

平成17年度  
機械設計技術者試験  
2級 試験問題 I

第1時限 9：00～10：30（90分）

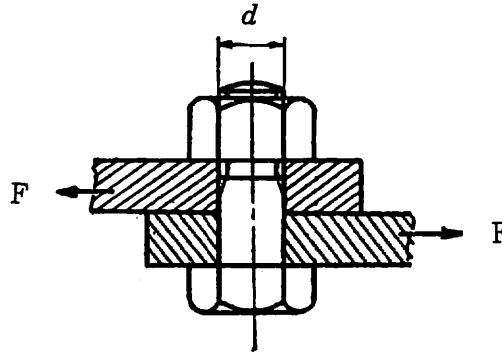
1. 機構学・機械要素設計
4. 流体工学
8. 工作法

平成17年11月27日実施

主催：社団法人 日本機械設計工業会

## [1. 機構学・機械要素設計]

1-1 図に示すように、2枚の鋼板を1本のボルトM24で締付けた場合、ボルト軸部に直角方向に $F=2 \times 10^4 \text{N}$ の力が作用するとき、鋼板をボルトに許される最大締付力で締付ける場合と、締付力が全く期待できない場合には、両者によって、ボルト軸部に生じるせん断応力に、どれ程の差異があるのか、これより次の問に答えよ。



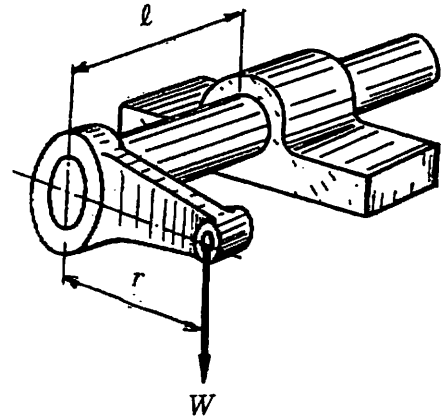
- (1) ねじの締付けによって、谷断面には引張りのみが加わるものとし、これらを考慮した許容引張応力から、ボルトに許し得る軸引張力の最大値 $Q$ を求めよ。  
ただし、ボルトの谷の径 $d_1=20.752\text{mm}$ 、許容引張応力 $\sigma_s=60\text{N}/\text{mm}^2$ とする。
- (2) この $Q$ の力で鋼板が締付けられている場合、板のすべりに対して、鋼板間の摩擦係数を $\mu$ とすると、 $\mu Q$ の摩擦力が抵抗する。ボルト軸部のせん断応力 $\tau_1$ はいくらになるか。  
ただし、 $\mu=0.2$ とする。
- (3) ボルトの締付力が全く期待できない場合には、板同士の摩擦が生じないから、この場合、ボルト軸部のせん断応力 $\tau_2$ はいくらか。

1-2 図に示す曲げとねじりを同時に受ける軸について、 $W=350\text{N}$ 、 $l=400\text{mm}$ 、 $r=300\text{mm}$ のとき、必要な軸の直径 $d$ を求めよ。ただし、許容曲げ応力 $\sigma_s=42\text{MPa}$ 、許容せん断応力 $\tau_s=32\text{MPa}$ とする。

なお、曲げとねじりのモーメントが単独に作用する場合は

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32M}{\pi \sigma_s}} \quad (M: \text{曲げモーメント})$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi \tau_s}} \quad (T: \text{ねじりモーメント})$$



となる。

また、軸に $M$ と $T$ とが同時に加わる時は、

相当曲げモーメント  $Me = \frac{M + Te}{2}$

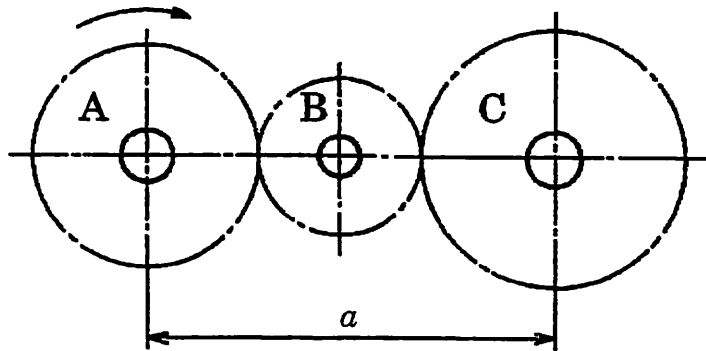
相当ねじりモーメント  $Te = \sqrt{\square}$  となる。

上記の  $\square$  の中は、下記の中から1つを選んで計算せよ。

$T+M$ ,  $2T+2M$ ,  $T^2+M^2$ ,  $T^2+M$

1-3 歯車A、歯車B、歯車Cを図のように配し、歯車Aを入力、歯車Cを出力とした歯車列がある。歯車はすべて、モジュール $m=4\text{ mm}$ 、基準圧力角 $\alpha_c=20^\circ$ の標準平歯車で、歯車Aの歯数 $Z_A=30$ 、歯車Aと歯車Cの中心距離 $a=290\text{ mm}$ 、歯車列の伝達速度比（入力角速度/出力角速度） $i=2.5$ とすると、次の設問に答えよ。ただし、バックラッシは考えなくてよい。また、計算に際しては $\sin 20^\circ = 0.34$ 、 $\cos 20^\circ = 0.94$ としてもよい。

- (1) 歯車Cの歯数 $Z_C$ を求めよ。
- (2) 歯車Bの歯数 $Z_B$ を求めよ。
- (3) 歯車Aの基礎円直径 $d_{gA}$ を求めよ。
- (4) 歯車Aの歯先円直径 $d_{aA}$ を求めよ。
- (5) 歯車Aの基礎円ピッチ $t_g$ を求めよ。
- (6) 歯車Aと歯車Bの歯車対のかみ合い長さ $e=18.9\text{ mm}$ となる時、この歯車対のかみ合い率 $\varepsilon$ を求めよ。



## [4. 流体力学]

4-1 次の文章は粘性を有する流体が部品（物体）の周りを流れる時の特徴を述べたものである。空欄に当てはまる適切な語句を語句群から選び、その番号を解答欄に記入せよ（重複使用不可）。

静止している平行な2平面間や円管の中を粘性流体が流れる場合、流体の速度 $u$ は、図1に示したように

$$u = cy + \frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} y^2$$

$y$ ：管路中央に向かっての距離

$p$ ：圧力、 $\mu$ ：粘性係数

で与えられる。最大速度は流路の【A】を生じ、物体の【B】ではゼロである。そして、流路の【A】に生じる最大速度を $u_0$ とすると、物体表面より最大速度 $u_0$ に移行する間の速度成分は $\frac{dp}{dx}$ の正、負に応じ図1(c)に示したようになる。

【C】の場合は、図中の鎖線のようになり、 $y=0$ の近傍では、速度 $u$ が【D】となって、流体が【E】していることを示す。これは流れの【F】と呼ばれる現象である。粘性のない流体が管路を流れる場合、正方向に流れる場合も逆方向に流れる場合も、流れの道筋には差異がない。しかし、粘性流体の場合では、このように流れの方向に圧力が上昇するか、下降するかによって、大きな差異を生じる。

例えば、図2(a)のような壁に沿って流れる場合、壁面は曲がる流れの外側に存在するので、流体は曲がり部に近づくとつれ、【G】は減少し、圧力は【H】する。従って【C】であるから流れは、曲がり角の前方で【F】し、曲がり角に【I】を生じる。

図2(b)のような場合は、壁面が曲がる流れの内側に存在するので、曲がり角での圧力は【J】する。曲がり角の上流では【K】である。曲がり角の下流では、【C】であるので、曲りの角度が大きければ $\frac{dp}{dx}$ の差も大きい。従って、このような場合は、流れは曲がり角から離れて【I】を巻く。

このように、流れの方向に沿って、圧力が上昇するか下降するかによって、渦の状態は大きく変化する。これらの渦は、物体の特性に影響を及ぼすのみならず、物体の破損にも繋がる。

(語句群)

- |       |                        |                        |       |        |       |
|-------|------------------------|------------------------|-------|--------|-------|
| 1. 速度 | 2. 減少                  | 3. 表面                  | 4. 負  | 5. 逆流  | 6. 上昇 |
| 7. 剥離 | 8. $\frac{dp}{dx} > 0$ | 9. $\frac{dp}{dx} < 0$ | 10. 渦 | 11. 中央 |       |

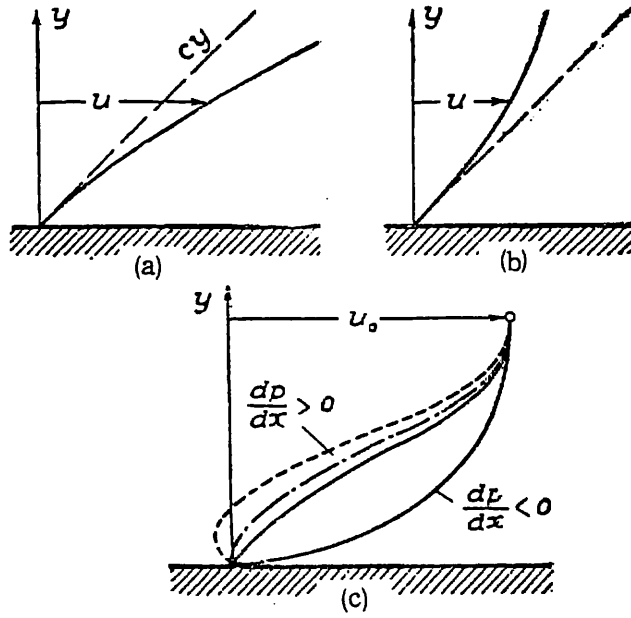


図1 粘性流体の流れ

$u$ : 速度

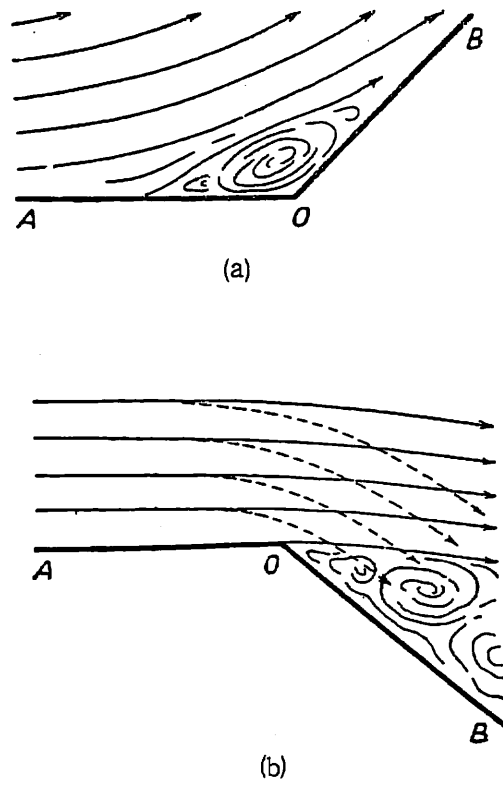


図2 粘性流体の流れ

## [ 8 . 工 作 法 ]

8 - 1 次の文章は精密加工に属する各種加工方法について述べたものである。それぞれの内容に相当する具体的加工法を語句群から選び、解答欄に記号で答えよ。ただし、重複使用は不可である。

- A. 円筒内面を精密に仕上げるため、数本の棒状の油砥石を保持具につけ、工作物に接触させながら、回転と往復運動を与えて仕上げる。
- B. 円筒外周を精密に仕上げるため、粒度が細かい砥石を振動させながら工作物に押しつけ、同時に工作物に回転運動を与えながら仕上げる。
- C. 工作物と工具の間に微粒の砥石を入れて、両者を相対運動を与えながら表面を微量ずつ削り取って仕上げる。
- D. 研磨剤を加工液とともに、圧縮空気によって高速で工作物に吹き付けることで、工作物の表面を仕上げる。
- E. 板ばねのような機械部品に球状の粒子を噴射させて、疲れ強さの増大と耐摩耗性の向上（表面の加工硬化）を期待して仕上げる。
- F. 円形の布や皮で作った工具に砥粒を付着させ、これを回転させて工作物に押しつけて表面を研磨しながら仕上げる。
- G. 帯状に研磨布紙を高速に回転させて、その上に工作物を押しつけて仕上げる。
- H. 機械に回転工具を取り付け、潤滑油を与えながらこれを工作物に押しつけて、塑性変形により表面を仕上げる。
- I. 穴より少し大きな鋼球を、円筒穴に強引に挿入し、押しつけながら滑らせ、塑性変形によって表面を鏡面に仕上げる。
- J. 砥石を高速回転させて、少しずつ切込みを与えながら仕上げる。

### [ 語 句 群 ]

- |              |             |           |          |
|--------------|-------------|-----------|----------|
| 1. ラッピング加工   | 2. パニッシング   | 3. 研削加工   | 4. バフ仕上げ |
| 5. ショットピーニング | 6. ホーニング加工  | 7. ローラ仕上げ | 8. 超仕上げ  |
| 9. 液体ホーニング加工 | 10. ベルト研削加工 |           |          |

8-2 部品加工においては、現在様々な工作法が採用されているが、加工後の工作物の精密測定は設計性能を確保する上で不可欠である。以下の文章は工作測定とも言われる測定に関する基本的事項を記述したものである。文章中の空欄に最適と思われる言葉を、下記の語句群から選び、解答欄に記号で答えよ。ただし、重複使用は不可である。

1. 測定とは基準単位により【 A 】を持って製品の形状・寸法を知るとを言い、【 B 】とは、判定基準に対して合否の決定を行うことであり、必ずしも【 A 】で表す必要はない。
2. 工作測定法は【 C 】や【 D 】のように直接に測定器（標準尺）によって測定値を知る【 E 】と、基準寸法と比較して寸法を測定する【 F 】に分類できる。
3. さらに、後者は二つに分類できる。その一つは【 G 】などの基準寸法との差を【 H 】や【 I 】などのコンパレータで測定する方法である。
4. もう一つは対象寸法が許容限界寸法内にあるか否かを測るもので、寸法そのものを直接的に知ることは出来ないが、部品の合否を容易に判定できるので、量産部品の【 B 】には適している。これには【 J 】が利用される。

[語句群]

- |            |         |          |            |
|------------|---------|----------|------------|
| 1. ブロックゲージ | 2. 比較測定 | 3. 限界ゲージ | 4. ダイアルゲージ |
| 5. マイクロメータ | 6. 数値   | 7. 感度    | 8. 絶対測定    |
| 9. ノギス     | 10. 検査  | 11. 誤差   | 12. ミニメータ  |