

第12回 計測制御検討会 議事録

1. 日時 平成18年12月18日(月) 13:30～16:30

2. 場所 日本電気協会 4階 D会議室

3. 出席者(敬称略,五十音順)

出席委員: 國頭主査(東京電力), 今井副主査(関西電力), 新屋(北陸電力), 石合(電源開発), 内海(三菱重工業), 江島(九州電力), 小山(日立), 清治(日立), 滝田(原子力安全基盤機構), 田中(原技協), 谷(三菱電機), 永野(富士電機), 長橋(日本原電), 牧野(原子力安全基盤機構), 松田(北海道電力), 三村(中国電力), 渡辺(東芝)(17名)

代理委員: 佐藤(東北電力・羽沢代理)(1名)

欠席委員: 北村(三菱電機), 鈴木(東芝), 渡邊(三菱)(3名)

常時参加者: 加藤(東芝), 中川(東京電力), 松岡(原子力安全基盤機構)(3名)

オブザーバ: 北畠, 永井(東京電力), 平井(原子力安全・保安院), 釜井(三菱)(4名)

事務局: 中島

4. 配布資料

資料 No.12-1 原子力規格委員会 安全設計分科会 計測制御検討会 委員名簿(案)

資料 No.12-2 第11回 計測制御検討会 議事録(案)

資料 No.12-3 JEAG4609-200X改訂案に対するコメント回答

資料 No.12-4 JEAG4609-200X「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する指針」改訂案

資料 No.12-5 JEAC46XX-200X「デジタル安全保護系の適用に関する規程(仮称)」案

資料 No.12-6 安全保護系計器のドリフト評価指針(仮称)の骨子

資料 No.12-7 安全保護系計器のドリフト評価指針(仮称)の用語の定義の出典

資料 No.12-8 安全保護系計器のドリフト評価指針(仮称)(案) JEAG46XX-2007

5. 議事

(1)委員名簿及び前回議事録確認

- 事務局より,資料No.12-1に基づき,前回の検討会で新委員候補として登録した原子力安全・保安院 中村氏が,都合により退任されたことの報告があった。今後後任の参加要望があれば参加いただくこととした。
- 事務局より,佐藤氏(東北電力)が羽沢委員の代理として出席されている旨報告があり,承認された。また,オブザーバとして,平井氏(原子力安全・保安院),北畠氏,永井氏(東京電力),釜井氏(三菱重工)の参加について報告があり,了承された。
- 事務局より,資料No.12-2に基づき,第11回 計測制御検討会 議事録(案)(事前に配布しコメントを反映済み)の説明があり,特にコメントなく原案どおり了承された。

(2) JEAG4609-1999「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する指針」改定及び JEACXXX-XXX
「デジタル安全保護系の適用に関する規程(仮称)」の規格文案の検討について

1) 清治委員より、資料No.12-3に基づき、前回検討会以降に集約したJEAG4609改定案に対するコメントの回答案について説明があった。

a. 追加コメントに対する対応

- a) P.3のNo.5(2.適用範囲)の対応案のV&Vの対象とするプロセスに“設計”を追記する。
- b) P.6のNo.5(4.12の解説)の対応案の「なお、海外でのソフトウェアの共通要因故障に対する規制状況を考慮して、深層防護の観点から実現可能な範囲で以下の設備を設けた例がある。」については、前段を削除し、「深層防護の観点から実現可能な範囲で以下の設備を設けた例がある。」とする。

b. その他の意見

No.5(4.12の解説)の対応案に、共通要因故障が十分排除される設計・製作について記載があるが、ここでいうソフトウェアにはオペレーティングソフトも含まれると考えてよいか。

資料No.12-5 2.適用範囲(解説-2)ソフトウェアの対象範囲に、本指針がV&Vの対象とするソフトウェアは、安全保護系設備としての機能を実現するソフトウェアであり、ハードウェアと直接結びついて計算機の基本動作を制御するソフトウェア(OS)は対象外としている。これは、現行のJEAG4609-1999の適用範囲の記載と同等である。

2) 清治委員より、資料No.12-4に基づき、JEAG4609改定文案の説明があった。

a. コメントに対する対応

- a) (解説-1)序論の記載の中で、“検証及び健全性確認”の記載を“検証及び妥当性確認”に訂正する。
- b) (2)体制の解説「管理面の独立とは、人員配置、工程の管理が原設計側と独立していることをいう。」の記載の中で、“原設計側”の表現が不明確であり、文案を見直す。

b. その他の意見

JEAG4609「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する指針」については、指針内容の見直しに伴い、指針名称の変更を提案したい。

今後指針名称を変更する方向で検討する。

3) 清治委員より、資料No.12-5に基づき、JEAC46XX-200X「デジタル安全保護系の適用に関する規程(仮称)」規格文案の説明があった。

a. コメントに対する対応

- a) 深層防護の観点から実現可能な範囲の設備は、ハードウェアである旨明記する。
- b) 4.1項から4.15項、4.17項及び4.18項は“機能に対する要求事項”、それ以外は“設計管理・品質管理に対する要求事項”として整理する。
- c) 資料No.12-5の4.21項の「ソフトウェアの構成管理」については、4.20項「検証及び妥当性確認」と項を入れ替える。

b. その他の意見

1.目的(解説)に、デジタル安全保護系の性能及び信頼度の面から必要とされる事項として、技術基準(省例62号)の記載があるが、昨年原子力安全・保安院から出された「デジタル計算機の安全保護系への適用に当たっての要求事項について」の内容は反映されているのか。

反映している。

以上の議論を踏まえて、以下のとおり進めることとした。

- ・ 本日のコメントを反映した修正案を取り纏め、委員及び関係者に配布する。(12/22)

- ・ 本修正案を検討会としてオーソライズし、次回安全設計分科会に諮ることの賛否を委員に問う。(12/22- 1/9)
- ・ 追加の意見がある場合は、賛否の回答と合わせて送付頂く。
- ・ 事務局より、賛否の結果について、委員に通知する。(1/9以降)
- ・ 修正案に意見が付された場合、主査がその取り扱いについて判断する。
- ・ 修正案に意見が無くコンセンサスが得られた場合、1/15以降の進め方について、主査及び関係者間で協議する。
- ・ 当面は、3月(未定)の安全設計分科会及び4/17の原子力規格委員会での審議を目標に作業を進める。なお、分科会及び原子力規格委員会に提示する資料は、JEAG4609が新旧比較、JEAC46XX-200Xが制定文案の形式とする。

(3) JEAGXXX-XXXX「安全保護系計器のドリフト評価指針(仮称)」規格文案の検討について

- 1) オブザーバ北畠氏より、本指針を取り纏めるに当たっての背景と経緯について、概略以下のとおり説明があった。
 - a. 今年の10月に(社)日本機械学会の保全の最適化検討ワーキンググループで、原子力発電所の保全の在り方等が評価レポートとして取り纏められた。
 - b. その中にプラント運転中における安全保護系計器のドリフト量に関する評価が示されている。
 - c. ドリフトの評価方法については、現状事業者が個別に行っているが、評価手法を標準化することが望ましいということが、評価レポートの中で提言された。
 - d. これを受けて、計器ドリフト評価指針として本日の資料No.12-8のとおり取り纏めた。
 - e. なお、計器ドリフトの評価方法については、電事連大でも並行して検討を行っている。
 - f. 指針は、米国で先行して行っている手法を参考にして、ドリフト量を統計的に処理し評価する手法に焦点を当てて取り纏めた。
- 2) 田中委員及びオブザーバ釜井氏より、資料No.12-6,7,8に基づき、安全保護系計器のドリフト評価指針(仮称)案について説明があった。

これに関する意見は、以下のとおりであった。

 - ・ この指針は、アナログ計器を対象に規定していると思うが、デジタル計器の場合も適用できるのか。

デジタル設備(デジタル処理を行っている演算部/CPU)は、ドリフトはないと考える。ドリフトを問題にするのは、検出器からアナログ・インプット間である。
 - ・ デジタルであればドリフトが無いとする根拠は何か。デジタル設備の中にもアナログの部分がある。例えば、デジタル機器に供給している電源系がドリフトしている場合も考えられる。そのような影響は考慮しなくいいのか。
 - ・ デジタルの場合は問題ないことを示す比較のようなものは無いのか。

この指針の中では、設備がデジタルであろうとアナログであろうと、校正はインプットに対するアウトプットの差を見て評価する。設備がデジタルであれば、かなり精度としては良くなるというのは、専門家の方々の共通した意見だと思う。ただ、絶対ずれないということはないと思う。その点はインプットに対するアウトプットの値の変化、あるいは時間的、経時的変化を統計的手法で見なければ評価できる。
 - ・ 資料No.12-8(1.2適用範囲)について、本指針は安全保護系だけに適用するとしているが、P11(参考図-1安全保護系の範囲)の指示計・記録計も安全保護系の範囲と考えてよいか。
 - ・ 資料No.12-7の“計器”の用語の定義で、「計器は・・・、指示計などの総称。」とあるが、全てではないということか。
 - ・ 資料No.12-7に記載されている“計器”の用語の定義が、一般的な用語の定義であれば、

この指針の場合の“計器”というのは、どの範囲なのかを明確にする必要がある。
資料 No. 12-8(解説 1-1 安全保護系の定義)にあるとおり、安全設計審査指針に基づき、「原子炉施設の異常状態を検知し、必要な場合、原子炉停止系、工学的安全施設等の作動を直接開始させるよう設計された設備」と定義しており、厳密には指示計・記録計は含まれないと考える。

- ・ 正規性の検定法など複数の選択肢がある場合、どのように扱うか記載すべきではないか。
資料 No. 12-8(解説 2-8 正規性の検定)に「・・・以下のいずれかの方法で検定する。」と記載している。
- ・ 資料 No. 12-8(解説 1-2 適用範囲)の「計器の種類によって、・・・判断できるものがある。」と「例えば、・・・確認されている。」の記載については、ドリフト評価の対象から除外する場合の具体的なデータが存在するということが。
ご指摘のとおり、この辺りは今後充実していく必要があると考えている。
- ・ この指針は、計器の校正間隔を変更する場合のみ使うと限定して書いているが、その他の計器のドリフトを評価するものではないという理解でよいか。
計器の校正間隔を変更する場合のみ使用する指針である。
- ・ 資料 No. 12-8(2.8 校正間隔変更後のドリフト分布区間の評価)において、バイアス成分(平均)あるいはランダム成分(標準偏差)に対する時間依存性の有無により、式(平方根の有無)を使い分けているのは、どのような意味があるのか。
米国の指針で使用している式を参考にしてはいるが、例えば2年間(1年間のデータ×2回)のデータ分布が重なる場合の分布の加算を意味する。
- ・ 基本的なことだが、普通はこのようなアナログ計器を校正する場合は、ゼロ点とスパン間を5点折り返し(往復9点)で計装ループ試験を行うが、それとは別に検出器の種類毎にX-Yプロッターを使って、ヒステリシスのカーブを取得するといった方法も考えられる。
この指針のドリフトというのは、ゼロ・スパン長のずれなのか、ヒステリシスの増減、あるいは経年変化を定義するものなのか。一般的にはドリフトというのは、ゼロ・スパンの入力固定点に対するずれだと思うが、この指針の手法で、ヒステリシスも評価できるのか。
ヒステリシスに関しては、動作点と戻り値の差分で見ることができる。
- ・ ヒステリシスのカーブを得る時は、入力量を変化させるため、5点法で得るカーブの数値とはかなり違うのではないか。固定点で表しきれないポイントというのがあると思う。
資料 No. 12-8<参考表-2 ドリフト計算シート(伝送器の例)>に示すとおり、出力上昇と下降の往復9点のデータを採取する。それを第n回定検の点検前後のデータ間で差分を取ることで、それぞれのポイントのずれを見ることができる。
ドリフト自身はヒステリシス、ゼロシフト等の概念を含んでいる。
- ・ 基本的には、計器のずれの原因というのは、例えば圧力伝送器の場合は、ダイアフラムの劣化、あるいは内部に組み込まれた電子機器(コンデンサ、抵抗器等)の劣化が主要因だと思うが、このような計器の劣化についても、この指針(手法)は使えるのか。
- ・ 劣化の度合いを統計的に評価する場合、本来はドリフト幅が広がっていくものを、毎定検毎に校正してしまうと、悪さ加減が分からないのではないか。
- ・ この指針は、校正間隔を伸ばすことだけにスコープが絞られている。本来は、計器の劣化の観点から作られるものではないか。
この指針は劣化を見ているわけではない。
計器のドリフトというのは、劣化というよりは微妙な特性の変化が第一にあると思っている。
劣化により計器を交換するのは校正不可能な場合で、今回指針として取り纏めるのは、計器の微妙な特性の変化をとらまえて、長期間使った場合のずれというものを評価する。
劣化の特性をとらまえることが本来のスコープではないが、データを蓄積することによって、付随的に劣化傾向についても見えてくるものと思っている。

- ・ これまでの意見を踏まえ、指針の名称を限定して、例えば校正間隔変更に関する指針といった名称にしたほうが良いのではないか。
- ・ 時間依存性ということでは、毎年ずれを許容範囲以内に入るように調整してしまうと時間依存性の有無が判断できるのか。

(社)日本機械学会のレポートの中で2年間採取したデータのサンプルがあり、1年目は計器の校正をする必要が無いとされた散布図と、1年目で計器の校正を実施した場合の散布図があり、その散布図は当然ある程度正規分布している。しかし、その平均値、分布を見ると、おおよそ時間軸に対してフラットである。そういう実力を見ながら、これだけ日本の計器は実力があるので、米国でもやっている手法を導入してドリフト評価していきましょうというものである。

時間依存性が「有」と判断されて、ドリフト量が経時的にずれていくにしても、値が突変しないということを前提にドリフトを評価するというのが本指針である。

- ・ 指針の解説等に(社)日本機械学会のレポートの内容を記載した方が理解しやすいのではないか。

著作権のこともあり、(社)日本機械学会レポートの内容の指針への掲載要否については、電気協会事務局と調整していきたい。

- ・ 米国の例を参考にされたということだが、米国は1プラント当たりの計器数がかかなりある。これを日本に当てはめた場合に、日本は計器の数が少ないが、統計的に処理できるのか。日本場合はグルーピングすると数が少なくなるのではないか。例えば、BWR機だと水位計は4つしかない。それで統計分布をとって、本当にできるのか。(社)日本機械学会あるいは米国を参考にするとと言われても、理論上はそうだが実際に評価可能なのか。
- ・ グルーピングというのはプラント毎、型式毎に行うのか。

統計量は30以上必要であるが、150以上は必要ないとしている。例えば、同型炉のBWR機で同じシステムに使用しているトランスミッターについてグルーピング化する場合は、検定をしてグルーピングの可否を判断する。

- ・ 資料No.12-8(2.2計器のグループ化)の統計的検定は、何を検定するのか。検定対象のパラメータは何か。

資料No.12-8(解説2-3計器のグループ化のための統計的検定)に示すとおり、ドリフトデータを対象としている。

- ・ 資料No.12-8(2.5ドリフト分布区間の評価)のドリフト分布区間(95%の信頼度で95%のドリフト点数が包含される分布区間)は、もう少し広く取る必要があるのではないか。
- 資料No.12-8(解説2-7信頼区間係数)にあるとおり、信頼区間係数95%/95%はNRCとして受け入れ可能であることを、R.G1.105の中で謳っている。これに関しては米国で1991年から議論されており、結果的に24ヶ月運転をしているプラントもある。今のところ問題が生じているといった話もないので、95%というところで線を引くのは妥当と考える。

- ・ ドリフトの最大値が、セットポイント0-100%の5ポイントと違う場合については、配慮しているのか。
- ・ 最もずれが大きいところを見るためにもX-Yプロッターでヒステリシスのカーブを書くのが一つの有効な方法ではないか。

X-Yプロッターを発電所で使うというのは、大変な数の計器があるので、現実的ではない。あるポイントでピークになる計器があるとすれば、それは故障である。

- ・ 資料No.12-8(解説2-1評価に必要なデータ数)のデータ数30以上というのは、1つの計器に対する校正(標準入力量の上昇・下降を含む)を1として、30以上という理解でよいのか。

その理解でよい。

- 資料 No.12-8 3.校正間隔変更の妥当性評価は誰がやるのか。最初の2行はドリフトを評価するものか、3行目は電力会社が行うのか。だとすれば、「・・・妥当性を示さなければならぬ。」ではなくて、「提示しなければならない」という表現ではないか。この指針は運転間隔を延長する場合に電力会社が評価する指針なので、誰が（主語）は電力会社であり、自明であるとする。
- 資料 No.12-7のドリフトの定義に「一定の環境下で、・・・断続的なずれ。」といった現象の定義と、「本指針では、・・・出力の変化量をいう。」といった量の定義が混在している。この指針はどちらで定義するのか。以前にも同じ議論をした経緯があるが、再度議論して統一したい。なお、JISでは現象を定義している。
- 第21回原子力規格委員会で大橋委員より、米国でも安全保護系に係る計器を対象としているのかといった質問があった。この質問にはどう答えるのか。クラス1Eを範囲としている。そもそも米国では、NRC から安全保護系に係る機器のサーベランス間隔延長に当たっては、きちんと計器のドリフトを評価することの要求があり、計器ドリフトの評価手法に関する指針を作ったという背景がある。

以上の意見を踏まえて、以下のとおり進めることとした。

- 期限を切ってコメント集約を行う。（1/15迄）
- 第23回原子力規格委員会（2/5）で中間報告を行う。
なお、この場合の資料は、規格案と改定のポイント（骨子）及び補助資料とする。
- 3月（未定）の安全設計分科会に上程する。
- 第24回原子力規格委員会（4/17）に上程する。

6. その他

(1)次回検討会の開催は、2月に実施することとした。（詳細は別途調整）

以上