

平成30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30年10月に実施された『平成30年度土木鋼構造診断士・診断士補認定試験』における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。私的資料のため、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。

なお、回答欄に、テキストpXXと記載してあるものは、「土木鋼構造物の点検・診断・対策技術（2017年5月30日7版）」の該当ページを参照してください。

平成30年12月31日

岐阜大学工学部附属
インフラマネジメント技術研究センター
羽田野英明
h_hatano@gifu-u.ac.jp

修正履歴

- ・
- ・
- ・

平成 30 年度 択一式問題

(1) 鋼材の機械的性質に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 弾性係数とは、応力とひずみが直線関係である範囲の傾きである。
- 2) 軟鋼の降伏点は、上降伏点とすることが一般的である。
- 3) 弾性係数は、引張強さが大きい鋼材ほど大きくなる。
- 4) 炭素鋼の線膨張係数は、常温において $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度である、

正解：3)

- 3) 鋼材の弾性係数は、引張強さの大小にかかわらず、一定である。

(2) 溶接構造用圧延鋼材の炭素当量 C_{eq} に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) C_{eq} の値が低いほど、溶接性が向上する。
- 2) C_{eq} の値が高いほど、溶接部の硬さが上昇する。
- 3) C_{eq} の算出式に、P が含まれている。
- 4) C_{eq} の JIS の規格値は、板厚によって区分されている。

正解：3)

炭素当量 (equivalent carbon content) は、鉄の合金の成分元素の配合比率から得られる最大の硬度と溶接性を評価する値である。炭素と他の合金成分、マンガン、ケイ素、ニッケル、クロム、モリブデン、バナジウムなどの配合量が多ければ多いほど、硬さは向上し、溶接性は劣化する。JIS では炭素当量 $C_{eq}(\%)$ の算出式を以下のように規定している。

$$C_{eq}(\%) = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14}$$

リン (P) は、算出式には含まれない。

(3) 高性能鋼材に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか、

- 1) TMCP 鋼は、良好な溶接性を有した上で高強度、高靱性となるように開発された鋼材である。
- 2) 予熱低減鋼は、小さな曲げ半径で冷間加工ができるように開発された鋼材である。
- 3) 耐候性鋼は、さびの進展を抑制することを目的に開発された鋼材である。
- 4) 耐ラメラテア鋼は、鋼板表面に平行な割れを防止するために開発された鋼材である。

正解：2)

予熱低減鋼は、溶接割れ感受性 (P_{CM}) を低くした鋼材で、溶接時の予熱温度を低減あるいは予熱を省略することが可能である。

(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) SM490Y 材は、SM490 材の伸び性能を向上させた鋼材である。
- 2) SM400A, SM400B, SM400C は、シャルピー吸収エネルギーの規格値が異なる。
- 3) SM520 材は、降伏点が 520N/mm^2 以上と規定されている。
- 4) SMA 材は耐候性を向上させるため、SM 材に比べて C の含有量が高い。

正解：2)

- 1) SM490Y 材は、SM490 材の降伏点を向上させた鋼材である。
- 2) SM400A, SM400B, SM400C は、シャルピー吸収エネルギーの規格値が異なる。
- 3) SM520 材は、引張強さが 520N/mm^2 以上と規定されている。
- 4) SMA 材は耐候性を向上させるため、SM 材に比べて銅 (Cu) とクロム (Cr) の含有量が高い。

(5) 金属溶射に関する次の記述のうち、もっとも不適当なものはどれか。

- 1) 金属溶射後に封孔処理が必要である。
- 2) 金属溶射に加えて、表面塗装を行う場合がある。
- 3) 金属溶射時の熱影響による部材の変形に留意する必要がある。
- 4) 金属溶射を行う前にブラスト処理を行うのが一般的である。

正解：3)

金属溶射は、被溶射物への熱影響が少なく、熱によるひずみが生じにくい。

(6) 塗料に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) ポリウレタン樹脂塗料は、高濃度の PCB が含まれていることがあるため、塗膜除去時の施工方法等に配慮する必要がある。
- 2) 鉛丹さび止めペイントは、鉛やクロム化合物などの有害物質が飛散するおそれがあるため、塗膜除去時の施工方法等に配慮する必要がある。
- 3) 塩化ゴム系塗料は、焼却時にダイオキシンが発生するおそれがあるため、IIS 規格から廃止された。
- 4) タールエポキシ樹脂塗料は、発がん性物質が含まれているため、塗膜除去時の施工方法等に配慮する必要がある。

正解：1)

昭和 40 年代に製造された塩化ゴム系塗料には PCB が可塑剤として用いられているが、ポリウレタン樹脂塗料には PCB は含まれていない。

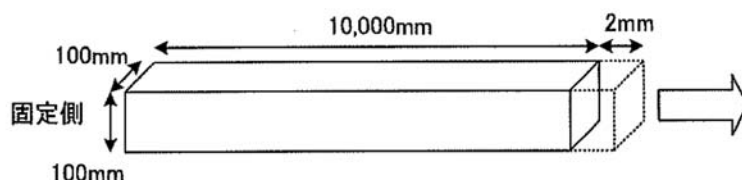
(7) 鋼橋の防食に関する次の記述のうち、もっとも不適当なものはどれか。

- 1) 塗膜に付着する塩分量は、凍結防止剤の影響を受ける。
- 2) プレートガーダー橋の塗膜の劣化速度は、部材や部位によって異なる。
- 3) 耐候性鋼材の使用にあたっては、地山や並列橋との離隔に留意する。
- 4) 溶融亜鉛めっきに傷が付くと、防食性が著しく低下する。

正解：4)

溶融亜鉛めっきに傷がついた場合、周囲の亜鉛がアノード側となり陽イオンが溶出して犠牲防食作用により鋼の腐食を防ぐ。このことから、亜鉛が鋼材を覆っている限り、防食機能が確保されている。

(8) 下図に示す一端が固定された $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 10,000\text{mm}$ の鋼棒を長手方向に 2mm 引き伸ばすのに必要な力は、次のうちどれか。なお、鋼のヤング率は $2.1 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ とする。



- 1) 42kN
- 2) 420kN
- 3) 210kN
- 4) 1,050kN

正解：2)

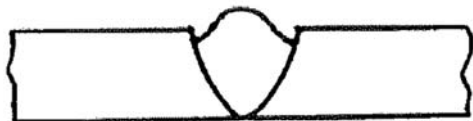
応力 σ とひずみ ε の関係は、弾性係数 E に比例するので $\sigma = \varepsilon \cdot E$ の関係式から必要な力を求める。

$$P = A \cdot \sigma = A \cdot \varepsilon \cdot E$$

$$P = 100 \times 100 \times \left(\frac{2}{10000}\right) \times 2.1 \times 10^5 = 420,000 \text{N} = 420 \text{kN}$$

(9) 下図に示す溶接欠陥の図と語句の組合せとして、適当なものはどれか。なお、図中の中央部が溶接箇所である。

1) 溶け込み不良



2) 融合不良



3) アンダカット



4) 垂れ込み



正解：2)

- 1) アンダカット
- 2) 母材と溶接金属の間の融合不良
- 3) 溶落ち
- 4) オーバラップ

(10) 高力ボルト摩擦接合に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) JIS では摩擦接合用高力ボルトとして、F8T, F10T, S10T を規定している。
- 2) F10T の設計ボルト軸力は、引張強さの 75% となる応力を基準としている。
- 3) 締め付けボルト軸力は、設計ボルト軸力よりも高く設定する必要がある。
- 4) 設計で用いるすべり係数は、表面処理状態に関わらず 0.45 としている。

正解：3)

- 1) JIS では摩擦接合用高力ボルトとして、F8T, F10T, ~~S10T~~ を規定している。
- 2) 設計ボルト張力は、ボルト材料の降伏点に対して、F8T で 85%、F10T で 75% となる応力を基準としている。この応力は破断荷重の約 65% となる。
- 3) 高力ボルトに導入された軸力は、締め付け直後に 2~3% 低下し、その後、時間の経過とともにわずかずつ減少（リラクセーション）する。そのため、施工時には、設計ボルト軸力に対して、10% 増しとしたものを、目標とすべき導入ボルト軸力としている。
- 4) 設計で用いるすべり係数は、表面処理状態に応じて変化させている。平成 24 年版(2012 年)の道路橋示方書では、黒皮を除去した粗面状態で 0.4、厚膜型無機ジンクリッチペイント塗装を行った場合には 0.45 を採用している。

- (11) 突合せ溶接部の溶接残留応力に関する次の記述において、(A) ～ (C) に当てはまる語句の組合せとして、適当なものはどれか。

溶接時には、溶接部が局所的に高温になり、熱膨張により主として (A) 方向に伸びようとするが、周りに拘束されるため、溶接部付近には (B) 応力が発生し、塑性ひずみが生じる。溶接後、温度が下がると熱膨張は消失し、部材全体が元の状態に戻ろうとするが、溶接部付近は周りより短くなろうとして拘束され、溶接部付近に (C) 応力が発生する。

	(A)	(B)	(C)
1)	溶接線	圧縮	引張
2)	溶接線直交	引張	圧縮
3)	溶接線直交	圧縮	引張
4)	溶接線	引張	圧縮

正解：1)

- (12) 高力ボルト接合に関する次の記述において、(A) ～ (C) に当てはまる語句の組合せとして、適当なものはどれか。

摩擦接合は、応力 (A) が少なく、応力の流れが滑らかで疲労強度が高い。また、摩擦が切れて滑りを発生するまでは接合材間にずれを生じないので、高い剛性が期待できる。支圧接合は、高力ボルトで接合材を締め付けて得られる接合材片間の (B) と、接合材の支圧力などが協働して応力を伝達する接合法である。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。一般に作用外力が材間 (C) 力以下であれば、高い剛性を有する。

	(A)	(B)	(C)
1)	減少	摩擦抵抗	引張
2)	集中	せん断抵抗	引張
3)	集中	摩擦抵抗	圧縮
4)	減少	せん断抵抗	圧縮

正解：3)

(13) 溶接方法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 被覆アーク溶接は、被覆剤を塗った溶接棒と母材との間に電気アークを発生させ、その熱を利用して行う溶接法である。
- 2) CO₂ アーク溶接は、被覆アーク溶接に比べて電流密度が高く、溶着速度が大きい溶接法である。
- 3) ティグ溶接は、非消耗電極と母材との間にアークを発生させ、溶加材を熔融させて行う溶接法である。
- 4) セルフシールドアーク溶接は、あらかじめ粒状フラックスを散布し、フラックス内でアークを発生させて行う溶接である。

正解：4)

サブマージアーク溶接は、あらかじめ粒状フラックスを散布し、フラックス内でアークを発生させて行う溶接である。セルフシールドアーク溶接は、溶接ワイヤにシールド作用と脱酸作用と脱窒作用を持たせることで、シールドガスをを用いずに大気中で溶接する方法である。

(14) リベット継手の補修に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) リベットの頭部が腐食していても、ゆるみがなければ早急に取り替える必要はない。
- 2) リベットの撤去は、ガス切断よりもドリルを用いて行うのが望ましい。
- 3) リベットを摩擦接合用高力ボルトに取り替える場合、すべり係数は確保されていると考えるとよい。
- 4) リベットを打ち込み式高力ボルトに取り替える場合、リベット孔の孔ずれに注意する必要がある。

正解：3)

リベットは支圧接合であり、高力ボルトに取り替えると厳密には局部的に摩擦接合が混在することになる。また、リベット継手の接合面には鉛丹さび止め塗料が塗布されている場合が多く、摩擦係数 0.4 が期待できないとの報告もある。1~2 本程度の場合には実質的に大きな問題はないと思われるが、取替本数が多い場合などは、支圧接合用打ち込み式高力ボルトにするなどの留意が必要である。

(15) コンクリートに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) コンクリートは、セメント量が多いほどコンクリート強度が向上するため、温度ひび割れが生じにくくなる。
- 2) 高炉スラグ、フライアッシュを混入したコンクリートは、一般に初期の強度発現に時間を要するが、耐久性は向上する。
- 3) コンクリートの乾燥収縮は、乾燥によってコンクリート内部の微細空隙を満たしていた水が無くなることに伴う体積減少により生じる。
- 4) コンクリートの自己収縮は、セメントの水和に伴う体積減少により生じる。

正解：1)

コンクリートは、水セメント比が小さいほど緻密になるため、コンクリート強度、耐久性は向上するが、必要以上にセメントが多いコンクリートは経済的でないだけでなく、水和発熱量が多くなることから温度ひび割れが生じやすくなる。

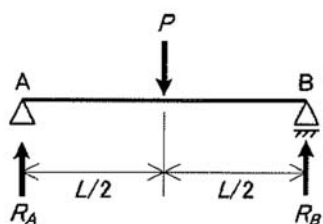
(16) 構造部材の安全性評価で考慮すべき項目として、もっとも不適当なものは次のうちどれか。

- 1) 偶発的作用
- 2) 公衆に対する安全
- 3) 目視による点検結果
- 4) 利用者の不快感・不安感

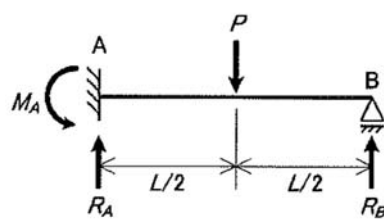
正解：1)

構造部材の維持管理すべき安全性について、ISO で規定する条件では、偶発的作用は含まれていない。

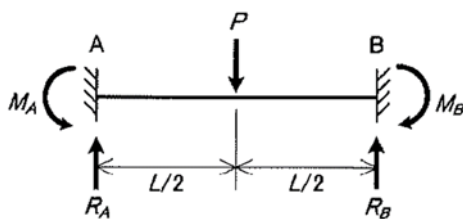
(17) 下図に示す集中荷重 P が作用するはりの支点反力、曲げモーメントに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。ただし、はり②、はり③は同質で均一断面とする。



はり①



はり②



はり③

- 1) はり②の R_A は、はり①の R_A よりも大きい。
- 2) はり②の R_B は、はり①の R_B よりも大きい。
- 3) はり③の M_A は、はり②の M_A よりも小さい。
- 4) はり③の R_A は、はり①の R_A と等しい。

正解：2)

各構造の反力を以下に示す。

はり①の反力： $R_A = R_B = P/2$

はり②の反力： $R_A = \frac{11}{16}P$, $R_B = \frac{5}{16}P$, $M_A = \frac{3}{16}Pl$

はり③の反力： $R_A = R_B = P/2$ ， $M_A = M_B = Pl/8$

(18) 磁粉探傷試験に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 橋梁などの大型構造物では、一般的に極間法が用いられる。
- 2) 磁粉模様の幅はきずの開口幅とほぼ同じため、きずの幅を測定できる。
- 3) アルミニウムやオーステナイト系ステンレス鋼に対しても使用できる。
- 4) きずに並行に磁場を与えることが重要である。

正解：1)

- 1) 大型構造物の溶接部の磁粉探傷試験には、携帯型電磁石による極間法が多く用いられる。
- 2) 欠陥の開口幅に比べて、磁粉模様の幅は拡大されるので、欠陥幅の測定はできない。
- 3) アルミニウムやオーステナイト系ステンレス鋼では磁束が流れにくいので、この試験方法の適用は不適切である。
- 4) 磁力線が欠陥になるべく多くさえぎられる方向の磁場を用いる必要がある。

(19) 鋼材を対象とした超音波探傷試験に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 板厚を測定する場合は、一般に垂直探傷法が用いられる。
- 2) 突合せ溶接部のきずを探傷する場合は、一般に斜角探傷法が用いられる。
- 3) 接触媒質は、一般に斜角探傷法で用いられ、垂直探傷法では用いられない。
- 4) 垂直探傷法で用いられる超音波の音速は、斜角探傷法の約 2 倍である。

正解：3)

探触子を試験体に密着させて

も、その間に空気の層があると、超音波は試験体の中にほとんど伝わらない。接触媒質は、この空隙を満たし超音波を効率よく伝えるために使用する液体であり、垂直探傷法でも用いる必要がある。

(20) ひずみゲージを用いたひずみ測定に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 直交した二軸のひずみゲージを用いることで、主応力の方向を測定できる。
- 2) 公称応力を測定する場合、応力集中の影響が小さい位置にひずみゲージを貼付する。
- 3) 板の表裏にひずみゲージを貼付することで、面外曲げによる応力成分を測定できる。
- 4) 応力集中ゲージを用いることで、局所的な応力勾配を測定することができる。

正解：1)

主応力とその方向を知るためには、三軸ロゼットゲージを用いる。二軸ゲージは、最大ひずみ方向に一方のゲージ線を合わせ、せん断応力測定などに用いる。

(21) 塗膜劣化度測定に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) アドヒージョンテストは、塗膜を損傷させずに測定できる。
- 2) 碁盤目・クロスカットテープ付着試験では、セロハンテープを使用する。
- 3) 塗膜の引張付着力を評価する場合、インピーダンス測定を用いる。
- 4) 塗膜の鏡面光沢度は、色差計を用いて測定する。

正解：2)

- 1) アドヒージョンテストは、塗膜面に貼った端子を利用して塗膜面に垂直に引張力を与え、塗膜をはく離させることにより、塗膜の付着力を測定する。そのため、塗膜を損傷させずに測定はできない。
- 2) 適切な記述である。
- 3) 塗膜の劣化度を評価する場合、インピーダンス測定を用いる。
- 4) 塗膜の鏡面光沢度は、光沢計を用いて測定する。色差計を用いると、色の変化を定量的に測定できる。

(22) コンクリート構造物の調査方法に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 放射線透過試験は、プレストレストコンクリート構造物のシース管内のグラウト充填状況を推定することができる。
- 2) 蛍光 X 線分析法は、コンクリート中の塩化物イオン量を測定することができる。
- 3) 電磁誘導法は、鉄筋位置、鉄筋径、かぶり厚を計測することができる。
- 4) サーモグラフィー法は、コンクリートの表面から 30cm 程度までの深度にある内部欠陥の有無を調査することができる。

正解：4)

サーモグラフィー法による欠陥部の検出は、検出対象の大きさにもよるが、検出深度は構造物表面から 10cm 程度が限界である。

(23) 道路橋における応力頻度測定に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 年末などの一般的な交通状態と異なる時期を避けるのが望ましい。
- 2) 測定時間は平日の連続 72 時間が望ましい。
- 3) 応力波形から応力範囲頻度分布を求める方法として、ピークバレー法が一般的である。
- 4) 疲労き裂が発生していない箇所で行うのが一般的である。

正解：3)

応力波形から応力範囲頻度分布を求める方法として、レインフロー法が一般的である。

(24) 超音波厚さ計を用いた厚さ測定において、異常な値が表示された場合の原因、対処方法に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- 1) 予想の 2 倍程度の値が表示された場合、ラミネーションの可能性はある。
- 2) 予想の半分程度の値が表示された場合、板厚が測定下限より薄い可能性はある。
- 3) 値がなにも表示されない場合は、探触子を傾けて斜角探傷として測定するとよい。
- 4) 値がばらつく場合、測定物表面の凹凸をなるべく平らにして再測定するとよい。

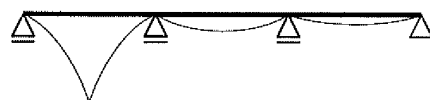
正解：4)

- 1) 予想の半分程度の値が表示された場合、ラミネーションの可能性はある。
- 2) 予想の二倍程度の値が表示された場合、板厚が測定下限より薄い可能性はある。
- 3) 値がなにも表示されない場合は、理屈の上では探触子を傾けて斜角探傷すれば、孔食を発見したり、深さを測定したりできるが、事前に孔食があると確認されている場合に限られる。
- 4) 適切な記述である。

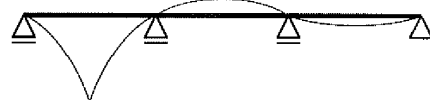
(25) 下図に示す 3 径間連続はりの A 点における曲げモーメントの影響線形状として正しいものは、次のうちどれか。



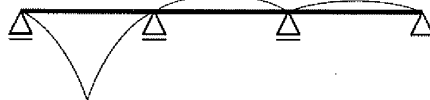
1)



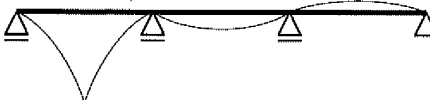
2)



3)



4)



正解：2)

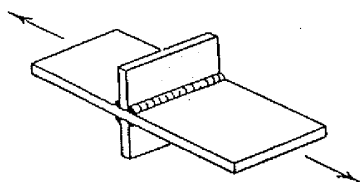
(26) 鋼材の腐食に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 高力ボルトを用いた添接部は、隙間腐食を生じることがある。
- 2) 普通鋼材をステンレスボルトで連結すると異種金属接触腐食を生じることがある。
- 3) F11T は、応力腐食割れを生じることがある。
- 4) コンクリートに埋め込まれた鋼部材は、地際部で粒界腐食を生じることがある。

正解：4)

コンクリートに埋め込まれた鋼部材は、地際部でマクロセル腐食を生じることがある。粒界腐食とは、材料中の結晶粒界が腐食し、結晶がばらばらになる現象である。

(27) 下図に示す継手の設計疲労寿命が 25 万回となる応力範囲として、適当なものはどれか。



継手種類：荷重非伝達型すみ肉溶接継手(非仕上げ)
200 万回基本疲労強度 ($\Delta\sigma_f$) = 80N/mm²

- 1) 320N/mm²
- 2) 240N/mm²
- 3) 160N/mm²
- 4) 120N/mm²

正解：3)

設計疲労曲線には、以下のような関係がある。

$$\Delta\sigma^m \cdot N = C$$

$\Delta\sigma = 80$, $m = 3$, $N = 2,000,000$ から 25 万回の応力範囲との関係を求める。

$$80^3 \times 2,000,000 = \Delta\sigma^3 \times 250,000$$

$$\Delta\sigma^3 = \frac{80^3 \times 2,000,000}{250,000} = 4,096,000 \rightarrow \Delta\sigma = 160 \text{ N/mm}^2 \text{ となる。}$$

(28) 塗装の塗り替えに関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 塗り替え塗装で発生する廃棄物は、汚泥や廃プラスチックなどに区分され、いずれも産業廃棄物としての処理が必要である。
- 2) 鋼道路橋および鋼鉄道橋では、ブラストにより旧塗膜を完全に除去し、重防食塗装系塗料で塗り替えるのが原則である。
- 3) 素地調整の程度は、1種ケレンから4種ケレンに区分されており、4種に近づくほど塗膜の除去程度が高くなる。
- 4) 素地調整の程度によらず、高品質の塗装を採用すれば十分な耐久性が確保できる。

正解：1)

- 1) 適切な記述である。
- 2) 塗装劣化の度合いに応じて、ケレンの種類を選定し、適切な塗装系を選定する。
- 3) 素地調整の程度は、1種ケレンから4種ケレンに区分されており、**1種**に近づくほど塗膜の除去程度が高くなる。
- 4) 塗装の耐久性は素地調整の程度に依存するので、高品質の塗装を採用しても適切な素地調整を行わなければ、十分な耐久性は確保できない。

(29) 下図に示すように、支承ソールプレート溶接部を起点とする疲労き裂が見つかった。疲労き裂の原因あるいは対策に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。



- 1) 支承の回転機能の低下が原因として考えられる。
- 2) 支承の水平移動機能の低下が原因として考えられる。
- 3) ウェブに進展したき裂の先端にストップホールを設ける応急対策を行った。
- 4) ウェブおよび下フランジに当て板を取り付けるとともに、支承を取り替えることで恒久対策とした。

正解：3)

このような損傷は急激に進展する可能性が高い。応急対策としては、ストップホールだけでは不十分で、支承の前側に仮支持する対策を行う必要がある。

(30) 腐食部の補修に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 腐食部に高力ボルトを用いて当て板をする場合、すべり係数を確保するために腐食による凹凸を残した状態で添接するのが望ましい。
- 2) 応力的に問題がない腐食程度と判断される場合は、当て板や腐食部の部分的な取替えを行なう必要はない。
- 3) 腐食部は凹凸があることから溶接品質を確保するのが難しく、溶接による当て板は極力避けるのが望ましい。
- 4) 滞水箇所への対策として、新たに水抜き孔を設けることは有効な対策の一つである。

正解：1)

腐食した部分に凹凸がある場合は、所定の摩擦係数を確保できない場合がある。このような場合は、凹凸を除去して所定の摩擦係数を確保できるように、接触面を不陸修正材等で処理する必要がある。

(31) 火災によって鋼橋に生じた損傷に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 高力ボルトは、300℃程度の受熱温度で軸力が低下することがある。
- 2) 非調質鋼は、調質鋼よりも低い受熱温度で材質変化が生じやすい。
- 3) 受熱温度が高い部材は、降伏強度や弾性係数の低下により座屈を生じることがある。
- 4) 支点部付近は、発火点から離れていても損傷を生じることがある。

正解：2)

調質鋼は、非調質鋼よりも低い受熱温度で材質変化が生じやすい。火災の場合、変形が生じていなくても、高力ボルト部で 300℃、調質鋼で 600℃、非調質鋼で 700℃を越える受熱履歴があると判断される場合は、高力ボルトの軸力抜けや、鋼材の材質変化の可能性があるため、詳細な調査が必要となる。

(32) 鋼橋で発生した腐食の対応策として、もっとも不適当なものはどれか。

- 1) 写真 1 に示す斜材の破断は、斜材と RC 床版の隙間での滞水が原因と考えられたため、斜材補修後、RC 床版を切り欠いてトラス斜材と接触しないようにした。
- 2) 写真 2 に示す桁の腐食は、伸縮装置からの漏水が原因と考えられたため、桁の再塗装を行うとともに伸縮装置を取り替えた。
- 3) 写真 3 に示す塗膜の劣化は、ボルトの塗膜厚が十分でないことが原因と考えられたため、溶融亜鉛めっき高力ボルトに取り替えた。
- 4) 写真 4 に示す箱桁内の腐食は、添接部の隙間からの水の浸入が原因と考えられたため、隙間をシールするとともに添接板と高力ボルトを取り替えて塗装を行った。



写真 1



写真 2



写真 3



写真 4

正解：3)

写真 3 に示すような箱桁の添接部の腐食は、箱桁内部の添接部の腐食が進行している可能性がある。箱桁内部の腐食状況を確認し、腐食の状況によっては、水の浸入を抑制する措置を施し、添接板と高力ボルトの取替が必要となる場合もある。

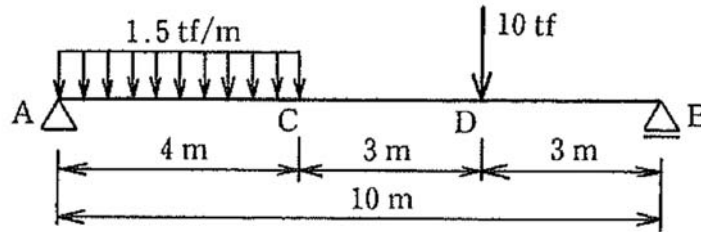
(33) 鋼材の疲労に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 死荷重により生じる最大応力，最小応力がいずれも圧縮応力であれば，一般に疲労き裂は発生しない，
- 2) 疲労設計曲線の疲労限より大きい応力範囲において，応力範囲と疲労寿命の関係は両対数グラフで直線になる。
- 3) 鋼材の引張強さが高くなると鋼材そのものの疲労強度は上昇するが，一般に溶接部の疲労強度は変わらない。
- 4) 疲労き裂が進展するにつれて進展速度が増加し，最終的に部材の破壊に至る場合もあれば，進展速度が小さくなり最終的にき裂の進展が止まる場合もある。

正解：1)

溶接部近傍には，引張残留応力が作用しているため，平均応力が圧縮応力であっても，溶接部近傍では実際には引張応力が作用して，疲労き裂の進展に寄与することがある。

(34) 下図に示すはりで最大曲げモーメントが発生する位置は，次のうちどれか。



- 1) A 点と C 点の間
- 2) C 点
- 3) C 点と D 点の間
- 4) D 点

正解：4)

支点 A から支点 B に向かう距離を x とし，各点の曲げモーメントを算出する。

$$\text{支点反力 } R_A = 1.5 \times 4 \times \frac{8}{10} + 10 \times \frac{3}{10} = 7.8tf$$

$$\text{支点反力 } R_B = 1.5 \times 4 \times \frac{2}{10} + 10 \times \frac{7}{10} = 8.2tf$$

$$\text{A~C 間の曲げモーメント } M = 7.8x - 1.5x \cdot (x/2) = (7.8 - 0.75x)x \quad \dots\dots\dots \text{(式 1)}$$

$$\text{C~D 間の曲げモーメント } M = 7.8x - 1.5 \times 4 \times (x - 2) = 1.8x + 12 \quad \dots\dots\dots \text{(式 2)}$$

$$\text{C 点での曲げモーメント } (x = 4) \quad M = 7.8 \times 4 - 1.5 \times 4 \times (4 - 2) = 19.2tf \cdot m$$

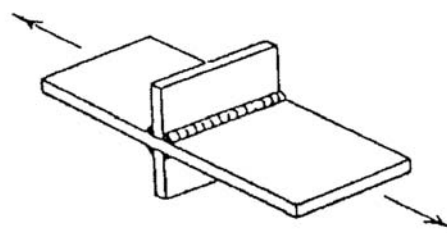
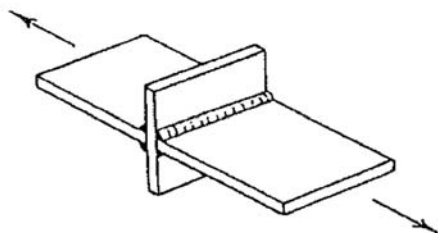
$$\text{D 点での曲げモーメント } (x = 7) \quad M = 7.8 \times 7 - 1.5 \times 4 \times (7 - 2) = 24.6tf \cdot m$$

A~C 間での最大曲げモーメント発生位置 (式 1 を x について微分して求める)

$$\frac{dM}{dx} = 7.8 - 1.5x = 0 \quad \text{より, } x = 5.2m \quad \text{となり, A~C 間での最大値は C 点で発生する。}$$

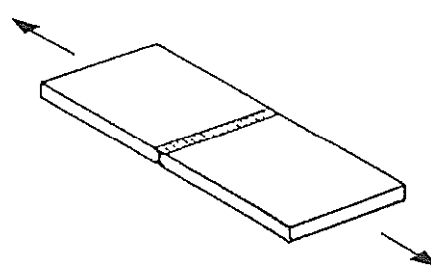
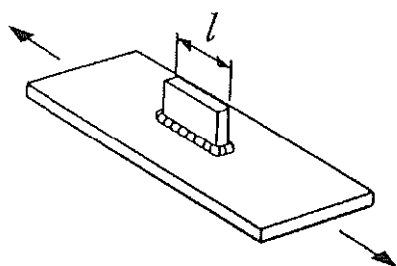
C~D 間での曲げモーメントは，式 2 が 1 次式となり中間では最大とならない。よって，C~D 間では，D 点で最大曲げモーメントが発生する。

(35) 下図に示す A~D の溶接継手を疲労強度等級の高い順に並べた順番として、適当なもののはどれか。



A: 荷重伝達型すみ肉溶接継手(非仕上げ)
ただし、止端破壊を対象とする

B: 荷重非伝達型すみ肉溶接継手(非仕上げ)



C: 面外ガセットをすみ肉溶接した継手
ただし、 $l > 100 \text{ mm}$

D: 余盛を削除した突合せ溶接継手

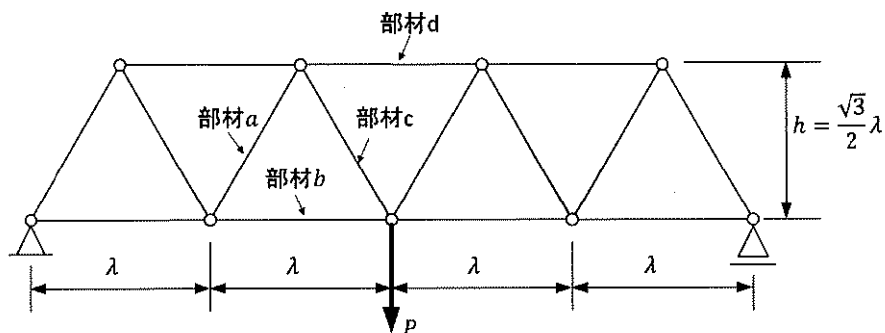
- 1) B → A → C → D
- 2) D → B → C → A
- 3) C → A → D → B
- 4) D → B → A → C

正解：4)

それぞれの強度等級と、200万回の基本疲労強度 $\Delta\sigma_f$ は、次のようである。

A: 荷重伝達型すみ肉溶接継手 (非仕上げ)	F 等級 $\Delta\sigma_f = 65 \text{ N/mm}^2$
B: 荷重非伝達型すみ肉溶接継手 (非仕上げ)	E 等級 $\Delta\sigma_f = 80 \text{ N/mm}^2$
C: 面外ガセットをすみ肉溶接した継手 ($l > 100 \text{ mm}$)	G 等級 $\Delta\sigma_f = 50 \text{ N/mm}^2$
D: 余盛を削除した突合せ溶接継手	B 等級 $\Delta\sigma_f = 155 \text{ N/mm}^2$

(36) 下図に示すワーレントラスにおいて、スパン中央の格点に下向きの力 P が作用したとき、部材 a から部材 d に生じる軸力の組み合わせとして、適当なものはどれか。なお、軸力は引張を正、圧縮を負とする。また全てのトラス部材長さは λ とする。



	部材 a	部材 b	部材 c	部材 d
1)	$\frac{\sqrt{3}}{3}P$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}P$	$-\frac{\sqrt{3}}{3}P$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}P$
2)	$-\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda P$	$\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda P$	$\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda P$	$-\frac{2\sqrt{3}}{3}\lambda P$
3)	$-\frac{\sqrt{3}}{3}P$	$\frac{\sqrt{3}}{2}P$	$\frac{\sqrt{3}}{3}P$	$-\frac{2\sqrt{3}}{3}P$
4)	$\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda P$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda P$	$-\frac{\sqrt{3}}{3}\lambda P$	$\frac{2\sqrt{3}}{3}\lambda P$

正解：3)

支間中央部での曲げモーメント M_c から、上弦材の圧縮力を求める。

$$M_c = (P/2) \cdot 2\lambda$$

$$N_d = -(M_c/h) = -\frac{(P/2) \cdot 2\lambda}{\frac{\sqrt{3}}{2}\lambda} = -\frac{2P}{\sqrt{3}} = -\frac{2\sqrt{3}}{3}P$$

(37) 鋼構造物に生じた腐食による断面欠損に対し、応力改善を図る補修工法として不適当なものはどれか。

- 1) 鋼板添接
- 2) 部材交換
- 3) FRP 接着
- 4) 金属溶射

正解：4)

金属溶射では応力改善を図ることは難しい。

(38) 変形した部材の補修・補強に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 変形した部材を加熱矯正する場合には大掛かりな設備が必要となるため、加熱矯正は一般的に用いない。
- 2) 変形量が大きく矯正による修復が困難で、施工上取り替え可能な場合は部材を交換する。
- 3) 変形を矯正せずに欠損断面とみなし、近傍に欠損を補う部材を追加する場合がある。
- 4) 補修の必要性の判定や補修工法の選定に際しては、対象となる部位の応力度の余裕などを考慮すべきである。

正解：1)

変形した部材を常温で矯正するためには、相応の外力を作用させる必要があり、また、それを支える反力受け設備などを考慮すると、大掛かりな設備となるため加熱矯正を用いるのが一般的である。

(39) 鋼構造物の補修・補強を行う際の注意点に関する記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 部材の溶接は、活荷重の影響を受けていないときに行うのが望ましい。
- 2) フランジの摩擦接合継手のボルト取替えは、添接板の最外縁の列から取り替える。
- 3) 部材が破断した場合には、近接する部材の応力状況を確認する必要がある。
- 4) 古い鋼材は、硫黄の含有量により溶接に適さない場合がある。

正解：2)

高力ボルトの取替では、取替後の各ボルトの分担力が大きく変化しないよう取替順序においても留意が必要である。桁や梁のフランジのように主として軸方向力を受ける継手では、添接板の片側の中央のボルト列を取替え、次に中央の列から両方の列へ交互に取替える。

(40) コンクリート構造物の補修・補強に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 脱塩工法は、塩分吸着剤を含んだ溶液をコンクリート中に浸透させてコンクリート中の鉄筋周辺の塩分を除去する工法である。
- 2) 表面被覆工法は、コンクリート表面を樹脂系などの材料で被覆して劣化因子の浸入を防止する工法である。
- 3) 電気防食工法は、鉄筋に防食電流を流すことにより鉄筋の腐食を防止する工法である。
- 4) 再アルカリ工法は、外部電極と鉄筋の間に電流を流し、アルカリ性水溶液をコンクリート中に浸透させてアルカリ性を回復させる工法である。

正解：1)

脱塩工法は、仮設した外部電極とコンクリート中の鋼材（鉄筋）との間に直流電流を流し、コンクリート中の塩分をコンクリート外に取り出す工法である。

(41) 鋼道路橋に発生する疲労き裂に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 主桁下フランジの突合せ溶接部の疲労き裂は落橋につながる重大な損傷であるが、発生例は少ない。
- 2) 鋼製橋脚隅角部の疲労き裂は、溶接内部の未溶着部を起点として発生することが多い。
- 3) 縦リブにバルブプレートを用いた鋼床版では、デッキプレートと縦リブの溶接部に疲労き裂が発生することが多い。
- 4) 対傾構と連結された垂直補剛材の上端溶接部では、疲労き裂が発生することが多い。

正解：3)

縦リブに**閉断面リブ（トラフリブ）**を用いた鋼床版では、デッキプレートと縦リブの溶接部に疲労き裂が発生することが多い。

(42) 2017 年に改訂された道路橋示方書の改訂点に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 設計供用期間を 100 年とすることが明記された。
- 2) 設計法として、従来の許容応力度法に替わって部分係数法が導入された。
- 3) 限界状態が規定され、限界状態に対して照査を行うことになった。
- 4) 部材の設計耐久期間を、橋の設計供用期間と同一とすることが定められた。

正解：4)

材料の機械的性質や力学的特性等が部材等の耐荷性能の設計における前提に適合する範囲に留まることを期待する期間である設計耐久期間については、架橋条件等に関連した維持管理に関わる制約事項、部材等の機能、異常の発見と措置の容易さの程度、経済性等を勘案して、部材等ごとに適切に設定するように規定されている。

(43) コンクリート橋の点検診断時の着目点に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

	部位	発生箇所, 原因
1)	単純桁の支間中央部	曲げモーメントが最大となり, 桁の下縁側にひび割れが発生する可能性がある。
2)	断面急変部	断面が急激に変化している部分では, 応力集中によりひび割れが発生する可能性がある。
3)	連続桁の中間支点部	曲げモーメントの影響により, 桁の上縁側にひび割れが発生する可能性がある。
4)	支間長 1/4 付近	せん断力の作用により, 支点側の上縁から桁中央側の下縁方向に斜めひび割れが生じる可能性がある。

正解：4)

支間長の $1/4$ 付近には, 主桁直角方向の桁下面又は側面の鉛直又は斜めひびわれが発生する可能性がある。一方, 支点部では, せん断力の作用により, 支点側の下縁から桁中央側の上縁方向に斜めひび割れが生じる可能性がある。

(44) コンクリート橋の損傷に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) PC 鋼材を主桁上縁で定着しているポストテンション T 桁橋は, 定着部が舗装等で保護されているため, 桁端で定着している PC 橋に比べて PC 鋼材の腐食の可能性が小さい。
- 2) PC 鋼材に沿ったひび割れがある場合は, グラウト不良による PC 鋼材の腐食が懸念されるため, 重点的な点検が必要となる。
- 3) PCT 桁橋の間詰め床版部は, 陥没などの重大な損傷を生じることがある。
- 4) RC 床版の舗装の補修が同じ箇所でも度々行われている場合, 床版上面の土砂化が生じている可能性がある。

正解：1)

PC 鋼材を主桁上縁で定着しているポストテンション T 桁橋では, 定着部の後埋めコンクリート部と本体コンクリート部の隙間から, 路面水が浸入して PC 鋼材の腐食の可能性が高い。そのため, 桁端で定着している PC 橋に比べて PC 鋼材の腐食の可能性が小さいとは言えない。

(45) 鋼鉄道橋の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) 特別全般検査は、地震や大雨等の災害時や類似変状の一斉調査時に実施する検査である。
- 2) 個別検査は、全般検査、随時検査の結果「健全度 A」と判定された場合に実施する。
- 3) 平成 19 年に国土交通省から出された通達に基づき、維持管理における技術基準は JR、その他の民間鉄道会社で統一されている。
- 4) 供用を始めてから 100 年を超える鋼鉄道橋も複数現役として使用されており、建設時に適用された設計基準・設計荷重や使用材料などを理解しておく必要がある。

正解：1)

特別全般検査は、構造物の種別や線区の実態に合わせて、必要に応じて行う定期的な検査である。地震や大雨等の災害時や類似変状の一斉調査時に実施する検査は、随時検査という。

(46) 下図に示す鉄道橋の I ビーム桁支点部に発生した疲労き裂に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。



- 1) 疲労き裂は支間中央側から発生、桁端部に向かって進展した。
- 2) 疲労き裂は、支点部が適正に支持されていないことで生じる二次応力により発生した。
- 3) 桁断面が小さいため、応急対策としてストップホールは施工しなかった。
- 4) 恒久対策として、当該部をガウジングした後に再溶接した。

正解：2)

- 1) 疲労き裂は、ソールプレート端部直上で発生し、支間中央側と桁端部に向かって進展したものと考えられる。
- 2) 適切な記述である。
- 3) 桁断面が小さくても、応急対策としてストップホールの施工は必要と思われる。
- 4) 恒久対策としては、当該部をガウジングした後に再溶接し、発生応力を低減するために当板補修などが必要である。

(47) 港湾鋼構造物の腐食，防食に関する次の記述において，(A) ～ (C) に当てはまる語句の組合せとして，適当なものはどれか。

港湾鋼構造物は，鉛直方向に連続的に存在していることに起因し，(A) 付近で集中的に腐食が生じる場合がある。この腐食を防ぐために，現在の港湾鋼構造物においては，(B) には電気防食，(C) には被覆防食が適用されている。

	(A)	(B)	(C)
1)	平均海水面	M.L.W.L.以下	M.L.W.L.以上
2)	平均海水面	L.W.L.以下	L.W.L.-1m 以上
3)	L.W.L.	M.L.W.L.以下	L.W.L.-1m 以上
4)	L.W.L.	L.W.L.以下	M.L.W.L.以上

正解：3)

テキストの図 14.3-3 を参照のこと。

(48) 港湾鋼構造物の点検診断に関する次の記述のうち，不適當なものはどれか。

- 1) 無防食鋼構造物の場合，目視調査の結果に応じて，超音波厚さ計を用いた肉厚測定を行い，構造物の残存耐力の評価を行う。
- 2) 電気防食工法の一般定期点検診断においては，照合電極を用いた電位測定により防食状態の確認を行う。
- 3) 保護カバーの無いモルタル被覆の一般定期点検診断においては，目視によりモルタルの欠損やひび割れの状況の確認を行う。
- 4) ペโตรラタム被覆の一般定期点検診断においては，ペโตรラタム系防食材の状況を目視により確認を行う。

正解：4)

ペโตรラタム被覆は，鋼表面のペโตรラタム系防食材と保護カバーで構成されているので，目視調査は保護カバーが中心となる。

(49) 下表に示す、内圧 p 、鉄管の内径 D 、管の板厚 t の組み合わせにおいて、鉄管に発生する円周方向応力 σ_h がもっとも大きくなるのは、次のうちどれか。

	内圧 p (MPa)	鉄管の内径 D (mm)	鉄管の板厚 t (mm)
1)	0.5	2,000	6.0
2)	1.0	1,800	9.0
3)	1.5	1,500	12.0
4)	2.0	1,200	18.0

正解：2)

円周方向応力の算出式は、次式で表される。

$$\sigma_h = \frac{pD}{2t}$$

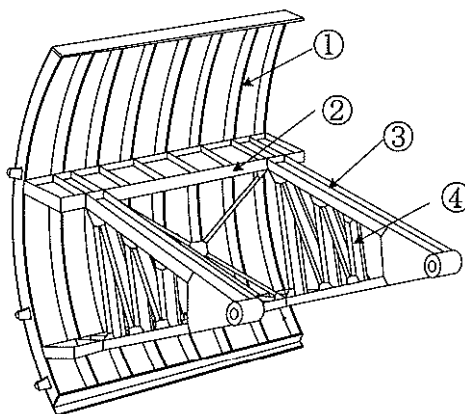
それぞれの円周方向応力を計算すると、

1) 83.3MPa, 2) 100MPa, 3) 93.8MPa, 4) 66.7MPa

となる。

(50) 下図に示すラジアルゲートの構造例に示された①～④の構造部材のうち、脚柱はどれか。

- 1) ①
- 2) ②
- 3) ③
- 4) ④



正解：3)

ラジアルゲートの構造部材の名称は、①縦桁、②横主桁、③脚柱、④脚柱間連結トラスである。