

PTレベル3 二次C₃ (手順書) 試験のポイント

PTレベル3の二次試験、C₃のポイントについては、以前、この紙面の2005年10月(54巻10号)で小形機械部品に対する水洗性浸透探傷試験手順書作成について解説を行った。ここでは、手順書の一般的な項目の作成ポイントについて解説する。

浸透探傷試験におけるNDT手順書の作成は、試験対象物及び準拠規格等について検査仕様書が与えられ、それに基づいてNDT手順書を作成するものである。

以下にNDT手順書記載項目例及びそれぞれの項目ごとに最小限必要と考えられるポイントについて解説する。手順書の項目としては他にも考えられるものがあるが、最低でも下記の項目について、それぞれの内容を作成できるようにしてほしい。

NDT手順書記載項目例

1. 適用範囲
2. 適用規格及び基準
3. 検査員の資格
4. 検査時期
5. 検査範囲
6. 使用器材
7. 試験準備
8. 試験手順
 - 8.1 前処理
 - 8.2 浸透処理
 - 8.3 除去処理 (又は洗浄処理)
 - 8.4 現像処理
 - 8.5 乾燥処理
 - 8.6 観察
 - 8.7 後処理
9. 再試験
10. 合格基準及び判定
11. 記録・報告

1. 適用範囲

この手順書は、どのような試験体について何を行なうのか(試験方法)、どの時期の検査(製品検査、中間検査、保守検査あるいは補修検査等)で、どういうきずの検出を目的とし、どういう保証をするのかを示し、これらに基づいた試験方法を選択することが必要である。また、

試験方法の記述にあたっては、現像方法についても記述を忘れないようにする。

2. 適用規格及び基準

必要とされる(仕様書で示される)規格・基準を示す。規格は、規格名だけでなく規格番号、制定年度も忘れず記述することが必要である。

3. 検査員の資格

技術者の資格を認証している規格・基準(社内規格でもよい)を示す。技術者のレベル及び判定に対する資格の考え方も示すこと。

4. 検査時期

適用範囲の中で示すこともあるが、補修検査等を要求されている場合や、高張力鋼板の溶接部のように数十時間経過してから検査をしなければならぬときは、遅れ割れ発生を見逃さないようにするため、項を改めて設けて記述することが必要である。

5. 検査範囲

製品のどの箇所を探傷するのか具体的に示すこと。

6. 使用器材

探傷剤については探傷方法、試験体の特徴を考慮してどのようなものを使用するかを明示すること。例えばオーステナイト系ステンレス鋼材の場合には、応力腐食割れの発生を防ぐために低ハロゲン・低イオウタイプのものを用いることや、検出対象となるきずの大きさによって浸透液の感度等を示すことも必要になる場合がある。当然、探傷剤の管理についても記述が必要である。

試験体によって必要とされる治具等(大形構造物であればクレーンや固定台、小物部品であればカゴ等)があれば示すこと。また、必要最小限の機器も記述しておくこと。例えば、染色探傷試験では試験体の形状や環境によっては、照明器具やルーペ、手鏡等が必要になる場合がある。水洗性蛍光浸透探傷試験ではブラックライト及び洗浄ノズルを使用するが、これらについては強度や水圧等の要求について指示することも必要である。

7. 試験準備

探傷前に行う試験体や試験場所の準備について示すこと。例えば大形製品であれば、試験体の設置方法、探傷順序、一回で行う探傷範囲等について。小物量産部品であれば、一回での探傷個数、カゴ等の使用、試験体のナンバリング等を記述する必要がある。

また、表面状態がどのようになっており、浸透探傷試験が適用できる状態であることを示すこと。さらに、試験体温度や実際に試験を行う環境の温度を示すことも必

要である。

8. 試験準備

8.1 前処理

前処理範囲と方法を示すこと。例えば、溶接部であれば溶接金属及び熱影響部のほか、その周辺を含めたさらに広い範囲を行うことが必要である。また、内部に穴のある試験体であればその処理方法を考える必要がある。大形製品であればスチームジェット洗浄、小物であれば溶剤による超音波洗浄や蒸気洗浄等が考えられる。更に試験体表面は汚れがなく、完全に乾燥していることを確認する必要がある。

8.2 浸透処理

浸透方法と浸透時間を示すこと。また、排液が必要であれば、その注意事項（試験体の置き方等）を示すことが必要である。試験体の探傷範囲が浸透時間中、十分にぬれていることの確認方法も示すことが必要である。

8.3 除去処理（又は洗浄処理）

除去（洗浄）方法を示すこと。過除去（過洗浄）や除去（洗浄）不足にならぬよう注意事項を示す。（またどの個所が過除去（過洗浄）や除去（洗浄）不足になりやすいか、洗浄処理の場合にはスプレーの水圧を示すことも必要である。）

8.4 現像処理

現像方法、適用方法及び現像時間を示すこと。それぞれの現像方法に特徴があり、その注意事項（湿式法の場合には濃度の確認等、乾式の場合は防塵対策等）を示すとともに、むらのない均一な塗膜が得られるような方法を示す必要がある。

8.5 乾燥処理

溶剤除去性浸透探傷試験では、特別な乾燥処理は必要なく、自然乾燥で十分な表面状態が得られる。ただし、気温が低く除去液の乾燥が遅い場合はドライヤー等での乾燥が必要となる場合もある。

水洗性浸透探傷試験では、乾燥方法、乾燥器の種類、乾燥温度及び試験体の設置方法等の記述が必要である。

8.6 観察

観察で最も重要なことは、指示模様が検出されたら、それがきざによる指示模様か疑似指示模様かの判別を行うことである。きざ指示模様か疑似指示模様か判別がつかない場合には、再試験を行うか上級技術者に相談することが必要である。

観察環境は染色探傷試験を採用するのか、蛍光探傷試験を採用するかによって異なるので、それらの必要条件

を記述する必要がある。

8.7 後処理

後処理は、試験体によって必要のないものもあるが、精密部品等の場合には、残存した現像剤や浸透液は十分に取り除いておく。

9. 再試験

きざによる指示模様か疑似指示模様か判別できない場合、または探傷手順に誤りがあった場合は前処理からやり直すことが必要である。

10. 合格基準及び判定

合格基準については、引用した規格又は基準の名前を示すとともに、具体的な合格基準を示すことが必要である。試験体の用途によりどのようなきざが、どの程度の大きさまで許容されるかを考えておくことが必要である。実際の判定基準を作成する場合には多くの情報量が必要であるが、解答にあたっては、常識的な範囲で作成すればよく、微細なきざ検出を要求するものでない。例えば負荷の小さい大形構造物や鋳造品に微細なきざ検出を要求することは過剰要求と考えられる。（使用目的により厳しい判定の要求されることもある。）

また、きざの種類（割れ、線状指示模様あるいは円形状指示模様等）によって合格基準が異なることは当然であると考えられる。

11. 記録・報告

試験条件（5W1H）、試験結果（きざ指示模様の位置・大きさの記録）及び合否判定結果の記録とその報告書の提出を示すことが必要である。

以上、PT レベル 3 二次試験の手順書問題に関する必要最小限の要点について紹介したが、それぞれの項目に対してポイントを簡潔に記述することが重要である。特に、適用範囲には、試験体のどのような検査を行うのか、検査の目的等を余すところなく簡潔に記述することが必要である。また、どの項目についても提示された仕様書に忠実に記述することが大切である。

ここでは、ごく一般的な解説に留まったが、試験体の種類、大きさ、用途によって、特記事項が必要になる。それぞれの探傷方法について、代表的な製品を例に手順書の作成を行っておくことが試験に対する準備として必要である。

本解説や前回の解答例を参考にし、また、参考書、実技参考書、問題集、各種規格等を熟読し、勉強されることをお薦めする。

E T レベル 3 二次 C₃ (手順書) 試験のポイント

非破壊試験技術者レベル3二次のC₃試験は手順書作成に関する試験である。ここでは手順書の概要と最近の試験問題に類似した例題によりポイントを解説する。

渦電流探傷試験の手順書

手順書はある製品に対して、試験箇所、試験方法、そしていかなる順序で NDT 方法を適用すべきかを整然と段階的に記述されたものである。渦電流探傷試験の手順書は主に次のような項目に対し、整然と段階的に記述した文書で作成される。

1. 適用範囲
2. 適用文書
3. 試験体仕様
4. 検査技術者
5. 試験装置
6. 対比試験片
7. 探傷条件
8. 探傷時期
9. 検査手順
10. 合否判定基準
11. 処置
12. 再検査
13. 報告書

二次の C₃ 手順書に関する試験においては、使用者からの検査仕様書が示され、それについての手順書を作成することが求められている。しかしながら試験時間が 60 分であり、この時間内で上で示した全項目をすべて記述することは不可能である。そのため大半の項目については既に記述されており、特定の項目あるいは項目の中の部分的なところがブランクになっており、そこを記述(穴埋め)することが求められている。どの項目が問題として出題されるかは試験問題によって変わってくる。例題として貫通コイルを用いた渦電流探傷試験の手順書についてポイントを述べることにする。

仕様書例：

熱交換器用鋼管の渦電流探傷試験検査仕様書

1. 適用範囲

この仕様書は、C 社が製造し当社へ納入される下記の熱交換器用鋼管の渦電流探傷検査に適用する。

管種： STB-340

製造方法：冷間抽伸による継目無鋼管

外径：φ 25.4mm

肉厚：1.7mm

長さ：4,500mm

本数：1,500 本

2. 検査技術者

渦電流探傷技術者は外部機関により認証された資格を所有すること。また、本製品について探傷経験を有するもの。具体的な資格についてはそれを明記すること。

3. 検査設備

C 社の A 工場のオフライン貫通コイル型渦電流探傷設備を使用すること。

4. 検査時期

当社で受け入れ検査を実施するため、その結果と符合した検査時期とすること。

5. 探傷感度

探傷感度の基準は JIS G 0583 の区分〇〇とする。

6. 残留磁気

1.0mT 以上の残留磁気が検出されないこと。

7. 合否基準

合否基準は JIS G 0583 によること。

8. 報告書

必要となる記録の他に、対比試験片および試験体の探傷チャートを添付すること。

問 1 手順書における「4. 検査技術者」について具体的に記述せよ。

解答例

この検査作業を実施する者は、JIS Z 2305「非破壊試験-技術者の資格及び認証」に基づいて認証された渦電流探傷試験レベル 1 以上の技術者とする。ただし、判定はレベル 2 以上の技術者が行うこと。また、探傷技術者は本作業の経験のあるもの又は訓練を修了した者であること。

具体的に資格認証の基準およびそのレベルを明確にした記述をすることが肝要である。ただし、探傷技術者は指示書に従って検査を実施することもあり、本作業の経験のあるもの又は訓練をした上で指示書に従って作業する旨の記述も必要である。なお、認証基準は JIS 以外にも ASNT などがあることから、それらを引用してもよいだろう。ただし、存在しない適当な基準をでっち上げても配点されないの、現存する基準を知っておくことが

必要である。

問 2 手順書における「6. 対比試験片」の項目において「6.1 対比試験片に用いる管」を具体的に記述せよ。

解答例

対比試験片に用いる管は、材質・寸法・表面状況などが試験体と同等とするため、同一チャージ番号で製造された管から抜き取ったもので、あらかじめ渦電流探傷を行いまぎらわしい指示の無いものを使用する。

JIS で規定された対比試験片に求められる事項すなわち検査する管と同等の材質、公称寸法、表面状態及び熱処理状態のものとするを明記して、それを満たすための具体的な手順を示すことが必要である。解答例では同一チャージ番号としているが、もちろん同一ロット番号などの記述でもよい。

問 3 手順書における「6. 対比試験片」の項目において「対比試験片の人工きずの加工時および加工前後における注意事項」について具体的に記述せよ。

解答例

- (1) 疑似指示の要因となるため、加工前にセンタ・ポンチを打つなどの前処理をしてはならない。
- (2) 加工後は人工きずの上をやすり、エメリー紙などで研磨したり、トーチランプなどで局所加熱してはならない。
- (3) 対比試験片に加工された、ドリル穴や角溝の寸法が許容範囲に入っていることの確認を行う。

これについては、上記以外の解答もありうるが、必要なことは問題に示されている加工時、加工前後の注意事項が正確に記載されているかどうかである。加工時においては、きず加工は垂直に行うことが当然必要であり、人工きずの種類にドリル穴ならびに放電加工の両方がある場合は、どちらも記述することが必要だろう。また加工前では、鋼管の場合ではとくに強い疑似指示の要因となるような事前処理（ポンチ等）をしてはならない点を具体的に明示すると同時に、加工後においても表面状態の変化や材質変化を誘発するような加工をしてはならないことを具体的に記述する。

問 4 手順書における「9. 検査手順」における試験条件の設定において渦電流探傷器のブリッジバランス（平衡器）」の調整方法について具体的に記せ。

解答例

対比試験片の健全部を使用し、ブリッジバランスを手動で調整して平衡状態（CRT 画面上の原点に輝点が高いように）に設定する。ブリッジバランス調整時には、探傷感度以上で最終のバランス調整を行う。

貫通コイルを用いた渦電流探傷器のブリッジバランスの調整手順を頭の中でよくイメージして、それを具体的な手順と共に記述することが必要である。長々と記述する必要はなく、ポイントを押さえて簡潔に記述したい。具体的には①用いる試験片とその場所、②調整方法、③バランスのあるべき状態である。これらの記述内容についてはバランスの調整だけでなく、位相や感度の調整について解答が求められても同じである。なお、上記の解答例では「バランスを手動で調整」としているが、探傷装置については試験問題中に既に記述されていることから、その装置の仕様と合致するように記載することが必要である。すなわち試験問題については、長文になっているが必ず一通りは目を通しておくことは必要だ。各問題文のみを短絡的に解釈して、例えば「バランスを自動で調整」と矛盾した記述を行うと、受験者は探傷装置の構成を理解していないと見なされ、その設問について大幅に減点されるので注意されたい。

今回は最近の二次 C₃ 試験で実施されている問題例によりポイントの解説をした。手順書作成問題では実際の探傷の準備から探傷作業、判定、報告に至る一連の作業工程をよく理解しておく必要があり、参考書でよく勉強してほしい。