

第9回設備診断検討会 議事録

1.開催日時：平成19年6月15日(金)13:30~16:30

2.開催場所：日本電気協会 4B, C会議室

3.出席者(順不同,敬称略)

出席委員：望月主査(大阪大学),山下副主査(東京電力),岩崎(群馬大学),井原(四国電力),滝沢(東京電力),中野(日本原子力技術協会),佐藤(発電設備技術検査協会),高柳(中部電力),森(原子力安全基盤機構),清水(東芝),牧(テブコシステムズ),井上(日本非破壊検査協会) (12名)

代理出席委員：藤澤(原子力安全保安院・田口代理),西田(北陸電力・上野代理),野村(関西電力・瀬越代理),渡辺(北海道電力・笹田),長谷川(日本原電・中村代理),笠毛(九州電力・井上代理),小川(中国電力・溝部),大高(原子力安全基盤機構・三原田代理) (8名)

欠席委員：菅野(日立製作所),宮口(三菱重工業),遠藤(東北電力) (3名)

常時参加者：石沢・中川(東京電力),橋倉(原子力安全基盤機構・竹島代理),樋口(電源開発),野村(関西電力) (5名)

オブザーバ：松永((株)サーモグラファー),吉田(トライボテックス),福谷(原子力エンジニアリング),小野(東京電力),小林(JFEメカニカル),前田(原子力安全・保安院) (6名)

事務局：大東(日本電気協会) (1名)

4.配付資料

資料 No.9-1 設備診断検討会 委員名簿

資料 No.9-2 第8回設備診断検討会 議事録(案)

資料 No.9-3 コメント整理表 - 回転機械振動診断

資料 No.9-4 コメント整理表 - 潤滑油診断

資料 No.9-5 コメント整理表 - 赤外線診断

資料 No.9-6 原子力発電所の設備診断に関する技術指針 - 回転機械振動診断 案

資料 No.9-7 原子力発電所の設備診断に関する技術指針 - 潤滑油診断 案

資料 No.9-8 原子力発電所の設備診断に関する技術指針 - 赤外線診断 案

資料 No.9-9 原子力発電所の設備診断に関する技術指針 制定スケジュール(案)

参考資料 1 第16回構造分科会議事録(案)

参考資料 2 第20回基本方針策定タスク議事録(案)

5.議事

(1)会議定足数確認

事務局より,委員総数23名に対し代理出席者を含めて本日の委員出席者数20名で,規約上の決議条件の「委員総数の2/3以上の出席」を満たしていることが報告された。

(2) 代理出席者およびオブザーバ参加者の承認

事務局より、代理出席者およびオブザーバを紹介し、望月主査より代理出席者およびオブザーバの会議参加が承認された。また、原子力安全・保安院の前田様より常時参加希望の申し出があり、了承された。

(3) 前回検討会議事録(案)の承認

事務局より、資料 No.9-2 に基づき、議事録(案)が紹介され、承認された。

(4) 第16回構造分科会議事録(案)、第20回基本方針策定タスク議事録(案)の紹介

事務局より、参考資料1, 2 に基づき、第16回構造分科会議事録(案)、第20回基本方針策定タスク議事録(案)が紹介された。

(5) 設備診断ガイドライン案の検討

各担当委員より、資料 No.9-3~9 に基づき、コメント整理表、技術指針案(回転機械振動診断、赤外線診断、潤滑油診断)、制定スケジュールの説明があった。技術指針案(潤滑油診断、赤外線診断)、制定スケジュールについては、6月26日の原子力規格委員会に中間報告することが了承された。規格番号の符番については、電気協会内規により4桁とすることとなった。現在42 は、4210まで使われているため、今後、いくつかの技術を複合させた規格を0番から作ることを考慮して、4220から20番程度を確保して設備診断の規格番号とすることについて提案があり、了承された。

本件に関する主な意見は、次の通り。

(潤滑油診断)

- a. 2.1.2(7)状態監視パラメータで「設備等の状態監視を行い・・・」は、潤滑油を見て設備の状態を見る場合もあれば、油自体の状態も見るので、あえて「設備等」と書いたと記憶しているが、それが読んだ人に通じるだろうか。表現を検討して欲しい。
- b. 潤滑油に関する劣化事象として固着があるが、潤滑油自体が劣化して固着して機器が正常に働かないというようなことは、指針には盛り込まないのか。固着の原因は酸化劣化で粘度が変わることなどだと思うが、状態監視パラメータは何を見て固着していないと判断するのか。

固着は一般的に高分子の油の酸化度が上がってくると粘度が上がってくるので、ここで測定している酸化度で事前に兆候を捉えられると思う。

固着は潤滑油で診断している。パラメータとしてよく用いるのは汚染度で、その汚染度に対する基準値を持っていて、それに従って評価している。この指針の範囲は「設備の摺動部に対して」ということなので、そこまで考慮していなかったが、加えるということになれば見直す必要があると思う。

あくまでも状態監視、設備診断は予兆で捉えるのが目的なので、固着が見つかった時点では手遅れで、固着に至る予兆を捉えられるパラメータを設備ごとの知見を得て診断できるようにしていきたい。

固着について高経年技術評価でどのような評価を事業者が実施しているかという、「作動確認をして正常に動いているので固着はおきません」と言っている。それを今後は監視パラメータで状態を見ていって、説明性が上がればとてもよいと思う。

- c. 回転機器だけではなくてメカスナやオイルスナッパーにも潤滑油が使われているので、それらも潤滑油診断の対象にできないのか。

対象物に応じて油分析して機器の劣化を診断できるような構造のものは極力やっていきたい。

作動確認をやって確認ということは、メカスナやオイルスナッパでやっている。それに加えて油を抜いて診断できれば、それは使っていくべきだと思うので検討していただきたい。

d . 赤外線診断だと、例えば端子のゆるみなど、これまでも劣化として捉えられていたものが直接的に検出されるということになるが、潤滑油診断は、油自体の劣化を見ているが、それ以外にも固着など、これまで劣化、損傷として捉えてきたものを間接的に捉えることになる。今回の潤滑油診断は、これまでの劣化、故障と捉えていたどういうものに使えるということに記載しておく必要はないのか。

解説 5 に磨耗の形態による分類を記載している。

赤外線診断指針のように劣化モードに対する対象機器を書いた方がわかりやすいのではないか。

解説 5、例示 1 に対象機器を追記できるか検討を行う。

(赤外線診断)

e . 2.2 で、「劣化モード又は故障モードとして考慮するものには、弁のシートパス、弁、配管の閉塞、ポンプ、ファン、モータの潤滑不良、回転体カップリングのミスアライメントの異常がある」とあるが、弁やポンプのどんな状況を故障モードとして考慮するのかを書かなくても良いのか。

「弁、配管の閉塞」は「弁や配管の閉塞」のことであり、「ポンプ、ファン、モータの潤滑不良」は「ポンプやファンそしてモータの潤滑不良」の意味である。その趣旨がわかるように表現の見直しを行う。

f . 2.2 で、本指針において考慮するものを具体的にあげると、こういうものしか考慮しませんとも読み取れてしまう。本指針で考慮するのは、温度の変化が生じるような劣化モードや故障モードに限ってにおいて、例えばということで例示を載せればよいと思う。現状は、文章と表が重複しているのではないか。

もう少しすっきりと整理する。

g . 赤外線を用いた温度の上昇を検出するということは、いろいろな場所でトライしていると思うが、一つ大きなものが抜けているのではないかと思う。例えば BWR の D/W 内の漏えいを見つけるために、赤外線で配管から高温、高圧水が出てくるのを検出しようという考え方があると思うが、まだ確立されていないから含まれていないのか。意識的に抜いているのか、あるいは単に抜けているのか。もしくは、一つ一つの細かい場所を議論しているのではなくて、温度変化については、こういう技術が使えるというように見ればよいのか。

ご指摘の通り格納容器内に赤外線カメラを設置して温度変化を監視したことはある。しかし、この指針では測定する対象ではなくて測定する技術についてどう使うべきかという検討をしているので、どのような場所に使うかという部分は基本的には検討していない。

h . 3.1 に「必要なパラメータを選定する」とあって、解説 4 では「温度である」となっている。一対一の対応であれば、解説にするまでもなく本文に温度と書いてはどうか。多分、前は放射率が入っていたのでこの表現となったと思うが、温度だけなら表現を見直してはどうか。

確かに前は放射率が入っていたので、この表現となった。記載方法としては、各指針では

ば同様な書き方としているためこの表現となっているが、コメントを受けて再検討を行う。

- i . 赤外線でとる時は普通温度でとるが、温度に換算する前の放射エネルギーの段階で診断することも原理的には可能だと思う。しかし、あくまでも温度という物理量で診断すると言い切ってしまうのか、温度または放射エネルギーなどと幅を持たせるのか、書き方は考えるべきである。

放射エネルギーを測定して診断するという事は、現実的にはほとんど行われていないと言ってよいと思う。市販されている機械のほとんどが温度を測定するもので、温度換算をした値が表示される。特殊な研究で温度に換算する前の信号から放射エネルギーを換算して、エネルギーの分布を求めて解析するというようなこともあるが、一般には全て温度を用いている。

解説 5 に「絶対値による劣化又は故障の兆候の有無確認を行うには、測定対象設備の放射率をあらかじめ確認する必要がある」とあるが、変化を追いかけてやる場合には、放射率をそれほど厳密に確認しなくてもよいといった趣旨を書いてはどうか。

放射率が 0.5 を切ると、ほとんど温度を測定できないと考えた方がよい。ポンプやモータは必ず塗装されているが、塗装の仕様によっても放射率は違うが、だいたい塗装は 0.9 くらいあるので、相対評価で問題ない。放射率が 0.5 以下になると、ほとんど反射を測定することになるので、誤差が非常に大きくなるので、むやみに放射率を無視するのは好ましくない。「放射率のよい所を見て評価する」趣旨がわかるようにした方がよい。

解説 12 に「測定時は放射率補正を実施せず、評価時に個々の温度測定部位について放射率補正を実施する方が効率的な場合がある。」とあるので、解説 5 は削除してもよいのではないか。

解説 5 の削除等の検討を行う。

(回転機械振動診断関連)

- j . 例示 2 に簡易診断の例が出ていて、振動速度の例となっているが、簡易診断は一般に速度で見るとということなのか。変位か速度で見ることが多いと思うが、パラメータについての補足があった方がよいのではないか。

振動速度をとるのが一般的なもので、振動速度とした。

- k . 例示 2 で、傾向管理の例と書いているので、どの辺で精密診断に移行するとか、分解点検を行うなど示してあげると親切なのではないか。

精密診断を実施するタイミングは目安としては目標基準を超えたらというのが一般的であるが、各事業者の判断によるので、ここでは特に記載していない。

- l . 解説 12 に状態監視パラメータとして変位、速度、加速度が書いてあって、例示に速度が書いてあると、解説と例示のつながりがわかりにくいのではないか。

解説 12 に「振動診断における評価に必要な状態監視パラメータには、変位、速度、加速度があって、適切なパラメータを選定してデータをとりなさい」ということになっている。だから、絶対に速度でなければいけないと言っている訳ではなくて、場合によっては変位でも加速度でもよいというスタンスが基本だと思う。後に出てくる例示は、一般的には速度を見ていることが多いこともあり、速度を監視している例が出ていているということである。

m. 発電所で実際に計測しているパラメータは、タービンは軸振動の振幅で、一次系のポンプも振幅である。速度よりも変位が主に使われているパラメータなのではないか。

それは中操などの監視機器でとるもので、運転パラメータとして見ているのではないか。ここで議論しているのは、ハンディ型の設備診断用の測定器で設備診断を行うことを想定した解説となっている。もちろん、中操のプロセス計器を診断に使っていくということも考慮のうちであるが、そのデータを予兆ベースでどう取り扱うかは、まだ各事業者ごとに運用が定まっていないので、現場で多く使われているハンディ型の測定器によるデータを扱うことを主に考えた指針となっている。

速度をパラメータとしていると言っているが、おそらくセンサーそのものは加速度センサーで積分されたものが表示されていて、ただ傾向管理するために速度で見ているというだけではないか。だから、あまり変位だの加速度だのこだわる必要はないと思う。

それだと表 3-1 の劣化モード又は故障モードの部分かわかりにくい。パラメータにこだわることはないということだが、表 3-1 を見ると、変位だとこのモードが、速度だとこのモードがわかりますよと読めてしまう。何で速度を見ておけば全体がカバーできるのかと疑問に思う人もでてくるのではないか。

一般に圧電素子を用いて、それを速度変換して傾向管理するケースが多いと補足すればよいのではないか。

最初に3つのパラメータが出てきて、簡易診断の例が1つのパラメータについてだけだと、他の2つは簡易診断では扱いにくいのかと思ってしまうので、「一般的には速度が用いられているが、表 3-1 にあげられている故障モードについては、それぞれのパラメータに置き換えて用いた方が適切な診断を行うことができる場合がある」という趣旨をどこかに入れればよいのではないか。

解説 17 や例示 2 などの記載の見直しを検討する。

n. 例示 2 の図 4-1 は、上に説明があるが、この図だと 2000 年の中頃から 8 回連続で上昇傾向にあり目標値を超えている。これは異常なのだから、説明文に「たまたま目標基準を超えたから 2 週間ごとに測定することにした」というのではなく、「連続 8 点上昇して超えたので」といった内容を追記した方がよいと思う。

有意な変化がないのであれば上昇傾向が続いても監視強化は行わないので、目標基準が監視強化のスタートとなることわかるように書くのがよいのではないか。

わかりやすい例示が望ましいので、再検討を行う。

o. 表 3-1 などに「振動変位」、「振動速度」、「振動加速度」などの用語が使われているが、なぜ「振動」をつけているのか。

言葉の意味が「振動」とした方がわかりやすいので、このような記載としている。過去の経緯を確認する。

p. 2.1.2 で、体言止めになっているものとそうでないものがあるので、統一した方がよいのではないか。

JEAC4209 にあわせた記載としているものもあるが、この指針だけで定義しているものは体言止めとする方向で見直しを検討する。

q. 例示 17 では、ISO を優先して JIS はカッコ書きにしているのか。

ISO を訳したものが JIS なので、ISO を基本とした。

r . ISO を日本用にモディファイしているのが JIS ならば、そちらの方が使いやすいのではないか。

検討する。

s . ISO 何年版かを入れていただきたい。改廃が激しくて、記載がないと追いかけるられない可能性がある。

検討する。

t . 機械学会とのすみわけの話があったと思うが、その辺については記載しないのか。

この検討会で機械学会とのすみわけの話が出たのは、配管減肉に関することが発端である。イメージング・プレートの規格は機械学会にないので、こちらで作ろうとしている。一方、UT で配管肉厚測定をする規格は機械学会にあるので、それ以外の部分を規格化するか検討中である。回転機器の資格制度などを準備されているように聞いているので、取り合いがあるようであれば、確認して対応を考えたい。

(規格番号の記載方法)

u . 4 2 の 4 2 にはどのような意味があるのか。

4 は原子力、2 は測定及び試験に関するものという分類である。

(中長期的な検討について)

v . 現在、規格化が進んでいるのは、振動、潤滑油、赤外線で、今後、ガイド波、D G 診断、変圧器油中ガス分析、弁診断などを考えているが、それをどんな優先順位でやるかは整理中であり、次回以降に進め方をご提案する予定である。油中ガス分析については、電力間の共同研究の成果がかなり蓄積されていて、あえて原子力専用規格化する必要はないのではという意見も出ている。MOV は世の中にいくつかあり、各電力会社で関係会社との絡みもあり共通した技術のガイドとしては整理が難しいというのが実情であり、考え方を整理中である。

(6) その他

a . 副主査の山下委員が人事異動により、退任することとなり、ご挨拶いただいた。

b . 次回設備診断検討会開催は、7 月 1 8 日 (水) 午後の予定。

以 上