

SM1 二次試験の概要とポイント

2003 年春期より、非破壊検査技術者に対する資格試験が JIS Z 2305 に基づいた試験に移行された。非破壊検査誌 Vol.52, No.11 の「NDT フラッシュ」では移行後のひずみ測定 (SM) レベル 2 の二次試験に関する要点とポイントについての紹介をした。引続き、ここでは SM レベル 1 の二次試験の要点とポイントについての紹介をする。

1. SM レベル 1 の二次試験の概要

SM レベル 1 の二次試験で実施される試験項目と各項目に対する時間配分を表 1 に示す。

表 1 二次試験の項目と時間配分

項目	時間配分
ゲージの接着 (単軸リード線付き)	30 分
ブリッジの構成 (2 ゲージ結線法)	
静ひずみの測定	15 分
動ひずみの測定	15 分
報告書の作成	20 分
合計	80 分

とくに、レベル 1 の技術者に対しては電気抵抗ひずみ測定法により正確なひずみの測定ができるかをみる試験が主である。したがって、これに関連した試験片表面へのひずみゲージの接着作業、静ひずみ及び動ひずみの測定、これらの測定結果の報告書作成に関する項目の試験が行われる。

また、試験時間の合計は 80 分 (1 時間 20 分) になっているが、各項目はそれぞれに与えられている時間内で作業を終了するようにされている。

2. 試験片

図 1 にはひずみゲージの接着並びにひずみ測定試験に使用する試験片の平面の形状寸法を示す。

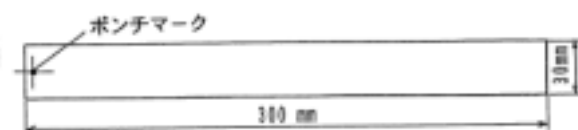


図 1 試験片の形状寸法

これは図のような構造用炭素鋼による短冊形の試験片で厚さは 2 mm である。

3. ひずみゲージの接着作業

前に示した試験片表裏面の指定された位置の長手方向に、対称になるようにそれぞれ 1 枚のリード線付き単軸ひずみゲージを接着する。使用するひずみゲージは長さが 5 mm、抵抗が 120 Ω で、ゲージ率は約 2 のものである。また、この接着にはシアノアクリレート系接着剤を使用するが、まずこの接着剤により正確な接着ができるように試験片表面の処理と位置決めを行う。接着後は接着状態をチェックし、絶縁抵抗が十分であることを確認する。なお、この接着が不十分であると正確なひずみの測定ができないので、試験片表裏面の処理や接着箇所の位置決め、接着後のチェックなどが正確にできるよう心得ておく必要がある。

4. ひずみ測定の試験

4.1 静ひずみ測定

静ひずみ測定にはデジタル静ひずみ測定器 (デタログ) を使用する。まず、ひずみゲージの接着作業で試験片の表裏面に接着された 2 枚のひずみゲージのリード線をこの測定器のゲージ接続端子に取付け、図 2 のような 2 アクチブゲージ法の結線をする。

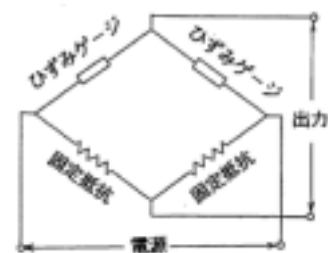


図 2 2 アクチブゲージ法

さらに、この静ひずみ測定の試験では、前述の試験片の一端を図 3 のような試験装置に固定して片持りにし、自由端近傍に荷重をかけて曲げ変形を与えたときに生じるひずみを測定してもらう。

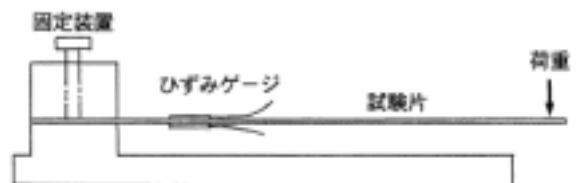


図 3 ひずみ測定の試験装置

しかしながら、ここで使用するひずみ測定器は必ずしも受験者が手慣れた機種である保証はなく、試験場で与えられたものを使わなければならない。このため、不慣れな機種の場合でも、あらかじめ受験者に配布されている簡易取扱説明書を参照しながら与えられた測定器のゲ - ジ端子へのリ - ド線の取付け、初期調整あるいはプリンタの操作などを行うことになる。

4.2 動ひずみ測定

動ひずみ測定にはオ - トバランス式動ひずみ測定器とアナログ (サ - マルドット) レコ - ダを使用し、試験片には前述の静ひずみ測定の試験と同じものを使用する。まず、試験片の表裏面に接着された 2 枚のひずみゲ - ジのリ - ド線をブリッジボックスの接続端子に取付け、2 アクチブゲ - ジ法による結線をする。

また、この試験の場合も、静ひずみ測定の場合と同じ装置に試験片を固定して片持りにし、自由端近傍の任意の位置に重りを取付ける。このような状態の試験片に曲げ一次自由振動を与えたときに生じたひずみによる波形をレコ - ダで記録してもらう。図 4 には動ひずみ測定試験で得られた波形の例を示してある。この波形の記録に際しては、正負の校正波形も記録しておく。

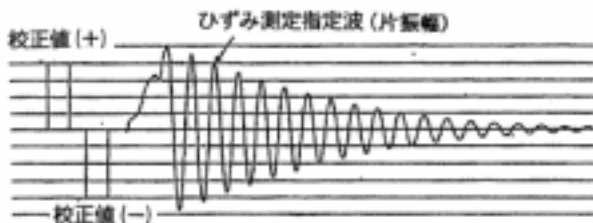


図 4 片持りの自由振動波形の例

なお、動ひずみ測定の場合も測定器並びにレコ - ダは試験場で与えられたものを使用してもらう。

5. 報告書の作成

静及び動ひずみ測定の試験終了後、まず各測定の試験で得られたデ - タを基に試験結果として要求されている値の算出をする。さらに、各測定の試験デ - タとこの算出された値を解答用紙に記入する形式の報告書を作成して提出してもらう。

5.1 静ひずみ測定の試験報告書の作成

静ひずみ測定の試験で用いるひずみ測定器はゲ - ジ率をあらかじめ 2.00 に設定しておく。しかし、試験片に接着されているひずみゲ - ジのゲ - ジ率はこれと必ずしも同じになっていない。このため、まず使用したゲ - ジ

のゲ - ジ率を記録しておき、さらに静ひずみ測定試験で測定されたひずみの値を下の式により補正して真のひずみの値を求めなければならない。

$$\varepsilon_i = \frac{2.00}{K_g} \varepsilon_{im}$$

ここで、 ε_i 及び ε_{im} は真のひずみ及び測定されたひずみの値、 K_g は使用したひずみゲ - ジのゲ - ジ率である。

解答用紙には測定器の出力デ - タを添付し、これから得られたひずみの値とともに上の式で求められた真のひずみの値を記入してもらう。

5.2 動ひずみ測定の試験報告書の作成

前の図 4 には動ひずみの測定試験でレコ - ダに記録された波形の例を示したが、これは縦軸がひずみによる出力を、横軸が時間変化を表している。また、この試験のような自由振動の場合はひずみ振幅が時間とともに減衰して行く。このため、図に示されているようにひずみの測定を指定した 2 あるいは 3 波目の片振幅と校正ひずみの値との比較により、この振幅に対する動ひずみの値を求めてもらう。

一方、前述のようにこの図の横軸は時間変化を表しているので、波形の周期が測定できる。さらに、この測定値から次の式により周波数も求める。

$$f = \frac{1}{T}$$

ここで、 f は振動の周波数、 T は周期である。

したがって、動ひずみ測定の試験の解答用紙には記録された波形を添付するとともに、校正ひずみの値と指定された振幅に対して求められたひずみの値、並びに測定された自由振動の周期とこれから算出された周波数を記入してもらう。

ここでは、2003 年春期・秋期に実施された S M レベル 1 の二次試験を参考にして、この試験の概要とポイントについて紹介した。今後試験内容が多少変わる可能性はあるが、いずれにしてもレベル 1 の技術者には電気抵抗ひずみ測定法により静ひずみ、動ひずみ両方を正確に測定できる能力が要求されているので、この試験で行われるひずみゲ - ジの接着作業やひずみの測定に関する実技が重視される。

なお、この二次試験も S M の技術者用参考書「ひずみ測定」に基づいて実施されているので、この参考書を勉強しておくことも重要である。

MTレベル2移行試験用「磁粉探傷試験手順例」

圧力容器用鋼板の磁粉探傷試験手順

1. 適用範囲

本NDT 手順は、圧力容器用鋼板の表面きず除去部の磁粉探傷試験方法及び判定基準について規定したものである。試験の目的はきずが除去されていることを確認し保証することである。

2. 準拠規格：(省略)

3. 非破壊試験技術者：(省略)

4. 探傷装置

4.1 探傷装置は「非破壊試験機器の管理基準」によって検定され、合格したものを使用する。

4.2 磁化装置

4.2.1 プロッド法：

磁化電流（最大）単相半波整流7000A，
単相交流5000A，(波高値表示)

4.2.2 極間法：2極式

4.2.3 紫外線照射灯：「非破壊試験機器の管理基準」により検定され、合格したものを使用する。

5. 試験時期：鋼板熱処理完了後に行う。

6. 試験範囲（試験面）

鋼板の表面きず除去部（きずをグラインダーによって除去した部分）

7. 前処理：(省略)

8. 磁粉及び検査液：湿式蛍光磁粉を使用。以下(省略)

9. 磁化方法：極間法及びプロッド法を使用する。

9.1 極間法 携帯形交流極間式磁化器を使用する。

9.2 プロッド法

9.2.1 磁化の手順 指定されたプロッド間隔を保ち、通電する。

9.2.2 プロッド間隔 プロッド間隔は200mm とする。
ただし、側面の探傷でプロッド間隔がとれない場合は、80～200mm の間隔で試験してもよい。

9.2.3 プロッドチップはホワイトメタルを用いる。

9.2.4 磁化電流 磁化電流は単相半波整流を用い、磁化電流は次表の値とする。試験終了後電流値をチェックする。表1(掲載省略)

9.3 磁化の方向

9.3.1 磁極・プロッドの配置

試験面で少なくとも2方向からの試験を行わなければならない。その場合2回目の試験では、1回目の試験の磁極・プロッドの配置に対して、ほぼ

直角になるように磁極・プロッドを配置する。

9.3.2 探傷ピッチ

鋼板の表面きず除去範囲（試験面）が広くて、上記2回の試験でカバーできない場合は、磁極・プロッドを移動して探傷する。この場合、試験範囲を十分オーバーラップして試験する。

以下の項目 (省略)

指示書作成の問題例（抜粋）

問題1 磁粉探傷レベル2の NDT指示書作成の問題

「圧力容器用鋼板の磁粉探傷試験手順」に基づき、以下に示す NDT指示書（抜粋）の空欄に適切な用語または数値を語群から選び、その記号をマークしなさい。

1. 磁化条件

1.1 極間法及びプロッド法を使用する。ただし、
[]は鋼板の端部や側面などで極間法の適用が困難な場合に使用する。

- (a)極間法 (b)プロッド法
(c)連続法 (d)残留法

1.2 極間法：携帯形交流極間式磁化器を使用する。

1.3 プロッド法

(1) 磁化の手順：指定されたプロッド間隔を保ち、プロッドを試験面に押しつけてから、把手に組み込まれたスイッチを押して通電する。プロッドを試験面から離すときにはその前に [] こと。

- (a)スイッチを切る (b)スイッチを入れる
(c)検査液の適用をやめる (d)検査液を適用する

操作を誤ってスパークした場合は、寸法公差を確かめながら、溶着金属が見えなくなるまでグラインダで滑らかに仕上げる。

(2) プロッド間隔は [] とする。ただし、側面の探傷でプロッド間隔が取れない場合には、80～200mmの間隔で試験してもよい。

- (a)150mm (b)200mm (c)250mm (d)300mm

(3) プロッドチップは [] を使用する。先端はきれいに手入れをしておく。

- (a)銅 (b)鉛 (c)ホワイトメタル (d)アルミニウム

(4) 磁化電流は単相半波整流を用い、磁化電流値は表1の値とする。試験終了後電流値を再チェックする。

先月号で UT レベル 2 移行試験問題の NDT 指示書作成に関する問題例の一部が紹介されたが、今回は RT 及び MT レベル 2 の移行試験問題の NDT 指示書作成に関する問題例の一部を示す。

RT レベル 2 移行試験用「放射線透過試験手順例」

水圧鉄管の放射線透過試験の NDT 手順

1. 適用範囲: 本 NDT 手順は、水圧鉄管長手溶接継手の溶接後の放射線検査に適用する。

2. 準拠規格: (省略)

3. 非破壊試験技術者:

(1) 透過試験は JIS Z 2305 による RT レベル 1 以上の資格者が行うこと。

(2) NDT 指示書は、RT レベル 2 が作成し、RT レベル 3 が承認する。

4. 透過写真の像質区分: JIS Z3104-1995 の A 級とする。

5. 使用装置及び材料: 保守点検記録により点検状況を確認した、以下の装置及び材料を使用する。

(1) 線装置: 一体形 線装置, 定格管電圧: 300kV,

定格管電流: 5mA, 焦点寸法: 2.5mm × 2.5mm

(2) 線フィルム: 工業用 線フィルム IX100,

(4.1/2 × 17 インチ)

(3) 増感紙: 鉛箔増感紙(0.03mm, フロント, バック共)

(4) 透過度計: 08F 形, (母材の厚さ 17 ~ 32mm)

(JIS Z2306-2001)

(5) 階調計: 20 形(母材の厚さ 24 ~ 42mm), (JIS Z3104)

(6) フィルム観察器: JIS Z4561 の D30 形又は D35 形

(7) 濃度計: 最高濃度 4.0 まで計測できるもの

6. 試験範囲: 溶接金属及び止端部から母材側へ各 5mm の範囲の全体積とする。

7. 撮影配置及び露出条件:

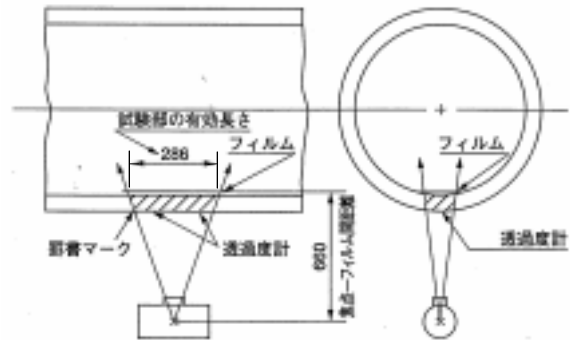
(1) 撮影配置を図 1 に、参考露出条件を表 1(掲載省略) に示す。長手継手は外面から照射する。円周継手は、内面から照射する。

(2) 透過度計は、試験部の線源側の表面に溶接継手をまたいで、試験部の有効長さの両端付近に、透過度計の最も細かい線が位置するように各 1 個置く。この際、細線が外側になるようにする。

(3) 階調計は、試験部の有効長さの中央付近のフィルム側に 1 個置く。継手の両側で母材の厚さが異なる場合は、階調計は厚い方の母材部側に置く。

(4) 試験部の有効長さの端、撮影日、母材の厚さ、継手記号、及び箇所番号を示す記号を試験部の線源側表面に置く。

(単位: mm)



(a) 長手継手の撮影配置
(b) 円周継手の撮影配置 (省略)

図 1 撮影配置

8. 透過写真の必要条件: (省略)

9. きずの像の分類: きずの像は、JIS Z3104-附属書 4 に従って分類を行う。

10. 合格基準: JIS Z3104-附属書 4 の 1 類及び 2 類を合格とする。融合不良、溶込み不良及び第 1 類と第 2 類のきずの混在部は不合格とする。

11. 試験結果の記録: (省略)

指示書作成の問題例 (抜粋)

問題 1 「水圧鉄管の放射線透過試験の NDT 手順」に基づき、以下に示す NDT 指示書(抜粋)の空欄に適切な用語又は数値を語群から選び、その記号をマークしなさい。

1. 使用装置及び器材

1.1 使用装置: 定格管電圧 300kV

1.2 線フィルム: [], 4.1/2 × 17 インチ

(a) 50 (b) 80 (c) IX100 (d) 400

1.3 増感紙: 鉛箔 0.03mm, フロント, バック共

1.4 透過度計: [], (t: 17 ~ 32mm)

(a) 02F (b) 04F (c) 08F (d) 16F

1.5 階調計: [], (t: 24 ~ 40mm)

(a) 10 形 (b) 15 形 (c) 20 形 (d) 25 形

2. 撮影配置

2.1 試験部の有効長さ: 長手 [] mm

(a) 356 (b) 350 (c) 344 (d) 286

以下、省略