

平成18年度 土木鋼構造診断士・診断士補 択一問題解答(案)

この資料は、平成18年11月5日に実施された『平成18年度土木鋼構造診断士・診断士補認定試験』における午前中の選択問題に対する解答を検討した資料です。

ただし、日本社団法人日本鋼構造協会の土木鋼構造診断士特別委員会が作成したのではなく、あくまで一個人が作成した私的資料です。そのため、多分に間違いなどもあると思いますので、ご指摘頂けたら幸いです。

平成18年12月25日
中日本建設コンサルタント(株)
建設技術本部 羽田野英明
加藤 幸男
h_hatano@nakanihon.co.jp
y_katou@nakanihon.co.jp

平成 18 年度 択一式問題

(1) 構造物の目視調査に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 調査箇所の損傷の種類によっては、清掃してよいかどうかの判断が必要である。
- 2) 調査前に先入観を持つのを避けるために、過去の調査記録を調べない方がよい。
- 3) 遠望の目視調査は、損傷の検出確率が低いので行わない方がよい。
- 4) 詳細調査に向けて構造物の現状を保つため、打音調査は行わない方がよい。

正解：1)

- 1) 適切な記述である。
- 2) 調査前に、補修履歴など過去記録を調べる必要がある。
- 3) 遠望の目視調査でも、発見できる損傷はあるので、行ったほうがよい。
- 4) 構造物の打音調査は、行ったほうがよい。

(2) 点検・診断の姿勢・心構えに関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 日常点検を決められた頻度で実施していれば、定期点検を省略することができる。
- 2) 点検・診断の際に、施設管理者や施工業者からヒアリング等を行ってはいけない。
- 3) 第三者被害の恐れがある損傷が確認された場合には、損傷の原因究明を行ってから対策を施す必要がある。
- 4) 構造物の損傷・変状の発生は理論通りにならない場合もあるので、実務経験を積み重ねていくことが重要である。

正解：4)

- 1) 一般的に日常点検と定期点検は、点検内容が異なるため、日常点検を決められた頻度で実施していても、定期点検は省略できない。
- 2) 現地調査では発見しにくい損傷などを把握するために、施設管理者や施工業者からのヒアリングは必要である。
- 3) 第三者被害の恐れがある損傷が確認された場合は、応急措置を行って第三者被害の発生を防止してから、損傷の原因究明を行う。
- 4) 適切な記述である。

(3) 鋼構造物の詳細点検に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 腐食は、まず全体の状況を把握し、その後、構造物にとって重要な箇所を調査する。
- 2) 疲労き裂は、遠望から高倍率の双眼鏡を用いて調査する。
- 3) 変形は、その影響の範囲を明らかにし、変形の形状や量を計測する。
- 4) 高力ボルトの緩みは外観からでは検出が困難であるので、打音検査などで確認する。

正解：2)

- 疲労き裂は、近接目視による調査が必要である。

(4)溶接構造用圧延鋼材に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)一般構造用圧延鋼材に Cu、Cr、Ni などの合金成分を加え、耐候性を高めた鋼材である。
- 2)JIS 鋼材の中で、最も多量に生産され、あらゆる分野で使用されている鋼材である。
- 3)SM という記号で表され、C の量を低く抑えている。
- 4)加熱、冷却することで強度、粘りを高めることが可能なことから、Ni の量が規定されている。

正解：3)

- 1) 耐候性を高めた鋼材は、JISG3114『溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材、SMA』、JISG3125『高耐候性圧延鋼材、SPA』である。
- 2) 一般構造用圧延鋼材(SS 材)の記述である。
- 3) 適切な記述である。
- 4) 加熱、冷却は、組織を安定化させるための処理(焼戻し)であり、Ni は、低温、高温での靱性を改善するために含有させる。

(5)一般的な鋼材の機械的性質に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)ヤング率は $2.0 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ 程度である。
- 2)弾性域でのポアソン比は 0.2 程度である。
- 3)破断伸びは、引張強度に比例して大きくなる。
- 4)高張力鋼では、明確な降伏点は生じない。

正解：4)

- 1) ヤング率は $2.1 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 程度である。
- 2) 鋼材のポアソン比は、0.3 程度である。
- 3) 引張強度が高くなっても、破断伸びは大きく変化しない。
- 4) 適切な記述である。

(6)鋼材に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)降伏点一定鋼とは、降伏点または耐力の下限値が板厚により変化しないことを保証した鋼材である。
- 2)クラッド鋼とは、鋼に異種金属のステンレスやチタンを合わせ材に用いることにより耐食性を高めた鋼材である。
- 3)LP 鋼板とは、板厚を長手方向に直線的に変化させ、重量低減に効果的な鋼材である。
- 4)高靱性鋼とは、表面を粘弾性樹脂で被覆することにより振動減衰効果を発揮し、騒音・振動の発生を抑制する鋼材である。

正解：4)

騒音・振動の発生を抑制する鋼材は、制振鋼板である。高靱性鋼は、高い靱性を有した鋼材で、より小さな曲げ半径で冷間加工が可能であること、また寒冷地でも適用可能であることという利点を有する。

(7)補修時に生じる溶接割れに関する次の支配因子のうち、不適當なものはどれか。

- 1)鋼材の炭素当量
- 2)鋼材の強度
- 3)溶接部の拘束度
- 4)溶接部の水素量

正解：2)

溶接割れ発生の支配因子は、鋼材の化学組成（炭素当量、割れ感受性指数）、溶接部の拘束度、そして予熱や溶接方法・溶接材料を含む溶接条件、溶接部の水素量などとされている。

(8)ステンレス鋼に関する次の記述のうち、適當なものはどれか。

- 1)マルテンサイト系ステンレス鋼は、変態温度に焼き戻すと靱性や耐食性が増す。
- 2)オーステナイト系ステンレス鋼は、JIS、AISI 規格とも 400 番台で表示される。
- 3)オーステナイト系ステンレス鋼は、冷間加工を行っても硬化しない。
- 4)フェライト系ステンレス鋼は、焼入れを行うことで硬化する。

正解：1)

- 1) マルテンサイト系ステンレス鋼は、12Cr 鋼や 13Cr 鋼の名で知られ、硬くて脆いが変態温度（約 700 ~ 780 ）に焼き戻すと炭化物が分離析出して、靱性や耐食性が増す。
- 2) オーステナイト系ステンレス鋼は、Fe に約 18%の Cr と約 8%の Ni を含んだ SUS304、302 が基本で、JIS、AISI 規格とも 300 番台で表示される。
- 3) オーステナイト系ステンレス鋼は、Fe に約 18%の Cr と約 8%の Ni を含んだ SUS304、302 が基本で、焼入れ硬化性はないが、冷間加工により硬化する。
- 4) フェライト系ステンレス鋼は、16%以上の Cr と比較的少量の C とを含み、焼入れにより硬化しない。

(9)防食工に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)電気防食は、構造物表面に防食電流を流入させ、陽極反応を阻止することにより腐食を防止する。
- 2)近年、環境問題への配慮から、塗料の分野でも VOC の削減が求められており、油性塗料、無溶剤形塗料が採用されている。
- 3)金属溶射は、融解した亜鉛や亜鉛 - アルミニウム合金などを鋼材に吹き付けて、防食皮膜を形成する。
- 4)耐候性鋼は、鋼に微量の合金元素を添加することにより、鋼材表面に緻密なさび層を形成する。

正解：2)

VOC の低減策として、水性塗料、無溶剤系塗料等の採用が提案されている。

(10)溶融亜鉛めっきに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)膜厚は亜鉛の付着量で管理され、厚さ 5 mm を超える鋼材は片面当たり 500g/m² を標準とする。
- 2)亜鉛めっき層は、880 前後のめっき槽に浸漬することにより形成する。
- 3)耐久性は亜鉛の付着量、腐食環境によって異なるため、定期的な点検により効果を確認する必要がある。
- 4)防食機能は、表面に形成される鉄と亜鉛の合金層と酸化皮膜によって発揮される。

正解：2)

溶融亜鉛めっきは、被めっき部材 440 前後の溶融亜鉛めっき槽に浸漬して鋼材表面に亜鉛めっき層を形成する防食法である。

(11)鋼材の硬さ試験に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)ピッカース硬さ試験は、ダイヤモンド圧子を押しつけ、くぼみの対角線長さから硬さを求める方法である。
- 2)ショア硬さ試験は、超硬合金球の圧子を押し込み、くぼみの直径から硬さを評価する方法である。
- 3)ブルネリ硬さ試験は、鋼球などを 2 段階で押し込み、くぼみの深さから硬さを評価する方法である。
- 4)ロックウェル硬さ試験は、ダイヤモンドハンマーを落下させ、その跳ね上がり高さから硬さを評価する方法である。

正解：1)

1) 適切な記述である。

2) ショア硬さ試験は、ダイヤモンドハンマーを落下させ、その跳ね上がり高さから硬さを評価する方法である。

- 3) ブルネリ硬さ試験は、超硬合金球の圧子を押し込み、くぼみの直径から硬さを評価する方法である。
- 4) ロックウェル硬さ試験は、鋼球などを2段階で押し込み、くぼみの深さから硬さを評価する方法である。

(12)溶接欠陥(溶接きず)と防止に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)溶込み不良の防止策として、裏面側からのガウジングは適当でない。
- 2)低温割れの防止には、炭素当量や溶接割れ感受性組成の低い鋼材を用いる。
- 3)アンダーカットの防止には、できるだけ大きい溶接電流を用いる。
- 4)予熱は、低温割れの防止や溶け込みを安定させるために行われ、炭素量の増加に応じて低い温度とする。

正解：2)

- 1) 溶込み不良の防止策として、裏面側からのガウジングは適切な方法である。
- 2) 適切な対応である。
- 3) アンダーカットの防止には、過大な溶接電流を避ける。
- 4) 予熱は、低温割れの防止や溶け込みを安定させるために行われ、溶接われ感受性組成 (P_{CM}) の増加に応じて高い温度とする。

(13)溶接入熱に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1)溶接入熱量は、溶接電流と溶接電圧がわかれば計算できる。
- 2)熱影響部の大きさは、溶接入熱量に比例して大きくなる。
- 3)溶接による変形は、溶接入熱量に比例して大きくなる。
- 4)大入熱で溶接を行うと、熱影響部で軟化が生じることがある。

正解：1)

溶接入熱量は、次式で与えられ、溶接電流、溶接電圧、溶接速度の3パラメータで定義される。

$$\text{入熱量 } Q(J/mm) = \frac{\text{電流}(amp) \times \text{電圧}(volt) \times 60}{\text{溶接速度}(mm/min)}$$

(14)ガスシールドアーク溶接法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)MAG 溶接は、炭酸ガス(CO₂)や炭酸ガスとアルゴンとの混合ガス(Ar+CO₂)をアークの被覆用ガスとして用いる方法である。
- 2)CO₂ 溶接は、Si、Mn などの脱酸剤を含むワイヤを用いる方法である。
- 3)MIG 溶接は、シールドガスに主として Ar ガスを用い、ワイヤには主としてソリッドワイヤを用いる方法である。
- 4)TIG 溶接は、非消耗式のチタニウム電極を用いてアークを発生させ、溶加材を溶融させることにより溶接する方法である。

正解：4)

TIG 溶接は、W (タングステン) または W 合金 (ThO₂ : 参加トリウム、La₂O₃ : 酸化ランタン等を 1 ~ 2%含有) 製の非消耗電極と母材の間にアークを発生させ、溶加材を溶融させて溶接する方法である。

(15)TIG 溶接(TIG ドレッシングを含む)に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)他のアーク溶接に比べ、靱性、延性、耐食性に優れている。
- 2)他のアーク溶接に比べ、作業能率に劣る。
- 3)溶接止端を形状改善し、疲労耐久性を向上させることができる。
- 4)Ni 合金、Al 合金の溶接には適用できない。

正解：4)

TIG 溶接は、炭素鋼はもちろん、Ni 合金や Al 合金、Ti 合金、Mg 合金などの溶接に幅広く適用されている。

(16)高力ボルト接合に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)摩擦接合は、材間の圧縮力から得られる摩擦抵抗により応力を伝達する接合法である。
- 2)摩擦接合は、応力集中が少なく、高い剛性が期待でき、疲労強度も低い。
- 3)支圧接合は、摩擦抵抗、せん断抵抗、接合材の支圧力が協働して応力を伝達する。
- 4)引張接合は、高力ボルトの軸方向の応力を伝達する接合法である。

正解：2)

摩擦接合は、応力集中が少なく、高い剛性が期待でき、疲労強度も高い。

(17)高力ボルト摩擦接合のすべり耐力に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)接合面に赤さびを有する継手のすべり耐力は、黒皮を残した鋼板面に比べて低い。
- 2)ディスクグラインダーで処理した接合面を有する継手のすべり耐力は、ブラスト処理をした場合と同じである。
- 3)「グリットブラスト」で表面処理を行った場合、接触面のすべり係数は一般に 0.4 を上回る。
- 4)接合する 2 枚の母板間の板厚差があっても、2mm 程度以下であれば、すべり耐力は変化しない。

正解：3)

- 1) 黒皮のままの鋼板面の摩擦係数は、0.20～0.40 で、赤さびを有する継手のすべり耐力より低い。
- 2) ディスクグラインダーで処理した接合面を有する継手のすべり摩擦係数に関する報告は公開されておらず、ブラスト処理との違いについては明確にはなっていない。ワイヤブラシにより浮き錆を除去した面でのすべり摩擦係数は、Eurocode では、0.30 とされている。これらのことから、ブラスト処理と同じとはいえない。
- 3) ショットブラストやグリッドブラストで表面処理を行えば、すべり摩擦係数は、0.40～0.70 となり、適切な記述である。
- 4) 板厚公差によって生じるような微小な隙間であればボルト締付けにより密着させ肌隙を生じないようにできるが、公称板厚が異なる部材を添接する場合の処理についてはフイラーを設け板厚差を無くす対処が必要である（道示 17.5.4(3)5）解説参照）。

(18)鋼構造物に生じる疲労き裂の非破壊検査に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)目視検査では、塗膜われや、そこからのさび汁発生に注意するとよい。
- 2)疲労き裂の検出には、一般に浸透探傷検査よりも磁粉探傷検査が優れている。
- 3)板内部から生じる疲労き裂の検出には超音波探傷検査が適している。
- 4)磁粉探傷検査は、できるだけ磁束が疲労き裂と平行となるように行うのがよい。

正解：4)

磁束が欠陥になるべく多く遮られる方向で、しかも試験片になるべく平行になるように磁化方法を選定する必要がある。

(19)表層部のきず検出のための非破壊検査方法である磁粉探傷(MT)、浸透探傷(PT)、渦流探傷(ET)に関し、検出可能を○、検出不可能を×とすると、次の表のうち不適当な”行”はどれか。

	対象	MT	PT	ET
行 1	対象とする材料が	非磁性体金属	×	○
行 2		非金属材料	×	×
行 3	対象とするきずが	開口している表面きず	○	○
行 4		表面直下のきず	×	○

- 1)行 1
- 2)行 2
- 3)行 3
- 4)行 4

正解：4)

磁粉探傷(MT)は、試験体が、強磁性体であれば、割れが表面に開口していなくても、表面から約 2～3mm 程度の表層部に存在する場合には、欠陥を検出することが可能である。

(20)超音波探傷検査に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)金属材料の超音波探傷には、周波数 1～5MHz の超音波がよく用いられる。
- 2)突合せ溶接部の探傷は、一般的に斜角探傷により行う。
- 3)斜角探傷は、欠陥に対して探触子がわずかに横を向いても、また、探触子がわずかに前後しても最大エコーは得られない。
- 4)構造物の探傷では、探傷面、探傷方向および走査範囲が限られるので、最も検査しやすい 1 方向を慎重に選んで行う。

正解：4)

既存構造物の探傷では、探傷面探傷面、探傷方向および走査範囲が限られることが一般的であるが、検出しようとする傷に対し、少なくとも 2 方向から超音波ビームがあたるように探傷面および探傷方向を選ぶのがよい。

(21)鋼構造の計測に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)超音波厚さ計による鋼板の板厚計測では、測定端子が鋼板に密着するよう測定面の凹凸を平滑化する必要がある。
- 2)ひずみゲージによる測定では、ひずみの発生により低抗体の長さや直径が変わり、その結果として電気抵抗も変化する現象を利用している。
- 3)0.01 秒間隔で収録した振動データは、100Hz まで周波数分析することができる。
- 4)超音波厚さ計でラミネーションの有無を検出できる場合もある。

正解：3)

検出できる高次振動数 $f = 1 / (2 \ t) = 1 / (2 \times 0.01) = 50\text{Hz}$

(22)点検・調査に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)詳細点検は、目視だけでは把握できない損傷の原因や程度を調べるために行う。
- 2)ロックウェル硬さ試験で求められる反発度は、鋼材の引張強度に換算できる。
- 3)放射線透過検査は、透過した放射線の強さ変化から内部欠陥の状態を調べる検査である。
- 4)インピーダンス法は、塗膜劣化による抵抗値と電気容量の変化を利用したものである。

正解：2)

ロックウェル硬さは、他の硬さおよび引張強さに換算はできない。

(23)診断のための測定に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)GPS 測量は、2つのGPS衛星からの電波を受信して、幾何学的な位置を求める3次元測量である。
- 2)トータルステーションは、トランシットと光波測距儀を一体とした測量機器で、水平角と鉛直角、距離を同時に測定できる。
- 3)接触式変位計は、一般に安価であり、また取扱いが簡単なことから、ひずみゲージ式変位計などが用いられている。
- 4)非接触変位計には、レーザー光線を応用してレーザーレベルと電子スタッフを組み合わせたものなどがある。

正解：1)

GPS 測量は、観測点間の見通しは不要であり、天候の影響も受けにくいですが、同時に4鯉上のGPS衛星に対する上空視界が必要であり、地下や樹木などの障害物の下では測量が不可能である。

(24)コンクリート中の塩化物イオン含有量に関する次の測定法のうち、不適当なものはどれか。

- 1)電位差滴定法
- 2)デンマーク法
- 3)EPMA 分析
- 4)クロム酸銀 - 吸光光度法

正解：2)

EPMA は、Electron Probe Micro Analyzer の略で、波長分散型 X 線分光器を搭載した分析装置を指す。構造物から採取したコア中の炭素、塩化物、イオウなどの分布状態の分析が可能である。

デンマーク法は、アルカリシリカ反応における残存膨張量を測定する手法であり、塩化物イオン含有量の測定には適用できない。

(25)コンクリートの中性化に関する記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)コンクリートの中性化深さ測定は、一般にフェノールフタレイン法により行われている。
- 2)コンクリートにひび割れがある場所は、局所的に中性化が深くまで進行している可能性がある。
- 3)ドリル削孔により中性化深さを測定する場合、中性化深さが深くなるに従い誤差は小さくなる。
- 4)コア採取により中性化深さを測定する場合、コアの直径は、粗骨材最大寸法の 3 倍以上を目安とする。

正解：3)

ドリル法による測定では、削られたコンクリート粉が削孔から排出されて試験紙上に到達するまで若干の時間を要するため、中性化深さが比較的浅い場合の誤差は小さいが、深くなるに従い、中性化深さを大きく推定しがちになる。

(26)赤外線サーモグラフィーに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)構造物の表面より放射される赤外線の放射エネルギーの強さを計測するものである。
- 2)構造物表面近傍に存在するひびわれや欠陥を検出できる。
- 3)コンクリート部材のみならず、鋼閉断面部材内部の滞水状況などの調査にも適用可能である。
- 4)構造物表面の温度変動が小さい時間帯に計測を行う必要がある。

正解：2)

内部欠陥の影響による構造物表面の温度差から欠陥を検出する方法であり、コンクリート内部の空隙や浮き（剥離）は検出できるが、ひびわれの検出には、利用できない。

(27)鋼材の疲労に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)疲労寿命は、一般に応力振幅の大きさとその繰返し回数によって支配される。
- 2)疲労損傷の原因として、二次応力や不適切な細部構造による応力集中があげられる。
- 3)継手の疲労強度等級の整理に用いられる 200 万回疲労強度は、一般に疲労限と一致する。
- 4)鋼材の疲労強度は、表面が平滑な場合には引張強度が高いほど高くなる。

正解：3)

JSSC の疲労設計曲線において、疲労限に相当する打ち切り限界は、A 等級の 200 万回から、H 等級の 1000 万回まで変えている。これは、疲労強度の低い継手ほど疲労限の生じる

寿命が長くなるためである。

(28)腐食反応の進行防止に関する次の条件のうち、不適当なものはどれか。

- 1)水、酸素の遮断
- 2)腐食電流の遮断
- 3)鋼材面の酸性化
- 4)鉄のイオン化による溶出防止

正解：3)

腐食反応の進行を防止するためには、鋼材面のアルカリ化が条件であり、酸性化は、腐食反応を促進させる。

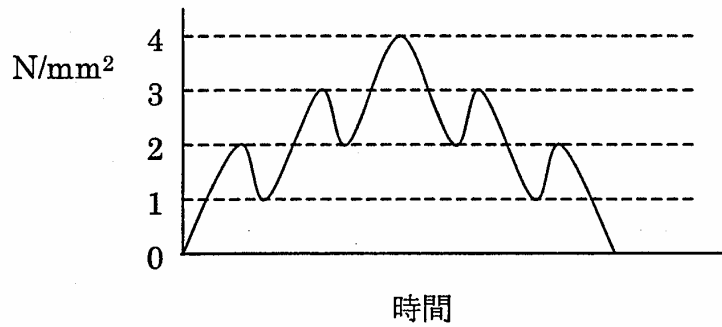
(29)鋼構造物診断のための測定に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)変形測定の目的は、外力に対する所定の位置からの変化を把握することである。
- 2)ひずみ測定の目的は、耐震、耐風安全性を把握することである。
- 3)応力頻度測定の目的は、疲労き裂発生 of 注意が必要か否かを把握することである。
- 4)腐食減厚測定の目的は、塗膜劣化度や構造部材の腐食程度を把握することである。

正解：3)

- 1)変形測定は、外力に対する構造物の変形挙動を把握するために行うものである。外力に対する所定の位置からの変化を把握する場合は、変位測定という。
- 2)ひずみ測定は、実際の構造物に外力が作用したことにより発生するひずみやその分布を明らかにするために実施される測定であり、耐震、耐風安定性は、把握できない。
- 3)適切な記述である。
- 4)腐食減厚測定は、腐食が進んだ部材の力学性能を評価するために実施される。塗膜劣化度の把握や、構造部材の腐食程度の把握はできない。

(30) 下図に示す応力波形にレインフロー法を適用して応力範囲をカウントするとき、応力範囲 1N/mm^2 の回数として適当なものはどれか。



- 1) 0 回
- 2) 1 回
- 3) 2 回
- 4) 4 回

正解：4)

(31) 止端仕上げをした突合せ溶接継手に一定振幅で応力範囲 150N/mm^2 の直応力が作用するとき、疲労寿命として最も近いと考えられるものは次のどれか。なお、疲労設計曲線において一定振幅の直応力に対する D 等級の 2×10^6 回疲労強度は 100N/mm^2 とする。

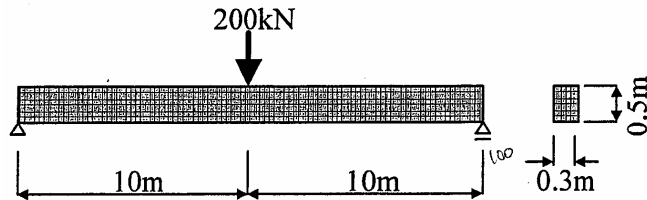
- 1) 1.3×10^6 回
- 2) 8.9×10^5 回
- 3) 5.9×10^5 回
- 4) 4.0×10^5 回

正解：3)

溶接継手の場合、一般的に破断までの繰り返し回数は作用する応力範囲の 3 乗に反比例することが確認されている。

$$\text{疲労寿命} = 2 \times 10^6 \times (100/150)^3 = 5.93 \times 10^5 \text{ 回}$$

(32)以下に示す長方形単純梁の最大曲げ応力、最大せん断応力を求め、許容応力との比較を行った場合、適切な答えの組合せはどれか。なお、許容曲げ応力は 75N/mm^2 、許容せん断応力は 50N/mm^2 とする。



- 1) 曲げ応力、せん断応力ともに許容応力以内
- 2) 曲げ応力は許容応力超過、せん断応力は許容応力以内
- 3) 曲げ応力は許容応力以内、せん断応力は許容応力超過
- 4) 曲げ応力、せん断応力ともに許容応力超過

正解：2)

$$\text{断面積 } A = 500 \times 300 = 150,000\text{mm}^2$$

$$\text{断面 2 次モーメント } I = (1/12) \times 300 \times 500^3 = 3,125,000,000\text{mm}^4$$

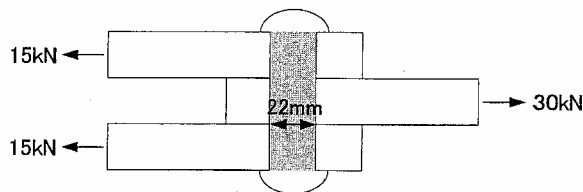
$$\text{曲げモーメント } M = (1/4) \times 200,000 \times 20,000 = 1,000,000,000\text{Nmm}$$

$$\text{せん断力 } S = (1/2) \times 200,000 = 100,000\text{N}$$

$$\text{曲げ応力度} = 1,000,000,000 / 3,125,000,000 \times (500/2) = 80\text{N/mm}^2 > 75\text{N/mm}^2$$

$$\text{せん断応力度} = 100,000 / 150,000 = 0.67\text{N/mm}^2 < 50\text{N/mm}^2$$

(33)以下に示す直径 22mm のリベットに作用するせん断応力を求め、それに最も近い数値はどれか。



- 1) 40N/mm^2
- 2) 80N/mm^2
- 3) 120N/mm^2
- 4) 160N/mm^2

正解：1)

$$A_r = 22^2 \times \pi / 4 = 380\text{mm}^2$$

$$= P/A_r = 15,000 / 380 = 39.5\text{N/mm}^2$$

(34)コンクリート構造物の劣化要因に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)中性化とは、骨材中のある種の鉱物と水酸化アルカリから起こる反応である。
- 2)アルカリ骨材反応とは、骨材中のある種の鉱物と水酸化アルカリから起こる反応である。
- 3)塩害とは、骨材中のある種の鉱物と水酸化アルカリから起こる反応である。
- 4)リーチングとは、骨材中のある種の鉱物と水酸化アルカリから起こる反応である。

正解：2)

- 1) 中性化とは、大気中の二酸化炭素がコンクリート内に侵入し、炭酸化反応を起こすことにより、細孔溶液のpHが低下する現象である。これにより、コンクリート内部の鋼材に腐食の可能性が生じる。
- 2) 適切な記述である。
- 3) 塩害とは、コンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオンの存在により促進され、腐食生成物の体積膨張がコンクリートにひび割れや剥離を引き起こしたり、鋼材の断面減少などを伴うことにより、構造物の性能が低下し、構造物が所定の機能を果たすことができなくなる現象である。
- 4) コンクリート構造物の劣化要因としてのリーチングの用語説明については、各種資料を調査しましたが、適切な説明資料が発見できませんでした。

(35)補修・補強設計に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)ライフサイクルコスト低減のため、補修費用が最も低い工法を選定する必要がある。
- 2)発生応力度が許容応力度を超えても、補修・補強を行わない方がよい場合もある。
- 3)補強における部材の連結には、溶接を採用することが施工性の点からも有利である。
- 4)設計通り正確に補強施工を行った場合には、補強効果を検証する必要はない。

正解：2)

- 1) ライフサイクルコストを低く抑える観点から、1回の補修・補強に発生する費用ではなく、構造物の寿命までにかかるすべての費用を評価して補修・補強工法を選定する必要がある。
- 2) 発生応力度が許容応力度以下になるように補修・補強設計を行うが、応力度の超過の割合が少ない場合には、溶接補修による熱影響、ボルトの孔明けによる母材の欠損および耐用年数などを考えると、補修・補強を行わないほうがよい場合もある。
- 3) 作業条件や施工管理の面から部材の連結には高力ボルトを用いる場合が多い。
- 4) 特殊な構造や新しい工法で補強した構造では、工事完了後にその補強効果の確認を行うことが必要である。

(36)疲労損傷部の補修・補強方法に関する1次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)ストップホールにより、き裂の進展防止を図る場合、き裂先端がストップホール孔内に入るように、き裂先端を完全に除去することが重要である。
- 2)高力ボルトを用いた添接板補修の場合には、き裂先端にストップホールを設けてき裂の進展防止対策を施せば、必ずしも疲労き裂を溶接により埋戻す必要はない。
- 3)局所的な応力集中や変形がき裂発生の主原因である場合、溶接補修のみで再発防止に対して十分である。
- 4)溶接補修する場合は、グラインダー、ガウジングなどで、き裂を完全に除去する必要がある。

正解：3)

局所的な応力集中や変形がき裂発生の主原因である場合、溶接補修のみでは再発防止に対して不十分であり、溶接継手部の疲労強度の改善や、部材接合部の構造ディテールの改良等の対策と併用する必要がある。

(37)溶接継手部の疲労強度改善法に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)溶接止端部をグラインダーで仕上げる場合には、ディスク形式のものを用いるのがよい。
- 2)溶接止端部を仕上げる場合には、止端を示すラインが残っても、母板が減厚しないように注意しなければならない。
- 3)すみ肉溶接部を仕上げる場合には、のど断面を確保するように注意しなければならない。
- 4)低変態点溶接材料を用いた方法は、溶接形状を滑らかにすることを目的としたものである。

正解：3)

- 1)溶接止端部をグラインダーで仕上げる場合には、母材を傷つけないようにペンシル形式のものを用いるのがよい。
- 2)溶接止端部を仕上げる場合には、止端を示すラインを残さないように、注意しなければならない。
- 3)適切な記述である。
- 4)低変態点溶接材料は、溶接部に圧縮残留応力を導入し、その圧縮残留応力による応力比効果で溶接継手の疲労強度を向上させる材料である。

(38)腐食損傷部材の補修・補強の留意点に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)腐食部分も有効断面とみなし、追加部材で腐食による欠損断面を補えばよい。
- 2)塗装するときは、さび落としや付着塩分の除去を十分に行う必要がある。
- 3)高力ボルト摩擦接合は、所定の摩擦係数を確保できる接触面の処理が必要である。
- 4)現場溶接の場合、溶接性が劣る部材が使用されている場合があるので、必要に応じて鋼材の成分分析などを行う。

正解：1)

腐食に対する補修・補強に際しては、腐食部分の断面を欠損断面とし、追加部材によって不足断面を補う設計を行うのが基本である。

(39)リベットの緩みに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)リベットの撤去方法としては、ガス溶断による方法とドリル穿孔による方法などがあるが、ガス溶断が望ましい。
- 2)リベットの緩みの検査には、リベット周りにさび汁が発生しているかを目視で確認する方法や検鉋ハンマを用いた方法がある。
- 3)リベットを高力ボルトへ取替える必要がある場合、すべり係数を確保するために下地処理に注意する必要がある。
- 4)リベットの撤去にドリル穿孔を用いる場合、芯ずれを起こさないため、現場で鍛造した頭と反対から抜くことが望ましい。

正解：1)

リベットの撤去方法としては、母材の損傷が少ないこと、過大な熱を加えないことから、ドリル穿孔による方法が望ましい。

(40)道路橋の点検、調査に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)定期点検に際しては、構造物ごとに想定される主要な損傷部位のみを重点的に点検することが重要である。
- 2)点検に際しては、損傷原因に関連する事象を、できる限り記録しておくことが望ましい。
- 3)引張部材の疲労や圧縮部材の座屈については、重大な損傷につながるおそれがあるので、発見後早急に対応する必要がある。
- 4)構造物に近接できない場合には、構造全体が観察可能な位置から、双眼鏡等を用いて点検するのがよい。

正解：1)

定期点検に際しては、構造物ごとに想定される主要な損傷部位だけでなく、構造物全般をまんべんなく点検する。

(41)鋼床版に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)鋼床版は、縦リブ、横リブが格子状に配置され、不静定次数が高いので、疲労の影響を受けにくい。
- 2)閉断面リブを用いた鋼床版は、断面のねじり剛性が大きいので、バルブプレートを用いたものより疲労耐久性に優れている。
- 3)閉断面リブの突合せ溶接を行う場合、裏当て金を設けることにより、疲労耐久性を改善することができる。
- 4)閉断面リブとデッキプレートの縦方向溶接継手の溶け込み量を確保することにより疲労耐久性を改善することができる。

正解：4)

- 1) 鋼床版は、縦リブ、横リブが格子状に配置され、薄肉構造で溶接部が多いため、疲労の影響を受けやすい。
- 2) 閉断面リブを用いた鋼床版は、バルブプレートを用いたものより、構造的な経済性には優れているが、継手構造が複雑なため、疲労耐久性に優れるとはいえない。
- 3) 閉断面リブの突合せ溶接を行う場合、裏当て金を溶接部は、疲労耐久性が劣る。
- 4) 適切な記述である。

(42) 図 1 に示すように、支間 5m の単純桁上を 2 軸(2 軸とも同じ軸重とする)の自動車が行き交った時、桁中央下面に橋軸方向に感度方向を持つように貼付した歪ゲージで図 2 に示す歪・時間関係が観察された。通過した自動車の軸距に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) $2.5\text{m} < x$
- 2) $2.5\text{m} = x$
- 3) $2.5\text{m} > x$
- 4) これだけではわからない

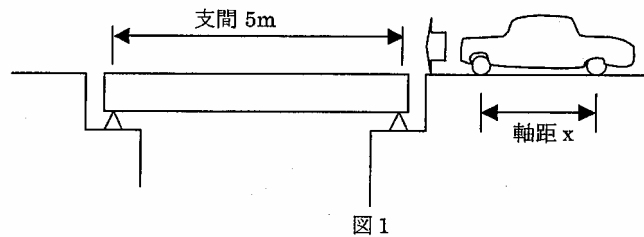


図 1

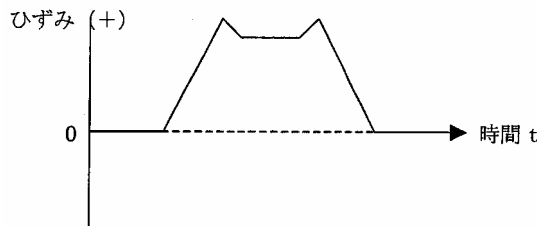


図 2 歪・時間関係

正解：3)

ひずみ履歴から、前輪が支間中央を通過後に、後輪が橋梁内に侵入しているため、軸距は、支間長の $1/2$ より大きいことがわかる。

(43) 鉄道橋の構造に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 下路プレートガーダーは、上路プレートガーダーと比べると、レールレベルから桁最下端までの距離が大きい。
- 2) 合成桁とは、一般に引張応力発生側にコンクリートを、圧縮応力発生側に鋼材を用いた桁である。
- 3) トラフガーダーは、槽状桁とも呼ばれ、レールレベルから桁最下端までの距離を小さくすることが可能である。
- 4) H 鋼埋込み桁は、H 形鋼とコンクリートを合成させた桁で、平均的な桁高は、スパンの $1/50$ 程度である。

正解：3)

1) 下路プレートガーダーは、上路プレートガーダーと比べると、レールレベルから桁最下

端までの距離が短い。

- 2) 合成桁とは、一般に引張応力発生側に鋼材を、圧縮応力発生側にコンクリートを用いた桁である。
- 3) 適切な記述である。
- 4) H鋼埋込み桁は、H形鋼とコンクリートを合成させた桁で、平均的な桁高は、スパンの1/20～1/30程度である。

(44) 鉄道橋の維持管理における要求性能と性能項目の組合せに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

要求性能 - 性能項目

- 1) 安全性 - 耐荷性
- 2) 安全性 - 安定性
- 3) 使用性 - 乗り心地
- 4) 復旧性 - 外観・美観

正解：4)

外観・美観は、使用性に関する性能項目である。復旧性に関する性能項目は、『損傷に関する復旧性』である。

(45) 栈橋式係船岸の点検・診断に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 海底面付近で杭に発生する曲げモーメントが最大となるので、この部分を点検の際の着目点とする。
- 2) コンクリート上部工は、塩害を受けにくい構造形態であるので、点検は上面からの目視を行う程度で十分である。
- 3) 鋼管杭の内面に生じる腐食は点検で発見し難いので、モニタリング設備などをあらかじめ設置しておく必要がある。
- 4) 鋼管杭の断面性能は地震作用によって決定されていることが多いので、地震時応力度に基づく健全度評価が必要である。

正解：4)

- 1) 地震時には、杭頭の上部工接合部の曲げモーメントが最大となるので、この部分を点検の際の着目点とする。
- 2) コンクリート上部工は、港湾構造物の中でも塩害劣化の事例が多く、点検は、上面からだけでなく、全体的な目視点検を行う必要がある。
- 3) 鋼管杭の内面は、腐食誘因物質である酸素や水がほとんど入り込まないので、鋼材の腐食速度は小さい。したがって、通常の鋼管杭では、内面の腐食に対する配慮は不要である。
- 4) 適切な記述である。

(46)港湾鋼構造物の防食に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- 1)ポリエチレンライニングは、防食が十分になされていない既設の構造物にも現地で比較的容易に施工できる。
- 2)金属ライニングは、耐衝撃性および防食性が高いが、耐摩耗性に弱点があるので、砂の移動の多い海域には適さない。
- 3)水中施工型ライニングは、鋼矢板の継手部のような複雑な形状の構造にも比較的容易に施工できる。
- 4)ペトロラタムライニングは防食効果が高いので、保護カバーを併用しないことが多い。

正解：3)

- 1) ポリエチレンライニングは、工場の専用設備で被覆する有機ライニングであり安定した品質が得られるが、既設構造物には施工できない。
- 2) 金属ライニングは、耐衝撃性、耐摩耗性に優れており、防食性も高い。
- 3) 適切な記述である。
- 4) ペトロラタムライニングは、ペトロラタム系防食材を鋼材面に密着させ、これをプラスチックや強化プラスチック、耐食性金属等のカバーで保護するという工法である。

(47)水圧鉄管に見られる劣化現象に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)淡水環境におかれる水圧鉄管の腐食は穏やかで、その進行速度は 0.05mm/年程度とされている。
- 2)水車に顕著な圧力変動が生じる場合には、それが水圧鉄管を伝わり、一部の鉄管で共振して疲労き裂の原因となることがある。
- 3)水圧鉄管に見られる主要な劣化現象に腐食があり、残存板厚を管理するために定期的に超音波厚さ計による測定が行われている。
- 4)酸性河川において pH が 4 以下になる場合には、鉄管の内面に耐酸性材料を塗装またはライニングするなどの腐食対策を講じることが望まれる。

正解：1)

淡水環境におかれる水圧鉄管の腐食は穏やかで、その進行速度は 0.03mm/年程度とされている。

(48)水圧鉄管の設計・維持管理に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)水圧鉄管の板厚を決定する要因としては、管内満水時の内圧による円周方向の引張応力が支配的である。
- 2)内圧により発生する円周方向の応力は、 $p \cdot d / (2 t)$ (p : 内圧、 d : 鉄管の内径、 t : 鉄管の板厚)で求めることができる。
- 3)振動変位は、片振幅で $d_0/800$ 以下(d_0 : 鉄管の外径)の場合、振動軽減対策を不要と考えられている。
- 4)一次応力が設計時の許容応力を超えても、 $0.65 \sigma_y$ (σ_y : 降伏応力)以下であれば、鉄管の補修・取替えの必要はない。

正解：3)

振動変位は、片振幅で $d_0/2000$ 以下(d_0 : 鉄管の外径)の場合、振動軽減対策を不要と考えられている。

(49)鋼構造物のマネジメントに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1)鋼構造物の適切な管理は、劣化に対応し事故を未然に防ぐ予防保全型がよい。
- 2)鋼構造物の効率的な健全性確保は、健全度と費用対効果を指標として判断するのがよい。
- 3)鋼構造物の適切な管理は、ライフサイクルコストを縮減させるだけでなく、安全にも配慮するとよい。
- 4)鋼構造物の適切な管理は、状態を把握、評価し、単年度のための課題を速やかに処理するのがよい。

正解：4)

鋼構造物の適切な管理は、状態を把握・評価し、長期に亘る管理を前提とした計画とする必要がある。

(50)鋼構造物の比較的多い更新理由に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1)疲労による損傷がある場合
- 2)下部構造の耐力が不足している場合
- 3)機能上の問題がある場合
- 4)腐食による損傷がある場合

正解：3)

鋼橋の取り替え原因を分析した結果によると、支間の拡幅工事など橋梁の性能とは関係ない理由で取り替えられたものが多いが、構造物自体に問題があって取り替えられたものでは、腐食による耐荷力不足が原因で取り替えられたものの比率が高い。