

## 第 5 回渦電流探傷試験検討会 議事録

1. 開催日時：平成 20 年 7 月 14 日（月） 13:30～16:55

2. 開催場所：日本電気協会 4 階 D 会議室

3. 出席者（順不同，敬称略）

出席委員：高木主査（東北大学），山下副主査（東京電力），野中副主査（日立 GE），石川（四国電力），大岡（日本溶接協会），黒川（三菱重工業），小林（東京電力），古村（発電技検），杉江（原技協），近畑（日本原電），徳久（三菱重工業），橋本（職業能力開発総合大学校），平澤（東芝），福富（電力中央研究所），西水（日立 GE），松田（IHI），山本（関西電力）（17 名）

代理委員：三原田（JNES・大高代理），田中（九州電力・金子代理），樋口（北海道電力・笹田代理），進藤（中部電力・山本代理）（4 名）

欠席委員：木村（日鐵テクノリサーチ）（1 名）

オブザーバ：岸下（関西電力），岡田（東京電力）（2 名）

事務局：大東，井上（日本電気協会）（2 名）

4. 配付資料

- 資料 5-1 渦電流探傷試験検討会委員名簿
- 資料 5-2 第 4 回渦電流探傷試験検討会 議事録（案）
- 資料 5-3 渦電流探傷試験指針案（第二章）
- 資料 5-4 渦電流探傷試験指針案（附属書 A）
- 資料 5-5 渦電流探傷試験指針案（附属書 B）
- 資料 5-6 渦電流探傷試験指針案（附属書 C）
- 資料 5-7 渦電流探傷試験指針案（附属書 D）
- 資料 5-8 渦電流探傷試験検討会コメント対応状況管理表
- 資料 5-9 附属書記載項目比較表
- 参考資料 1 第 20 回構造分科会議事録（案）

5. 議事

（1）会議定足数確認

事務局より，資料 5-1 に基づき，委員総数 22 名に対し代理出席者を含めて本日の委員出席者数 21 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確認された。

（2）代理出席者及びオブザーバ参加者の承認

事務局より，代理参加者及びオブザーバを紹介し，高木主査より代理出席者及びオブザーバの会議参加が承認された。

（3）前回検討会議事録（案）の承認

事務局より，資料 5-2 に基づき，前回検討会議事録（案）が紹介され，一部修正の上，承認された。

(4) 第20回構造分科会議事録(案)及び第29回原子力規格委員会状況の紹介

事務局より、参考資料1に基づき、第20回構造分科会議事録(案)が紹介されると共に、第29回原子力規格委員会の状況が口頭で紹介された。

(5) 渦電流探傷試験指針案の検討

各章担当委員より、資料5-3~9について説明があった。(第二章：野中副主査，附属書A,B：徳久委員，附属書C：平澤委員，附属書D，資料5-8,9：野中副主査)指針案については、本日のコメントを踏まえて、次回検討会にて継続検討を行うこととなった。

主なコメントを以下に示す。

1) 渦電流探傷試験指針案(第二章) (資料5-3)

a. 解説2330-2の解説表-6211-1での「比透磁率，導電率」は次に出てくる解説図2330-4-1や解説図2330-4-2と値が違っている。

解説表6211-1は比透磁率，導電率の順が逆に表記されているので修正し、「比導電率」「導電率」とする。値も出典の明らかなものを用いる。

b. 解説2330-4「対比試験片の寸法，人工きずの位置」には「基準感度校正時に，プローブのコイルが試験片端部付近を通過するような寸法の場合，…」とあるが，プローブの大きさ，形状はどこかに記載されているのか。

図のプローブに含まれている。マルチプローブなら縦長のプローブというイメージで，プローブ端が30mm以内に入っていれば影響を受けないことを示している。

更問1：文章では板厚15mmとなっているが，図では10mm以上となっている。

図の方が間違いで，15mmに訂正する。

更問2：渦電流の広がり30mmと10mmの関係が図ではよくわからない。

更問3：渦電流の「広がり」という言葉を使っているが適切か。

内容から考えると「影響の範囲」とした方が良い。大きなプローブを使うと影響範囲は大きくなる。また，プローブの中心からではなく，外側から端部まで何mmとすべきで，プローブの仕様を書いておいた方が良い。ある種類，大きさのプローブによる一計算例を示しているこの図は，端部効果を表しているので，「端部効果の影響範囲」としてはどうか。

c. 解説図2330-4-2で，中央の人工傷の右側にある「10mm以上」の表記は何を表しているのか，またこの表示は必要なのか。解説図2330-4-1にはないのだが。

傷から見た場合の端部効果を表しており，これを無視すると人工傷からの影響が出る可能性がある距離を示している。前の図では，抜けているので記載する。これは走査範囲を確保する必要があるため，極端に短い試験片を作らないようにという注意でもある。

更問1：実際に実験で確認されているのか。

傷からの距離については，特に確認はしていない。傷からの距離も端部効果の影響範囲と同等としている。

d. 2700「プローブの走査」の(1)単一コイル型プローブ「単一要素コイル型プローブの走査間隔は2010項の「事前確認」で行った試験に用いた走査間隔又はそれ以下とする。」の部分の書き方は，本来見つけるべき欠陥寸法を決めてから走査間隔を決めるべきか，事前確認で行った走査間隔を使うべきか，意見をいただきたい。

SG管を検査する場合，軸方向の走査間隔は書いているが，周方向は書いていない。ただ，

SG 管欠陥の場合はある程度欠陥の大きさが予測されるところがあるので、この場合とは少し違う。

NISA 指示文書では、事前確認と同等以上の条件で行うことが要求されているため、このような記載とした。

e .2010「事前確認」において、検査員によって誤差・精度が変わることはないのか。変わるとすれば、何をもちってサイジングの誤差とするのか。

変わり得る。それをどう担保するかが問題である。作業者にもよるが、サイジングについては、この中に定めていることに従えば、影響ゼロとは言えないまでも誤差は低く抑えられる。

更問 1：ここに数値を書くとやりにくくなるのか。

全てそれに従わざるを得なくなり厳しい。それで現状のような記述としている。

更問 2：技量の話は、どこかにでてくるのか。

2200「試験評価員及び試験員」に記載されている。

更問 3：試験評価員は、レベル 2 以上ではなく、少なくともレベル 3 以上が必要ではないか。

JEAG 4208 は人による判断が入る割合が少ないことからレベル 2 になったが、本指針の内容は、人による判断が強くなるので、米国では PD 制度が行われており、レベルを下げるのは好ましくないと思う。JEAC4207 も試験評価員はレベル 2 以上としているが、技術評価の際に議論する予定である。

電気協会としてのトーンを合わせるべきである。

f .2700(3)に探傷感度が出てくるが、2500 に基準感度について記載されている。(9)ではリフトオフで生じる感度低下を補う感度に設定して良いとなっている。ここは走査方法の部分なのに、なぜ探傷感度が定義されるのか。UT の場合の基準感度の 2 倍以上にすることとの記述になっているのであろうが、2500 のどこかに感度関連は記載して、こちらは走査方法に限るべきである。

(3)は感度の話なので削除とすると、解説 2710-1 も削除することになる。基準感度と探傷感度があるのであれば、適切な箇所にそれをきちんと定義するなど、整理が必要である。

更問 1：解説 2710-1 はこれで良いか。

ほとんどの探傷器は励磁電圧は一定で、表示電圧を変えて調整するものが多い。その場合、探傷感度には意味がない。励磁電流が一定で、表示電圧を変える場合には、読みやすいような表示電圧で試験を行えばよいという考えがある。一方、励磁電圧を調整して基準感度や探傷感度を調整する場合は、励磁電流そのものに意味があるので、基準感度で校正して、基準感度で検査しないと、傷の判定ができないことがある。

2700 の部分と合わせて整理して欲しい。

励磁コイルの電圧を変えようが、アンプのゲインを変えようが、対比試験片があるので、それとの対比をとっておくということだと思う。装置にかかわらず、対比試験片があるから、ゲインがきちんと定まるというのが、本来の考え方である。装置の仕組みまでは入れなくても良いのではないか。場合によっては指示が振り切れることもあり、その場合はゲインを変えて対応することとなる。

更問 2：解説 2701-1 は無くても良いか。

無い方が誤解を受けなくて済むのではないか。

励磁電圧を変えると、発生する磁束密度が変わって、透磁率が変わるものもあるため、再現性を考えて、この部分を加えた。

原則として対比試験片によって定まるのであって、装置によってではない。装置には前段のアンプや後段のアンプ類があり、それら一つ一つ書く必要はないであろう。

g . 2800 (3)b に、記録レベルは基準感度の何%と決めておく必要があるのではないか。一旦、記録した上でき裂なのかそうでないのか判断する様にすべきではないか。

その際にはデータ保存の問題があり、どこかで保管期間等を決めることが必要となる。そうしないと、き裂と判断したベースが残らないことになる。

UTではプロセスのデータを残しているが、UTは線に対しETCは面でデータ量的に大きな差がある。

手順をきちんと整理して、その上で記録をどうするのか決める必要がある。Cスコープの位相を残すかどうかを含めて、判定のプロセスを残すかどうかを検討のこと。

h . 2820 図の-12dB 12dBに訂正する(マイナスを取る)。

## 2) 渦電流探傷試験指針案(附属書A) (資料5-4)

a . 解説A1100-1の補足説明に書いてある内容は、かなり詳細なものが含まれるがJNESは開示可能なのか。

正式に引用手続きをすれば可能である。

b . 解説1310-1 図、A1400 図は、下の4つのマスは消し、一般的な表示にする。

c . 解説-A1310-1「位相及び基準感度の設定」において、位相角をなぜ165°、-15°に設定したのか、その考え方を解説に書いて欲しい。

d . A1340「走査ピッチ間隔はプローブ特性に応じて」との表現は、前述のプローブ大きさの1/2等の表現に繋がっているのか。

これらは一般事項に記載しても良いかと考えている。プローブ特性を具体的にどのように示すかを検討したい。

更問1：解説1340-1走査ピッチ間隔を適切に設定するとはどの様にすれば良いのか。

定量的に書けないか。

例えば3mmの傷を見つけたい時の設定例を解説に書いたらどうか。

更問2. プローブの大きさよりも小さい傷は、見つけれられるのか。

プローブの大きさよりも小さい傷は見つけれられない事もある。長さは推定長さになるし、深さや、走査ピッチにもよるので、記述が難しい。SCCの場合、色々とバリエーションがあるので、誰がやっても出来る様な記述が出来ない。

更問3. EDMスリットによる試験結果を記述(一例として)したらどうか。

プローブ特性を考えて、その例として示すのが良い。ここでは理論よりも手順を書くべきである。

e . A1360「試験周波数」は、どのような決め方をするか、考え方を解説に記述すること。

f . A1370「データ収録ピッチ」で1mm以下と記述されているが、コイルの大きさに依存しないのか。

本件は「走査ピッチ間隔」の記述と同様で、検討する。

- g . 1300 番台のものは、全て、どうしてこうしたのかという理由を解説を付けるようにする。
- h . 解説 A1500-1 の信号消失長さの図は、解説 2820-1 と合っていない。こちらが正なので、資料 5-3 の方を修正する。

3) 渦電流探傷試験指針案(附属書 B) (資料 5-5)

- a . クロスコイルのプローブの名称はこれで良いのか(自由に使ってよいのだが)。クロスコイルとは励磁コイルと検出コイルが直交しているものに対して使うが、自己比較方式の場合もクロスコイルとするのか。また、一般的に使われる標準比較方式は、基準となる材料でバランスをとって、それに対して材質の違い等を見る場合に用いるものであるが、このような場合に標準比較方式として使ってよいのか。

励磁コイルと検出コイルの主軸が直交しているので、クロスコイルとした。信号の特性ではなくコイルの構成で、標準比較方式とした。

- b . 附属書 A と同様のコメントは、合わせて対応すること。

4) 渦電流探傷試験指針案(附属書 C) (資料 5-6)

- a . 附属書 C については、附属書 A のコメントを反映する他、5000 番台を C-XXXX に変更、マルチプローブ図追加、欠陥の検出説明図を分かり易くする様工夫すること。
- b . 5310 「位相及び基準感度の設定」において、傷を 90° に設定したとあるが、このタイプのものは、非常に感度が高く、リフトオフや表面形状の影響を受けるので、「90° に設定する」でも良いが、「ノイズを水平に設定する」とした方が適切ではないか。
- c . 5500 欠陥長さ測定において「信号消失長さ」とする。

- d . 5360 試験周波数で、クロスコイルは 2 種類以上だが、本タイプでは一種類以上となっている。パンケーキ型だから 1 種類以上で良いとする理由があるのか。またそのデータはあるのか。

試験データを中心に評価したところ、1 種類でも十分との結果であった。複数のデータ、例えば周波数を上げれば色々な他の情報も得られるが、それで 2 種類とすると 2 種類以上が条件になるし、その根拠も必ずしも明確でなくなるため、1 種類以上とした。

更問 1：多重周波数法も使えるということは考えないのか。

ケースバイケースであり、現時点では 1 種類とした。表面がでこぼこしていたりすると、別の周波数等他の条件でやると精度は上がるケースもあるが、書き方は悩ましい。

更問 2：一種類でもノイズと欠陥が判別できるという事を、解説に書くよう検討して欲しい。

5) 渦電流探傷試験指針案(附属書 D) 資料 5-7

- a . P5 図 D-1310-1-2 における TR パンケーキ型のマルチコイルプローブの走査方向は、実際の走査モードではなくて基準感度設定時のものなので、「基準感度の時」を追記する。
- b . D1340 に走査ピッチ間隔はコイル間隔の 1/2 ラップ以下とあるが、コイル間隔は実際にどれくらいなのか。実際にそれをやろうとして、守ることができるのか。要求事項なので、これに従ってやっていると、説明する義務が生じるはずである。

みつけないといけない傷の大きさを決めないと説明が難しい。基準感度が調整できれば

コイル間隔は気にすることなく、欠陥は拾える。ただ、基準感度はとれるけれど、コイル間隔を広くする場合、精度は落ちるし、取りこぼしも出てくるが、基本的には基準感度が調整できれば傷の検出に必要な感度はとれていることになる。

c . D1370「データ収録ピッチ」が、実験結果として0.5mm以下と記載されているが、この値は見直すことはあるか。

この数字の物理的な意味はなく、実験を行った時の条件なので、各社の意見を聞くことにする。また、場合によっては本項目と解説は一般事項に移し、ここでは第二章参照と記載することも考えている。

d . D1500で解説図D-1400-1でのV検出モード、H検出モードの矢印が今までの図と逆になっているので、混乱しないよう注意が必要。

e . 今までの実験結果から、12dBドロップは誤差平均がマイナス側になり、信号消失長さではプラス側で、誤差は大きいと言える。本件、評価としてはどちらが良いか確認したが回答が無かったので、NSAの報告書では「信号消失長さ」で評価している。現状案をNSAによるというような記述にはしないで欲しい。

精度がわかっていて、より誤差平均が小さければ、マイナス側でもよいのではないか。このプローブの特性からこうだと言うのであれば、そのための手続を踏む必要がある。

#### 6) 渦電流探傷試験検討会コメント対応状況

資料5-8に基づき、野中副主査から前回コメントの反映状況の報告があった。

#### 7) 附属書記載事項の横並び比較

資料5-9に基づき、野中副主査から、附属書A～Dの記載内容の横並びについての説明があり、これに今日のコメントを追加して対応することとなった。比較表及び指針案全体についてのコメントは下記の通り。

a . 附属書AとB内容は同じなので一つにするか、また二つに分けるのであれば、それぞれの特徴をきちんと述べるのと、少なくともモックアップ波形は別のものにするべきである。

データ等、それぞれのものを入れる様にする。

b . 附属書に考え方を記述する、それを踏まえて一般事項の記載も見直していきたいと考えている。

c . 第一章「言葉の定義」は、第二章以降に新しい言葉を追加するので、それらを含めて整理する。

#### 6 . その他

(1) 国プロの成果反映の際には、何年度の事業報告書、図番、ページ等を明記する。

「参加各社」ではなく第三者的な書き方で、文献を引用しているという文体で記述する。対比試験片の図は引用すべき。

(2) 次回検討会日程は、9月19日(金)PMとした。

以上