

令和5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、令和5年10月に実施された『令和5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ものではなく、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p-XX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。

令和6年1月8日（第1版）

中日本建設コンサルタント 建設技術本部  
技術アドバイザー 羽田野英明  
h\_hatano@nakanihon.co.jp

修正履歴

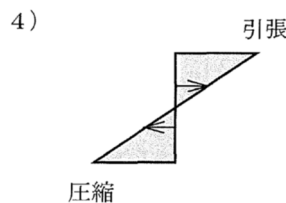
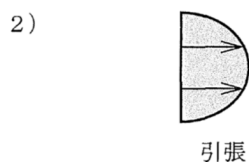
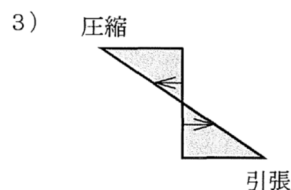
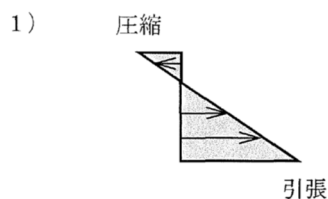
- ・
- ・
- ・

- (1) 材料の歴史や損傷事例に関する a)~d)の記述のうち、適当なものはいくつか。
- a) 鉄系材料の開発は、鋳鉄→錬鉄→鋼の順に進んだ。
  - b) 東京ゲートブリッジにおいて、溶接性を向上させた SBHS 鋼材が採用された。
  - c) 国道 23 号木曾川大橋において、疲労き裂がおよそ 1m まで達した時点で初めて発見された。
  - d) タコマ・ナロウズ橋において、風によるねじれ振動が生じ、崩壊した。
- 1) なし
  - 2) 1 つ
  - 3) 2 つ
  - 4) 3 つ

正解：4)

- a) 適切な記述である。
- b) 適切な記述である。
- c) 木曾川大橋の斜材の破断は、斜材が路面貫通部における腐食により発生したものである。疲労き裂が 1m まで達した時点で発見されたものではない。
- d) 適切な記述である。

- (2) 矩形断面の片持ちばりの自由端（右端）に水平方向成分と鉛直方向成分を有する集中荷重  $P$  が作用しているとき、荷重の作用点から十分に離れた断面における鉛直方向の直応力分布として、もっとも適当なものはどれか。



正解：1)

鉛直方向成分により上側を圧縮，下側を引張とする曲げ応力度が発生し，水平方向成分により引張とする軸方向応力度が発生する。直応力分布は，それらを組み合わせた状態となる。

(3) 鋼材の性質が不明な鋼構造物に関する次の記述のうち、もっとも不適當なものはどれか。

- 1) 成分分析により算定した  $C_{eq}$ ,  $P_{CM}$  の値に基づき、溶接補修可能な鋼材であると判断した。
- 2) 溶接性が不明なので、高力ボルトで当て板補修した。
- 3) 1870年頃に製作されたことから、錬鉄製であると推定した。
- 4) 引張試験に基づき、鋼材の降伏点を確認した。

正解：3)

$C_{eq}$ とは炭素当量と呼ばれ、鋼材に含まれる化学成分を炭素(C)換算した数値(%)で表示され、一般的に数値が高くなる程溶接が難しくなる。計算式はいろいろな機関で制定している。

$P_{CM}$ とは溶接性感受組成と呼ばれ、低温割れに対する化学成分の影響を表したものであり、一般的に数値が高いと低温割れが発生し易いため、予熱温度の管理に使用されることが多い。

$C_{eq}$ には鋼材の強度の目安の一面もあるが、一般的には、 $C_{eq}$ ,  $P_{CM}$ ともに溶接施工性の目安として使用される。

なお、 $C_{eq}$ ,  $P_{CM}$ の算定にP(リン)、S(イオウ)が含まれないことに注意する必要がある。JIS規格制定前の鋼材ではP, Sが多く含まれているものがあり、溶接性の判断指標に $C_{eq}$ ,  $P_{CM}$ を用いることは不適切であると考えられる。

(4) 鋼材に関する a)~c)の記述のうち、適當なものはいくつか。

- a) SS400材は、化学成分としてP量とS量のみを規定している。
  - b) SM490材とSBHS400材では、JISにおける引張強さの規格下限値が同じである。
  - c) SM490Y材は、SM490材に対して、溶接性を高めている。
- 1) なし
  - 2) 1つ
  - 3) 2つ
  - 4) 3つ

正解：3)

a) SS400およびSM490の化学成分は、P量およびS量が0.050%以下とだけ規定されている。

b) SM490材とSBHS400材のJISにおける引張強さの規格下限値は、490N/mm<sup>2</sup>と同じ値となっている。

c) SM490Y材とSM490材における炭素当量 $C_{eq}$ と溶接割れ感受性組成PCMのJIS規定値は同一であり、溶接性を高めているわけではない。SM490Y材とSM490材において、JIS引張強さは490~610N/mm<sup>2</sup>と同一であるが、降伏点( $t \leq 16\text{mm}$ の場合)では、SM490Y材が365N/mm<sup>2</sup>に対して、SM490材が325N/mm<sup>2</sup>と異なっている。

よって、a), b)の記述が適當である。

(5) 鋼材の性質を表す指標に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) シャルピー吸収エネルギーは、冷間曲げ加工時の内側半径の許容値設定の指標として用いられている。
- 2) 溶接時の予熱温度の管理指標として、溶接割れ感受性組成  $P_{CM}$  が用いられている。
- 3) ビッカース硬さから、引張強さを推定することができる。
- 4) 降伏点が明確に現れない場合は、全伸びが 0.8% 時の耐力を降伏点相当の強度としている。

正解：4)

高張力鋼や調質鋼など、降伏点が明確に現れない場合は、通常は永久伸び  $\epsilon$  が 0.2% になるときの耐力  $F_{\epsilon}$  (オフセット法による 0.2% 耐力) を求めて、降伏点に相当する強度とする。

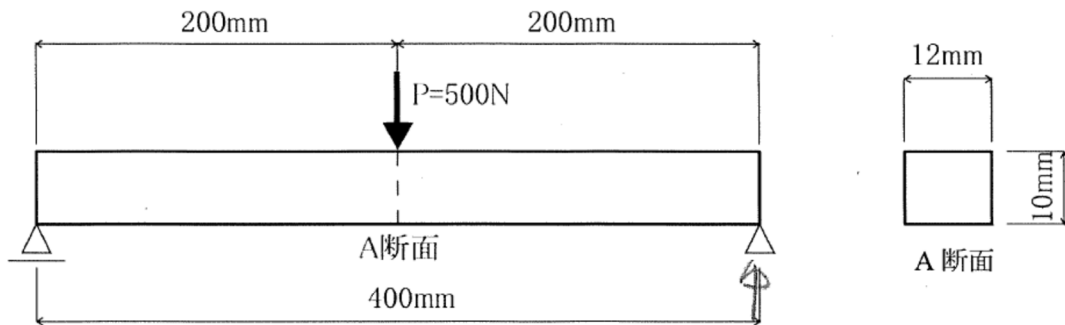
(6) 鋼材の製法および性質に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 現在の鋼材の製造法には、大きく分けて高炉法と電炉法があり、高品質な鋼材は主として電炉法により製造されている。
- 2) 低温用鋼や耐ラメラテア鋼製造の要請や連続鋳造法の導入によって、鋼材における硫黄含有量が急激に減少した。
- 3) ステンレス鋼は、初期さびの生成抑制や緻密なさび層の生成促進を目的として開発され、さび安定化補助処理が併用される場合もある。
- 4) TMCP とは、結晶粒の粗粒化により良好な溶接性を有する鋼板が製造可能な技術である。

正解：2)

- 1) 現在の鋼材の製造法には、大きく分けて高炉法と電炉法があり、高品質な鋼材は主として高炉法により製造されている。
- 2) 低温用鋼や耐ラメラテア鋼製造の要請や連続鋳造法の導入によって、鋼材における硫黄含有量が急激に減少した。
- 3) 耐候性鋼耐侯性鋼では、その表面に緻密なさび層が形成されるまでの期間は普通鋼材と同様にさび汁が生じるため、初期さびの生成抑制や緻密なさび層の生成促進を目的として開発されたさび安定化補助処理が併用される場合もある。
- 4) TMCP とは、熱加工制御(Thermo-Mechanical Control Process) の略であり、鋼板製造時におけるスラブ加熱から圧延、冷却の各工程を一貫して冶金的に制御する製造技術で、良好な溶接性を有する鋼板が製造可能な技術である。

(7) 下図に示す単純はりの支間中央断面 (A 断面) における下縁応力として、適当なものはどれか。



- 1)  $50\text{N/mm}^2$
- 2)  $100\text{N/mm}^2$
- 3)  $150\text{N/mm}^2$
- 4)  $250\text{N/mm}^2$

正解：4)

支間中央断面 (A) における曲げモーメント

$$M = \frac{PL}{4} = \frac{500 \times 400}{4} = 50,000\text{N} \cdot \text{mm}$$

断面 (A) の断面 2 次モーメント

$$I = \frac{B \cdot H^3}{12} = \frac{12 \times 10^3}{12} = 1000\text{mm}^4$$

断面 (A) の下縁応力

$$\sigma = \frac{M}{I} y = \frac{50,000}{1000} \times 5 = 250\text{N/mm}^2$$

(8) 外面塗装に関する次の記述のうち、もっとも適当なものはどれか。

- 1) ふっ素樹脂塗装は、白亜化しやすく、耐候性が低い。
- 2) エポキシ樹脂塗装は、速乾性は高いが、耐水性・付着性が低い。
- 3) 厚膜型無機ジンクリッチペイントは、塗膜厚を  $75\mu\text{m}$  程度とするのが一般的である。
- 4) 有機ジンクリッチペイントは、無機ジンクリッチペイントと比べ防錆性が高い。

正解：3)

- 1) ふっ素樹脂塗装は、耐候性・耐水性・耐薬品性・耐熱性に優れている。厳しい腐食環境に用いる。塗膜色・光沢の長期間保持性能に優れる。
- 2) エポキシ樹脂塗装は、速乾性に富む。低温( $5^{\circ}\text{C}$ 以上)塗布可で厚膜可。付着性・耐水性・耐薬品性に優れている。低温時の乾燥は遅い。白亜化しやすい。
- 3) 厚膜型無機ジンクリッチペイントの膜厚  $75\mu\text{m}$  程度で、塗膜が厚すぎると割れやはがれが生じやすい。
- 4) 塗料の防食下地には、無機ジンクリッチペイントと有機ジンクリッチペイントがある。無機ジンクリッチペイントは、ブラスト処理した鋼材面の上に塗布しなければならない。乾燥が早くダストになりやすい、塗り直しができないなどの理由から、塗替え塗装への適用は困難であり、主に新設塗装に適用されている。また、空気中の水分により縮合重合反応を行って硬化するので、相対湿度が  $50\%$  以下の場合には原則として塗布作業は行わない。一方、有機ジンクリッチペイントは、密着性がよく動力工具で素地調整を行った鋼材面にも塗布できるので、塗替え塗装にも適用できるが無機ジンクリッチペイントに比べて金属亜鉛量が少ないため、犠牲防食作用の点で防錆性が劣ることに留意しなければならない。

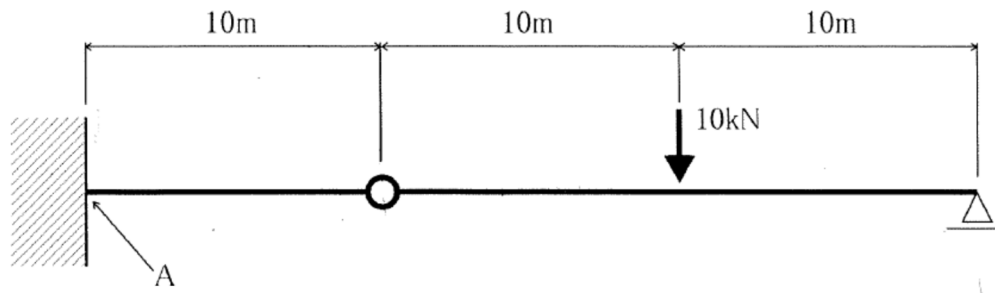
(9) 金属溶射、めっきに関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 溶融亜鉛めっき層に傷がつくと、亜鉛が溶出し、犠牲防食作用により鋼材の腐食が抑制される。
- 2) 溶融亜鉛めっきは、溶融亜鉛-アルミニウム合金めっきよりも耐食性に優れる。
- 3) 金属溶射、溶融亜鉛めっきのいずれも、重防食塗装の防食下地として用いることができる。
- 4) 金属溶射は、溶融亜鉛めっきと比較して熱影響が少なく、熱によるひずみが生じにくい。

正解：2)

溶融亜鉛-アルミニウム合金めっきの方が溶融亜鉛めっきよりも耐食性が高いと一般的に考えられている。これは、アルミニウムが亜鉛と比較して耐食性に優れているためである。

(10) 下図に示すヒンジを有するはりのA点の曲げモーメントとして、適当なものはどれか。

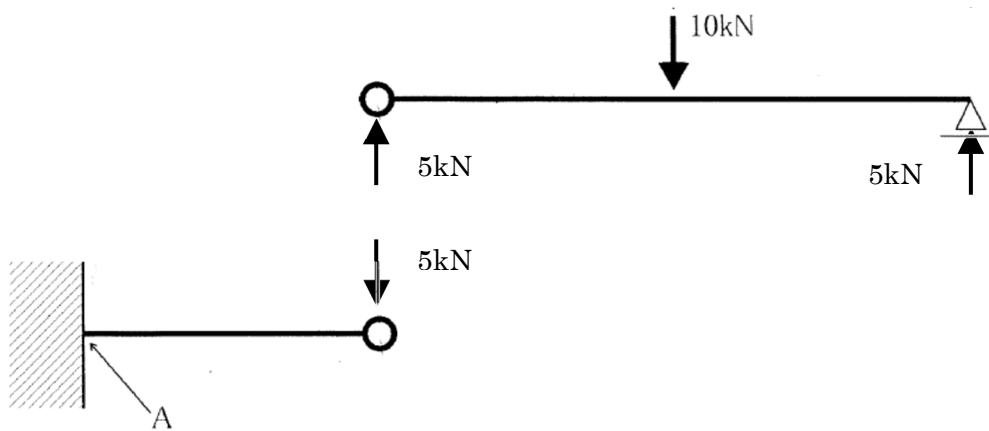


- 1)  $-50 \text{ kN} \cdot \text{m}$
- 2)  $-100 \text{ kN} \cdot \text{m}$
- 3)  $-200 \text{ kN} \cdot \text{m}$
- 4)  $-400 \text{ kN} \cdot \text{m}$

正解：1)

下図に示すようにヒンジ部での反力の釣り合いを考え、A点の曲げモーメントを求める。

$$M = -5\text{kN} \times 10\text{m} = -50\text{kN} \cdot \text{m}$$



(11)溶接法の特徴に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) マグ溶接：溶着効率は高いが、風の影響を受けやすい。
- 2) セルフシールド溶接：風の影響を受けにくい、機械的性質は劣る。
- 3) サブマージアーク溶接：複雑な形状への適用は容易であり、作業効率に優れる。
- 4) 被覆アーク溶接：全姿勢での溶接が可能である。

正解：3)

- 1) マグ溶接は、①被覆アーク溶接に比べ、電流密度が10~15倍程度(100~280A/mm<sup>2</sup>)と高く、溶着速度が大きい、②溶込みが深い、③溶着効率が低い、④経済的である、などの特徴を持つ。一方、シールドガスを使うため風の影響を受けやすく、風速2 m/s以上の場合は防風対策が必要である。
- 2) セルフシールド溶接は、①シールドガスを必要としない、②風の影響を受けにくい、③溶接トーチが軽量で操作が容易、などの現場溶接向きの特長を持つが、反面、①ヒューム発生量が多い、②溶込みが浅い、③靱性、延性などの機械的性質が劣り、ブローホールが発生しやすい、などの短所がある。
- 3) サブマージアーク溶接は、①大電流や多電極化により溶着速度を大きくできる、②溶込みを深くできるので能率的、③スパッタ、ヒューム、光などの発生が少ない、④作業者の技量の影響を受けにくい、等の特長を持つが、反面、①溶接姿勢は、下向き、横向きに限られる、②複雑な形状へは適用が困難、③フラックスの供給やスラグ回収が必要で無人化が困難、④溶接入熱が大きいため、熱影響部の軟化や脆化が生じることもある、などの短所がある。
- 4) 被覆アーク溶接は、被覆剤を塗った電気溶接棒と母材と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。溶接棒には、被覆剤が塗布されており、そこから発生するガスにより溶融面を外気から保護し、スラグにより溶融金属を覆って保護することで、溶融金属の酸化や窒化を防ぎ、アークを安定させている。被覆剤の組成を変化させることによって種々の特性を持たせた溶接棒があり、これらを適当に選ぶことで、すべての姿勢での溶接が可能になる。



(12) 溶接の熱影響部に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 熱影響部の大きさに関係の深い溶接入熱は、アーク電圧、溶接電流、溶接速度に比例して大きくなる。
- 2) 熱影響部は最高硬さが上昇するため、引張強さは大きくなり、絞りや伸びは低下する傾向にある。
- 3) 多層溶接の場合、1パス溶接に比べて熱影響部の最高硬さが低くなる傾向がある。
- 4) 熱影響部の最高硬さは、母材の炭素当量  $C_{eq}$  が大きいほど上昇する。

正解：1)

- 1) 熱影響部の大きさは、概ね溶接の際に投入される熱エネルギーの量に依存する。その指標として、溶接入熱（単位溶接長さ当りの投入熱量） $Q$  を考える。

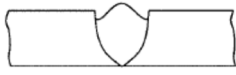
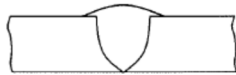
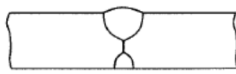

$$Q = \frac{E \cdot I}{v} \times 60$$

ここで、 $E$ ：アーク電圧（V：ボルト）、 $I$ ：溶接電流（A：アンペア）、 $v$ ：溶接速度（mm／分）、 $Q$ ：溶接入熱（J：ジュール/mm）である。溶接入熱は、この関係式から、アーク電圧、溶接電流に比例し、**溶接速度に反比例**して大きくなる。

- 2) 熱影響部では、溶接による熱サイクルのために、その最高硬さは、炭素当量  $C_{eq}$  の増加とともに上昇する。最高硬さの上昇により、機械的性質のうち、引張強度は大きくなるが、絞りや伸びが低下して、脆くなる。
- 3) 多層溶接の場合は、繰返し加熱や予熱効果により、1パス溶接の場合よりも最高硬さが低くなる。
- 4) 熱影響部では、溶接による熱サイクルのために、その最高硬さは、炭素当量  $C_{eq}$  の増加とともに上昇する。

(13) 次のア)～エ)の溶接欠陥とA～Dに示す欠陥の説明のうち、適当な組合せはどれか。

- ア) ブローホール
- イ) アンダカット
- ウ) オーバラップ
- エ) 溶込み不良

欠陥の説明		
A	溶接ビードの止端に沿って母材が溶け、溶接金属が満たされずに溝が残存したもの	
B	溶接金属が止端で母材に融合せずに重なった状態	
C	完全溶込溶接において、開先のルート面が未溶融のまま残るもの	
D	溶融金属中のCO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> 等のガスが内部に残ったまま凝固したもの	

- |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|
|    | ア) | イ) | ウ) | エ) |
| 1) | A  | C  | D  | B  |
| 2) | D  | A  | C  | B  |
| 3) | D  | A  | B  | C  |
| 4) | A  | D  | B  | C  |

正解：3)

- A：アンダカット
- B：オーバラップ
- C：溶け込み不良
- D：気孔（ブローホール）

(14) 高力ボルトに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 現在のJISでは、摩擦接合用高力六角ボルトとしてF10TとF8Tが規定されている。
- 2) トルシア形高力ボルトは、支圧接合用として用いられる。
- 3) 耐候性鋼橋の高力ボルト継手には、耐候性高力ボルトを使用する。
- 4) F11TやF13Tでみられる遅れ破壊は、水素脆化によって引き起こされる。

正解：2)

- 2) トルシア形高力ボルトは、**摩擦接合用**として用いられる。

(15)リベット接合に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 現場継手では、平成10年頃までリベット接合が主流であった。
- 2) リベット構造の桁では、疲労き裂が生じない。
- 3) リベット接合は、軸部のせん断抵抗と接合材の支圧力により応力を伝達する。
- 4) リベット継手の部材間には防錆の目的で有機ジンクリッチペイントが塗布されている。

正解：3)

- 1) 現場継手では、**昭和40年代前半**までリベット接合が主流であった。
- 2) リベット構造の桁でも、**リベット孔やボルト孔、鋼材の切断痕**などからき裂が発生する事例もある。
- 3) リベット接合は、軸部のせん断抵抗と接合材の支圧力により応力を伝達する。
- 4) リベット継手の部材間には防錆のため、**一般部と同一の塗装**がされており、有機ジンクリッチペイントのような下塗り処理だけの塗装ではない。

(16)高力ボルトに関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

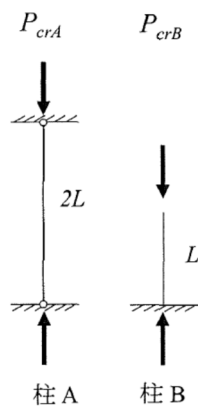
- 1) F10Tの設計ボルト軸力は、ボルト材料の引張強さの**75%**となる応力を基準としている。
- 2) 高力ボルトに導入された軸力は、締付け直後に**2~3%**増加し、その後時間の経過とともに少しずつ増加する。
- 3) 摩擦接合継手の摩擦面のすべり係数は、表面処理の状態によらず**0.45**を確保できる。
- 4) 継手の作用力方向に配置されるボルト本数が多いほど、各ボルトに作用する力が不均等になる。

正解：4)

- 1) 設計ボルト張力は、ボルト材料の**降伏点応力**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。
- 2) 高力ボルトに導入された軸力は、締付け直後に**2~3%****低下**し、その後時間の経過とともにわずかずつ**減少**する。このように時間の経過とともにボルト軸力が減少する現象をリラクセーションと呼んでいる。
- 3) 摩擦接合継手の摩擦面のすべり係数は、平成14年版(2002年)までの道路橋示方書では、表面処理の状態に関わらず、**0.4**を採用していた。しかし、接触面に所定の仕様で無機ジンクリッチペイントを塗装する場合には、**0.45**を確保できることが最近の研究成果で明らかとなったため、平成24年版(2012年)の道路橋示方書にて改訂されている。この改訂により、海外の規定と同様に**表面処理状態に応じたすべり係数を採用**している。
- 4) 道路橋示方書では、1ボルト線上に並ぶ本数が多くなり多列配置となるとボルトに作用する力が不均等になり、所用のすべり耐力が確保されない恐れがあるため、支圧接合で**6本以下**、摩擦接合で**8本以下**とするのが良いとしている。なお、接合面に無機ジンクリッチペイントを塗装する場合の高力ボルト摩擦接合継手については、最近の実験結果より低減係数を乗じて設計を行う場合には、1ボルト線上に並ぶボルト本数を最大**12本**までとすることができるとしている。

(17) 下図に示す柱 A, B について, それぞれの弾性座屈荷重を  $P_{crA}$ ,  $P_{crB}$  としたとき,  $P_{crA}/P_{crB}$  の値として, 適当なものはどれか. ただし, 柱 A は長さ  $2L$  で両端単純支持, 柱 B は長さ  $L$  で一端固定, 他端自由, 柱は均質で等断面とする.

- 1)  $1/4$
- 2)  $1/2$
- 3)  $1$
- 4)  $2$



正解 : 3)

弾性座屈荷重は, 下式で定義される.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$$

ここで,  $E$ : ヤング係数

$I$ : 断面 2 次モーメント

$l$ : 有効座屈長

柱 A の有効座屈長は  $2L$  であり, 柱 B の有効座屈長も  $2L$  となる. そのため, 柱 A の弾性座屈荷重と柱 B の弾性座屈荷重は同じとなる.

(18) 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) 水セメント比が大きいほど、強度と耐久性は向上する。
- 2) 粗骨材寸法が大きいほど、乾燥収縮やクリープが小さくなる。
- 3) スランプが大きいほど、材料分離が生じやすく、乾燥収縮も大きくなる。
- 4) 空気量が多いほど、強度は低下する。

正解：1)

- 1) 理論的には、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。
- 2) 最大粗骨材寸法は、部材の最小寸法や鉄筋のあき、かぶりなどを考慮して、十分な充填性が得られる範囲内で、理論的には、できるだけ大きい寸法を選択するのが望ましい。粗骨材寸法が大きければセメントと水の量を減らすことができ、乾燥収縮やクリープの減少に有効なためである。一般的な諸条件のもとでは、土木コンクリートでは40mm、25mmあるいは20mm、建築コンクリートでは25mmあるいは20mmが選択されている。
- 3) スランプは、作業に適するワーカビリティが得られる範囲内で、理論的にはできるだけ小さい値を選定するのがよい。スランプの大きいコンクリートは、材料分離を生じて品質が不均一になりやすく、乾燥収縮も大きいためである。一般的には12cm程度が目標とされることが多い。
- 4) 空気量は、耐凍害性が得られる範囲内で、できるだけ小さい値とするのが望ましい。空気量が多いと、ワーカビリティと耐凍害性の向上には役立つが、強度の低下を招くためである。一般的には4~5%が目標とされることが多い。

(19) 定期点検に関するa)~d)の記述のうち、適当なものはいくつか。

- a) 道路橋では、5年に1回の頻度で定期点検を行うことを基本としている。
  - b) 鉄道橋では、2年に1回の頻度で定期点検（通常全般検査）を行うことを基本としている。
  - c) 港湾構造物では、干満の影響を受ける場合については、低潮位時に行うのが一般的である。
  - d) 水力発電関連構造物では、非出水期に行う。
- 1) 1つ
  - 2) 2つ
  - 3) 3つ
  - 4) 4つ

正解：4)

a)~d)のすべてが適切な記述である。

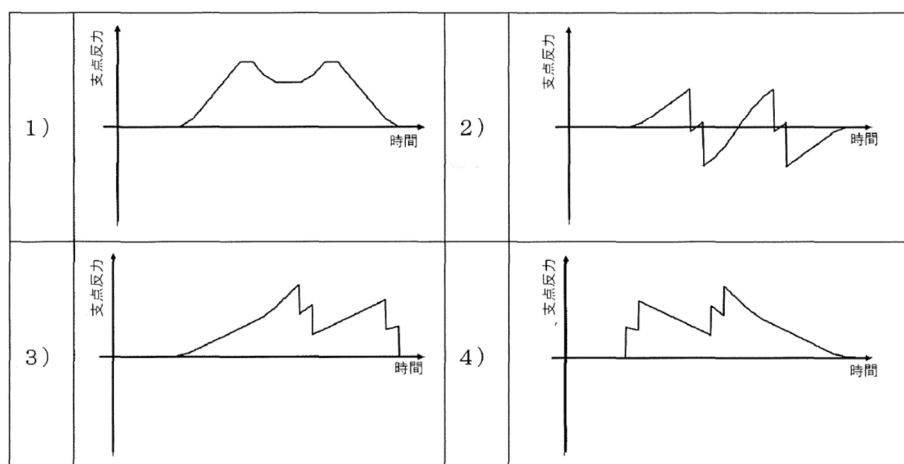
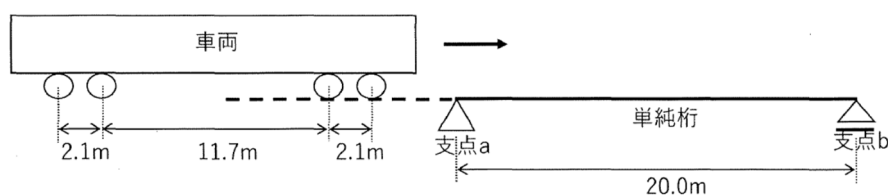
(20) 点検，診断に関する次のうち記述のうち，不適当なものはどれか。

- 1) 点検済みの類似構造物が近接していたので，対象構造物の点検を省略した。
- 2) 損傷等が構造物や第三者の安全に影響を与える可能性があったので，安全を確保するための緊急対策を実施した。
- 3) 初回点検として，定期点検と同等の点検を行った。
- 4) 点検で提示された損傷ランクについて，判定会議を開催し，再度損傷ランクを検討した。

正解：1)

構造物が類似であっても，施工者や施工方法，使用環境などが異なるので，点検の省略は不適当である。

(21) 下図に示すように，全ての軸重が同じである車両が支間 20.0m の単純桁上をゆっくりと通過した場合の支点 b の支点反力の時刻歴波形として，もっとも適当なものはどれか。



正解：3)

支点 B の反力の特徴は，輪重が近接すると大きくなり，輪重の通過直後に急激に減少することである．そのことに着目して反力の時刻歴波形を眺めるとよい。

(22) 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、不適当なものはどれか。

- 1) 応力勾配を求めるため、応力集中ゲージを用いた。
- 2) 主応力とその方向を把握するため、3軸ロゼットゲージを使用した。
- 3) 板の表裏でひずみを測定し、その平均値より面外曲げ応力を求めた。
- 4) 応力頻度の評価のために、動ひずみ測定を行った。

正解：3)

板の面外応力が発生する場合には、板の表裏にひずみゲージを貼付して測定する必要がある。表裏のひずみの平均を面内応力成分、表裏のひずみの差の半分を面外応力成分とみなすことができる。

(23) フェーズドアレイ探傷に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) フェーズドアレイ探傷は放射線透過試験の一種である。
- 2) フェーズドアレイ探傷では複数の素子から送信するタイミングを制御する。
- 3) 超音波を1点に集束させることをスキャンという。
- 4) フェーズドアレイ探傷は鋼材面を目視で確認することで欠陥を検出する。

正解：2)

- 1) フェーズドアレイ探傷は超音波探傷試験の一種である。
- 2) フェーズドアレイ探傷では複数の素子から送信するタイミングを制御する。
- 3) 超音波を1点に集束させることをビームフォーカシングという。
- 4) フェーズドアレイ探傷は物体の内部欠陥の有無、その欠陥の位置と大きさを、物体を破壊することなく調べる方法である。

- (24) 鋼構造物の腐食・防食に対する調査方法に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。
- 1) さびに覆われた鋼板の板厚を超音波厚さ計で測定する場合には、接触媒質を多く塗布することでさび厚の影響を取り除くことができる。
  - 2) ワッペン式暴露試験は、試験片を対象鋼構造物に設置・暴露して、経年による腐食減耗量を試験片中央部の板厚変化から求める試験である。
  - 3) ガーゼにより拭き取り塩素イオン検知管を用いて測定する方法は、無機ジンクリッチペイント塗布面やさび面での塩分測定に適している。
  - 4) 碁盤目・クロスカットテープ付着試験は、現場で塗膜の付着性を評価する方法として利用される。

正解：4)

- 1) 測定面に腐食によるさび、浮いたスケール、異物の付着又ははく離している塗装の場合には、これをワイヤブラシ又ははく離剤などによって除去し、砥石、サンドペーパーなどを用いて表面粗度を25a(100S)以下に仕上げる。
- 2) ワッペン式暴露試験は、試験片を対象鋼構造物に設置・暴露して、経年による腐食減耗量を試験片の質量変化から求める試験である。
- 3) ガーゼにより拭き取り塩素イオン検知管を用いて測定する方法による測定結果は、測定物の表面状態に左右されやすい。特に、無機ジンクリッチペイントやMIO塗膜面、さび面では正確な測定は困難である。
- 4) 現場で塗膜の付着性を評価する方法として、テープ付着試験、トルク付着試験法と引張付着試験法があるが、一般的には、粘着テープとカッターナイフで簡単に塗膜の付着性能を評価できる碁盤目・クロスカットテープ付着試験が利用されている。



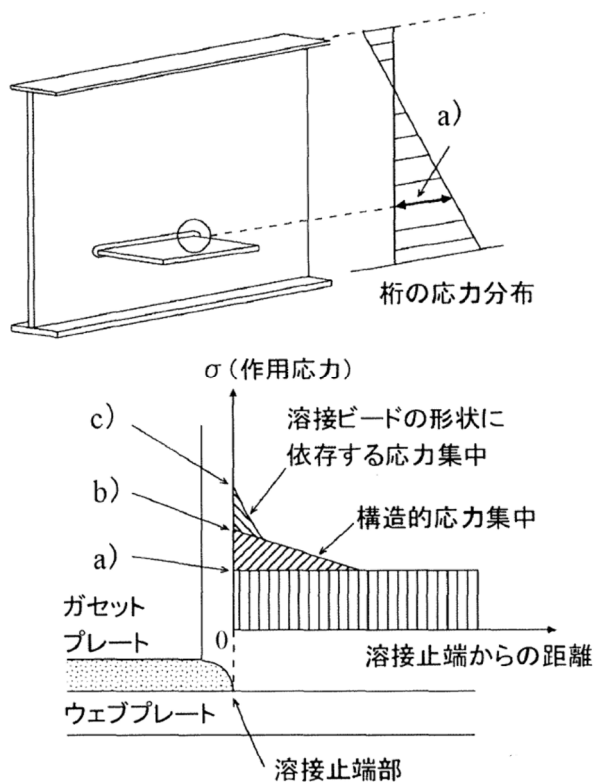
(25) 非破壊試験に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 極間法の磁粉探傷試験は、表面き裂の方向に平行する磁束を与えることが重要である。
- 2) 浸透探傷試験は、表面き裂の幅を精度良く把握することができる。
- 3) 渦流探傷試験は、表面き裂に対して塗膜を除去することなく探傷することができる。
- 4) 超音波探傷試験は、欠陥からの反射エコー高さから欠陥位置を推定することができる。

正解：3)

- 1) 磁粉探傷試験においては、磁束が欠陥にさえぎられることにより漏洩磁束が発生することから、欠陥の方向に**直交する**磁束を与えることが重要である。
- 2) 浸透探傷試験は、肉眼で見つけることが困難な割れなどを、**人間の目で容易に見つけることができる大きさの指示模様にして検出**する検査方法であり、表面き裂の幅を精度良く把握することはできない。
- 3) 渦流探傷試験は、塗膜上からの探傷が可能であることから、目視点検にてき裂の発生が疑わしい場所を、塗膜を除去することなく検査できる利点がある。検査後の塗膜の補修を考えると、有望な非破壊試験方法であるが、渦電流は、きずの存在以外にも、試験体の形状によっても変化することに注意が必要である。
- 4) 超音波探傷試験は、超音波パルスを送信したり、受信したりすることのできる探触子を物体の表面に当てて、物体の内部に超音波パルスを伝搬させ、そして、物体内部で反射されて戻ってきた超音波パルス（エコー）を受信すると、物体の内部に欠陥があったと判断する。欠陥までの距離は超音波パルスが送信されてからエコーを受信するまでの時間から測定する。また、**欠陥の大きさ**は受信したエコーの大きさ（振幅）の変化などから推定する。

(26) 下図に示す鋼 I 桁の面外ガセット部のまわし溶接止端部の応力のうち、適当な組合せはどれか。



	ホットスポット応力	公称応力
1)	c)	a)
2)	b)	c)
3)	c)	b)
4)	b)	a)

正解：4)

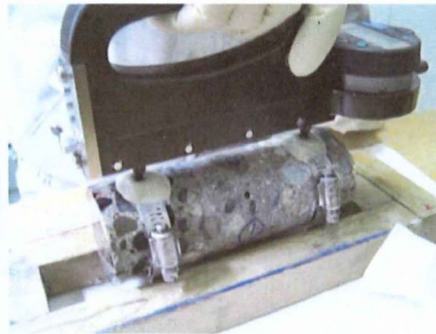
- a) 公称応力
- b) ホットスポット応力
- c) 応力集中を含めた応力

(27) 下の写真 a)~c)の試験により得られる測定結果として、適切な組合せはどれか。

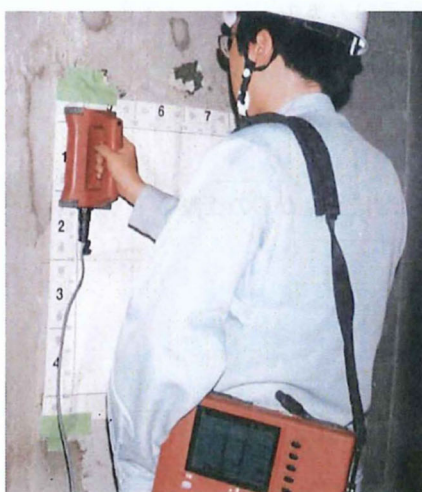
a) コンクリートコア



b) コンクリートコア



c) コンクリート構造物

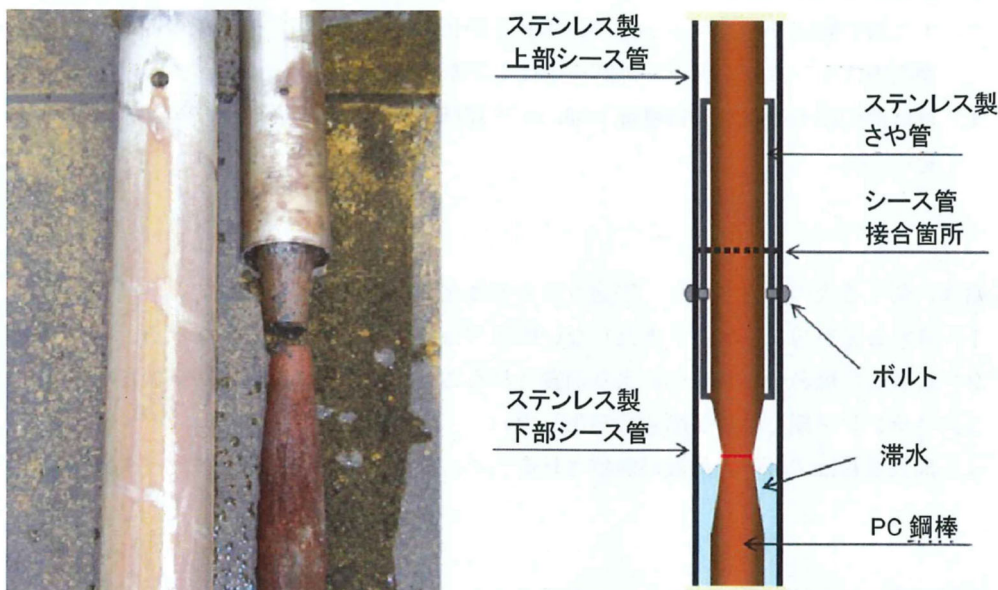


	a)	b)	c)
1)	塩化物イオン量	膨張率	鉄筋位置
2)	中性化深さ	弾性係数	残留膨張量
3)	中性化深さ	膨張率	鉄筋位置
4)	塩化物イオン量	弾性係数	残留膨張量

正解：3)

- a) 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。この方法には、コンクリートをはつって測定する方法と、コアを採取して測定する方法、またドリルにより削孔して得られる削孔粉を用いて測定する方法がある。写真は、コアを採取して測定する方法の実施状況である。
- b) ASR 促進膨張試験は採取したコアにチップを取り付け、初期値を測定し、促進養生条件下でコアを養生し、膨張量を測定する。写真はそのコアの膨張量の測定状況である。
- c) 写真は、プローブにエンコーダ（移動軌跡計測）機能を有する鉄筋探査装置により、鉄筋径、鉄筋位置、かぶり厚を計測している様子である。

(28) アーチ橋において、下図に示すように、さや管とシース管に覆われたハンガー材(PC 鋼棒)に破断が生じた。要因として考えられる腐食形態のうち、もっとも適当なものはどれか。



- 1) 異種金属接触腐食
- 2) 粒界腐食
- 3) 隙間腐食
- 4) 微生物腐食

正解：1)

- 1) 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と金属間に腐食電池が形成され、卑な金属が酸化（腐食）される現象である。例えば、普通鋼材をステンレスボルトで接合したような場合は、両者が絶縁されていない限り、電位の卑な普通鋼が著し腐食することになる。
- 2) オーステナイト系ステンレス鋼では、400～800℃位に加熱したり、加熱後に徐冷したりすると、鋼中のCrがCと結合し炭化物が結晶粒界に析出する。これにより結晶粒界近傍はCrが欠乏した状態（鋭敏化）となる。粒界腐食は、鋭敏化した粒界周辺の耐食性低下により粒界に沿って腐食が進行したものである。
- 3) 隙間腐食は、鋼板の重ね合わせ部やボルト締付け面などの隙間が腐食される現象であり、隙間内外で濃淡電池（通気差電池）が形成されることにより生じる。
- 4) 微生物腐食とは、金属材料が微生物の存在下で、直接的あるいは間接的な影響を受け、激しい腐食を受ける現象である。古くから土壌環境における嫌気性菌である硫酸塩還元菌（SRB）による炭素鋼の腐食がよく知られており、腐食生成物として硫化鉄が検出される。また、最近ではステンレス鋼の海水および河川水のような淡水中における好気性菌による局部腐食も注目されている。

(29) 防食に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 有害物質を含む塗膜の塗替塗装時に、塗膜はく離剤の使用前にブラスト作業を行った。
- 2) はく離塗膜に鉛、クロムが含まれていたことから一般産業廃棄物として処分した。
- 3) 金属溶射された部材の運搬時、広範囲で鋼素地が露出した損傷が発生したことからジンクリッチペイントにより補修した
- 4) 排水措置により腐食要因を排除したのち、塩害の可能性と現地のさびの状態から耐候性鋼を無塗装のまま使用すると判断した。

正解：4)

- 1) 有害物質を含む旧塗膜を飛散させず、産業廃棄物量も少なくし、また作業を安全にできる塗膜除去技術が開発されている。その一例として、塗膜はく離剤がある。はく離剤を旧塗膜上に塗布し、塗膜に浸透させることによって、塗膜が軟化・膨潤し、スクレーパなどで塗膜を除去することができる技術である。塗膜はく離剤は、さびの除去など鋼材面の素地調整はできないため、塗膜はく離後、素地調整が必要な場合は、バキュームブラストや電動工具などによる物理的な素地調整を行う。
- 2) 鉛、クロムが含まれる場合は、特別管理産業廃棄物として処分する必要がある。
- 3) 金属溶射された部材の運搬や架設時に、誤って溶射皮膜が局部的に傷をつけたり、はく離したりしたときには、損傷の範囲によりジンクリッチペイントで補修する場合と金属溶射で補修する場合がある。鋼道路橋防食便覧では、損傷部が小範囲で、鋼素地に達する傷が点または線状の場合は、エポキシ系またはそれと同等の密着力と表面硬度のあるジンクリッチペイントを溶射の皮膜厚さ程度まで塗付した後に1層増し塗りすることを推奨している。損傷部が広範囲で鋼素地が露出している場合は、金属溶射による補修を行う。下地処理として、損傷部の汚れの拭き取り、ブラッシングおよびヤスリがけによりさびの除去と面粗しを行った後、溶射作業を行う。
- 4) 適切な記述である。

(30) 腐食部材の当て板補修に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 腐食部分の断面は欠損断面とし、当て板により不足断面を補った。
- 2) 腐食部分の素地調整は、板厚の減少を防ぐため動力工具を使用せず水洗により行った。
- 3) 当て板の角部や高力ボルト部での腐食を防止するため、当て板角部の面取りやトルシア型高力ボルトのピンテール破断部の仕上げを行った。
- 4) 補修部の防水のため、接触面の凹凸を不陸修正材で処理したうえで当て板周りのシーリングを行った。

正解：2)

腐食に対する補修において、塗装される素地鋼材面の十分なケレン・さび落としおよび付着塩分の除去の程度は、再腐食の発生に大きな影響を及ぼす。さび落としや付着塩分の除去が不完全なため、再度早期に腐食が起こることがないようにしなければならない。

(31) 腐食に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 直射日光が当たる箇所と当たらない箇所では、塗膜の劣化状況が異なる。
- 2) 付着した塩分は腐食反応により消費されることはないため、腐食が継続される。
- 3) ステンレス鋼では局部腐食は発生しない。
- 4) 局部腐食はアノード位置が固定されるため、その速度は全面腐食に比べて著しく速い。

正解：3)

金属表面から孔状に侵食される腐食現象（孔食）は、ステンレス鋼などの不動態酸化皮膜を形成した金属で発生しやすく、皮膜が化学的、物理的作用によって局所的に破壊されると、そこがアノードとなり腐食が生じる。

(32) 塗替塗装時の素地調整に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 素地調整の目的は、鋼材表面さびや付着している有害物質を除去するとともに、層間付着性をよくすることである。
- 2) 素地調整程度は1種から4種の4段階に区分されており、1種は手工具を用いた簡便な方法、4種はブラスト法である。
- 3) 鋼鉄道橋ではブラストを行うことが基本である一方、鋼道路橋では健全な活膜を残して塗替えることが基本である。
- 4) 塗膜の品質が十分であれば、素地調整の品質が塗膜の耐久性に及ぼす影響は小さい。

正解：1)

- 2) 素地調整程度は1種から4種の4段階に区分されており、4種は手工具を用いた簡便な方法、1種はブラスト法である。
- 3) 塗替え時の素地調整の程度は、1種から4種に区分されており、塗膜の劣化状態に応じて適正な素地調整程度を選択することになるが、鋼道路橋ではブラスト処理（素地調整程度1種）を行うことを基本である一方、鋼鉄道橋では、健全な活膜は残して塗替えることが基本となっている。
- 4) 旧塗膜の素地調整は、塗膜の耐久性を左右する大きな要因で、50%程度の影響力を持つといわれている。



(33) 疲労に関する a)～c)の記述のうち、適当なものはいくつか。

- a) 応力繰返し数と応力範囲の関係が疲労設計曲線を上回れば必ず疲労き裂が発生する。
  - b) 一般に疲労き裂の進展速度はき裂寸法が増すに従い加速し、途中で停止することはない。
  - c) 限界き裂寸法とはき裂の進展が停止する限界値である。
- 1) なし
  - 2) 1つ
  - 3) 2つ
  - 4) 3つ

正解：1)

- a) 疲労設計曲線は、小型試験体の疲労試験結果を多数集結し、その下限あるいはそれに相当する非超過確率 97.7%の値を用いて設定されており、応力繰返し数と応力範囲の関係が疲労設計曲線を上回れば、必ず疲労き裂が発生するわけではない。
- b) き裂発生初期は、き裂の進展速度は小さいが、き裂が大きくなるに従い、一般的に進展速度が非常に大きくなり、最終的には脆性破壊あるいは断面減少による不安定破壊に移行する。ただし、き裂によっては、き裂の進展に伴い、作用応力の低下や残留応力の解放等の影響により、き裂進展速度が小さくなり、最終的に進展が止まる場合もある。
- c) 現在のところ、限界のき裂寸法に関する研究成果は少ないが、JSSC 疲労設計指針では、脆性破壊、延性破壊、部材の全断面降伏、き裂の板厚貫通の破壊形態に移行するときのき裂寸法として定義している。そして、このような限界状態に至らないように、限界状態となるき裂長さよりも安全側のき裂長さを維持管理における限界き裂寸法と定義して、一部の維持管理の基準類に取り入れられている。

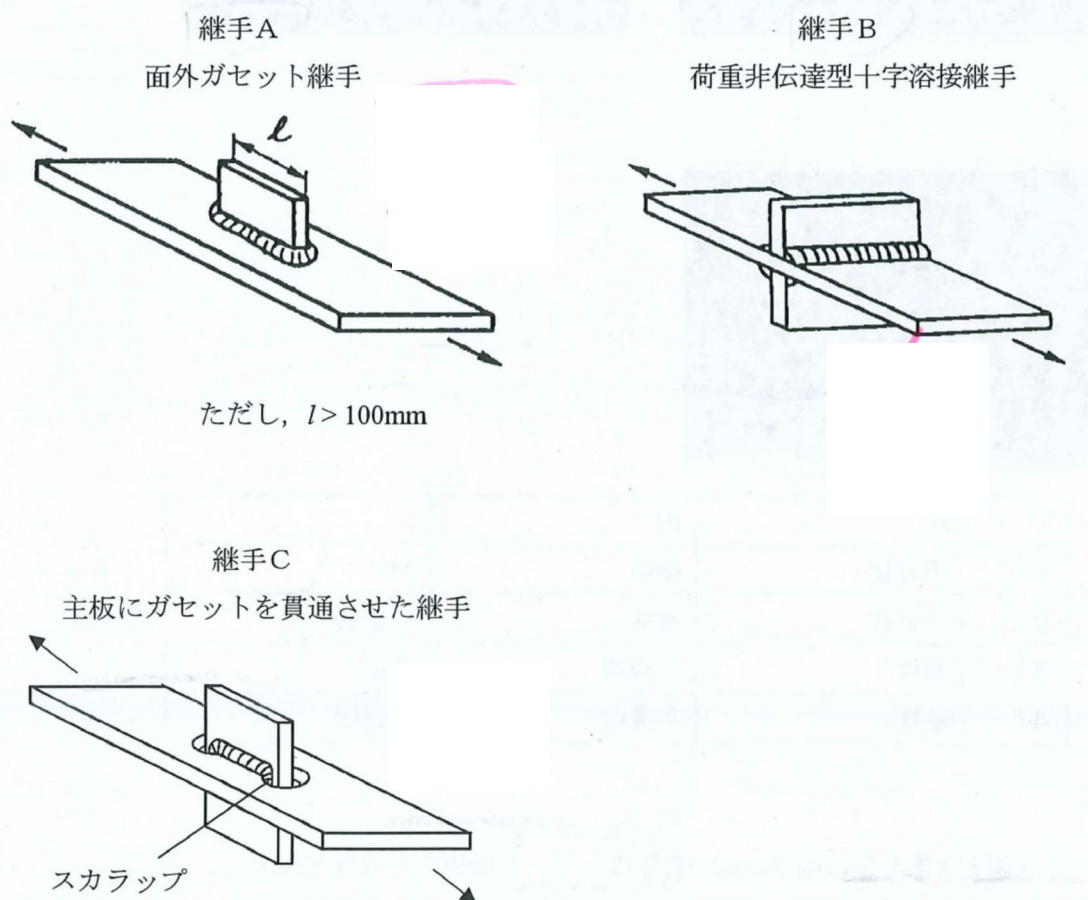
(34) 溶接構造物の疲労耐久性に影響する因子として、不適当なものはどれか。

- 1) 活荷重の増大
- 2) 風による部材の振動の発生
- 3) 溶接品質
- 4) 引張強さの低い鋼材の使用

正解：4)

一般に鋼構造物の疲労き裂は、溶接継手部の止端部や溶接欠陥、母材の切欠き部などの応力集中箇所が発生し進展する。鋼材の強度が増すと材料の疲労強度は上昇するが、溶接部の疲労強度については、材料強度への依存性は小さい。

(35) 下の図に示す溶接継手（止端非仕上げとする）を疲労強度等級の高い順に並べた場合に、  
 適当なものはどれか。



- 1) 継手A > 継手B > 継手C
- 2) 継手A > 継手C > 継手B
- 3) 継手B > 継手A = 継手C
- 4) 継手B > 継手A > 継手C

正解：4)

各継手の強度等級と200万回基本疲労強度  $\Delta \sigma_f$  は、以下のとおりである。

継手A 強度等級G,  $\Delta \sigma_f = 50\text{N/mm}^2$

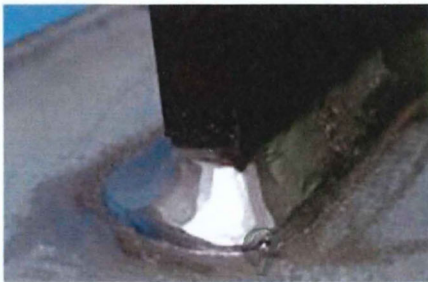
継手B 強度等級E,  $\Delta \sigma_f = 80\text{N/mm}^2$

継手C 強度等級I,  $\Delta \sigma_f = 32\text{N/mm}^2$



(36) 面外ガセット溶接部の疲労強度向上を目的に行う溶接部の仕上げ状態について、適切な組合せはどれか。

A)



B)



C)



	A)	B)	C)
1)	不適切	適切	適切
2)	不適切	適切	不適切
3)	適切	不適切	適切
4)	適切	不適切	不適切

正解：2)

- A) 不適切な仕上げ状態（止端部未処理）
- B) 適切な仕上げ状態（バーグラインダー）
- C) 不適切な仕上げ状態（溶接止端の残存）

(37) ルートき裂と止端き裂に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) すみ肉溶接で接合された荷重伝達型の十字溶接継手では、止端き裂とルートき裂が共に発生する可能性がある。
- 2) 止端き裂は溶接内部で進展するため、ある程度の長さの表面き裂として発見される場合がある。
- 3) 止端き裂に対する疲労強度向上対策として、ピーニング等で表面付近に圧縮残留応力を導入する方法がある。
- 4) ルートき裂に対する疲労強度向上対策として、増し溶接でのど厚を増やす方法があるが、既存構造物ですでに内在き裂が存在するとその進展を止めることは難しい。

正解：1)

すみ肉溶接で接合された荷重伝達型の十字溶接継手では、止端き裂とルートき裂の2種類の破壊モードがあるが、ルートき裂の強度等級が低いことから、共に発生する可能性はないと考えられる。

(38) 変形した部材の加熱矯正に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 150～400℃での矯正作業を避けるように温度管理する必要がある。
- 2) 加熱終了後、荷重を負担させてよい温度は、約250℃以下である。
- 3) 加熱終了後、水をかけるなどして、急激に冷却するのがよい。
- 4) 変形の大きい箇所から始めて、小さい箇所に向かって矯正を進める。

正解：3)

- 1) 青熱脆性領域と呼ばれる温度帯(150℃～400℃)において塑性変形させると、鋼材が脆化することが知られている。従って、この温度帯での矯正作業を避けるよう温度管理する必要がある。
- 2) 加熱終了後、荷重を載荷できる温度は約250℃であり、これに要する放熱時間は一般の鋼材では30～40分である。
- 3) 加熱矯正時における冷却は、できるだけ水をかけずに、自然放冷とするのがよい。ただし、300℃以下であれば水冷しても材質への影響は小さい。
- 4) 矯正は、一般にジャッキを用いて変形の大きい箇所から始めて、小さいほうに向かって徐々に矯正し、これを何回も繰り返す。

(39) 下の写真に示すトラス橋の下横構ガセットプレートに変形が生じた原因として、もっとも適当なものはどれか。



- 1) 地震
- 2) 疲労
- 3) 腐食
- 4) 火災

正解：1)

- 1) ガセットプレートが大きく変形していることから、設計で想定した以上の水平荷重(地震)が作用したものと考えられる。テキスト p-266 の写真 10.1-3 を参照されたい。
- 2) 走行荷重による疲労では、溶接部のき裂などの発生は考えられるが、ガセットプレートの局部座屈のような現象は発生しないと考えられる。
- 3) 塗膜が部分的に剥離しているが、腐食面は見られず、腐食とは思われない。
- 4) 塗膜に燃焼の跡が見られないことから、火災ではないと思われる。

(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、適当なものはどれか。

- 1) 電気化学的脱塩工法は、塩分吸着剤を含んだ溶液をコンクリート中に浸透させ、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) 電気防食工法を適用する際は、コンクリートが湿潤している必要があり、大気中に存在する部材には適用が困難である。
- 3) 断面修復を行う際は、既設のコンクリートに含まれる塩化物イオンを極力除去する必要がある。
- 4) ASRにより性能低下した場合の補修・補強として、FRPや鋼板による巻き立ては部材の体積膨張を拘束するため、用いてはならない。

正解：3)

- 1) 電気化学的脱塩工法は、塩害劣化した構造物が対象であり、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。
- 2) 電気防食工法は、主として塩害劣化した構造物が対象であり、コンクリート中の鋼材（鉄筋）の腐食反応を停止させることができる。適用範囲は、大気中だけでなく、海中部における構造物にも適用が可能である。
- 3) 適切な記述である。
- 4) ASRにより性能低下した場合の補修・補強として、FRPや鋼板接着や巻き立てなどによる補強は、部材の体積膨張を拘束する効果があるため、ASRでは時期に関わらず有効な対策と考えられている。

(41) 鋼道路橋の疲労損傷に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) RC床版を支持する縦桁では、横桁取合い部のウェブ切欠き部からき裂が発生することがある。
- 2) 上路アーチ橋の垂直材では、クラウン部から離れた、長い垂直材の上下端部にき裂が多く発生することがある。
- 3) 疲労損傷に対して補強を行った部位では、補強部材による剛性変化に伴い、近接する溶接部に新たなき裂が発生することがある。
- 4) 鋼製橋脚では、沓座溶接部や隅角部にき裂が発生することがある。

正解：2)

上路アーチ橋において、補剛桁とアーチリブの水平方向の変位差により垂直材取付け部に大きな二次応力が生じ、垂直材と補剛桁下フランジの溶接部などで疲労き裂が発生している事例がある。発生した部位は、クラウン部に近接した短い垂直材の上下端部である。クラウン部から離れた長い垂直材では、水平方向の変位差に対する拘束力が小さいため、き裂が発生していないものと推察される。

(42) 鋼道路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) 桁端支点部で、沓座モルタルに損傷が生じている場合には、伸縮装置に段差がみられることがある。
- 2) 支承の腐食により回転機能や移動機能が低下している場合には、ソールプレートの溶接部に疲労き裂が生じていることがある。
- 3) 舗装に亀甲状のひび割れやポットホールが生じている場合には、当該部位のコンクリート床版に損傷が進行していることがある。
- 4) F11T や F13T の高力ボルトでは遅れ破壊が発生することがあるため、既に全ての橋梁で交換されている。

正解：4)

F11T や F13T の高力ボルトでの遅れ破壊については、損傷が確認されて交換された橋梁もあるが、全ての橋梁での交換が完了しているわけではない。

(43) コンクリート橋に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 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。
- 2) PC 鋼材に沿ったひび割れがある場合は、詳細な調査が必要となる。
- 3) ポータルラーメン橋は、耐震性の向上や維持管理の効率化を図ることができる。
- 4) ひび割れに対する判定基準は RC 橋の方が PC 橋よりも厳しい。

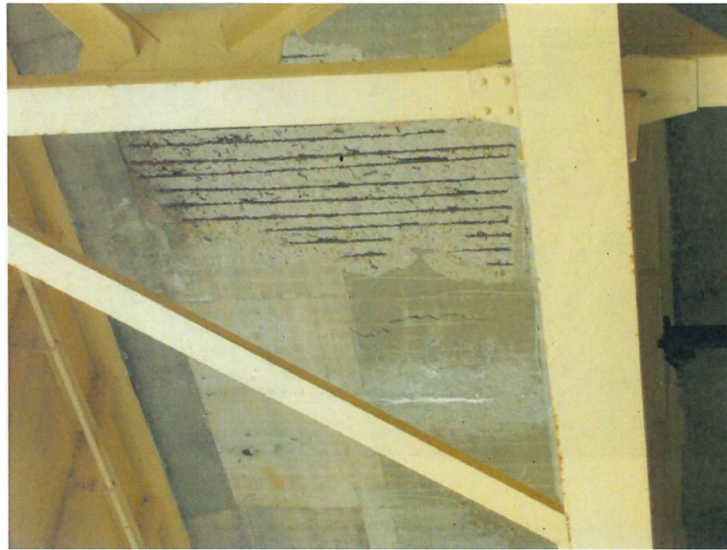
正解：4)

RC 構造は、引張応力はすべてコンクリート内部の鉄筋が負担することが前提である。したがって、引張応力が生じる部位のコンクリートにひび割れが発生することを許容しているが、耐久性確保の観点からひび割れ幅を制限値内にするよう設計される。RC 構造物の調査では、ひび割れの位置と方向、ひび割れ幅、ひび割れ発生間隔を調べ、それが設計で許容されたものであるかどうかを確認することが基本となる。

PC 構造は、コンクリートにプレストレスを導入することにより引張応力を発生させない、すなわちコンクリートのひび割れを許容しないよう設計されたものである。したがって、PC 構造物の調査では、ひび割れの有無を調査することが基本となる。

よって、ひび割れに対する判定基準は PC 橋の方が RC 橋よりも厳しい。

(44) 下の写真に示す道路橋 RC 床版の下面に生じた損傷に関する次の記述のうち、もっとも適当なものはどれか。



- 1) 床版厚不足による曲げ破壊
- 2) 鉄筋の腐食，膨張による剥離
- 3) 施工継目部の角欠けの進行による剥離
- 4) 輪荷重の繰返しによる疲労破壊

正解：2)

この写真は、テキスト p-336 の写真 12.4-35 に掲載されたものであり、凍結防止剤の散布による影響で鉄筋が腐食，膨張したことに伴い、床版下面のコンクリートがはく離，はく落した事例である。この橋梁は、過去に床版上面増厚により補修，補強が実施されていたが，劣化損傷が著しく，その損傷の進行を止めるために既設 RC 床版を撤去しプレキャスト PC 床版に取替えられた。

(45) 下に示す鋼鉄道橋の写真から読み取れる事項として不適当なものはどれか。



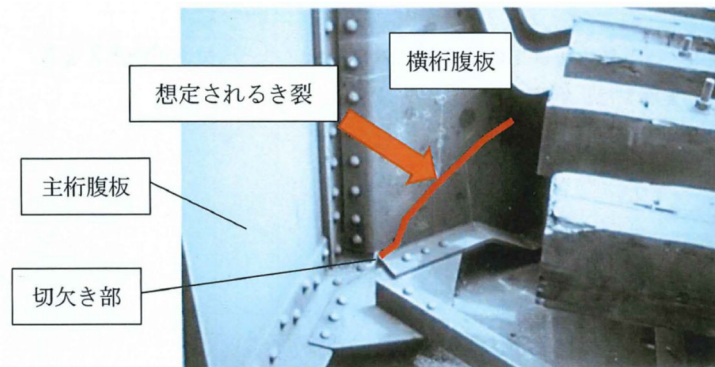
- 1) 上路プレートガーダーと呼ばれる形式である。
- 2) リベット構造である。
- 3) 主桁上フランジ上面は、ほぼ塗膜が消失している。
- 4) 橋上にレールジョイントがある。

正解：1)

レール走行面が主桁上フランジより下側にあり、**下路プレートガーダー**である。  
テキスト p-344 の図 13.1-1(b)を参照されたい。



(46) 鋼鉄道橋の桁端部の横桁腹板切欠き部において想定されるき裂を下の写真に示す。このき裂の発生をあらかじめ防止する対策として、もっとも不適當なものはどれか。



- 1) 切欠き部の切断加工で仕上がりの悪いもの、溶接欠陥が残っているものをグラインダーで仕上げる。
- 2) 主桁の下フランジを当て板により補強し、主桁のたわみを抑制する。
- 3) 切欠き部を当て板で補強する。
- 4) 沈下が生じていた沓座の損傷を補修する。

正解：2)

この事例は、テキスト p-368 の「13.3.6 横桁腹板切欠き部のき裂」に掲載されたものである。主桁の下フランジを当て板により補強し主桁のたわみを抑制しても、き裂部の応力を低減する効果は少なく、防止対策としては不適當であると思われる。



- (47) 港湾構造物に適用される防食工法に関する a)～c) の記述のうち、適当なものはいくつか。
- a) 電気防食工法において用いられる流電陽極は、一般にアルミニウム合金製である。
  - b) ペトラタム被覆は、現地施工が可能であるが、施工後の養生に長期間を必要とする。
  - c) 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適用が容易である。
- 1) なし
  - 2) 1つ
  - 3) 2つ
  - 4) 3つ

正解：1)

- a) 流電陽極材料は、鋼との電位差の大きい Mg またはその合金が主体であるが、環境によって Zn またはその合金、Al 合金等が用いられる場合もある。
- b) ペトラタム被覆は、港湾鋼構造物の防食工法として有効な方法であり、実績も多い。この工法は、水中施工が可能であること、素地調整が比較的簡単でかつ施工後の養生期間も必要としないなどの特長がある。
- c) 工場の専用設備で被覆するウレタンエラストマー被覆では、安定した品質が得られる。さらに量産による低コスト化が図られることから、多くの適用実績がある。一方、現場施工が必要となる鋼矢板継手部などの複雑な構造には適用できないため、水中硬化型被覆などを行う必要がある。

よって、すべての記述が不適當である。

(48) 港湾構造物の特徴に関する a)～d) の記述のうち、適当なものはいくつか。

- a) 港湾鋼構造物において集中腐食が生じた事例は、河口付近の場合が多い。
  - b) 矢板式係船岸は、鋼矢板と背後に設置した控え工をタイロッド等で連結した構造が一般的である。
  - c) 鋼管杭式栈橋は、鋼管杭と上部工の接合部において曲げモーメントが最大となる。
  - d) 矢板式係船岸の上部工は、塩害劣化が激しい。
- 1) なし
  - 2) 1つ
  - 3) 2つ
  - 4) 3つ

正解：4)

- a) 港湾鋼構造物の M.L.W.L. (平均干潮面) 直下付近では、鋼に激しい局部腐食が発生することが知られているこの種の局部腐食は、特に「集中腐食」と呼ばれている。構造物の M.L.W.L.直下付近に発生する集中腐食の原因は未だ明らかになっていない。一つの説として酸素濃淡電池の形成という考え方がある。このような酸素濃淡によるマクロセル腐食を増大させる要因として、河川水の混入、生物の付着などが指摘されている。河川水は溶存塩分濃度が海水に比して少ないため、比重が小さく、溶存酸素濃度が大きい。このため河川水が混入する河口付近では、M.S.L.付近に溶存酸素濃度が大きい河川水が存在し、それより深い部分が海水に接する。これらの部分における酸素濃度の差異が大きく、マクロセル腐食が増長され、集中腐食の速度がより大きくなる。
- b) 矢板式係船岸は、矢板を地盤中に打ち込んで土留め壁とした係船岸である。通常矢板式係船岸は、矢板壁と背後に設置した控え工（鋼管、鋼矢板、形鋼など）をタイロッドで連結した構造である。
- c) 栈橋は地震作用によって断面諸元が決定されることが多い。栈橋と背後の土留め護岸とは構造的には分離しており、渡版で車輛走行の円滑化を図っている。したがって、地震時には鋼管杭と上部工との接合部において曲げモーメントが最大となることがほとんどである。鋼管杭式栈橋における設計断面力については、テキスト p-384 の図 14.4-2 を参照されたい。
- d) 矢板壁係船岸の頭部は上部工と呼ばれ、コンクリートによって被覆されており、この箇所での点検診断はコンクリート構造と同様に行うこととなるが、これまでの実績ではこれらの箇所が維持管理上問題になったことは少ない。

よって、a)、b)、c)の記述が適切である。

(49) 内径 2,000mm, 板厚 9mm の水圧鉄管において, 円周方向応力が許容応力度 135N/mm<sup>2</sup> と等しくなる作用水頭として適当なものはどれか.

- 1) 約 50m
- 2) 約 75m
- 3) 約 100m
- 4) 約 125m

正解：4)

水圧鉄管の円周方向の作用応力度算定式より, 作用する内圧を計算し, 作用水頭を計算する. 円周方向作用応力度は,

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

作用する内圧  $p$  は,

$$p = \frac{2t\sigma_h}{D} = \frac{2 \times 9 \times 135}{2000} = 1.215 \text{ N/mm}^2 = 1215 \text{ kN/m}^2$$

水の単位体積重量は, 9.8kN/m<sup>3</sup>であるので, 作用水頭  $H$  は,

$$H = \frac{p}{\gamma_w} = \frac{1215}{9.8} = 124\text{m}$$

(50) ダムゲートの振動に関する次の記述において, (A)から(D)に入る語句として, 適当な組合せはどれか.

扉体に疲労を生じるような振動として, 特定の開度, 一般に (A) 放流時に生じる自励振動がある. 自励振動は, 底部のリップ部での (B), 扉体底面板下での (C) などが原因となる. 振動に対しては, 設計段階でリップ部の形状の工夫, 運用段階で (A) での (D) の放流を避けるといった配慮がなされる.

	(A)	(B)	(C)	(D)
1)	微小開度	流れの再付着	薄い水脈の振動	長時間
2)	微小開度	流れの剥離	流れの再付着	短時間
3)	大開度	薄い水脈の振動	流れの剥離	長時間
4)	大開度	流れの再付着	流れの剥離	短時間

正解：1)

テキスト p-414 の「c) 疲労」の記述を参照されたい.

扉体に疲労が生じるような振動としては, 放流時に特定の開度 (一般には微小開度) で生じる自励振動があり, 底部のリップ部での流れの再付着, 扉体底面板下での薄い水脈の振動などが原因となる. 振動に対しては, 設計段階でリップ部の形状の工夫, 運用段階で振動を引き起こすような微小開度での長時間放流を避けるといった配慮があげられる