

2025年度

(公社) 日本材料学会 技能検定試験

技能種別：疲労試験



2025年10月31日 (金)

13:00-14:30

日本材料学会 3階 会議室

(注意)

1級受検者は全問解答し、
2級受検者は問1～問16のみを解答すること。

(疲労試験・試験機の種別, 疲労試験片)

【問 1】

引張強さ 500 MPa, 降伏応力 400 MPa の材料の平滑試験片における疲労限度は 250 MPa であった. この材料で切欠き係数 1.1 を有する部材を作製し, 安全な使用条件を汎用的な疲労限度線図で推定したとき, 安全な使用条件を以下から選択せよ.

- (1) 平均応力 0 MPa, 応力振幅 240 MPa
- (2) 平均応力 100 MPa, 応力振幅 185 MPa
- (3) 平均応力 200 MPa, 応力振幅 120 MPa
- (4) 平均応力 300 MPa, 応力振幅 70 MPa
- (5) 平均応力 400 MPa, 応力振幅 30 MPa

【問 2】

疲労試験機に関する下記文章中の空欄(a)~(e)に入る最も適当な言葉の組合せを(1)~(5)の中から選択せよ.

任意の応力比や任意の応力波形での疲労試験に適しているのは (a) である. (a) で $R = 0$ の完全片振り試験を行うには, 平均応力 σ_m を応力振幅 σ_a の (b) 倍に設定する. また, この (a) で応力比 $R = -1$ の試験を行うには, 平均応力 σ_m を応力振幅 σ_a の (c) 倍に設定する.

疲労試験機には, 試験開始から試験片が破断あるいは破損するまでの (d) を求められる装置を備えることが要求される. さらに, 停電等で試験機が一旦停止した後には, 自動的に再起動 (e) 機構を有していることも要求される.

- (1) (a) 軸力制御疲労試験, (b) 0, (c) 1, (d) 経過時間, (e) しない
- (2) (a) 軸力制御疲労試験, (b) 1, (c) 0, (d) 繰返し数, (e) しない
- (3) (a) 軸力制御疲労試験, (b) 1, (c) 1, (d) 繰返し数, (e) する
- (4) (a) 回転曲げ疲労試験, (b) 0, (c) 1, (d) 経過時間, (e) しない
- (5) (a) 回転曲げ疲労試験, (b) 1, (c) 0, (d) 繰返し数, (e) する

【問 3】

代表的な疲労試験機である軸力制御疲労試験機と回転曲げ疲労試験機に関する以下の記述の中で, 不適切なものを 1 つ選び, その番号を示せ.

- (1) 軸力制御疲労試験機における繰返し速度は, ISO では, 5~300 Hz と指定されている.
- (2) 回転曲げ疲労試験機における繰返し速度は, 原則として毎分 1000~5000 回 (16.7~83.3 Hz) とされており, ISO では上限が毎分 9000 回 (150 Hz) となっている.
- (3) 軸力制御疲労試験機では, 平滑試験片を用いると, 標点距離の区間内では試験片軸方向に垂直な断面内で一様な応力を負荷することができる.
- (4) 軸力制御疲労試験機を用いて, 試験片に平均応力 $\sigma_m = 0$ (応力比 $R = -1$) の正弦波応力を繰返し負荷することが出来る.
- (5) 回転曲げ疲労試験機では, ロードセルからの出力を制御装置にフィードバックして所定の負荷力が試験片に加えられるように制御することができる.

【問 4】

応力制御疲労試験の手順は、試験片の取り付け、負荷応力の設定、試験の開始と終了に大別できる。下記の記述の中で、不適切なものを選択せよ。

- (1) 試験片の取り付けに際しては、偏心を避け、かつ試験中に緩まないよう強固にする必要がある。
- (2) $S-N$ 曲線を求めるために複数の応力段階で試験を行う場合は、応力によらず相隣る二つの応力の比が $1.05 \sim 1.5$ となるように、等間隔の応力段階を設定すればよい。
- (3) 試験を開始するときは、衝撃なく、かつ速やかに所定の負荷力が加わるようにする。また、一連の試験は同一の繰返し速度で行うことが望ましい。
- (4) 試験は原則として、同一試験片について開始から終了まで休止することなく行う。試験を途中で休止した場合は、休止までの繰返し数および休止時間を記録する。
- (5) 特に指定された場合を除き、繰返し数 10^7 回まで試験して破断しなかった場合には、試験を打ち切ることができる。

(疲労試験規格)

【問 5】

回転曲げ疲労試験において、取り付けた試験片を緩やかに回したとき、軸振れが所定の大きさ以下に収まるように取り付けなければならない。JIS 規格では何 mm 以下に抑えるように規定されているか。適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 0.01 mm (2) 0.05 mm (3) 0.1 mm (4) 0.5 mm (5) 1 mm

($S-N$ 曲線回帰法)

【問 6】

$S-N$ 曲線回帰に関する以下の記述の中で、正しいものを 1 つ選び、その番号を示せ。

- (1) 疲労試験で得られる $S-N$ 曲線は、全てのデータが回帰曲線と完全に一致しなければならない。
- (2) 焼入れ焼戻しのような熱処理の不均一さは、実験データのばらつきの原因には含まれない。
- (3) 試験機や熱処理に起因する実験データのばらつき要因を全て除去すれば、疲労試験データのばらつきも全て除去することができる。
- (4) 疲労寿命のばらつきは、応力振幅の高い領域では小さいが、疲労限度近傍の長寿命域では大きい傾向がある。
- (5) データのばらつきは $P-S-N$ 曲線で評価できるので、疲労試験機の準備、調整不足によるばらつきを極力排除する必要は無い。

(疲労の基礎 (専門用語・破面観察))

【問 7】

金属疲労に関する以下の記述の中で、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 疲労限度線図を作図する場合、種々の応力比 R を固定して材料の疲労限度 σ_w を実験的に求め、これらを滑らかに結ぶ方法が普及しているが、種々の平均応力 σ_m における疲労限度 σ_w を求め、これらを滑らかに結ぶ方法をとってもよい。
- (2) 疲労限度線図における修正グッドマン線とは、縦軸上の両振り疲労限度を示す点と横軸上の引張強さ σ_B を結んだ直線を意味するものであり、耐久設計の上で広く利用されている。
- (3) 疲労試験における応力振幅とは繰返し負荷応力の変動幅のことであり、最大応力を $\sigma_{\max}$ とし、最小応力を $\sigma_{\min}$ とするとき、応力振幅は $\sigma_a = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$ で与えられる。
- (4) 切欠き材の疲労強度に関する切欠き係数とは、平滑材の疲労限度 σ_{w0} を切欠き材の疲労限度 σ_{wk} で除した値で表される。
- (5) 同じ材料で種々の直径の平滑試験片を準備して疲労試験を実施すると、一般に直径が大きくなると疲労限度は低下する傾向が知られており、これを疲労強度に関する寸法効果とよぶ。

【問 8】

金属材料の疲労破面の観察結果に関する以下の記述の中で、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 負荷レベルが高い場合は、試験片表面の複数の場所でき裂が発生し、これらが進展・合体して疲労破断に至るが、負荷レベルが低くなるとき裂発生数が少なくなる傾向がある。
- (2) 金属材料の疲労破壊は、き裂発生およびき裂進展の2つの過程を経て生じるが、最終破断部付近では、静的な引張り破面で一般に観察されるデインプル状の破面パターンも見られることが多い。
- (3) ストライエーション模様は、疲労き裂の進展方向と直交するように形成され、ストライエーション間隔は、疲労き裂進展速度 da/dN とよく対応することが広く知られている。
- (4) ストライエーション模様は、一般に、アルミニウム合金や銅合金よりも鉄鋼材料の方が明瞭に形成されることが分かっている。
- (5) 金属材料の疲労破面を肉眼で観察すると、波により砂浜に形成される模様とよく似たビーチマークと呼ばれる特徴的な模様が見られる。

(試験機維持・管理，荷重検定)

【問 9】

疲労試験機の荷重検定に関する以下の記述から，最も不適切なものを 1 つ選び，その番号を示せ．

- (1) 軸荷重疲労試験機の荷重検定では，試験片の平行部にひずみゲージを貼り付けて自作した荷重検定器を用いても良い．
- (2) 回転曲げ疲労試験機では，運転中の曲げモーメントの計測が困難であることから，動的荷重検定はほとんど行われない．
- (3) 軸荷重疲労試験機の静的荷重検定は，JIS 規格の引張・圧縮試験機一力計測系の校正・検証方法に沿って実施しても良い．
- (4) 軸荷重疲労試験機を使って，ひずみ制御の低サイクル疲労試験を行う場合には，試験機の荷重検定は重要ではない．
- (5) 軸荷重疲労試験機の動的荷重検定方法を規定した JIS 規格はない．

【問 10】

引張圧縮疲労試験などで用いられる電気油圧サーボ疲労試験装置の油圧源と制御装置の点検で不適切だと考えられるものを選べ．

- (1) 保守点検で作動油および部品を交換する際，圧力が残っていると作動油が吹き出し人体に危害をおよぼす恐れがある．安全に作業をおこなうため，残圧がないことを必ず確認すること．
- (2) 油漏れにより油圧タンク内の油面が異常に低下するとキャビテーションを起こし，ポンプを損傷したり，油温が上昇したりする．このため常に基準油面近くに油面を維持すること．
- (3) 油交換のときサクシヨンストレーナを取出し，圧縮空気などで目詰まりを除去し，軽油でよく洗浄して再度取付ける．目詰まりの状態で使用するとキャビテーションを起こし，異常音の発生，ポンプ故障の原因となる．
- (4) 制御装置を長い間使用せずにおくと，性能を低下させることにもなる．日常の手入れとして，3 ヶ月に 1 度程度は電源を入れて動作を確認する．
- (5) 制御装置の可変抵抗器はつまみを左右に回し切る動作を数往復おこなう．ただし，適正に調整し設定されている調整用可変抵抗器は操作しないこと．

【問 1 1】

油圧源の保守点検方法に関する以下の記述(a), (b), (c), (d), (e)について, 最も適当な言葉の組合わせを(1)～(5)の中から選択し, その番号を示せ.

- (a) 磨耗具合を点検し, 磨耗が著しい場合は交換すること.
- (b) 動力の伝達とともにポンプ, バルブ等の部品を潤滑するという重要な役割を果たしている.
- (c) 圧縮空気等で目詰まりを除去し, 軽油でよく洗浄して再度取り付ける.
- (d) 正常運転中とは異なる音が認められた場合は, ただちに運転を停止し点検すること.
- (e) メーカーが指定する期間毎に, あるいは差圧スイッチが作動し交換が必要であることが表示されたとき交換すること.

- (1) (a) サクションストレーナ (b) フィルター (c) ポンプ (d) 作動油 (e) チェーンカップ リング
- (2) (a) サクションストレーナ (b) フィルター (c) 作動油 (d) ポンプ (e) チェーンカップ リング
- (3) (a) チェーンカップ リング (b) フィルター (c) サクションストレーナ (d) 作動油 (e) ポンプ
- (4) (a) チェーンカップ リング (b) 作動油 (c) サクションストレーナ (d) フィルター (e) ポンプ
- (5) (a) チェーンカップ リング (b) 作動油 (c) サクションストレーナ (d) ポンプ (e) フィルター

(安全規範)

【問 1 2】

試験作業を安全におこなうため, 服装および保護具は重要である. 以下の記述の中で, 不適切なものを1つ選び, その番号を示せ.

- (1) 切屑が飛散する作業をおこなうため, ゴーグルタイプの保護眼鏡を使用した.
- (2) 安全帽が変形していたが, 着用できるので使用した.
- (3) 靴は保護板が入っている安全靴を使用する. また, 磨耗・破損がないか点検する.
- (4) 機械に巻き込まれることを防ぐため, 作業前に袖口のボタンを確認した.
- (5) 手袋をはめて作業していたが, ハンマーを扱うため手袋を外した.

【問 1 3】

荷重負荷装置の作業に係る安全規範について, 以下の記述の中で, 不適切なものを1つ選び, その番号を示せ.

- (1) 試験片を治具にしっかり固定していることを確認し, 使用前点検を実施する.
- (2) 保護カバーを設置すると同時に, 試験片の飛散方向に立入禁止の措置をとる.
- (3) 運転後は, 種々の確認よりも前にすみやかに試験片を取外すようにする.
- (4) アクチュエータの動作範囲に手を入れない.
- (5) 運転中は, 装置の異音や温度上昇を監視する.

(材料力学の基礎, SI 単位系)

【問 1 4】

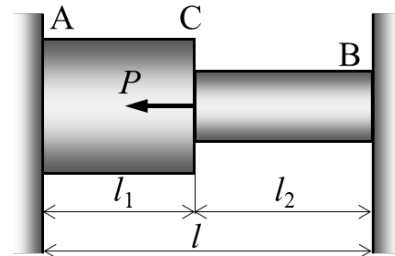
外径 $d_o=80\text{ mm}$, 内径 $d_i=60\text{ mm}$, 長さ $l=200\text{ mm}$ の金属製のパイプが圧縮荷重によって 1 mm 縮んだ. このとき, 金属パイプの断面積として正しいものを(1)~(5)から一つ選び, その番号を示せ. ただし, この金属のポアソン比を $\nu=0.3$ とする.

- (1) $2.176 \times 10^{-3}\text{ m}^2$
- (2) $2.193 \times 10^{-3}\text{ m}^2$
- (3) $2.199 \times 10^{-3}\text{ m}^2$
- (4) $2.206 \times 10^{-3}\text{ m}^2$
- (5) $2.223 \times 10^{-3}\text{ m}^2$

【問 1 5】

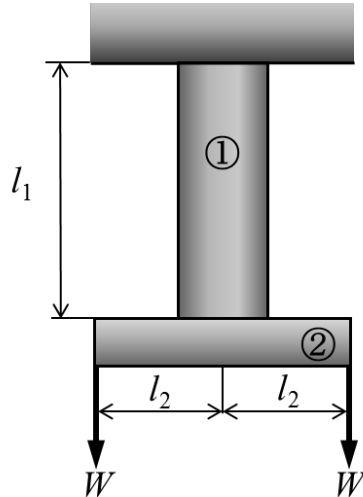
ヤング率 E , 長さ l の異断面丸棒 AB が図のように, 剛体壁に接着されている. いま, 断面 C の位置に図のような荷重 P を負荷したとき, AC 部分, CB 部分に生じる応力として, 正しい組み合わせを(1)~(5)から一つ選び, その番号を示せ. ただし, AC の断面積を A_1 , CB の断面積を A_2 とする.

- (1) $\sigma_1 = \frac{Pl_2}{A_1l_2 + A_2l_1}, \quad \sigma_2 = -\frac{Pl_1}{A_1l_2 + A_2l_1}$
- (2) $\sigma_1 = \frac{Pl_1}{A_1l_2 + A_2l_1}, \quad \sigma_2 = -\frac{Pl_2}{A_1l_2 + A_2l_1}$
- (3) $\sigma_1 = -\frac{Pl_2}{A_1l_2 + A_2l_1}, \quad \sigma_2 = \frac{Pl_1}{A_1l_2 + A_2l_1}$
- (4) $\sigma_1 = -\frac{Pl_1}{A_1l_2 + A_2l_1}, \quad \sigma_2 = \frac{Pl_2}{A_1l_2 + A_2l_1}$
- (5) $\sigma_1 = \frac{Pl_2}{A_1l_2 + A_2l_1}, \quad \sigma_2 = \frac{Pl_1}{A_1l_2 + A_2l_1}$



【問 1 6】

図に示すように，棒①の下側に棒②を水平になるように接合し，棒②の両端に荷重 W を負荷したところ，棒②の両端が δ だけ下がった．棒①の長さを l_1 ，断面積を A_1 ，縦弾性係数（ヤング率），横弾性係数を E_1 ， G_1 ，また棒②の長さを $2l_2$ ，断面積を A_2 ，縦弾性係数，横弾性係数を E_2 ， G_2 とするとき，正しい下降量 δ を(1)～(5)の中から選択せよ．なお，棒②はせん断で変形するものとする．



- (1) $\frac{2Wl_1}{A_1E_1}$
- (2) $\frac{Wl_1}{A_1E_1} + \frac{2Wl_2}{A_2G_2}$
- (3) $2\left(\frac{Wl_1}{A_1E_1} + \frac{Wl_2}{A_2G_2}\right)$
- (4) $\frac{2Wl_1}{A_1E_1} + \frac{Wl_2}{A_2G_2}$
- (5) $2\left(\frac{Wl_1}{A_1E_1} + \frac{Wl_2}{A_2E_2}\right)$

*****（2級受検者はここまで／1級受検者は問24まで解答）*****

【問 1 7】

外力(S)が平均値(μ_S)250 MPa, 分散(σ_S)22 MPa, 使用材料の静的強度(R)が平均値(μ_R)400 MPa, 分散(σ_R)45 MPa の正規分布にしたがっている. このときの(a)中央値安全率, (b)信頼性指標 β , (c)破壊確率の正しい組合せを以下から選べ. 正規分布関数 $\Phi(x)$ は以下で与えられる.

$$\Phi(-3.5)=0.0002, \quad \Phi(-3)=0.0013, \quad \Phi(-2.5)=0.0062$$

- (1) (a) 1.60, (b) 3.5, (c) 0.2%
- (2) (a) 0.63, (b) 3.0, (c) 0.13%
- (3) (a) 1.60, (b) -3.0, (c) 99.67%
- (4) (a) 0.63, (b) 3.5, (c) 0.2%
- (5) (a) 1.60, (b) 3.0, (c) 0.13%

【問 1 8】

図に示すような繰返し荷重を受ける切欠きを有する鉄鋼製の構造物において, 切欠き底に両振りの繰返しひずみ振幅(0.0035)が作用している. この切欠き底にき裂が発生するまでの繰返し回数を寿命と定義すると, 推定される寿命を次の(1)~(5)より選べ. 寿命の推定にはランガー則および下の表に示す機械的性質を用いることとする.

なお破断延性 ε_f は表の絞り φ の値を用いて式(A)より求めること. また応力範囲 $\Delta\sigma$ はこの材料の疲労限度 σ_w の2倍の値($2\sigma_w$)とし, 式(B)を用いて算出せよ. 計算は有効数字3桁で計算すること.

- (1) 1460 回 (2) 8390 回 (3) 23300 回 (4) 33600 回 (5) 93200 回

表 構造材料の機械的性質

縦弾性係数 E (GPa)	引張強さ σ_B (MPa)	伸び δ (%)	絞り φ (%)
210	420	26.0	60.0

破断延性 ε_f :

$$\varepsilon_f = \ln \left(\frac{100}{100-\varphi} \right) \quad (\text{A})$$

疲労限度 σ_w の推定式 :

$$\sigma_w = 0.5\sigma_B \quad (\text{B})$$

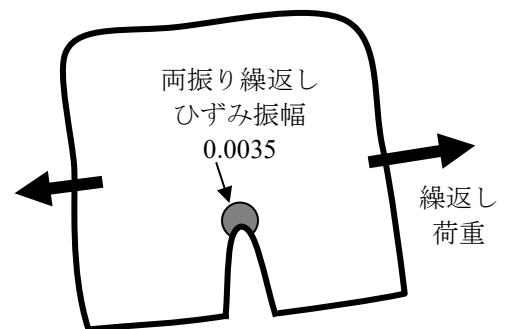
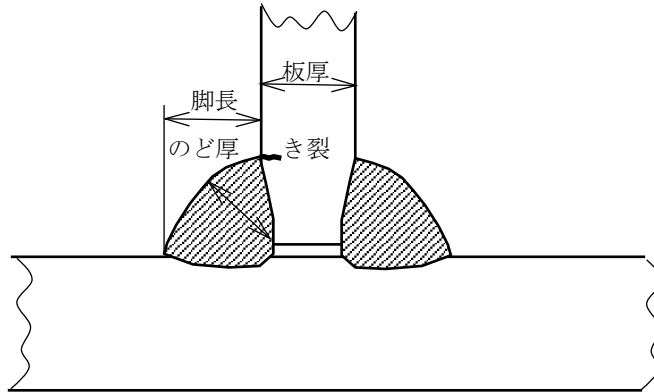


図 切欠きを有する構造物

【問 19】

隅肉溶接止端部で高サイクル疲労き裂が生じた。下記の記述の中から当該部の疲労強度を向上する方法として、不適切なものを1つ選び、その番号を示せ。

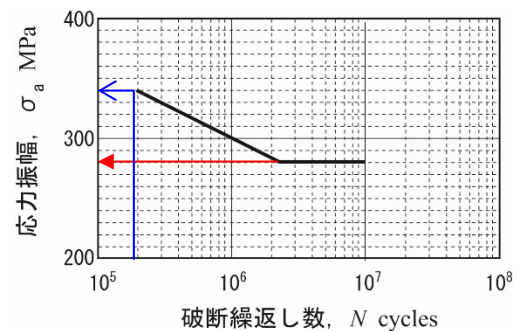
- (1) 隅肉溶接部の脚長、のど厚を大きくする。
- (2) 仕上げにより溶接止端形状を滑らかにして、応力集中を緩和する。
- (3) ショットピーニングにより圧縮残留応力を付与する。
- (4) 板厚を増やして、当該部にかかる繰返し応力を低減する。
- (5) 疲労き裂の起点となるブローホールやアンダーカットなどの溶接欠陥を見逃さないよう、溶接施工後後に非破壊検査をする。



【問 20】

鉄鋼材料（降伏応力 $\sigma_y=450$ MPa, 引張強さ $\sigma_B=560$ MPa）の回転曲げ疲労試験をした結果、図のような折れ点を有する $S-N$ 曲線が得られた。そこで、応力比 $R = 0.5$ の時の疲労限度 σ_{w1} と $N_f=2.0 \times 10^5$ の時間強度 σ_{w2} を修正グッドマン線から推定した場合、適当な値の組み合わせを(1)～(5)から一つ選び、その番号を示せ。

- (1) $\sigma_{w1} = 98$ MPa, $\sigma_{w2} = 104$ MPa
- (2) $\sigma_{w1} = 98$ MPa, $\sigma_{w2} = 118$ MPa
- (3) $\sigma_{w1} = 112$ MPa, $\sigma_{w2} = 118$ MPa
- (4) $\sigma_{w1} = 112$ MPa, $\sigma_{w2} = 121$ MPa
- (5) $\sigma_{w1} = 112$ MPa, $\sigma_{w2} = 136$ MPa



【問 2 1】

疲労強度に及ぼす平均応力の影響を表したものは疲労限度線図と呼ばれ、数種類の関係が

提案されている。その一般的な表現式は次式で与えられる。 $\sigma_w = \sigma_{w0} \left\{ 1 - \left(\frac{\sigma_m}{A} \right)^B \right\}$

ここで、 σ_w は平均応力 $\sigma_m (>0)$ が作用している片振り疲労試験での疲労限度、 σ_{w0} は両振り疲労試験での疲労限度である。疲労限度線図の一つである修正グッドマン線図の場合に A 、 B の正しい組合せを(1)～(5)から一つ選び、その番号を示せ。ただし、 σ_T は真破断力、 σ_B は引張強度、 σ_y は降伏応力である。

- (1) $A=\sigma_T$, $B=1$ (2) $A=\sigma_B$, $B=1$ (3) $A=\sigma_y$, $B=1$
 (4) $A=\sigma_B$, $B=2$ (5) $A=\sigma_y$, $B=2$

【問 2 2】

許容応力を降伏応力 ($\sigma_y = 350 \text{ MPa}$) の 20%以下として設計したアルミニウム合金の部材で疲労破壊が生じ、疲労き裂発生起点には介在物、破面にストライエーションが認められた。ストライエーション間隔は、き裂発生起点から 13 mm および 30 mm の距離で、それぞれ 10^{-4} mm および 10^{-3} mm であった。破面解析を行った結果に関する以下の記述の中で、適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

ただし、ストライエーションを観察した位置がき裂長さ a に対応しており、パリス則、および応力拡大係数範囲は以下の式で与えられるものとする。

$$da/dN = 9.7 \times 10^{-14} \times (\Delta K)^{5.4}$$

$$\Delta K = \Delta \sigma \sqrt{\pi a}$$

- (1) ストライエーション間隔から、それぞれの位置での ΔK は約 $13 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ および約 $20 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ と見積もられる。き裂長さから、予想される負荷応力 $\Delta \sigma$ は約 64 MPa および約 65 MPa である。いずれも設計応力に従っており、介在物からの疲労き裂発生と進展が破壊の原因である。
- (2) ストライエーションが認められたことから、疲労破壊であることは判明するが、これだけのデータでは原因を想定することはできない。
- (3) ストライエーション間隔から、それぞれの位置での ΔK は約 $17 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ および約 $30 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ と見積もられる。き裂長さから、予想される負荷応力 $\Delta \sigma$ は約 85 MPa および 98 MPa である。いずれも設計応力を上回っており、使用応力が設計とは異なっていたことを示唆している。
- (4) き裂発生起点に介在物が認められた以上、欠陥材料であり、ストライエーションに基づく破面解析は行う必要がない。
- (5) ストライエーション間隔から、それぞれの位置での ΔK は約 $13 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ および約 $30 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ と見積もられる。き裂長さから、予想される負荷応力 $\Delta \sigma$ は約 64 MPa および 98 MPa である。一方が設計応力を上回っており、使用中に過大な荷重が負荷された可能性がある。

【問 2 3】

疲労き裂進展に関する以下の記述(a), (b), (c), (d), (e)について、不適切な記述の組合せを(1)～(5)の中から1つ選び、その番号を示せ。

- (a) 小規模降伏状態においては、疲労き裂先端の応力場を線形破壊力学パラメーターの応力拡大係数によって一義的に表すことが出来るため、小規模降伏状態での疲労き裂進展に対しては応力拡大係数が有効なパラメーターと言える。
- (b) 疲労き裂進展は第Ⅰ段階と第Ⅱ段階に区別され、小規模降伏状態の第Ⅱ段階のき裂進展は、疲労き裂進展速度 da/dN を応力拡大係数の変動範囲である応力拡大係数範囲 ΔK の関数として表される。その第Ⅱ段階において、進展挙動の特徴から3つの領域に分けることができるが、どのような材料でも第Ⅱ段階すべての領域でパリステルが成立する。
- (c) 実際の機械や構造物において、微小き裂の領域が疲労寿命の大半を占める。大きいき裂の場合、下限界応力拡大係数以下でき裂は停留するが、微小き裂の場合、大きいき裂の下限界応力拡大係数以下でもき裂は進展し、破壊に至る場合があるため注意が必要である。
- (d) 疲労き裂は、引張力を完全に取り除く前に閉口し、閉口したときとほぼ等しい引張力で開口するき裂開閉口現象がある。そこで有効応力拡大係数範囲 ΔK_{eff} でき裂進展速度 da/dN を整理すると、鉄鋼材料やアルミニウム合金のき裂進展速度は応力比に影響されない。
- (e) 低強度材において、試験片寸法に対してき裂長さが大きくなると小規模降伏状態を逸脱したき裂進展をする場合がある。特に大規模降伏状態となる場合、き裂進展を整理する有効なパラメーターが存在しないため、き裂先端の応力場を規定する応力拡大係数を用いて整理する。

- (1) (b), (e)
- (2) (a), (b)
- (3) (a), (c), (d)
- (4) (c), (d)
- (5) (b), (c), (e)

【問 2 4】

JSSC（社団法人日本鋼構造協会）の鋼構造物の疲労設計指針に関する以下の記述の中で、不適切なものを1つ選び、その番号を示せ。

- (1) 溶接継手の強度等級は継手形状のみによって決まる。強度等級を選択するのに、溶接残留応力、母材強度、溶接部の仕上げに関する情報は不要である。
- (2) 腐食や高温など環境効果がない、大気中の高サイクル疲労を対象としている。
- (3) 溶接継手だけでなく、鋼構造物で用いられる高力ボルト締結継手についても記載がある。
- (4) 溶接継手はブローホールやアンダーカットなどがない健全な継手を前提としている。
- (5) 公称応力を定義できない複雑形状の溶接継手の疲労設計もできる。