

平成27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27年10月に実施された『平成27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27年11月30日

中日本建設コンサルタント㈱

建設技術本部 羽田野英明 h_hatano@nakanihon.co.jp

日高 雅史 m_hidaka@nakanihon.co.jp

修正履歴

- ・ H27/12/2 三協コンサルタントY氏，西部環境調査M氏からのご指摘で問題(11)，(34)，(38)を修正
- ・ R1/10/24 尾土井将健さんからのご指摘で、問題(37)の解説誤記を修正
- ・

平成 27 年度 択一式問題

(1) 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) 竣工図書や維持管理記録などを参考として、点検計画を立案する。
- 2) 点検済みの類似構造物が近接している場合には、点検を省略しても良い。
- 3) 損傷が第三者被害を引き起こす恐れがある場合には、速やかに管理者等に報告する。
- 4) 大規模地震発生後は、被災概要を把握するため、まず全体的に一通り点検する。

正解：2) 類似構造物であっても、損傷は同一とはならない場合が多い。

(2) 鋼構造物の事前調査の一環として行う現地踏査に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 机上調査に先立ち、徒歩などによって遠望目視により実施する調査である。
- 2) 対象構造物の立地条件や損傷に影響を与える可能性のある周辺環境条件を調査する。
- 3) 過去に発見された損傷の現況や新たな損傷がないかを可能な範囲で調査する。
- 4) 点検時に支障となるような添架物や他の構造物がないかを調査する。

正解：1) 現地踏査は、机上調査結果を参考に行うものであり、現地踏査を先行しておこなうことは適切とはいえない。

(3) 既設構造物の性能評価に関する次の記述の (ア) から (エ) にあてはまる語句の組み合わせとして、適当なものはどれか。

維持管理時の調査・点検により、(ア)を評価し、構造物の保有する (イ) を推定するとともに、現時点の実体作用および今後予想される作用を推定して、残りの供用期間における作用と (ウ) を比較することにより、(エ) あるいは更新などの必要性が判定される。

- | | | | |
|----------------|---------|--------|-----------|
| 1) (ア) 劣化・損傷状態 | (イ) 抵抗 | (ウ) 抵抗 | (エ) 補修・補強 |
| 2) (ア) 負荷状態 | (イ) 抵抗 | (ウ) 応答 | (エ) 撤去 |
| 3) (ア) 劣化・損傷状態 | (イ) 安全性 | (ウ) 応答 | (エ) 補修・補強 |
| 4) (ア) 負荷状態 | (イ) 安全性 | (ウ) 抵抗 | (エ) 撤去 |

正解：1) テキスト「1.11.2 性能設計 (1)性能照査型設計」を参照のこと。

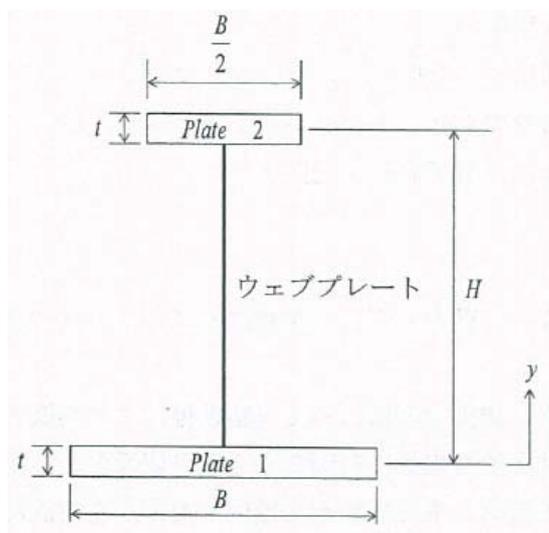
(4) 鋼材に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 溶接構造用圧延鋼材は、JIS に引張強さ、曲げ性の規格値が定められている。
- 2) 溶接構造用圧延鋼材は、熱影響部における硬化、脆化を防ぐため C 量を低く抑えている。
- 3) 一般構造用圧延鋼材は、JIS に引張強さ、シャルピー吸収エネルギーの規格値が定められている。
- 4) 一般構造用圧延鋼材は、熱処理や溶接を行うことを前提とした鋼材である。

正解：2)

- 1) 曲げ試験が規定されているのは一般構造用圧延鋼材である。
- 3) 一般構造用圧延鋼材にはシャルピー吸収エネルギーに関する規格値はない。
- 4) 一般構造用圧延鋼材には強度のみを保証し、溶接を前提としていない。

(5) 下の断面図に示すように、2 枚のフランジプレートがウェブプレートで連結されている。Plate1 のヤング率が E 、Plate2 のヤング率が $2E$ であった場合の中立軸位置として、適当なものはどれか。なお、 y 軸は、図に示すように Plate1 の板厚中心を原点とし、Plate1 および Plate2 の板厚中心間距離を H とする。また、ウェブプレートは断面計算上無視してよい。



- 1) $y = 0$
- 2) $y = H/5$
- 3) $y = H/3$
- 4) $y = H/2$

正解：4)

ヤング率の違いは、ヤング係数の比率でフランジ幅を補正することで評価できる。この図では、上フランジ幅をヤング係数の比率で補正すると B となり、中立軸位置は、高さ H の $1/2$ の位置となる。

(6) 鋼橋の防食に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 比較的厳しい環境における塗装の寿命は、フタル酸系で 4 年、塩化ゴム系で 6 年、ふっ素系で 10 年、ポリウレタン系で 20 年程度であると言われている。
- 2) 海岸部においては、塗装による防食は長期の耐久性が望めないため、部材の防食方法として溶融亜鉛めっきを採用するのが良い。
- 3) 外面塗装の上塗りには、紫外線の影響をうけにくいエポキシ樹脂塗装を採用するのが良い。
- 4) 金属溶射は、亜鉛めっきと同様に犠牲防食効果によって鋼材を防食する方法であることから、溶射金属が消耗すれば鋼材は腐食する。

正解：4)

- 1) 塗装の寿命は、フタル酸系で 4 年、塩化ゴム系で 6 年、ふっ素系で **20** 年、ポリウレタン系で **15** 年程度であると言われている。
- 2) 溶融亜鉛めっきは、海岸近くや冬期に凍結防止剤を散布を行う橋梁の場合のように、酸性雰囲気では比較的早期に溶解してしまうため、適用場所の選定には注意を要する。
- 3) エポキシ樹脂系塗料は耐候性に劣るため、外面塗装には適していない。

(7) RC 床版の補強に用いられる FRP に使用されている炭素繊維の特性に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。なお、炭素繊維の力学特性は繊維方向とし、比較する鋼材は溶接構造用圧延鋼材とする。

- 1) 鋼材より引張強度は高い。
- 2) 鋼材より弾性係数は高い。
- 3) 鋼材より破断時の伸びは大きい。
- 4) 鋼材より比重は小さい。

正解：3)

溶接構造用鋼材 (SM 材) の伸度は最低でも 15%以上あるが、FRP の伸度は 0.6~13%程度と低い。

(8) 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) 耐候性鋼は、P, Cu, Cr を含有した鋼材であり、保護性さび層により腐食の進行を抑制することができる。
- 2) 耐ラメラテア鋼は、P 量を低減した鋼材であり、板厚方向の大きな引張力に抵抗することができる。
- 3) 耐疲労鋼は、金属組織が二相になっている鋼材であり、疲労き裂の進展速度を低下させることができる。
- 4) ステンレス鋼は、Cr もしくは Cr と Ni を含有した鋼材であり、不動態皮膜により耐食性を高めることができる。

正解：2) 耐ラメラテア鋼は、S 量を低減した鋼材である。

(9) 下塗り塗料が変性エポキシ樹脂塗料である場合、塗り重ねができないものは、次のうちどれか。

- 1) ふっ素樹脂塗料
- 2) ポリウレタン樹脂塗料
- 3) 変性エポキシ樹脂塗料
- 4) 塩化ビニル樹脂塗料

正解：4) 下塗りに変性エポキシ樹脂塗料を使用した場合、上塗りとして塩化ビニル樹脂塗料を使用することは不適切である。

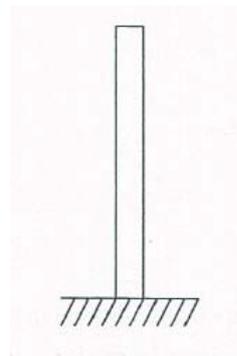
(10) スタッド溶接に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) スタッド溶接は、ボルトや頭付きの鋼棒を母材にアーク溶接する方法である。
- 2) スタッド溶接に用いられる溶接棒は吸湿性が高いので、開封からの使用可能時間が決められている。
- 3) スタッド溶接では、スタッド自身が溶接材料となるため、JIS で材料の規格が定められている。
- 4) 溶接後の検査には、外観検査の他、ハンマー打撃等により所定の角度まで曲げて溶接部に割れ等が生じないことを確認する検査がある。

正解：2) スタッド溶接は、スタッド自身が溶接材料となるため、溶接棒は用いない。

(11) 下図に示す一端固定の鋼柱の固有振動数の算出に不必要なものは、次のうちどれか。なお、鋼柱は均質で等断面とする。

- 1) 柱高さ
- 2) 降伏強度
- 3) 単位体積当たりの質量
- 4) 断面二次モーメント



正解：2)

柱高さ H 、単位体積あたりの質量 w 、断面二次モーメント I 、ヤング係数 E とすれば、固有振動数 f は次式で与えられ、降伏強度は関係しない。

$$f = \frac{6.20}{\sqrt{\frac{wH^4}{8EI}}}$$

(12) 溶接継手に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 総断面積のうち溶接欠陥の比率が 5%以下であれば、静的強度への影響は小さい。
- 2) 溶接継手の疲労強度は、一般に母材の強度の上昇とともに向上する。
- 3) 溶接継手の疲労強度は、疲労試験の平均値から決定されている。
- 4) 溶接変形を抑制するように適切に拘束を施して溶接を行えば、残留応力を低減できる。

正解：1)

- 2) 溶接継手の疲労強度は、母材の強度とは関係なく溶接等級で決定される。
- 3) 継手の疲労強度は、疲労試験の下限值から決定されている。
- 4) 溶接変形を抑制するように拘束して溶接を行うと、残留応力は増加する。

(13) 溶接欠陥に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 低温割れは、溶接部の温度が 200℃程度以下に低下した後に発生する。
- 2) アンダカットは、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である。
- 3) スラグ巻込みは、溶融スラグが溶融金属表面に浮上せず、溶接金属中に残留したものである。
- 4) 融合不良は、開先のルート面が未溶融のまま残るものである。

正解：4) 融合不良は、溶接ビードと開先面の間や、多層溶接のビード間に生じる融合が不十分な部分であり、ルート面が未溶融のまま残るものは溶込み不良という。

(14) 高力ボルト継手に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 支圧接合は、締め付けられた材片間の圧縮力による摩擦抵抗で荷重伝達する。
- 2) 摩擦接合の設計ボルト軸力は、ボルト材料の引張強さの 75%の応力を基準とする。
- 3) 摩擦接合の耐力算定時のすべり係数は、表面処理の状態に応じて適切な値を採用する。
- 4) トルシア型高力ボルトは、ボルトの取付けや締め付けを片側からのみで行える。

正解：3)

- 1) **摩擦**接合は、締め付けられた材片間の圧縮力による摩擦抵抗で荷重伝達する。
- 2) 摩擦接合の設計ボルト軸力は、ボルト材料の**降伏点応力**の 75%の応力を基準とする。
- 4) **片面施工ボルト**は、ボルトの取付けや締め付けを片側からのみで行える。

(15) トルク係数値 0.17、ボルトのねじ外径の基準寸法 22mm の高力六角ボルトに 200kN の軸力を作用させるために必要なトルクは、次のうちどれか。

- 1) 26 N・m
- 2) 53 N・m
- 3) 748 N・m
- 4) 25,900 N・m

正解：3)

トルク係数 k 、トルク T 、ボルトのねじ外形の規準寸法 d 、ボルト軸力 N の関係より、

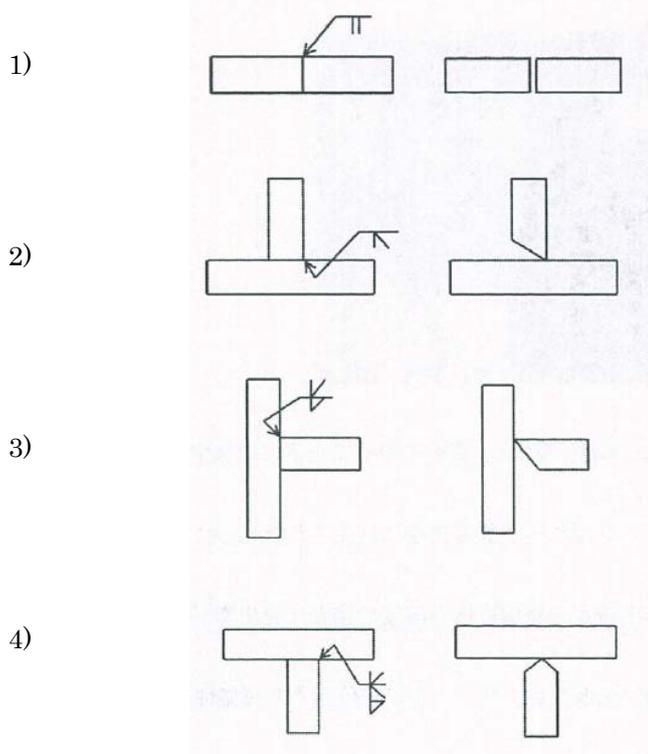
$$T = \frac{k \times d \times N}{1000} = \frac{0.17 \times 22 \times 200,000}{1000} = 748 \text{ N}\cdot\text{m}$$

(16) 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。

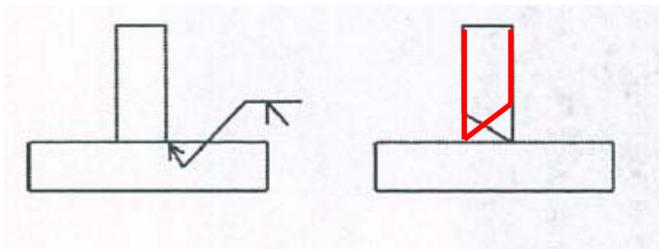
- 1) リベット接合は、鋼橋では昭和 50 年代まで用いられていた。
- 2) 作用力が小さい時は、接合部材間の摩擦力で荷重を伝達する。
- 3) リベット接合部の設計引張強度は、リベット部の孔引きを考慮して算定する必要がある。
- 4) リベット接合の疲労強度は、高カボルト摩擦接合より高い。

正解：4) 疲労強度は、高カボルト摩擦接合のほうが、リベット接合により 10%程度高い

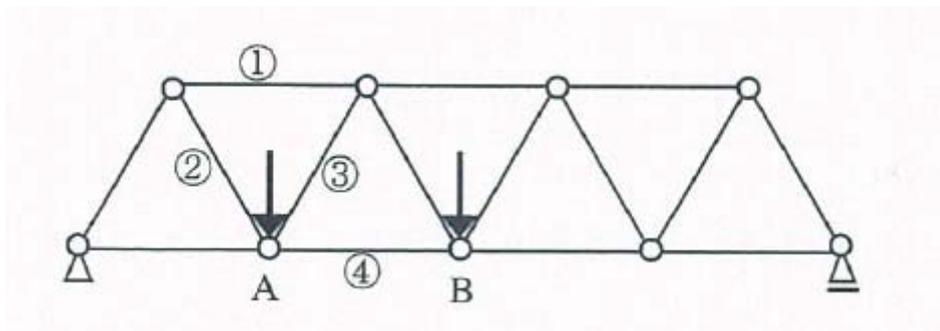
(17) 次の溶接記号と開先形状の組み合わせで、不適当なものはどれか、



正解：2) 開先方向が逆向きである。



(18) 下図のトラスについて、鉛直荷重が A に作用するときと B に作用するときで、部材の軸力が引張と圧縮で反転する部材は、次のうちどれか。



- 1) 部材①
- 2) 部材②
- 3) 部材③
- 4) 部材④

正解：3)

圧縮力のみ作用する部材①，引張力のみ作用する部材②，④

(19) 下の写真に示す桁端切欠き部に生じ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) このき裂はウェブ切欠きコーナー部から発生し、溶接に沿って上下に進展するとともに、一部母材にも進展したと考えられる。
- 2) き裂先端の孔はストップホールと呼ばれ、き裂発生後に施工されたものであり、これだけで十分な恒久対策となりうる。
- 3) このき裂はフランジとウェブの溶接が完全溶け込み溶接の場合、発生率が高くなるため注意が必要である。
- 4) このき裂は進展するにつれて進展速度が遅くなり、やがて停止する可能性が高い。

正解：1)

2) ストップホールは、応急対策であり、その後、補強板をボルトで取り付ける等の対策が必

要である。

- 3) このようなき裂は、主桁ウェブと下フランジのすみ肉溶接部から生じやすい。
- 4) この部分は、複雑な応力性状を示す支点近傍であり、き裂が発生しても、応力が緩和されないので進展が停止する可能性は少ないと思われる。

(20) 腐食に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 局部腐食は腐食位置が固定され、構造物全体の安全性に影響を及ぼすことがあるため、外観調査で腐食原因について推定する必要がある。
- 2) 耐候性鋼材は、湿潤状態が継続するような環境にさらされた場合、さびの形成が安定的に進行する。
- 3) 橋梁の伸縮継手部からの漏水が原因の腐食は非常に多く見られるため、桁端部の点検は重要である。
- 4) 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が腐食する現象で、濃淡電池が形成され生じる。

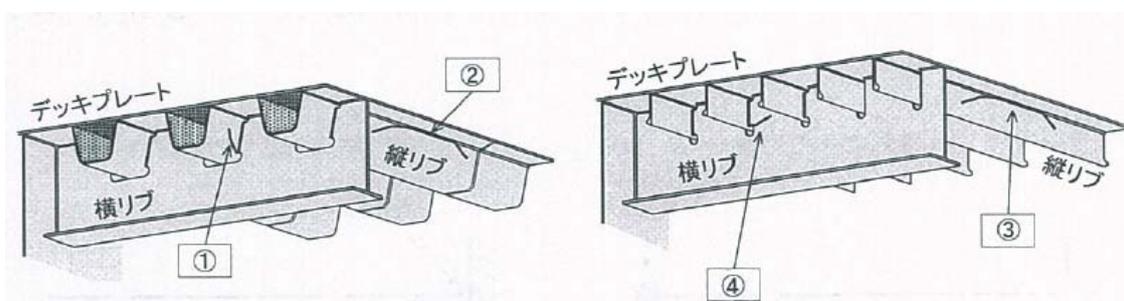
正解：2) 耐候性鋼材は、鋼材の表面の湿潤状態が継続するような環境に曝された場合、保護性さびは生成せず、層状剥離さびが発生する。

(21) 地震による鋼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) 東北地方太平洋沖地震では、地震動の卓越周期が 2 秒程度であったため、鋼橋の被害が少なかった。
- 2) 地震力による構造物の損傷は、支点付近に集中的に発生することが多い。
- 3) 塑性変形の繰返しにより、き裂が発生する場合がある。
- 4) 兵庫県南部地震では、鋼製橋脚において脆性破壊が生じた事例が報告されている。

正解：1) 東北地方太平洋沖地震では、地震動の卓越周期が 0.1~0.5 秒程度であったため、鋼橋の被害が少なかった。

(22) 鋼橋の鋼床版に発生する疲労き裂のうち、もっとも発生数が少ないのは、次のうちどれか。



- 1) ①閉断面縦リブと横リブの交差部の下側スリット部に発生する疲労き裂
- 2) ②閉断面縦リブとデッキプレートの溶接部に発生する疲労き裂
- 3) ③開断面縦リブとデッキプレートの溶接部に発生する疲労き裂
- 4) ④開断面縦リブと横リブの交差部のスリット部に発生する疲労き裂

正解：3) テキスト p124～125 を参照されたい。

(23) コンクリート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。

- 1) コンクリート橋やコンクリート床版の塩害は海からの飛来塩分が原因であるため、海岸部に近いほど被害が大きくなり、山間部でみられることはほとんどない。
- 2) コンクリート床版の疲労損傷では、一般的に活荷重による橋軸方向の曲げひび割れが最初に発生する。
- 3) アルカリシリカ反応による劣化は、水酸化アルカリの濃度、反応性シリカ量、水分量の条件が揃ったときに進行する。
- 4) コンクリートの中性化速度は、温度、湿度が高いほど、水セメント比が大きくなるほど遅くなる。

正解：3)

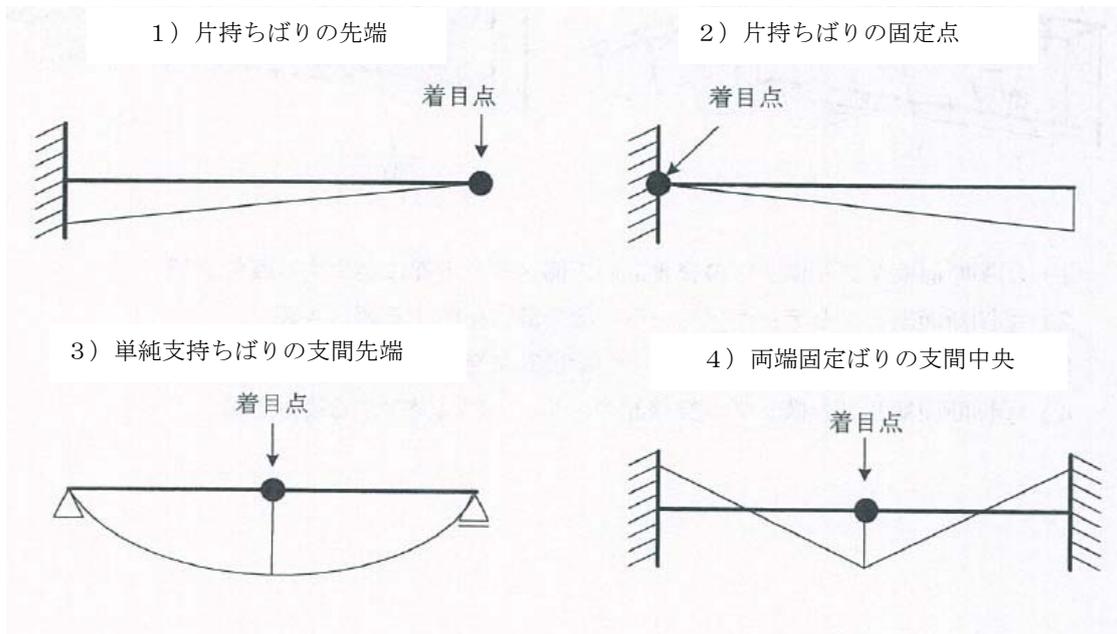
- 1) コンクリート橋やコンクリート床版の塩害は、冬季道路で散布される凍結防止剤によっても生じるため、山間部でもみられる。
- 2) コンクリート床版の疲労損傷では、最初に乾燥収縮による橋軸直角方向のひび割れが発生する。
- 4) コンクリートの中性化速度は、温度が高いほど、湿度が低いほど、水セメント比が大きくなるほど早くなる。

(24) 金属の腐食に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) Mg は Fe に比べてイオン化傾向が小さく、腐食しにくい。
- 2) 鋼材表面に塩分が付着すると潮解作用により、水分を保つ役割を果たすため、腐食が促進される。
- 3) 鋼材表面で亜硫酸ガスが水および酸素と反応すると硫酸が生成されるため、腐食が促進される。
- 4) 金属がイオンとなって溶け出すことをアノード反応という。

正解：1) Mg は Fe に比べてイオン化傾向が大きく、腐食しやすい。

(25) 下図に示すはりの着目点における曲げモーメントの影響線形状として、適当なものはどれか、



正解：2)

(26) きずを検出するための非破壊試験に関する次の記述の (ア) から (ウ) にあてはまる語句の組み合わせとして、適当なものはどれか。

(ア) は開口していないきずを検出することはできない。(イ) は試験体の表面に存在する割れ状のきずの検出に優れている、(ウ) は主に内部きずを検出するために用いられる。

- | | | |
|----------------|-------------|-------------|
| 1) (ア) 浸透探傷試験 | (イ) 超音波探傷試験 | (ウ) 渦流探傷試験 |
| 2) (ア) 超音波探傷試験 | (イ) 放射線透過試験 | (ウ) 超音波探傷試験 |
| 3) (ア) 超音波探傷試験 | (イ) 磁粉探傷試験 | (ウ) 放射線透過試験 |
| 4) (ア) 浸透探傷試験 | (イ) 磁粉探傷試験 | (ウ) 超音波探傷試験 |

正解：4)

(27) コンクリートの調査に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 反発度法により得られるのは、コンクリートの圧縮強度の推定値である。
- 2) サーモグラフィー法は、部材の表面から 30cm 程度までの深度にある内部欠陥を検出することができる。
- 3) 電磁誘導法は、コンクリート内部にある鉄筋位置や空洞、ジャンカ等の欠陥を検出することができる。
- 4) 中性化深さは、部材の表面にフェノールフタレイン溶液を噴霧して測定することができる。

正解：1)

- 1) 適切な記述である。
- 2) サーモグラフィー法は、部材の表面から **10cm** 程度までの深度にある内部欠陥を検出することができる。
- 3) 電磁誘導法は、コンクリート内部にある金属や磁性材料を検出するが、**空洞やジャンカは検出できない。**
- 4) 中性化深さの測定は、**コンクリートのはつり、コアの採取、ドリルによる削孔などの作業が必要**であり、部材の表面での測定では測定できない。

(28) 塗膜劣化度の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) 碁盤目・クロスカットテープ付着試験は、塗膜の素地への付着性および塗膜の層間付着性を評価する試験方法である。
- 2) 引張付着試験は、塗膜の付着力を数値で示すことができる試験方法である。
- 3) インピーダンス測定は、塗膜と鋼材間の電位差を測定し、塗膜の劣化度を定量的に評価する試験方法である、
- 4) 光沢測定は、光沢度の経時的な変化あるいは劣化状況の評価する試験方法である。

正解：3) インピーダンス測定は、**各周波数における交流抵抗値と電気容量値**を測定し、塗膜劣化度を評価する。

(29) 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) 磁粉模様を観察は、磁粉模様が形成された直後に行わねばならない。
- 2) きずの位置、深さ、表面の長さを把握することが可能である。
- 3) 蛍光磁粉を用いることで欠陥を明確に識別できるため、検査員の技量に依存しない定量的な検査が可能となる。
- 4) 塗膜上からの探傷が可能であることから、目視点検でき裂が疑われた個所を検査する 2 次スクリーニングとして使用されることが多い。

正解：1)

- 2) 磁粉探傷試験では、欠陥の深さ方向の形状および大きさはわからない。
- 3) 磁粉探傷試験における欠陥の検出性能は、磁化の状態に左右されるため、検査員の技量に依存しやすいと考えられる。
- 4) 磁粉探傷試験は、塗膜上からの探傷はできないため、塗膜を除去してから行う必要がある。塗膜上からの探傷が可能な試験法は、渦流探傷試験である。

(30) ひずみ測定に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 溶接継手の疲労寿命を公称応力で評価する場合、ひずみゲージはできる限り溶接止端に近づけて貼付するのが基本である、
- 2) ひずみゲージを用いた供用中の構造物のひずみ測定では、一般に活荷重、温度変化、死荷重によるひずみを容易に測定することができる。
- 3) 面外曲げ応力が発生する場合、板の表裏にひずみゲージを貼付して測定し、表裏のひずみの平均値を面外応力成分とする、
- 4) 応力頻度測定結果を用いて道路橋の疲労照査を行う場合、平日に測定を行うことが望ましい。

正解：4)

- 1) 溶接ビード周辺では、公称応力、溶接部材による構造的応力、溶接ビードの形状による応力集中が生じ、応力が急変していることから、ひずみゲージの位置により計測値が大きく変化する。それらを考慮して貼付位置を設定する必要がある。
- 2) 供用中の構造物のひずみ測定では、活荷重によるひずみは比較的測定しやすいが、温度変化や既存死荷重のひずみは難しいと考えられる。
- 3) 面外応力成分は、表裏のひずみ差の半分より算定する。

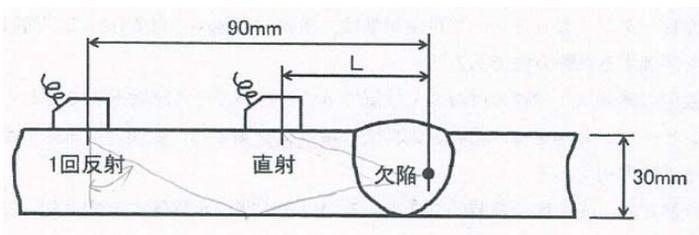
(31) 非破壊試験に関する次の記述のうち、不適當なものはどれか。

- 1) 放射線透過試験では、対比試験片を用いて透過写真の像質を保証する。
- 2) 超音波探傷試験では、標準試験片を用いて探傷感度の調整などを行う。
- 3) 磁粉探傷試験では、標準試験片を用いて磁界の強さ、方向、探傷範囲の適否を調べる。
- 4) 渦流探傷試験では、対比試験片を用いて試験装置の感度校正を行う。

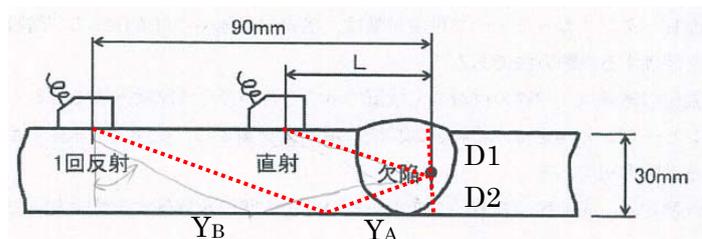
正解：1) 放射線透過試験では、透過度計を用いて透過写真の像質を保証する。

(32) 突合せ溶接継手部の内部欠陥の調査を屈折角 65° の斜角探触子を用いた超音波探傷で行った。1 回反射法で探傷を行った場合の探触子から欠陥までの水平距離は 90mm であった。直射法で行った場合の探触子から欠陥までの水平距離 L は、次のうちどれか。なお、 $\cos 65^\circ = 0.4$ 、 $\sin 65^\circ = 0.9$ とする、

- 1) 35mm
- 2) 40mm
- 3) 45mm
- 4) 50mm



正解：3) 以下のような図式解法にて算出すればよい。



$$Y_B = 30 \tan 65 = 30 \sin 65 / \cos 65 = 30 \times 0.9 / 0.4 = 67.5 \text{ mm}$$

$$Y_A = 90 - Y_B = 90 - 67.5 = 22.5 \text{ mm}$$

$$D2 = Y_A \cos 65 / \sin 65 = 22.5 \times 0.4 / 0.9 = 10 \text{ mm}$$

$$D1 = 30 - D2 = 30 - 10 = 20 \text{ mm}$$

$$L = D1 \cos 65 / \sin 65 = 20 \times 0.9 / 0.4 = 45 \text{ mm}$$

(33) 腐食環境における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) 腐食した鋼材においては、疲労限がはっきりと現れないことがある。
- 2) 塗膜が存在すれば、疲労き裂進展特性は乾燥空気中のものと同じである。
- 3) 疲労強度の低い溶接継手では、腐食を生じることで疲労強度が改善することがある。
- 4) 腐食が疲労強度に影響を及ぼす原因は、断面減少による応力増加、凹凸による切欠き効果および腐食疲労に分けることができる。

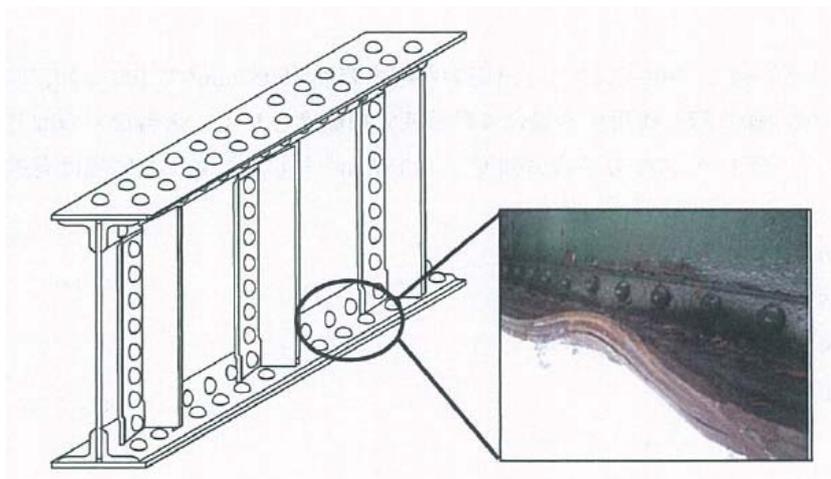
正解：2) 塗膜が健全であっても、いったんき裂が生じれば塗膜に割れが入り、き裂面は外部の腐食環境に曝されることとなる。特にき裂先端は乾燥しにくいいため、常に湿潤状態になるとみなされる。そのような場合には、疲労き裂進展特性が乾燥空気中のものとは異なることに注意しなければならない。

(34) 塗膜劣化、腐食の調査および評価に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 耐候性鋼材を用いた鋼構造物であったため、飛来塩分量の計測を行った。
- 2) 塗膜の厚さや剥がれ、さびの発生程度などによって塗膜の劣化程度を評価した。
- 3) 海洋部に設置された鋼構造物であったため、潮汐による海面の変動を調査した。
- 4) 腐食した引張部材に対しては平均断面積を用いて耐荷力評価を行った。

正解：4) 腐食した引張部材の耐荷力評価は、有効板厚を用いて評価する。

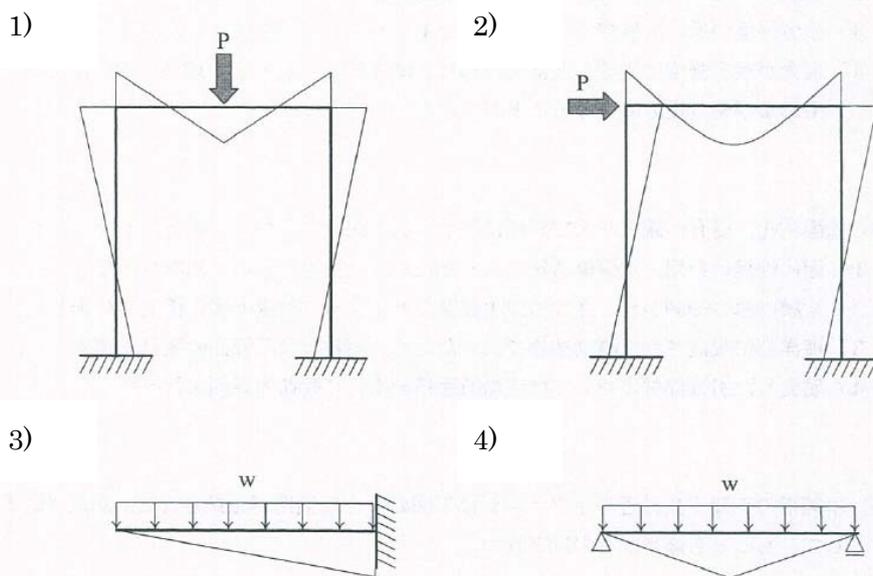
(35)単純桁の支間中央付近の下フランジに下図のような損傷が発見された。想定される原因として、もっとも適当なものはどれか。



- 1) 大規模地震時の桁の横振動による変形
- 2) 桁上の過大な荷重の偏載による変形
- 3) 火災時の高温による変形
- 4) 桁下を通る車両の衝突による変形

正解：4)

(36) 次の曲げモーメント図のうち、適当なものはどれか。なお、 P は集中荷重、 w は等分布荷重とする。



正解：1) 梁の曲げモーメント図は、集中荷重による曲げモーメント図は直線で、等分布荷重に

よる曲げモーメントは 2 次曲線を基本として構成される。

(37) 疲労強度等級 D の継手に対し、直応力が応力範囲 100N/mm^2 で 100 万回、応力範囲 20N/mm^2 で 1 億回繰り返し作用する場合の累積疲労損傷度として、適当なものはどれか。なお、疲労強度等級 D の 200 万回疲労強度は 100N/mm^2 とし、打ち切り限界は考慮しないものとする。

- 1) 0.0
- 2) 0.5
- 3) 0.9
- 4) 1.0

正解：3) テキストの式(6.3-4)と式(6.3.5)を利用して求める。

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

$$C = 100^3 \times 2 \times 10^6 = 2 \times 10^{12}$$

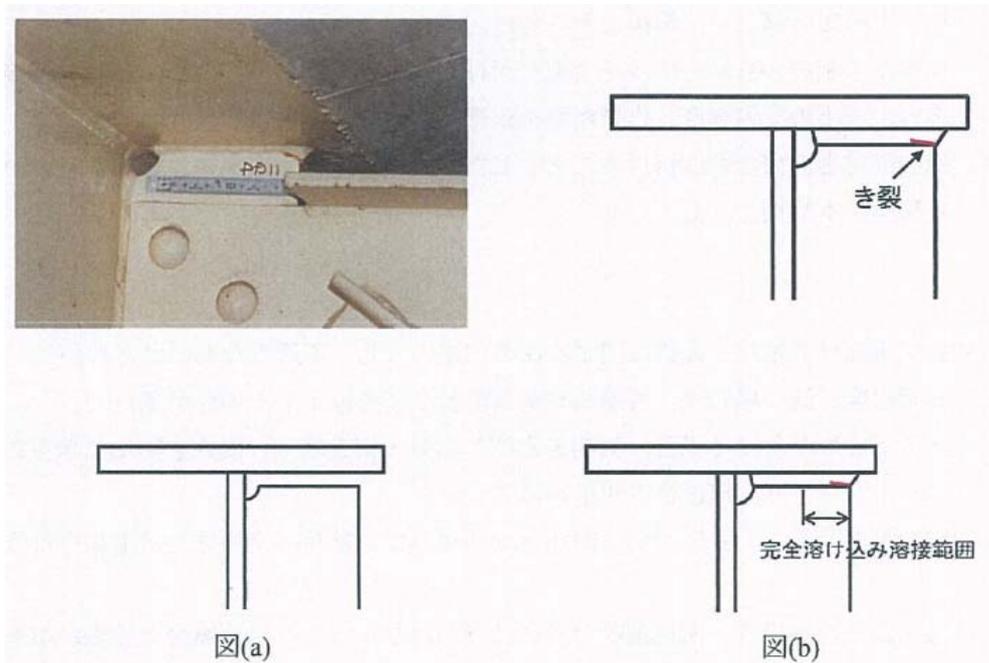
$$D = \frac{\sum (\Delta\sigma_i^m \cdot n_i)}{C} = \frac{(100^3 \times 10^6 + 20^3 \times 10^8)}{2 \times 10^{12}} = \frac{1.8 \times 10^{12}}{2 \times 10^{12}} = 0.9$$

(38) 鋼橋における震災後の復旧対策としての補修・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) 被災した鋼製橋脚の基部にわずかに局部変形を生じていたため、中詰めコンクリートを施工した。
- 2) 地震により生じた部材の変形に対して、ジャッキを用いた加熱矯正による補修を行った。
- 3) 桁の支点部の応急復旧対策として、損傷の進行防止および落橋防止のため、桁の仮受けや変位制限装置を設置した。
- 4) 鋼製橋脚の恒久的な耐震補強として、既設基礎への影響を軽減するため、曲げ耐力の向上を図った。

正解：4) 曲げ耐力の向上は、既設基礎への影響が大きいため、一般的には曲げ靱性の向上を図るのがよい。

- (39) 下の写真は、コンクリート床版を有する鋼 I 桁橋で、対傾構が取り付けられている垂直補剛材上端の溶接止端部から発生した疲労き裂を示している。この疲労き裂に対する措置として、もっとも不適当なものはどれか。



- 1) き裂が短いため補修は行わず、き裂の進展を定期的に観察することとした。
- 2) TIG ドレッシングで疲労き裂を溶け込ませるとともに、止端部を滑らかにした。
- 3) 図(a)に示すように、き裂を含む垂直補剛材上端部の溶接をすべて除去し、垂直補剛材上端面およびフランジ下面をグラインダで滑らかに仕上げた。
- 4) 図(b)に示すように、き裂を含む範囲の溶接を除去し、完全溶け込み溶接で補修するとともに止端部にピーニング処理を行った。

正解：3) このような補修を行うと、主桁上フランジの首振り現象を助長し、主桁上フランジとウェブの隅肉溶接部に疲労損傷が発生することが懸念され適切とはいえない。

- (40) 塩害を受けたコンクリート構造物の補修工法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 電気防食工法は、鉄筋に直流電流を継続的に流して鉄筋の電位を制御する工法であり、外部電源方式と流電陽極方式がある。
- 2) 脱塩工法は、コンクリート表面に陽極材を設置し、陽極材と鉄筋の間に直流電流を流してコンクリート中の塩分を外へ取り出す工法である。
- 3) 断面修復工法は、塩化物イオンを含むコンクリートを撤去し、断面修復材を用いて修復する工法であり、マクロセル腐食が生じないように留意する必要がある。
- 4) 表面被覆工法は、コンクリート表面を被覆材でコーティングする工法であり、鉄筋位置の塩化物イオン濃度に関わらず適用することができる。

正解：4) 表面被覆工法は、コンクリート内部への鉄筋腐食要因の侵入を抑制して耐久性を向上させる工法である。そのため、鉄筋位置の塩化物イオン濃度が高い場合は、塩化物イオンを除去してから適用する必要がある、そのまま適用することは不適切である。

(41) 既設鋼部材への補強部材の取り付けに関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 火花試験により既設鋼部材が錬鉄であることが判明したため、引張強度を確認した上で、溶接で取り付けた。
- 2) 補強対象構造物の製作年代から既設鋼部材の溶接性が低いことが予想されたため、補強部材を耐疲労鋼とし、溶接で取り付けた。
- 3) 構造上の制約から高力ボルトで取り付けられなかったため、既設鋼部材の溶接性、作用応力、継手の疲労強度、作業環境を確認した上で、溶接で取り付けた。
- 4) 補強部材を溶接で取り付けることとしたが、組立溶接は高温割れが生じやすいため、予熱温度を本溶接より低くした。

正解：3)

- 1) 錬鉄は、ほぼ純鉄に近い成分であるが、多量の P (0.5%) を含み伸びが著しく低く、溶接には適さない。
- 2) 既設鋼部材の溶接性が低い場合の取り付け方法は、高力ボルト等の溶接以外の取り付け方法を行うのが基本である。
- 3) 適切な記述である。
- 4) 組立溶接では溶接量が少なく溶接割れが生じやすいため、予熱温度は本溶接より高温の予熱を行うなどの配慮が必要である。

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

- 1) 腐食程度が低い場合は、再塗装や金属溶射などを施工するが多い。
- 2) 当て板を取り付ける場合、材間を密閉し、水分・腐食因子の侵入を防止できることから、ボルト接合より溶接接合の使用が望ましい。
- 3) 腐食が進行しており応力的に問題となる場合は、部材の交換または追加を行うことが多い。
- 4) 再塗装を行う場合、素地調整が適切に行われなかったり付着塩分の除去が不十分であったりすると、早期にさびが再発する可能性が高い。

正解：2) 腐食部への溶接は、母材の表面状態が不均一で不明な場合が多いため、溶接品質を確保することが難しい場合が多く、極力避けることが望ましい。

(43) 道路橋示方書の変遷に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 昭和 39 年の新潟地震の後、落橋防止対策の規定が導入された。
- 2) 昭和 53 年の宮城県沖地震の後、液状化に対する設計法が導入された。
- 3) 平成 7 年の兵庫県南部地震の後、内陸直下型の設計地震力が導入された。
- 4) 平成 23 年の東北地方太平洋沖地震の後、東海地震等のプレート境界型の大規模地震を考慮するため、レベル 2 地震動(タイプ 1)が見直された。

正解：2) 昭和 39 年の新潟地震の被害を踏まえ、落橋防止対策および液状化に対する設計法が、昭和 47 年の道路橋耐震設計指針・同解説で導入された。

(44) 閉断面縦リブを用いた鋼床版橋の舗装に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 主桁ウェブ直上に橋軸方向のひび割れが発生している場合は、主桁ウェブ直上のデッキプレートに貫通き裂が発生していることがある。
- 2) 大型車の車輪の通過位置に橋軸方向のひび割れが発生している場合は、デッキプレートと縦リブの溶接部に貫通き裂が発生していることがある。
- 3) 主桁ウェブ近傍に蜘蛛の巣状のひび割れが発生している場合は、垂直補剛材直上のデッキプレートに貫通き裂が発生していることがある。
- 4) 大型車の車輪の通過位置に蜘蛛の巣状のひび割れが発生している場合は、デッキプレートに貫通き裂が発生していることがある。

正解：1) 主桁ウェブ直上の橋軸方向の舗装ひび割れは、主桁ウェブと縦リブとの間隔、縦リブの支間長および剛性に起因する鋼床版のたわみやすさの急変に起因するものであり、主桁ウェブ直上のデッキプレートに貫通き裂が発生した事例は報告されていない。

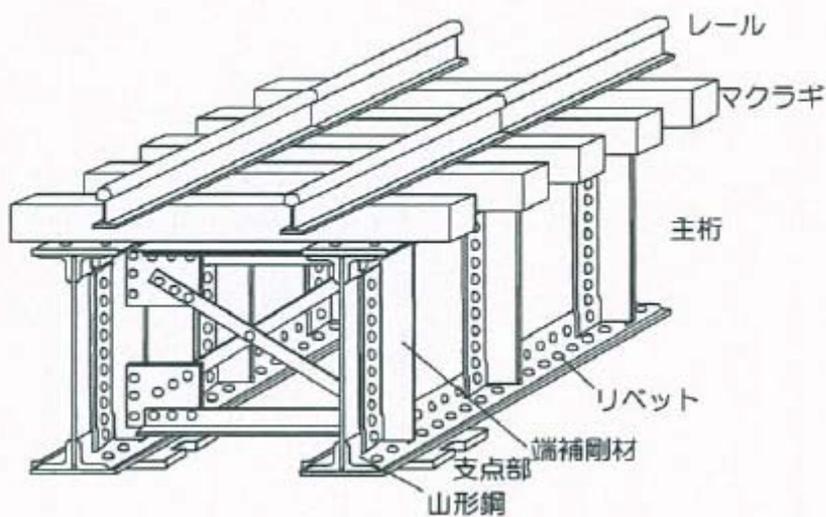
(45) 下の写真に示す上路プレートガーダー形式の鋼鉄道橋の垂直補剛材上端に発生したき裂に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。



- 1) マクラギを介してフランジを曲げる力が補剛材上端に作用するために生じる。
- 2) レール継目等によりマクラギがたたかれる近傍で生じやすい。
- 3) き裂は溶接の止端部から発生し、ルート部から発生することはない。
- 4) き裂を放置するとフランジに進展する場合がある。

正解：3) き裂は溶接の止端部から発生するものと、溶接のルート部から発生するものの2つに大別できる。

(46) 下図に示す構造形式の鉄道橋の定期点検時の着目点として、不適当なものはどれか。



- 1) 主桁上フランシの腐食
- 2) 主桁端補剛材上端の疲労き裂
- 3) 支点部の山形鋼の疲労き裂
- 4) リベットの緩み

正解：2) 図示された鉄道橋は、溶接構造ではなく、リベット構造の鉄道橋である。主桁端補剛材上端の疲労き裂が発生する橋梁構造は、溶接構造であり、リベット構造ではこの部位に疲労き裂は発生しないと考えられる。

(47) 港湾鋼構造物の点検に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 栈橋式係船岸の場合、鋼材肉厚測定の対象箇所としては、曲げモーメントが最大となる海底面付近を選定するのがよい。
- 2) 矢板式係船岸の場合、鋼材肉厚測定の対象箇所としては、曲げモーメントが最大となるタイロッドと海底面の間接点付近を選定するのがよい。
- 3) 栈橋式係船岸のコンクリート上部工は、維持管理上の問題が多発する部位である。
- 4) ペトロラタム被覆では、一般的に保護カバーの健全度および空隙の有無を調査すればよい。

正解：1) 栈橋式係船岸の構造では、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。

(48) 港湾鋼構造物の腐食に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 平均満潮面の直下付近では、マクロセルの形成による集中腐食を生じやすい。
- 2) 鋼管杭の内面は酸素の供給がなく、鋼材の腐食速度が小さいため、腐食に対する配慮は通常しなくてよい。
- 3) 干満帯では、潮汐の作用により乾湿が繰り返されるので、鋼材の腐食速度が最も大きい。
- 4) 飛沫帯では、鋼材表面に薄い水膜が形成されるため、鋼材の腐食速度は小さい。

正解：2)

- 1) 平均干潮面の直下付近では、マクロセルの形成による集中腐食を生じやすい。
- 2) 適切な記述である。
- 3) 鋼材の腐食速度が最も大きい箇所は、飛沫帯である。
- 4) 飛沫帯では、鋼材表面に酸素を含む薄い水膜が形成され、鋼材の腐食速度は最も大きい。

(49) 内圧 p によって生じる鉄管の円周方向応力 σ_h の計算式として、適当なものはどれか。

なお、 D ：鉄管の内径、 R ：鉄管の半径、 t ：鉄管の板厚である。

1) $\sigma_h = \frac{p \cdot t}{2D}$

2) $\sigma_h = \frac{p \cdot t}{2R}$

3) $\sigma_h = \frac{p \cdot R}{2t}$

4) $\sigma_h = \frac{p \cdot D}{2t}$

正解：4)

(50) 水圧鉄管の振動に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 振動変位の判定には、片振幅 $\delta \leq D/2000$ (D は鉄管内径) が用いられる。
- 2) 最大の振動は、水車の最大運転出力時に生じるとは限らない。
- 3) 顕著な振動に対しては、補剛材により固有振動数を低減する対策をとる場合がある。
- 4) 水圧鉄管の振動には、梁振動と断面変形振動がある。

正解：3) 顕著な振動に対しては、補剛材により固有振動数を高める対策をとる場合がある。