

平成28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28年10月に実施された『平成28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－2013年度版－」の該当ページを参照してください。

平成28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

- ・ 2017/01/04 山口道雄さんからのご指摘で、問題14の解答番号の誤記を修正。
- ・ 2019/10/24 尾土井将健さんからのご指摘で、問題49の解説の誤記を修正。
- ・

平成 28 年度 択一式問題

(1) 点検の種類，時期および目的に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

- 1) 初回点検は，構造物の竣工後や補修・補強後などに実施する点検で，構造物の初期状態を把握する目的で実施する。
- 2) 日常点検は，数日程度の比較的短い間隔で実施する点検で，第三者に対する安全確保を主目的として実施する。
- 3) 定期点検は，数年程度の間隔で実施する点検で，構造物の健全性を把握する目的で実施する。
- 4) 臨時点検は，1)～3)の各点検から必要と判断された場合に実施し，損傷原因や程度を詳細に把握する目的で実施する。

正解：4)

臨時点検は，地震，台風等の自然災害や，火災，事故後に実施する点検で，これらの影響で損傷等が発生していないか確認することを目的として実施する。

(2) 点検，診断に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

- 1) 設計図書，維持管理状態の関連資料などを参考に入念な事前準備を行った。
- 2) 点検方法，点検姿勢，点検時の安全性確保などを考慮した点検計画を策定した。
- 3) 過去の点検結果を入念に調査し，主観的な診断が行えるようにした。
- 4) 正しい診断を行うため，最新の IT 技術を活用した記録方式を採用した。

正解：3)

診断は，点検によって明らかとなった事実をもとに，客観的な基準によって，安全性，使用性等について判断し，それらを統合し行政的な判断も含めて最終判断を行う。

(3) 土木構造物のライフサイクルコストに関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

- 1) 計画，設計，建設，維持管理，廃棄にかかる費用の合計で示される。
- 2) 補修時の規制や通行止めに伴う交通渋滞などの社会的損失を算入する手法もある。
- 3) 構造物の資産価値を表す値ではない。
- 4) 点検間隔に依存しない。

正解：4)

点検間隔が短くすれば点検費用は増大するが，損傷の発見が早くできるため，適切な維持補修が可能となり，ライフサイクルコストは低減すると考えられる。

- (4) 溶接構造用圧延鋼材の JIS 規格に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。
- 1) 降伏点または耐力の下限値は、鋼材の厚さが増すにしたがい下がる傾向にある。
 - 2) 引張強さの規格値は、下限値と共に上限値が定められている。
 - 3) SM400A, B, C は、それぞれシャルピー吸収エネルギーの下限値が定められている。
 - 4) 引張試験には板厚により異なる試験片形状が用いられる。

正解：3)

鋼材記号の末尾にある A・B・C の記号は「シャルピー吸収エネルギー」の値により分類されたものである。これは材料の「粘り強さ」を表わす指標で、この値が大きいほど「粘り強い」ことになる。A は「規定なし」、B は 27 ジュール(0°C)以上、C は 47 ジュール(0°C)以上である。つまり、SM400A については、シャルピー吸収エネルギーの下限値は定められていない。

- (5) 下表は、古い橋梁から採取した試料の成分分析結果を示している。成分分析結果から、溶接可能と判断できる試料の数は、次のうちどれか。

(%)

	製作時期	C	Si	Mn	P	S	Ceq	Pcm
試料 1	1886 年	0.005	0.16	0.03	0.493	0.025	0.017	0.014
試料 2	1907 年	0.095	0.007	0.46	0.034	0.087	0.172	0.118
試料 3	1919 年	0.28	0.046	0.50	0.004	0.037	0.368	0.308

注) Ceq：炭素当量，Pcm：溶接割れ感受性組成

- 1) 1 つ
- 2) 2 つ
- 3) 3 つ
- 4) なし

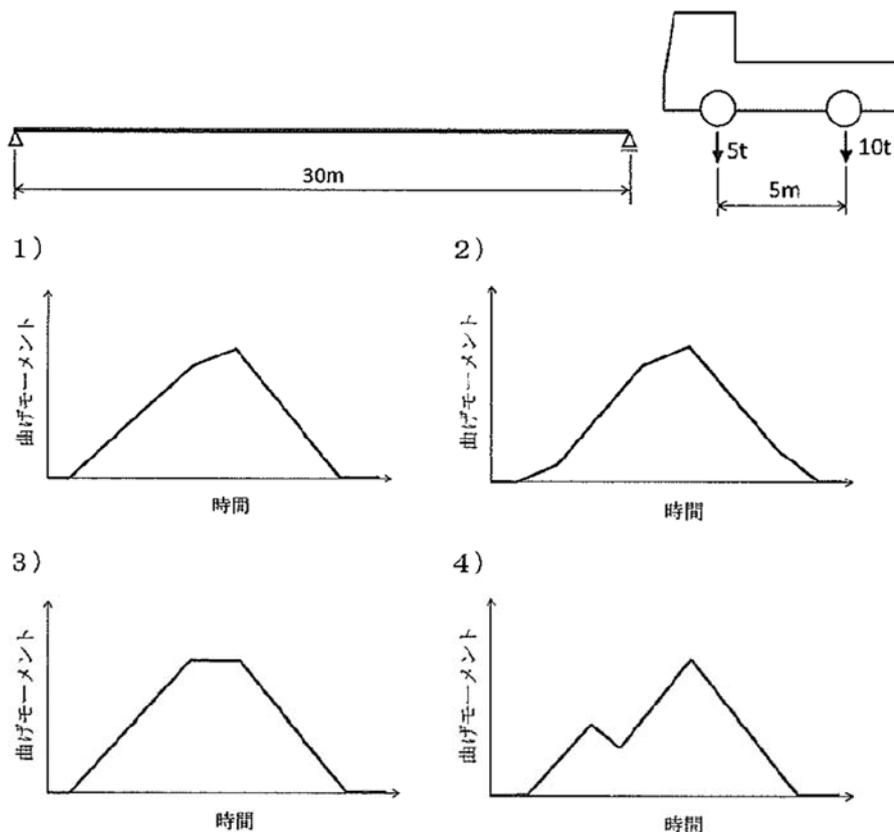
正解：4)

試料 1 は、溶接性の指標 $Mn/C=6.0 \geq 2.5$ を満足するが、P が 0.5%程度と高いため伸びが著しく低い錬鉄と推定され、溶接には適さない。

試料 2 は、 $Mn/C=4.8 \geq 2.5$ を満足し、P も 0.03%と低い。製作時期から推定するとベッセマー鋼と推定される。S が 0.087%と高く、現行の溶接用鋼材 (S は 0.035%以下) と比べて多いので溶接には適さないと思われる。

試料 3 は、溶接性の指標 $Mn/C=1.8 < 2.5$ を満足しないので、溶接には適さない。

(6) 支間 30m の単純桁上を図に示す車両が一定速度で通過したとき、支間中央の曲げモーメントと時間の関係として、適当なものはどれか。なお、車両の通過に伴う衝撃、振動は考慮しないものとする。



正解：2)

(7) 鋼材溶接時の予熱に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 鋼材を溶接する場合、一般に鋼材の合金元素量が多いほど、また板厚が薄いほど溶接割れが生じやすくなるため、予熱が必要になる。
- 2) 予熱低減鋼は、溶接割れ感受性組成 PCM 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の省略が可能である。
- 3) 予熱の方法には、ガス炎加熱法、電気抵抗加熱法、電磁誘導加熱法などがある。
- 4) 予熱は溶接直後の冷却速度を遅くするとともに、拡散性水素の放出を助長することにより低温割れを防止することを目的としている。

正解：1)

鋼材を溶接する場合、板厚が厚いほど溶接割れが生じやすくなるため、予熱が必要となる。

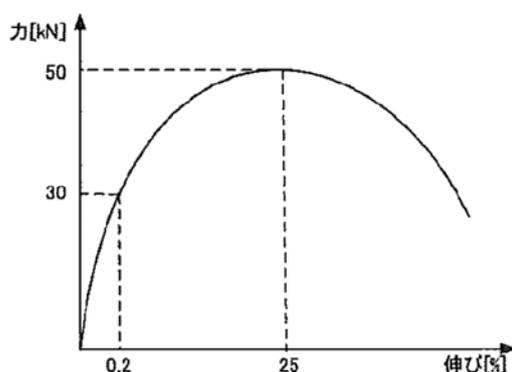
(8) 防食に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 金属溶射は、溶融した亜鉛-アルミニウム合金などを吹きつけた後に、封孔処理を行うのが原則である。
- 2) ふっ素樹脂塗装は、厳しい腐食環境で使用されるが、光沢の長期間保持性能に劣る。
- 3) 溶融亜鉛めっき被膜の亜鉛付着量は、膜厚で評価する。
- 4) 塩化ゴム系塗料は、速乾性に富み、現在も多用されている。

正解：1)

- 2) ふっ素樹脂塗装は、厳しい腐食環境で使用されるが、光沢の長期間保持性能に**優れる**。
- 3) 溶融亜鉛めっき被膜の亜鉛付着量は、**単位面積当たりの付着質量**で評価する。
- 4) 塩化ゴム系塗料は、速乾性に富むが、**廃棄焼却時にダイオキシン発生の恐れがあるため、現在では使用されていない**。

(9) ある鋼材の引張試験を行ったところ、下図に示す力と伸びの関係が得られた。下図から求められる諸量について、適当なものはどれか。なお、試験片の原断面積は 100mm^2 とする。



- 1) 破断伸びは 25% である。
- 2) 降伏点は 300N/mm^2 である。
- 3) オフセット法による 0.2% 耐力は 300N/mm^2 である。
- 4) 引張強さ 500N/mm^2 である。

正解：4)

- 1) 破断伸びは、破断した時の伸びであり、図より 25% より大きな値である。
- 2) 明確な降伏点は、現れていない。
- 3) オフセット法による 0.2% 耐力は、永久伸びが 0.2% になるときの耐力であり、図から判断して 400N/mm^2 以上と思われる。

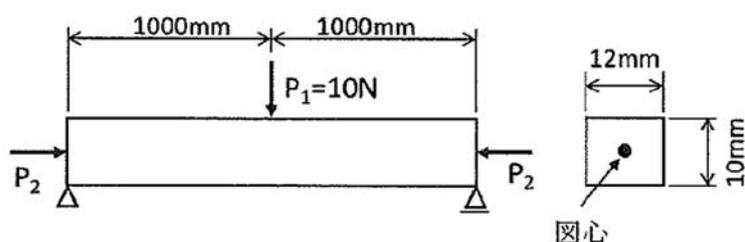
(10) 硬さ試験に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) ビッカース硬さ試験は、超硬合金球の圧子を試料に押し込み、くぼみの直径から硬さを求める試験である。
- 2) ロックウェル硬さ試験は、正四角錐のダイヤモンド圧子を試料に押し込み、くぼみの対角線長さから硬さを求める試験である。
- 3) ショア硬さ試験は、ダイヤモンドハンマを試料に落下させ、跳ね上がり高さから硬さを求める試験である。
- 4) ブリネル硬さ試験は、円錐形のダイヤモンド圧子などを試料に押し込み、くぼみの深さから硬さを求める試験である。

正解：3)

- 1) **ブリネル**硬さ試験は、超硬合金球の圧子を試料に押し込み、くぼみの直径から硬さを求める試験である。
- 2) **ビッカース**硬さ試験は、正四角錐のダイヤモンド圧子を試料に押し込み、くぼみの対角線長さから硬さを求める試験である。
- 3) 記載通りである。
- 4) **ロックウェル**硬さ試験は、円錐形のダイヤモンド圧子などを試料に押し込み、くぼみの深さから硬さを求める試験である。

(11) 下図に示す様に、単純ばりに荷重 P_1 が作用した状態で、はりの軸方向に圧縮力 P_2 を作用させたとする。このとき、はりの支間中央の断面において、下縁応力度が 0 となる P_2 は、次のうちどれか。なお、 P_2 は、はり断面の図心に作用させるものとし、自重の作用およびたわみによる付加曲げは考慮しないものとする。また、はり断面は軸方向に一様であり、平面保持の仮定が成立するものとする。



- 1) 300N
- 2) 600N
- 3) 3,000N
- 4) 6,000N

正解：3)

最初に、梁に発生する曲げモーメント M のみによる下縁引張応力度 σ_t を算定し、その下縁引張応力度をゼロとするような軸力 P_2 を求める。

$$M = \frac{1}{4} P_1 \cdot L = \frac{1}{4} \times 10 \times 2000 = 5000 N \cdot mm$$

$$W = \frac{B \cdot H^2}{6} = \frac{12 \times 10^2}{6} = 200 mm^3$$

$$\sigma_t = M/W = 5000/200 = 25 N/mm^2$$

$$P_2 = \sigma_t \cdot A = 25 \times 12 \times 10 = 3000 N$$

(12) 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) セルフシールドアーク溶接は、風の影響を受けにくい。
- 2) サブマージアーク溶接は、溶接姿勢が下向きに限られる。
- 3) 被覆アーク溶接は、全ての溶接姿勢に用いることができる。
- 4) イナートガスアーク溶接は、全ての溶接姿勢に用いることができる。

正解：2)

サブマージアーク溶接は、溶接姿勢は、**下向き**、**横向き**に限られる。

(13) 高力ボルト接合に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 所要のすべり耐力を確保できない恐れがあるため、支圧接合、摩擦接合ともに接合部材長手方向のボルト本数は、10 本以下とするのがよい。
- 2) 片側からのみの作業で締め付けが可能な片面施工用高力ボルトには、M24 相当のボルトサイズで、F8T・M22 相当の軸力を導入できるものがある。
- 3) 摩擦接合におけるすべり係数は、接触面の処理方法によらず 0.45 としてよい。
- 4) リベットを高力ボルトに取り替える場合、部材間に残った防錆材はすべり係数を高める効果があるため、残置したまま接合するのがよい。

正解：2)

- 1) 所要のすべり耐力を確保できない恐れがあるため、接合部材長手方向のボルト本数は、**支圧接合では 6 本以下**、**摩擦接合では 8 本以下**とするのがよい。
- 2) 記載どおりである。
- 3) 摩擦接合におけるすべり係数は、接触面の**表面処理方法によって変更する**場合がある。道路橋示方書では、黒皮を除去した粗面状態で 0.40、厚膜型無機ジンクリッチペイント塗装を施した場合 0.45 としている。
- 4) リベットを高力ボルトに取り替える場合、部材間に残った防錆材、**例えば光明丹塗装を**残置したままでは、**すべり係数が 0.05~0.25 程度と低く**、摩擦による力の伝達は、**十分に期待できない**。

(14) 溶接接合の施工法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

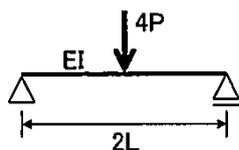
- 1) 施工時の振動等により、溶接金属の凝固過程で変動応力が作用すると低温割れが発生する可能性がある。
- 2) 橋梁の組立溶接の長さは、割れを防止するために 80mm 以上を基本とする。
- 3) 立向下進溶接は、溶込みが浅いため熔融金属やスラグの垂れを生じやすく、融合不良、スラグ巻込みなどの欠陥が発生しやすい。
- 4) 現場溶接において、溶接機と溶接作業位置が離れると電圧降下により溶接作業に支障をきたすことがある。

正解：1)

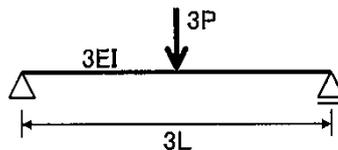
施工時の振動等により、溶接金属の凝固過程で変動応力が作用すると高温割れが発生する可能性がある。

(15) 下図に示す単純ばりのうち、支間中央点でのたわみが最も小さいものは、次のうちどれか。なお、すべてのはりにおいて、荷重ははりの支間中央に作用しているとする。

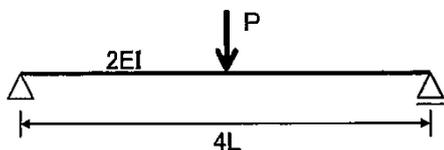
1)



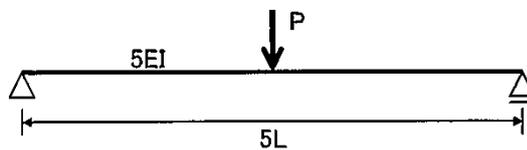
2)



3)



4)



正解：4)

$$\delta_1 = \frac{4P(2L)^3}{48EI} = \frac{0.667PL^3}{EI}$$

$$\delta_2 = \frac{3P(3L)^3}{48(3EI)} = \frac{0.563PL^3}{EI}$$

$$\delta_3 = \frac{P(4L)^3}{48(2EI)} = \frac{0.667PL^3}{EI}$$

$$\delta_4 = \frac{P(5L)^3}{48(5EI)} = \frac{0.521PL^3}{EI}$$

(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。

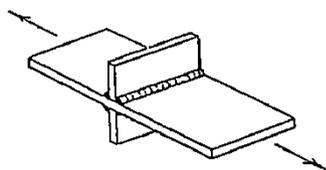
- 1) 力の伝達方法で分類すると、摩擦接合、支圧接合、引張接合に分類される。
- 2) 同じ径のボルトを用いる場合、摩擦接合と支圧接合の設計耐力は同じである。
- 3) F10T とは、摩擦接合用高力六角ボルトの強度レベルを示す記号である。
- 4) 同じ径のボルトを用いる場合、摩擦接合の方が支圧接合より孔径が大きい。

正解：2)

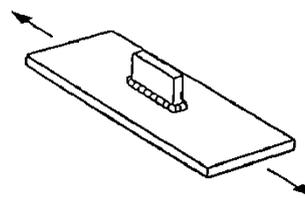
支圧接合は、高力ボルトで接合材を締め付けて得られる接合材片間の摩擦抵抗と、リベットの
ような軸部のせん断抵抗、接合材の支圧力とが共同して応力を伝達する接合方法であり、摩擦接
合と支圧接合の設計耐力は同じではない。

(17) 次の溶接継手のうち、最も疲労強度等級の低いものはどれか。なお、いずれも溶接欠陥
は無いものとする。

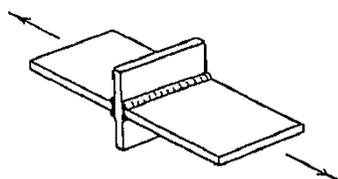
1) 荷重非伝達型十字溶接継手



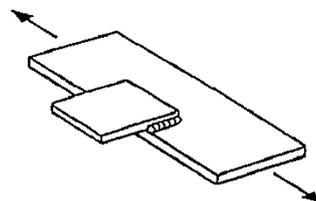
2) 面外ガセット溶接継手（主板非貫通）



3) 荷重伝達型十字溶接継手（完全溶け込み）



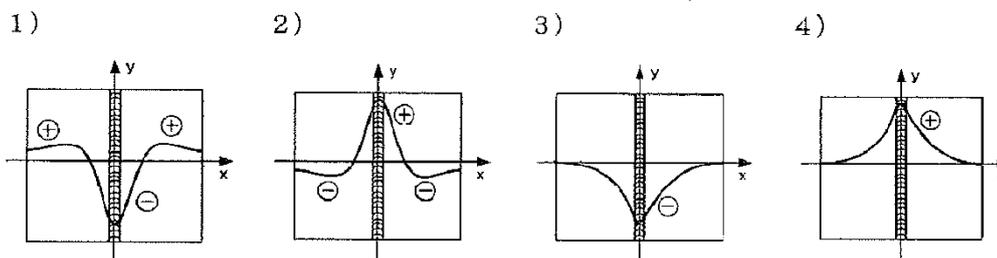
4) 重ねガセット溶接継手



正解：4)

- 1) 止端仕上げの有無により D～E 等級
- 2) 止端仕上げの有無により E～G 等級
- 3) 止端仕上げの有無により D～E 等級
- 4) まわし溶接の有無により H～I 等級

(18) 広幅の板を溶接した場合の溶接線方向(y 方向)の残留応力(σ_y)の x 方向分布として適当なものはどれか。なお、+は引張、-は圧縮を示す。



正解：2)

テキスト p81 の図-3.1.18 を参照。

(19) リベッ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) リベット軸部のせん断とリベット孔壁との支圧により抵抗する継手である。
- 2) 溶接接合が導入される前は、工場での材片の組立てにも使用されていた。
- 3) リベット頭部が腐食しても、弛みが生じない限り、継手強度は低下しない。
- 4) リベット孔径は、リベット呼び径に **2.5mm** を加えた寸法とするのが一般的である。

正解：4)

リベット孔径は、リベット呼び径に **1.5mm** を加えた寸法とするのが一般的である。

(20) 高力ボルトの遅れ破壊に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 耐遅れ破壊性を改善するため、焼きならしが行われている。
- 2) 湿度の高い環境の方が、遅れ破壊が発生しやすい。
- 3) ある年数が経過して遅れ破壊が生じなければ、それ以降に遅れ破壊は生じない。
- 4) 遅れ破壊は、ボルト表面のカソード側に生じた応力腐食割れを起点として発生する。

正解：2)

- 1) 耐遅れ破壊性を改善するため、**焼きなまし**が行われている。
- 2) 湿度の高い環境の方が、応力腐食割れが発生しやすいため、遅れ破壊が発生しやすい。
- 3) 遅れ破壊の原因となる応力腐食割れは、経年変化等による腐食によるものであり、ある年数が経過したからといって、腐食原因がある限り、遅れ破壊が生じないとはいえない。
- 4) 遅れ破壊は、ボルト表面の**アノード**側（断面が欠損する側）に生じた応力腐食割れを起点として発生する。

(21) コンクリート構造物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) コンクリートの中性化は、高炉セメントよりも普通ポルトランドセメントの方が進行速度は速い。
- 2) アルカリ骨材反応が生じたコンクリートは、ヤング係数の低下が著しい。
- 3) 塩害による鉄筋の腐食は、鉄筋表面の塩化物イオン濃度がある値に達した際に生じる。
- 4) 凍害を受けたコンクリート構造物は、表面にスケーリング、ポップアウト等の損傷が現れる。

正解：1)

コンクリートの中性化では、普通ポルトランドセメントに比べて、高炉セメントの方が進行速度は速い。

(22) 腐食損傷の種類に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 孔食は、ステンレス鋼などの不動態酸化皮膜を形成する金属で発生し、普通鋼では発生しない。
- 2) 異種金属接触腐食は、電位の異なる金属が接触し、そこに電解質溶液が存在することで発生する。
- 3) 隙間腐食は、鋼板の重ね合わせ部やボルト締め付け面などの隙間に濃淡電池が形成されることにより発生する。
- 4) 局部腐食は、腐食場所が固定されるため、全面腐食に比べて著しく腐食速度が速い。

正解：1)

孔食は、皮膜が化学的、物理的作用によって局所的に破壊され、そこがアノードとなり腐食が生じるものであり、普通鋼でも発生する。

(23) 鋼箱桁橋の一般的な塗膜劣化に対する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 下フランジなどの水平部材よりもウェブなどの鉛直部材の方が、塗膜劣化が速い。
- 2) 桁内面よりも桁外面の方が、塗膜劣化が速い。
- 3) 桁端部よりも桁中央部の方が、塗膜劣化が速い。
- 4) ボルト継手部よりも溶接継手部の方が、塗膜劣化が速い。

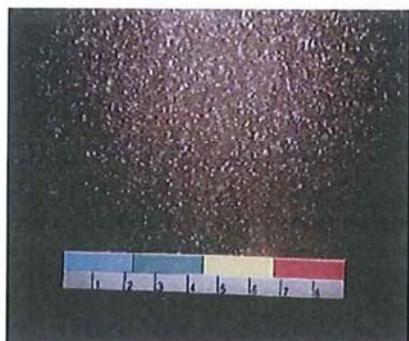
正解：2)

- 1) 下フランジなどの水平部材は、上向き姿勢での塗装作業により、塗膜厚が他の部分に比べて薄くなりやすいので、ウェブなどの鉛直部材の方に比べて塗膜劣化が速い。
- 2) 桁内面よりも、紫外線を受ける桁外面の方が、塗膜劣化が速い。
- 3) 桁端部は、伸縮継手部などからの漏水による影響を受けて、桁中央部に比べて塗膜劣化が速い。
- 4) ボルト継手部は、複雑な塗装部位となるため、溶接継手部に比べて塗膜劣化が速い。

(24) 次に示す耐候性鋼材のさびの写真の説明として、適当なものはどれか。

- 1) 写真 1 は、さびが緻密で均一であり、今後のさびの進行は完全に止まっている。
- 2) 写真 2 は、さびの大きさは写真 1 より大きいですが、継続使用が可能と判断できる。
- 3) 写真 3 は、今後のさびの進展が著しいため、緊急に補修する必要がある。
- 4) 写真 4 は、現時点の残存板厚で耐力が確保できれば、無補修で使用可能と判断できる。

写真 1



さびの大きさは 1mm 程度以下で細かく均一である。

写真 2



さびの大きさは 1~5mm 程度で粗い（うるこ状ではない）。

写真 3



さびの大きさは 5~25mm でうるこ状である。

写真 4



さびは層状の剥離がある。

正解：2)

- 1) 写真 1 は、外観評点 4 である。外部評点 4 は緻密な保護性さびが一様に形成した理想的な状態であるが、腐食速度が十分に抑えられているとはいえない。
- 2) 写真 2 は、外観評点 3 である。外観評点が 3 以上であれば、裸のまま継続使用しても特に問題のない状態と考えられる。
- 3) 写真 3 は、外観評点 2 である。評点 2 の状態が続けば、耐候性鋼材が適用可能な腐食速度 (0.3mm/50 年) を上回る可能性があるため、腐食の原因を調査して対策を検討する必要がある。経過観察のレベルであり、緊急に補修する必要はない。
- 4) 写真 4 は、外観評点 1 であり、早期の対策が必要である。

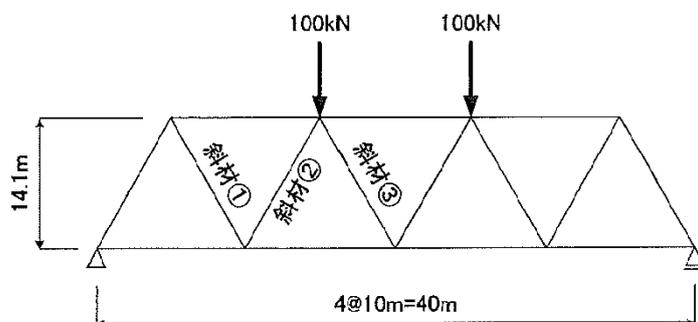
(25) 疲労き裂に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 溶接金属上に現れたき裂は、内部欠陥や未溶着部を起点としていることが多い。
- 2) 止端部から発生したき裂の長さは、表面より内部の方が短い。
- 3) 止端部から発生するき裂は、板の曲げ変形を抑制することで防止できる。
- 4) 塗膜割れが生じている箇所でも疲労き裂が発生していないことがある。

正解：3)

疲労き裂は、構造物に自動車や列車などの活荷重、風などの外力が繰り返し作用することで、溶接継手や溶接欠陥などの応力集中部に発生する損傷であり、板の曲げ変形を抑制しても防止することはできない。溶接止端等の表面から発生するき裂では、初期の段階で、き裂を切削により除去し、止端部を滑らかに仕上げる補修方法によっても十分な効果を発揮できる場合がある。

(26) 下図に示すトラス構造の斜材①、②、③に働く軸力の組み合わせとして、適当なものはどれか。



- 1) ①が引張、②が圧縮、③が0
- 2) ①、②、③とも圧縮
- 3) ①が引張、②が圧縮、③が引張
- 4) ①が引張、②、③が圧縮

正解：1)

(27) 超音波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) 垂直深傷には横波が、斜角探傷には縦波が主に使われている。
- 2) 金属材料の探傷には、一般に周波数 1～5kHz の探触子が用いられる。
- 3) 拡散損失により、ビーム路程が長くなるにしたがい超音波の音圧が低下する。
- 4) ブローホールは全方位に強く超音波を反射するため、大きな欠陥と判断される。

正解：3)

- 1) 垂直深傷には**縦波**が、斜角探傷には**横波**が主に使われている。
- 2) 金属材料の探傷には、一般に周波数 1～**5MHz** の探触子が用いられる。
- 3) 記述のとおりである。
- 4) ブローホールのような球形のものによる反射波は、様々な方向に散乱するため、反射

エコーが弱くなり、**小さな欠陥**と判断される。

(28) 付着塩分量を測定する方法として、不適当なものはどれか。

- 1) ガーゼによりふき取り塩素イオン検知管を用いて測定する方法
- 2) ブレッセル法
- 3) 電導度法
- 4) インピーダンス測定法

正解：4)

インピーダンス測定法は、塗膜の劣化度を定量的に評価する手法である。

(29) ひずみゲージを用いた測定に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 多点の静ひずみ計測は、外力が時間的にランダムに変化する場合には適さない。
- 2) 三軸ロゼットゲージを用いて、せん断応力を測定することができる。
- 3) ひずみゲージのベースや接着層が吸湿すると、計測値が変化する可能性がある。
- 4) ゲージ率 2.2 のひずみゲージで計測したひずみ ε は、 ε に 2.2 を乗じて補正する。

正解：4)

ゲージ率 2.2 の場合、測定値に (2.0/2.2) を乗じて補正を行う。

(30) 損傷調査のための非破壊試験に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 放射線透過試験は、試験実施者に対する安全性のほか、深さ方向の欠陥位置の把握が難しいなどの問題がある。
- 2) 超音波探傷試験は、即時に結果表示ができ効率的であるとともに、深さ方向の欠陥位置が把握できるなどの特長がある。
- 3) 磁粉探傷試験は、線状の表面傷の検出に優れており、一般にコイル法により行う。
- 4) 渦流探傷試験は、塗膜を除去せずにき裂を検査することができるが、断面形状が複雑な場合に検出精度が低くなる。

正解：3)

磁粉探傷試験は、線状の表面傷の検出に優れており、土木構造物のような大型構造物の溶接部の試験では、携帯型電磁石による極間法が多く用いられている。

(31) 鋼種が不明な鋼材の化学成分を調査する方法として、適当なものはどれか。

- 1) アドヒージョンテスト
- 2) 発光分光分析法
- 3) プロッド法
- 4) クロム酸銀一吸光光度法

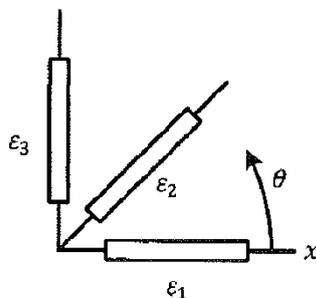
正解：2)

アドヒージョンテストは、塗膜の付着力を測定して、塗膜の劣化度を評価する試験方法である。プロッド法は、磁粉探傷試験で利用する磁化方法の一種である。クロム酸銀一吸光光度法

は、コンクリート中に存在する塩化物イオン量を測定する方法の一種である。

(32) 鋼材に三軸ロゼットゲージを貼り付けてひずみを測定したところ、 $\varepsilon_1=170\mu$ 、 $\varepsilon_2=200\mu$ 、 $\varepsilon_3=100\mu$ のひずみが測定された。このときの主応力方向として一番近いものは、次のうちのどれか。なお、主応力方向 θ は以下の式で算出され、 θ は x 軸から反時計回りを正とする。

- 1) 30 度
- 2) 45 度
- 3) 60 度
- 4) 75 度

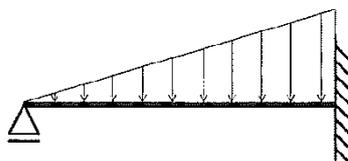


$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2\varepsilon_2 - \varepsilon_1 - \varepsilon_3}{\varepsilon_1 - \varepsilon_3} \right)$$

正解：1)

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2 \times 200 - 170 - 100}{170 - 100} \right) = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{130}{70} \right) = 30.85$$

(33) 下図に示す三角形の分布荷重を受けるはりの曲げモーメント形状として、適当なものはどれか。



- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

正解：3)

(34) コンクリートに対する測定法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) コンクリートの中性化深さ測定には、硝酸銀溶液が用いられる。
- 2) 反発度法は、コンクリートの圧縮強度を推定するために用いられる。
- 3) 電磁誘導法は、コンクリート中の鉄筋位置を探查するために用いられる。
- 4) コンクリートの塩化物イオン濃度を測定する方法には、電位差滴定法などがある。

正解：1)

コンクリートの中性化深さ測定には、フェノールフタレイン溶液が用いられる。

(35) 火災を受けた後の鋼部材に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) F10T は、火災によるボルト軸力の低下量が少ない。
- 2) SM58 は、火災による引張強度の低下量が少ない。
- 3) SS41 は、火災による引張強度の低下量が少ない。
- 4) 鋼製支承は、火災による破損事例が少ない。

正解：3)

- 1) 高力ボルトは、熱処理や冷間加工によって強度を高めた鋼種であり、加熱による耐力や引張強度の低下は著しい。
- 2) SM58 は調質鋼が主体の高張力鋼で熱処理が加えられており、加熱による耐力や引張強度の低下は著しい。
- 3) SS41 は軟鋼であり、焼き入れや焼き慣らしの熱処理を行っていないので、高温状態での放水などよほどの急冷がない限り、火災後の強度の低下はない。
- 4) 鋼製支承は、機械部品としての性能と精度を有しており、可動部の表面処理などで熱処理によって機能を保持させている部分もあり、加熱によって破損事例が少ないとはいえない。

(36) 腐食した部材の評価に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 平滑に仕上げた腐食鋼板の強度は、鋼板製造時の健全な鋼板と比較して引張強度は変わらないが、降伏点は低くなる。
- 2) 腐食した引張部材の破断荷重は、鋼材の引張強度と部材全長の平均板厚から求めることができる。
- 3) 腐食した圧縮部材の耐荷力は、健全状態の耐荷力に最大断面欠損率を考慮した低減係数を乗ずることにより評価することができる。
- 4) 腐食した鋼材は、腐食が激しくなるにつれて伸び剛性が大きくなる。

正解：3)

- 1) 平滑に仕上げた腐食鋼板の強度は、鋼板製造時の健全な鋼板と比較して引張強度、降伏点などの材料特性に関して、健全な母材との大きな変化はない。
- 2) 腐食した引張部材の破断荷重は、鋼材の引張強度と最小断面の平均板厚から求めることができる。

- 3) 適切な記述である。
- 4) 腐食した鋼材は、腐食が激しくなるにつれて伸び剛性が小さくなる。

- (37) 部材の疲労寿命評価に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。
- 1) 部材の疲労寿命評価は、対象とする継手の疲労強度、継手に作用する応力範囲および頻度を用いて行われる。
 - 2) 実交通荷重下の等価応力範囲が一定振幅応力の打ち切り限界以下であれば、疲労き裂は発生しないと判断してよい。
 - 3) 応力範囲が 2 倍になる影響と繰り返し数が 2 倍になる影響を比較すると、応力範囲が 2 倍になった方が疲労寿命に与える影響は大きい。
 - 4) 構造が複雑で公称応力が定義できない溶接継手においては、ホットスポット応力を用いて疲労寿命を評価する方法がある。

正解：2)

実交通荷重下の最大の応力範囲が、一定振幅応力の打ち切り限界以下であれば、疲労き裂は発生しないと判断してよい。

- (38) すみ肉溶接による十字溶接継手の疲労強度を改善する方法として、適当なものはどれか。
- 1) 荷重伝達型の止端き裂を防止するには、穿孔による応力緩和法が有効である。
 - 2) 荷重伝達型のルートき裂を防止するには、棒グラインダーによる溶接ビードの表面仕上げが有効である。
 - 3) 荷重非伝達型のルートき裂を防止するには、溶接による増し盛りが有効である。
 - 4) 荷重非伝達型の止端き裂を防止するには、止端部への超音波衝撃処理が有効である。

正解：4)

- 1) き裂が発生した場合、先端部に穿孔して、き裂先端部の高い応力集中を低減させる方法であるが、き裂進展の一時的な停止であり、疲労強度を改善する方法ではない。
- 2) 棒グラインダーによる溶接ビードの表面仕上げ（止端処理を含む）は、荷重伝達型の止端破壊を防止する効果があるが、ルートき裂の発生防止には効果がない。
- 3) 荷重伝達型のルートき裂を防止するには、溶接による増し盛りを行い、のど断面積を増加させることは有効だと思われるが、荷重非伝達型のルートき裂を防止する効果はない。

- (39) コンクリート床版の補強方法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。
- 1) 縦桁増設上法では、縦桁を取り付けた床版のハンチ部が剥落する場合がある。
 - 2) 鋼板接着工法では、床版と鋼板の間に滞水する場合がある。
 - 3) 炭素繊維シート接着工法では、床版と炭素繊維シートの間滞水する場合がある。
 - 4) 上面増厚工法では、増厚コンクリートと既設床版が層間剥離する場合がある。

正解：1)

縦桁増設工法では、縦桁の上フランジを直接床版に密着させることが困難なため、ハンチ部は設けず、スペーサー等で 2~3mm の隙間を設けてエポキシ樹脂を充填する。

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

- 1) 当て板補修では、き裂先端にストップホールを施工し、き裂を囲むように高力ボルトを配置することが望ましい。
- 2) ストップホールを施工した後、き裂先端を除去していることを確認するために孔壁に対して磁粉探傷試験を行うのが望ましい。
- 3) 部材接合部の構造ディテールを改良する場合には、局部応力を低減させるためにできるだけ剛性を高めることが望ましい。
- 4) 止端部から発生した浅いき裂は、切削除去により補修を完了する場合がある。

正解：3)

部材接合部を対象とした構造ディテールの改良では、接合部の剛性が増加し、その部位での負担荷重をかえて逆に大きくしてしまうことがある。このような場合には、力の伝達を極力分散させ、局部的に応力の集中が生じないように構造ディテールを工夫することが必要である。

(41) 防食方法に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 溶融亜鉛めっき皮膜の一般的な年間減少量は、海岸地域で 500g/m^2 である。
- 2) 塗装のために行われるブラストによる素地調整は、通常 4 種ケレンと呼ばれる。
- 3) 運搬や架設時に金属溶射皮膜が損傷した場合は、補修のためジンクリッチペイントが多く用いられる。
- 4) 金属溶射の上にエポキシ樹脂系保護材を吹き付け、二重皮膜とする場合もある。

正解：4)

- 1) 溶融亜鉛めっき皮膜の一般的な年間減少量は、海岸地域で 11.1g/m^2 、都市工業地帯で 9.3g/m^2 、田園地帯で 4.5g/m^2 である。
- 2) 塗装のために行われるブラストによる素地調整は、通常 1 種ケレンと呼ばれる。
- 3) 運搬や架設時に金属溶射皮膜が損傷した場合は、補修方法として同質の材料で再溶射を行うことが原則である。
- 4) 適切な記述である。

(42) 2016 年 4 月の熊本地震により生じた構造物の損傷事例として、不適当なものはどれか。

- 1) 高速道路に架かる跨道橋のロッキングピアが倒壊して、跨道橋が落橋した。
- 2) いくつかの橋梁で、鋼製支承の破壊やゴム支承の変形、逸脱が生じた。
- 3) いくつかの鋼製橋脚で、柱の局部座屈が生じた。
- 4) アーチ橋に取り付けられたダンパーの取り付け部が損傷した。

正解：3)

熊本地震での構造物の損傷事例として、鋼製橋脚の柱の局部座屈は、報告されていない。

- (43) 鋼道路橋の伸縮装置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) ビーム型ジョイントでは、フェースプレートに疲労き裂が生じることがある。
 - 2) 鋼製フィンガージョイントでは、アンカー部の取り付け溶接部が破断することがある。
 - 3) ゴムジョイントでは、フェースゴムの磨耗が生じることがある。
 - 4) 埋設ジョイントでは、目地材の脱落が生じることがある。

正解：1)

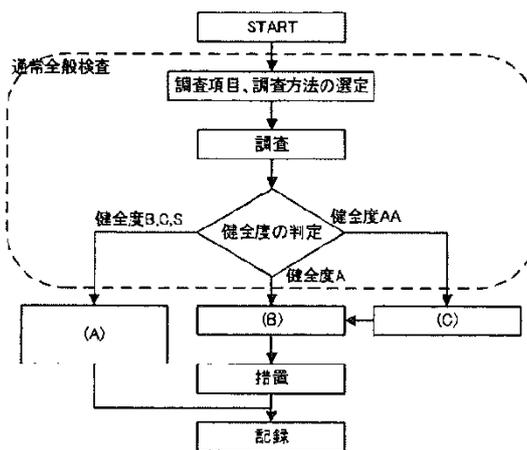
鋼製フィンガージョイントでは、フェースプレートに疲労き裂が生じる場合があるが、ビーム型ジョイントでは、フェースプレートに疲労き裂は生じないと思われる。

- (44) 鋼道路橋において、疲労き裂の発生箇所と発生原因になりえるものの組み合わせとして、不適当なものはどれか。
- 1) ソールプレートと下フランジの溶接部：下フランジとソールプレートが密着していない。
 - 2) 横桁下フランジと主桁ウェブの溶接部：当該継手部の疲労強度が低い。
 - 3) R形状の桁端切り欠き部の溶接部：切り欠き部のフランジとウェブが密着していない。
 - 4) ウェブギャップ板の溶接部：活荷重による主桁の発生応力が高い。

正解：4)

ウェブギャップ板の溶接部の疲労き裂の発生は、活荷重による主桁間のたわみ差に起因しており、活荷重による主桁の発生応力が低い部位でも発生する。

- (45) 鋼鉄道橋の検査の流れを表した次の図の空欄を埋める用語のうち、適当な組み合わせはどれか。



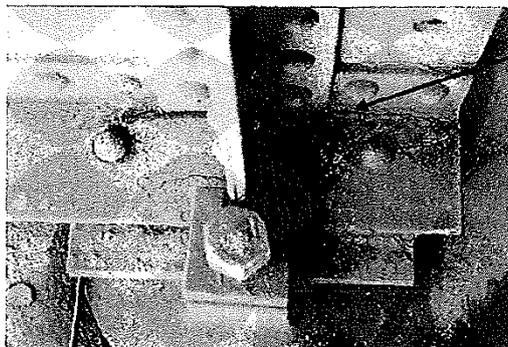
	(A)	(B)	(C)
1)	監視等の措置・予防保全	個別検査	直ちに措置
2)	監視等の措置・予防保全	個別検査	特別検査
3)	随時検査	措置内容の検討	詳細な調査
4)	随時検査	個別検査	特別検査

正解：1)

テキスト p315 の図 9.2-4 を参照のこと。

(46) 写真に示す鋼鉄道橋のき裂の原因として、不適当なものはどれか。

- 1) 杓座の破損
- 2) 鋼材の腐食
- 3) 端補剛材.下端の溶接不良
- 4) ソールプレートの摩耗



き裂

正解：3)

写真で示される構造はリベット構造であり、溶接継手は採用されておらず、溶接不良は生じないと思われる。

(47) 港湾鋼構造物の電気防食の点検診断時に実施される電位測定に関する次の記述の中で、(A)、(B)に当てはまる語句の組合せとして、適当なものはどれか。

電位測定は、主に電圧計と(A)を用いて行う。(A)として海水塩化銀電極を用いた場合、測定値が -800mV より(B)と防食状態にあると考えてよい。

	(A)	(B)
1)	照合電極	大きい
2)	照合電極	小さい
3)	流電電極	小さい
4)	流電電極	大きい

正解：2)

照合電極として海水塩化銀電極を用いた場合、測定値が -800mV よりも卑な値（マイナス方向に大きい値）であれば、防食状態にあると考えてよい。

(48) 港湾鋸構造物に適用される被覆防食に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) ペトロラタム被覆は、鋼材の表面にペトロラタム系防食材を密着させ、その表面には水剤を塗布し、保護したものである。
- 2) モルタル被覆は、セメントの持つアルカリ性により、鋼材の表面に緻密な不動態膜を形成させ、防食が達成される。
- 3) ウレタンエラストマー被覆は、鋼矢板の継手部のような複雑な形状の構造物にも比較的容易に施工が可能である。
- 4) 耐海水性金属被覆は、耐衝撃性に劣るため、金属厚さを増加させる必要がある。

正解：2)

- 1) ペトロラタム被覆は、鋼材の表面にペトロラタム系防食材を密着させ、これをプラスチックや強化プラスチック、耐食性金属などのカバーで保護したものである。
- 2) 記述どおりである。
- 3) 水中施工型被覆は、鋼矢板の継手部のような複雑な形状の構造物にも比較的容易に施工が可能である。
- 4) 耐海水性金属被覆は、耐衝撃性、耐摩耗性に優れている。

(49) 内径 $D=2,000\text{mm}$ 、板厚 $t=10\text{mm}$ の水圧鉄管に 100m の水頭が作用するとき、内圧によって生じる管の円周方向応力 σ_h の概算値として適当なものはどれか。なお、円周方向応力 σ_h は次式により計算される。

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

- 1) 5N/mm^2
- 2) 10N/mm^2
- 3) 50N/mm^2
- 4) 100N/mm^2

正解：4)

内圧は、 $p = 10 \text{ kN/m}^3 \times 100\text{m} = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1 \text{ N/mm}^2$

円周方向応力は、

$$\sigma_h = \frac{pD}{2t} = \frac{1 \times 2000}{2 \times 10} = 100 \text{ N/mm}^2$$

(50) 水圧鉄管の付属構造物に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 管胴本体の湾曲部には、原則としてアンカブロックが設けられる。
- 2) 伸縮継手は、斜面ではアンカブロックの直上流に設置されるのが一般的である。
- 3) 空气管、空気弁は、排水時の内圧による破裂を防ぐ意味で重要な設備である。
- 4) 補剛材は、鉄管の剛性を高めるため、管路軸方向に取り付けられた部材のことである。

正解：1)

- 1) 記述どおりである。
- 2) 伸縮継手は、斜面ではアンカブロックの直下流に設置されるのが一般的である。
- 3) 空气管、空気弁は、排水時に管内外の圧力差による圧壊を防ぐ意味で重要な設備である。
- 4) 補剛材は、鉄管の剛性を高めるため、円周上に取り付けられた部材のことである。