令和元年度　土木鋼構造診断士・診断士補　択一問題解答（案）

この資料は。令和元年10月に実施された『令和元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。

令和２年2月25日

岐阜大学工学部社会基盤工学科
羽田野英明
h_hatano@gifu-u.ac.jp

修正履歴

・
・
・

令和元年度　択一式問題

(1) 次に示す鋼構造物と使用鋼材のうち，不適当なものはどれか。

1)	アイアンブリッジ	鋳鉄
2)	蹴上発電所水圧鉄管（建設当初）	錬鉄
3)	永代橋	デュコール鋼
4)	明石海峡大橋	橋梁用高性能鋼（SBHS）

正解：4）

1) アイアンブリッジは､1779 年に建築されたセヴァーン川に架けられた全長約 60m の橋で世界初の鋳鉄製のアーチ橋である。
2) 蹴上発電所は，1890 年（明治 23 年）に通水を開始した琵琶湖疏水第 1 疏水に関連して、1891 年（明治 24 年）6 月から運転を開始している。その水圧鉄管は錬鉄製鋲接管で建設されたといわれている。
3) 永代橋のアーチのタイ材にはアイバ―が用いられており，その材質はデュコール鋼である。デュコール鋼は，大正 11 年(1921)にイギリス海軍が開発した低炭素マンガン鋼の軍艦用鋼材である。
4) 橋梁用高性能鋼（SBHS）は 2005 年に BHS として規格化された鋼材であり，1996 年（平成 8 年）9 月に上部工が完成した明石海峡大橋では，使用されていない。

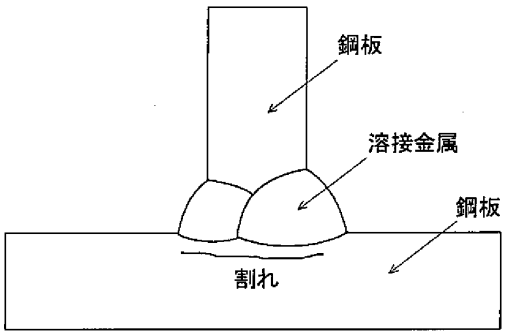
(2) 鋼種がわからない鋼構造物の補修に関する次の記述のうち，不適能なものはどれか。

1) P，S の含有量に基づき，溶接補修可能と判断した。
2) 引張試験に基づき，鋼材の強度を評価した。
3) 成分分析に基づき，鋼材の種類を推定した。
4) シャルピー衝撃試験に基づき，鋼材の靭性を評価した。

正解：1）

溶接補修の判断には，炭素当量 C_{eq}，溶接割れ感受性組成 P_{CM} を適用する。溶接構造用鋼材（SM 材）の JIS 規定値では，炭素当量 C_{eq} が 0.38~0.47%以下，溶接割れ感受性組成 P_{CM} が，0.24~0.30%以下となっており，溶接補修性の判断として参考となる。

(3) 下図に示すような T 形継手部に発生する割れを防ぐことを主目的に開発された高性能鋼として，適当なものは次のうちどれか。



1) 予熱低減鋼
2) 耐ラメラテア鋼
3) 耐候性鋼
4) 耐疲労鋼

正解：2)

複雑な構造物では，板厚方向に引張応力が作用する溶接継手部などでは，図に示すような板表面に平行の割れが発生することがあり，これをラメラティアという。耐ラメラティア鋼は，板厚方向引張試験の破断後の絞り値，すなわち断面収縮率(RAZ)でその特性を規定している。

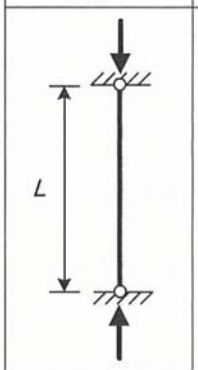
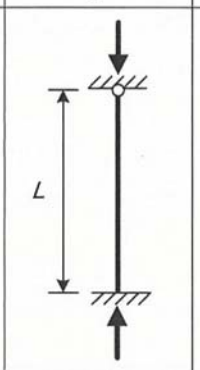
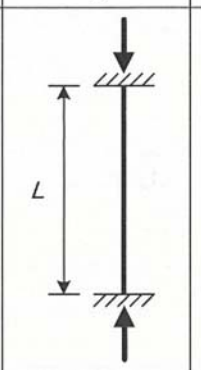
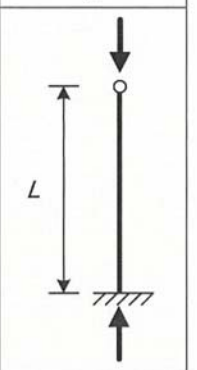
(4) 鋼材の材料試験に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

1) JIS 規格による引張試験では，板厚により異なる形状の試験片を用いる。
2) シャルピー衝撃試験により，遷移温度を求めることができる。
3) JIS 規格による曲げ試験では，裂け傷等の欠陥が生じる曲げ角度を測定する。
4) ビッカース硬さから，引張強さを推定することができる。

正解：3)

JIS 規格による曲げ試験では，試験片を規定の曲げ半径で規定の角度になるまで曲げて，わん曲部の外側の裂け傷，その他の欠陥の有無を調べるものである。裂け傷等の欠陥が生じる曲げ角度についての測定は規定されていない。

(5) 下図に示す柱部材について，柱の長さ L に対して有効座屈長 L_k が $L_k = kL$ と表されるとき，係数 k の理論値の組み合わせとして適当なものは次のうちどれか。

		A	B	C	D
					
支持条件	上端	水平変位固定 回転自由	水平変位固定 回転自由	水平変位固定 回転固定	水平変位自由 回転自由
	下端	水平変位固定 回転自由	水平変位固定 回転固定	水平変位固定 回転固定	水平変位固定 回転固定

	A	B	C	D
1）	1.0	2.0	0.5	0.7
2）	0.7	0.5	0.25	1.0
3）	0.25	0.5	0.7	1.0
4）	1.0	0.7	0.5	2.0

正解：4)

道路橋示方書・同解説（Ⅱ 鋼橋・鋼部材編，平成 29 年 11 月）の解説に示される有効座屈長の考え方を以下に示す。

表-解 5.4.1　柱の有効座屈長　　L：部材長(mm)

	1	2	3	4	5	6
座屈形が点線のような場合						
β の理論値	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
β の推奨値	0.65	0.8	1.2	1.0	2.1	2.0

材端条件	回転に対して	水平変位に対して
	固定	固定
	自由	固定
	固定	自由
	自由	自由

(6) 構造用圧延鋼材の規格に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

1) SS 材の化学成分は，P 量と S 量のみが規定されている。
2) SM490 材の 490 とは，降伏点または耐力の規格下限値を意味する。
3) SM400A 材は，B，C 材と異なりシャルピー吸収エネルギーの規格値がない。
4) SM 材の化学成分の規格値は，板厚によって異なる。

正解：2)

SM490 材の 490 とは，引張強さの規格（490~610N/mm²）の下限値を意味する。降伏点は，板厚によって異なり，板厚 16mm 以下では 325N/mm² 以上と規定されている。

(7) 金属溶射に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

1) 電気化学的に卑な電位を示す金属を，物理的に付着させる防食方法である。
2) 金属溶射に加えて，表面に塗装を行う場合がある。
3) 被溶射物への熱影響が大きく，熱によるひずみが生じやすい。
4) 環境遮断効果による防食作用と電気化学的防食作用を有する。

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。

(8) 溶接前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) 溶接割れ感受性組成（P_{CM}）が低いほど，予熱温度を大きくする必要がある。
2) 予熱は，低温割れを防止する効果がある。
3) 予熱温度は，板厚により変える必要がある。
4) 予熱温度の低減あるいは予熱の省略が可能な鋼材がある。

正解：1)

溶接割れ感受性組成（PCM）が高いほど，予熱温度を大きくする必要がある。

(9) 高力ボルト摩擦接合に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

1) 耐力算定時のすべり係数は，接合面の処理方法に応じて適切な値を採用する。
2) 1 ボルト線上に並ぶボルト本数が多くなるほど，ボルトに作用する力は均等になる。
3) 高力ボルト締め付け時の材間圧縮力による摩擦抵抗で応力を伝達する。
4) 高い強度の高カボルトについては，耐遅れ破壊性能が特に重要である。

正解：2)

1 ボルト線上に並ぶボルト本数が多くなり，多列配置となるとボルトに作用する力は不均等になり，所用の耐荷力が確保されないおそれがある。

(10) 塗装に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

1) 無機ジンクリッチペイントは，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，塗替え塗装に適用される。
2) 重防食塗装系には，厚膜形無機ジンクリッチペイント，エポキシ樹脂塗料下塗，ふっ素樹脂塗料上塗を組み合わせたものがある。
3) 環境への配慮から，揮発性有機化合物などを低減した塗料が開発され，適用も増えつつある。
4) 塗料の組み合わせが適切でないと，塗膜間で密着不良が生じる場合や下層の塗膜が膨潤してしわになる場合がある。

正解：1)

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ので，動力工具で素地調整を行った鋼材面（２～３種ケレン）への塗布は不適切である。

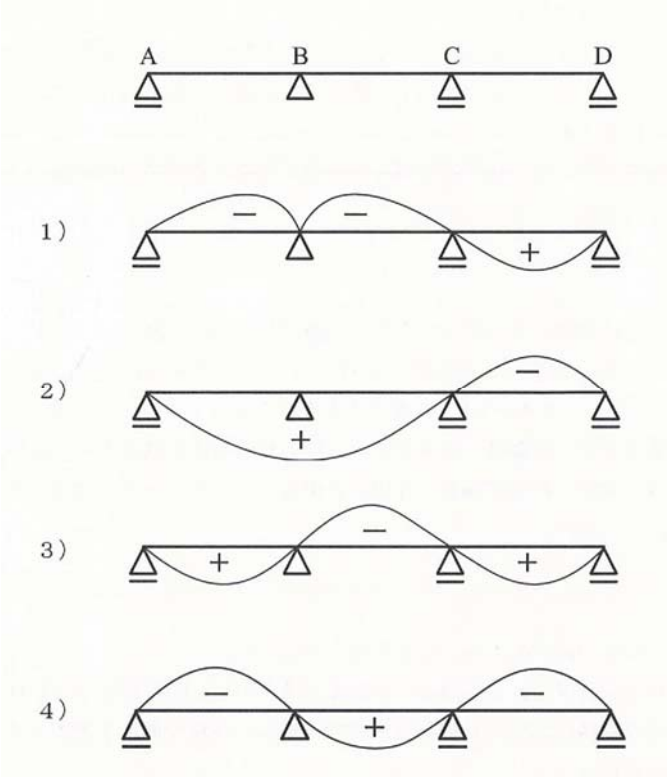
(11) 溶接欠陥に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

1) 高温割れは，溶接直後の高温時に，溶接部の収縮によって生じるものである。
2) 溶込み不良は，開先のルート面が未溶着のまま残ったものである。
3) ブローホールは，水素などのガスが溶着金属内に残存してできる空洞である。
4) アンダカットは，溶接ビードの止端に沿って生じた溶接割れである。

正解：4)

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。

(12) 下図に示す 3 径間連続梁において，支点 B 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，次のうちどれか。



正解：1)

(13) トルク係数 0.132，ボルトのねじ外径の基準寸法 24mm の高力六角ボルトを 800N･m のトルクで締め付けたときに生じるボルト軸力として，適当なものは次のうちどれか。

1)　約 25kN
2)　約 50kN
3)　約 250kN
4)　約 1,000kN

正解：3)

トルク係数 k，締付けトルク T（N･m），ボルトのねじ外径 d(mm)，ボルト軸力 N（N）には，以下のような関係がある。

$$k = \frac{T}{d \times N} \times 1000$$

この式からボルト軸力を算定する。

$$N = \frac{T}{k \times d} \times 1000 = \frac{800}{0.132 \times 24} \times 1000 = 252{,}525N = 253kN$$

(14) 溶接に関する次の記述のうち，適当なものはどれか。

1)　溶接部には，溶接線方向に圧縮の溶接残留応力が発生する。
2)　溶接残留応力は，静的な引張強度への影響は少ない。
3)　溶接時の拘束を大きくすると，溶接残留応力を低減できる。
4)　溶接入熱は，溶接電流，アーク電圧，溶接速度に比例して大きくなる。

正解：2)

1)　溶接部には，溶接線方向に引張の溶接残留応力が発生する。
2)　溶接部の引張残留応力は，疲労強度の低下につながる場合がある。しかし，残留応力は自己平衡しており，部材断面全体としては正負分配して相殺するため，薄板集成構造物の局部的な現象を問題にしなければ，一般的には静的な引張強度への影響は考えなくてよい。
3)　溶接時の拘束を大きくすると，溶接残留応力は大きくなる。
4)　溶接入熱は，溶接電流，アーク電圧に比例して大きくなるが，溶接速度に比例して小さくなる。溶接入熱 Q（J：ジュール/mm）と溶接電流 I（A：アンペア），v（溶接速度 mm/分），アーク電圧 E（V：ボルト）には，以下のような関係がある。

$$Q = \frac{E \cdot I}{v} \times 1000$$

(15) 高カ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)　トルシア形高力ボルトは，ボルト先端のピンテールと締付けレンチの摩擦力でナットの締付け力を管理する.
2)　トルシア形を除く摩擦接合に用いる高力ボルトのセットは，通常 A 種を用いる。
3)　リラクセーションは，高力ボルトに導入された軸力が締め付け後に時間の経過とともに低下する現象である。
4)　近年実施工におい，皿型高カボルトを支圧接合ではなく，摩擦接合として採用する事例も見られるようになってきた。

正解：1)

トルシア形高力ボルトは，ボルト先端のピンテール部分で締付けレンチの反力をとり，そのせん断強度でナットの締付力を管理する。

(16) 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) 水セメント比が小さいほど緻密になるため，コンクリートの強度，耐久性は向上する。
2) 早強ポルトランドセメントは，普通ポルトランドセメントの 7 日強度を 3 日で発現する。
3) 乾燥収縮に与える影響は，単位セメント量よりも単位水量の方が大きい。
4) 滞水環境において荷重が繰返し作用する場合，コンクリートの強度は低下するが，弾性係数は低下しない。

正解：4)

水中や滞水環境において荷重が繰返し作用するような構造物では，コンクリートの強度や弾性係数が低下することが知られている。代表的な事例としては，防水が不十分である道路橋の RC 床版において，乾燥状態での供用床版に比べて著しく早期に疲労破壊を生じることが知られている。原因として，水漏れによるマイクロクラック発生エネルギーの低下，コンクリート内部微細空隙の過剰間隙水圧の発生による損傷，等が挙げられている。

(17) 点検に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

1) 定期的な近接目視による点検は，道路橋では 2 年に 1 回の頻度で行われる。
2) 通常の定期点検における目視調査だけでは損傷の程度や原因を把握できない場合，詳細点検が行われる，
3) 構造物の初回点検は，初期の損傷を把握するため定期点検と同等の点検が行われる。
4) 日常点検は，第三者に対する安全確保を主な目的として，数日に 1 回程度の頻度で行われる。

正解：1)

定期的な近接目視による点検は，道路橋では 5 年に 1 回の頻度で行われる。

(18) 地震時の橋梁緊急点検における被災度評価で考慮する事項として，優先順位がもっとも低いものは次のうちどれか.

1) 橋梁上の車両走行の可否
2) 耐荷力への影響
3) 損傷に対する復旧のしやすさ
4) 防食性能への影響

正解：4)

道路震災対策便覧（震災復旧編，平成 18 年）では，応急点検として耐荷力に関する調査，層構成に関する調査，復旧性に関する調査を行い，被災度を評価するよう記述している。防食性能への影響は，経年劣化に関する事項であり，優先順位としては最も低いと考えられる。

(19) 高所作業における労働災害の防止に関する次の記述について，(A)から(C)に入る用語の組み合わせとして適当なものはどれか。

平成 30 年 6 月に労働安全衛生法施行令が改正され，あわせて関連する省令・告示等が改正された。この中で，安全帯の名称が（A）に改められ，（A）として（B）を使用することが原則となった。また，高さが 2m 以上で作業床を設けることが困難な箇所での（B）を用いた作業に対する（C）が，新たに義務化された。

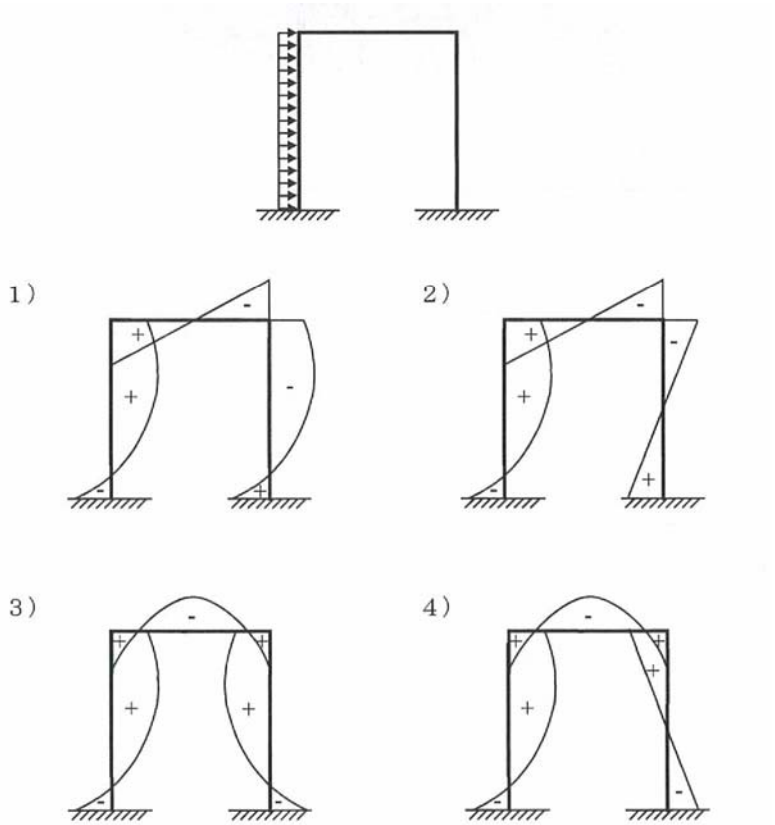
	(A)	(B)	(C)
1）	転落防止用器具	フルハーネス型	技能講習
2）	墜落制止用器具	フルハーネス型	特別教育
3）	墜落制止用器具	胴ベルト型	技能講習
4）	転落防止用器具	胴ベルト型	特別教育

正解：

労働安全衛生法（昭和 47 年法律第 57 号）第 42 条の対象となる機械等からいわゆる「U 字つり」の安全帯を除くため、労働安全衛生法施行令（昭和 47 年政令第 318 号）第 13 条第 3 項第 28 号の「安全帯（墜落による危険を防止するためのものに限る。)」を「墜落制止用器具」に改められた。

労働安全衛生法第 59 条第 3 項に基づき安全又は衛生のための特別の教育を行わなければならない危険又は有害な業務に、「高さが 2 メートル以上の箇所であって作業床を設けることが困難なところにおいて、墜落制止用器具のうちフルハーネス型のものを用いて行う作業に係る業務（ロープ高所作業に係る業務を除く)」が追加された。

(20) 下図のように下端が固定されたラーメン橋脚の片側の脚に等分布荷重が作用した場合の曲げモーメント図として，適当なものは次のうちどれか。



正解：2)

ラーメン橋脚の曲げモーメント図は，等分布荷重が作用する部材では２次曲線，集中荷重が作用する部材では荷重作用点で変化する直線形状，荷重が作用しない部材では変化点のない直線形状となる。

(21) 主応力の方向をひずみゲージ法によって求める場合，最低限必要となる１測定点あたりのひずみの測定方向の数として，適当なものは次のうちどれか。

1)　１方向
2)　２方向
3)　３方向
4)　６方向

正解：3)

主応力とその方向を求めるには，３軸ロゼットゲージが用いられる。

(22) 下の写真に示す桁端部の腐食調査に関する次の記述のうち，適当なものはどれか。

1) 部材の座屈を誘発するような部分的な腐食が進行していないかが重要となる。
2) ウェブ面の残存板厚をノギスで測定した。
3) 超音波厚さ計で残存板厚を測定する場合，さびや異物を除去する必要があるが，表面を仕上げる必要はない。
4) 桁端部の部分塗替に合わせて全面塗替の必要性を判断するため，腐食部でインピーダンス測定を行った。

正解：1)

2) 写真に示されるようなウェブ面の残存板厚は，構造的にノギス測定は不可能である。
3) 超音波厚さ計で残存板厚を測定する場合，さびや異物を除去し，測定面を平滑に仕上げる必要がある。
4) 塗膜の劣化度を調べるインピーダンス測定の箇所は，肉眼で見られるような，さび，ふくれ，割れ，はがれなど劣化の生じている箇所を避ける必要がある。

(23) コンクリートの調査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) アルカリシリカ反応が生じたコンクリートからコアを採取し，圧縮強度と静弾性係数を測定すると，圧縮強度と比較して静弾性係数の低下の割合が大きい。
2) コンクリートの中性化深さは，フェノールフタレイン溶液を噴霧した際の，コンクリ
3) ート表面から赤色に変色した位置までの深さである。
4) コンクリート中に含まれている塩化物イオン量は，電位差滴定法だけでなく，X 線透過試験によっても測定が可能である。
5) アスファルト橋面舗装のはく離は，電磁波レーダ法により検出が可能である。

正解：3)

コンクリート中に含まれている塩化物イオン量は電位差滴定法だけでなく，蛍光 X 線分析法によっても測定が可能である。

(24) 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。

1) 振動子には，水晶などの圧電材料が用いられる。
2) 試験体へ効率的に超音波を伝えるため，グリセリンなどの接触媒質が用いられる。
3) 金属材料の探傷には，1kHz～5kHz の超音波が用いられる。
4) 垂直探傷には縦波が，斜角探傷には横波が用いられる。

正解：3)

金属材料の超音波探傷には，1～5MHz の超音波が用いられる。

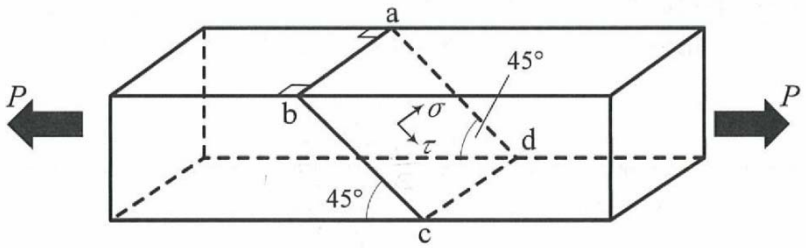
(25) 応力頻度測定に関する次の記述のうち，もっとも適当なものはどれか。

1) 構造物にとって標準的な応力状態を代表できる時期を選んで測定を行った。
2) ピークバレー法により応力波形から応力範囲頻度分布を求めた。
3) 静ひずみ測定器を用いて測定を行った。
4) き裂を跨いでひずみゲージを貼付して測定を行った。

正解：1)

2) ピークバレー法は発生応力の極大値と極小値の頻度を求めるものであり，応力波形から応力範囲頻度分布を求めるには，レインフロー法やレンジペア法が用いられる。
3) 応力頻度測定では応力波形を測定するため，動ひずみ測定を行う。
4) き裂を跨いで貼付けたひずみゲージでは，き裂幅の変動をひずみとして測定するため，応力を測定したことにはならない。

(26) 下図に示す引張力 P が作用する矩形断面の棒において，切断面 abcd に作用する垂直応力 σ ならびにせん断応力 τ の組み合わせとして適当なものは，次のうちどれか。ただし，棒の断面積は A とする。



	σ	τ
1)	$\frac{1}{\sqrt{2}}\frac{P}{A}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}\frac{P}{A}$
2)	$\frac{1}{\sqrt{2}}\frac{P}{A}$	$\frac{1}{2}\frac{P}{A}$
3)	$\frac{1}{2}\frac{P}{A}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}\frac{P}{A}$
4)	$\frac{1}{2}\frac{P}{A}$	$\frac{1}{2}\frac{P}{A}$

正解：1)

(27) 計測に関する次の a から d の記述のうち，適当なものの個数はどれか。

a. 0.01 秒間隔で収録した振動データは，100Hz まで周波数分析することができる。

b. 高い周波数のノイズが多かったので，ハイパスフィルターを設定した。

c. 波数解析における周波数分解能を大きくするために，計測時間を長くした。

d. 時刻歴波形のピーク値を取得するために，サンプリング間隔を小さくした。

1) 0 個

2) 1 個

3) 2 個

4) 3 個

正解：3)

a. 周波数成分をすべて正確にサンプリングするためには、最高周波数成分の 2 倍以上のサンプリング周波数が必要である。0.01 秒間隔で収録した振動データでは，50Hz 程度までの周波数分析となる。

b. 適切な記述である。

c. 波数解析における周波数分解能を大きくするために，サンプリング間隔を短くする必要がある。

d. 適切な記述である。

(28) 非破壊試験における安全管理に関する次の記述のうち，適当なものはどれか。

1) 試験範囲の塗膜除去は微量のため，鉛が含有していても鉛中毒予防規則は適用されない。

2) 浸透探傷試験で使う浸透液が有機溶剤であっても，使用量が微量のため有機溶剤中毒予防規則は適用されない。

3) 磁粉探傷試験で用いる紫外線照射灯の光は微量のため，火傷を起こすことはない。

4) 放射線透過試験は，エックス線作業主任者による管理指導の下で実施する。

正解：4)

1) 試験範囲の塗膜除去は微量であっても，鉛が含有している塗装の除去作業には鉛中毒予防規則は適用される。

2) 浸透探傷試験で使う浸透液が有機溶剤であり，使用量が微量であっても，作業者の保護を目的とした有機溶剤中毒予防規則は適用される。

3) 磁粉探傷試験で用いる紫外線照射灯の光（紫外線）を直接目や皮膚に長時間照射すると火傷を起こすことがあるので，直接当てることのないように注意が必要である。

(29) 鋼部材の腐食部の補修・補強に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

1) 断面の減少を伴う腐食が確認されたが，腐食程度が軽微だったので腐食環境を改善して再塗装した。
2) 腐食部への高力ボルトによる当て板補修の際，不陸があったため雨水が浸入しないよう当て板の周辺を溶接した。
3) トラス斜材の RC 床版埋込み部において腐食が確認されたため，床版を箱抜きして斜材と接触しないようにした。
4) 桁端部の支承直上に激しい腐食が確認されたため，腐食部を切断し新規部材を高力ボルトで取り付けた。

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，施工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。腐食した部分に凹凸があり所定の摩擦係数が確保できない場合は，凹凸を除去して所定の摩擦係数が確保できるように，接触面を不陸修正材等で処理する必要がある。

(30) 既設の鋼単純合成 I 桁橋から RC 床版を取り外した状態で鉛直荷重を受けるとき，想定される損傷形態として不適当なものは次のうちどれか,

1) 桁の横ねじれ座屈
2) 上フランジの局部座屈
3) 下フランジの引張破断
4) ウェブの座屈

正解：4)

1) 合成桁の場合，一般的には横倒れ座屈 [1]が懸念されるが，２主桁の場合には横ねじれ座屈 [2]も懸念される。
2) 上フランジの自由突出版の幅厚比が大きい場合は，局部座屈の発生も懸念される。ただし，既設の合成桁の施工時期には局部座屈が発生しない幅厚比での設計がなされており，局部座屈発生の可能性は低い。
3) 取り外した床版と同程度の断面力発生状況であれば，下フランジの引張破断は発生しないが，鉛直荷重の大きさによっては，引張破断も懸念される。
4) 合成桁のせん断力は，鋼桁ウェブでの負担する設計となっているが，鉛直荷重の大きさによっては，端支点近傍のウェブ座屈も懸念される。

この設問については，施工当時の示方書や主桁本数，鉛直荷重の大きさが示されていないため，不適当な事項を選定することは難しいと思われる。最近の床版撤去時のトラブル例では，主桁の横倒れ座屈の発生[1]が多いと思われる。

参考文献

1) 高木優任，江崎正浩，大坪恭：鋼橋の床版取替事例，第 19 回鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集 pp.93～105，土木学会，2016 年 8 月.
2) 尾下里治，水口知樹：鋼 I 桁橋の横ねじれ座屈に関する実用的設計法の提案，構造

工学論文集 Vol.53A pp.109～116，土木学会，2007 年 3 月.

3)

(31) 面外ガセット溶接部の疲労強度向上を目的に写真 A～C に示す仕上げを行った。適切な仕上げを行っているものはどれか。

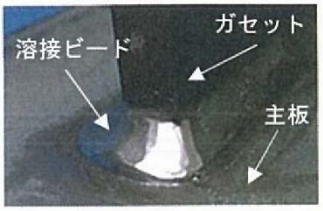


写真 A

写真 B

写真 C

1) 写真 A
2) 写真 B
3) 写真 C
4) いずれも適切である

正解：2)

この設問は，テキストの**写真 9.2.1** に関するものである。止端仕上げは，止端ラインを完全に除去するまで，仕上げるため，**写真-1** に示すように母材を削り込むことになる [3)]。そのような仕上げが行われているのは**写真 B** のみである。止端仕上げは，仕上げ形状を目標の曲率半径で滑らかな局面とする必要があり，原則としてバーグラインダーで行う。ディスクグラインダーは，目標の曲率半径の仕上げ形状とするには高い技量が必要であり，また，仕上げ跡には応力方向に直角な直線状の切削痕が残り，切削痕の深さによっては疲労強度に影響するため，止端仕上げには不適切である。以下の**写真-2** に，仕上げ工具の違いによる仕上げ外観を示す [3)]。

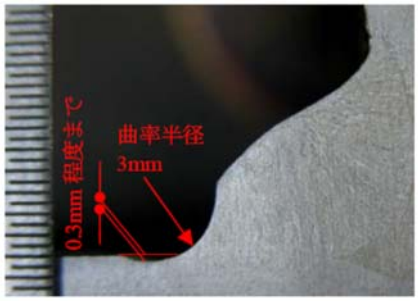
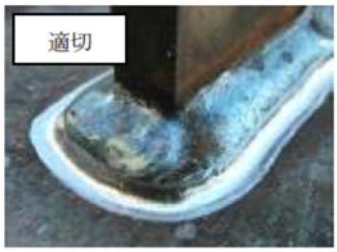
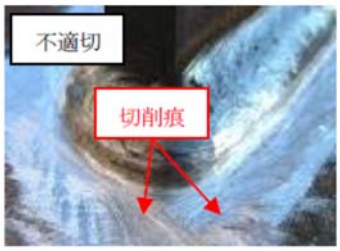


写真-1 止端仕上げの断面



a) バーグラインダー



b) ディスクグラインダー

写真-2 仕上げ工具の違いによる仕上げ外観

写真 A は止端部が未処理であり，**写真 C** は溶接止端が残存しており，いずれも不適切な仕上げ状態である。

参考文献

3) 製作小委員会溶接技術部会：鋼橋の耐久性向上にかかわる取組について（1）溶接部の止端仕上げ形状と仕上げ方法，日本橋梁建設協会，2013 年.

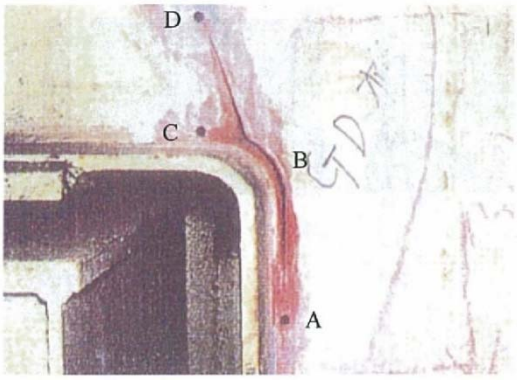
(32) 下の写真に示す鋼 I 桁の桁端部の腐食について，考えられる原因として不適当なものは次のうちどれか。

1) 伸縮装置からの漏水
2) 河川からの湿気のこもり
3) 潮風による飛来塩分の付着
4) 橋台コンクリートとの接触によるマクロセル腐食

正解：4)

鋼材とコンクリートの接触によるマクロセル腐食は，接触部近傍に局部的に発生するため，写真のような腐食とはならない。

(33) 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) き裂は下端(写真の A 部)から発生し，溶接に沿ってコーナー部(写真の B 部)まで進展した後に一部母材(写真の D 部)まで進展したものと考えられる。_
2) 割り込みフランジが設けられている場合は，き裂が発生しやすくなるため注意が必要である。
3) フランジとウェブの溶接が完全溶け込み溶接であった場合でも，き裂が発生する可能性はある。
4) き裂の先端の孔(写真の A,C,D)はストップホールと呼ばれ，き裂の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る。

正解：3)

1) き裂はコーナー部(写真の B 部)から発生し，溶接に沿って A 部及び C 部まで進展した後に，一部母材(写真の D 部)まで進展したものと考えられる。_
2) 割り込みフランジが設けられている場合は，き裂が発生しにくいため，近年の構造は割込み形式の切り欠きが一般的である。
3) コーナー部に生じる応力集中によって発生する損傷であり，フランジとウェブの溶接が完全溶け込み溶接であった場合でも，き裂が発生する可能性はある。
4) き裂の先端のストップホールは応急的な対策であり，恒久対策を行う必要がある。

(34) 鋼橋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) 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する現象である。
2) 局部腐食の速度は全面腐食に比べて著しく速く，断面欠損により安全性に影響を及ぼすことがある。
3) 耐候性鋼を用いた無塗装橋梁において，凍結防止剤の散布が保護性さびの生成に影響を与えることはない。
4) 異種金属接触腐食は，電位の異なる金属同士が接触し，そこに電解質溶液が存在すると起こる現象である。

正解：3)

耐候性鋼を用いた無塗装橋梁では，凍結防止剤の散布が保護性さびの生成に影響を与える。

(35) 鋼床版に生じた疲労き裂の写真 A，B に関する次の説明のうち，不適当なものはどれか。

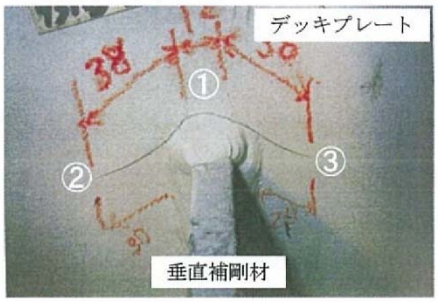


写真 A デッキプレートと
垂直補剛材の溶接部に生じたき裂

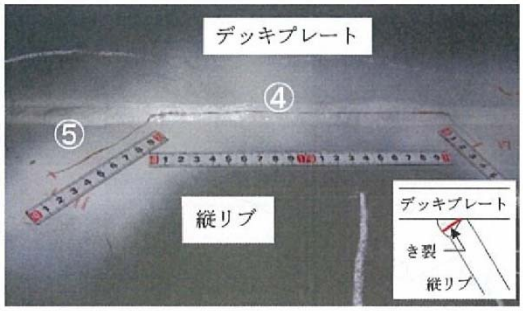


写真 B デッキプレートと
縦リブの溶接部に生じたき裂

1)　写真 A のき裂は，溶接止端部に発生したき裂と考えられる。
2)　写真 B のき裂は，溶接止端部に発生したき裂と考えられる。
3)　写真 A のき裂は，まわし溶接部①で発生し，②，③に進展したと考えられる。
4)　写真 B のき裂は，溶接部④で発生した後，⑤に進展したと考えられる。

正解：2)

写真 B のき裂は，デッキプレートと縦リブの溶接ルート部に発生したき裂が溶接ビードを貫通して進展し（④），縦リブ母材方向に進展した（⑤）ものである。

(36) 腐食に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

1)　伸縮装置からの雨水の漏水により，桁端部で腐食が発生する事例が多い。
2)　下路トラスの主構・横桁取合い部など，構造的に滞水・土砂堆積のしやすい部位で腐食が発生する事例が多い。
3)　箱桁内部は,雨水の浸入がない場合でも湿気のこもりや結露などにより著しい腐食が発生する事例が多い。
4)　塗膜厚が薄くなりやすいボルト継手部や部材の角部で,腐食が発生する事例が多い。

正解：3)

箱桁内部に雨水等の浸入があり，内部で滞水すると著しい腐食が発生する場合があるが，湿気のこもりや結露だけでは著しい腐食は発生しないと考えられる。

(37) 継手部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) リベットは，腐食により頭部が欠損していても，ゆるみが生じていなければ継手としての機能はほとんど低下しない。
2) 高力ボルトは，腐食によるボルト頭の減肉による軸力低下が原因でゆるみを生じることがある。
3) F11T 高力ボルトの遅れ破壊は，腐食環境の影響を受ける。
4) 主に曲げを受ける継手の高力ボルトの取り替えでは，圧縮側のボルトから取り替える。

正解：4)

主に曲げを受ける接手とは，桁や梁の腹板などが該当する。最初に，腹板中央のボルト列を取り替え，次に中央の列から上下の列へ交互に取り替える。

(38) 下図に示す溶接継手に，200 万回基本疲労強度の 2 倍である 200N/mm² の応力範囲が繰返し生じた時の設計疲労寿命として，適当なものは次のうちどれか。

1) 25 万回
2) 50 万回
3) 100 万回
4) 150 万回

正解：1)

疲労強度$\Delta\sigma$，繰返し数N，疲労寿命曲線（S-N 曲線）の傾きを表す定数m（直応力を受ける場合は$m=3$），疲労強度を決める定数Cには次のような関係がある。

$$C = \Delta\sigma^m \cdot N = 100^3 \times 2000000 = 2 \times 10^{12}$$

この関係から，$\Delta\sigma = 200\,N/mm^2$の場合の繰返し数 Nを求める。

$$N = \frac{c}{\Delta\sigma^m} = \frac{2 \times 10^{12}}{200^3} = 250{,}000$$

(39) 火災による鋼部材の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) 高力ボルトでは，受熱温度が 400℃を超えても冷却後における軸力の低下はない。
2) 非調質鋼では，受熱温度が 800℃を超えても冷却後における材質の変化はない。
3) 塗装塗膜の燃焼状態や燃焼色から，鋼部材の受熱温度を推定することはできない。
4) 変形した調質鋼を加熱矯正した後は，当て板など他の補修方法の併用が望ましい。

正解：4)

1) 高力ボルト(F10T)の加熱冷却後の降伏強度および引張強度 [4]は，400℃までは常温時（加熱前）と同等であるが，400℃を超えると著しく低下し，降伏強度は 700℃で常温の 40%程度に低下するので，軸力低下が発生する。
2) SS400 材や SM490 材の非調質鋼[4]では，加熱冷却後の降伏強度は，加熱温度が 700℃までであれば常温時（加熱前）とほぼ同等であるが，加熱温度が 800℃を超えると常温時（加熱前）の 90%程度となるため，材質は変化する。
3) 火災時の鋼部材の受熱温度は，塗装塗膜の燃焼状態や燃焼色から推定する場合が多い。
4) 変形した調質鋼を加熱矯正した場合，母材の機械的性質が損なわれることが考えられるので，当て板などの他の補修方法を併用することが適切である。

参考文献

4) 土木学会鋼構造委員会火災を受けた鋼橋の診断補修技術に関する研究小委員会：火災を受けた鋼橋の診断補修ガイドライン，土木学会鋼構造シリーズ 24，2015 年.

(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，不適当なものはどれか。

1) 断面修復工法を適用する際は，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。
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) RC 床版下面への炭素繊維シート接着工法は，床版の耐荷力向上に寄与する。
4) RC 床版を増厚させる工法は，床版の上面，下面のいずれからでも適用可能である。

正解：2)

電気防食工法は，干満帯部を含む大気中にある構造物に適用可能である。

(41) 道路橋の支承に関する次の記述のうち，不適当なものはどれか。

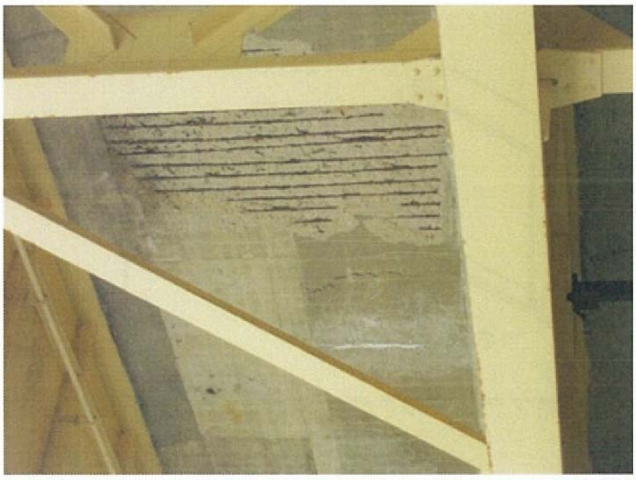
1) 支承板支承は，ソールプレートとベースプレートを面で接触させた支承である。
2) 兵庫県南部地震以降，ゴムを主体とした支承が多く採用されている。
3) 線支承の回転機能は一方向のみのため，曲線橋には使用されない。
4) 上部構造の下部構造からの浮き上がり防止，橋軸直角方向へのずれ止め機能も有する.

正解：1)

支承板支承は，ソールプレートと接合した上沓と，沓座に固定された下沓を，ベアリン

グプレート（BP-A 支承）あるいはゴムプレートとテフロン板等（BP-B 支承）で接触させた支承である。

(42) 下の写真に示す道路橋 RC 床版の下面に生じた損傷の原因として，適当なものは次のうちどれか。



1) 腐食に伴う鉄筋の膨張
2) アルカリシリカ反応
3) 輪荷重の繰返しによる疲労
4) 中性化による砂利化

正解：1)

アルカリシリカ反応による亀甲状のひび割れや，輪荷重による格子状のひび割れも見られず，下面側主鉄筋の被りコンクリートが剥落し，腐食した主鉄筋が露出した状況である。損傷原因は，主鉄筋が腐食して膨張することにより，主鉄筋の被りコンクリートが剥落したものと考えられる。

(43) 鋼道路橋の疲労き裂の説明として，不適当なものは次のうちどれか。

1) 腐食などにより支承部の機能が低下すると，ソールプレート前面溶接部に疲労き裂が発生することがある，
2) 主桁下フランジの突合せ溶接部の疲労き裂は，落橋に至る可能性もある重大な損傷であるが発生事例は少ない。
3) 開断面縦リブを有する鋼床版においては，縦リブと横リブの交差部で疲労き裂が発生する事例が報告されている。
4) 主桁と横桁との取合い部では，横桁の剛性が高いため疲労き裂の発生事例は少ない。

正解：4)

横桁の剛性は主桁の剛性に比べて低く，横桁で連結された主桁相互の活荷重たわみ差による変形に起因して，主桁と横桁の取合い部では疲労損傷が発生しやすい。

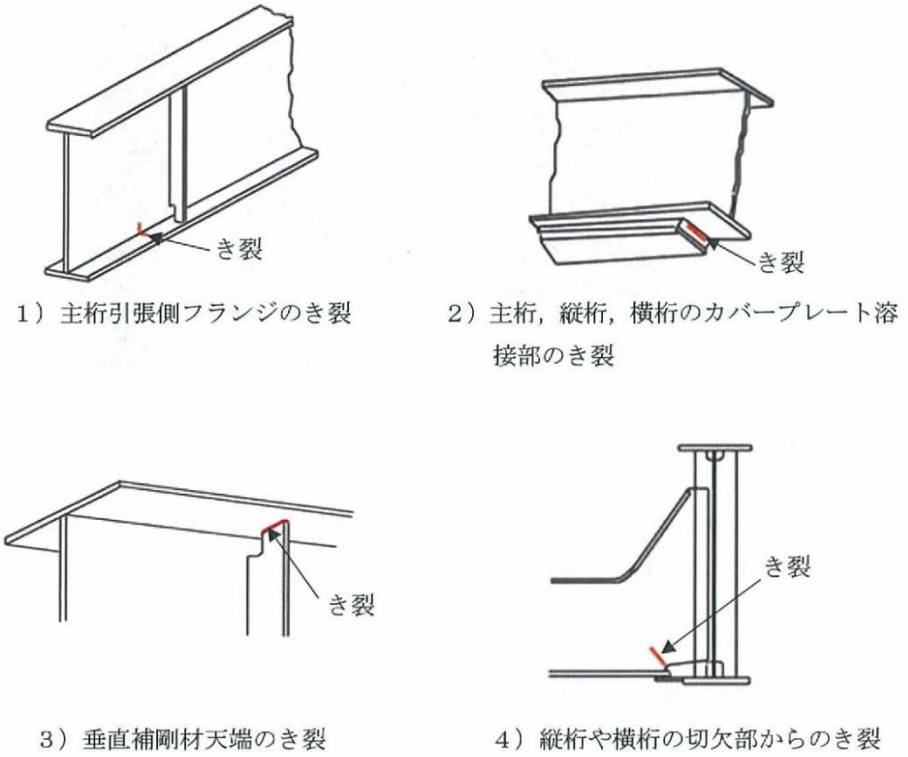
(44) コンクリート道路橋の点検における主な着目箇所と着目ポイントに関する次の組み合わせのうち，不適当なものはどれか。

1) 桁支間中央部：曲げモーメントにより大きな応力が発生する部位で，損傷すると耐荷力への致命的な影響が懸念される。
2) 桁中間支点部：桁端部と比較して発生する応力が小さく，ひびわれは生じにくい。
3) 打継部：打継部でひびわれが生じて，連続性や一体性が損なわれていることがある。
4) ゲルバー掛け違い部：主桁断面が急激に変化するため，応力集中によりひびわれが生じやすい。

正解：2)

桁中間支点部には，桁端部に比較して発生する応力が大きく，主桁上フランジやウェブ付近に斜め方向ひび割れが発生しやすい。

(45) 鋼鉄道橋で発生する可能性のある疲労き裂のうち，対策の優先順位がもっとも低いものは次のうちどれか。



1）主桁引張側フランジのき裂　2）主桁，縦桁，横桁のカバープレート溶接部のき裂

3）垂直補剛材天端のき裂　4）縦桁や横桁の切欠部からのき裂

正解：3)

3)以外の疲労き裂は，耐荷力にすぐに影響するき裂であり，対策の優先順位が高い。3)のき裂は桁の耐荷力や耐久性にすぐに影響するわけではないが，フランジや腹板に伝達したり，天端の溶接が全周にわたって破断した後に腹板のスカーラップ部にき裂が発生したりすることがあるので，なるべく早い段階で補修するのが良い。

(46) 鋼鉄道橋の変状の特徴に関する次の記述のうち，適当なものはどれか。

1) リベット構造の桁では，疲労き裂が生じない。
2) 軌道を支持する部材のレール継目近傍では，疲労き裂が生じやすい。
3) まくら木を支持する上フランジのまくら木直下では，腐食が生じにくい。
4) 開床式構造の桁では，桁端部の腐食は生じにくい。

正解：4)

1) 溶接部を起点として発生する疲労き裂については，リベット構造の桁では発生しにくいが，溶接部以外で構造的に応力集中が発生しやすい部位には疲労き裂が発生する。
2) 適切な記述である。
3) マクラギを支持する上フランジのマクラギ直下は，滞水しやすいため腐食が生じやすい。さらに，マクラギがあることでにより塗装ができないため，いったん腐食してしまうと，その部分の素地調整が十分できないまま塗装されてしまうことが多く，断面欠損に至ることがある。
4) 開床式構造の桁であっても，桁端部はごみや水が溜まりやすいので，桁端部の腐食は発生しやすい。

(47) 港湾鋼構造物の電気防食に関する次の記述について，(A)～(C)に当てはまる語句の組み合わせとして適当なものはどれか。

港湾鋼構造物に適用される電気防食は（A）方式が一般的である。防食状態の点検時には，電圧計と照合電極を用いて，（B）電位を測定する。この測定値が海水塩化銀電極基準で（C）mV よりも小さいと，防食状態にあると判定できる。

	(A)	(B)	(C)
1）	外部電源	鋼材	-800
2）	流電陽極	防食	-700
3）	外部電源	防食	-700
4）	流電陽極	鋼材	-800

正解：4)

(48) 港湾構造物の点検・診断に関する次の a から d の記述のうち，適当なものの個数はどれか。

a. 桟橋式係船岸，矢板式係船岸の場合のいずれも，M.S.L.(平均海水面)付近に集中腐食が生じやすいため，この部分を点検の着目点とする。
b. 矢板式係船岸のコンクリート上部工は，塩害が生じやすく，維持管理上の問題が多発する部位である。
c. 矢板式係船岸の場合，鋼矢板に発生する曲げモーメントは一般にタイロッドと海底面の中間点付近で最大となるので，この部分を点検の着目点とする。
d. 桟橋式係船岸の場合，鋼管杭に発生する曲げモーメントは上部工との接合部付近で最大となるので，この部分を点検の着目点とする。

1)　1 個
2)　2 個
3)　3 個
4)　4 個

正解：2)

a. 港湾構造物の腐食速度が最も大きい部位は，飛沫帯であり M.S.L.(平均海水面)の上方で集中腐食が生じやすいため，この部分を点検の着目点とする。
b. 矢板式係船岸のコンクリート上部工は，これまでの実績ではこれらの箇所が維持管理上に問題になったことは少ない。
c. 適切な記述である。
d. 適切な記述である。

(49) ダムゲートの劣化変状に関する次の記述のうち，適当なものはどれか。

1)　腐食速度は，0.2mm/年から 0.3mm/年程度である。
2)　自励振動は，大開度での放流時に生じやすい。
3)　開閉支障は，摺動部の摩耗が原因で生じやすい。
4)　水密部からの漏水は，戸当り金物の摩耗が原因で生じやすい。

正解：3)

1)　腐食速度は，0.02mm/年から 0.03mm/年程度である。
2)　自励振動は，特定の開度（一般には微小開度）での放流時に生じやすい。
3)　適切な記述である。
4)　水密部からの漏水は，水密ゴムの摩耗が原因で生じやすい。

(50) 水圧鉄管の円周方向応力の算出に必要のないものは，次のうちどれか。

1) 鉄管の板厚

2) 鋼材の弾性係数

3) 鉄管の内径

4) 内圧

正解：2)

水圧鉄管の内圧による円周方向応力σ_hは，以下の計算式で求められる。

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

ここで，p：内圧，D：鉄管の内径，t：鉄管の板厚である。

よって，鋼材の弾性係数は，円周方向応力の算出には必要ない。

（以上）