

## 第 75 回 実施

環 音

### 音響・振動概論並びに 音圧レベル及び振動加速度レベルの計量

#### 注意事項

- 1 解答時間は、1 時間 20 分である。
- 2 答案用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を楷書体で正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は 25 問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、五肢択一方式である（各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ方法）。
- 5 マークの記入については、答案用紙の記入例を参照すること。
- 6 採点は機械による読み取りで行う。解答の記入にあたっては、次の点に十分注意すること。
  - (1) 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
  - (2) 筆記用具は HB の黒鉛筆または黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内を塗りつぶすこと。  
※万年筆、黒以外の色の鉛筆、色の薄い鉛筆、ボールペン、サインペン等によるマークは、機械による読み取りができないので使用しないこと。
  - (3) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しくずを残さないようにすること。
  - (4) 答案用紙は汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 7 黒板に記載の注意事項を必ず確認すること。

以上の注意事項及び試験監督員からの指示事項が守られない場合は、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

問 1 空気中を伝搬する音に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 音波は疎密波である。
- 2 音の伝わる速さは気温によって異なる。
- 3 周波数が低いほど、音は障害物の裏側へ回り込みやすい。
- 4 音源に対し観測者が近づいているとき、観測者には音源の周波数より低い周波数の音が観測される。
- 5 周波数のわずかに異なる 2 つの音波が重なり合うと「うなり」が生じる。

問 2 時刻  $t$  における方形音波  $p_1(t)$  と正弦音波  $p_2(t)$  の瞬時音圧は次のとおりである。

$$p_1(t) = \begin{cases} A, & nT < t \leq nT + \frac{T}{2} \\ -A, & nT + \frac{T}{2} < t \leq (n+1)T \end{cases}$$
$$p_2(t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

ただし、 $A$  は振幅、 $T$  は周期、 $n$  は整数である。

これらの波形に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 方形音波  $p_1(t)$  の波形率は 1 である。
- 2 正弦音波  $p_2(t)$  の波形率は  $\frac{2\sqrt{2}}{\pi}$  である。
- 3 方形音波  $p_1(t)$  の波高率は 1 である。
- 4 正弦音波  $p_2(t)$  の波高率は  $\sqrt{2}$  である。
- 5 正弦音波  $p_2(t)$  の実効値は  $\frac{A}{\sqrt{2}}$  である。

問3 純音に対する“音の大きさ”と“音の大きさのレベル”に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 “音の大きさのレベル”が 40 phon の純音の“音の大きさ”は 1 sone である。
- 2 音圧レベルが 40 dB で周波数 1 kHz の純音の“音の大きさ”は 1 sone である。
- 3 “音の大きさのレベル”が 1 phon 増すと、“音の大きさ”は 2 倍になる。
- 4 “音の大きさのレベル”が同じ純音でも、音圧レベルは周波数によって異なる。
- 5 周波数 4 kHz の純音は、同じ音圧レベルの周波数 1 kHz の純音よりも“音の大きさのレベル”が大きい。

問 4 音響諸量に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 音響パワーレベルを算出する際の基準の音響パワーは、特に指定がない限り、 $1 \text{ pW}$ である。
- 2 音響パワーレベルは、音響パワーが2倍になると  $6 \text{ dB}$  大きくなる。
- 3 音響パワーは、時間  $T$  の間に音源が放射する全音響エネルギーをその時間で除した値である。
- 4 純音の騒音レベルは、A 特性で周波数重み付けした音圧が2倍になると  $6 \text{ dB}$  大きくなる。
- 5 平面波音場における空気の特徴インピーダンスは、空気の密度と空気中における音の速さの積である。

問 5 拡散音場とみなせる室内において、ある装置の騒音レベルを測定したところ、暗騒音を含んだ騒音レベルが  $L_1$  (dB) であった。暗騒音の騒音レベルを  $L_2$  (dB) としたとき、装置のみの騒音レベルを表す式として次の中から、正しいものを一つ選べ。

1  $10 \log_{10}(10^{L_1/10} - 10^{L_2/10})$

2  $10 \log_{10}(10^{L_2/10} - 10^{L_1/10})$

3  $20 \log_{10}(10^{L_1/10} - 10^{L_2/10})$

4  $20 \log_{10}(10^{L_2/10} - 10^{L_1/10})$

5  $20 \log_{10}(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10})$

問 6 音圧レベルと騒音レベルに関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 音圧レベルは、ある音圧の実効値と基準の音圧との比の常用対数を取り、10 倍した値で、デシベル(dB)で表す。
- 2 騒音レベルは、周波数重み付け特性 A で重み付けした音圧レベルである。
- 3 ホワイトノイズについて、中心周波数 1 kHz のオクターブバンド音圧レベルが 60 dB であるとき、中心周波数 500 Hz のオクターブバンド音圧レベルは 57 dB である。
- 4 周波数が 500 Hz の純音の音圧レベルと騒音レベルは異なる。
- 5 音圧レベルの基準の音圧は 20  $\mu$ Pa である。

問 7 「JIS C 1513-1 電気音響－オクターブバンド及び 1/N オクターブバンドフィルタ（分析器）－第 1 部：仕様」に規定されたオクターブバンド及び 1/N オクターブバンドフィルタに関する記述の（ ア ）から（ ウ ）に入る語句の組合せとして、次の中から正しいものを一つ選べ。

（ ア ）は、バンドパスフィルタを識別するために、厳密な中心周波数を丸めた周波数である。帯域端周波数は、厳密中心周波数とそのバンドパスフィルタの下端及び上端周波数の（ イ ）となるようなフィルタ通過帯域の下端及び上端の周波数である。オクターブ周波数比及び中心周波数は、（ ウ ）による設計に対して性能要求事項を規定する。

	（ ア ）	（ イ ）	（ ウ ）
1	公称中心周波数	算術平均	10 のべき乗
2	公称中心周波数	幾何平均	2 のべき乗
3	公称中心周波数	幾何平均	10 のべき乗
4	厳密中心周波数	算術平均	2 のべき乗
5	厳密中心周波数	幾何平均	10 のべき乗



問 8 「JIS A 1416 実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法」に規定された方法で  $10 \text{ m}^2$  の試料の音響透過損失を測定した。その結果、中心周波数  $1000 \text{ Hz}$  の周波数帯域において、音源室および受音室における室内平均音圧レベルは、それぞれ  $90 \text{ dB}$  および  $63 \text{ dB}$  であった。また、受音室の等価吸音面積は  $5 \text{ m}^2$  であった。この場合、中心周波数  $1000 \text{ Hz}$  の周波数帯域における音響透過損失は何  $\text{dB}$  か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。なお、音源室および受音室は完全な拡散音場で、かつ試料だけを通して音源室から受音室へ音が透過するものとする。

1 21

2 24

3 27

4 30

5 33

問9 「JIS Z 8733 音響－音圧法による騒音源の音響パワーレベルの測定方法－反射面上の準自由音場における実用測定方法」に規定された方法で騒音源の音響パワーレベルを測定した。騒音源を作動させたとき、騒音源を囲む面積  $10 \text{ m}^2$  の測定表面上で平均した音圧レベルが 72 dB であった。この騒音源の音響パワーレベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、暗騒音補正值は 0.5 dB、環境補正值は 1.5 dB とする。

1 78

2 80

3 82

4 84

5 86

問 10 周波数 250 Hz における音圧感度レベルが  $-20$  dB のコンデンサマイクロホンがある。このマイクロホンを用いて、周波数 250 Hz の正弦音波を測定したところ、マイクロホンの開放出力電圧は  $1$  V であった。マイクロホン膜面上の音圧レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、音圧感度レベルの基準値は  $1$  V/Pa とする。

- 1 74
- 2 94
- 3 114
- 4 120
- 5 134

問11 「JIS C 1509-1 電気音響－サウンドレベルメータ（騒音計）－第1部：仕様」に規定するサウンドレベルメータ（騒音計）に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 サウンドレベルメータは、マイクロホン、プリアンプ、信号処理器及び表示装置を組み合わせたものである。
- 2 周波数重み付け特性は、周波数の関数として与えられる、表示装置上に指示する周波数重み付きレベルとそれに対応する一定振幅の正弦波入力信号のレベルとの差である。
- 3 時間重み付け特性は、音圧信号の2乗値に重みを付ける、ある規定された時定数で表す時間に対する指数関数である。
- 4 サウンドレベルメータは、各表示装置に過負荷指示器を備えなければならない。
- 5 時間重み付け特性 S の時定数の設計目標値は0.125s、時間重み付け特性 F の時定数の設計目標値は1s である。

問12 騒音計の計量法上の修理を説明した下記の文章について、下線部(ア)から(オ)の記述のうち、誤っているものを一つ選べ。

「JISC 1516 騒音計－取引又は証明用」の「附属書 JC（規定）修理」は、騒音計の計量法上の修理を規定している。

修理は、失った性能及び構造を元どおり原状回復させる行為であるが、(ア) 修理による性能向上を目的とした新たな機能の追加は許されている。

計量法第 46 条第 1 項の経済産業省令で定める「軽微な修理」には、外箱を開けずに行うゴム足など経年劣化しやすい部品の交換又は補修がある。「軽微な修理」は、(イ) 届出製造事業者及び届出修理事業者以外の者も封印を除去することなくできる。

計量法第 49 条第 1 項のただし書きの経済産業省令で定める「簡易修理」は、計量性能に影響を及ぼすが器差に直接影響を及ぼすおそれがない修理で、例えばマイクロホン及びプリアンプを除く分解清掃がある。「簡易修理」は、届出製造事業者、届出修理事業者又は(ウ) 適正計量管理事業所が封印を除去することなくできる。計量法第 49 条第 1 項の規定によって、(エ) 「簡易修理」後は、JISC1516 の「附属書 JB（規定）使用中検査」による検査を行い、性能が技術上の基準に適合し、かつ、器差が使用公差を超えないことを確認しなければならない。

「軽微な修理」及び「簡易修理」に属さない修理には、例えば計量結果に影響を与える機構部品の交換が挙げられる。(オ) このような修理を行った場合には再検定が必要となる。

1 (ア)

2 (イ)

3 (ウ)

4 (エ)

5 (オ)

問13 騒音評価量に関する次の記述の（ア）から（エ）に入る語句の組合せとして、次の中から正しいものを一つ選べ。

等価騒音レベルは、ある時間 $T$ について、変動する騒音の騒音レベルを（ア）な平均値として表した量で、（イ）騒音レベルともよばれている。

また、 $N$ パーセント時間率騒音レベルは、時間重み付け特性（ウ）をかけて測定する騒音レベルが、対象とする時間 $T$ の $N$ パーセントの時間にわたってあるレベルを（エ）場合の騒音レベルである。

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）
1	音圧的	時間平均	F	超えている
2	音圧的	空間平均	S	下回る
3	エネルギー的	時間平均	S	下回る
4	エネルギー的	空間平均	F	下回る
5	エネルギー的	時間平均	F	超えている

問14 「JIS Z 8731 環境騒音の表示・測定方法」に規定される、各種騒音の測定および算出方法に関連する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 （最大騒音レベルの測定方法）単発性の騒音の時間重み付け特性 F 又は時間重み付け特性 S による最大騒音レベルは、それぞれ、騒音計の時間重み付け特性を F 又は S に設定し、騒音レベルを 100ms 以下の時間間隔でサンプリングして最大値を求める。
- 2 （単発騒音暴露レベルの算出方法）背景騒音が大きい場合に生じる誤差を防ぐために、騒音レベルが最大となっている点から 10 dB 低いレベルとなっている時刻を積分の開始及び終了時刻としても、真の値との差は無視できる程度に小さい。
- 3 （定常騒音の測定方法）特定の定常騒音の騒音レベルを測定する場合、その騒音があるときとないときとの指示値の差が 10 dB 以上であれば、背景騒音の影響はほぼ無視してもよい。
- 4 （定常騒音の測定方法）騒音レベルが安定している場合には、騒音計の時間重み付け特性 F を用いて指示値を読み取る。
- 5 （変動騒音の等価騒音レベルの算出方法）設定した実測時間全体にわたって、騒音計の積分平均機能を利用して等価騒音レベルを求めるが、長時間にわたって測定を行う場合には、時間的なサンプリングの方法によってもよい。

問15 環境省告示「航空機騒音に係る環境基準について」(平成 19 年 12 月 17 日一部改正、平成 25 年 4 月 1 日施行)に規定された騒音の測定・処理方法に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 騒音計の周波数補正回路は A 特性、動特性は遅い動特性 (SLOW) を用いる。
- 2 測定は原則として連続 3 日間行い、騒音レベルの最大値が暗騒音より 20 dB 大きい航空機騒音について、単発騒音暴露レベルを計測する。
- 3 測定時期としては、航空機の飛行状況及び風向等の気象条件を考慮して、測定点における航空機騒音を代表すると認められる時期を選定する。
- 4 測定は屋外で行い、測定点としては当該地域の航空機騒音を代表すると認められる地点を選定する。
- 5 時間帯補正等価騒音レベルの算出において、午前 7 時から午後 7 時までの時間帯の単発騒音暴露レベルに対しては補正を行わない。



問16 正弦振動の加速度が  $A \cos \omega t + A \sin \omega t$  と表されるとき、この振動に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。なお、 $A$ と $\omega$ は正の定数であり、 $t$ が時刻を表す。

- 1 加速度の振幅は、 $A$ となる。
- 2 速度の振幅は、 $\omega A$ となる。
- 3 変位の振幅は、 $\omega^2 A$ となる。
- 4 時刻が  $\frac{\pi}{4\omega}$  のとき、速度の大きさは最大となる。
- 5 速度の実効値は、 $\frac{1}{\omega} A$ となる。

問17 図1に示すような、質量とばね、ダンパで構成される一自由度振動系を考える。このとき、ある初期変位を与えた後の質量の変位応答を測定すると、図2の実線（変更前の波形）となった。つぎに、この一自由度振動系の質量、ばね、ダンパのいずれかを変更し、先と同じ初期変位を与えた後の質量の変位応答を測定すると、図2の破線（変更後の波形）となった。次の中から行った変更として最も適切なものを一つ選べ。

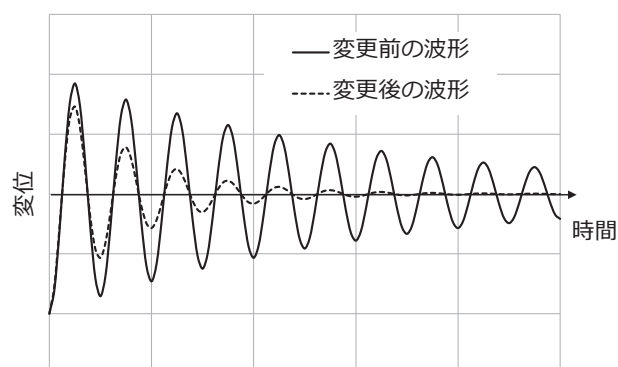
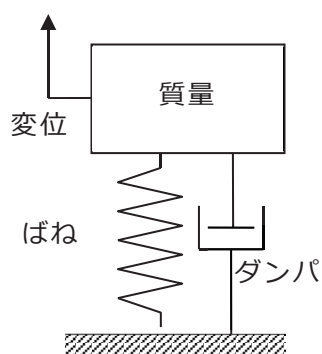


図1 一自由度振動系

図2 変位応答波形

- 1 質量を重くした
- 2 質量を軽くした
- 3 ばねを硬くした
- 4 ダンパの減衰係数を大きくした
- 5 ダンパの減衰係数を小さくした

問18 振動数 80 Hz で鉛直振動する質量 20 kg の機械が、基礎上に減衰要素のないばねで弾性支持されている。機械から基礎への振動伝達率を  $1/3$  にするためには、何 N/m のばね定数のばねを用いればよいか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

1  $3.2 \times 10^4$

2  $1.3 \times 10^4$

3  $3.2 \times 10^6$

4  $1.3 \times 10^6$

5  $3.2 \times 10^7$

問19 ある場所の暗振動の振動レベルが 60 dB のとき、ある機械を稼働するとその場所の振動レベルが 70 dB であった。その場所の暗振動の振動レベルが 65 dB のとき、この機械を稼働するとその場所の振動レベルは何 dB となるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、機械が発生する振動は一定とする。

1 65

2 68

3 71

4 74

5 77

問 20 鉛直振動を発生している機械から  $R_0$  (m) 離れた地点での振動レベルは 80 dB、 $10 R_0$  (m) 離れた地点での振動レベルは 45 dB であった。機械は敷地境界線から  $2 R_0$  (m) 離れた地点に設置してある。このとき敷地境界線での振動レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、地盤は均質で、波動の種類は表面波とする。このときの振動レベルの距離減衰は、次の式で評価できることが知られている。

$$L = L_0 - 20 \cdot \log_{10} \left( \frac{r}{r_0} \right)^n - A \cdot (r - r_0)$$

ここで、 $L_0$  は振動源から  $r_0$  (m) 離れた地点での振動レベル (dB)、 $L$  は振動源から  $r$  (m) 離れた地点での振動レベル (dB)、 $n$  は伝わる波動の種類によって決まる幾何減衰に関する定数、 $A$  は地盤の内部減衰によって決まる定数である。

1 65

2 68

3 71

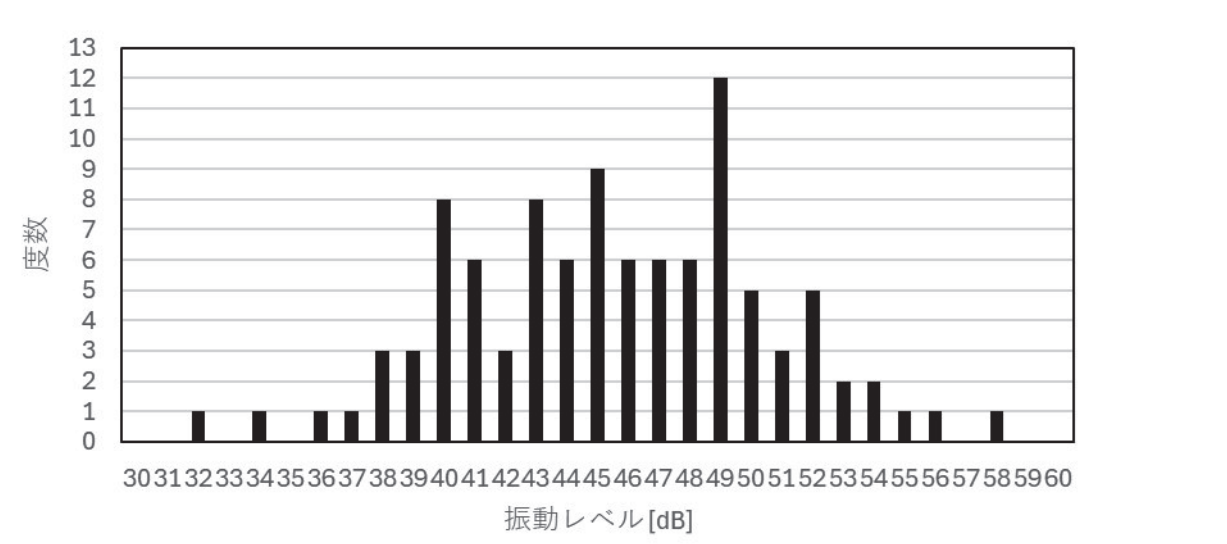
4 74

5 77

問 21 振動レベルが 60 dB に最も近くなる鉛直振動を次の中から一つ選べ。

	振動数	大きさ
1	2 Hz	速度実効値 0.02 cm/s
2	4 Hz	速度実効値 0.04 cm/s
3	8 Hz	速度実効値 0.01 cm/s
4	16 Hz	加速度実効値 $0.014 \text{ m/s}^2$
5	31.5 Hz	加速度実効値 $0.02 \text{ m/s}^2$

問 22 ある道路の交通振動を振動規制法に基づいて評価するために、振動レベルの測定を行った。17時から18時の時間帯に、道路の敷地の境界線において、振動レベルを5秒間隔で100回測定したところ、下図に示す度数分布が得られた。横軸に示す振動レベルは階級値であり、各階級に含まれるデータの振動レベルはその階級値で代表できるものとする。この時間帯の振動レベルの評価値は何 dB になるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。



- 1 45
- 2 49
- 3 52
- 4 53
- 5 58

問23 振動ピックアップに関する記述として、誤っているものを次の中から一つ選べ。

- 1 振動ピックアップは、自己雑音をもつ。
- 2 圧電型振動ピックアップでは、重力加速度を測定することができない。
- 3 振動ピックアップの DC 感度が  $0.1 \text{ V}/(\text{m}/\text{s}^2)$  であるとき、その振動ピックアップを平らな床に静置すると、その出力は約  $9.8 \text{ V}$  である。
- 4 振動ピックアップの固有振動数が  $f$  であるとき、 $100f$  の正弦振動に対して変位計として用いられることがある。
- 5  $100 \text{ Hz}$  と  $500 \text{ Hz}$  の正弦振動の入力に対して、振動ピックアップの出力の位相がそれぞれ  $90$  度と  $450$  度遅れたとき、それらの振動数に対する時間遅れは等しく  $2.5 \text{ ms}$  である。



問24 「JIS C 1510 振動レベル計」に関する記述の中から誤っているものを一つ選べ。

- 1 使用温度範囲は、 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ～ $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ とする。
- 2 静電気試験及び無線周波試験が行われる。
- 3 レベル直線性偏差の試験が行われる。レベル直線性偏差の許容限度値は、 $\pm 0.5\text{ dB}$ である。
- 4 振動加速度の基準値として、 $10^{-5}\text{ m/s}^2$ を採用している。この値は、ISO 1683で推奨する基準値（ $10^{-6}\text{ m/s}^2$ ）とは異なっている。
- 5 周波数範囲は、 $1\text{ Hz}$ ～ $80\text{ Hz}$ である。

問 25 特定計量器である振動レベル計の検定に使われている振動基準器に関する以下の説明において、空欄（ア）から（ウ）に入る正しい組合わせを一つ選べ。

振動基準器は特定計量器である振動レベル計の検定を行うために使われている。計量法の基準器検査規則では、振動基準器の種類は（ア）であること、またその質量が（イ）以下であることや（ウ）についても規定されている。

	（ア）	（イ）	（ウ）
1	動電式ピックアップ	700 g	感度の安定性
2	サーボ式ピックアップ	700 g	感度の安定性
3	サーボ式ピックアップ	500 g	トレーサビリティ
4	圧電型ピックアップ	300 g	トレーサビリティ
5	圧電型ピックアップ	500 g	感度の安定性