕らえます。これと比較するために、ベースラインカスケード部分と疎水性コーティングを施したカスケード部分についても調査を行います。

このプロジェクトの詳細については、Gary Golden（電話: 米国 865.218.8111、電子メール: ggolden@epri.com）までお問い合わせください。

蒸気タービン発電機成果物の参考書

当初より、EPRI蒸気タービン発電機プログラムから、多数のレポートや成果物が出来上がっています。EPRIが過去20年間に得た125以上の成果物をまとめたものが、EPRIレポート過去のリサーチ記述:EPRI火力および原子力蒸気タービンと発電機一第4巻 (1016900)になります。このレポートには、発電機、蒸気タービン、ソフトウェア、革新技術のレポート、そして他の多くの関連事項がカテゴリー別にまとめられています。各成果物の概要には、要約、レポートの目標、取り組み、および結果の説明、EPRIの視点などが含まれています。過去の特定なトピックを検索するEPRIメンバー組織にとって、このレポートは参考になることでしょう。EPRIは、新しい研究内容とソフトウェアを含むレポートを毎年更新しています。

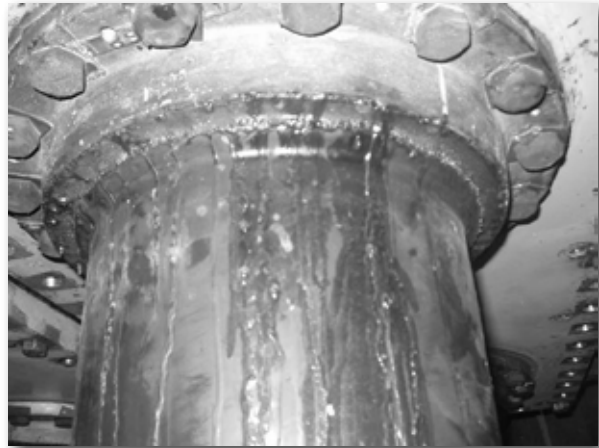
詳細については、Alan Grunsky（電話: 米国 704.595.2056、電子メール: agrunsky@epri.com）までお問合せください。

発電機高電圧ブッシング設置ガイド

50年使用されているブッシングがあっても、珍しくはありません。大規模な停止時にブッシングは検査され、状態によっては修理されます。最終的には古いブッシングを交換する必要がある、原子力ユニットを安全に運転するために、発電機ブッシングを適切に据付けることが不可欠になります。リードボックスとブッシングフランジの間のボルト接合部は、加圧水素が発電機から漏れないように気密性を保つ必要があります。

このプロジェクトの目的は、発電機高電圧ブッシングの据付に関する包括的なレポートの作成です。このレポートでは、以下の問題を取り扱います。

- ・以下のトピックを含むボルト接合部の設計について
 - ボルトトルク vs. ガasketシート の応力要件
 - ボルト材料選択 vs. ボルトトルク要件
 - 磁気ボルト vs. 非磁気ボルト
 - 潤滑ボルトの影響 vs. 無潤滑ボルトの影響
 - ガasket材料選択 vs. ボルトトルク要件
 - 終端板材料 vs. ボルトトルクとボルト材料の検討
 - ガasketシールに対するシール材の影響
 - ブッシングフランジと終端板面仕上げの影響及びガasketシール特性への前処理
 - フランジと終端板の境界面におけるボルト合わせ設計の考慮点
 - トルク応用方法(ツール使用)
 - ボルトロック方法
 - 設置前後に必要なテストと検査要件
 - 腐食または偶発的き裂と破損を防止する取扱い
 - 保全チェック間隔と設置
 - 相分離ブス電導体に対するフレキシブルリンクの適切なボルト締め
- ・以下のトピックを含む機器のメーカ(OEM)設計と据付について
 - ABB、General Electric、および Siemens/Westinghouse/Haefely
 - ブッシング冷却システム(空気、水、油)、差異および組み立て・分解方法
 - 油式・冷水式ブッシング圧力テスト
- ・以下のトピックを含む劣化及び可能な修理方法について
 - 磁器 vs. 代替絶縁体
 - 修理済みのブッシング
 - 漏えいチェック法



- シール材
- OEM技術情報文書、サービス通知、通知の一覧
- ・以下のトピックを含む撤去及び据付について
 - 区域準備
 - 作業区域出口
 - ブッシングの重量の玉掛け処理、変流器、中性/相分離ブスタクトの囲い
 - 異物混入防止の考慮点
 - 工具と工具ステージング
 - 撤去および据付中の高圧ブッシングの適切な取扱い
 - 取替ブッシングの電界試験;高電位 (Hipot) 試験
 - 取替ブッシングの機械的(例えば、圧力)実地試験
 - ブッシングと発電機リード間の接続に必要な接触量
 - 終端テーピング
- ・以下のトピックを含む取替基準及びスペア部品について
 - 検査頻度と検査範囲
 - 取替基準
 - スペア部分の保持時期と保持量
 - 推奨される再検査およびボルト再度締め付け間隔保管要件(例えば、縦に保管)

このレポートは、2008年12月31日までに完成する予定です。

詳細については、Jan Stein (電話: 650.855.2390、電子メール: jstein@epri.com) までお問い合わせください。

遠隔的方法を用いたNERC規格の検証:蒸気タービン 周波数応答 (MOD-027)

MOD-027では、信頼性研究のモデルで使用するために、発電機運転員が発電機ユニットの周波数応答（つまり、システム周波数偏差に対するユニットのメガワット応答）を検証することが義務付けられています。各地域のNERC（北米電力信頼度協議会）は、以下を含む周波数応答検証手順に従う必要があります。

- ・ 蒸気ユニットの応答時間は最長30秒とすること
- ・ メーカーとタービン調速機制御タイプが確認されていること
- ・ それぞれのタービン調速機制御のモデルが、関連するデッドバンド、増幅率、時定数および制限を含め、確認されていること

2007年には、3つの電力会社がサプリメンタルプロジェクトに出資し、発電機、励磁システム、およびガバナーパラメータをオフラインおよびオンラインテストにより導出しました（EPRIレポート1015241電力システム研究のための電力プラントモデルとパラメータ導出を参照）。発電所パラメータ導出（pppd）ソフトウェアにより、エンジニア（電気電子技術者協会）は、標準の発電機、励磁機モデル、燃焼タービンガバナーモデルのパラメータを算出することができます。

このプロジェクトの目的は、PPPDソフトウェアを拡張して、日常的監視時に自動的に捕捉している段階テストとシステム擾乱（例として、システム周波数偏差につながる大きな発電機の損失）から、蒸気タービンのパラメータを計算することです。主な目的は、日常的監視システ

ムを使って擾乱データを捕捉できるかを調査・立証し、自動化ソフトウェアと共に使用して、大型蒸気タービン用タービンガバナーモデルのパラメータに適合できるかどうかを調べることです。

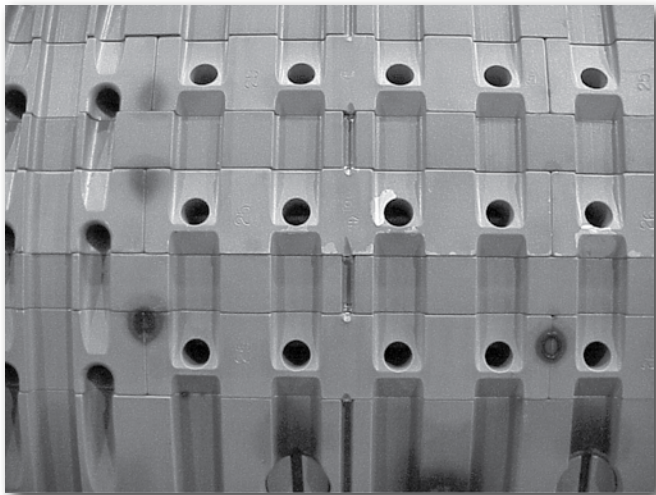
このプロジェクトには、以下のタスクが含まれています。

1. 大型蒸気タービン用のモデルおよび手段開発
2. 主催電力会社での大型蒸気タービン段階テスト
3. 主催電力会社におけるシステムイベント検知のための日常的監視（タスク2でテストされた同ユニットに対して）
4. 両手段により開発されたモデルの比較
5. 発電アドバイザーミーティングでのプレゼンテーション
6. 最終レポートの発行
7. EPRIソフトウェアエンジニアチームへのプロトタイプソフトウェア納入
8. ワークショップ
9. 2009年にソフトウェア発売

このレポートは、2008年12月31日までに完成する予定です。

詳細については、Jan Stein（電話: 650.855.2390、電子メール: jstein@epri.com）までお問い合わせください。

異常逆相電流を受ける発電機ローターの検査基準



ローターの逆相加熱は3つの要因によって発生します。3つの要因とは、モータリングなどのローターの非同期運転、非対称負荷や故障によって引き起こされる固定子巻き線の位相不平衡、静的周波数によって導入された変圧器などによる送電線網における調和電流です。

複数年にわたるこのプロジェクトの目的は、鍛造物、リテーニングリング、およびローターウェッジの損傷についてローター検査をすべき、逆相電流レベルを定義することです。2007年に発行されたEPRIレポート「発電機ローターの逆相効果(1014910)」には、逆相故障時に、歯とウェッジの温度を推定するための使いやすいモデルが提供されています。

2008年は、歯、磁極面、リテーニングリング焼嵌め部の加熱とローターモータリング時の加熱効果の推定作業が引き続き行われます。東芝は、本格的解析によって得られた結果と比較することで、この作業を立証することに合意しています。検査基準ソフトウェア作成に必要な手段やフローチャートも現在作成中です。2009年には、ユーザーフレンドリーなソフトウェアを作成する予定です。

詳細については、Jan Stein（電話: 650.855.2390、電子メール: jstein@epri.com）までお問い合わせください。

2007年に提供された新規タービン発電機プロジェクト

固定子巻き線コイル絶縁修理ガイド レポート 1014909

固定子巻き線絶縁は、運転中の機械的衝撃によって破損する場合がありますが、ウェッジ交換や巻き替え中の機械的破損はさらに頻繁に発生しやすくなります。状況によっては、コイルを交換しないでそのままの位置で固定子コイルとバーを修理できます。このレポート(CD)では、そのような局所的な故障を確実に修理できるのはどのような時か、などの基本的な修理方法のガイダンスが提供されています。

回転機器固定子巻き線Hipotテストのガイド レポート 1014908

耐高電位 (Hipot) テストは、発電機内固定子巻き線絶縁が駆動状況に耐えられるかどうかのテストであり、新しい機械をプラントに受け入れる際の施設基準のテストとなっています。このテストは、既存の発電機の状態を評価するためにも使用できます。EPRIは、発電所のオーナーに対し、既存機械のHipotテストについて調査を行いました。このレポートでは、調査で多く寄せられた質問(テストの時期と種類、適切なテスト電圧量など)が回答されます。

無効電力能力、励磁システム機能、および周波数応答を 認証する発電機制御テスト レポート 1014911

電力システム機器の正確なシミュレーションモデルは、すべての電力システム参加者にとって有益なものです。このようなモデルは、機器の可用性を最大限に高め、損失を最小限に抑え、中断を避けて機器を保護します。このレポートでは、モデルデータを採取するためのさまざまな方法をまとめ、それぞれの利点と欠点について説明しています。

発電機ローターの逆相シーケンス効果 レポート 1014910

10ページを参照。

蒸気タービン羽根故障の根本原因解析ガイド レポート 1014137

23ページを参照。

ボアソニック検査入門書 レポート 1014140

コンポーネントの延命と停止検査間隔の延長に興味を持つ電力会社にとって、タービンローターの信頼性と余寿命の予測は関心事項となります。高応力がかかったローターボア部分のボアソニック検査は、ローターの運転可能状態と余寿命を判断する非破壊検査データを提供します。ボアソニックシステムの性能の決定は、ボアソニックデータの信頼性を確定するために不可欠なものです。EPRIレポートボアソニック検査入門書(1014140)は、ボアソニック検査システム性能評価のガイダンスを提供するほか、ボアソニック検査業者の評価と選択のガイダンスも提供しています。

タービンケーシングき裂損傷評価および検査 レポート 1014138

このレポートでは、き裂したケーシングの運転・修理・廃棄の選択判断についてのガイダンスを記載しています。き裂を評価するための非破壊評価方法と金属組織学的評価について記述されています。いつ修理を開始すべきかを決定する際の考慮点、機械的方法と溶接修理を含むタービンケーシングき裂の修理方法、及び修理を除外する条件についても記述されています。電力会社の修理経験についても示されています。

蒸気タービンオンラインの羽根状態 評価 レポート1014143

このレポートは、き裂伝播に応じて羽根振動特性の変化を検出できる技術に焦点を置き、大型蒸気タービン羽根のオンライン状態評価を施す市販の新技术を評価しています。有限要素モデルと分析を破壊分析と組み合わせ、これを使って測定可能なL-0羽根特性き裂伝播の影響の評価を行いました。レポートでは、分析に基づく適切な監視技術が推奨されています。現在利用可能なオンライン羽根監視技術についての産業界の経験も含まれています。

蒸気タービンボルト 保全ガイド レポート 1013341

16ページを参照。

第5回EPRIタービン発電機プログラム技術移転ワークショップ & 2008年度夏季TGUGミーティング

EPRIタービン発電機(TG)プログラムは第5回目の技術移転ワークショップと2008年度夏季タービン発電機ユーザーグループ(TGUG)ミーティングを、2008年8月11日の週に、ノースカロライナ州コンコード市(ノースカロライナ州シャーロット市近辺)のEmbassy Suites Convention Centerにて開催します。

月曜日と火曜日のワークショップと並行して3つのワークショップトラックが開催されます。トラック1では、「蒸気タービン設計101」、「蒸気タービン性能101」、「蒸気タービン化学101」、「タービン水入門101」、「タービンライフサイクル管理/余寿命101」を特集します。トラック2では、発電機予報保全、発電機固定子巻き線高電位試験、DC発電機高電位ランプ試験についての会議が放送されます。トラック3では、新刊の蒸気タービンボルト保全ガイド (1013341)、除湿された空気を使った蒸気タービンの停止時保護 (1014195)、蒸気タービン羽根故障の根本原因解析ガイド (1014137)、タービンケーシングのき裂の検査と損傷評価(1014138)、および PMベースの概念と改善された蒸気バスデザイン入門書(1014141)のプレゼンテーションが含まれます。

TGUGミーティングでは、General Electric、Siemens、東芝、日立、三菱、Alstomによるプレゼンテーションが行われ、さらには電気油圧制御装置の改造やDetroit Edisonのオンライン監視プログラムなどのトピックが取り上げられるほか、Electrobrás TermonuclearによるTGプログラムの概要に関するプレゼンテーションが行われます。木曜日の午後には隣接するPioneerベアリングモーター社の施設を見学し、Pioneer主催の夕食会がLowe's Motor Speedwayにて開催されます。

ミーティングの詳細は、以下のEPRIのウェブサイトでご覧いただけます：
<http://guest.cvent.com/EVENTS/info/summary.aspx?e=9fe89618-724b-4828-8cb5-d28d0bffaac>

今後のワークショップやTGUGミーティングの詳細については、Alan Grunsky (電話: 米国 704.595.2056、電子メール: agrunsky@epri.com) までお問合せください

2008年 発電量向上に関するエキスパートレビュー

2008年度の発電量向上エキスパートレビュー(PIER)のウェブサイトには、本プロジェクトに参加している企業だけがアクセスできます。EPRIの技術スタッフと専門コンサルタントは、火力蒸気発電所の可用性/効率性/収益性の改善に直接値する厳密に評価した情報を提供するウェブサイトを立ち上げました。

このサイトは、他の運転ユニットにより立証されたアプリケーションをまとめ、過去10年間にわたり電力会社にとって価値あるリソースとして評価されています。何百もの厳密に評価されたケーススタディーがサイト内に文書化されており、他の企業を成功へと導いています。さらに、このサイトでは、発電所で広く活用できる新しいアイデアを常に追求しています。こうした興味深い最新のトピックは、商業的応用寸前の先端テクノロジーに注目するきっかけとなります。

このような新しい進化を厳密に評価したり議論する中、私たちは先を見据えるより、主に過去から学ぶという形を取っています。このアプローチは、EPRIの発電量向上ハンドブック作成の基本理念となっています。EPRI発行の火力蒸気発電所のための発電量向上ハンドブック (TR-11217、TR-114910、1006315)の初版3冊はすべて短期間で完売しました。第3版の内容は、ウェブサイトにてすぐにアクセスできます。

ウェブサイトに加え、ハードカバー本としての概略レポート発電量向上ケーススタディーも現在入手可能で、稼動中発電所ではスタッフが簡単に参照できるようになっています。PIERのグループメンバーは毎年、全発電所に分配するため、概略レポートのハードコピーを要請することができます。このハードコピーは、ウェブサイト版の補完書として非常に役立っているとの声が寄せられています。

詳細については、EPRI Palo AltoのTony Armor (電話: 米国 650.855.2961) までお問合せください。

タービン発電機フリート劣化の財務上のリスク改善

マネージメントが技術的問題を理解できない場合や適切な仕事が行われていない場合、経済的な問題により重要な技術的問題が見過ごされてしまうことがあります。このプロジェクトの目的は、シニアマネージメント(火力発電所及び原子力発電所のマネージャーまたは発電のVP)へ提示するスライドプレゼンテーション用の画像および文書をまとめることです。この資料は、2008年12月31までに完成する予定で、タービンと発電機の運転及び保全に対するリスク管理と経済/財務面での意思決定による影響に関するマネージメント教育に役立ちます。この効果として、シニアマネージメントが、経済的意思決定時に、タービンと発電機技術面での問題を配慮することが期待されます。

詳細については、Jan Stein (電話: 650.855.2390、電子メール: jstein@epri.com) までお問い合わせください。

蒸気タービンバルブ駆動装置状態評価ガイド

2008年初旬に、2005年度発行のEPRIレポートタービンバルブ状態評価のためのガイドラインと手順（1010211）を補完するバルブ駆動装置のガイド作成がスタートしました。この新しいレポートでは、分解時にバルブコンポーネント検査を行うための詳細な指示と評価基準、および適切なバルブ再組立を行うための仕様が提供されます。タービンバルブ駆動装置状態評価は、タービンバルブ状態評価のためのガイドラインと手順に記述されているタービンバルブの油圧式バルブ駆動装置について補充します。

このレポートでは、蒸気タービンバルブの適用について、以下の内容が説明されます。

- ・ GE火力発電所用バルブ: コントロールバルブ、メインストップバルブ、再生ストップバルブとインターセプトバルブ
- ・ GE原子力発電所用バルブ: コントロールバルブ、ストップバルブ、再生ストップバルブとインターセプトバルブ
- ・ Siemens Westinghouse火力発電所用バルブ: スロットルバルブ、ガバナバルブ、インターセプトバルブ、再生ストップバルブ
- ・ Siemens Westinghouse原子力発電所用バルブ: ガバナバルブとスロットルバルブ

原子力発電所と火力発電所代表者で構成されるテクニカルアドバイザリグループ（TAG）が形成されました。TAGメンバーは以下のとおりです。

- ・ Bob Bjune, South Texas Project
- ・ Tony Khalid, Exelon/Corporate
- ・ Tom Kordick, Ameren/Corporate
- ・ Mark Miller, Duke Energy/Catawba
- ・ Jim Olson, Tennessee Valley Authority, Corporate
- ・ Charlie Seitz, Exelon/Three Mile Island

ベンダーとメーカーもこのグループに加わるかもしれません。TAGはレポートの考察とレビューを行います。

技術レポートには、以下のセクションが含まれる予定です。

1. はじめに

背景、アプローチ、レポート構成の説明が含まれます。

2. 用語集

用語集には、レポートで使われている専門語、頭字語、定義がリストされています。

3. 技術的説明

このセクションでは、蒸気タービンバルブのための油圧式駆動装置機能に重点を置き、機械的・油圧式または電気式タービン制御装置の基本説明を行う予定です。さらに、タービンバルブの油圧シリンダーのコンポーネントと駆動装置の組立てについて説明する予定です。

4. 検査

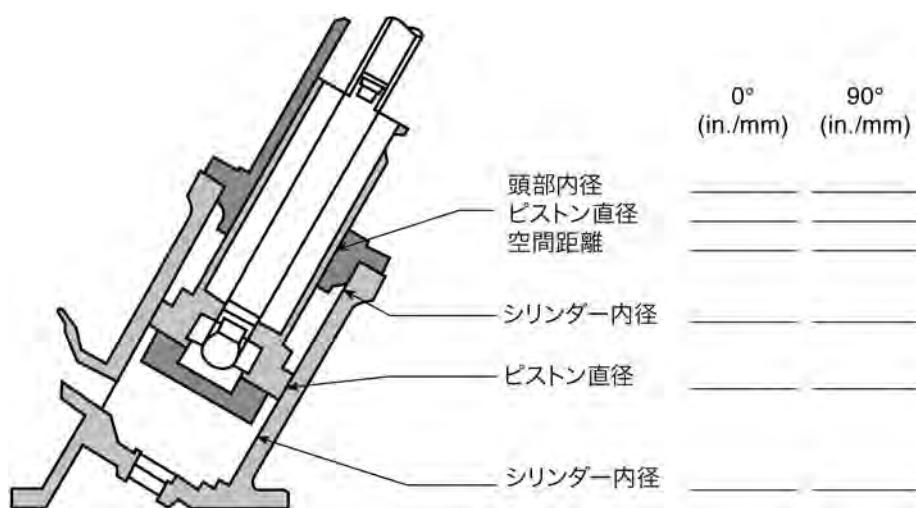
GEとSiemens Westinghouseタービンバルブ駆動装置の検査基準について説明する予定です。計測と状態を記録するためのデータシートのコピーを含め、駆動装置の検査基準について示される予定です。

5. 保全

保全セクションでは、GEとSiemens Westinghouseタービンバルブ駆動装置の予防保全および是正措置としての保全タスク処理について説明する予定です。駆動装置の分解、修理、再組立に適用される手順が示される予定です。また、このセクションでは、バルブ駆動装置で作業する際に考慮すべき安全対策について説明し、特殊工具をリストする予定です。

レポートの作成は2008年4月に開始し、2008年5月15日にTAGチームとの電話会議が行われました。また、アンケートが2008年6月に配信されました。原稿のレビューは2008年7月に予定され、レポート完成は今年末になる見通しです。

詳細については、Sharon Parker（電話: 米国 704.595.2164、電子メール: sparker@epri.com）までお問合せください。



タービンバルブ油圧シリンダー寸法図 サンプル

米国と海外におけるタービンユニットのためのバルブ金属学ガイド

EPRIレポートタービンバルブ状態評価のためのガイドラインと手順(1010211)は2005年に発行されました。米国と海外におけるタービンユニットのためのバルブ金属学ガイド(作成中)はレポート1010211を補完し、蒸気タービンバルブに使用される代替金属の情報が含まれる予定です。Tennessee Valley Authority (TVA) 火力発電所は、バルブコンポーネントに異なる材料を使って成功しており、この情報もレポートに含まれる予定です。

EPRI火力発電所用材料と修理プログラム(P87)が、金属学の立場でタービンバルブ材料について補完するために、別の蒸気タービンバルブプロジェクトを企画しています。このプロジェクトは、米国と海外メンバーに対して、蒸気タービンバルブ、シェル・ケーシング、羽根、固定コンポーネントにおける金属学データを記すための大きな取り組みの1つでした。

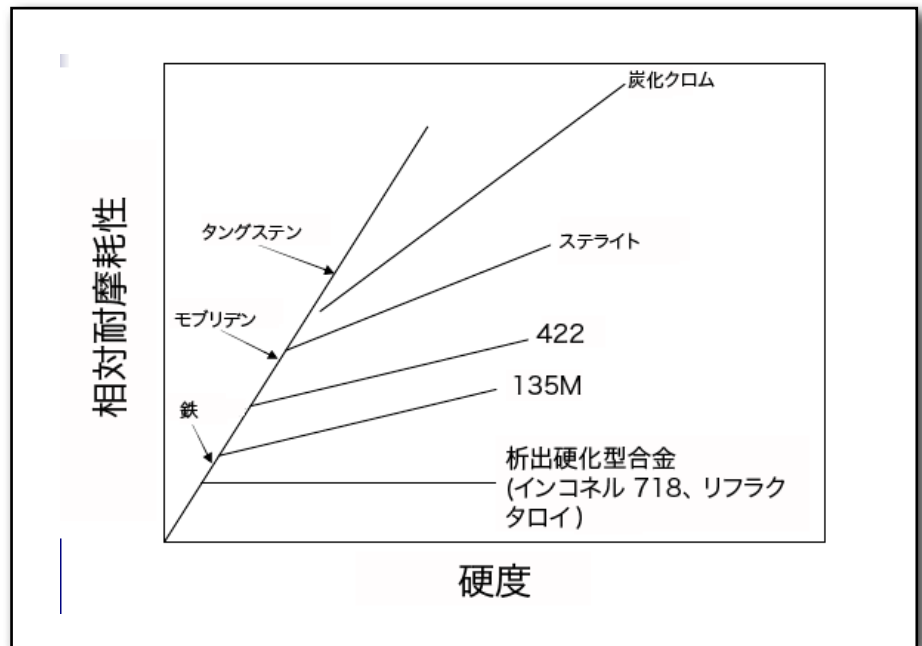
米国と海外メンバーに対して、代替材料の使用に関するデータを含む、蒸気タービンバルブコンポーネントの金属学データを記す包括的レポートを作成することが決定されました。このレポートは、EPRIプログラム65/NSTIとプログラム87のメンバーの資金提供により作成される予定です。

米国の火力発電所と原子力発電所はGE製とSiemens Westinghouse製の蒸気タービンバルブを使用しています。海外のタービンメーカーは、Alstom、Hitachi、Mitsubishi、Toshiba、Siemens、Allis Chalmersです。

レポートに含まれるタービンバルブの内容は以下のとおりです。

- ・メインストップ/ガバナー
- ・コントロール/スロットル
- ・再生ストップ
- ・インターセプト/結合された再生インターセプトバルブ

レポートに含まれる蒸気バルブコンポーネントは以下のとおりです。



耐摩耗性 vs. タービンバルブ材料の硬さ (TVA提供)

- ・ ブッシング
- ・ メインバルブディスクとパイパスバルブディスク
- ・ 圧力シールヘッド
- ・ シート
- ・ ステム

各コンポーネントについて含まれる金属学トピックは以下のとおりです。

- ・ 異なるメーカーが使用している合金の基準・材料(代替材料を含む)
- ・ 化学組成
- ・ 物理特性
- ・ 機械的性質降伏応力、引張強さ、硬さ、破砕状況、遷移温度、クリープ破断
- ・ 金属学:ミクロ組織、熱処理、コーティング
- ・ 破損メカニズム
- ・ 寿命評価
- ・ 修理:溶接、コーティング、熱処理

米国と海外の蒸気タービンバルブコンポー

ネントで使われているバルブ材料に関して、大規模なリサーチをする必要があります。バルブ材料に関してのアンケートが、火力発電所と原子力発電所、メーカー、その他バルブ部品のサプライヤーに送られる予定です。

レポートには、以下のセクションと内容を含む予定です。

1. はじめに:背景、レポート内容の概要、用語集、金属学基準、一般的なバルブ図
2. バルブブッシング材料:合金基準(代替材料を含む)、化学組成、物理特性、機械的性質、金属学、破損メカニズム、寿命評価、修理

20ページへ続く

タービン発電機予防保全基盤データベースへの追加

予防保全基盤データベース（PMBD）は、電力保全コミュニティが一般的な主要コンポーネントの保全戦略タスクを選択する際に、不可欠なリソースとなります。PMBDソフトウェア2.0版（1014971）は、信頼のある予防保全（PM）の推奨事項とそのサポート基盤を確立するための現在最も包括的な取り組みです。ソフトウェアに組み込まれた機能により、多くの機器関連分野とPMタスク管理に対して、奥深い分析を行うことができます。

以下の新規タービン発電機コンポーネントがPMBDに追加されています。

コンポーネント名	追加日時	改定番号
過熱防止装置がある主要タービングランド蒸気システム	7/1/2008	0
過熱防止装置がない主要タービングランド蒸気システム	7/1/2008	0
主要タービン潤滑油AC補助スタートアップオイルポンプとモーター	7/1/2008	0
主要タービン潤滑油ベアリングリフトポンプとモーター	7/1/2008	0
ブースターポンプ付き主要タービン潤滑油用貯蔵タンク	7/1/2008	0
イジェクタ付きの主要タービン潤滑油用貯蔵タンク	7/1/2008	0

PMBDソフトウェア2.0版は、EPRIお客さまサービスセンター（電話: 1.800.313.3774 または 650.855.2121、もしくは askepri@epri.com）にて入手可能となりました。

詳細については、Tiffani Teachey まで、電話 704-595-2247 もしくはメール tteachey@epri.com にてお問合せください。

電気油圧制御流体の評価

代替耐火性油圧流体が、発電所タービン電気油圧制御（EHC）システムでの使用に提案されました。ポリオレフィンエステル（POE）（Quintolubric® fluids）とポリアルキレングリコール（EcoSafe®）をベースにした製品が代替として奨励されています。しかし、代替品の使用またはその可能性については、技術的な懸念が持たれています。複数のメーカーによると、代替流体の利点は、流体のコスト及び処分コストの低減、システム性能の向上、健康・安全性・環境面での懸念の低減です。情報に基づいた客観的決断を行うために、電力関係者はEPRIと共に、代替品と広く使われているリン酸塩エステル流体の比較評価に取り組んでいきます。

評価対象の流体は、EcoSafe EHC（ポリアルキレングリコール）、Quintolubric（POEs）、Griflube Biosyn®（バイオエステル）、Fyrquel® EHC（リン酸塩エステル）、Reolube® Turbofluid 46XC（リン酸塩エステル）があげられます。

TAGの電力参加者は、EPRIがすぐに試験を行うことを許可しました。研究所として、英国の健康・安全性研究所が選択されました。以下のテストが、研究所により予定され、完了予定日は2008年7月と8月となっています。

- スプレー燃焼（国際標準化機構[ISO]と国際規格案[DIS]15029-2）
- マニホールド燃焼試験（ISO 20823）
- 浸し立方体テスト
- 芯の耐火性（ISO 14935）

この取り組みについての詳細は、Jim Sharkey（電話: 米国 704.595.2057、電子メール: jsharkey@epri.com）までお問い合わせください。

蒸気タービンボルト保全ガイド

蒸気タービンボルト締めめの保全・金属学ガイドを作成する作業が、2006年に開始しました。

TGプログラムメンバーの電力産業における高温ボルト締めめに対する懸念は、ますます高まっています。高温アプリケーションのボルト交換は、蒸気タービンの劣化によって既に起こり、ボルトの熱サイクル数が増えるにつれ、ボルト交換の必要はさらに継続しています。既存のボルトの状態を知ることは重要であり、稼動を継続するためには、水準に見合わないボルトを交換する必要があります。

タービン接合部は、一般的に3万稼動時間をもってオーバーホール時に分解されるように設計されていますが、オーバーホールとオーバーホール間の固定間隔に再度ボルト締めめは行われません。接合部は同じボルトを使って再組立され、タービン寿命の間に最大6回の再ボルト締めめが必要とされる可能性があります。このようにして再利用されるボルトは、残留応力によるフランジへの荷重が蒸気荷重を下回らないよう、クリープ緩和後も設計要件を満たすものでなければなりません。

高温ボルトにおいて、最も重要な材料特性は、ボルトの材料の応力緩和強さと言えるでしょう。緩和強度は、定時間(通常1万~3万時間)後の初期歪レベル0.2%の緩和応力とします。これを図1に示します。

実際には、機器の稼動時間が3万時間より大幅に少なくても、接合部の再度締め付けが6回以上必要となる場合があります。

この緩和を始めとする多くのタービン発電機の問題に対応するために、この新しい蒸気タービンボルト保全ガイド(1016958)には次のような情報が含まれます。

1. **はじめに** 背景、レポート構成、要約見解などが記述されています。
2. **用語集** 38ページにわたる用語と定義が含まれています。
3. **技術的説明** このセクションには、一般的な設計情報、スレッドタイプ、ボ

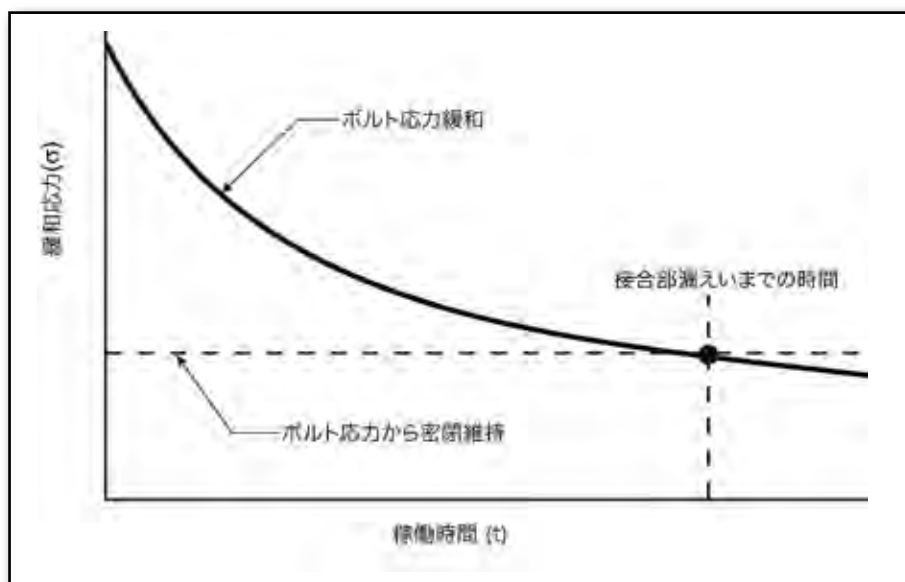


図1. 応力緩和

ルト締めめ方法、そして安全上の問題等が含まれています。

4. **工具と手順** このセクションでは、工具の説明、分解手順、検査手順、組立て手順、トルク組立手順について説明されています。
5. **故障モード** このセクションでは、雄スレッド、スレッドストリップ、その他による故障、破損メカニズム、および12の故障例を挙げたケーススタディについて記述されています。
6. **材料選択** このセクションでは、クロムモリブデンフェライト鋼、12%クロムマルテンサイト系鋼、時効硬化鋼、ASTM国際A286合金、ニッケルベース合金、そしてリフラクタロイ26の材料について、金属学の情報を提供します。
7. **検査、評価、保全計画** このセクションには、メーカーの推奨、余寿命評価及び破損試験用のファスナー選択と検査のアプローチ、き裂したファスナー検出時の措置などが記述されています。

8. **付録** この付録には、シャフトカップリングボルトの情報、ボルト締めめの保全手順、破損または固着しているボルトまたはスタッドの除去保全手順、金属学についてのまとめ、ボルト情報通知のまとめ、ボルト稼動時間と履歴の追跡手順、ボア表面からのスタッドおよびボルトの超音波検査、端面からのスタッドとボルトの超音波検査、リソース、電力会社へのアンケート、タービンバルブボルト締めめ情報、そしてボルト調達ガイドラインが含まれています。

20ページへ続く

将来を見据える:プログラム65とNSTI

プログラム65(蒸気タービン発電機とBOP)と原子力蒸気タービンイニシアチブ (NSTI)が取り組むプロジェクトは、各審議会から得た情報を活用して開始しました。当面の計画に加え、審議会は当該年を超えたプログラムの推進計画を立てました。プログラム65とNSTIによって、暫定的に予定された2009年–2010年の提案プロジェクトが下記にリストされます。

プログラム65とNSTIにより2009年–2010年に予定されたプロジェクト

レポートまたは活動	展開年	プロジェクトマネージャー
第11回蒸気タービン発電機ワークショップとベンダーエキスポ	2009年	Paul Zayicek
蒸気バスコンポーネントにおけるレーザークリーニング実証	2009年	Sharon Parker
EPRI統合応力腐食き裂と腐食疲労損傷 余寿命予期コードの開発	2009年	
EHC流体FC3モニタースタディー実証	2009年	Jim Sharkey
疲労センサー参照試験片	2009年	Paul Zayicek
蒸気タービンCBTモジュールのための流路分析	2009年	Gary Golden
酸化付着物除去のためのバルブ内部のフォームクリーニング	2009年	Sharon Parker
羽根アタッチメントモックアップのき裂移植	2009年	Paul Zayicek
異常逆相ソフトウェアの対象となる発電機ローターの検査基準	2009年	Jan Stein
タービンローターとディスク用の金属学ガイドの国際的アップデート	2009年	John Shingledecker
国際バルブ金属学ガイド	2009年	Sharon Parker
主要タービン発電機イベント時の緩和措置	2009年	Gary Golden
NERC規格確認のための遠隔実施方法	2009年	Jan Stein
熱性能に対する蒸気堆積物の影響	2009年	Gary Golden
タービン発電機補助系保全ガイド、第5巻	2009年	Alan Grunsky
羽根振動監視	2009–2010年	Paul Zayicek
タービン発電機のオーバーホール及び保全の 時間及びコストの削減に関するガイドライン	2009–2010年	Alan Grunsky
国際タービンバルブ状態評価	2009–2010年	Sharon Parker
低圧リム寿命CBTモジュール	2009–2010年	
低圧リム寿命ソフトウェア	2009–2010年	Paul Zayicek
電気コンポーネントの保安全管理	2009–2010年	Sharon Parker
SAFER-PC	2009–2010年	Paul Zayicek
SAFER-PC CBTモジュール	2009–2010年	Paul Zayicek
タービン発電機予防保全データベースへのモジュール追加	2009–2010年	Tiffani Teachey
国際蒸気バルブのためのタービンバルブ駆動装置状態評価	2009–2010年	Sharon Parker
発電機のオンラインモニターの統合化	2010年	Jan Stein
第6回技術転移ワークショップ	2010年	Paul Zayicek

応力腐食割れと腐食疲労ワークショップを開催予定

EPRIは応力腐食割れ(SCC)と腐食疲労(CF)ワークショップを2008年10月1日から3日にかけてテネシー州ナッシュビル市のGaylord Opryland Hotelにて開催します。このワークショップでは、緩和戦略に焦点を当て、過去の経験を基に、SCC・CFのように現在発電所が対処している問題に取り組んでいきます。低圧タービンディスクのリム寿命問題と関連するEPRIコンピュータープログラムについても討議します。また、参加者が持ち寄った問題についてラウンドテーブル ミーティングを行います。時間を有効に使い、アジェンダの作成に役立てるために、討論トピックを事前に参加者にメールしていただきます。その他の追加議題については、今後さらに検討していきます。

このワークショップに関する技術面のご連絡は、Gary Golden (電子メール: ggolden@epri.com) までお願いいたします。

2009年ヨーロッパTGUGワークショップとミーティング



EPRIタービン発電機ユーザーグループ(TGUG)は、2009年6月8日から12日にかけて、ヨーロッパ電力向けワークショップとベンダーエキスポをスペイン・マドリッド市にて行う計画を立てています。マドリッドのホテルはまだ未定です。EPRIメンバーと非メンバーのヨーロッパ原子力および火力発電所の代表者はぜひご参加ください。米国・北米TGUGメンバーのご応募もお待ちしております。詳細が決定次第、アップデートしていきます。

詳細については、Alan Grunsky (電子メール: agrunsky@epri.com) までお問い合わせください。

2008年ボイラーと原子炉給水ポンプタービン(B/RFPPT)ワークショップ

プログラム65とNSTIは、11月18日と19日および20日(半日)に、B/RFPPTワークショップをVanderbilt University 隣接のNashville Marriot Hotelにて開催します。



タービンエンジニア、システムエンジニア、保全計画スタッフ、保全調達スタッフ、ボイラーまたは原子炉給水ポンプタービンに関わる関連者は是非ご参加ください。

このワークショップは、火力および原子力産業界のために開催します。また日々高まるB/RFPPTに関する懸念にも対応していきます。トピックは次のとおりです。バルブと制御、制御アップグレード、ローターとシリンダー高経年化対策、購入と交換、運転とレイアウト、蒸気パスアップグレードの影響、カップリング(あらゆる設計、能力、アライメントプロセス)、補助システム(潤滑オイル、蒸気シール、他)、TSI、バランス、コーティング、そして発電機と保全の教訓についての話し合いを含みます。

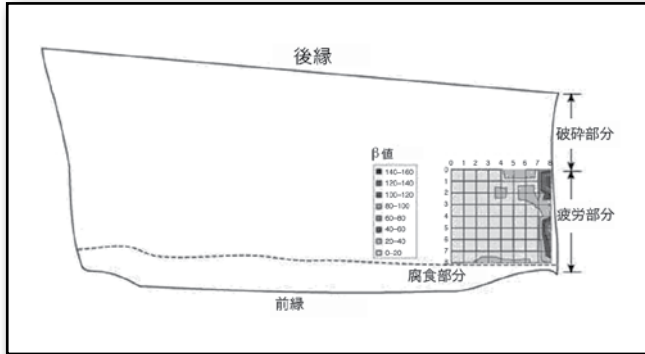
他の参加者と上記の議題について体験談を交換していただくため、事前に十分用意した上で参加して下さい。この話し合いはワークショップのラウンドテーブルディスカッションで行う予定です。

プレゼンターとしての参加を希望する方は、Gary Golden (電話: 米国: 865.218.8111、電子メール: ggolden@epri.com) までご連絡ください。

タービン発電機サプリメンタルプロジェクト

蒸気タービン羽根のための疲労センサー技術の実証

蒸気タービンに関連する計画外の停止の多くは、羽根の故障によるものです。大型低圧羽根の故障は、広範囲で高コストなダメージを引き起こします。き裂の検知に役立つ多数の非破壊検査法と既存の技術が存在します。しかしながら、一般的非破壊検査技術は、き裂が起きる前に予知することはできません。疲労センサー技術は、疲労損傷蓄積と寿命消費の識別に役立つ技術として



タービン羽根の疲労部分の実験的測定

実証されています。このEPRIサプリメンタルプロジェクトでは、疲労による損傷測定とその不確定を既存の技術を使って定量化するために、ジェセテ材料の疲労試験片を使用し、本技術のベンチマーク算出を提供します。この定量的ベンチマーキングは、タービン羽根の実地試験の結果の解釈に対し、重要な基盤を整えます。単軸および屈曲疲労片は、蓄積された疲労損傷の判断要素となる β パラメータを開発するために、疲労センサー技術を用いて、周期的な測定と途中中断テストを受けます。

詳細については、Paul Zayicek (電話: 米国 704.595.2154、電子メール: pzayicek@epri.com) までお問い合わせください。

General Electric製発電機ローターカップリング下部のシャフトキーウェイき裂の検知

発電機シャフトキーウェイのき裂は、過去にも2台の原子力4極発電機で発生しました。シャフトキーウェイのインボード側から、フレットイング疲労によって発生したものです。そのき裂が軸受部分に向かい伝播しました。明らかにき裂方向からねじり荷重により進展したものです。本来、OEMはシャフトキーウェイカップリング下部のき裂を検知するための非破壊検査技術を用意していませんでした。OEMが提案したのは、キーウェイに隣接したシャフト部分の浸透探傷試験と目視検査でした。このアプローチの弱点は、損傷プロセスにおいてき裂を検知するのが遅くなるため、結果的に発電所は緊急修理を施さなければならないことです。伝播の初期段階でき裂を発見をすることにより、電力会社の運転再開、き裂進展の監視、その後の修理による停止に向け効率的に準備・計画することができます。

EPRIサプリメンタルプロジェクト「GE社製の発電機ローターにおけるカップリング下部のシャフトキーウェイき裂の検知」には、発電機ローターシャフトキーウェイ部分の嵌め合いカップリングの



原子力4極発電機のシャフトキーウェイ内のねじりき裂

下のき裂を検出するためのリニアフェイズアレイ超音波検査技術の開発が含まれています。この技術は、カップリングを分解せずにすむので、ユニット有効度に対する影響を最小限に抑えつつ、適時検査が可能になります。リニアフェイズアレイ超音波検査技術は、各プローブ要素を段階的に調整することができ、超音波エネルギーの操作が可能になります。この機能のおかげで、

20ページへ続く

シャフトキーウェイのインボード部分に隣接する接近可能なシャフト表面から検査を行うことができ、シャフトキーウェイのインボード部分を検査することが可能となりました。EPRI技術を使用した検査アプリケーションの数学的モデリングにより、本アプローチが有望であることが分かります。モデリング作業の検証は、あらゆる人工ターゲットを使用し、実物大のモックアップにて実行される予定です。開発された技術の欠陥検知とサイジングの性

能もこのモックアップで評価される予定です。廃止された発電機ローターの一部が、実物大モックアップとして使われます。

詳細については、Paul Zayicek (電話: 米国 704.595.2154、電子メール: pzayicek@epri.com) までお問い合わせください。

3. **メインバルブとバイパスバルブのディスク材料:**合金基準(代替材料を含む)、化学組成、物理特性、機械的性質、金属学、破損メカニズム、寿命評価、修理
4. **バルブシート材料:**合金基準(代替材料を含む)、化学組成、物理特性、機械的性質、金属学、破損メカニズム、寿命評価、修理
5. **バルブステム材料:**合金基準(代替材料を含む)、化学組成、物理特性、機械的性質、金属学、破損メカニズム、寿命評価、修理
6. **圧力シールヘッド材料:**合金基準(代替材料を含む)、化学組成、物理特性、機械的性質、金属学、破損メカニズム、寿命評価、修理
7. **参考文献**
8. **付録**

米国レポート作成作業は2008年4月に始まり、10月には初期原稿が出来上がる予定です。米国におけるバルブについての最終レポートは2009年度上半期までに完成する予定です。

国際レポートの作成については、現在ベンダーに要請中です。国際レポートは2009年末に完成する予定です。

詳細については、Sharon Parker (電話: 米国 704.595.2164、電子メール: sparker@epri.com) までお問合せください。

レポートは2007年12月31日にEPRIのウェブサイトから入手可能となり、紙面でのレポートは2008年3月にメンバーに郵送されました。当レポートの発行後、ボルト購入入札仕様書が作成され、2008年3月に発行されたEPRIレポートガイドライン「タービン発電機の保全オーバーホールと検査の時間およびコストの削減に関するガイドライン: 第4巻タービン・発電機コンポーネント購入仕様書 (1016346)に追加されました。この入札仕様書は「蒸気タービンボルト締め保全ガイド (1013341)」に加えられ、「蒸気タービンボルト締め保全ガイド」(1016958)が作成されました。

「蒸気タービンボルト 保全ガイド」改訂1版に関するご質問は、Tom Alley (電話: 米国 704.595.2066、電子メール: calley@epri.com) までお問い合わせください。

軸方向挿入型のディスク羽根アタッチメントのNDE実証試験

ローターの余寿命の測定、または低圧(LP)蒸気タービンローターにおけるディスク羽根アタッチメントのき裂に関連する交換および修理戦略は多くのリソースを消費します。蒸気タービンディスクアタッチメント部分に生じる応力腐食割れの検知に関する信頼おける超音波検査法は、ローターの運転、修理、取替の意思決定過程において、必要不可欠です。EPRIは、この検査サービスを提供する商業ベンダーに対し、軸方向挿入型のディスク羽根アタッチメントの非破壊実証試験(NDE)を行う予定です。この実証試験は、2体の廃止されたWestinghouseの軸方向挿入型ディスク羽根アタッチメント付きLPローターディスクの人工欠陥の検知に基づきます。EPRIは以前にも、接線挿入ディスク羽根アタッチメントの欠陥検知と欠陥サイジングのための実証試験を行いました。結果は羽根アタッチメント検査のためのフェーズアレイ実証試験(1011677)レポートに発表されています。

軸方向挿入型のディスク羽根アタッチメントのNDE実証試験は、以前の実証活動から自然に発展しました。このプロジェクトは2部に分かれています。1年目では、モックアップと実証試験手順を策定し、商業検査ベンダーの参加を募り、ベンダーデータの採取を促進します。2年目では、試験法と検査性能結果をまとめ、ベンダーデータを解析し、最終レポートを作成します。

詳細については、Paul Zayicek (電話: 米国 704.595.2154、電子メール: pzayicek@epri.com) までお問い合わせください。



き裂した軸方向挿入型ディスク羽根アタッチメント

疲労センサー技術を使用した12%クロムタービン羽根の β パラメータ測定

EPRIサプリメンタルプロジェクト「蒸気タービン羽根のための疲労センサー技術の実証」では、超音波を使い、非破壊的にタービン羽根の疲労寿命消費測定する新技術について、探求しました。稼動中タービン羽根の疲労センサー技術の適用は、稼動中に故障するリスクを削減し、ローターから羽根を外すことなく、消費疲労寿命の測定や羽根の取替え時期の最適化を可能にします。本来のサプリメンタルプロジェクトは、ジェセテ羽根の測定を基礎に、次回の現場配置での β パラメータの立証を目指しました。前回の拡張作業である本プロジェクトは、タービン羽根の12%クロム族の β パラメータを測定し、次回の現場配置のための消費疲労寿命を確立します。

詳細については、Paul Zayicek (電話: 米国 704.595.2154、電子メール: pzayicek@epri.com) までお問い合わせください。

低圧タービン羽根の検査のガイド

羽根の故障の結果として羽根の性能に悪影響を与え、ユニットを損傷する可能性があることから、定期的な低圧(LP)タービン羽根の検査は、き裂又は他の損傷を早期に発見するためには欠かせません。タービン羽根の包括的検査には、各種羽根設計の適宜な翼、羽根の付根、タイワイヤ、テノンなどが検査項目として含まれます。複数の非破壊試験(NDE)技術は、羽根欠陥のサイジングと検知に応用可能です。NDE技術には、目視検査、超音波検査、磁粉探傷検査、過流探傷検査、そして浸透探傷検査が含まれます。疲労センサー技術などの新たなNDE技術も、この検査アプリケーションとして評価されつつあります。

LPタービン羽根の複雑な形状、特に羽根の付根部を開発するときに、超音波検査戦略の課題に直面します。商用モデリングソフトウェアプログラムは、超音波エネルギー伝播や検査可能範囲の評価を可能にし、結果として、検査効率の改善とさらに正確な検査結果の解釈が望めます。

このプロジェクトの成果物は、LPタービン羽根検査についてのガイダンスを提供するEPRIレポートにまとめられます。

詳細については、Paul Zayicek (電話: 米国 704.595.2154、電子メール: pzayicek@epri.com) までお問い合わせください。



稼動中の羽根付根の完全破砕

疲労センサーによる曲線状羽根表面の測定最適化

疲労センサー技術は、疲労リスクの対象となるコンポーネントの疲労寿命消費を測定する非破壊試験(NDE)法です。疲労による金属内の微細構造ダメージの原因は、通常、様々なタイプの転位構造の蓄積が関係しています。疲労ダメージが蓄積されると共に、転位双極子密度が増加し、超微細のひびが入ります。低レベル超音波の特徴と消費した疲労寿命との相関関係が、全属内の転位による音エネルギーをスペクトル分析することによって計算されます。疲労センサー技術は低レベルの超音波の特徴を識別することができ、蒸気タービン羽根にどれだけ疲労ダメージが蓄積しているかを判断します。

既存の疲労センサー測定技術は、事前に用意された疲労試験片を使用した定量的ベンチマークを行うのに十分であると思われます。しかしながら、稼動中の検査で表れる曲線状の羽根翼と表面の粗さの効果について対処するために、タービン羽根アプリケーションの疲労センサー測定過程の最適化を計ることができます。代替プローブの形状と波モード、代替カップリングスキーム、そして代替波分析スキームといった複数のタスクが検討されています。現在の戦略は、パルスエコープローブ(単一測定プローブ)を現在のピッチキャッチ法(被検査物の両サイドからアクセスが必要な2つの測定プローブ)と代えて、追求していくことです。また、電磁音響変換器(EMAT)技術も検討していきます。EMATは音響波が伝達する際、その媒体に接触しないで超音波を発信および受信することができます。これによって、接触型の超音波測定技術で遭遇した接触性の問題が解消されます。

詳細については、Paul Zayicek (電話: 米国 704.595.2154、電子メール: pzayicek@epri.com) までお問い合わせください。

開催予定のイベント

2008年 ミーティング	日付	場所
第5回タービン発電機 技術移転ワークショップ & 夏季タービン発電機 ユーザーグループ(TGUG)ミーティング	2008年8月11-15日	ノースカロライナ州コンコード市 Embassy Suites
NERCインタレストグループ	2008年8月21-22日	ミシガン州デトロイト市 DTE本部
EMIインタレストグループ	2008年9月10日	オハイオ州グローブポート市 AEPのJohn E. Dolan エンジニアリング研究所
応力腐食割れ & 腐食疲労ワークショップ	2008年10月1-3日	テネシー州ナッシュビル市 Gaylord Opryland Hotel
ボイラー/原子炉給水ポンプ タービンワークショップ	2008年11月18-20日	テネシー州ナッシュビル市 Vanderbilt Marriott Hotel
2009年 ミーティング	日付	場所
2009年冬季TGUGワークショップ & ベンダーフェアとのミーティング	2009年1月19-23日	ジョージア州サバンナ市 Hyatt Regency
第11回EPRI 蒸気タービン発電機 ワークショップとベンダーエキスポ	2009年8月10-11日	未定
TGUG夏季ミーティング	2008年8月12-14日	未定

プログラムのスタッフ

火力発電と原子力発電 蒸気タービン発電機プログラム

Gary Golden

性能、テスト、B/RFPPT
865.387.5309, ggolden@epri.com

Alan Grunsky

運転と保全
704.595.2056, agrunsky@epri.com

Sharon Parker

タービン補助系
704.595.2164, sparker@epri.com

Linda Parrish

上級管理アシスタント
704.595.2061, lparrish@epri.com

John Shingledecker

材料
704.595.2120, jshingledecker@epri.com

Jan Stein

電気機器、発電機
650.855.2390, jstein@epri.com

Paul Zayicek

NDE、状態評価
704.595.2154, pzayicek@epri.com

蒸気タービン羽根故障の根本原因解析ガイド

蒸気タービン羽根故障の根本原因解析ガイド(1014137)は、電力会社が蒸気タービン羽根(バケット)の故障原因を突き止めるに当たり、参照できるものとなっています。このレポートでは、最も一般的なタービン羽根の故障を特定するためのステップバイステップのアプローチと概要が記述されています。また、これはどのように損傷メカニズムが、羽根故障前の運転事象として表れるか、そしていかにこれらの根本原因と二次的原因を区別すべきかを示します。

このレポートは、2008年3月に発行され、現在入手可能となっています。

詳細については、Justin Thibault (電話: 米国 704-595-2103、電子メール: jthibault@epri.com) までお問合せください。

輸出管理規制

EPRI の知的財産権へのアクセスと使用は、米国および海外の輸出関連法と規制に貴方と貴社が完全かつ確実に準拠する責任を負うという理解と要件のもとで付与されます。この責任には、米国民または米国永住者ではない各個人のアクセスが、適用される米国および海外の輸出関連法と規制の下で許可されることも含まれます。貴方または貴社によるEPRIの知的財産へのアクセスが合法かどうか不確実な場合は、貴社の顧問弁護士に相談することが義務付けられていることを認識します。EPRIは自社の特定知的財産に対して適用される米国輸出規制分類の非公式調査を実施することもあります。この調査は情報提供を目的としたもので信頼性を調査するものではないことを理解します。貴方と貴社は、適用される米国輸出規制分類についての自己検証を行い、コンプライアンスを保証する必要があります。適用される米国または海外の輸出関連法と規制に違反するEPRIの知的財産へのアクセスや使用については、EPRIや該当する当局に速やかに報告する義務があることを理解・認識します。

Electric Power Research Institute (EPRI)は、カリフォルニア州パロアルト市、ノースカロライナ州シャーロット市、テネシー州ノックスビル市に主要拠点を置き、1973年に公益エネルギーと環境調査を行う独立非営利団体として発足しました。EPRIではメンバー、参加者、当機関の科学者とエンジニア、そして一流の専門家を集い、電力の課題の解決に向け、共同作業を行っています。これらの解決策については、電気の発電と送電、健康、安全、および環境を含む電気の使用などと、ほぼすべての事項に取り組んでいます。EPRIメンバーは、米国国内で発電される総電力の 90% 以上のシェアを誇ります。海外による参加は、EPRI全般の研究、開発、実証プログラムのうち、15%を表します。

Electric Power Research Institute

3420 Hillview Avenue, Palo Alto, California 94304 · PO Box 10412, Palo Alto, California 94303 USA
800.313.3774 · 650.855.2121 · askepri@epri.com · www.epri.com