

2019年度

(公社) 日本材料学会 技能検定試験

技能種別：疲労試験



2019年11月8日(金)

13:30-15:00

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】回転曲げ疲労試験に関する以下の記述について，不適切なものを一つ選び，その番号を示せ。

- (1) 試験片に軸方向の力を負荷した状態で試験する。
- (2) 応力比 $R=-1$ となる。
- (3) 試験片内で応力勾配が生じる。
- (4) 丸棒試験片に一樣な曲げモーメントを負荷した状態で試験片を回転させる。
- (5) 繰返し速度は，原則として毎分 1000～5000 回である。

(疲労試験・試験機の種別，疲労試験片)

【問 2】疲労強度に及ぼす平均応力や残留応力の影響に関する以下の記述について，不適切なものを一つ選び，その番号を示せ。

- (1) 回転曲げ試験で得られる疲労限度から平均応力が作用する場合の疲労限度を推定するときは，疲労限度線図を用いれば良い。
- (2) 疲労限度線図を作成する際，材料の真破断応力の代わりに引張強さを用いることもある。
- (3) 疲労限度線図で疲労限度を推定する際，ガーバー線よりも修正グッドマン線が安全側の推定結果を与える。
- (4) 引張側の平均応力が生じる条件では疲労強度が低下する。
- (5) 圧縮残留応力が生じる表面処理を行うと疲労強度が向上し，一度導入された残留応力はどのような条件下でも疲労試験中に変化することはない。

(疲労試験・試験機の種別，疲労試験片)

【問 3】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。それらの手順に関する以下の記述について，不適切なものを一つ選び，その番号を示せ。

- (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 1.05～1.5 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・試験機の種別, 疲労試験片)

【問4】引張強さ $\sigma_B=500$ MPa, 降伏応力 $\sigma_y=400$ MPaの材料の平滑試験片における疲労限度は $\sigma_w=250$ 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ゾーデルベルグ線を用いて推定したとき, 安全な使用条件として, 適切なものを一つ選び, その番号を示せ。

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| (1) 平均応力 $\sigma_m=0$ MPa, | 応力振幅 $\sigma_a=240$ MPa |
| (2) 平均応力 $\sigma_m=100$ MPa, | 応力振幅 $\sigma_a=180$ MPa |
| (3) 平均応力 $\sigma_m=200$ MPa, | 応力振幅 $\sigma_a=110$ MPa |
| (4) 平均応力 $\sigma_m=300$ MPa, | 応力振幅 $\sigma_a=70$ MPa |
| (5) 平均応力 $\sigma_m=400$ MPa, | 応力振幅 $\sigma_a=30$ MPa |

(疲労試験規格)

【問5】疲労試験方法に関する以下の記述について, 適切なものを一つ選び, その番号を示せ。

- (1) 軸方向疲労試験を繰返し速度 250 Hz で実施したところ試験片の発熱が確認され, 温度は 50 °Cとなったが, 試験を継続し破断データとして採用した。
- (2) 軸方向疲労試験において軸合わせを周方向に等間隔に添付した 4 枚のひずみゲージの出力に基づいて行った。計測された最大曲げひずみは, 疲労試験で設定するひずみ範囲の最小値の 4 %であったので, そのまま疲労試験を実施した。
- (3) 繰返し数 10^7 回においても疲労試験片が破断しなかったため, 負荷荷重を 5 %増加して疲労試験を実施したところ破断した。このデータを含めて $S-N$ 曲線を作成した。
- (4) JIS 規格の試験片を用いて行う回転曲げ疲労試験において軸振れを測定したところ 0.06 mm であった。この状態で疲労試験を実施してデータを取得した。

($S-N$ 曲線回帰法)

【問6】 $S-N$ 曲線回帰法に関する以下の記述について, 適切なものを一つ選び, その番号を示せ。

- (1) 同一ロットの素材から多数の試験片を作製し, 同じ疲労試験機で試験を行えば, 試験データのばらつきは完全に排除することができる。
- (2) $P-S-N$ 曲線を描くためには, 基本的にはある応力振幅で 1 点のデータ点があるように疲労試験を計画すれば統計的には十分である。
- (3) $P-S-N$ 曲線のある応力振幅で水平方向に切断すると, その応力分布での疲労寿命分布を求めることができるが, 時間強度分布は求められない。
- (4) 一般に, 疲労データのばらつきは応力振幅の高い領域で大きい, 疲労限度近傍での長寿命域では小さくなる。
- (5) 破壊確率の計算法として, 平均ランク法やメディアンランク法などがあるが, どちらも試験データが一つしかなければ, 破壊確率は 0.5 となる。

(疲労の基礎 (SEM 観察))

【問 7】金属材料の疲労破面の観察結果に関する以下の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 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。
- (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、ストライエーション模様は、き裂発生過程で形成されることが多い。
- (3) ストライエーション模様は、一般に、鉄鋼材料よりもアルミニウム合金や銅合金の方が明瞭に形成されることが分かっている。
- (4) 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。
- (5) 金属材料の疲労破面に形成されるビーチマークは、貝殻の表面に見られる筋状の模様と似ているので、貝殻状模様ともよばれる。

(疲労の基礎 (専門用語))

【問 8】金属疲労に関する以下の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 応力振幅 σ_a とは、繰返し応力の変動範囲のことであり、最大応力を σ_{max} とし、最小応力を σ_{min} とすると、応力振幅は $\sigma_a = \sigma_{max} - \sigma_{min}$ で与えられる。
- (4) 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る。
- (5) 疲労試験における応力比は $R = \sigma_{min} / \sigma_{max}$ で定義され、完全両振り負荷の場合の応力比は $R = -1$ であり、片振り引張りの場合は $R = 0$ である。

(荷重検定)

【問 9】疲労試験機の荷重検定および較正に関する以下の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 回転曲げ疲労試験機などを除いた軸荷重疲労試験機では、JIS B 7721 などに準拠して力計測系の較正が必要である。
- (2) 疲労試験機の動的荷重検定方法は、JIS 規格では規定されていない。
- (3) JIS 規格では、疲労試験機は安定した荷重を加えることができることが要求されている。
- (4) 使用中の試験精度保障のための荷重検定は、試験機の部品交換、修理、再調整したときに行なえば良い。
- (5) 疲労試験機の静的荷重の検定を JIS B 7721 「引張試験機・圧縮試験機-力計測系の校正方法及び検証方法」に則って実施した。

(荷重検定)

【問 1 0】 50kN 油圧サーボ式疲労試験機の静的荷重検定を JIS B 7721 に則って行った。検定に関する以下の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 毎年 9 月に静的荷重検定をしていたが、今年は 8 月に実施した。
- (2) 力系の校正が間に合わなかったので、5 kg のおもり 3 個を使って荷重検定した。
- (3) 力測定系校正時の周囲温度は 28 °C だった。
- (4) 荷重検定の前に試験機の使用前点検を行い、試験機に異常がないことを確認した。
- (5) 校正・検証報告書は PDF ファイルで発行している。

(試験機維持・管理)

【問 1 1】 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に関する以下の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 電動機はグリース補給が必要なものがある。詳細は電動機の銘板を確認すること。
- (2) 制御装置のコネクタや端子盤は、長い時間のうちに接触部に付着したほこり等により、絶縁不良や接触不良をおこすことがある。点検を 1 年に 1 度程度実施すること。
- (3) フィルターのエレメントは、メーカーが指定する期間毎に、あるいはフィルターの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。
- (4) 作動油は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。作動油は 3 年間使用したら新油と交換すること。
- (5) 正常運転中とは異なる音がポンプから認められた場合は、ただちに運転を停止し点検すること。

(安全規範)

【問 1 2】 試験職場の安全な運営に当たって実行すべき点がいくつか挙げられる。安全に関する以下の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 試験装置の管理責任者は、試験を実施する都度選定する。
- (2) 試験装置の定期点検時期と方法を定め、これを実行する。
- (3) 試験装置の使用状況を記録する管理台帳を作成し、使用時に必要事項を記入し、保管する。
- (4) 標準作業書を作成し、作業指導票に従った標準作業を行う。
- (5) 職場の安全を管理する組織（たとえば安全委員会）により、試験装置および周辺の安全巡視、対策を定期的に行う。

(安全規範)

【問 1 3】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。安全に関する以下の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 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。
- (4) 安全帽が変形していたが、着用できるので使用した。
- (5) 靴は保護板が入っている安全靴を使用する。また、摩耗・破損がないか点検する。

(SI 単位系)

【問 1 4】SI 単位系に関する以下の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) SI 以外の単位ではあっても、現在も広く使われており、SI との併用が認められている単位もある。
- (2) 組立単位が一つの単位を他の単位で除して構成される場合、以下のいずれかの方法で記述する。また、同一の行に斜線を二つ以上重ねてはならない。
(例) 加速度は、 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ 、 m/s^2 あるいは $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ と記述する。 m/s/s とはしない。
- (3) 組立単位が二つ以上の単位の積で構成される場合には、以下のいずれかの方法で記述する。
(例) 力のモーメントは $\text{N} \cdot \text{m}$ 、 Nm あるいは mN であらわす。
- (4) 単位記号は直立体で表記し、複数形を用いずピリオドはつけない。量をあらわす全数字と単位の間には 1 字分の空白を置く。
- (5) SI 単位の接頭語および 10 の整数乗倍は、数値が実用的な範囲になるよう用途に応じて選択する。具体的には、JIS Z8203 の付属書に従うことが好ましい。

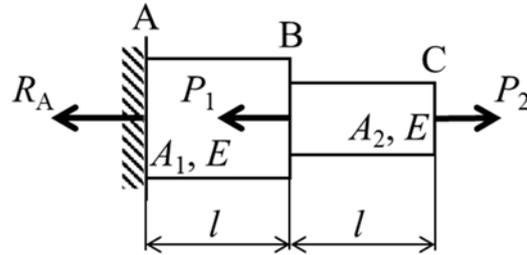
(材料力学の基礎)

【問 1 5】鋼の丸棒 (ヤング率 $E_{\text{鋼}} = 200 \text{ GPa}$) とアルミニウム合金 (ヤング率 $E_{\text{アルミ}} = 70 \text{ GPa}$) の丸棒があり、どちらも長さは 200 mm で、断面積は 100 mm^2 である。引張荷重 10 kN を負荷したときの、鋼とアルミニウム合金のそれぞれの伸び $\delta_{\text{鋼}}$ と $\delta_{\text{アルミ}}$ について、もっとも適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) $\delta_{\text{鋼}} = 0.1 \text{ mm}$, $\delta_{\text{アルミ}} = 0.29 \text{ mm}$
- (2) $\delta_{\text{鋼}} = 1.0 \text{ mm}$, $\delta_{\text{アルミ}} = 2.9 \text{ mm}$
- (3) $\delta_{\text{鋼}} = 0.1 \text{ mm}$, $\delta_{\text{アルミ}} = 0.19 \text{ mm}$
- (4) $\delta_{\text{鋼}} = 10 \text{ mm}$, $\delta_{\text{アルミ}} = 0.29 \text{ mm}$
- (5) $\delta_{\text{鋼}} = 0.1 \text{ mm}$, $\delta_{\text{アルミ}} = 0.1 \text{ mm}$

(材料力学の基礎)

【問 1 6】 下図に示す段付き棒 ABC がある。棒 AB, BC はともに長さが l (エル), 縦弾性係数が E であり, 棒 AB の断面積は A_1 , 棒 BC の断面積は A_2 である。点 B に荷重 P_1 が, 点 C に荷重 P_2 が, それぞれ図の矢印の方向に作用する場合の段付き棒 ABC の全体の伸び量 λ として, 適切なもの を一つ選び, その番号を示せ。



- | | |
|---|---|
| (1) $\left(\frac{P_1 - P_2}{A_1} + \frac{2P_1 - P_2}{A_2} \right) \frac{l}{E}$ | (2) $\left(\frac{-P_1 + P_2}{A_1} + \frac{P_2}{A_2} \right) \frac{l}{E}$ |
| (3) $\left(-\frac{P_1}{A_1} + \frac{P_2}{A_2} \right) \frac{l}{E}$ | (4) $\left(\frac{P_1 + P_2}{A_1} + \frac{P_2}{A_2} \right) \frac{l}{E}$ |
| (5) $\left(\frac{P_1}{A_1} - \frac{P_2}{A_2} \right) \frac{l}{E}$ | |

***** (2級受検者はここまで / 1級受検者は最後まで解答) *****

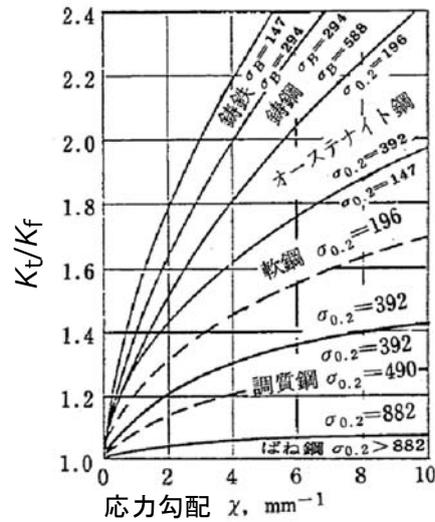
【問 1 7】 ある鉄鋼材料があり，硬さを調べたらビッカース硬さが 210 であった．この材料の帯板材（幅 $2W=40\text{ mm}$ ，厚さ $t=2\text{ mm}$ ）の幅中央部に半径 $a=10\text{ mm}$ の円孔があり，応力比 $R=-1$ の引張圧縮の疲労荷重が作用した場合を考える．本鉄鋼材料の予測される疲労限度 σ_{w0} （切欠きなど無い場合）と穴あき帯板材の疲労限度を与える時の最大荷重振幅 ΔP の組み合わせとして，適切なものを一つ選び，その番号を示せ．ただし，切欠き係数 K_f と応力集中係数 K_t は等しいものとする．

- (1) $\sigma_{w0}=336\text{ MPa}$ ， $\Delta P=12.5\text{ kN}$
- (2) $\sigma_{w0}=156\text{ MPa}$ ， $\Delta P=12.5\text{ kN}$
- (3) $\sigma_{w0}=156\text{ MPa}$ ， $\Delta P=156\text{ kN}$
- (4) $\sigma_{w0}=336\text{ MPa}$ ， $\Delta P=156\text{ kN}$
- (5) $\sigma_{w0}=336\text{ MPa}$ ， $\Delta P=25.0\text{ kN}$

【問 1 8】 材料の疲労強度に関する以下の記述について，不適切なものを一つ選び，その番号を示せ．

- (1) 低・中強度の鉄鋼材料の $S-N$ 曲線は， 10^7 の繰返し数よりも低い所に現れる折れ点で水平となる．一方アルミ合金などの非鉄金属の $S-N$ 曲線は明瞭な折れ点が見えず， 10^7 の繰返しを超えても下がり続ける曲線となる場合がある．
- (2) 炭素鋼などの鉄鋼材料の疲労限度は，引張強さや硬さなどと密接に関係がある．経験則として比例関係があることが知られているが，引張強さが 1100 MPa ，ビッカース硬さが 400 より大きい場合には，材料内の介在物などが原因で疲労限度のばらつきが大きくなり危険側の評価になる可能性がある．
- (3) 平滑材を使って疲労試験を行う場合，回転曲げと引張圧縮による疲労試験の結果を比較すると，回転曲げの疲労試験結果の方が高強度を示す．また回転曲げ疲労試験においては応力勾配により，試験片形状が幾何学的に相似でも寸法の大小によって疲労強度が異なる．しかしながら，引張圧縮の疲労試験では応力勾配が 0 となるため，寸法の影響は小さくなる．
- (4) 切欠きが鋭い試験片の疲労試験を行うと，発生したき裂がいったん進展を開始してその後進展を停止する，き裂停留現象がみられる場合がある．その理由は，き裂が無い時の切欠き近傍の応力分布が，切欠きが鋭いほど切欠き底から急激に減少することで応力場の強さが弱くなるためと考えられている．

【問 1 9】下図は切欠き材の疲労限度の低下率を示すグラフである。このグラフに関連して、応力集中部の疲労限度設計における留意点の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。



- (1) ばね鋼の疲労限度は切欠きに敏感である。
- (2) 応力集中係数が同じでも切欠き底の応力勾配によって、疲労限度の低下率は変わる。
- (3) このグラフの横軸の χ は、切欠き底の半径とは異なる。一般的に切欠き底の半径が小さくなると応力集中係数は大きくなり、疲労限度は下がる。
- (4) 機械的特性がほぼ同じでも、切欠き材の疲労限度は材料によって大きく異なる。
- (5) 鋳鉄は応力集中による疲労限度の低下量が顕著な材料である。

【問20】き裂を有する無限平板（図 20-1 参照）の無限遠方に繰返し応力（最大応力 $\sigma_{\max}=100\text{ MPa}$ ，最小応力 $\sigma_{\min}=50\text{ MPa}$ ）が作用している．疲労き裂が進展しないためには，無限平板のき裂長さ $2a$ を何 mm 以下としなければならないか，そのき裂長さとして，適切なものを一つ選び，その番号を示せ．なお，ここで，き裂を有する無限平板の材料は硬鋼 S55C とする．硬鋼 S55C の下限界応力拡大係数範囲 ΔK_{th} と応力比 R の関係は図 20-2 に示すとおりであり，応力比 $R=0$ において ΔK_{th} は $12.7\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ とする．き裂を有する無限平板の K 値計算式は式(A)に示すとおりである．なお，計算において，円周率は 3.14 とする．

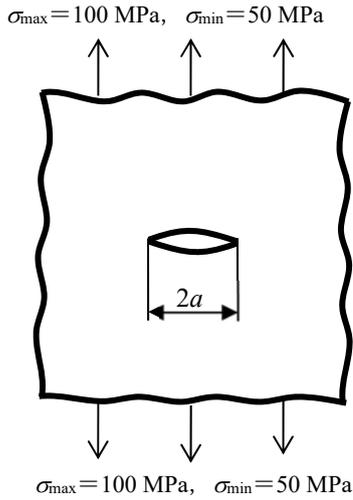


図 20-1 き裂を有する無限平板

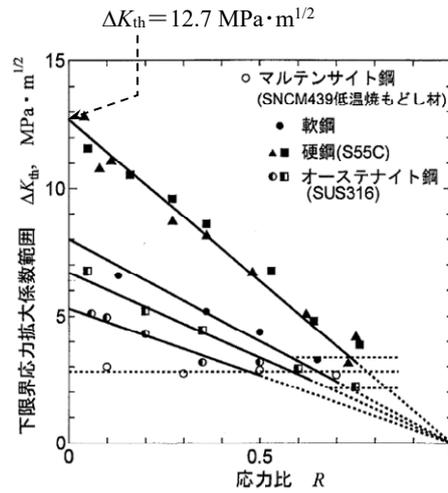


図20-2 下限界応力拡大係数範囲と応力比の関係（テキスト p.34 の図 4.8 参照）

$$K = \sigma\sqrt{\pi a} \quad (\text{単位 : MPa}\cdot\text{m}^{1/2}) \quad (\text{A})$$

- (1) 2.56 mm 以下
- (2) 5.12 mm 以下
- (3) 10.2 mm 以下
- (4) 20.5 mm 以下
- (5) 41.0 mm 以下

【問 2 1】溶接構造物の疲労に関する以下の記述について、不適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

- (1) 溶接部の疲労破壊起点は止端部、未溶着部ルート部、ブローホールおよびアンダーカットなどの溶接欠陥が代表的である。これらの部位から疲労き裂が発生、進展して破壊に至る。
- (2) 溶接部の疲労強度に影響する因子は多岐にわたる。しかし、その中で主要なものは、応力集中、残留応力、熱影響による組織や材質変化および溶接欠陥である。
- (3) 溶接部の疲労強度を向上させる方法として応力集中を緩和させる方法がある。具体的にはグラインダなどを用いて止端部の形状を平滑に仕上げる方法などが挙げられる。
- (4) 溶接部には溶接時における熱の影響により高い残留応力が発生する。これらの残留応力は平均応力として作用するので、疲労強度に影響を与えると考える。
- (5) ホットスポット応力とは構造の不連続による応力集中を考慮した溶接止端部の応力である。溶接止端部への応力外挿値であり、溶接止端部の局所的な応力集中を含んでいる。

【問 2 2】低サイクル疲労の寿命則のひとつにマンソンの共通勾配法と呼ばれる関係がある。この関係を用いて 10^4 サイクルの疲労寿命を与える全ひずみ範囲を推定した結果として、適切なものを一つ選び、その番号を示せ。なお、対象とする材料の機械的性質は下表で与えられる。

降伏点	引張強度	真破断力	絞り	破断延性	縦弾性係数	横弾性係数
520 MPa	740 MPa	920 MPa	52%	12%	206 GPa	80 GPa

- (1) 0.04%
- (2) 0.69%
- (3) 0.12%
- (4) 0.53%
- (5) 0.63%

【問 2 3】微小疲労き裂進展に関する以下の文章中の空欄(a)～(e)に入る言葉の組合せとして、適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

微小き裂進展特性のひとつとして、き裂の下限界応力拡大係数範囲 ΔK_{th} 以下でも進展を開始する場合がある。微小き裂から大きいき裂への遷移を表現するために、横軸をき裂長さ a 、縦軸を下限界応力範囲 $\Delta\sigma_{th}$ としたグラフを用いることがある。その場合、き裂長さは固有き裂長さ a_0 、下限界応力範囲は の疲労限度 $\Delta\sigma_{w0}$ で正規化されるのが一般的である。このとき、 a_0 は次式で与えられる。

$a \gg a_0$ であれば、 $\Delta\sigma_{th}$ は の条件で決定できる。
 a が小さくなれば $\Delta\sigma_{th}$ は増大するが、 が上限となる。

- (1) (a)長い, (b) 平滑材, (c) $a_0 = \frac{\Delta K_{th}^2}{\pi \Delta\sigma_{w0}^2}$, (d) ΔK_{th} 一定, (e) $\Delta\sigma_{w0}$
 (2) (a)短い, (b) 平滑材, (c) $a_0 = \frac{\Delta K_{th}}{\pi \Delta\sigma_{w0}}$, (d) ΔK_{th} 一定, (e) 切欠き材の疲労限度
 (3) (a)長い, (b) 切欠き材, (c) $a_0 = \frac{\Delta K_{th}^2}{\pi \Delta\sigma_{w0} \times \Delta\sigma_{th}}$, (d) ΔK_{th} 漸増, (e) $\Delta\sigma_{w0}$
 (4) (a)短い, (b) 切欠き材, (c) $a_0 = \frac{\Delta K_{th}}{\pi \Delta\sigma_{w0}}$, (d) ΔK_{th} 漸減, (e) $\Delta\sigma_{w0}$
 (5) (a)長い, (b)き裂材, (c) $\sigma_0 = \frac{\Delta K_{th}^2}{\pi \Delta\sigma_{w0}^2}$, (d) ΔK_{th} 漸減, (e)切欠き材の疲労限度

【問 2 4】き裂開閉口挙動に関する以下の文章中の空欄(a)～(e)に入る言葉の組合せとして、適切なものを一つ選び、その番号を示せ。

力学的、微視組織的および環境的な因子によって誘起される種々のき裂閉口メカニズムが存在する。例えば図 24-1, 24-2 はそれぞれ き裂閉口と き裂閉口であり、力学的因子に起因するき裂閉口現象である。

基本的に種々のき裂閉口現象では、き裂面間において 変形を妨げる機構が働いている。き裂閉口を実測する方法はいくつかあるが、例えば 法では、試験片の背面に張り付けたひずみゲージによって荷重-ひずみ線図を取得し、コンプライアンスの変化から閉口点を決定する。き裂閉口を考慮した応力拡大係数範囲を ΔK_{eff} と称する。



図 24-1



図 24-2

- (1) (a)塑性誘起, (b)破面粗さ誘起, (c)塑性回復, (d)電位差, (e)塑性誘起応力拡大係数範囲
 (2) (a)破面粗さ誘起, (b)変態誘起, (c)弾性回復, (d)電位差, (e)有効応力拡大係数範囲
 (3) (a)塑性誘起, (b)酸化物誘起, (c)塑性回復, (d)除荷弾性コンプライアンス,
 (e)塑性誘起応力拡大係数範囲
 (4) (a)破面粗さ誘起, (b)塑性誘起, (c)塑性回復, (d)荷重漸減, (e)有効応力拡大係数範囲
 (5) (a)塑性誘起, (b)破面粗さ誘起, (c)弾性回復, (d)除荷弾性コンプライアンス,
 (e)有効応力拡大係数範囲