

専門科目 [農業生産システム設計学]

No. 1

下記の 6 問の中から 4 問選択して解答せよ。(25 点×4 問=100 点)

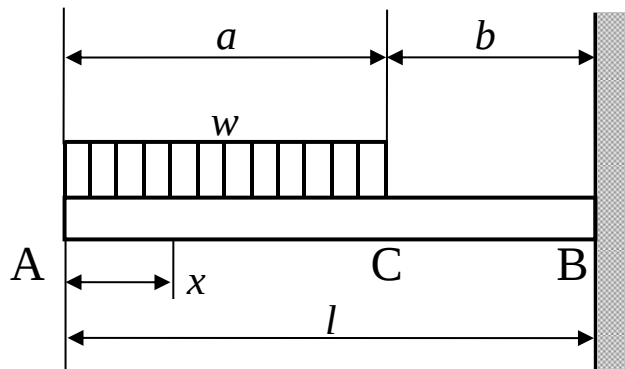
1. 直径 d のロープがある。以下の問いに答えよ。

- (1) このロープに荷重 P の物体を吊るしたとき、ロープの伸びを求めよ。ただし、ロープの長さを l 、ヤング率を E とする。
- (2) このロープを n 本用いて、荷重 P' の物体を安全に吊るしたい。このとき、ロープの本数 n の条件を求めよ。ただし、ロープ1本の引張強度を σ_s 、安全率を f とする。

2. 長さ l の中実の丸棒にトルク T が作用している。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) この丸棒に生じるねじれ角 ϕ および最大せん断応力 $\tau_{\max}$ を求めよ。ただし、丸棒の直径を d 、せん断弾性係数を G とする。
- (2) この丸棒の比ねじれ角の許容値を θ_a 以下にするための丸棒の最小直径 d' を求めよ。

3. 下図のように、部分的に等分布荷重 w を受ける片持梁 AB がある。以下の問いに答えよ。



- (1) 区間 AC ($0 \leq x \leq a$) のせん断力 Q_1 と曲げモーメント M_1 、および区間 CB ($a \leq x \leq l$) のせん断力 Q_2 と曲げモーメント M_2 を求めよ。
- (2) $w = 500 \text{ N/m}$, $a = 1.2 \text{ m}$, $b = 0.8 \text{ m}$ のときのせん断力図と曲げモーメント図を描け。
- (3) 梁が中空円筒 (外径 $d_o = 5 \text{ cm}$, 内径 $d_i = 4 \text{ cm}$) の場合、梁に生じる最大せん断応力 $\tau_{\max}$ を求めよ。

専門科目 [農業生産システム設計学]

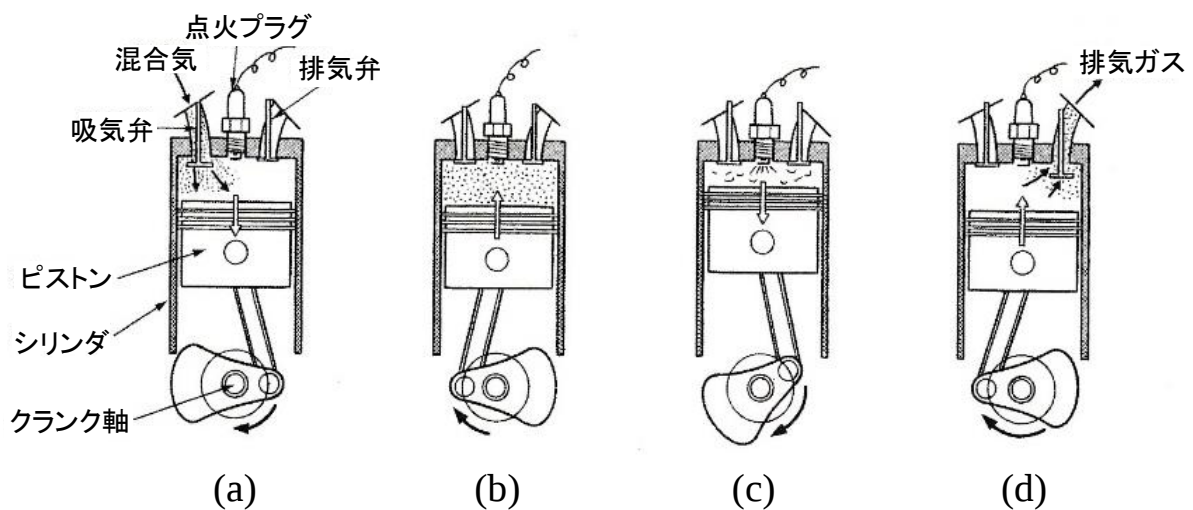
No. 2

4. 農用トラクタに関する以下の問いに答えよ。

- (1) 駆動輪（2輪）に作用する垂直荷重が F_N (N) とする。いま，トラクタのけん引係数を C_p (%) としたとき，このトラクタのけん引力 F_p (N) を求めよ。
- (2) 上記のけん引力，作業速度 v (m/s) の下でけん引作業を行っているトラクタがある。このときのけん引出力 P_p (kW) を求めよ。
- (3) 上記のけん引作業に最低限必要となるエンジン出力 P_e (kW) を求めよ。ただし，けん引効率を η_p (%) とする。

5. ガソリン機関に関する以下の問いに答えよ。

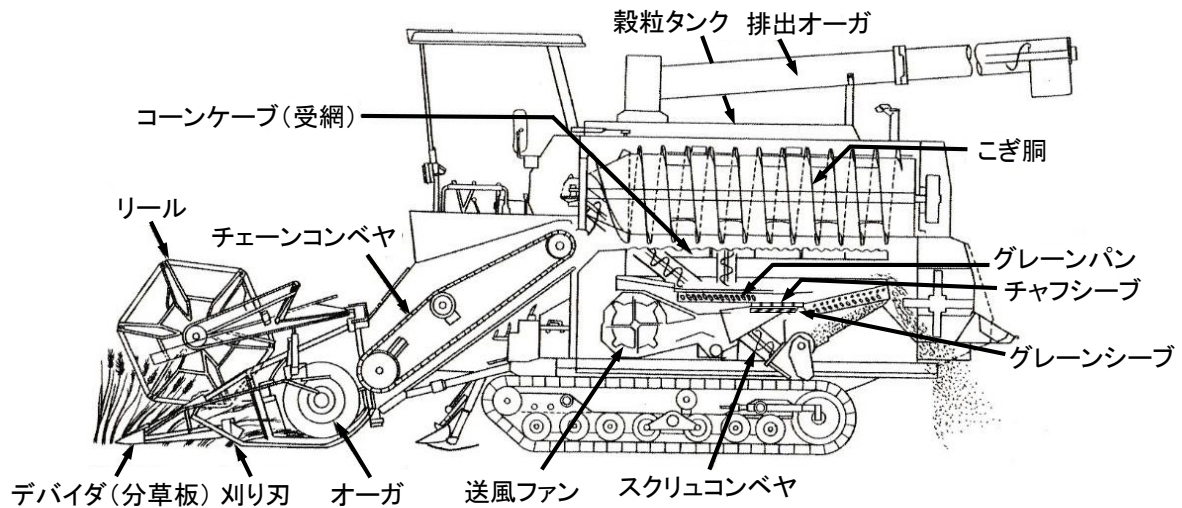
- (1) 下図(a)～(d)は4行程1サイクルガソリン機関の各行程を表している。(a)～(d)の各行程の名称と作動について説明せよ。



出典：藍ほか（2007）「農業機械の構造と利用」を一部改変

- (2) ガソリン機関のノッキング現象を説明し，ノッキングによって生じる問題を3つ挙げよ。

6. 下図に示す汎用コンバイン（軸流コンバイン）が収穫可能な穀物を4つ挙げよ。また、収穫工程を、図中のラベルで示される全ての構成要素の機能とともに説明せよ。



出典：藍ほか（2007）「農業機械の構造と利用」を一部改変

専門科目 [農業生産システム設計学] 解答例

1. (1)

$$\Delta l = \frac{Pl}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 E} = \frac{4Pl}{\pi d^2 E}$$

(2)

$$\sigma = \frac{P'}{n\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{4P'}{n\pi d^2}$$

$$\sigma \leq \frac{\sigma_s}{f}$$

$$\frac{4P'}{n\pi d^2} \leq \frac{\sigma_s}{f}$$

$$n \geq \frac{4P'f}{\pi d^2 \sigma_s}$$

2.

(1)

$$\varphi = \frac{Tl}{GI_p} = \frac{Tl}{\frac{\pi d^4}{32} G} = \frac{32Tl}{\pi G d^4}$$

$$\tau_{\max} = \frac{Ta}{I_p} = \frac{T \frac{d}{2}}{\frac{\pi d^4}{32}} = \frac{16T}{\pi d^3}$$

(2)

$$\theta = \frac{32T}{\pi G d'^4} \leq \theta_a$$

これより，丸棒の直径 d' は次式で与えられる．

$$d' \geq \sqrt[4]{\frac{32T}{\pi G \theta_a}}$$

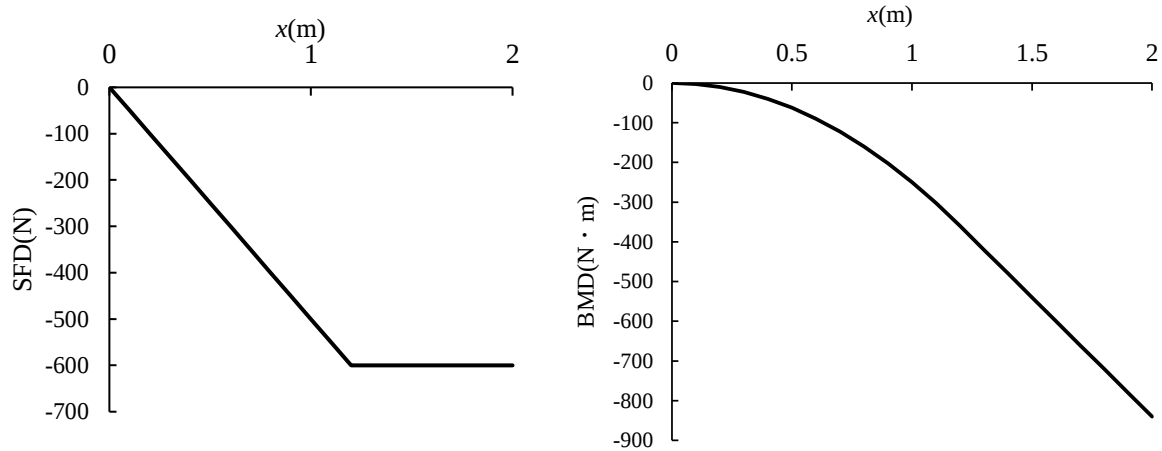
3.

(1)

$$Q1 = -wx, \quad M1 = -wx^2/2$$

$$Q2 = -wa, \quad M2 = -wa(x - a/2)$$

(2) $w=500 \text{ N/m}$, $a=1.2 \text{ m}$, $b=0.8 \text{ m}$ を(1)の結果に代入すると下図が得られる。



(3) 最大せん断力は $Q_{\max} = 600 \text{ N}$ ，梁断面積は $A = \pi(d_o^2 - d_i^2)/4$ であるから，

$$\tau_{\max} = 600 \times \frac{4}{\pi(5^2 - 4^2) \times 10^{-4}} \times 10^{-6} = 0.849 \text{ MPa}$$

4.

(1)

$$F_p = \frac{C_p F_N}{100}$$

(2)

$$P_p = \frac{F_p v}{1000}$$

(3)

$$P_e = \frac{\eta_p P_p}{100}$$

5. (1)

(a) 吸気行程

ピストンが下降することによって生じる負圧で，シリンダ内に混合気を吸い込む。

(b) 圧縮行程

ピストンが上昇し，シリンダ内に吸い込んだ混合気を圧縮する。

(c) 膨張行程

圧縮行程の終わりで，点火プラグに火花を発生させ，混合気に点火する。混合気は急激に燃焼して高温・高圧の燃焼ガスとなり，ピストンを押し下げる。

(d) 排気行程

膨張行程が終わると，ピストンは再び上昇する。このとき排気弁が開き，燃焼ガスがシリンダの外に排出され，一連の作動を終える。

(2)

「通常の火炎伝播燃焼中に、未燃ガス（エンドガス）が自着火し、その領域で局所的に圧力が高い領域（圧力の不均衡）を生じ、燃焼室内に圧力振動が生じる現象」

① 騒音の発生

② 圧力振動によってピストン、シリンダなどの壁付近の温度境界層が破壊され、冷却損失が増大し熱効率が低下

③ ピストンなどの機械部品の損傷が起こる

6.

収穫可能な穀物：稲，小麦，大豆，そば，ハトムギ等

汎用コンバインは、デバイダ（分草板）により、コンバインが1行程で刈り取る幅を決定し、刈取る作物と未刈作物を分離する。リールは作物を引き起こし、穂部を後方に傾けながら切断の補助作業をする。リールでかき寄せられた作物は、刈り刃（往復動刃）により刈り取られる。刈り取られた作物（刈程）は、オーガで中央に集められ、チェーンコンベアでこぎ胴とコーンケーブ（受網）の間に搬送される。穀粒部分は、回転するこぎ胴による衝突，あるいは，こぎ胴と受網間で扱われることにより，脱粒する。こぎ胴の回転数およびこぎ胴とコーンケーブの隙間は作物の種類，状態および供給量によって調整される。脱穀された穀粒およびわら屑は，受網の隙間から，グレーンパンに落下し，揺動作用により後方に送られる。続いて穀粒およびわら屑は，チャフシーブおよびグレーンシーブに落下し，シーブ上を移動する過程で，穀粒は篩目から落下し，わら屑は送風ファンからの風により機外に吹き飛ばされる。精選された穀粒はスクリュコンベヤにより穀粒タンクに送られ貯留される。排出オーガは，タンクが満タンになった際に，穀粒を搬送用のトラック等に排出する際に用いられる。

専門科目〔農業生産システム設計学〕出題意図

1. 農業生産システム設計学分野で研究するために必要な基礎的な学問である材料力学（構造力学）のうち、圧縮引張荷重を受ける棒要素の力学的計算に関する知識を問う。
2. 農業生産システム設計学分野で研究するために必要な基礎的な学問である材料力学（構造力学）のうち、ねじりモーメントを受ける棒要素の力学的計算に関する知識を問う。
3. 農業生産システム設計学分野で研究するために必要な基礎的な学問である材料力学（構造力学）のうち、分布荷重を受ける梁の力学的計算に関する知識を問う。
4. 農業生産システム設計学分野で研究するために必要な基礎的な学問である生物生産機械学のうち、農用トラクタに関する知識を問う。
5. 農業生産システム設計学分野で研究するために必要な基礎的な学問である生物生産機械学のうち、ガソリン機関に関する知識を問う。
6. 農業生産システム設計学分野で研究するために必要な基礎的な学問である生物生産機械学のうち、収穫作業機に関する知識を問う。