

平成18年度技術士第二次試験問題（航空・宇宙部門）

必須科目 （3） 航空・宇宙一般

Ⅱ－1 次の20問題のうち15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。）

Ⅱ－1－1 GPWS（Ground Proximity Warning System：地上接近警報システム）について、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 電波高度計の高度，気圧高度計の高度変化，着陸装置およびフラップの状態，グライド・スロープからの偏差情報を使う。
- ② 航空機と地形の相対関係によって，個別のモード状態を設定している。
- ③ ローカライザのコースからの偏差が大きくなったとき，警報を発する。
- ④ 離陸直後の降下に対しても警報を発する。
- ⑤ 過度の降下率で降下した場合，警報を発する。

Ⅱ－1－2 FMS（Flight Management System：飛行管理システム）について，次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① IRS（Inertial Reference System：慣性基準システム）からの入力情報のみで動作する。
- ② 全飛行範囲にわたって機体を最適な高度，速度で運航するための計算，予測を行う性能管理機能がある。
- ③ 機体の水平，垂直面内の位置制御を行う航法誘導機能がある。
- ④ エンジン推力の設定を行う推力管理機能がある。
- ⑤ 離陸から着陸までの全飛行領域にわたって使用することが可能である。

II-1-3 GPS (Global Positioning System : 全地球的測位システム) について、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 周回衛星を使用するシステムである。
- ② 北極域、南極域においても利用可能である。
- ③ スペースシャトルにおいても利用可能である。
- ④ GPS衛星は電離層 (F層) より高い軌道にある。
- ⑤ 座標系としてITRF (International Terrestrial Reference Frame : 国際地球基準座標系) が使用されている。

II-1-4 FM型電波高度計について、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 低高度用として使用される。
- ② 誤差は数cm～数十cm である。
- ③ VHF帯の電波が使用される。
- ④ 周波数をノコギリの刃の形に変化させる。
- ⑤ 同一時刻における送信信号周波数と受信信号周波数の差から高度を求める。

II-1-5 IFR (Instrument Flight Rules : 計器飛行方式) について、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① IFRでは管制承認を受ける必要があり、出発、到着、航空路上で安全間隔など管制機関からの指示を受ける。
- ② IFRによる飛行を行うためには、航空機にIFRに必要な計器が装備されている必要がある。
- ③ VMC (Visual Meteorological Condition : 有視界気象状態) においてもIFRで飛行することができる。
- ④ IFRによる飛行を行うためには、パイロットに計器飛行証明の資格が必要である。
- ⑤ IFRは大型機のみ適用される。

II-1-6 航空機の運動を論ずる場合に用いられる座標系に関して、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 風軸系 (wind axes) は、原点を航空機の重心に置き x 軸を常に相対速度ベクトル方向にとる座標系であり、静止気体中では原点は地球に対する飛行経路をトレースする。
- ② 地面軸系は、地表面上に原点をとり、z 軸を鉛直下方に、x 軸と y 軸を局所水平面内にとる座標系で、航空機の機体に付随する座標系とは固定したオイラー角で変換される。
- ③ 機体軸系は、x 軸を航空機の機体の特定の基準線などに並行にとる座標系で飛行状態に依存しないため計測出力を論じる運動解析に用いられる。
- ④ 安定軸系は、x 軸を左右対称な定常釣合時の機体速度ベクトルに一致させる座標系で、微小擾乱運動を扱うときに用いられる。
- ⑤ 慣性主軸系は、x 軸を航空機の慣性主軸に一致する座標系であり、x 軸が関与する慣性乗積項がないため運動方程式が簡単化される。

II-1-7 炭素繊維強化複合材 (CFRP) について、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 複合材積層板は、面内の特性に比べ層間靱性が小さいため層間剥離が生じやすい。
- ② 炭素繊維を同一方向に配する一方向性材は強い異方性を示すが、積層角や積層比を選ぶことで擬似等方性材とすることができる。
- ③ 複合材構造は、衝撃付与後の圧縮強度が厳しくなるため衝撃損傷が構造設計における疲労問題をカバーすることが多い。
- ④ 複合材料構造は、金属構造と異なる破壊特性を示すが、耐空性の観点から金属材料と同様に損傷許容性の適合性が要求される。
- ⑤ 複合材では等方性金属材と異なり、層間剥離やトランスバースクラックなどが積層板固有の損傷となるため破壊力学の適用が困難である。

Ⅱ－１－８ 次の記述は構造や材料の欠陥の有無と程度を製品に変形を与えることなく検査する非破壊検査法について述べた文章である。このうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 放射線透過試験は、放射線を試験対象物に照射する方法で、構造物の溶接部やろう付部、鋳造品、複合材の剥離などの検査に用いられる。
- ② 超音波探傷試験は、入射した超音波が欠陥などで反射や減少する性質を利用する方法で、超音波パルスの傷エコーを検出するパルス反射法がよく使われる。
- ③ 浸透探傷試験は、表面開口の傷に液体が浸透する現象を利用して表面欠陥を検出する方法で、非鉄金属や非金属にも広く適用可能である。
- ④ 磁粉探傷試験は、強磁性体の表面または表層の傷で磁束線が乱されることを利用した検出法で、航空機の主要な構造材料であるアルミ合金に対して有効である。
- ⑤ 渦流探傷試験は、交流電流を流したコイルを導電性試験体に近づけると誘起される渦電流を利用した方法で、表面または表層の傷により乱れた渦電流分布を試験コイルのインピーダンス変化として検出する方法である。

Ⅱ－１－９ 飛行機に関して使われる技術用語について、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 最大着陸重量は、これ以上の重量での着陸をしてはいけないという強度上の要求から定められた値である。
- ② 民間輸送機では、最大離陸重量を主翼および水平尾翼の合計面積で割った値を翼面荷重という。
- ③ アスペクト比は縦横比ともいわれ、主翼の(翼幅)²/(翼面積)で計算される。
- ④ 最大ペイロードは、最大零燃料重量から運用自重を差引いた値に相当する。
- ⑤ 飛行機の翼幅は、空力設計の基準になっている翼端から翼端までの直線距離である。

II-1-10 飛行機の機体形状が飛行特性に与える効果について、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 後退角を持つ主翼は、横滑り時に横揺れ運動に対して復元性を与える。
- ② 主翼上反角は、横滑り角があると横揺れ運動に対して復元力を与える。
- ③ 後退角は、遷音速における揚力発散マッハ数を高める効果を持つ。
- ④ 後退翼の翼端失速は、頭下げモーメントを生じる。
- ⑤ 高翼機は、翼胴の干渉により上反角効果を持つ。

II-1-11 人工衛星での熱設計に関して、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 黒色表面は、赤外線放射率も太陽光吸収率も大きいので熱交換性能がよい。
- ② 静止軌道から見た地球からの放射熱は、太陽光に比べて無視してよい。
- ③ 衛星の放熱面としては、赤外線放射率が大きく太陽光吸収率の少ない OSR (Optical Solar Reflector) などが使われる。
- ④ ヒートパイプは熱交換性能に優れるが、作動流体を循環させるために動力が必要である。
- ⑤ アルベド (albedo) とは、地球などの太陽系天体が太陽に照らされるとき表面での入射光の強さに対する反射光の強さの比のことである。

II-1-12 人工衛星の姿勢に関して、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 円筒型のスピン衛星の (スピン軸まわりの慣性モーメント) / (スピン軸に直交する軸まわりの慣性モーメント) の最大値は、円板の場合で ∞ (無限大) である。
- ② 最大慣性主軸まわりにスピンする衛星は、その中に何らかのエネルギー消散 (ニューテーションダンパーなど) があるとき漸近安定となる。
- ③ モーメンタムホイールやリアクションホイールは、回転運動を制御する。
- ④ 衛星の運動は重心の並進運動と重心周りの回転運動で表現され、前者が軌道運動で後者が姿勢運動である。
- ⑤ 姿勢の角度を測る光学センサとして地球センサ、太陽センサ、スターセンサなどがある。

II-1-13 ロケットの性能を向上させるための手段として、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 多段ロケットにおいて比推力の高いエンジンは、下の段で使うより上段で使うほうが有利である。
- ② ロケットを西方向に打ち上げれば、地球の自転速度が衛星の最終軌道速度に加わる。
- ③ ロケットにおいて、空気抵抗を減らすため大気圏を脱出するには高密度の推進薬が有効である。
- ④ ヒドラジンは一液式推進薬として優れており、宇宙機の制御用に使われる。
- ⑤ 液体水素は液体酸素との組み合わせで比推力がよいが、水素の密度が低いので機体が大きくなり機体の空気抵抗が高くなる。

II-1-14 ロケット搭載時の人工衛星の機械環境条件について、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 衛星分離の時の衝撃試験において、主構造より搭載機器の方が壊れやすい。
- ② 軽くて面積の大きいパネル構造は音響試験で検討しなければならない。
- ③ 小さな搭載機器は取り付けられているパネルのランダム振動からの荷重が設計評定となる。
- ④ 衛星にかかる軸方向加速度は打ち上げ直後が最大となる。
- ⑤ 衛星の主構体の破壊モードについて、疲労破壊は重要度が低い。

II-1-15 A：アルミ合金，T：チタン合金，C：CFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics），M：マグネシウム合金について、密度の小さい順に正しく並べたものは次のうちどれか。CFRPの密度を $1.6(10^3\text{kg/m}^3)$ として考えよ。

- ① M, C, A, T
- ② C, M, A, T
- ③ C, A, M, T
- ④ A, C, T, M
- ⑤ C, A, T, M

II-1-16 人工衛星の軌道に関して、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 軌道6要素とは、軌道長半径 (a)、離心率 (e)、軌道傾斜角 (i)、近地点引数 (ω)、昇交点赤経 (Ω)、真近点離角 (f) であり、この内、軌道面の形は、軌道長半径 (a)、離心率 (e)、および近地点引数 (ω) で表す。
- ② 軌道面の向きは、昇交点赤経 (Ω)、および軌道傾斜角 (i) で表す。
- ③ 地球の扁平による摂動力は、赤道付近では斥力方向に、極付近では引力方向にはたらく。
- ④ 太陽輻射圧による摂動は、低高度では他の摂動に比べて小さいが、静止軌道では無視できない影響をもつ。
- ⑤ 軌道傾斜角 (i) と高度を適当に選んで、昇交点赤経 (Ω) の変化を約1(度/日) とすれば、太陽同期軌道とすることができる。

II-1-17 宇宙環境が「人工衛星などの宇宙機」へ与える影響と対策について、次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 宇宙機搭載電子機器・部品表面からの「アウトガス」が、高電圧の端子付近に残留することにより、「コロナ放電」を誘発し、機器の不具合をもたらすことがある。防止策として、打上げ前、および打上げ後の一定期間において「ベーキング」を行う。(高真空状態)
- ② 無重力状態では、電子機器などの容器内に浮遊物があったりすると、ショートを起こしたり、可動を妨げることがある。対策として、機器内部を「ポッティング」や「コーティング」する。(無重力)
- ③ 太陽電池パネルが、宇宙放射線により結晶構造に欠陥(変位損傷)を生じる「トータルドーズ効果」は、出力電力の低下をもたらす。対策としては、太陽電池セル表面に「カバーガラス」を貼り付ける。(宇宙放射線)
- ④ 国際宇宙ステーションが飛行している高度400km程度の軌道大気組成は、化学反応性の強い原子状酸素が支配的である。防御策として、「βクロス」で宇宙機を覆っている。(大気組成)
- ⑤ 中低高度地球周回宇宙機は、「太陽照射」、「地球アルベド」、「地球自らの赤外放射」による熱負荷と、2.7度の「ヒートシンク」である宇宙空間に曝されるため、宇宙機の外周は全て断熱材で覆い、外部とは完全に断熱する。(熱環境)

II-1-18 人工衛星に使われる材料の表面特性（太陽光吸収率 α ，放射率 ε ）で，不適切なものはどれか。（大：0.7 程度かそれ以上，小：0.3 程度かそれ以下）

- ① 黒色ペイント（ α ：大， ε ：大）
- ② 白色ペイント（ α ：小， ε ：大）
- ③ 鏡面仕上げ金属（ α ：小， ε ：大）
- ④ OSR：Optical Solar Reflector（ α ：小， ε ：大）
- ⑤ 黒ニッケル（ α ：大， ε ：小）

II-1-19 宇宙酔いについて，次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 宇宙酔いも地上の車酔いや船酔いも症状としてはほとんど同じである。
- ② 宇宙酔いの症状発現は，無重力という普段経験することのない環境に身体を適応させようとする一過性の生理現象である。
- ③ 宇宙酔いの発症原因は，「感覚混乱説」が最も有力視されている。
- ④ 地上の酔いに強い人は，宇宙酔いにも強い。
- ⑤ 魚の背光反応が宇宙飛行4日目までに回復し，小脳脳波がそれに対応して変化したのは，「感覚混乱説」を支持するものである。

II-1-20 無重力環境下での気泡・液滴の移動について，次の記述のうち内容が不適切なものはどれか。

- ① 液体中に温度勾配を設けてマランゴニ対流を利用する。
- ② 電場を利用する。
- ③ 磁場を利用する。
- ④ 遠心力を利用する。
- ⑤ 浮力を利用する。