

【03】 航空・宇宙部門

IV 次の30問題のうち25問題を選んで解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

IV-1 航空機や宇宙機の構造様式として、サンドイッチ構造がよく用いられる。サンドイッチ構造の説明として誤っているものは次のうちどれか。

- ① サンドイッチ構造は2枚の表面板と、これに挟まれる低密度の心材(コア)よりなる。表面板は主として曲げ、及び面内荷重を分担し、心材はせん断力を分担する。
- ② リンクリング破壊とは、表面板と心材が一体となって変形し、構造が全体的に座屈する破壊形式のことである。
- ③ セル間座屈とは、ハニカムなどが心材の場合にセルの繰り返し単位ごとに局部的に表面板が座屈することで、表面板が薄く剛性が小さいときに起こりやすい。
- ④ サンドイッチ構造は軽量性のほかに、遮音性と断熱性にも優れており、ロケットではペイロード保護フェアリングなどに用いられる。
- ⑤ 航空宇宙分野の場合、表面板の材料としては比強度、比剛性の高いアルミニウム合金やCFRP複合材料がよく用いられる。また心材としては発泡樹脂、アルミニウムハニカム、FRPハニカムなどがよく用いられる。

IV-2 全質量 $10 \times 10^3 \text{kg}$ の1段式ロケットが推力500kNのエンジンを作動させて上昇している。このロケットの中に半径1.0mの球形タンクがあり、密度 $1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ の液体推進薬が満充填されており、かつ上側頂部から100kPaの圧力で加圧されているものとする。リフトオフ直後のこのタンクの底部における圧力は、次のうちどれに最も近いか。

- ① 150kPa ② 200kPa ③ 250kPa ④ 300kPa ⑤ 350kPa

IV-3 樹脂系複合材料の成形に関する次の説明のうち、誤っているものはどれか。

- ① 繊維にあらかじめ樹脂を含浸した中間素材をプリプレグといい、室温で長期間保管できるので便利である。
- ② 積層作業中、層間に巻き込む空気によるボイド生成を防ぐため、数層ごとに行う脱気作業のことをデバルキングという。
- ③ フィラメントワインディングでは、液状の樹脂を溜めた槽の中に繊維を通したあと、回転する型に巻きつけるウエット法がよく用いられる。
- ④ 硬化過程で余分な樹脂や生成ガスを吸い取って硬化後の繊維含有率を適正な値に保つため、積層品を密封し内部を真空引きできるようにする仕組みをバギングという。
- ⑤ 硬化設備としては、槽の中で加熱・加圧が同時にコントロールできるオートクレーブが、成形条件の均一性と汎用性の面で優れており、広く用いられている。

IV-4 航空機の荷重に関する次の記述のうち、誤っているのはどれか。

- ① 制限荷重とは運用中に想定される最大荷重である。
- ② 制限荷重に対し機体構造は有害な残留変形を生じてはならない。
- ③ 終極荷重は制限荷重に安全率を乗じたものであり、航空機についてこの安全率は通常1.25である。
- ④ 終極荷重に対し、機体構造は一定時間破壊せずに耐荷しなければならない。
- ⑤ 荷重倍数は、飛行機に働く空気力の機軸に垂直方向の分力と飛行機の重量との比で示す。

IV-5 航空宇宙機に起こる振動現象に関する次の用語の説明で誤っているのはどれか。

- ① フラッタ：翼などにおいて、弾性復元力と空気力などが連成して動的不安定となり、構造振動が持続あるいは増大する現象。
- ② ダイバージェンス：翼などにおいて、迎え角の増大による空気力モーメントが弾性復元力を上回り、一方的に回転角が増大する不安定現象。
- ③ シミー：航空機の地上滑走中に、走行輪が首振り方向におこす不安定な自励振動のこと。
- ④ ポゴ (POGO)：液体ロケットの縦の構造振動特性と、推進薬供給系の流体振動特性が連成して生じる機体の持続的な縦振動のこと。
- ⑤ 危険速度 (または危険回転速度)：圧縮機やタービンなどの回転機械において、回転軸系のねじり固有振動数と軸回転数が一致し、振れ回りが大きくなる回転数のこと。

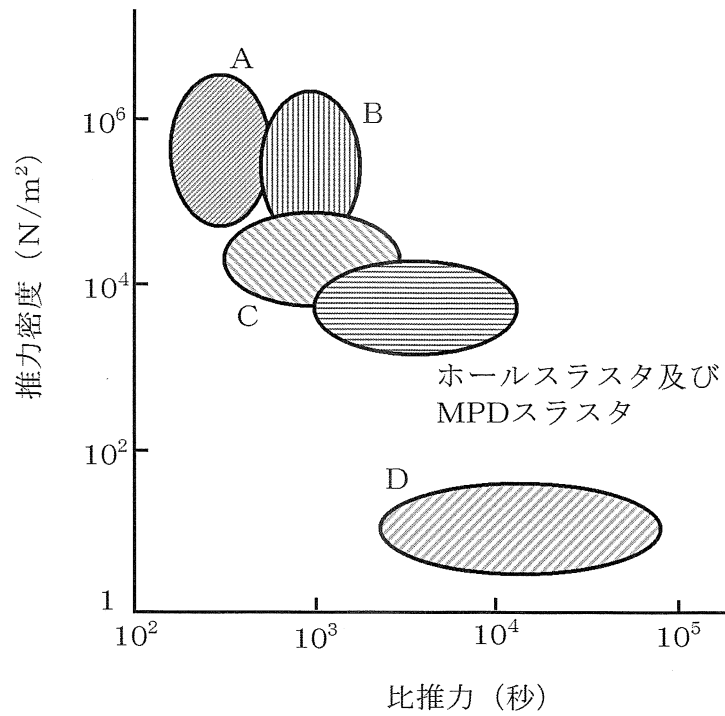
IV-6 損傷許容設計に関する次の記述のうち、誤っているのはどれか。

- ① 損傷許容設計は製造中の傷、あるいは運用中の疲労クラックの発生や成長によって構造に部分的損傷が生じた状態でも、十分な残留強度を維持できるようにする設計方法のことである。
- ② 損傷許容設計と対照的な設計法として安全寿命設計があり、平均寿命に対し十分な安全余裕 (スキャッタファクタ) をとって安全寿命を決める。
- ③ 金属構造の損傷許容解析では応力拡大係数 (K 値) の評価が重要である。K 値とは亀裂先端部近傍の応力場の強さをあらわす無次元数のことである。
- ④ 亀裂進展解析では、材料ごとの一定振幅荷重サイクル下での亀裂進展データに基づいて、亀裂が初期サイズから危険サイズまで成長する期間を解析予測する。
- ⑤ 複合材料は、層間剥離の進展や衝撃損傷後圧縮強度 (CAI) など金属材料と非常に異なった性質を示すので、これらの特性に基づいた損傷許容設計が必要である。

IV-7 ガスタービンの基本サイクルを次の中から選べ。

- ① サバテサイクル
- ② ブレイトンサイクル
- ③ オットーサイクル
- ④ エリクソンサイクル
- ⑤ スターリングサイクル

IV-8 下図は化学推進、及び非化学推進の各種推進機について、比推力と推力密度の関係を模式的に示したグラフである。A～Dの組合せで、正しいものを次の中から選べ。



	A	B	C	D
①	イオンスラスタ	原子力推進	化学推進	アークジェット
②	イオンスラスタ	アークジェット	原子力推進	化学推進
③	化学推進	原子力推進	アークジェット	イオンスラスタ
④	化学推進	アークジェット	イオンスラスタ	原子力推進
⑤	化学推進	イオンスラスタ	原子力推進	アークジェット

IV-9 液体ロケットで発生する不安定燃焼のうち、燃焼室内におけるガス振動と燃焼の直接的なカップリングによって励起され、圧力振動が燃焼室の音響学的共鳴に関係したもので、エンジンに与える熱的障害が非常に大きいものの名称は次のうちどれか。

- ① スクリーミング (screaming)
- ② スロッシング (sloshing)
- ③ サージング (surging)
- ④ チャギング (chugging)
- ⑤ バジング (buzzing)

IV-10 化学ロケットエンジンの推力に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 推力は運動量推力と圧力推力から構成され、前者は推進薬質量流量とノズルから噴出する排気ジェットの流れの積で表される。
- ② 一定作動状態のロケットにおいては、作動高度が高くなる、すなわち外界圧力が下がっていくと推力は増大していく。
- ③ 推力と推進薬質量流量の比は有効排気速度と呼ばれ、これを重力加速度で除したものが比推力である。
- ④ ロケットエンジンの推力は飛行速度に依存せず、また推進効率も飛行速度に依存しない。
- ⑤ 作動中推力が一定であれば、全推力は消費された推進薬の全質量と有効排気速度の積で表される。

IV-11 一定断面の流路内を摩擦がない状態で流れている超音速流に外部から熱を加えた場合の流れ場の挙動について、誤っているものは次のうちどれか。

- ① 全圧（よどみ点圧力）は減少する。
- ② 全温（よどみ点温度）は増大する。
- ③ 流速は減少する。
- ④ 静温は増大する。
- ⑤ 静圧は減少する。

IV-12 航空機騒音に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① ジェット騒音は、広い周波数範囲にわたって連続的にエネルギーを持つ広帯域騒音である。
- ② ターボファンエンジンではジェットの平均速度が低いことにより、ジェット騒音が大幅に低減されている。
- ③ ノズルの先にシュートあるいはローブ状のものを設ける方法は、ジェットの速度を低下させてジェット騒音の低減を図るものである。
- ④ ファンの翼の先端速度が超音速の場合、ファン斜め前方にバズソー騒音が照射される。
- ⑤ ファンの周速が亜音速の場合、ファン騒音の中で特定周波数騒音はあまり顕著ではない。

IV-13 計器着陸システム (ILS) グライドパス (GP) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① ナルリファレンス型GPは映像アンテナも含めると4素子である。
- ② Mアレイ型GPは地面の反射を利用しないタイプである。
- ③ GPはUHF帯の電波を使用している。
- ④ GPは水平偏波の電波を使用している。
- ⑤ GPアンテナ前方にある障害物の影響を軽減するため、2周波方式GPが使われる。

IV-14 航空管制用レーダに関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① SSRは1030MHzで航空機に質問し1090MHzの応答を受信する。
- ② 航空管制用のレーダ画面上に表示される航空機の高度は、航空機に搭載された気圧高度計による高度である。
- ③ SSRの1回の質問信号は3個のパルスで構成される。
- ④ SSRは垂直偏波の電波を使用している。
- ⑤ トランスポンダを搭載していない航空機の場合1030MHzの反射波で航空機の位置のみ表示する。

IV-15 航空機衝突防止装置 (ACAS) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① ACASとTCASは最新バージョンにおいて機能的には事実上同等である。
- ② ACASは垂直偏波の電波を使用している。
- ③ ACAS Iは垂直面内の回避情報 (RA) を提供し、近年実用化されたACAS IIは垂直面及び水平面内のRAを提供する。
- ④ ACASと組み合わせて搭載されるMODE SトランスポンダはSSR等地上のインタロゲータに対する応答も行う。
- ⑤ 相手機がACASを搭載していなくても、相手機がATCトランスポンダを搭載していればACAS搭載機は衝突回避機能を利用できる。

IV-16 VHFオムニレンジ (VOR) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① ドップラーVOR (DVOR) は基準位相信号をAM波で、可変位相信号をFM波で送信している。
- ② DVORは可変位相信号をSSBで送信する方式よりも、DSBで送信する方式のほうが性能が良い。
- ③ DVORは円形に配置したアンテナを切り替えて信号を供給する。この回転方向は標準VORと同様に右回りである。
- ④ 基準位相信号と可変位相信号が同一位相になる方向は磁北としている。
- ⑤ VORは水平偏波の電波を使用している。

IV-17 距離測定装置 (DME) に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

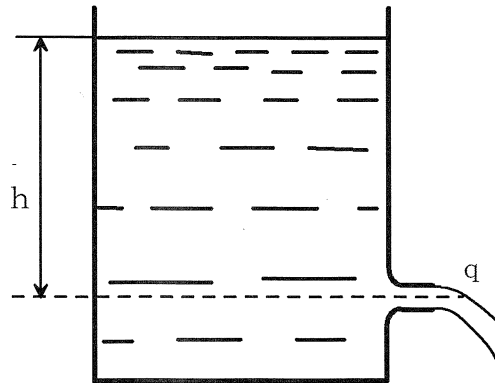
- ① DME機上装置はTACAN地上装置までの距離も測定できる。
- ② ICAOの規定にはDME/N, DME/W, DME/Pがあるが、現在一般に運用されているDMEとはDME/Nである。
- ③ DME/Nではツインパルスを使用するが、測距の基準とするのは第1パルスである。
- ④ DMEはILSのマーカの代替として利用されるものもある。
- ⑤ DMEは垂直偏波の電波を使用している。

IV-18 航空管制通信に関する次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① VHF対空通信はFMを使用している。
- ② AMと比較してFMは衝撃性雑音の影響が小さい。
- ③ HF対空通信ではほとんどSSBが使われている。
- ④ SSBはDSBと比較して占有帯域幅が少ない。
- ⑤ SSBはDSBと比較して相互混信が少ない。

IV-19 下図のように、器に入れられた水が底近くの出口から流れ出している。流れ出す速度 q (m/s) の値として正しいものは次のうちどれか。ただし、水面から出口までの高度差を h 、重力の加速度を g としたとき、 $h=1.25\text{m}$ 、 $g=10\text{m/s}^2$ であるとする。また、容器の入口面積に比べて出口の面積は十分小さいので、水面の下がる速度は無視でき、高度差が $h=1.25\text{m}$ である 2 点間の大気圧の差も無視できることとする。

- ① 3 m/s
- ② 3.5 m/s
- ③ 5 m/s
- ④ 5.5 m/s
- ⑤ 7 m/s



IV-20 誘導抵抗に関する次の記述のうちで、誤っているものはどれか。

- ① 誘導抵抗は翼端渦が作る。従って翼端の無い二次元翼（無限に長い翼）では存在しない。
- ② 航空機が地面のごく近くを飛行する時、誘導抵抗は上空での値より大きくなる。
- ③ 誘導抵抗は揚力の発生に関係しており、誘導抵抗係数は揚力係数の二乗に比例する。
- ④ 飛行機に働く全抵抗のうち、主翼の誘導抵抗以外の部分を有害抵抗（パラサイト・ドラッグ）と呼ぶ。
- ⑤ アスペクト比が等しい場合、平面形が楕円の翼は、他の形状を平面形とする翼に比べて、誘導抵抗係数が小さい。

IV-21 次に示すのは二次元の非圧縮性粘性流体の基礎方程式である。この式に関する以下の記述のうちで誤っているものはどれか。ただし x, y は空間の座標, t は時間, u, v はそれぞれ x 方向, y 方向の速度成分, p は圧力であり, すべて無次元化されている。また Re はレイノルズ数を表す。

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \quad (3)$$

- ① 式(1)は連続の式と呼ばれ, 流体の質量が保存されることを表す。
- ② 式(1)には時間 t を含む項が無いが, 式(2)(3)と連立させて解くことによって非定常流れをも解くことができる。
- ③ 式(2)(3)の左辺第2項, 第3項は u, v に関して非線形であることが, この式を数値的に解く上での困難の原因の一つになる。
- ④ 式(2)(3)の右辺第2項は粘性項と呼ばれる。たとえば円柱まわりの剥離流れを求める場合, Re が十分に大きい時にはこの項を無視してよい。
- ⑤ 式(1), (2) および (3)は無次元化されているので, 物体の大きさに関係なく, 形状が相似であれば, 境界条件も変わらないので, Re の大きさが同じである限り, 同じ解を持つことになる。すなわち流れは相似になる。

IV-22 面積法則 (エリア・ルール) が使われる場として, 最も適切なものを次の中から選べ。

- ① 超音速機の胴体形状を設計するとき。
- ② 三次元翼後方の吹き下ろし速度を計算するとき。
- ③ 非圧縮流中の翼型空力特性データから, 圧縮流中における同じ翼型の空力特性を推定するとき。
- ④ プロペラの形状を設計するとき。
- ⑤ 輸送機の尾翼の平面形状を設計するとき。

IV-23 一次元超音速流れの中に垂直な衝撃波があるとする。衝撃波の上流側（添字1で表す）と下流側（添字2で表す）における以下の物理量の大小関係のうち、誤っているものはどれか。

- ① 速度 $u_1 > u_2$ ② 静温 $T_1 < T_2$ ③ 密度 $\rho_1 > \rho_2$
④ 音速 $a_1 < a_2$ ⑤ 圧力 $p_1 < p_2$

IV-24 乱流、及び乱流境界層の特徴として述べられている次の記述のうち、誤っているものはどれか。

- ① 速度、静圧などの物理量が、時間的空間的に不規則に変動している。
② 分子輸送よりもはるかに早い輸送や交換が行われる。
③ 変動のエネルギーは通常スケールの大きな渦から小さな渦へ伝達される。
④ ナビエ・ストークスの方程式を用いて、乱流の時間平均値（速度、圧力など）を解析するためには、いわゆる乱流モデルを導入することが必要になる。
⑤ いわゆる壁法則は、乱流境界層中の壁近傍部分（内層）の流れが、外層部分の流れの状況に大きく依存していることを示している。

IV-25 地球全体を探索する地球資源探査衛星に最も適した軌道は次のうちどれか。

- ① 静止軌道 (Geostationary Earth orbit)
② 極低軌道 (Polar Low Earth orbit)
③ 傾斜した中高度軌道 (Inclined Medium height Earth orbit)
④ ラグランジェ点周りの軌道 (Orbit around Lagrange points)
⑤ 高楕円軌道 (Highly elliptical orbit)

IV-26 1天文単位 (1 Astronomical Unit) の説明として最も適したものは次のうちどれか。

- ① 太陽の半径
② 太陽中心から測った太陽系全体の半径
③ 太陽中心と地球軌道の距離
④ 太陽中心から、太陽に最も近い惑星である水星の軌道までの距離
⑤ 光が1分間進む距離

IV-27 静止軌道を獲得するために、固体アポジ・モーターを使用したときと比べて、液体アポジ・モーターを使用したときの特性としてふさわしいものは次のうちどれか。

- ① 燃焼時間が制御可能
- ② 推進システムの簡素化
- ③ ドリフト軌道が必要
- ④ モーター燃焼時間が短い
- ⑤ エンジンの再始動が不可能

IV-28 航空機の翼の揚力曲線についてふさわしくない記述は次のうちどれか。

- ① ある迎え角で揚力は急速に減少する。
- ② 揚力係数がゼロになる迎え角がある。
- ③ 失速の前では一般に揚力係数は迎え角に対して直線的に変化する。
- ④ レイノルズ数が増加すると最大揚力係数は増す。
- ⑤ 対称翼では、迎え角に対してプロットした揚力曲線は原点を通らない。

IV-29 通常、航空機の機首を上下する操作を行う時に最も関係するのは次のうちどれか。

- ① スポイラー ② フラップ ③ 方向舵
- ④ 昇降舵 ⑤ 補助翼

IV-30 航空機の運動方程式の特性根に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

- ① 特性根が虚軸上にある運動は、振動的で安定である。
- ② 特性根が正の実軸上にある運動は、減衰して安定である。
- ③ 特性根が負の実軸上にある運動は、発散して不安定である。
- ④ 特性根の実部が正の複素数である運動は、振動的で減衰して安定である。
- ⑤ 特性根の実部が負の複素数である運動は、振動的で発散して不安定である。