

平成17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17年12月25日に実施された『平成17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、【問題11】のように、解答が絞り込めなかった部分もあります。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。

平成18年4月6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17年度 択一式問題

【問題1】 鋼材の一般的な説明に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

圧延には、熱間圧延と冷間圧延などがあり、圧延鋼材には、鋼板、条鋼、鋼帯、鋼管などがある。

電炉材とは、鉄鉱石とコークスから銑鉄を製造し、それを転炉で還元し、圧延を経て製造された鋼材である。

鋼材の熱処理として行われる焼きならし、焼きなまし、焼入れ、焼き戻しは、鋼材の組織を調整して溶接性を良好とする加工である。

工業用鉄類には、Cを2.5%以上含有する工業用純鉄、C、Si、Mn、P、Sなどを含有する鋼、Cをほとんど含まない鋳鉄などがある。

正解：

適切な記述である。

電炉材とは、市中のスクラップ(屑鉄)を原料として製造される鋼材である。

鋼材の熱処理は、鋼材の組織を変え、強度と粘りを高めることことができるが、溶接性を良好にするためには、Mn/Cの比を2.5以上となるように成分調整を行うのが一般的である。

炭素(C)含有量が0.02%以下を純鉄、0.02~2%を鋼、2%以上を鋳鉄と呼んでいる。

【問題2】 耐候性鋼材に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

チタンやステンレスと鋼材を合わせた材料は、耐候性鋼材の一種である。

耐候性鋼材は、鋼材表面に発生した緻密で定着性のある錆の発生によって、腐食速度が低下する機能を持った鋼材である。

構造用鋼材の耐候性は、Cの量を増加させることで改善される。

耐候性鋼材は、疲労き裂が発生しにくい。

正解：

チタンやステンレスと鋼材とを合わせた材料をクラッド鋼といい、異種の金属材料を接合して、それぞれの長所を積極的に活用することを目指した特殊な鋼材であり、通常の鉄鋼材料では使用に耐えない過酷な環境で使用されている。耐候性鋼材の一種ではない。

適切な記述である。

耐候性鋼材には、耐候性に有効な元素として、Cu、Cr及びNiが添加されている。

疲労き裂の発生防止に対し、耐候性鋼材の優位性はない。

【問題 3】鋼材の機械的性質に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

ヤング率とは、弾性域での応力 - ひずみ関係の傾きのことである。

常温における鋼材の線膨張係数は 1.0×10^{-6} / 程度である。

引張強度が 500N/mm^2 以下の鋼材は、破断伸びが 10%以下である。

引張強度が 500N/mm^2 以下の鋼材では、明瞭な降伏応力を確認できない。

正解：

適切な記述である。

常温における鋼材の線膨張係数は 12×10^{-6} / 程度である。

引張強度が 500N/mm^2 以下の鋼材 (SM490Y 相当) における最小破断伸びは 15%以上確保されている。

明瞭な降伏応力を確認できる。

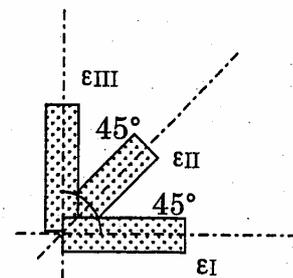
【問題 4】鋼部材に作用する応力状態を調べるために、図に示す 3 軸ゲージを部材に貼付して測定を行ったところ、得られたひずみ値は $\epsilon_{\text{III}} = 100 \times 10^{-6}$ 、 $\epsilon_{\text{II}} = 0$ 、 $\epsilon_{\text{I}} = 100 \times 10^{-6}$ であった。この測定点に発生している最大せん断応力の大きさに最も近いものは次のうちどれか。ただし、鋼材のヤング率は $2 \times 10^5\text{N/mm}^2$ 、ポアソン比は 0.3 とする。

0.0N/mm²

10.9N/mm²

15.4N/mm²

20.0N/mm²



正解： (平成 18 年 11 月 修正)

テキスト 式(5.3-3)より、 $\tau_{\max} = \frac{E}{2(1+\nu)} \sqrt{2\{(\epsilon_3 - \epsilon_2)^2 + (\epsilon_1 - \epsilon_2)^2\}} = 15.38\text{N/mm}^2$

【問題 5】鋼材に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

鋼材は炭素の含有量が増大すると、引張強度は一般に高くなる。

SM400A とは、降伏点強度が 400N/mm^2 以上の溶接構造用圧延鋼材である。

鋼材のヤング率は、同種の材料であれば引張強度が大きいほど大きくなる。

降伏点が明瞭でない鋼材については、降伏点の代用として、除荷ひずみが 2%のときの応力が用いられる。

正解：

適切な記述である。

SM400A とは、引張強さが 400N/mm^2 以上の溶接構造用圧延鋼材である。

鋼材のヤング率は、引張強度にかかわらず一定である。

高張力鋼や調質鋼など降伏点が明瞭に現れない場合は、永久伸びが0.2%となるときの耐力を求めて、降伏点強度とする。

【問題6】 鋼構造物の疲労に関する記述のうち、適当なものはどれか。

一般に永久荷重に比べて変動荷重の割合の低い構造物において、発生しやすい。
疲労き裂は、引張応力を受ける部分よりも圧縮応力を受ける部分で生じやすい。
マイナー則とは、疲労に対する鋼材の引張強度の影響を整理するための経験則である。
疲労き裂は、応力集中を生じる部分で生じやすい。

正解：

疲労き裂は、一般に永久荷重に比べて変動荷重の割合の大きい構造物において、発生しやすい。

溶接止端部には、一般に大きな引張残留応力が存在するため、圧縮の範囲でも疲労亀裂が発生することもある。

マイナー則とは、疲労に対する鋼材の応力変動と繰返し数の影響を整理するための経験則である。

適切な記述である。

【問題7】 高力ボルトと高力ボルトを用いた接合部に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

高力ボルトの遅れ破壊は、一般にボルトの強度レベルに関係なく発生する。
支圧接合とは、支圧抵抗およびボルトのせん断抵抗を利用した接合方法である。
F10T - M22 の F10T とは、トルシア型高力ボルトの強度レベルを示す記号である。
摩擦接合継手では、ボルト孔の径をボルト軸の径と同じにする必要がある。

正解：

高力ボルトの遅れ破壊は、ボルトの強度レベルに関係し、引張強さが 1200N/mm^2 を超えると遅れ破壊強さが低下する。

適切な記述である。

F10T - M22 の F10T とは、高力六角ボルトの強度レベルを示す記号である。

摩擦接合継ぎ手ではボルト孔径はボルト軸径 + 2.5mm が一般的である。

【問題8】 橋梁事故に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

アメリカ合衆国のタコマ(Tacoma)橋の崩壊は、大型車通行による疲労が原因である。
韓国の聖水大橋の崩壊は、洗掘による橋脚の変位が原因である。
イギリスのテイ(Tay)橋の崩壊は、風荷重への配慮不足が原因である。
アメリカのシルバー(Silver)橋の崩壊は、カルマン渦励振による振動の増幅が原因である。

正解：

タコマ(Tacoma)橋の崩壊は、風の動的作用に対する配慮不足が原因である。

韓国の聖水大橋の崩壊は、交通量の増加と定着支持桁を接続する連結ピンの疲労損傷が原因と推定されている。

適切な記述である。

シルバークリッジの崩壊は、アイバーチェーンの老朽化による欠損が崩壊の原因である。

【問題 9】鋼材の日本工業規格（JIS）に関する記述のうち、適当なものはどれか。

一般構造用圧延鋼材に関しては、C と Mn の量が規定されている。

溶接構造用圧延鋼材に関しては、板厚方向の絞り値が規定されている。

溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材に関しては、Cu、Cr、Ni の量が規定されている。

耐ラメラテア鋼材に関しては、シャルピー吸収エネルギーが規定されている。

正解：

一般構造用圧延鋼材に関しては、P と S の量が規定されており、C と Mn に関しては規定されていない。

板厚方向の絞り値を規定しているのは、耐ラメラテア鋼材であり、溶接構造用圧延鋼材では絞り値の規定はない。

適切な記述である。

耐ラメラテア鋼材に関しては、板厚方向の絞り値が規定されている。シャルピー吸収エネルギーを規定している鋼材は、溶接構造用圧延鋼材（SM 材）および溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材（SMA 材）である。

【問題 10】港湾鋼構造物の腐食傾向に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

鋼に付着した海生生物と鋼が反応して集中腐食が生じることがある。

鋼矢板と鋼管杭では、鋼矢板のほうが集中腐食の発生傾向が大きい。

集中腐食が発生する頻度が最も高いのは、飛沫帯に位置する箇所である。

鋼矢板では、凸部の方が凹部よりも集中腐食の発生頻度が高い。

正解：

付着した生物そのものが鋼と反応することはないが、海洋生物が不均一に着生すると鋼表面の酸素濃度に差が生じやすくなり、マクロセル腐食を増長させる。また、海洋生物の着生状態によっては隙間ができ、隙間腐食と呼ばれる形態で腐食が進行する場合がある。

鋼矢板と鋼管杭で集中腐食の発生傾向はほぼ同様な傾向にある。

集中腐食が発生する頻度が最も高いのは、平均干潮面直下である。飛沫帯では腐食速度は最大となるが、構造上等の理由から大部分がコンクリートなどで被覆されている

ため、腐食の問題はあまり問題とならない。

適切な記述である。

鋼矢板では、凸部の方が凹部よりも集中腐食の発生頻度が高く、山形鋼や溝形鋼の場合は、エッジ部に腐食が集中する傾向がある。

【問題 11】高力ボルトの遅れ破壊に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

ボルト表面のアノード側で、水素脆性割れが誘発される。

脱炭を行うことで耐遅れ破壊性を改善できる。

高力ボルトの遅れ破壊は、ボルトの緩みによる軸力の低下が原因である。

ボルト周囲の温度が高いほど遅れ破壊が促進される。

正解： および （テキスト P-71 ~ P72 参照）

ボルト表面のアノード（陽極）側で鋼が溶解してピットが形成され応力集中を受けて亀裂発生点となり、カソード（陰極）側で、水素を発生し、水素脆性割れが誘発される。

適切な記述である。

脱炭を行うことで耐遅れ破壊性を改善でき、浸炭は悪影響を与える。

高力ボルトの遅れ破壊は、高い軸力が常時作用しているために発生する現象であり、ボルトの軸力の低下は原因とはならない。

適切な記述である。

水中での実験結果より、温度が高いことも遅れ破壊の促進要因である。

【問題 12】古い鋼材の加工上の留意点に関する記述のうち、不適当なものはどれか。

19 世紀後半に製造、輸入された錬鉄は、材料が不均一で層状剥離を起こすこともある。

20 世紀初頭に製造、輸入されたベッセマー鋼は、Si が少なく P、S が多いことから溶接は避けたほうがよい。

1928 年以前に製造された S39 は、韌性が高く割れにくい。

1940 年以降に製造された SS41 は、現行の SS400 はほぼ同じ性質である。

正解：

1928 年以前に製造された S39 は、強度的には規格値は補償されているが、韌性が低く割れやすい。

【問題 13】溶接継手の疲労強度に及ぼす影響因子に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

継手の疲労強度は、一般に鋼材強度に依存しない。

板厚が増すに連れて、一般に疲労強度は上がる傾向にある。

溶接止端部には、一般に大きな引張残留応力が存在するため、圧縮の範囲でも疲労亀裂が発生することもある。

溶接止端部をなめらかに仕上げると、疲労強度は一般に向上する。

正解：

疲労強度は、応力範囲、繰返し数、継手形状に依存するが、板厚による影響は一般的には依存しない。

【問題 14】鋼道路橋に、自動車荷重が繰返し作用することにより疲労き裂が発生する場所として、不適当なものはどれか。

主桁上フランジと横桁交差部

主桁下フランジと横桁交差部

鋼製橋脚隅角部

鋼製橋脚基部

正解：

疲労き裂は、応力変動の大きな部材や箇所が発生するため、鋼製橋脚基部のように応力変動が一般的に小さい部分で発生する可能性は低い。

【問題 15】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。

疲労き裂は、応力が繰返し作用することにより発生する。

進展速度は、き裂の進行とともに遅くなる。

表面から発生したき裂は、外表面に現れているき裂長さが最大であることが多い。

内部から発生したき裂は、溶着金属上に現れることが多い。

正解：

疲労亀裂は、応力が繰返し作用することにより発生するものであり、亀裂が発生し、その後、速度を速めながら進展、破断に至るものと、亀裂の発生により残留応力が解放され停留するものがある。亀裂の進行とともに遅くなるような現象は発生しない。

【問題 16】鋼材の脆性破壊に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

脆性破壊は、一般に繰返し荷重によって生じる。

脆性破壊は、高温で生じやすい。

脆性破壊の起点部は平滑部であることが多い。

シャルピー値が高いほど、脆性破壊に対する抵抗力は高い。

正解：

脆性破壊は、応力集中による塑性変形から発生するため、一定荷重の作用によっても発生する。

脆性破壊は、低温で発生しやすい。

脆性破壊の基点部は、溶接欠陥の亀裂や金属結晶の欠陥部を基点として発生するため、平滑部では発生しにくい。

適切な記述である。

【問題 17】溶接の低温割れを防止する手段に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

低い炭素当量の鋼材を選択する。

水素量の多い溶接材料を選択する。

拘束度や応力集中が少なくなるような継手設計をする。

溶接部に後熱処理を施す。

正解：

低温割れの原因のひとつとして、『一定以上の水素が存在すること』がある。被覆アーク溶接棒が吸湿していた場合、溶接時に溶解する水素量が増加し、溶接部の低温割れが発生する場合があります。被覆アーク溶接棒の乾燥は重要である。

【問題 18】鋼構造物の溶接に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

スタッド溶接とは、鋼板を溶接する時に行われる点付け溶接のことである。

グループ溶接とは、プラグ溶接やスロット溶接の総称である。

すみ肉溶接とは、部材の交差部の隅にグループをとらずに溶接するものである。

サブマージアーク溶接は、抵抗熱を利用して母材を溶融する溶接法の一つである。

正解：

スタッド溶接とは、ボルトや頭付きの鋼棒などを母材にアーク溶接する方法で、ギャップ方式とコンタクト方式がある。

プラグ溶接やスロット溶接は重ね継手の一種であり、グループ溶接とは異なる。

適切な記述である。

アーク熱ではなく、ワイヤと溶融スラグ中を流れる電流の抵抗熱を利用して、ワイヤ

と母材を溶融して溶接する方法は、エレクトロスラグ溶接であり、サブマージアーク溶接とは異なる。

【問題 19】 溶融亜鉛メッキ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。
メッキ槽に浸ける工程で、溶接部に拘束応力が発生し、部材が変形することがある。
薄い鋼板では、防食に必要なメッキ量が確保されないことが多い。
メッキ部材は、腐食環境下では表面が光沢を失う「白さび」と呼ばれる現象が生じる。
腐食環境下ではメッキ層の消耗が激しいので、長期間の防食性能が期待できない。

正解：

大気中において緻密な保護性酸化皮膜が厚く形成された亜鉛めっきは、腐食性物質の付着以外には容易に白さびは発生しない。一般的傾向として白さびは金属光沢のある溶融亜鉛めっき層に発生しやすく、金属光沢のあるめっき層が雨水や夜霧等に濡れて容易に乾燥されないような環境にさらされたときに発生する。

溶融亜鉛メッキは、表面に防食機能が高い酸化被膜を形成して鋼材表面の腐食を防ぐ方法であり、腐食環境下においても長期間の防食性能は期待できる。

【問題 20】 鋼材の調達に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。
鋼板は、板取、接合などに支障をきたさない平坦度が必要であり、日本工業規格(JIS)で規定されている。
鋼構造に使用する鋼材は、鋼材検査証明書や材料試験は必要ない。
鋼橋に使用する鋼板は、主たる応力の方向と圧延方向が異なっても問題ない。
耐候性鋼材の代表的な表面処理として、ショッププライマーがある。

正解：

熱間圧延鋼材および鋼帯に関する平坦度は、JISG3193 に規定されている。

鋼材は、鋼材検査証明書（ミルシート）により要求性能が確保されていることを確認する必要がある（道示 17.2 鋼材）。

主要部材の板取りは、主たる応力の方向と圧延方向を一致させるのを原則とする（道示 17.3.1 加工）。

耐候性鋼材の代表的な表面処理として、鍍安定化処理がある。ショッププライマーとは、鋼材表面の黒皮（ミルスケール）や鍍などをショットブラストにより除去した後に塗布する 1 次防錆塗料（長暴型エッチングプライマー、無機ジンクリッチプライマー）をいう。

【問題 21】 鋼構造物の製作に関する記述のうち、不適当なものはどれか。

ガウジングとは、溶接部の裏はつりや鋳鉄の補修時開先取り等の溝掘りをいう。
冷間曲げ加工を行う場合、その曲げ半径は材料の引張強度または降伏強度に応じて規定されるのが一般的である。
被覆アーク溶接は、被覆材を塗った電気溶接棒と母材の間に電気アークを発生させて、その熱を利用して溶接する方法である。
高張力鋼用溶接棒には、割れ感受性が低いことが要求される。

正解：

主要部材において冷間曲げ加工を行う場合は、材料の引張強度や降伏強度に関係なく板厚の 15 倍以上とするのが望ましい。ただし、鋼材規格で衝撃試験が規定されている鋼材では、シャルピー衝撃試験の結果が規定された条件を満たす場合には、曲げ半径を小さくすることができる。

【問題 22】 流電陽極方式の電気防食の点検に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

電位測定に用いる電圧計として、内部抵抗が 1k 程度のものを用いる。
電位の測定結果が、銀塩化銀陽極を使用した場合、-750mV であれば、防食状態は良好であると判断できる。
陽極の残存質量と平均発生電流量から陽極の残存寿命を推定できる。
防食電流密度は鋼種により定められているので、事前に鋼種を特定しておく必要がある。

正解：

電位測定に用いる電圧計として、内部抵抗が 1M 以上のものを用いる。
照合電極として海水 - 銀塩化銀電極を使用した場合、-780mV よりも卑な値であれば防食状態は良好であると判断して良い。-750mV は貴な値であり、防食状態は不良である。
流電陽極方式の電気防食では、初期質量と残存質量から消耗量を算出し、陽極残存質量から、残存寿命を推定することができる。
防食電流密度は海水の汚れ具合によって大きく変化するので適切な値を選択する必要がある。清浄海域（海水中）では 100mA/m² を、汚染海域では清浄海域の 30 ~ 50 % 増しにする必要がある。

【問題 23】反発度法によるコンクリートの強度推定において、測定反発度を負値で補正するのは次の記述のうちどれか。

水平面より上向き 45 度の角度で測定した場合

測定面が濡れている場合

コンクリートに 0.3N/mm^2 程度の圧縮応力が作用している場合

材齢 10 日のコンクリートに適用した場合

正解：

水平面より上向き 45 度での測定では、角度補正分は負値（-3～-8）となる。

測定面が濡れている場合の補正分は、正值（+5）となる。

0.3N/mm^2 程度の圧縮応力が作用している場合の補正分は、正值（4%程度）となる。

材齢 10 日の補正係数は 1.1 程度であり、補正分は正值（10%程度）となる。

【問題 24】目視点検に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

机上調査・現地踏査等により事前に構造物への接近方法を検討しておくことが望ましい。

疲労き裂のように部材表面における開口幅が狭い欠陥の検出は容易ではなく、熟練者による点検が望ましい。

損傷原因とメカニズムの推定を念頭に置かずに、ありのままを点検、記録することが重要である。

点検に際しては、構造物の構造的特徴、設計施工年代などに応じて、想定される損傷を予め知っておくことが重要である。

正解：

損傷原因とメカニズムの推定を念頭に置いて、点検、記録することが重要である。

【問題 25】非破壊検査に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

磁粉探傷試験は、き裂の長さを検出することができる。

浸透探傷試験は、き裂の深さを知ることができる。

浸透探傷試験は、磁粉探傷試験に比べて、微細なき裂の検出に優れている。

磁粉探傷試験は、浸透探傷試験に比べて、簡便な試験方法である。

正解：

適切な記述である。

浸透探傷試験は、き裂の長さは検出できるが、深さの検出はできない。

塗膜除去後における亀裂検出限界寸法は、浸透探傷試験は 8mm 程度、磁粉探傷試験は 2mm 程度であり、磁粉探傷試験のほうが微細な亀裂の検出に優れている。

浸透探傷試験は商用電源を必要とせず非常に手軽な試験であり、磁粉探傷試験に比べ

て簡便な試験方法である。

【問題 26】鋼材の塗料に関する記述のうち、不適当なものはどれか。

フタル酸樹脂塗料は、橋梁の塗装で一般環境に用いられてきた。

エポキシ樹脂塗料は、紫外線に弱い。

フッ素樹脂塗料は、耐候性に優れている。

ポリウレタン樹脂塗料は、フッ素樹脂塗料よりも耐候性に優れている。

正解：

フタル酸樹脂塗料は、A 塗装系で一般環境に用いられている。

エポキシ樹脂塗料は紫外線に弱いため、上塗りに用いる場合は、内面塗装に用いられる。外面塗装に用いる場合は、下塗りに用いられ、中塗りや上塗りには用いられない。

フッ素樹脂塗料は、耐候性、耐水性、耐薬品性、耐熱性に優れ塗膜の硬度も高いため、厳しい腐食環境に用いられる C 塗装系に属する。

フッ素樹脂塗料の耐候性は、ポリウレタン樹脂塗料より優れており、厳しい腐食環境下で塗膜の色や光沢を長期間保持する場合にポリウレタン樹脂塗料に替えて用いられる。

【問題 27】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。

磁粉探傷試験は、き裂に磁粉を吹き付け、電磁石により磁界を発生させ、表面のき裂に滞留した磁粉を検出するものである。

浸透探傷試験は、表面に開口している欠陥に浸透液を浸み込ませ、浸透液が現像剤の微粉末中に毛細管現象により吸い出されることを利用した試験である。

マクロ組織試験は、観察面を研磨し、酢酸により腐食させ、マクロ組織を観察するものである。

スンプ試験は、観察面を研磨し、アセチルセルロース膜に転写し、顕微鏡で観察するものである。

正解：

マクロ組織試験は、観察面を研磨し、腐食液（塩酸、塩化銅アンモニウム、硝酸アルコール、硝酸水溶液の 4 種類のうちのいずれかの溶液）により腐食させ、マクロ組織を観察するものである。

スンプ法とは被検面を研磨後、エッチングしてその面にアセチルセルロースフィルムを溶剤で貼りつけて金属組織を写し取る。最後に、そのフィルム面を顕微鏡で観察する検査をいう。

【問題 28】超音波探傷試験に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

一般に垂直探傷には縦波が、斜角探傷には横波が用いられる。

超音波が境界面に斜めに入射した場合には、光と同じように、境界面で反射・屈折する。

探触子とそれを当てる鋼材面の間にはグリセリンなどを塗るのが一般的である。

厚板になると減衰の影響が無視できないため、通常の探触子よりも高い周波数の探触子を用いる必要がある。

正解：

超音波探傷試験において、周波数が高いほど小さい欠陥の検出能力が優れるが、音波の減衰が大きくなる。鋼材の溶接部の探傷では 5MHz が用いられるが、厚板になると減衰が無視できず 2MHz とすることがある。

【問題 29】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。

ひずみの長期測定では、自己温度補償型ゲージや温度補償用のダミーゲージを用いることが多い。

超音波厚さ計による鋼板の板厚計測では、あらかじめ超音波の伝搬速度を設定しておく必要がある。

ラミネーションの有無は、超音波厚さ計では検出できない。

非接触変位計には、静電容量式、レーザ式などがある。

正解：

鋼材の製鋼過程で形成されるラミネーションは、板の表裏面にほぼ平行に面として存在するため、超音波厚さ計ではラミネーションの位置までが厚さとして表示される。

【問題 30】鋼橋の製作・架設に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

高力ボルト接合の接合面に「はだすき」がある場合、2mm 以下であればそのままボルト締めを行ってよい。

六角高力ボルトの締め付けは、端部のボルトから順次中央のボルトに向かって締め付けを行い、予備締めと本締めの 2 回締めで必要な力をボルトに与えるのが標準である。

リベットは、鋼板と鋼板を密着させ、鋼板同士の摩擦により結合を保っている。

鋼構造物の製作は、溶接を主として組み立てることから、溶接による変形や収縮などをあらかじめ見込んでおくことが必要である。

正解：

継手の仮締め時に肌隙の有無を確認し、本締め付け後においても肌隙が残ってしまうことが予想される場合にはフィラープレートを設ける、被締め付け材にテーパを付ける等の適切な処理を行う。2mm の肌すきでそのままボルト締めを行った場合、肌

隙が発生する可能性が高い。

ボルトの締め付けは、連結板の中央のボルトから順次端部ボルトに向かって行い、2度締めを行う（道示 17.5.4 ボルトの締め付け）。

高力ボルト摩擦接合は、鋼板と鋼板を密着させ、鋼板同士の摩擦により結合を保っている。

適切な記述である。

【問題 31】鋼構造物の健全度に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

性能設計の観点から、構造物の限界状態として、安全性・使用性・修復性などの要求性能が設定される。

疲労寿命評価には、一般に LRS D（荷重抵抗係数）法が用いられる。

財務省令の耐用年数以内であれば、環境の差異なく健全と判断してよい。

許容応力度法によって設計・施工された鋼構造物は、すでに耐用年数が過ぎていることから健全ではない。

正解：

適切な記述である。

疲労寿命評価は、応力範囲と繰り返し数で行い、LRS D（荷重抵抗係数）法では行わない。

財務省令の耐用年数は、原価償却上の考え方であり、環境によっては健全性が確保されない場合もある。

現行の道路橋示方書は許容応力度法であり、耐用年数に至っていない橋梁もあり、この記述は適切ではない。

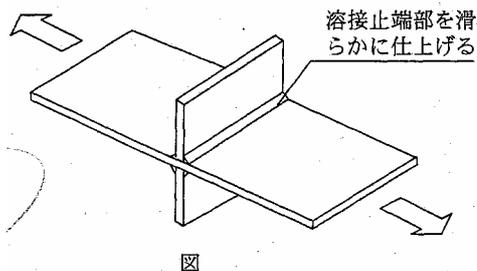
【問題 32】図に示す溶接継手に直応力が繰り返し作用する場合、最も早く疲労き裂が発生すると考えられる応力振幅と载荷回数の組み合わせは、次のうちどれか。

応力振幅 100N/mm²、载荷回数 10,000 回/日

応力振幅 200N/mm²、载荷回数 1,000 回/日

応力振幅 300N/mm²、载荷回数 100 回/日

応力振幅 400N/mm²、载荷回数 10 回/日



正解：

疲労損傷度合い C_0 は、 $C_0 = \Delta\sigma^m \cdot N$ で与えられ、一般に $m = 3$ が用いられる。

$$100^3 \times 10,000 = 1.0 \times 10^{10}$$

$$200^3 \times 1,000 = 0.8 \times 10^{10}$$

$$300^3 \times 100 = 0.27 \times 10^{10}$$

$$400^3 \times 10 = 0.064 \times 10^{10}$$

【問題 33】鋼構造物の疲労に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

変動応力振幅下においては、疲労限度以下の応力範囲成分も疲労き裂を進行させる。

溶接継手の止端仕上げを行うことにより、疲労強度を向上させることができる。

疲労設計曲線（SN 線図）の傾きは、直応力よりもせん断を受ける場合の方が緩やかである。

縦方向すみ肉溶接継手の疲労強度は、面外ガセット溶接継手よりも低い。

正解：

縦方向すみ肉溶接継手は D 等級、面外ガセット溶接継手は E ~ G 等級であり、面外ガセット溶接継手のほうが疲労強度は低い。

【問題 34】鋼構造物の損傷に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

腐食因子として塩分、硫化物、水分がある。

鋼構造物の設置環境として飛来塩分が多くても、耐候性鋼材であれば腐食しない。

高力ボルトの遅れ破壊現象とは、局部座屈の一種である。

鉄道橋や道路橋の溶接部に発生する疲労き裂は、溶接欠陥とは無関係である。

正解：

鋼材は水と酸素が供給されることにより腐食が進行するが、自然環境下では、例えば雨水には塩分や硫酸化物などの腐食性物質が含まれ、この物質の含有量の大小により腐食の速度が異なる。

耐候性鋼材は、鋼材表面に滞水したり、海に近かったり、凍結防止剤の影響で塩分が鋼材表面に残留するような環境では、安定錆が形成されず、剥離性の錆が発生して腐食する。

高力ボルトの遅れ破壊現象は、腐食反応によって生じる水素が鋼中に進入して起こる水素脆性が原因とされ、局部座屈の一種ではない。

溶接部に発生する疲労亀裂は、構造的な応力集中、または溶接形状や溶接欠陥などに起因する応力集中部から発生する。

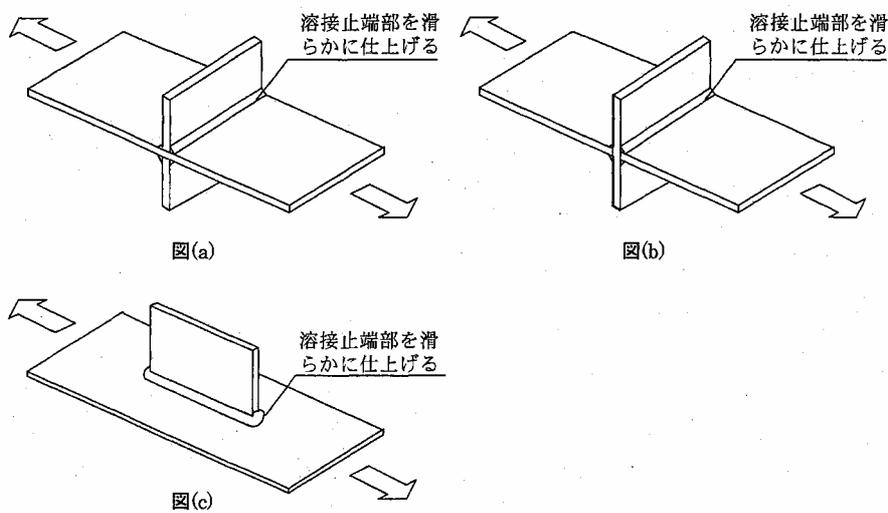
【問題 35】 反図(a) ~ (c)に示す溶接継手の疲労強度に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

溶接止端が疲労強度の起点となる場合、図(a)と(b)に示す継手の疲労強度は同じとなる。

図(b)に示す継手は、ルート破壊の恐れはなく、疲労き裂は溶接止端から発生する。

図(c)に示す疲労強度は、ガセット板が長くなるにしたがって向上する。

図(c)に示す継手の溶接部を仕上げて疲労強度の向上を目指す場合には、完全溶け込み溶接にするとよい。



正解：

疲労強度の強度等級は、図(a)が D 等級、図(b)が E ~ H 等級、図(c)が E ~ G 等級である。

疲労強度は、図(b)に比べ、図(a)のほうが高い。

図(b)の溶接継手は、ルート破壊の場合 H 等級、止端破壊の場合 E 等級であり、ルート破壊の可能性が高い。

図(c)に示す疲労強度は、完全溶け込み開先溶接で止端仕上げを行った場合、ガセット溶接長 100mm 以下の場合 E 等級、100mm を超える場合は F 等級であり、板が長くなるにしたがって疲労強度が低下する。

図(c)に示す継手の溶接部は、ガセット長が 100mm 以下の場合止端仕上げを行った場合、完全溶け込み開先溶接およびすみ肉溶接は、両者とも E 等級である。しかし、ガセット長が 100mm を超える場合、完全溶け込み溶接（止端仕上げ）は F 等級、すみ肉溶接継手は G 等級であり、完全溶け込み溶接のほうが疲労強度は向上する。

【問題 36】腐食に着目し周辺環境を区分した記述のうち、不適当なものはどれか。

構造的に雨水が集水し、滞水しやすい部位での腐食事例が多い。

床版コンクリートの打継ぎ部やひび割れ発生部からの漏水が鋼桁の腐食を起こすことが多くある。

海塩粒子が原因の腐食では、特に降雨にさらされる桁の外側で腐食速度が速い傾向がある。

現場継手部や部材のコバ面などは、一般部に比べ塗膜劣化が生じやすい。

正解：

飛来塩分等の付着物が堆積しやすい内桁は、直接雨水による洗浄効果が期待できる外桁に比べて腐食速度が速くなる（テキスト P-249）。

【問題 37】防錆、防食に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

防錆、防食法の機能を維持するためには、適切かつ効果的な維持管理計画を立て、それに基づいた維持管理を行う必要がある。

耐候性鋼材は、厳しい腐食環境下においても鋼材表面の緻密なさび層の形成により、腐食速度は低下する。

亜鉛メッキの耐久性は、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。

異種の金属が接触する場合には、電位差に応じてより電位の低い材料の腐食が著しく促進される。

正解：

耐候性鋼材は、鋼材表面に滞水したり、海に近かったり、凍結防止剤の影響で塩分が鋼材表面に残留するような厳しい腐食環境では、安定錆が形成されず、剥離性の錆が発生して腐食する。

【問題 38】鋼構造部材の防食対策に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

重防食塗装を除き、一般の塗装では5～15年サイクルで塗り替えられることが多い。

塗膜面の水洗いは、塗膜を痛める恐れがあるため、維持管理上好ましくない。

塗膜の劣化度を評価するインピーダンス測定では、劣化が進行すると抵抗値が減少し、電気容量値が増加する。

電気防食とは、鋼材の表面に発生する電位を電氣的にコントロールすることにより腐食を防止するものである。

正解：

塗膜面の水洗いは、鋼材表面に堆積した塩分を洗い流す効果があり、維持管理上は好ましい。

【問題 39】ライフサイクルコストに関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

初期建設費を小さくするほど、ライフサイクルコストは低減する。
供用期間の長い構造物では、ライフサイクルコストを考慮しなくてもよい。
ライフサイクルコスト算定では、労務費を含む必要はない。
ライフサイクルコストの算定には、解体や撤去に要する費用を含む。

正解：

ライフサイクルコストは、(初期建設費) + (維持管理・補修・補強費) + (解体・撤去費)であり、初期建設費を小さくしても、ライフサイクルコストが低減するとは限らない。

供用期間の長い構造物では、維持管理・補修・補強費の割合が増加する可能性が高くライフサイクルコストを考慮する必要がある。

ライフサイクルコストの算定では、材料費より労務費が高い場合もあり、労務費を含んで評価する必要がある。

適切な記述である。

【問題 40】港湾構造物の維持管理に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

応力が小さい箇所が発生した矢板の孔食は、構造安定上大きな問題とはならない。
栈橋では、鋼管杭に孔食が発生しない限り杭内面の腐食が進行することはない。
電気防食が有効であれば腐食は生じないので、鋼材表面の目視点検は行わなくてよい。
被覆材の保護カバーが健全であれば、内部の被覆材の点検を行わなくてよい。

正解：

応力が小さい箇所が発生した矢板の孔食は、背面土砂がそこを通して流出することになり、構造安定上大きな問題となる。

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、腐食に対する配慮を要しなくてもよいが、腐食速度は小さいものの腐食は進行する。なお、鋼に孔開きが生じた後は、内面からも腐食が進行するので、注意が必要である。

電気防食については防食電位の測定を1次点検で行うが、2次点検では潜水土を活用した目視点検を行う。

保護カバーが健全であれば、一般的に内部も健全と考えてよい。

【問題 41】コンクリートの電気化学的補修工法に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 電気防食に用いる電流密度は、 $10\text{mA}/\text{m}^2$ 程度である。
- 再アルカリ化工法は、脱塩工法に比べて通電時間が長い。
- 脱塩工法を施せば、アルカリ骨材反応の抑制にも効果がある。
- 電着工法は、コンクリート中のカルシウムイオンを表面に析出させる。

正解：

コンクリート部材の電気防食に用いる電流密度は、 $1\sim 30\text{mA}/\text{m}^2$ 程度が一般的である。再アルカリ化を行う電流量は通常 $1\text{A}/\text{m}^2$ 程度で約 1～2 週間の通電が一般的である。また、脱塩を行うための電流量は、通常 $1\text{A}/\text{m}^2$ 程度で約 4～8 週間の通電が一般的である。脱塩工法は、塩害により劣化した構造物が対象であり、アルカリ骨材反応の抑制には効果はない。電着工法は、海水中に溶在するカルシウムイオンやマグネシウムイオンなどをコンクリート構造物のひび割れ部や表層部に炭酸カルシウムや水酸化マグネシウムの安定な化合物として析出させる工法である。

【問題 42】鋼材のラメラテアに関する記述のうち、不適當なものはどれか。

- 鋼材の板厚方向に引張応力が作用する場合に発生する。
- 鋼材の硫化物系介在物を起点として発生することが多い。
- 耐ラメラテア特性は、板厚方向引張試験の破断後の断面収縮率で評価する。
- 約 1,000 以上の溶接温度で発生する。

正解：

ラメラテアは、鋼材の板厚方向に引張応力が作用する場合に発生し、溶接温度には依存しない。

【問題 43】新たな鋼材に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- TMCP 鋼材は、腐食性能を改善する鋼材である。
- クラッド鋼材は、振動を抑制する目的で開発された鋼材である。
- 低降伏比鋼、狭降伏点鋼、予熱低減鋼は、TMCP 鋼材である。
- 耐ラメラテア鋼材とは、大入熱の溶接に耐えられる鋼材である。

正解：

TMCP 鋼は、良好な溶接性で高い強度や靱性が得られる鋼板であり、腐食性能は改善されておらず、一般鋼材と同等である。クラッド鋼は、鋼に異種金属を全面にわたり被覆した鋼材であり、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。鋼板に粘弾性高分子

材料を貼り付け、振動を抑制する材料を制振鋼板という。

適切な記述である。

耐ラメラテア鋼材は、板厚方向に大きな引張応力が作用した際に発生する溶接割れ(ラメラテア)を防止できる鋼材であり、大入熱の溶接に耐えられる鋼材は、大入熱溶接用鋼である。

【問題 44】鋼溶接部に生じる次の欠陥のうち外観検査で発見できないものはどれか。

クレータ

ブローホール

アンダーカット

オーバーラップ

正解：

ブローホールは、溶接内部に発生する欠陥であり、放射線透過試験等で調査できる。

【問題 45】1つの垂直探触子を用いた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。

探触子から欠陥までの距離が長くなるに従って、反射エコーを捉えにくくなる。

球形の欠陥に超音波が入射すると、大きな反射エコーを生じる。

平面状の欠陥面に傾いて超音波が入射すると、反射エコーはほとんど生じない。

開先溶接部の溶け込み不良のような直角のかどになっている箇所に入射すると、大きな欠陥エコーを捉えることができる。

正解：

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、探触子にあまり戻らず、小さな欠陥エコーにしかない。

【問題 46】防食工に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

塗装は、定期的な塗り替えと適切な品質管理を行っていけば鋼材の腐食を半永久的に防ぐことができる。

溶融亜鉛メッキは、440 前後に溶融した亜鉛槽の中に鋼材を浸漬し、表面に鉄と亜鉛の合金層を形成する。

電気防食は、鋼材に適切な交流電流を持続的に流すことにより腐食を防止する。

金属溶射は、金属被膜による犠牲陽極作用を利用した防食法である。

正解：

電気防食は、鋼材に外部から電気を流すことによる防食法で、腐食性の水溶液または湿った土壌と接触している鋼材に適切な直流電流を持続的に流すことにより腐食を防止する方法である。

【問題 47】鋼材の試験法に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

板厚方向の引張試験を行えば、鋼材の強さ以外に靱性値や硬度なども求めることができる。

鋼材のビッカース硬さ試験によって求められるのは、温度が低く、切り欠きがある場合などに生じやすい脆性破壊に対する強さを示す靱性値である。

鋼材のシャルピー試験は、ダイヤモンドの圧子を鋼材に押し付けることで発生する圧痕（くぼみ）の直径で硬さを測定する試験法である。

鋼材の引張試験によく用いられる JIS-1A 号試験片の幅は、40mm である。

正解：

板厚方向の引張試験では、鋼材の強さ以外に耐ラメラテア特性が求められるが、靱性値や硬度は求められない。

脆性破壊に対する強さを示す靱性値を求める試験は、シャルピー衝撃試験である。

ダイヤモンドの圧子を鋼材に押し付けることで発生する圧痕（くぼみ）の直径で硬さを測定する試験法は、ビッカース硬さ試験である。

鋼材の引張試験のうち板厚 5～50mm では、1A 号試験片（標点距離 200mm、幅 40mm）を用いる。

【問題 48】鋼材に添加される化学成分に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

炭素（C）は、鋼材の伸びを向上させる。

リン（P）は、鋼材の靱性を低下させる。

マンガン（Mn）は、鋼材の強度を向上させる。

銅（Cu）は、鋼材の耐候性に有効である。

正解：

炭素(C)は、強度、硬さ、耐摩耗性を向上させるが、伸びは向上させない。

【問題 49】鋼材の加工に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

鋼材は、冷間で塑性加工を行うと硬化し、これに伴って靱性が低下する。

鋼材を加熱すると変形性能が増し、曲げ加工が容易となる。

SM570Q および SMA570WQ などの非調質鋼は、焼戻し温度以上に再加熱すると強度が低下する。

炭素当量の低い鋼材は、一般に低温割れが生じにくい。

正解：

調質鋼(Q)のような焼き入れ、焼きもどし処理の施された鋼材は、熱間加工のために焼き戻し温度(750)以上に加熱すると、熱処理により得られた特性が失われるので、このような加工は避けなければならない（道示 17.3.1 加工）。

【問題 50】疲労損傷の補修に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

ストップホールは、疲労損傷に対する応急的対策として有効である。

ストップホールに高力ボルトを挿入し、締め付けることにより、き裂の進展を抑制する。

高力ボルトにより添接板を取り付ける場合、仮付け溶接により添接板を固定する。

高力ボルトにより添接板を取り付ける場合、接触面の塗膜除去及び表面処理を行う。

正解：

添接板を仮付け溶接などにより固定する方法は、仮付け溶接部での溶接欠陥を発生させ、将来的な疲労損傷の要因となるため、実施してはならない。