

UT レベル 2 実技試験のポイント

UT レベル 2 の実技試験は従来 NDT 指示書の作成、及び板材の垂直探傷試験、T 継手溶接部の斜角探傷試験、曲面材溶接部の斜角探傷試験が実施されていたが、2025 年秋期試験より曲面材溶接部の斜角探傷試験に代わって鍛鋼品の垂直探傷試験が実施されることとなった。今回は実技試験の概要について鍛鋼品の垂直探傷試験に重点をおいて解説する。

1. 実技試験の概要

2025 年秋期試験以降の UT レベル 2 の実技試験の概要は表 1 に示す通りである。

表 1 UT レベル 2 の実技試験内容

No.	課題	概要	時間
1	NDT 指示書作成	NDT 手順書に従って NDT 指示書を作成する。	30 分
2	実技試験		
①	垂直探傷試験 (板材)	厚さ 25 mm 程度、大きさ 120 mm × 120 mm 程度の鋼板を垂直探傷する。	15 分
②	斜角探傷試験 (T 継手溶接部)	RB-41A でエコー高さ区分線を作成し、厚さ 25 mm 程度、幅 150 mm 程度の T 継手溶接部を斜角探傷する。	40 分
③	垂直探傷試験 (鍛鋼品)	鍛鋼品を垂直探傷し、底面エコー高さと、きずエコー高さとの差からきずの大きさを推定する。	20 分
④	データ整理と答案作成 (マークシート作成)	探傷装置の調度、探傷データを整理し実技試験答案用紙 (マークシート) を作成する。	45 分

2. NDT 指示書の作成

2.1 NDT 指示書作成試験

この試験は NDT 手順書を読んで具体的に作業が行なえるように NDT 指示書を作成する試験である。具体的には、NDT 手順書を読んで、NDT 指示書を作成する上で最小限必要なもので、問題用紙に記載している項目について、正しいものを一つ選ぶ試験である。対象となる製

品には厚鋼板や鍛鋼品及び各種の溶接部があり、これらを探傷する上で必要な、例えば検査技術者、探傷器、探触子、探傷感度などについて記載項目の中から正しいものを一つ選んで解答用紙にマークする。

2.2 NDT 指示書作成における注意点

NDT 指示書作成試験に関連する規格としては、鋼板であれば JIS G 0801:2023、鍛鋼品であれば JIS G 0587:2007、鋼材の溶接部であれば JIS Z 3060:2015 が対象となるのでこれらの規格に精通しておくことが望ましい。特に、鋼板であればきずの評価、鍛鋼品であれば使用探触子の Q 値の求め方、感度補正の実施要領、溶接部であればきずの指示長さの測定方法などが重要である。

3. 板材の垂直探傷試験

3.1 探傷の概要

表面処理されている厚さ 25 mm 程度、大きさ 120 mm × 120 mm 程度の板材を垂直探傷してきずの位置、エコー高さ、きずの大きさを推定し、きずを分類して合否基準に照合して評価する。探傷感度は STB-N1 で設定するが、表面が処理されているので、STB-N1 の底面エコー高さと板材の底面エコー高さとの差を感度補正する必要がある。

3.2 探傷における注意点

板材の垂直探傷では、STB-N1 の $\phi 5.6$ mm 標準穴からのエコー高さを基準として、STB-N1 の底面エコー高さと試験体の底面エコー高さの差を感度補正量として加え探傷を行う。このとき、特に STB-N1 試験片の底面エコー高さを慎重に測定しないと感度補正量に誤差が生じる。

探傷面が平滑な場合、接触媒質の厚さによってエコー高さが異なるので底面エコー高さが十分落ち着いた状態で測定するのがよい。また、きずは 2 個あり、重きずが検出された場合はきずの指示長さを測定する。きずは X 方向か Y 方向のいずれの方向に長いのかよく見極める必要がある。きずの X、Y の位置を測定するときは、端面から探触子の側面までを測定し、探触子の直径を考慮すると精度よく測定できる。

4. T 継手溶接部の斜角探傷試験

4.1 探傷の概要

厚さ 25 mm 程度、幅 150 mm 程度の T 継手溶接部を探傷し、きずの位置 (深さ位置、基準線からのずれ、溶接端部からの位置)、きずの指示長さを求め、きずの評価をした後、合否判定する。きずは 2 箇所にある。探傷に先

立って入射点の測定、時間軸の調整、STB 屈折角の測定を行う。また、RB-41A 対比試験片によってエコー高さ区分線を作成し、探傷感度を設定する。エコー高さ区分線は測定点を透明シートに転写する。直射の範囲から一回反射の領域まで広い範囲を探傷することが重要である。

4.2 T 継手溶接部の斜角探傷における注意点

T 継手溶接部の斜角探傷は、探触子を垂直探触子から斜角探触子に付け替えた後、まず STB-A1 を用いて入射点の測定、時間軸の調整を行う。接触媒質の使用要領については NDT 手順書に記載しているが、この場合の接触媒質はマシン油を使用する。その後 RB-41A 試験片を用いて探傷感度の調整、エコー高さ区分線の作成を行う。RB-41A 及び溶接試験体には接触媒質としてグリセリンペーストを使用する。斜角探傷における最大のポイントは正しいエコー高さ区分線が作成できることであるため、事前によく練習しておくことが必要である。また、H 線測定点の透明シートへの転写は、エコー高さ区分線完成後すぐに済ませておかないと、時間切れになってしまうことがあるので注意が必要である。探傷においては直射による探傷と一回反射による探傷に分けて行う方が分かりやすいが、ゲートの位置及び幅はそれぞれの探傷範囲に合ったゲートの掛け方でなければ間違ったエコーの位置を記録することになる。ゲート幅を広く掛けると一回反射の探傷をしていると思っても送信パルス近くの直射の範囲のエコーであることがしばしばありうる。一回反射での探傷を行う場合はエコー高さ区分線を見れば明らかであるが、直射の場合に比べてきずエコー高さがかなり下がるので感度を上げて探傷するのがきずの見逃しを防ぐのに有効である。

5. 鍛鋼品の超音波探傷試験

5.1 試験体の形状

鍛鋼品の大きさは 100 mm×100 mm で高さが 90 mm 程度であり、きずが 3 箇所加工されており、表面側から探傷する。試験体はケースに入れられており、ケースごと移動して探傷する。

5.2 探傷内容

きずは 3 箇所があり、鍛鋼品の表面から探傷してきずの平面位置 (X, Y 方向の基準点からの距離) をスケールで測定する。そしてきずの深さ位置を探傷器の表示器のエコーの位置にゲートを掛けて求める。さらに、きずエコー高さと底面エコー高さの差からきずの大きさを添付してある DGS 線図で推定した後、NDT 手順書に記載し

ている判定基準によって評価する。

5.3 探傷要領

鍛鋼品の垂直探傷を開始する前に、試験員がまず T 継手溶接部を探傷した際のエコー高さ区分線を消去するよう指示がある。次に 2 MHz の垂直探触子に付け替えるように、また、探傷器の受信周波数の帯域を 2 MHz の狭帯域に設定するよう指示がある。まず試験体の番号や探触子の番号を確認して記載した後、STB-A1 又は STB-N1 の標準試験片を用いて測定範囲を NDT 手順書に基づいて設定する。次に試験体を超音波探傷器の前にセットした後、試験体表面に接触媒質を塗布し、まず底面エコー高さを測定する指定されたリングマークの箇所まで底面エコー高さを NDT 手順書で指定された高さに調整し、その時のゲイン値を記録する。その後、NDT 手順書で指定された探傷感度に設定し、探傷を行う。きずエコー高さが最大になる箇所とその平面上の基準点からの位置をスケールで測定する。そしてエコー高さを指定された高さに調整し、その時のゲイン値を記録する。この探傷を他の 2 つのきずに対しても同様に行う。

5.4 きずの大きさの推定要領

きずエコー高さから得られたゲイン値と底面エコーのゲイン値との差 (B_F/B_G) 及びきずの位置から DGS 線図によりきずの大きさを推定する。実技試験会場及びデータ整理会場にセルロイド製のスケールを置いているので、スケールを使って DGS 線図によりきずの大きさを推定する。DGS 線図はポケットリーフから取り出して使用する。きずの大きさの推定は実技会場で終わらなくても引き続きデータ整理会場でもできる。

5.5 探傷結果の評価

3 箇所のきずの大きさから NDT 手順書に記載してある判定基準によってこの材料の合否を判定し、記録用紙に記載する。

5.6 探傷における注意点

接触媒質は指定されたものを用いること。きず位置推定の際、探触子位置を的確に走査して最大エコー高さを求めることが重要である。また、試験体表面は表面処理がされているので、探触子を必要以上に擦ってはならない。試験体は約 8 kg であるため、重いので試験体の移動はケースに入れたまま行い、落下などしないよう十分注意する必要がある。

MT レベル1 一般・専門試験のポイント

JIS Z 2305:2013 に基づく資格試験について、MT-1 及び限定資格 (MY-1, ME-1) の新規一次試験に関して、これまで本欄ではミスを犯しやすい問題の類題を例にとり、ポイントを解説した。今号では、限定資格を含め、レベル1 に共通する問題の類題によりポイントを解説する。

一般試験の類題

問1 次の文は、磁束及び磁束密度、磁界の強さ、透磁率に関連する用語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) 磁束は、磁束が直交する断面積と磁束密度との積で表せる。
- (b) 磁束密度は、磁界の強さを透磁率で除したものである。
- (c) 磁束密度は、磁界の強さと常に比例関係にある。
- (d) 透磁率は、真空の透磁率のことを表している。

正答 (a)

磁束密度は、磁束を磁束が直交する磁路の断面積で除したものであり (a) は正しい。また磁束密度は $B=\mu H$ のように磁界の強さと透磁率の積で表されるので (b) は誤りであり、また透磁率は磁界の強さによって変化するため、磁束密度は常に磁界の強さと比例関係にはないので (c) も誤りである。また透磁率は、真空の透磁率と比透磁率の積で表されるため (d) は誤りである。

問2 次の文は、鉄鋼材料の磁化曲線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) 磁化曲線は、直流を用いて測定する。
- (b) 磁界の強さが大きくなって、磁束密度がほとんど増えなくなったときの磁界の強さを保磁力という。
- (c) 飽和磁束密度は、強磁性体の種類に関係なく一定の値となる
- (d) 磁化曲線において、磁束密度が零になるときの磁界の強さを、一般に残留磁気という。

正答 (a)

磁化曲線 ($B-H$ 曲線) は、一般に直流で測定する。磁界の強さが大きくなって、磁束密度がほとんど増えなくなったときの磁束密度を飽和磁束密度という。このときの磁界の強さを一般に飽和磁界の強さという。飽和磁束

密度の大きさは、強磁性体の種類により著しく異なることはないが一定ではない。磁束密度が零になるときの磁界の強さ (磁化曲線と横軸 H との交点) を、保磁力という。正答は (a) である。

問3 次の文は、炭素鋼の熱処理の前後での磁気特性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) 焼入れされた鋼の方が、磁束を通しやすい。
- (b) 焼入れされた鋼を焼なましすると、飽和磁束密度になるまでに必要な磁界の強さは小さくなる。
- (c) 炭素量が多い鋼は焼入れによって、飽和磁束密度の値が著しく大きくなる。
- (d) 硬さが大きい鋼を焼入れすると、初透磁率は焼入れ前より大きくなる。

正答 (b)

炭素鋼の熱処理において、焼きなましすると透磁率は大きくなり (磁束を通しやすく) 飽和磁束密度になるまでに必要な磁界の強さは小さく磁化されやすくなる。一般に、これを磁氣的に軟らかいという。また炭素量が多いほど硬さも大きく、焼入れにより磁氣的にも硬くなり、飽和磁束密度に達するまでに必要な磁界の強さは大きくなる。飽和磁束密度の値は、熱処理によって大きな差異は生じない。鋼は熱処理により磁気特性が変化し、焼入れにより初透磁率は小さくなって磁束を通しにくく、焼なましにより磁氣的に軟らかくなり磁束を通しやすくなる。(a) (c) (d) は誤りで (b) が正答である。

問4 次の文は、磁気探傷試験に使用する降圧変圧器式磁化電源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。〈MY は除く〉

- (a) 二次側出力として高電圧大電流が得られるため、軸通電法の通電中に試験体や電極部に触れてはならない。
- (b) プロッド法で使用する場合、プロッド電極に触れると感電するおそれがあるので、必ず絶縁性手袋を使用しなければならない。
- (c) 二次側に整流回路を設け、単相半波や三相全波などの直流出力が得られる。
- (d) コイル法では、コイルには常に大電流が流れているため、コイルに直接触れてはならない。

正答 (c)

降圧変圧器式磁気探傷装置は各種の磁化方法に対応でき、現場でも多く実用されている。200 V 又は 100 V の交流を一次側入力とし、変圧器(トランス)により降圧し二次側出力として低電圧の大電流を得ることができる。また二次側に整流回路も設けているので、交流だけでなく、単相半波や三相全波などの直流出力が得られる。一般に 2000 A 程度の電流でも二次側出力は 30 V 以下の低電圧であり、直接触れても感電することはない。磁化台の電極間や試験体、プロッド電極及びコイルに触れても感電しないが、スパーク発生時には注意が必要であり (a) (b) (d) は誤りである。正答は (c) である。

問 5 次の文は、磁気探傷試験に使用する磁粉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) 蛍光磁粉は、黄緑色の蛍光色のきず磁粉模様と試験面(バックグラウンド)との色調のコントラストにより、きずの検出を容易にしている。
- (b) 非蛍光磁粉は、黒色・赤色・白色などの強磁性体微粉末の素材の色をそのまま使用している。
- (c) 同じ粒度の湿式磁粉の場合、蛍光磁粉は一般に非蛍光磁粉の 1/10~1/5 程度の濃度で使用している。
- (d) 非蛍光磁粉は蛍光磁粉に比べて明度のコントラストが高いので、小さなきずまで容易に検出できる。

正答 (c)

蛍光磁粉は、蛍光色のきず磁粉模様と試験面との明度のコントラストをつけてきずの検出を容易にしておき、非蛍光磁粉では試験面との色調のコントラストを利用して検出している。(a) (d) は誤りである。黒色・赤褐色の強磁性体微粉末はあるが、白色の強磁性体微粉末は存在しないので (b) は誤りである。JIS Z 2320-1:2017 では蛍光磁粉は 0.2~2 g/L、非蛍光磁粉は 2~10 g/L の濃度範囲が推奨されており、蛍光磁粉では非蛍光磁粉の場合の 1/10~1/5 程度の濃度で使用されていることになる。(c) が正しい。

専門試験の類題

問 6 次の文は、溶接部の磁気探傷試験で検出対象となるきず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) 砂かみ
- (b) 焼割れ
- (c) 非金属介在物
- (d) へげ

正答 (c)

各種の検査対象物のきずについて、名称や発生原因などを記憶しておく必要がある。圧延品、鍛造品、鋳造品、溶接部、保守検査などのジャンルに分けて、それぞれの代表的なきずの名称や発生原因などを理解しておいてほしい。また、非金属介在物、ラミネーション、ピンホール、割れなどは、各製品/ジャンルにまたがって使われている名称なので注意が必要である。ここで (a) 砂かみは鋳造品、(b) 焼割れは熱処理後の鍛造品、(c) 非金属介在物は溶接部の開先面、圧延品の断面や鍛造品、(d) へげは圧延品に発生するきずである。正答は (c) である。

問 7 次の文は、溶接構造物を携帯形交流極間式磁化器で磁気探傷試験を行う際の、探傷有効範囲の大きさに影響を及ぼす因子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。(ME は除く)

- (a) 試験体の大きさ
- (b) 磁化器の磁極間距離
- (c) 検査対象部位の鋼板の板厚
- (d) 探傷ピッチ

正答 (b)

極間法における探傷有効範囲の大きさは、対象となるきずの種類と大きさ、磁粉の種類や粒度、検査液の濃度、流速(≒試験面の傾斜)、及び磁化器の磁極間距離(磁極間内のり)・全磁束等により変化する。JIS Z 2320-1:2017 では、極間法における試験範囲を磁極間の内のりから決定する方法を規定している。探傷ピッチは探傷有効範囲が 10~30%程度オーバーラップするように設定するため、(d) は誤りである。携帯形交流極間式磁化器では、交流の表皮効果によって鋼板の板厚の影響を受けないため、探傷有効範囲の大きさは変化しない。また試験体の大きさも探傷有効範囲の大きさには関連しない。探傷有効範囲の大きさは溶接ビードの幅によっても変化する。その他、影響を与える因子として、磁極と試験体との接触状態や電源電圧などがある。(b) が正答である。

以上の例題は、MT-1 及び MY-1、ME-1 に共通する一般及び専門問題の類題である。資格取得を目指す人は、本解説とともに、参考書や問題集などを参考にして学習して欲しい。