

平成 23 年（3 月）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 10 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 5 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、答案用紙に記された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カ所のみマークすること。
 - (2) 筆記用具は HB の黒鉛筆又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、消し屑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 携帯電話はアラームモードを解除のうえ、電源を切り、鞆にしまうこと。
- 8 電卓は使用しないこと。

以上の注意事項及び係官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。

受験番号	氏名

問 1 空気中を伝播する平面進行音波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 粒子速度の瞬時値は、その点の音圧の瞬時値に比例する。
- 2 音の強さは、音圧と粒子速度の積に等しい。
- 3 音圧の粒子速度に対する比は、媒質の特性インピーダンスに等しい。
- 4 媒質の特性インピーダンスを $400 \text{ Pa}\cdot\text{s/m}$ とすると、音の強さのレベルの基準値 10^{-12} W/m^2 は、音圧が $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ の音の強さに等しい。
- 5 気温によらず、音の強さのレベルは常に音圧レベルに等しい。

問 2 平面正弦音波の進行方向に $x(\text{m})$ の点での、時刻 $t(\text{s})$ における瞬時音圧 $p(t, x)$ を $p(t, x) = P_m \sin(\omega t - kx)$ と表したとき、この音圧波形の説明として誤っているものを次の中から一つ選べ。

- 1 周期は $\frac{2\pi}{\omega}$ である。
- 2 波長は $\frac{2\pi}{k}$ である。
- 3 正の最大値と負の最大値の差は $2P_m$ である。
- 4 波高値は $\sqrt{2}P_m$ である。
- 5 実効値は $\frac{P_m}{\sqrt{2}}$ である。

問3 音の大きさと音の大きさのレベル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 1 soneは、周波数1000 Hz、音圧レベル40 dBの純音の音の大きさである。
- 2 音の大きさは、音圧レベルが等しくても、周波数によって異なる。
- 3 広帯域の周波数成分からなる音の大きさは、周波数帯域ごとの音の大きさの値をそのまま加算して求められる。
- 4 音の大きさのレベルは、音の大きさが2倍になると、ほぼ10 phon増加する。
- 5 ある音の、音の大きさのレベルと騒音レベルは、必ずしも同じ値にはならない。

問4 断面積 0.2 m^2 の直管ダクトの一端が自由空間に開放されている。ダクト内からみた開口端のエネルギー反射率を0.8、開口端への入射音の音響インテンシティを 1 W/m^2 とすると、このダクトから放射される音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。

- 1 96
- 2 102
- 3 106
- 4 112
- 5 116

問5 拡散音場とみなせる室内に、同一の定常騒音を発生する機械を2台設置し、室内のある位置で騒音レベルを測定した。どちらの機械も停止した状態での室内の暗騒音レベルは定常的に60 dBであり、機械を1台だけ運転すると騒音レベルは3 dB増加した。この状態で2台の機械をともに運転すると騒音レベルは何dBになるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。なお、騒音は全て広帯域雑音とする。

- 1 64
- 2 65
- 3 66
- 4 67
- 5 68

問6 ある騒音を周波数分析した結果、下表のようになった。(ア)、(イ)に入る周波数重み付け特性A及び騒音レベルの値の組合せとして、正しいものを次の中から一つ選べ。

オクターブバンド 中心周波数 (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
オクターブバンド 音圧レベル (dB)	87	86	85	82	79	78	72	71
周波数重み付け特性A (dB)	-26	(ア)	-9	-3	0	+1	+1	-1
騒音レベル (dB)	(イ)							

	(ア)	(イ)
1	-15	87
2	-15	85
3	-16	85
4	-16	83
5	-17	83

問7 100 Hzから10 kHzまでの周波数成分が一律に含まれる白色雑音を、いくつかの方法で周波数分析した。次の中から、得られる音圧レベルが最大となるものを一つ選べ。

- 1 中心周波数250 Hzのオクターブバンド音圧レベル
- 2 中心周波数250 Hzの1/3オクターブバンド音圧レベル
- 3 中心周波数500 Hzの1/3オクターブバンド音圧レベル
- 4 中心周波数630 Hzの1/3オクターブバンド音圧レベル
- 5 周波数分解能20 HzでFFTアナライザで分析した250 Hzの音圧レベル

問8 ある室内の床面上に、音響出力1 mWの音源を設置した。室の内壁の総面積を200 m²、室の平均吸音率を0.04とすると、音源から2 m離れた位置における音圧レベルは何dBか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

- 1 84
- 2 87
- 3 90
- 4 93
- 5 96

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」に規定する内容として、誤っているものを次の中から一つ選べ。

- 1 音響パワーレベル L_w (dB)は、式 $L_w = \overline{L_{pt}} + 10 \log_{10} \frac{S}{S_0}$ で求められる。ただし、 $\overline{L_{pt}}$ (dB)は暗騒音及び反射音の補正を行って得られたA特性又はバンド表面音圧レベル、 S (m²)は測定表面の面積、 $S_0=1$ m²である。
- 2 測定表面が平行六面体である場合、測定距離は少なくとも0.25 mなければならない。
- 3 暗騒音の音圧レベルは、測定対象機器による音圧レベルよりも、少なくとも6 dBは低くなければならない。
- 4 一連の測定ごとに、対象周波数範囲内の一つ又は複数の周波数において、 ± 0.3 dBの精度をもつ音響校正器をマイクロホンに適用する。
- 5 測定に用いる試験環境は、反射面上の自由音場を備えた精密実験室でなければならない。

問10 騒音計に用いるコンデンサマイクロホン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 振動膜と背後にある電極の間の静電容量の変化によって、音圧に比例した電圧を得る。
- 2 振動膜の直径が小さいほど、全指向性に近くなる。
- 3 振動膜の材質、厚さと張力が同一であれば、直径が小さいほど高い周波数まで感度が一定になる。
- 4 振動膜の背後の空間は、気圧の影響を防ぐために密閉される。
- 5 エレクトレットコンデンサマイクロホン以外では、振動膜と背後にある電極の間に直流電圧を加えて使用する。

問11 JIS C 1509-1に規定するサウンドレベルメータ（騒音計）に関する記述として、正しいものを次の中から一つ選べ。

- 1 サウンドレベルメータは、一般に人間の可聴範囲内の音の測定に用いることを想定している。
- 2 サウンドレベルメータは、周波数重み付け特性Aを備えていなくてもよい。
- 3 周波数重み付け特性の許容限度値は、クラス1とクラス2で等しい。
- 4 コンピュータのソフトウェアが、サウンドレベルメータの一部分を構成してはならない。
- 5 サウンドレベルメータに複数の表示装置があってはならない。

問12 計量法に規定する普通騒音計に関する次の記述の中で、下線部の数値が誤っているものを一つ選べ。なお、下線部以外の記述はすべて正しい。

- 1 温度5～35℃の範囲において、温度を変える前後の計量値の差は1.0 dB以内である。
- 2 基準入射角のレスポンスと周波数特性の基準値との差は、100～1250 Hzの周波数において±2.5 dB以内、1600～2000 Hzにおいて±2.0 dB以内である。
- 3 基準入射角に対して角度0～30°の範囲の入射角のレスポンスと基準入射角のレスポンスとの差は、2000 Hzの周波数において±2.0 dB以内、4000 Hzにおいて±4.0 dB以内である。
- 4 波高率3のバースト波の計量値の誤差は、1.0 dB以内である。
- 5 電池式のもの、電源投入時から1分後の計量値と10分後の計量値との差は0.5 dB以内である。

問13 JIS Z 8731に規定する等価騒音レベルの各種算出式として、誤っているものを次の中から一つ選べ。

1 等価騒音レベルの定義

$$L_{\text{Aeq}, T} = 10 \log_{10} \left[\int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

T : 測定時間、 $p_A(t)$: 対象とする騒音の瞬時A特性音圧 (Pa)、

p_0 : 基準音圧 20 μ Pa

2 騒音レベルのサンプル値から求める等価騒音レベル

$$L_{\text{Aeq}, T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{pA, i}/10} \right]$$

N : サンプル数、 $L_{pA, i}$: 騒音レベルのサンプル値 (dB)

3 騒音レベルが段階的に変化する定常音に対する等価騒音レベル

$$L_{\text{Aeq}, T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \sum T_i \times 10^{L_{pA, i}/10} \right]$$

$T = \sum T_i$: 全測定時間、 T_i : i 番目の定常区間の継続時間、

$L_{pA, i}$: i 番目の定常区間における騒音レベル (dB)

4 単発的に発生する騒音に対する等価騒音レベル

$$L_{\text{Aeq}, T} = 10 \log_{10} \left[\frac{T_0}{T} \sum_{i=1}^n 10^{L_{\text{AE}, i}/10} \right]$$

$L_{\text{AE}, i}$: 時間 T (s) の間に生じる n 個の単発的な騒音のうち、 i 番目の騒音の単発騒音暴露レベル (dB)、 T_0 : 基準時間 1 s

5 騒音レベルのサンプル値の統計分布から求める等価騒音レベル

$$L_{\text{Aeq}, T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n f_i \times 10^{L_{pA, i}/10} \right]$$

n : レベルの分割数、

f_i : 騒音レベルが i 番目の分割クラスに入っている時間の割合 (%)、

$L_{pA, i}$: i 番目の分割クラスの中心の騒音レベル (dB)

問14 環境騒音の表示・測定で用いる用語の定義として、誤っているものを次の中から一つ選べ。

1 A特性音圧 p_A : 周波数重み特性Aをかけて測定される音圧実効値。単位はデシベル (dB)。

2 騒音レベル L_{pA} : A特性音圧の2乗を基準音圧の2乗で除した値の常用対数の10倍。単位はデシベル (dB)。

3 時間率騒音レベル $L_{\text{AN}, T}$: 時間重み特性Fによって測定した騒音レベルが、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値を超えている場合、そのレベルを N パーセント時間率騒音レベルという。単位はデシベル (dB)。

4 時間帯補正等価騒音レベル L_{den} : 昼間の騒音の重みを1とし、夕方の騒音、夜間の騒音には昼間よりも大きい重み付けを行い評価した1日の等価騒音レベル。単位はデシベル (dB)。

5 単発騒音暴露レベル L_{AE} : 単発的に発生する騒音の全エネルギー (瞬時A特性音圧の2乗積分値) と等しいエネルギーをもつ継続時間1秒の定常音の騒音レベル。単位はデシベル (dB)。

問15 対象とする騒音と、その評価のために騒音計によって測定する量との組合せとして、誤っているものを次の中から一つ選べ。ただし、各選択肢の「」内は測定・評価方法を定める告示などである。

- 1 工場騒音「特定工場等において発生する騒音の規制に関する基準」：
時間重み付け特性F（速い動特性FAST）による騒音レベル
- 2 建設作業騒音「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」：
時間重み付け特性F（速い動特性FAST）による騒音レベル
- 3 在来鉄道騒音「在来鉄道の新設又は大規模改良に際しての騒音対策の指針について」：
単発騒音暴露レベル
- 4 航空機騒音「小規模飛行場環境保全暫定指針について」：
単発騒音暴露レベル
- 5 自動車騒音「騒音規制法第17条第1項の規定に基づく指定地域内における自動車騒音の限度を定める省令」：
単発騒音暴露レベル

問16 振動加速度の大きさを表す単位や量に関する次の記述のうち、下線を付した(ア)～(オ)で、誤っているものを次の中から一つ選べ。

重力加速度は(ア)約9.8 m/s²で、1ガル (Gal) は(イ)10⁻² m/s²である。計量法では、振動加速度レベルの基準加速度は(ウ)10⁻⁶ m/s²であるから、重力加速度の振動加速度レベルは(ロ)約120 dBとなり、1ガルは(オ)60 dBとなる。

- 1 (ア)
- 2 (イ)
- 3 (ウ)
- 4 (エ)
- 5 (オ)

問17 振動速度の実効値が10⁻³ m/sの、周波数が異なる鉛直方向の正弦振動を振動レベルで表したとき、次の周波数 (Hz) の中で、振動レベルの値が最も小さくなるものはどれか。正しいものを一つ選べ。

- 1 4
- 2 8
- 3 16
- 4 31.5
- 5 63

問18 ある機械が発生する地盤振動の鉛直方向の振動レベルを地表面で測定して、表に示す結果を得た。このとき、機械から50 m離れた地点での振動レベルは何dBと推定されるか。次の数値の中から、最も近いものを一つ選べ。ただし、波動は表面波とし、内部減衰係数は周波数によらないものとする。

機械から測定点までの距離 (m)	10	20
振動レベル (dB)	70	65

- 1 53
- 2 55
- 3 57
- 4 59
- 5 61

問19 振動数50 Hzで振動する機械が、基礎上に減衰要素のないコイル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1/10にするためには、機械の質量による静的たわみが何mmのばねを用いればよいか。次の数値の中から、最も近いものを一つ選べ。

- 1 1.1
- 2 1.3
- 3 1.5
- 4 1.7
- 5 1.9

問20 質量1000 kgの回転機械を、減衰要素のないばねで弾性支持したときの基礎への振動伝達率は1/3であった。この機械の回転数とばね定数を変えないで、振動伝達率を1/5にするためには、機械本体に何kgの質量を付加すればよいか。次の数値の中から、最も近いものを一つ選べ。

- 1 300
- 2 400
- 3 500
- 4 600
- 5 700

問21 振動数 f で振動している地表面上に加速度ピックアップを設置して、地表面の振動加速度レベルを測定したとき、振動加速度レベルの値として、正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、 f_0 は設置共振の振動数である。

- 1 $f/f_0 = 1$ のときの測定値。
- 2 $f/f_0 \gg 1$ のときに、測定値に+3 dB/オクターブの補正をした値。
- 3 $f/f_0 \gg 1$ のときの測定値。
- 4 $f/f_0 \ll 1$ のときに、測定値に+3 dB/オクターブの補正をした値。
- 5 $f/f_0 \ll 1$ のときの測定値。

問22 サイズモ系の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 ピックアップのおもりが、ばね及び減衰要素で支持される1自由度の振動系である。
- 2 接触形の振動ピックアップである。
- 3 被測定体の振動数よりもピックアップの固有振動数が十分に低いときは、ピックアップのおもりと被測定体の相対変位は、被測定体の変位に比例する。
- 4 被測定体の振動数よりもピックアップの固有振動数が十分に高いときは、ピックアップのおもりと被測定体の相対変位は、被測定体の加速度に比例する。
- 5 サイズモ系の圧電形振動ピックアップでは、固有振動数が10 Hz以下に設計されている。

問23 JIS C 1510に規定する振動レベル計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 使用周波数範囲は、1～80 Hzとし、その範囲以外の感度は急峻に減衰させる。
- 2 鉛直特性を得るための周波数補正回路を備える。
- 3 周波数補正回路のほか、平坦特性を備える。
- 4 目盛り誤差は、有効目盛り範囲では1 dB以下とする。
- 5 振動ピックアップは、地面などに設置できる構造とする。

問24 振動規制法における道路交通振動の振動レベルに関する次の記述の中で、(ア)～(ウ)に入る数値の組合せとして、正しいものを次の中から一つ選べ。

振動レベルは、(ア)秒間隔、(イ)個又はこれに準ずる間隔、個数の測定値の(ウ)パーセントレンジの上端の数値を、昼間及び夜間の区分ごとに、すべてについて平均した数値とする。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	3	60	50
2	3	60	90
3	3	100	90
4	5	100	80
5	5	100	90

問25 計量法に規定する、振動加速度レベルを事業区分とする計量証明事業を行う者が備えるべき特定計量器その他の器具、機械又は装置とその数量について、(ア)～(ウ)に入る特定計量器その他の器具、機械又は装置と数量の組合せとして、正しいものを次の中から一つ選べ。

特定計量器その他の器具、機械又は装置	数 量
(ア)	(イ)
レベルレコーダー	1
(ウ)	1
データレコーダー	1

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	振動加振器	1	振動基準器
2	振動基準器	1	1/3オクターブバンド分析器
3	振動レベル計	3	オシロスコープ
4	振動基準器	1	オシロスコープ
5	振動レベル計	3	1/3オクターブバンド分析器