

PD 認証の実施状況 (日本初！合格PD技術者による配管溶接継手のサイジングー柏崎刈羽原子力発電所)

PD 認証スキーム委員会委員長 大岡 紀一

1. PD 認証制度 各種プラントの供用期間中に、圧力容器や配管などの溶接構造物にき裂等が発生することがある。そのため供用期間中における機器・配管などの設備の健全性評価と維持を目的として、(社)日本機械学会は“発電用原子力設備規格 維持規格”を2000年に発行した。この維持規格を正しく適用するためには、き裂の定量的な評価技術が不可欠であり、超音波探傷試験技術者について探傷装置及び手順書と一括した超音波探傷試験システムの性能実証(PD: Performance Demonstration)のための認証制度が必要になってきた。このため、2004年12月に学識経験者及び各種関係団体等が協力し、(社)日本非破壊検査協会にPD認証制度準備委員会が設置され、PD認証制度の中立性、透明性及び関係機関の独立性の確保などの基本的な枠組みについて審議し、PD認証制度の運営に必要な認証規格を日本非破壊検査協会規格(NDIS)として制定することが決定された。同月にNDIS原案作成委員会を発足し、2005年1月、2月と審議を重ね、3月の委員会において最終原案がまとめられ、2005年5月にNDIS 0603:2005「超音波探傷試験システムの性能実証における技術者の資格および認証」(以下NDIS 0603と称す)が制定された。なお、この規格において非破壊試験方法が超音波探傷試験に限定していること及び技術者、探傷装置及び手順書を一括した超音波探傷試験システムにより行われる性能実証に関する認証システムに対するものであることから、“超音波探傷試験システムの性能実証”(Performance Demonstration: PD)とした。このNDIS 0603の規格本体ではPD認証の対象として軽水型原子力発電所用機器に限定することなく、それ以外の機器をも包含し、広い対象についても適用可能な規格とし、軽水型原子力発電所用機器に対するPD資格試験はその附属書にまとめられた。2005年12月にNDIS 0603の技術評価書とパブリックコメントへの回答が総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子炉安全小委員会に報告され、了承が得られて、国内におけるPD資格試験実施のための体制が整えられた。一方、PD認証制度の推進のために、下記の組織が構成されている。

PD 諮問委員会, PD 認証機関, PD 認証スキーム委員会	(社)日本非破壊検査協会 PD 認証機関
PD 資格試験機関, PD 試験センター	(財)電力中央研究所 材料科学技術研究所 PD センター
PD 研修センター	(財)電子科学研究所 PD 研修センター (財)発電設備技術検査協会 溶接・非破壊技術センター

PD 認証スキーム委員会については、PD 認証システムの公平性の確認、PD 認証スキームの開発及び維持などの役割を担うため2006年11月に外部委員を含めた形で(社)日本非破壊検査協会内に設置され、活動を開始している。

2. PD 資格試験の状況 国内における原子力発電所用機器の超音波探傷試験を行う技術者の認証、すなわちPD認証制度については、2006年3月にPD資格試験が開始され、2007年2月末の時点で計11回のPD資格試験が実施され14名の合格者が得られている。PD資格試験の国内の実施状況に関して、PD資格試験機関からの報告を受けてPD認証機関によって認証された資格者の状況は以下のようになっている。PD資格試験の第1期試験は2006年3月から2006年6月までに6回、第2期試験は2006年7月から2006年9月までに4回、計10回が行われている。第3期試験が2007年2月に各1回が行われ、計11回が実施された。第1期、第2期を合わせた受験者は26名で、再受験を加えた延べ受験者数は39名となっている。このうち合格基準に達したものは14名であり、合格者のうち第1回目の受験で合格したものは9名、再々受験を含む再受験で合格した者は5名となっている。一方、PD資格試験を実施している(財)電力中央研究所材料科学技術研究所PDセンターからの2006年7月の保全学会講演会及び2006年12月の電力中央研究所材料科学シンポジウムでの報告によると、第1期に比較して第2期は平均探傷時間がやや短くなっているが、それでも欠陥(応力腐食割れ: SCC)1個あたりの深さ測定に要する時間は2時間から3時間であり、き裂深さ測定が長時間の集中を必要とする作業であることを示している。PDセンターでは今後のPD資格試験受験者のために、PD資格試験における不合格の要因と傾向についても分析して報告している。

3. PD 資格者による探傷例 東京電力柏崎刈羽原子力発電所3号機の再循環系(PLR)配管継手ではPD試験に合格したPD技術者が応力腐食割れ(SCC)のUTサイジング(溶接継手に発生したき裂高さ(深さ)を配管外表面側から測定)を行い、その測定結果が欠陥進展解析に使用された。国は2006年7月にこの健全性評価が妥当であると判断し、維持基準適用による継続運転が国内としては始めて認められている。このように、2006年度は、軽水型原子力発電所用機器のオーステナイト系ステンレス鋼(ステンレス鋳鋼を除く)配管突合せ溶接継手のき裂深さ測定に関するPD資格試験の開始という日本のPD制度の推進にとって画期的な年で、PD認証制度が適切に運用され、国内でこのPD制度が真に定着しつつあると言える。

米国非破壊試験協会（ASNT）ACCP 認証取得について

1. これまでの経緯

JSNDI は 1995 年頃より JIS Z 2305 資格者（当時は NDIS 0601, NDIS J001）が ASNT 資格を取得できるための交渉を進めてきました。1999 年に第 2 回 認証相互承認打合せ（Hawaii）において Tentative Agreement（仮調印）が取り交わされました。しかし、その後は進展がみられませんでした。この間に ASNT では、中央認証方式（ACCP 方式）の認証システムを立ち上げ、相互承認ではなく ASNT が第 3 者認証機関の審査を実施し承認することで ASNT 資格を与える仕組みの ASNT-ACCP-PCP（Program Comparison Procedure）を完成させました。

これについては、2002 年の JSNDI 50 周年記念行事に併せて来日した ASNT 会長 Mr. Black から概要が紹介され、翌 2003 年の ASNT 春季大会（Orlando）において、JSNDI へ具体的提示がなされました。

2. 第 3 者認証機関認証制度の承認プログラムへの合意

JSNDI では、PCP の要求内容については国際認証委員会で検討を繰り返し、メールなどにより協議を進めましたが、JSNDI の認証制度と ASNT の要求には大きな隔たりがありました。これを打開するために、2005 年 10 月に ASNT 幹部の集まる ASNT の秋季大会（Columbus）に ASNT CMC（認証委員会）のアポイントをとり、日本より国際認証委員会から出張者（大岡委員、藤岡委員、田口事務局員）を送り打合せた結果、懸案事項の大部分が解決でき、改正された ASNT-ACCP-PCP-1（version 1）について、JSNDI が ASNT の審査を受けることの合意を得ることができました。

3. ASNT による審査

JSNDI 内部の合意を得て、審査申請を 2006 年 1 月に ASNT の CMC に提出し、同 6 月に現地実地審査を受けました。ASNT の審査員として CMC 委員長 Mr. Cella と事務局員 Mr. Longo の両名が来日し、JSNDI の本部事務所及び亀有の試験センターにおいて現地審査が行われました。審査の結果は、JSNDI の試験設備及び試験の実施状況ともに良好であり、対応についても好評を得ました。しかし、ACCP 要求と JSNDI 実施内容の差異として「(1) レベル 3 は次の実技試験を実施する必要がある。PT：後乳化法，RT：γ線撮影法，UT：鍛造品又は鋳造品の斜角探傷，(2) レベル 2 PE（圧力容器）セクターは、圧力容器に特化した出題」など現状実施していない事項が指摘事項として挙げられました。

4. 審査結果に対する対応

指摘された項目は、認証された技術者の力量に関する疑義ではなく認証スキームの違いに起因しており、(1) 試験実施内容の相違及び (2) Industrial Sector（工業分野）の相違に基づくものです。ご承知のとおり JSNDI の実施する JIS Z 2305 はすべてを含む Multi Sector（マルチセクター）方式を採用していますが、ASNT-ACCP の Industrial Sector は GI（一般）と PE（圧力容器）に分かれています。特に、PE では ASME Boiler and Pressure Vessel Code 要求の NDT を実施できる要員認証を要求していることがうかがわれます。

この制度の違いを克服するには、要求事項を補完することが不可欠であり、ACCP サプリメント試験の実施について具体的な協議を進めています。

このことから、国内の JIS Z 2305 のレベル 2, 3 資格者に ACCP サプリメント試験を受けていただくことにより ASNT-ACCP 資格の取得ができるよう交渉を進めています。

5. ASNT-ACCP-PCP による認証制度の概要

上記のように、現在 ASNT との協定締結に向け対応中ですが、協定が結ばれると以下のような認証取得になると考えられます。

- (1) 対象となる工業分野：GI（一般）又は PE（圧力容器）
- (2) 対象となる NDT 方法及びレベル：RT, UT, MT, PT のレベル 2 及びレベル 3
- (3) 認証条件：JIS Z 2305 による認証技術者
ACCP サプリメント試験に合格
- (4) JSNDI が実施する ACCP サプリメント試験：試験の開催頻度は年 1 回程度
- (5) ACCP 資格証明書の有効期間：ACCP の認証有効期間は、JIS Z 2305 資格証明書の有効期限と同じ

PT・PDレベル1 一次専門試験問題のポイント

PT・PDレベル1の新規一次試験については、2005年6月号の本欄で、一般と専門の例題を数問、更に、2006年6月号の本欄で一般問題を数問選んで解説した。

今回は、専門問題の中で相対的に正答率の低い問題と類似の例題を選んで解説する。専門問題は浸透探傷試験の規格を含む試験体への適用の実際、器材及びその管理、きずの発生原因及び指示模様の特徴等の問題が出題される。問題は正しいもの又は誤っているものを四者択一で選ぶ形式であり、30問以上が出題される。合格には70%以上の正答が必要となる。

問1 次の文は、JIS Z 2343-1:2001における試験方法の分類について述べたものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 観察方法の違いにより分類すると、試験方法は、2種類ある。
- (b) 余剰浸透液をとりのぞく方法は、5種類ある。
- (c) 浸透探傷試験に使用される浸透液は、4種類ある。
- (d) 蛍光浸透探傷試験に使用される現像剤は、2種類ある。

正答 (b)

JIS Z 2343は2001年に改正され探傷方法の分類も変更された。これまでは旧JISを基にした問題が出題されていたが、新しいJISにおける問題としての解説を行う。

観察方法の違いによる分類は、旧JISでは蛍光浸透探傷試験と染色浸透探傷試験に分けられていたが、新JISになり、蛍光性と染色性の両方の性質を含有する二元性浸透液が規定された。したがって、試験方法は3種類であり、(a)は誤りである。余剰浸透液をとりのぞく方法は水、乳化剤（油ベース）、乳化剤（水ベース）、溶剤及び水と溶剤の両方を用いる場合の5種類に分けられている。したがって、(b)は正しい。浸透液の種類は、観察方法の違いによる3種類(蛍光、染色、二元性)の浸透液がそれぞれ水洗性、後乳化性、溶剤除去性に分けられているので、9種類ある。したがって、(c)は誤っている。また、現像剤の種類は乾式現像剤、湿式現像剤（水溶性、水懸濁性）、速乾式現像剤及び特殊用途用の5種類に分類されているので、(d)も誤っている。

新JISになり、かなり細かい分類になったが、これらの種類は覚えておくことが必要であろう。

問2 鋼の溶接部に溶剤除去性染色浸透探傷試験を行

う場合に、適用できる現像法で正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 乾式現像法、及び速乾式現像法
- (b) 湿式現像法、及び無現像法
- (c) 速乾式現像法、及び無現像法
- (d) 湿式現像法、及び速乾式現像法

正答 (d)

一般に、鋼構造物の溶接部に湿式現像法はほとんど用いられていないために、(d)を正答とするのにためらう傾向が見受けられる。この問題では染色浸透探傷試験に適用できる現像方法は何かという観点で解答することが必要である。

速乾式現像法と湿式現像法は、試験面全体に均一な現像塗膜が作られる。現像剤塗膜は微細な粉末で作られているため、その粒子の隙間にきず中の浸透液が毛細管現象とぬれの現象により拡がってゆき、拡大された指示模様として現れる。

乾式現像法は、乾いた微粉末自体を試験面に適用する。きず表面の浸透液が現像剤粒子の表面をぬらし、現像剤粒子がきず部に付着される。さらに、その粒子が隣接した粒子をぬらし指示模様が形成されていく。そのため現像剤粒子はきず部付近にのみ付着されるが、きずの存在しない試験面には付着しない。

染色浸透探傷試験は、浸透液の赤い色と現像剤による白いバックグラウンドとのコントラストにより指示模様を観察するため、白いバックグラウンドができない乾式現像法と無現像法は染色浸透探傷試験には適用できない。したがって、正答は(d)となる。

問3 次の文は、指示模様について述べたものである。

正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 同じきずによって得られる指示模様でも、現像法の種類や条件によって線状になったり点状になったりすることもある。
- (b) 速乾式現像剤は、時間の経過とともに指示模様が拡大しにじんていくが、湿式現像剤はそのような現象はほとんどない。
- (c) 乾式現像法により現れた指示模様はきずの寸法そのままであり、拡大はされていない。
- (d) 乾式現像法においても現像後、長時間放置すると速乾式現像法と同様ににじんできずの判別が困難になる。

正答 (a)

浸透探傷試験において、指示模様によって得られる情報は、あくまできずの表面形状のおおよその形が推定できることである。

同じ割れによる指示模様でも、探傷条件、特に現像方法の違いや塗膜の状況によって、その現れ方は大きく異なってくる。例えば、微細な疲労割れは線状に現れたり、割れの両端のみが現れたり、あるいは、綿棒状に現れるなど、様々な模様を示す。したがって、(a)は正しい。また、前問で解説したように湿式現像法も速乾式現像法と同じく試験面に現像塗膜が形成されるため、指示模様はにじみやすくなる。したがって、(b)は誤っている。

乾式現像法は、拡大率は少ないが、きずの寸法そのままを現しているものとはいえない。したがって、(c)は誤っている。また、乾式現像法は、長時間放置しても指示模様のにじみは少なく、比較的きず形状に近い指示模様を示す現像方法であり、(d)も誤っている。

問4 次の文は、溶剤除去性蛍光浸透探傷試験で乾式現像剤を用いて検査を行う場合の処理手順を示したものである。正しいものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 試験準備→前処理→浸透処理→除去処理→乾燥処理→現像処理→観察→後処理
- (b) 試験準備→前処理→浸透処理→除去処理→現像処理→観察→後処理
- (c) 試験準備→前処理→浸透処理→洗浄処理→乾燥処理→現像処理→観察
- (d) 試験準備→前処理→浸透処理→除去処理→乾燥処理→現像処理→観察

正答 (b)

探傷の各処理の手順に関する問題であるが、試験準備、前処理、浸透処理までは、全ての探傷方法について同じ手順である。浸透処理の次に、溶剤除去性浸透探傷試験では除去処理が、水洗性浸透探傷試験では洗浄処理が行われる。浸透探傷試験において、除去処理と洗浄処理は区別されて使用されていることに注意してほしい。

溶剤除去性浸透探傷試験では、除去処理後に現像処理が行われる。湿式現像法の場合には現像処理の後に乾燥処理が行われるが、速乾式現像方法と乾式現像法では乾燥処理は不必要である。水洗性浸透探傷試験では、湿式現像法を用いる場合は洗浄処理後そのまま現像処理を行

い、続いて乾燥処理を行う。速乾式現像法と乾式現像法を用いる場合には、乾燥処理の後に現像処理を行う（無現像法においては加熱処理）。このことから、正答は(b)となる。

問5 次の文は、溶剤除去性浸透探傷試験（速乾式現像法）の後、後処理を行う理由について述べたものである。理由として誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (a) 使用される現像剤の吸湿性が高く、試験体の腐食の原因となるため。
- (b) 溶剤が多量に使用され、試験体表面から油脂類が除かれ周囲の湿気により試験体の腐食が進行するのを防止するため。
- (c) 浸透液が多量に使用されるため、残留している浸透液による試験体の腐食の原因を除くため。
- (d) 固体粉末粒子が表面に密着し次の工程の妨げになる場合があり、その原因を取り除くため。

正答 (c)

浸透探傷試験後の後処理は、試験対象物の材質や使用条件、環境等により、必要な場合と不必要な場合がある。

現像剤は吸湿性が強いので腐食性のある金属材料などでは除去する必要がある。また、次工程の妨げになるような場合は除去しなければならない。したがって、(a)と(d)は正しい。

前処理剤や除去液は揮発性の高い溶剤が使用されているため試験体表面の油脂類が除去され、防食効果が低下していると考えられる。そのため防錆用の後処理が必要となる場合がある。したがって、(b)は正しい。

浸透液は除去処理により取り除かれるため、残留している浸透液はほとんどないと考えられる。また、油性溶剤が基本として構成されているため、浸透液自体は腐食性に対する問題は少ない。したがって、(c)は誤りとなる。

以上、紙面の都合上、一部分の解説にとどまったが、本解説を基に参考書、問題集をよく勉強し一次試験を突破されることを望むものである。

お知らせ

浸透探傷試験レベル1の二次試験において、今年の秋の試験から水洗性蛍光探傷試験の試験体形状の変更を予定しています。詳細は7月頃に協会のホームページに掲載予定ですので、そちらを参照ください。