

令和4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4年10月に実施された『令和4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4年12月16日（第1版）

令和4年12月28日（第2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

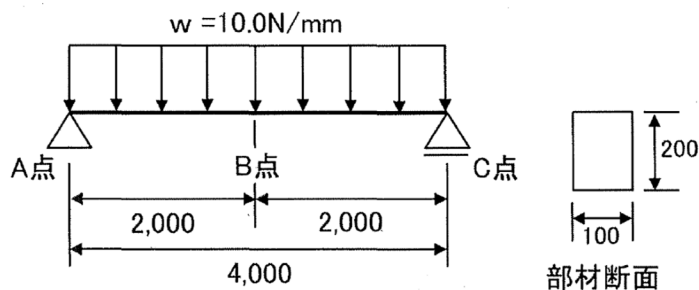
- ・
- ・
- ・

(1) 次に示す構造物の重大事故と、関わりの深い事象の組み合わせとして、適当なものはどれか。

	韓国・聖水大橋の落橋事故	米国・タコマ・ナロウズ橋の落橋事故	中央自動車道・笹子トンネルの天井板崩落事故	国道23号・木曾川大橋のトラス斜材破断事故
1)	構造物のリダンダンシー	長大橋の耐風安定性	溶接品質と疲労損傷	5年に一度の近接目視点検の義務化
2)	溶接品質と疲労損傷	長大橋の耐風安定性	5年に一度の近接目視点検の義務化	構造物のリダンダンシー
3)	溶接品質と疲労損傷	5年に一度の近接目視点検の義務化	構造物のリダンダンシー	長大橋の耐風安定性
4)	長大橋の耐風安定性	構造物のリダンダンシー	5年に一度の近接目視点検の義務化	溶接品質と疲労損傷

正解：2)

(2) 下図に示す等分布荷重を受ける単純梁に部材断面 100mm×200mm を用いた場合、B 点に生じる最大曲げ応力度として、適当なものはどれか。ただし、部材断面は一様とし、自重は無視するものとする。



(寸法単位: mm)

- 1) 16 N/mm²
- 2) 20 N/mm²
- 3) 30 N/mm²
- 4) 32 N/mm²

正解：3)

支間中央部の曲げモーメント

$$M = \frac{wl^2}{8} = \frac{10 \times 4000^2}{8} = 20,000,000 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

部材の断面係数

$$Z = \frac{1}{6}bh^2 = \frac{1}{6} \times 100 \times 200^2 = 666,667 \text{ mm}^3$$

最大曲げ応力度

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{20,000,000}{666,667} = 30 \text{ N/mm}^2$$

(3) 鋼材に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) SS 材は、溶接を前提としている。
- 2) SM 材は、JIS で C 量が 0.3%以上と規定されている。
- 3) SMA 材は、P の含有量を多くすることにより、耐候性ととも溶接性も向上させている。
- 4) ステンレス鋼は、Cr や Ni を含有させた合金鋼であり、耐食性に優れている。

正解：4)

- 1) SS 材は溶接を前提としておらず、溶接に関する炭素当量 C_{eq} や溶接割れ感受性組成 P_{CM} の規格値が規定されていない。
- 2) SM 材は、種類によって JIS で C 量が 0.18~0.25%以下と規定されている。
- 3) SMA 材は SM 材に対して、Cu と Cr の含有量を多くすることにより、耐候性ととも溶接性も向上させている。
- 4) 正しい記載である。

(4) 鋼材の変遷に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 1952 年に SM 材が JIS で制定され、溶接構造物に一般的に使用されるようになった。
- 2) 錬鉄は鋼より炭素含有量が大きいため、現行の SM490 材より引張強度が高い。
- 3) 初期の鋼橋にはベッセマー鋼が採用されており、そのほとんどは現行の SM490 材と同程度の引張強度を有する。
- 4) 1925 年に SS39 材が JIS で制定され、その成分規定は現行の SS400 材と同じである。

正解：1)

- 1) 適切な記載である。
- 2) 錬鉄の炭素含有量は 0.1%以下であり、鋼の炭素含有量は 0.3~2%程度である。そのため、錬鉄の引張強度は、現行の 41 キロ材より低い。
- 3) 初期の鋼橋にはベッセマー鋼が採用されており、強度は現行の鋼材と変わらないものもある。しかし、ベッセマー鋼はばらつきが大きく、錬鉄と同程度（41 キロ鋼の 70~80%）と考えたほうがよい。
- 4) 1925 年に SS39 材が JES 第 20 号「構造（橋梁建築その他）用圧延鋼材」として規定された。不純物である S は 0.06 以下、P は平炉では 0.08 以下、転炉では 0.12 以下とされ、現行に比べると規制がゆるい。

(5) 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) 橋梁用高降伏点鋼は、溶接割れ感受性組成を低くして、溶接性の向上が図られている。
- 2) 高靱性鋼は、小さい曲げ半径でも冷間で加工が可能な鋼材で、高い靱性を有する。
- 3) クラッド鋼は、高い耐食性を付与する等の目的で、二種類の性質の異なる金属を圧着させた鋼材である。
- 4) 非磁性鋼は、部材形状に合わせて鋳込んで作られたもので、高い耐疲労性を有する。

正解：4)

非磁性鋼は、磁石の影響を受けない構造用鋼材の総称である。ニッケル-クロム系ステンレス鋼（18-8 ステンレス鋼）や高マンガン鋼が開発されている。これらの鋼材は低温域でも靱性があり、さらに溶接性・被切削性も優れている極低温用鋼でもある場合が多い。

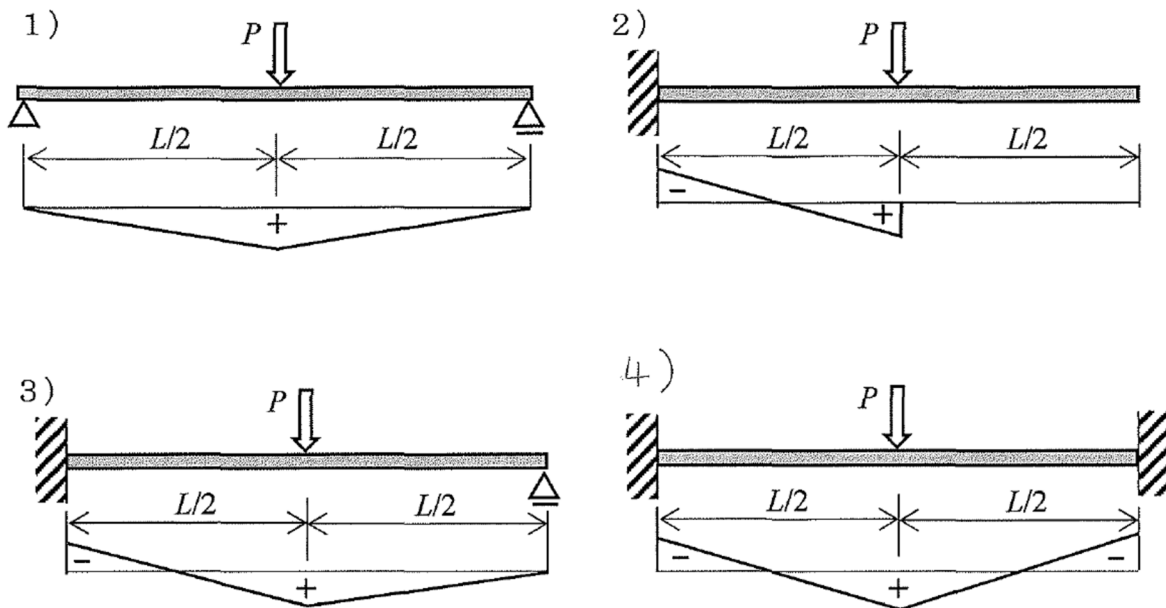
(6) JIS に示される鋼材の引張試験に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) SM 材の引張試験では板厚により 5 号試験片、1A 号試験片、4 号試験片が用いられる。
- 2) 高張力鋼などで降伏点が明確に現れない場合、永久伸びが 0.2% になるときの応力を降伏点に相当する耐力とする。
- 3) 引張強さは、最大引張力を破断位置での破断後の断面積で除した値とする。
- 4) 破断伸びは、初期の標点間の距離と、破断後の破断面を突き合わせて測定した標点間の距離を用いて求める。

正解：(3)

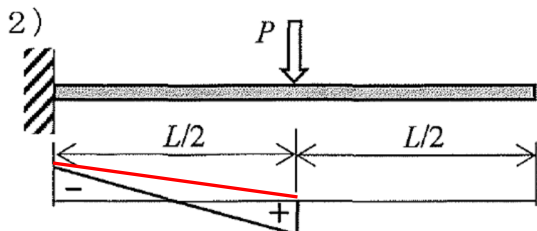
引張強さは、最大引張力を試験片の原断面積（試験前の断面積）で除した値である。

(7) 下図に示す荷重 P のかかる長さ L の梁の曲げモーメント図のうち、不適當なものはどれか。



正解：2)

固定位置で最大，荷重点でゼロとなるモーメント分布（赤色）となる。



(8) 新設時における下地塗料と塗り重ね塗料の組合せとして、適當なものはどれか。

	下地塗料	塗り重ね塗料
1)	鉛・クロムフリーさび止めペイント	エポキシ樹脂塗料
2)	長油性フタル酸樹脂塗料	ふっ素樹脂塗料
3)	無機ジンクリッチプライマー	鉛・クロムフリーさび止めペイント
4)	エポキシ樹脂塗料	ふっ素樹脂塗料

正解：4)

1)～3)の塗り重ねは、不可である。

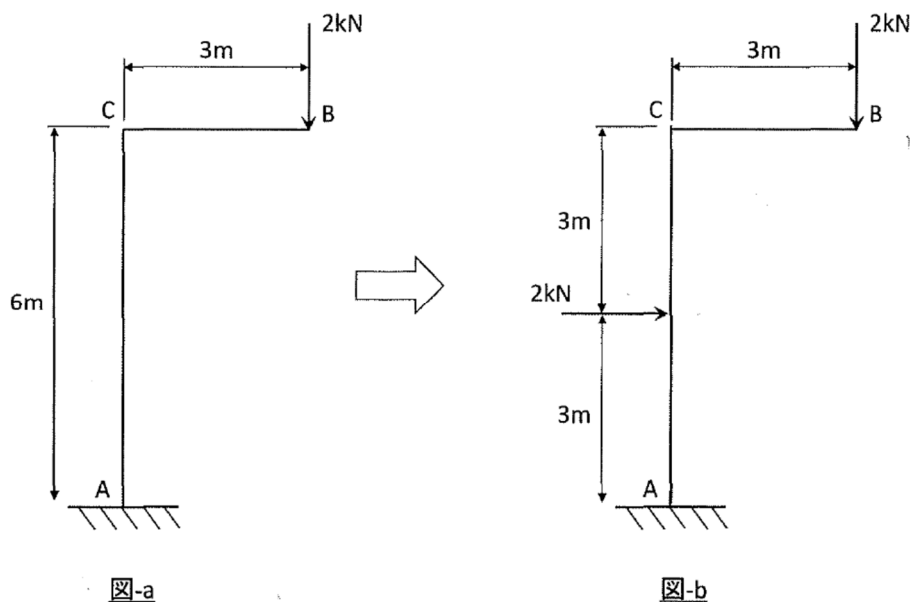
(9) 防食に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 金属溶射は、塗装に比べて初期コストを低く抑えられるが、防食被膜としての寿命は短い。
- 2) 溶融亜鉛めっきは、過酷な腐食環境下ではめっき被膜が消耗し早期に腐食が進行することがある。
- 3) 溶融亜鉛めっきに軽微な傷が付いても、防食性への影響は小さい。
- 4) 金属溶射は、既設の構造物に対して現場施工することが可能である。

正解：1)

金属溶射は塗装と比較して、初期の施工コストが高くなるが、防食被膜としての寿命は長くなるため、ライフサイクルコストの低減につながる可能性がある。

(10) 下図に示す、B 点に荷重が作用した図-a の部材に、図-b のように A-C 間に荷重を追加した場合、C 点の曲げモーメントとせん断力はどのように変化するか答えよ。



- 1) 変わらない。
- 2) 曲げモーメント、せん断力とも 0 になる。
- 3) 曲げモーメントは 2 倍になり、せん断力は 0 になる。
- 4) 曲げモーメントは 0 になり、せん断力は 2 倍になる。

正解：1)

C 点の断面力は、C～B 間に作用する荷重から算出できる。

曲げモーメントは、 $M_c = 2\text{kN} \times 3\text{m} = 6\text{kN}$ であり、せん断力は $S_c = 2\text{kN}$ である。

図-b のように、C～B 間以外に作用する荷重の影響は受けなため、断面力の変化は発生しない。

(11) マグ溶接とサブマージアーク溶接に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) マグ溶接は、シールドガスを使うため風の影響を受けやすい。
- 2) マグ溶接は、ワイヤ送給は自動で、トーチ操作は作業者の手で行うのが一般的である。
- 3) サブマージアーク溶接は、溶着速度を大きくでき、溶込みを深くできる。
- 4) サブマージアーク溶接は、あらゆる溶接姿勢での溶接が可能である。

正解：4)

サブマージアーク溶接の溶接姿勢は、下向き、横向きに限られる。

(12) 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) 完全溶込み溶接で開先の先端部が熔融されずに残った状態は、溶込み不良という。
- 2) 溶接部が室温近辺に冷却した後に発生し時間とともに伝搬していく割れは、低温割れという。
- 3) 溶接ビードの止端に沿って生じた溶接割れは、アンダカットという。
- 4) 拘束の大きな十字溶接継手等で母材表面と平行に母材内に生じる割れは、ラメラテアという。

正解：3)

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り、溶接割れには該当しない。

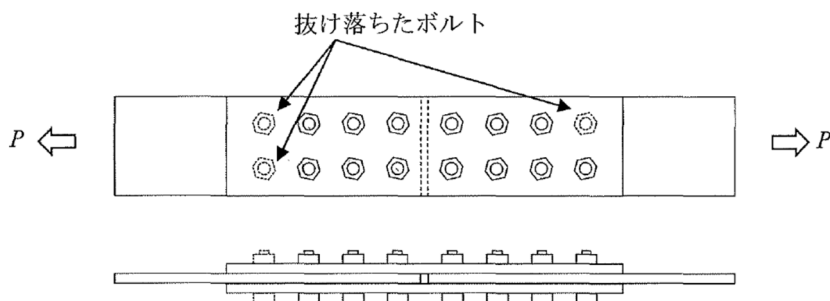
(13) 高力ボルト摩擦接合継手に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 熔融亜鉛めっき高力六角ボルトは、F10Tと同じ材料を用いるが、規格としてはF8Tとして使用する。
- 2) 日本国内の設計基準では、すべり係数を0.60とするのが一般的である。
- 3) リベットを部材間接触面の素地調整を行わずに高力ボルトに取り替える場合、すべり係数は0.40以上あるとして設計してよい。
- 4) 高力ボルトに導入された軸力は、締め付け直後になじみにより数パーセント低下するが、その後ボルト軸部の収縮に伴い時間の経過とともにわずかずつ増加する。

正解：1)

- 1) 適切な記述である。
- 2) 日本国内の設計基準では、すべり係数を0.40あるいは0.45とするのが一般的である。
- 3) リベットを部材間接触面の素地調整を行わずに高力ボルトに取り替える場合、リベット継手の部材間には防錆の目的で光明丹が塗布されており、それを十分除去しないまま高力ボルト継手とした場合には、摩擦による力の伝達はほとんど期待できないため、注意が必要である。
- 4) 高力ボルトに導入された軸力は、締め付け直後に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。

(14) 下図の荷重 P が作用する高力ボルト摩擦接合継手において、3本のボルトが抜け落ちていた。残存する継手の許容力として適当なものはどれか。なお、荷重に対して各ボルトは均等に抵抗し、高力ボルト1本の1摩擦面あたりの許容力は48kNとする。



- 1) 288 kN
- 2) 576 kN
- 3) 624 kN
- 4) 1,248 kN

正解：2)

摩擦面は、連結板が上下にあり、2面となる。継手片側では、最大2本のボルトが抜け落ちており、有効なボルト本数は6本となる。

$$\text{残存する継手の許容力} = 2 \times 48 \times 6 = 576 \text{ kN}$$

(15) 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) 降伏耐力よりも大きな軸力が付加されることで発生する。
- 2) ボルトに用いる鋼材の引張強度には依存しない。
- 3) ボルト軸部の応力変動を主要因として発生する。
- 4) 腐食環境の厳しい箇所で発生しやすい。

正解：4)

- 1) 遅れ破壊とは、高強度鋼に一定の引張荷重が加えられた状態である時間が経過した後、外観上ほとんど変形することなしに突然脆性的に破壊する現象である。
- 2) ボルトに用いる鋼材の引張強度あるいは硬度が高くなると敏感になり、引張強度で $1,200 \text{ N/mm}^2$ 、硬度で $\text{HRC}=38$ 程度を越えると発生する傾向にある。
- 3) 遅れ破壊の発生機構は、腐食環境下において腐食ピット（孔食）が生じ応力集中の切り欠き部となり、それを起点として破壊が発生する場合がほとんどである。
- 4) 適切な記述である。

(16)リベット継手に関する a)～d)の記述のうち、適当なものはいくつか。

- a) 現場での接合方法として、昭和40年代前半まで主流であった。
- b) 引張接合による継手形式である。
- c) リベット頭部が腐食しても、ゆるみが生じない限り、継手強度は極端には低下しない。
- d) リベットの撤去は、ガス切断により行うのが望ましい。

- 1) 1つ
- 2) 2つ
- 3) 3つ
- 4) 4つ

正解：2)

- a) 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が、昭和50年代の初めになると、高力ボルトが主流となった。
- b) **リベットのせん断抵抗も利用した支圧接合による**継手形式である。
- c) 適切な記述である。
- d) リベットの抜き取り方法としては、ガス切断またはコアドリル等によりボルト頭を撤去した後、**リベット軸部を打撃により打ち抜く方法**が一般的に行われている。

適切な記述は、a)とc)である。

(17) 支持条件のみが異なる a~d の柱について、軸方向の圧縮力に対する座屈強度を高いものから順に並べたとき、適当なものは次のうちどれか。

a	b	c	d
上端 水平変位自由 回転自由	上端 水平変位固定 回転自由	上端 水平変位固定 回転自由	上端 水平変位固定 回転固定
下端 水平変位固定 回転固定	下端 水平変位固定 回転固定	下端 水平変位固定 回転自由	下端 水平変位固定 回転固定

- 1) c → b → d → a
- 2) c → d → a → b
- 3) d → a → b → c
- 4) d → b → c → a

正解：4)

柱の長さを L とした場合の、有効座屈長は、道路橋示方書・同解説 II 鋼橋・鋼部材編（平成 29 年度版）の「表・解 5.4.1 柱の有効座屈長」に示されるように、a) $2.0L$ 、b) $0.7L$ 、c) $1.0L$ 、d) $0.5L$ となり、断面が同一であれば、有効座屈長が短いほど、座屈強度が高くなる。

$$d > b > c > a$$

(18) コンクリートの強度特性、変形性状に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 湿潤養生の日数が短いほど、クリープの影響は小さくなる。
- 2) 繰り返し荷重作用による強度低下は、乾燥状態よりも湿潤状態で早期に現れる。
- 3) 圧縮強度は、水セメント比が小さいほど高くなる。
- 4) 一軸圧縮状態における破壊時のひずみは、0.3~0.4%程度である。

正解：1)

クリープひずみは、コンクリートが乾燥すると大きくなる傾向がある。そのため、湿潤養生の日数が長いほど、クリープの影響は小さくなる。

(19) 性能照査型設計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。

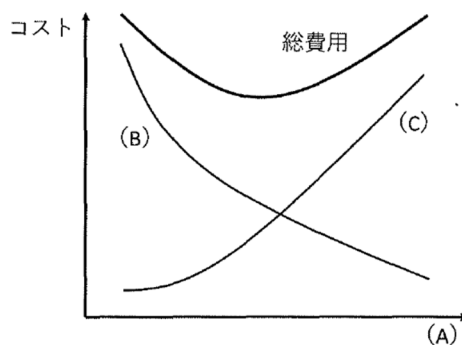
性能照査型設計では、対象とする構造物が (A) を満足できているかを照査することが基本となる。(A) とは、構造物がその目的を達成するために保有すべき性能であり、一般に安全性、(B)、修復性などとなることが多い。性能照査では、(A) に対する (C) を設定し、構造物あるいはその一部が (C) に達している否かを確認する。

	(A)	(B)	(C)
1)	目的性能	使用性	終局状態
2)	目的性能	利便性	限界状態
3)	要求性能	利便性	終局状態
4)	要求性能	使用性	限界状態

正解：4)

テキストの 127～130 ページの記載を概説した文章である。

(20) 下図は、新設構造物を計画する場合のライフサイクルコストの概念を表した図である。図中の (A) から (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。



	(A)	(B)	(C)
1)	時間	維持管理費	建設費
2)	性能	建設費	維持管理費
3)	時間	建設費	維持管理費
4)	性能	維持管理費	建設費

正解：4)

テキストの図 6.7.2 に示されているライフサイクルコストの説明図である。

(21) 鋼またはコンクリートの測定手法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 腐食した鋼板に超音波厚さ計を適用する場合、表面の凹凸の状態によっては測定面を平滑化するための処理が必要である。
- 2) コンクリート部材にサーモグラフィーを適用する場合、晴天日の日射受熱量が最大となる時間帯、あるいは最高気温、最低気温となる時間帯に測定するのがよい。
- 3) 付着塩分測定法である電導度法では、ガーゼを用いた方法より1箇所あたりの測定面積が大きいので、少ない測定箇所でも精度を確保することができる。
- 4) 鋼部材のひずみ測定で応力波形から応力範囲頻度分布を求める方法としては、レインフロー法が一般的である。

正解：3)

付着塩分測定法である電導度法では、ガーゼを用いた方法より1箇所あたりの測定面積が小さく、測定結果の精度を上げるためには、多くの測定が必要となる。

(22) 塗膜劣化度測定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では、セロハンテープを用いる。
- 2) アドヒージョンテストでは、塗膜面に接着した端子をねじることにより、付着力を測定する。
- 3) インピーダンス測定では、交流電圧を印加し塗膜の電気抵抗値を測定する。
- 4) 塗膜の光沢度測定では、表面の汚れを取り除く前および後の両方で行うことが多い。

正解：2)

アドヒージョンテストでは、端子を塗膜面に接着剤を用いてしっかりと接着し、垂直に引張力を与え、塗膜をはく離させることにより、塗膜の付着力を測定する。

(23) 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) 溶接止端近傍の応力勾配を知るため、応力集中ゲージを用いた。
- 2) 主応力方向が不明であったため、2軸ゲージを用いた。
- 3) 既存構造物の死荷重による応力を非破壊で調査するため、静ひずみ測定を行った。
- 4) 板の表裏にひずみゲージを貼付し、その平均値を面外曲げ応力成分とした。

正解：1)

- 1) 適切な記述である。
- 2) 主応力方向が不明な場合は、3軸ロゼットゲージを用い、主応力とその方向を求める。
- 3) 既存構造物の死荷重によるひずみは一般的に既に発生済であり、ひずみゲージを貼付けても新たなひずみは発生しないため、応力を調査することはできない。
- 4) 板の表裏にひずみゲージを貼付し、その平均値を面内応力成分とした。

(24) き裂や欠陥の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。

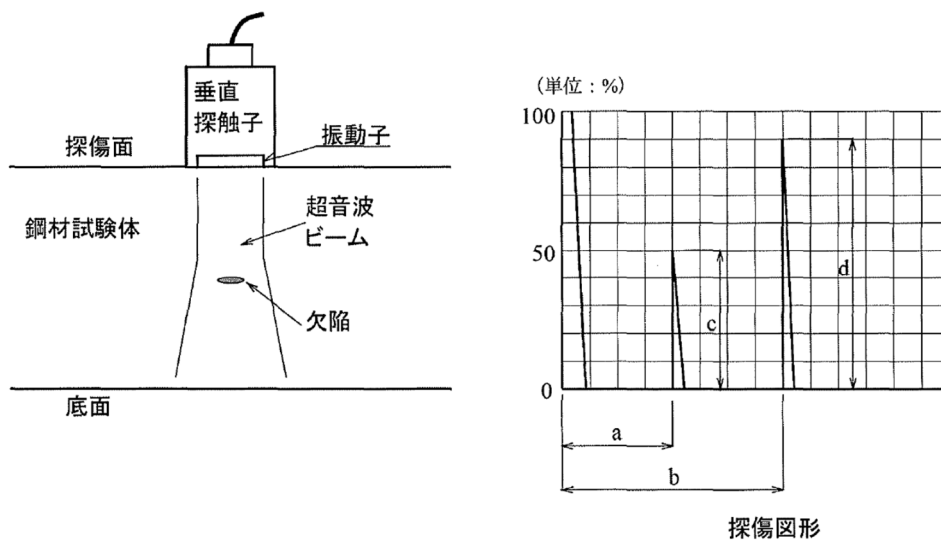
- 1) 蛍光磁粉を用いた場合、指示模様の幅はき裂の開口幅を表す。
- 2) き裂や欠陥の深さ方向の形状および大きさも検出できる。
- 3) 表面に開口していなくてもごく表層部の欠陥は検出できる。
- 4) き裂に対して磁束がなるべく平行になるように磁場を与える。

正解：3)

- 1) 欠陥磁粉模様は、**欠陥の幅に比べて拡大**されるため、開口幅を示すものではない。
- 2) 試験面上での欠陥の位置や形状、大きさはわかるが**欠陥の深さ方向の形状および大きさはわからない**。
- 3) 試験体が強磁性体であれば、割れが表面に開口していなくても、表面から約2~3mm程度の表層部に存在する場合には、欠陥を検出することが可能である。
- 4) 磁粉探傷試験において試験体に磁場を与えて磁束を発生させる場合は、磁力線が欠陥になるべく多くさえぎられる方向の磁場を用いる必要があり、き裂に対して磁束がなるべく**直角**になるように磁場を与える。

(25) 左の図に示す超音波探傷試験の結果で得られた、右の図に示す探傷図形に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) a から、欠陥の大きさが推定できる。
- 2) b から、試験体の板厚が推定できる。
- 3) c から、探傷面から欠陥までの距離が推定できる。
- 4) d から、底面から欠陥までの距離が推定できる。



正解：2)

- 1) a から、**探傷面から欠陥までの距離が推定**できる。
- 2) b から、試験体の板厚が推定できる。
- 3) c から、**欠陥の大きさが推定**できる。
- 4) d は**底面エコーの大きさ**であり、底面から欠陥までの距離を表してはいない。

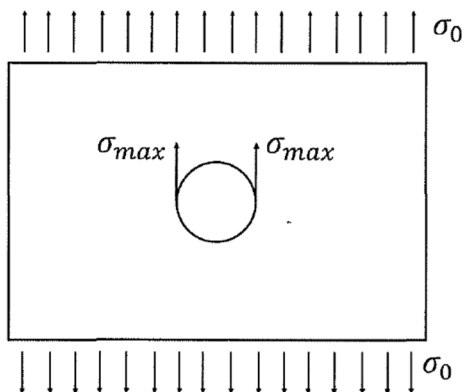
(26)コンクリート構造物の計測に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) フェノールフタレイン溶液を噴霧し赤く変色した領域が、中性化している範囲である。
- 2) プレストレストコンクリート構造物のシーす内のグラウト充填状況は、放射線透過試験により推定することができる。
- 3) かぶり厚は、電磁波レーダ法により推定することができる。
- 4) コンクリート中の塩化物イオン含有量の分析は、硬化コンクリートを粉砕した試料中に含まれる塩化物イオンの全量を測定する方法が一般的である。

正解：1)

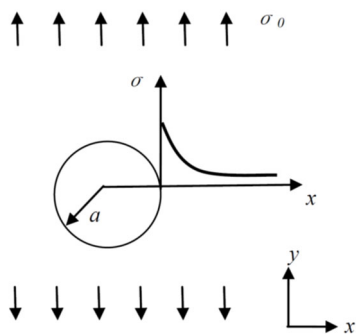
フェノールフタレイン溶液を噴霧し赤く変色した領域は、中性化していない範囲である。

(27)下図のように、円形の貫通孔を有する十分に幅が広い矩形板に σ_0 の引張応力が作用しているとき、貫通孔周辺の最大引張応力 σ_{max} として適当なものは次のうちどれか。



- 1) $0.10 \times \sigma_0$
- 2) $0.33 \times \sigma_0$
- 3) $3.00 \times \sigma_0$
- 4) $10.0 \times \sigma_0$

正解：3)



左図は半径 a の円孔を含む無限大の板を、無限遠方で等分布荷重 σ_0 で引張した場合である。この際の応力 σ_y の x 軸上での分布は、次のようになる。

$$\sigma_y = \frac{\sigma_0}{2} \left(2 + \frac{a^2}{x^2} + 3 \frac{a^4}{x^4} \right)$$

円孔の表面 $x=a$ で応力は最大となり、 $\sigma_{max}=3\sigma_0$ が得られ、応力集中係数は $\alpha=3$ である。一般に、応力集中係数は 2~5 程度の場合が多い。

(28) 鋼材の腐食に関する a)~d)の記述のうち、適当なものはいくつか。

- a) コンクリートに一部埋め込まれた鋼部材は、境界部で腐食が著しく進行することがある。
- b) 外桁内面は外桁外面に比べ飛来塩分の影響を受けにくく、腐食は進行しにくい。
- c) 箱桁内では、滞水が生じた箇所、腐食が著しく進行することがある。
- d) 一般に塗膜の厚さや密実さは、さびの発生には影響しない。

- 1) 1つ
- 2) 2つ
- 3) 3つ
- 4) 4つ

正解：2)

- a) 適当な記述である。
- b) 外桁内面は外桁外面に比べ飛来塩分の量は少ないと考えられるが、外桁のように塩分が雨に流されることがないので、腐食が進行しにくいとはいえない。
- c) 適当な記述である。
- d) 一般に塗膜の厚さや密実さは、さびの発生に影響を及ぼす。

(29) 鋼部材の腐食に関する a)~d)の記述のうち、適当なものはいくつか。

- a) 圧縮柱では、断面減少と幾何形状の変化に伴う耐荷力の低下に注意が必要である。
- b) 腐食した引張部材の破断は、腐食の著しい断面で発生する。
- c) 鋼部材の表面に局所的な減肉が生じて、疲労強度が低下することはない。
- d) 腐食によって、鋼部材に使用される鋼材の降伏点や引張強度が低下することはない。

- 1) なし
- 2) 1つ
- 3) 2つ
- 4) 3つ

正解：4)

- a) 適当な記述である。
- b) 適当な記述である。
- c) 鋼部材の表面に局所的な減肉が生じた場合、発生応力度が増加するため、疲労強度が低下する。
- d) 適当な記述である。

(30) 腐食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。

イオン化傾向の(ア)金属ほど腐食しやすい。例えば、普通鋼材にステンレスボルトが接触し、そこに電解質を含んだ水分があると異種金属接触腐食により、(イ)が腐食する。また、普通鋼材では、その表面に塩分が付着すると、(ウ)により腐食が促進される。

番号	(ア)	(イ)	(ウ)
1)	大きい	ステンレスボルト	潮解作用
2)	小さい	ステンレスボルト	化学反応
3)	大きい	普通鋼材	潮解作用
4)	小さい	普通鋼材	化学反応

正解：3)

イオン化傾向の**大きい**金属ほど腐食しやすい。例えば、普通鋼材にステンレスボルトが接触し、そこに電解質を含んだ水分があると異種金属接触腐食により、**普通鋼材**が腐食する。また、普通鋼材では、その表面に塩分が付着すると、**潮解作用**により腐食が促進される。

鋼材表面に塩分が付着すると、塩分そのものはさびの進行に関与しないが、潮解(固体が空気中の水分を吸って溶ける現象)作用により、腐食に不可欠な水分を保つ役割を果たすため、腐食の進行が促進されることになる。塩分が付着したままだと、塩分は腐食反応により消費されることはないため、いつまでも腐食が継続されることになる。

(31) 塗装塗替えに関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

- 1) 3種ケレンでは、劣化していない塗膜は残し、動力工具により錆や劣化した塗膜を除去する。
- 2) 塗替え塗装の重防食塗装系では、旧塗膜を完全に除去したのち、防食下地として無機ジンクリッチペイントを塗布する。
- 3) 耐候性鋼橋の桁端部などで腐食が進行し、塗装仕様に変更する場合、1種ケレンではさびが落とし切れない場合が多いため、4種ケレンを採用する。
- 4) 塗膜損傷部などで部分塗替えをする場合、旧塗膜の上に新塗膜を塗り重ねると早期剥離が問題となるため、境界部については原則塗り重ねない。

正解：4項目について以下の赤字を修正・追加が必要と思われるが、最も適当な解は1)である。

- 1) 3種ケレンでは、劣化していない塗膜は残し、動力工具と**手工具の併用**により錆や劣化した塗膜を除去する。
- 2) 塗替え塗装の重防食塗装系では、旧塗膜を完全に除去したのち、防食下地として**有機**ジンクリッチペイントを塗布する。
- 3) 耐候性鋼橋の桁端部などで腐食が進行し、塗装仕様に変更する場合、1種ケレンではさびが落とし切れない場合が多いため、**ハンマーケレンや動力工具などを用いて、予め固着さ**

びを落としたうえで Rc-I の仕様を適用する。

- 4) 塗膜損傷部などで部分塗替えをする場合、旧塗膜の上に新塗膜を塗り重ねると早期剥離が問題となるため、**旧塗膜の付着力などの健全性を確認しておくのが良い。**

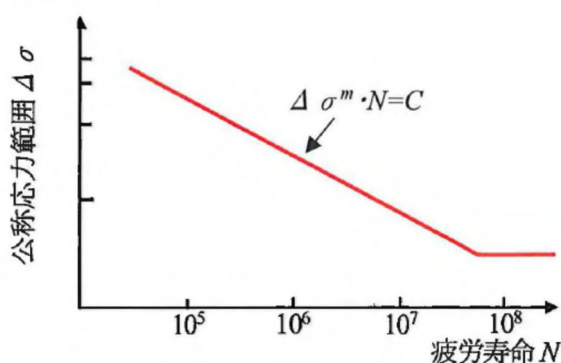
(32)高力ボルト継手部に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) ボルトのゆるみは、外観目視では発見されにくい。
- 2) たたき点検は簡便な点検手法であり、点検結果に個人差は生じにくい。
- 3) ボルト角部等で塗膜厚が薄くなりやすいため、腐食劣化が多く見られる。
- 4) 腐食により高力ボルトの頭部やナットが減肉した場合、ボルト軸力の低下により継手部の耐荷力が低下するおそれがある。

正解：2)

たたき点検は簡便な点検手法であるが、点検結果に個人差が生じやすい。

(33) 下図は公称応力を用いた疲労設計曲線を模式的に示したものである。この図に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。



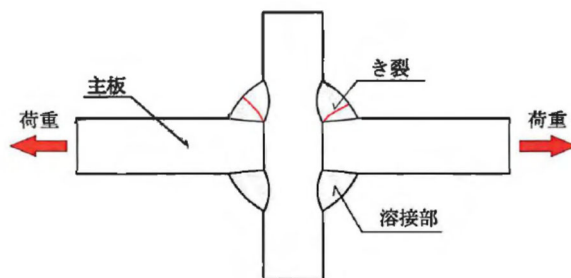
- 1) 傾きを表す m は、直応力を受ける溶接継手では一般に 5 である。
- 2) 公称応力範囲 $\Delta\sigma$ と疲労寿命 N の関係は、継手形式によらず 1 種類の曲線で表される。
- 3) 対象部材に繰返し作用する最小応力と最大応力の比を応力範囲と呼ぶ。
- 4) 曲線が水平に折れ曲がっている公称応力範囲を打ち切り限界と呼ぶ。

正解：4)

- 1) 傾きを表す m は、直応力を受ける溶接継手では一般に 3 である。
- 2) 公称応力範囲 $\Delta\sigma$ と疲労寿命 N の関係は、**継手形式により異なる曲線**で表される。
- 3) 対象部材に繰返し作用する最小応力と最大応力の**差**を応力範囲と呼ぶ。
- 4) 適切な記述である。

(34) 下図に示す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。

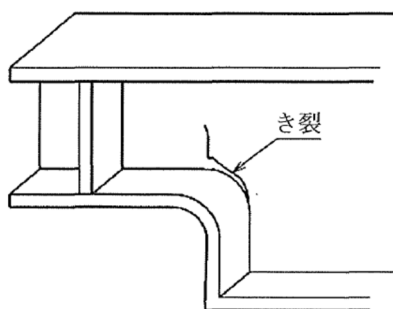
- 1) 図に示す継手は荷重伝達型十字継手であり、この疲労き裂が発生することがある。
- 2) この疲労き裂の疲労評価に用いる応力は、荷重を主板断面積で除すことにより求める。
- 3) この疲労き裂は、表面に見えるき裂長よりも内部のき裂長が長い場合が多い。
- 4) 溶接止端部を仕上げて、この疲労き裂に対する疲労強度を向上させることはできない。



正解：2)

この疲労き裂の疲労評価に用いる応力は、荷重をのど断面積（のど厚×溶接長）で除すことにより求める。

(35) 下図に示す桁端部切欠き部に生じる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) 疲労き裂は溶接部から発生し、ウェブに進展することがある。
- 2) フランジとウェブの溶接が部分溶け込み溶接であれば、き裂が発生する可能性はない。
- 3) 予防保全として、割込みフランジに相当する水平方向の補強リブを採用することがある。
- 4) き裂を補修する場合、補強板のボルト孔とストップホールのボルト締めを併用する配慮が必要である。

正解：2) 【記述3)の説明にも若干の疑問は残るが、間違いの重要性から2)と判断】

- 2) この疲労き裂は、フランジとウェブの溶接のすみ肉溶接から発生する機会が多いが、部分溶け込み溶接の場合でも発生する可能性はある。
- 3) 予防保全を行う場合には、高力ボルト摩擦接合によりウェブに添接板を当てる補強を実施し、添接板には垂直方向の補強リブおよび割込みフランジに相当する水平方向の補強リブが設置することがある。

- (36) 下の写真に示す、主桁と対傾構の取合い部に発生した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) き裂の進展速度は極めて速い場合が多く、主桁ウェブにも進展する可能性が高い。
- 2) 溶接止端から発生した止端き裂である。
- 3) 活荷重による隣接主桁間のたわみ差が原因となることがある。
- 4) 高力ボルトにより新規ガセットに取り替える補修方法が考えられる。

正解：1)

主桁と高力ボルトで接合されたガセットプレートに発生したき裂であり、主桁ウェブに進展する可能性は低い。

- (37) 溶接止端から発生したき裂に対して実施する表面切削に関する次の記述のうち、適当なものはいずれか。

- 1) 施工後には目視により切削面にき裂が残留していないか確認すればよい。
- 2) 溶接部の止端仕上げと併用して恒久対策とする場合もある。
- 3) 切削の深さは5mm程度までとする。
- 4) 切削はガウジングにより行うことが望ましい。

正解：2)

- 1) 施工後には**磁粉探傷試験等**により切削面にき裂が残留していないか**確認することが必要**である。
- 2) 適切な記述である。
- 3) 切削の深さは**2mm**程度までとする。
- 4) 切削は**グラインダー**により行うことが望ましい。

- (38) 鋼橋の鋼部材の変形とその補修に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。
- 1) 地震による鋼部材の変形は、地震時に力の集中する桁端部や支承部などに主に発生する。
 - 2) 地震時の変形の繰り返しにより、部材の破断が生じることもある。
 - 3) 変形した部材に対してガス切断を行う場合、安全対策として部材の跳ね上がりなどを想定することが望ましい。
 - 4) 変形した部材を取り替える場合、取替後の部材に死荷重を分担させる手段は無い。

正解：4)

変形した部材を取り替える場合、所定の応力を導入するためジャッキなどによる応力調整を実施することで、取替後の部材に死荷重を分担させることもできる。

- (39) 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) 加熱矯正後、荷重を負荷できるのは鋼材温度が約 250℃を下回ったときである。
 - 2) 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。
 - 3) 一般に変形の小さい箇所から大きいほうに向かって徐々に加熱矯正していく。
 - 4) 調質鋼では、加熱矯正時に受けた熱により鋼材の機械的性質が低下する場合がある。

正解：3)

加熱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。

- (40) コンクリート構造の環境作用による損傷に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。
- 1) 塩害は、塩化物イオンの侵入によるコンクリート自体の劣化に起因して、コンクリートのひび割れ発生や剥落を引き起こす現象である。
 - 2) 凍害は、コンクリート中の水分の凍結と融解が繰り返されることによって多数のマイクロクラックが発生し、ポップアウトやスケーリングが生じる現象である。
 - 3) 中性化は、空気中の二酸化炭素がコンクリートの内部に浸透し、主成分である水酸化カルシウムと反応して炭酸カルシウムに変化することで pH を上昇させる現象である。
 - 4) アルカリシリカ反応は、コンクリート中のセメントに含まれるシリカ成分が水分と反応して膨張し、コンクリートにひび割れを生じさせる現象である。

正解：2)

- 1) コンクリート構造物の塩害とは、コンクリート自体に変状をもたらすことを指すのではなく、コンクリート内部の鋼材の腐食によるかぶりコンクリートのひび割れ発生や剥落、それらに伴う構造物の耐久性低下を指す。
- 2) 適切な記述である。
- 3) 中性化は、空気中の二酸化炭素がコンクリートの内部に浸透し、主成分である水酸化カルシウムと反応して炭酸カルシウムに変化することで pH を低下させる現象である。
- 4) アルカリシリカ反応は、コンクリート中の骨材（粗骨材、細骨材）に含まれるシリカ成分が水分と反応して膨張し、コンクリートにひび割れを生じさせる現象である。

(41) 鋼道路橋の上下部工接続部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) 可動支承や水平力分散支承の場合は、点検時の外気温度を考慮して支承の移動状況を確認する。
- 2) 桁端支点部で、杓座モルタルに損傷がある場合は、伸縮装置での段差の状況を確認する。
- 3) 支承の回転機能や移動機能が低下している場合は、ソールプレート溶接部におけるき裂の有無を確認する。
- 4) 中央径間に比べて側径間が著しく長い橋梁では、負反力が発生する可能性があるため、アップリフト対策部材の状態を確認する。

正解：4)

中央径間に比べて側径間が著しく短い橋梁では、負反力が発生する可能性があるため、アップリフト対策部材の状態を確認する。

(42) 鋼道路橋の損傷と診断時の着目点に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 鋼I桁橋における塗膜劣化と内桁ウェブ両面の温度差
- 2) 耐候性鋼橋の腐食と海岸線からの距離
- 3) 鋼床版の縦リブ溶接部の疲労損傷と輪荷重の通過位置
- 4) 鋼製橋脚隅角部の疲労損傷と溶接内部の未溶着部の有無

正解：1)

プレートガーダー橋の構造部位別の塗膜劣化度を調べると、部材や部位によって塗膜の劣化速度や程度が異なり、下フランジ、横構および対傾構など主として水平部材として使用されている部材・部位の劣化速度が速く、ウェブのように鉛直部材として使用されている部材の劣化速度は遅い。また桁外面より桁の内側面の塗膜劣化が激しく、その理由としては、桁内面は付着物が堆積しやすい上、直接雨水による洗浄効果が少ないことが原因とされている

(43) 下の写真に示す RC 橋脚の梁部に生じたひび割れの主な発生原因として、適切なものはどれか。



- 1) 乾燥収縮
- 2) 凍害
- 3) アルカリシリカ反応
- 4) セメントの水和熱

正解：3)

(44) 道路橋 RC 床版の目視点検時の確認項目に関する次の記述のうち、不適切なものはどれか。

- 1) 水平ひび割れの有無。
- 2) 床版裏面の亀甲状のひび割れの有無
- 3) 床版裏面の遊離石灰の析出の有無
- 4) 舗装面のひび割れやポットホールの有無

正解：1)

RC 床版の水平ひび割れは、床版内部に発生するひび割れであり、目視点検では確認できない。

(45) 経年 100 年を超えた上路プレートガーダー形式の鋼鉄道橋において、主桁下フランジ下面を写した下の写真に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

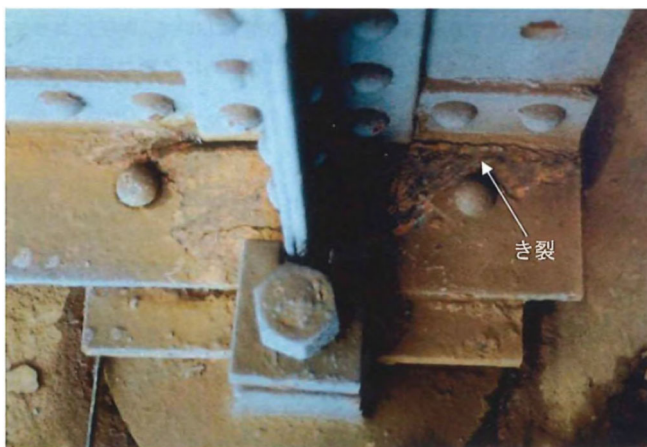


- 1) A 部はトルシアボルトの頭部である。
- 2) B 部は、カバープレート取付部に水が入らないようにするシール材である。
- 3) カバープレートは建設時から存在したと考えられる。
- 4) B 部にき裂が生じる危険性がある。

正解：4)

- 1) A 部はリベットの頭部である。
- 2) B 部は、下フランジ母材にカバープレートを取付けた溶接ビードである。
- 3) カバープレートは建設時には存在せず、後から追加で取り付けたプレートと考えられる。
- 4) 適切な記述である。

(46) 下の写真に示す鋼鉄道橋の桁端部付近で、下フランジ山形鋼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) 列車通過時に下フランジ山形鋼が曲げられている場合、き裂が発生しやすい状態にある。
- 2) 腐食による断面欠損や、ソールプレートの摩耗もき裂の発生原因となりうる。
- 3) 同一部位のき裂は、溶接桁の方が発生しやすい。
- 4) 杓座の状態を良好に保つことは、予防保全として有効である。

正解：3)

き裂の発生主な原因として下フランジ山形鋼が曲げられることが挙げられるので、溶接桁で発生することは考えにくい。

(47) 港湾構造物に適用される防食工法に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 流電陽極方式電気防食工法は、水中に設置した陽極と鋼材の異種金属電池作用により鋼材に防食電流を流入させ、腐食を防止する工法である。
- 2) モルタル被覆では、幅の広いひび割れが発生しても、不動態被膜の存在により鋼材は腐食しない。
- 3) ウレタンエラストマー被覆は、工場で施工されるため、安定した品質が得られる。
- 4) 水中硬化型被覆は、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。

正解：2)

モルタルにひび割れやはく離、塩害、中性化による劣化などが生じると防食性が低下する。これらを防ぐため、被覆厚さの増大、有機ポリマーや鋼繊維などの混入、表面の塗装、さらにFRPや金属などの型枠を兼ねた保護カバーの併用などの対策がとられている。

(48) 港湾構造物の点検・診断に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 無防食鋼構造物の場合、目視調査の結果に応じて、超音波厚さ計を用いた肉厚測定を行い、構造物の残存耐力の評価を行う。
- 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) 電気防食工法の一般定期点検診断においては、測定された電位が海水塩化銀電極基準で -800mV よりもマイナス方向に大きいと、防食状態にあると判断する。
- 4) ペトロラタム被覆の一般定期点検診断においては、ペトロラタム系防食材の状況を目視により確認する。

正解：4)

ペトロラタム被覆は、鋼表面のペトロラタム系防食材と保護カバーで構成されているので、目視調査は保護カバーが中心となる。鋼表面とペトロラタム系防食材の間、およびペトロラタム系防食材と保護カバーの間に空隙がない場合は、保護カバーが健全であれば内部のペトロラタム系防食材も健全で、鋼も腐食していない場合がほとんどである。したがって一般には、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。

(49) 1MPa の内圧 p が作用する内径 $D=2,000\text{mm}$ の水圧鉄管において、内圧によって生じる管の円周方向応力 σ_h を管の許容応力度 135N/mm^2 以内とするために必要な板厚 t は、次のうちどれか。

- 1) 約 6.5mm
- 2) 約 7.5mm
- 3) 約 8.5mm
- 4) 約 9.5mm

正解：2)

円周方向応力を求める計算式

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

より、必要板厚を計算する。

$$t = \frac{pD}{2\sigma_h} = \frac{1 \times 2000}{2 \times 135} = 7.4\text{mm}$$

(50) 水力発電関連構造物に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

- 1) 水圧鉄管とゲートでは、鋼材の余裕厚の設定方法が異なる。
- 2) 水圧鉄管とゲートでは、許容応力度の算定のための安全率が異なる。
- 3) 水圧鉄管の振動において、水車内の圧力変動は振動源とならない。
- 4) ゲートの振動は、微小開度での放流時に生じやすい。

正解：3)

- 1) 水圧鉄管の板厚は、腐食および摩耗に対して 1.5mm 以上の余裕厚を考慮することになっているが、ステンレスクラッド鋼の採用や特殊な防食対策を施すことにより、余裕厚を低減することができる。
ダムゲートの主要部材における板厚の余裕厚は、水との接触状態により規定され、ダムゲートのような淡水環境については、常時水に接する場合は片面あたり 1 mm（両面接水の場合は 2mm）、常時は水に接していない場合でも片面あたり 0.5mm（両面接水の場合は 1mm）の余裕厚を見込むこととなっている。
- 2) 水圧鉄管の設計においては、安全率 1.8 を用いて許容応力度が算出されている。ゲートの設計においては、安全率 2.0 を用いて許容応力が算出されている。
- 3) 水圧鉄管の振動には、断面変形振動と梁振動があり、振動に影響する要因としては、水車の回転数、水車ランナ（羽根車）の羽根枚数、吸出管内の水の旋回流などが考えられる。点検で顕著な振動が確認された場合には、**振動源となる圧力変動を抑えることが最も効果的である**が、共振を回避する目的で鉄管に補剛材を増設して固有振動数を高める対策がとられる場合もある。
- 4) ダムゲートの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。