

SMレベル1 一次試験のポイント

ここでは、まず JIS Z 2305 に基づいて実施されている非破壊試験技術者資格試験のひずみ測定 (SM) 部門レベル1における一次試験の概要と出題範囲を紹介し、さらにこれまでに出题されたものと類似の問題例により解答にあたってのポイントを解説する。

1. SMレベル1 一次試験の概要と出題範囲

SMレベル1の一次試験は、一般試験と専門試験の問題で構成されている。問題数は各々30問、したがって合計60問である。問題は四者択一の形式で、試験時間は両方合わせて120分(2時間)になっている。合格の基準は一般、専門各々70%以上である。なお、従来のNDIS 0601における1種試験は問題数が30~50問、試験時間が60分(1時間)であったのに対し、問題数も時間も違っているので注意をしてもらいたい。

一般試験の問題はひずみ測定の基礎的な知識に関するもので、ひずみ測定の目的、測定に必要な国際単位系、材料力学及び構造力学の初歩的な知識、電磁気学の基礎、試験結果の整理及び報告書の作成などについての問題である。一方、専門試験の問題はひずみ測定に広く適用されている電気抵抗ひずみ測定法の実施に関するものが主で、この方法の原理、ひずみゲ-ジの構造や特性、ひずみゲ-ジの接着、測定機器、測定実施の際の注意事項などに関するものである。なお、一般試験、専門試験双方とも参考書「ひずみ測定」に基づいて各問題が作成されているので、レベル1の受験者にとっては本参考書を十分勉強しておくことが重要である。

2. 一般試験の類似問題

問1 ひずみ測定の主目的となる項目を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 橋げたの腐食部分の測定
- (b) 構造物にかかる応力の監視
- (c) 防食塗料のはく離の検査
- (d) 構造部材の内部きずの検出

正答 (b)

ひずみ測定の主要目的は荷重を受けている構造物のひずみを測定し、これから応力を求めて強度的信頼性や安全性を評価することである。また、ひずみ測定法を構造

部材のきずの検出あるいは構造部材の腐食や塗料の剥離の検査に直接適用することはできない。

問2 国際(SI)単位系でPa(パスカル)で表示される変数を次のうちから選び、記号で答えよ。

- (a) ひずみ (b) 荷重 (c) 応力 (d) 変形
- 正答 (c)

ひずみ測定で使用されている変数の国際(SI)単位系を知っておく必要がある。本単位系では、力又は荷重がN(ニュートン)、応力がPa(N/m²,パスカル)で表示される。一方、ひずみは単位長さ当たりの変形量で表されるので無次元量になる。

また、国際単位系では一般に数値を3桁毎に区切り、G(10⁹:ギガ)、M(10⁶:メガ)、k(10³:キロ)、m(10⁻³:ミリ)、μ(10⁻⁶:マイクロ)などの接頭語が用いられるので、これを覚えておくことも重要である。

問3 長さ1mの丸棒が引張荷重を受けて2mm伸びた。このときのひずみを次のうちから選び、記号で答えよ。

- (a) 2000×10⁻⁶ (b) 5000×10⁻⁶
- (c) 10000×10⁻⁶ (d) 20000×10⁻⁶

正答 (a)

この場合のひずみは伸び量(変形量)をL、丸棒の長さをLとすると、次の式で求められる。

$$= L / L$$

この式に各数値を代入すればひずみは0.002になるが、微小ひずみの場合は10⁻⁶(マイクロストレイン)の桁で表示される。この表示では2000×10⁻⁶になる。

問4 次の記述は材料の弾性係数について述べたものである。正しい記述を一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 応力とひずみの積で換算される定数
- (b) 材料の破断までの関係を示す係数
- (c) 材料の弾性限度の大きさを表す係数
- (d) 応力とひずみの比例関係の定数

正答 (d)

金属材料などでは、弾性限度以下における応力がひずみに比例する。この場合の比例定数が弾性係数になる。

問5 次の部材のうちで、長手軸に直角な方向の荷重により曲げ変形を受けるものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 支柱 (b) ワイヤ (c) はり (d) 車軸
- 正答 (c)

はりはこちらで述べられているような荷重により曲げ変形を受ける部材であるが、支柱は軸方向の荷重による圧縮変形を、ワイヤは引張荷重による伸びの変形を、車軸は回転力によるねじれの変形を主に受ける部材である。

3. 専門試験の類似問題

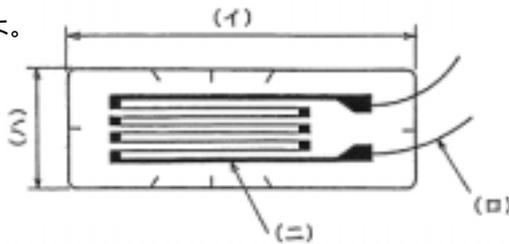
問 1 ひずみゲ - ジのような電気抵抗体に張力を加えると電気抵抗が増加する。この理由として次のうちから正しいものを一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 比抵抗が小さくなるから
- (b) 長さが増加するから
- (c) 比抵抗が大きくなるから
- (d) 断面積が増加するから

正答 (b)

ひずみゲ - ジのような電気抵抗体の抵抗は長さに比例し断面積に反比例する。したがって、この抵抗体が張力を受けて長さが増加し断面積が減少すると抵抗は増加する。また、圧縮を受けると長さが減少し断面積が増加するので抵抗は減少する。電気抵抗ひずみ測定法はこの現象を利用したものである。

問 2 下の単軸ひずみゲ - ジの図で (ロ) で示された部分を何と呼ぶか。次のうちから正しいものを選び、記号で答えよ。



- (a) ゲ - ジ長さ
- (b) ゲ - ジ受感部
- (c) ゲ - ジベ - ス
- (d) ゲ - ジリ - ド

正答 (d)

ひずみゲ - ジの構造各部分については参考書「ひずみ測定」に記載されている。この図の (イ) はゲ - ジベ - ス長さ, (ハ) はゲ - ジベ - ス幅, (ニ) はゲ - ジ受感部と呼ばれている。

問 3 ひずみゲ - ジの接着状態を確認するために絶縁抵抗をチェックした。一般に支障なくひずみ測定ができる絶縁抵抗は何以上であるか。次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 100 k
- (b) 10 M

- (c) 100 M
- (d) 100 G

正答 (c)

電気抵抗ひずみ測定法でひずみを測定をするにあたり、まず被測定物表面に接着されたひずみゲ - ジの接着状態、とくにこの接着層の絶縁が十分であることを確認しなければならない。この絶縁抵抗値は 500 M 以上であることが望ましいが、一般に 100 M 以上あれば支障なく測定ができる。

問 4 ゲ - ジ率 2.00 のひずみゲ - ジを使用し、1アクチブゲ - ジ法によりブリッジ電源電圧 2V で静ひずみ測定をしたところ、 500×10^{-6} であった。このときの出力電圧を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) 0.5 mV
- (b) 0.8 mV
- (c) 1.0 mV
- (d) 2.0 mV

正答 (a)

ひずみゲ - ジのゲ - ジ率を K, ブリッジ回路の電源電圧を e_0 とする。1アクチブゲ - ジ法でひずみが ϵ のとき、ブリッジ回路の出力電圧 e は下の式で与えられる。

$$e = \frac{1}{4} K \epsilon e_0$$

したがって、与えられている各値をこの式に代入すれば出力電圧が求められる。なお、1アクチブゲ - ジ法以外の結線法の場合の同様な問題も出題されると思われるので、参考書「ひずみ測定」に示されている各ゲ - ジ結線法の関係式を覚えておくことが大切である。

問 5 現場で 10 kHz 程度の周波数をもつ動ひずみの信号を記録し、再生して計算処理をしたい。この場合の最適な記録器を次のうちから一つ選び、記号で答えよ。

- (a) ペン書きオシログラフ
- (b) サ - マルドットレコ - ダ
- (c) ブラウン管オシロスコープ
- (d) デ - タレコ - ダ

正答 (d)

動ひずみ測定では時間的変化をする現象を記録器で記録するが、測定条件に適した記録器を選ばなければならない。この問の場合には測定周波数とデ - タ処理をする必要からデ - タレコ - ダが最適である。なお、この他の記録器の性能についても出題される可能性があるので、詳細が示されている参考書「ひずみ測定」をよく学習しておくことが望ましい。

MT レベル 3 手順書問題のポイント

MT レベル 3 の二次試験は他の部門と同様に、一般試験 (C₁)、専門試験 (C₂)、及び手順書作成 (C₃) の三つに分かれていて、これらそれぞれについて 70% 以上の得点取得により合格となる。C₁、C₂ 試験のポイントについては、これまでにこの紙面で解説を行った。ここでは、手順書作成の C₃ 問題について解説する。

この問題では各部門共、試験対象物を明示し、NDT 仕様を記載した仕様書が提示されている。この仕様書に基づいて NDT 手順書を作成するものである。細部については各 NDT 手法ごとに異なっている。

磁粉探傷試験における NDT 手順書の作成は、試験対象物及び準拠規格に基づいて行う。NDT 手順書の記載項目は受験者自身が決定し、その各項目に対して手順を記述する。試験対象物は、鋼構造物溶接部、圧延品、鍛造品、及び機械部品などのうちから一つが選ばれ出題される。解答は各項目に対し規格、参考書、実務経験等から得た知識を参考にして、簡潔に要点を記載することが必要である。なお手順書に記載すべき事項・項目については、「磁粉探傷試験Ⅲ」第 3 章に詳述され、また「磁粉探傷試験Ⅱ」巻末に例が示されているので参考にして頂きたい。以下に NDT 手順書記載項目例、手順書作成の問題例及び解答例を示す。

NDT 手順書記載項目例

1. 適用範囲
2. 引用規格・準拠規格
3. 試験技術者
4. 探傷装置
5. 試験の時期
6. 試験範囲
7. 前処理
8. 磁粉及び検査液
9. 磁化条件 (磁化方法及び探傷条件)
10. 検査液の適用
11. 検査液の適用時期と通電時間
12. 観察
13. 記録
14. 判定基準
15. 後処理

手順書作成の問題例 (抜粋)

常時振動している回転機械に使用されていた高張力ボルト (直径 20mm、長さ 100mm、処理本数 20 本) の保守検査について、次に示す NDT 仕様書に基づいて、磁粉探傷試験 NDT 手順書を作成せよ。(ただし、反磁界係数 N は $L/D=5$ のとき 0.04、 $L/D=10$ のとき 0.017 とする。)

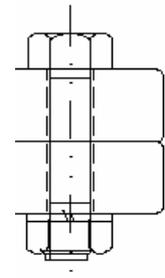
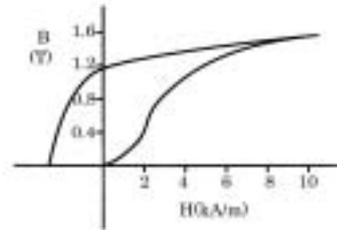


図 1 高張力ボルトの磁化曲線

高張力ボルトの NDT 仕様書例

1. 検査対象物の名称
高張力ボルト (直径 20mm、長さ 100mm)
2. 検査対象物数
20 本
3. 準拠規格
JIS G 0565:1992
4. 試験技術者
JIS Z 2305:2001 に規定する、MT レベル 2 又は MT レベル 1 (又は MC レベル 1) 技術者であること。
5. 試験実施時期
運転開始〇〇〇〇時間後の分解点検時
6. 探傷装置
使用装置は、対象とするきずの検出に対して適正な性能を有するものを使用すること。
7. 磁化方法
磁化方法は、対象とするきずの検出に対して適正な方法を選定すること。
8. 合否判定基準
円周方向の磁粉模様について
(1)割れによる磁粉模様があってはならない。
(2)長さ 2mm 以上の線状磁粉模様があってはならない。

以下に NDT 手順書問題の解答例を示す。

なお、一部の内容は省略し、特に注意しなければならない項目に解説を加えた。

手順書問題解答例

1. 適用範囲

このNDT手順書は、〇〇株式会社〇〇事業所〇〇工場〇〇装置の〇〇部に使用する高張力ボルトの保守検査における磁粉探傷試験に適用する。

2. 準拠規格

JIS G 0565:1992（鉄鋼材料の磁粉探傷試験）

3. 試験技術者

磁粉探傷試験は **JIS Z 2305:2001** に規定する、**MT** レベル2技術者又は**MT** レベル1（又は**MC** レベル1）技術者により行うこと。

4. 探傷装置

(1) 一般事項

装置は定期的に点検校正されたものを使用する。

(2) 磁化装置

直流（単相半波整流）**5000A**（波高値）以上

交流 **5000A**（波高値）以上

最大通電時間 **10** 秒以上

少なくとも一方の電極は自由に移動でき、かつ確実に試験体及び補助コイルを圧着できること。

補助コイル、継鉄棒等の器材を有すること。

(3) 紫外線照射灯

320~400nm の近紫外線を照射し、装置のフィルタ面から **38cm** の距離において **800 μ W/cm²** 以上の紫外線強度を有すること

(4) 磁気検出器（ミリテスラメータ、ガウスメータ）

0.1mT (1G) が測定できる感度を有すること。

注）これらは検査対象物の探傷に際し、どのような機能・性能を有する機器装置が必要かを考慮して記述することが大切である。

5. 試験の時期

〇〇装置保守検査、分解点検時に実施する。

6. 試験範囲

ネジ部及び首下部全面の円周方向のきずを対象とする。特にナットとの嵌合部に注目すること。

7. 前処理

磁粉模様形成の妨げとなるような錆、スケール、凹凸、塗料、及び油脂類を除去すると共に、脱磁を行う。また、ボルトの頭部側面に、**1~20** の一連番号を刻印する。

8. 磁粉及び検査液

(1) 磁粉 蛍光、湿式、粒子径 **2~5 μ m**

(2) 分散媒 白灯油

(3) 検査液濃度 **0.5 g/l**

注）以上は、対象とするきずの種類や大きさ、磁化条件、検査物の使用状況等を考慮して決定する。

9. 磁化条件

(1) 磁化方法

磁化方法はコイル法とする。

(2) 探傷条件

残留法により磁粉を適用する。磁化の際は両端に継鉄棒をつなぐ。磁化電流は直流 **8000 AT**、通電時間は **1/2** 秒とする。

注）磁化電流の種類や大きさは、試験体の磁気特性、**JIS G 0565**、各種の理論式・実験式・経験式、使用装置などから適切な条件を考慮し決定する。別途、磁化電流値設定の計算の経過の記述を要求される場合もある。特にコイル法の場合には、反磁界の存在を考慮しておく必要がある。

10. 検査液の適用

通電後、コイル内で継鉄棒をつないだままオイラーにより適用する。

11. 観察

暗室内の明るさは **20 lx** 以下であること。試験面における紫外線強度は **800 μ W/cm²** 以上であること。バックグラウンドに磁粉が付着し、磁粉模様の観察が困難な場合はゆすぎ操作を行う。

12. 記録

割れが検出された場合は、記録様式 **MT-1-1** に従い記録する。

13. 判定基準

省略

14. 後処理

省略

以上、MT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。特に磁化条件については、磁化方法及び探傷条件を明確な根拠を以て設定して頂きたい。また各試験条件の項目については、確実な探傷作業に必要な条件、手順を考慮して記述してほしい。このためには、参考書、実技参考書、各種規格等を熟読されることをお勧めする。

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。