

平成27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。

受験番号	氏名

問1 自由音場を平面波として伝搬する純音の音圧波形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。ただし、音圧の振幅を A (Pa)、角周波数を ω (rad/s)、音の速さを c (m/s)とする。

- 1 実効値は、 $\frac{A}{\sqrt{2}}$ (Pa)である。
- 2 周波数は、 $\frac{\omega}{2\pi}$ (Hz)である。
- 3 周期は、 $\frac{2\pi}{\omega}$ (s)である。
- 4 波長は、 $\frac{2\pi c}{\omega}$ (m)である。
- 5 波高率は、2である。

問2 音圧レベルが94 dBの平面波が自由音場を伝搬している。この音波の音の強さは何 W/m^2 か。最も近い数値を次の中から一つ選べ。ただし、大気圧を1013 hPa、気温を25℃とする。

- 1 0.0025
- 2 0.05
- 3 1
- 4 20
- 5 400

問3 音の大きさ、音の大きさのレベル、騒音レベル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 周波数1 kHz、音圧レベル40 dBの純音の音の大きさを0 soneと定義する。
- 2 人間の可聴範囲のすべての周波数の純音において、音の大きさのレベルが10 phon増加すると、騒音レベルは10 dB増加する。
- 3 周波数1 kHzの純音の音の大きさのレベルの値は、騒音レベルに等しい。
- 4 異なる周波数の純音において、音の大きさのレベルが等しくなる騒音レベルを結んだ曲線を等ラウドネス曲線という。
- 5 サウンドレベルメータの周波数重み付け特性Aは、0 phonの等ラウドネス曲線の逆特性を近似している。

問4 音圧レベル、音の強さのレベル、音響パワーレベル、音圧スペクトルレベル、マイクロホンの音圧感度レベルを定める基準値として、誤っているものを次の中から一つ選べ。

- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| 1 音圧レベル： | 20 μPa |
| 2 音の強さのレベル： | 1 pW/m^2 |
| 3 音響パワーレベル： | 1 pW |
| 4 音圧スペクトルレベル： | 20 $\mu\text{Pa}/\text{Hz}$ |
| 5 マイクロホンの音圧感度レベル： | 1 V/Pa |

問5 拡散音場とみなせる室内に、広帯域の騒音を発生する機械が3台設置されている。すべての機械を停止したときの暗騒音レベルは定常的に62 dB、機械を1台だけ動かしたときの騒音レベルは65 dBであった。機械を3台とも動かしたときの騒音レベルは何dBとなるか。最も近い数値を次の中から一つ選べ。ただし、3台の機械はすべて同じ大きさの騒音を発生しているとする。

- 1 66
- 2 68
- 3 70
- 4 72
- 5 74

問6 音圧レベルと騒音レベル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 音圧レベルは、音圧実効値の2乗を基準音圧の2乗で除した値の常用対数の20倍である。
- 2 騒音レベルは、周波数重み付け特性Aの重み付けを行った音圧レベルである。
- 3 衝撃騒音の騒音レベルの最大値は、時間重み付け特性Sにおける値が時間重み付け特性Fにおける値よりも大きい。
- 4 騒音レベルの基準値は、 $1\ \mu\text{Pa}$ である。
- 5 純音の音圧レベルは、騒音レベルより常に大きな値をとる。

問7 周波数帯域が45 Hz～450 Hzで音圧レベルが78 dBのピンクノイズと、周波数が100 Hzで音圧レベルが70 dBの純音とからなる騒音がある。この騒音のバンド音圧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 中心周波数100 Hzの1/3オクターブバンド音圧レベルは、72 dBである。
- 2 中心周波数125 Hzの1/3オクターブバンド音圧レベルは、68 dBである。
- 3 中心周波数160 Hzの1/3オクターブバンド音圧レベルは、68 dBである。
- 4 中心周波数125 Hzのオクターブバンド音圧レベルは、77 dBである。
- 5 中心周波数250 Hzのオクターブバンド音圧レベルは、73 dBである。

問8 音響透過損失を測定するために、隣接する二つの残響室の隔壁に面積 $S(\text{m}^2)$ の試験開口部が設けてある。試験開口部と面積の等しい試料を取り付け、音響透過損失を測定したところ、音源室の室内平均音圧レベルが $L_1(\text{dB})$ 、受音室の室内平均音圧レベルが $L_2(\text{dB})$ 、受音室の等価吸音面積が $A(\text{m}^2)$ であった。この場合の試料の音響透過損失 $R(\text{dB})$ を表す式として、正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、試料面を通しての音の伝搬以外の影響はないとし、かつ暗騒音の影響はないとする。

1 $R = L_1 - L_2 + 10 \log_{10} \frac{A}{S}$

2 $R = L_2 - L_1 + 10 \log_{10} \frac{4S}{A}$

3 $R = L_1 - L_2 + 10 \log_{10} \frac{S}{A}$

4 $R = L_2 - L_1 + 10 \log_{10} \frac{S}{A}$

5 $R = L_1 - L_2 + 10 \log_{10} \frac{4S}{A}$

問9 「JIS Z 8734 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－残響室における精密測定方法」の内容として、誤っているものを次の中から一つ選べ。

- 1 残響室の最小容積は、対象とする最低の周波数によって規定されている。
- 2 音源に最も近い室表面の吸音率が規定されている。
- 3 残響室内の気温、相対湿度の許容変動範囲が規定されている。
- 4 気圧の測定誤差の許容範囲が規定されている。
- 5 残響室内の暗騒音レベルは、対象周波数範囲のすべてにおいて測定対象音源による音圧レベルよりも 20 dB 小さいレベル未満と規定されている。

問10 シリンダ内で円柱形のピストンを断熱的に軸方向に微小に往復運動させ、一様な音圧を発生する機構の音響校正器について、開口部にマイクロホンを取りつけて音圧を測定することを考える。このとき、発生する音圧と比例関係にあるパラメータとして、誤っているものを次の中から一つ選べ。ただし、当該パラメータ以外の条件は変えないとし、かつ音響校正器は音圧を一定にするためのフィードバック機能を持たないとする。またシリンダ内部は、音響的に十分細い管を通じて大気に通じているとする。

- 1 大気圧
- 2 ピストンの変位振幅
- 3 ピストンの中心軸に垂直な断面積
- 4 ピストンの変位振幅が0のときのシリンダの容積とマイクロホンの等価容積の和の逆数
- 5 シリンダ内の絶対温度の平均値

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」に規定されたサウンドレベルメータ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 この規格の音響的性能は、音場に測定者がいる状態に適用する。
- 2 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。
- 3 クラス1に適合するサウンドレベルメータは、周波数重み付け特性Cを備えなくてもよい。
- 4 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とで等しい。
- 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 騒音計の検定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 聴感補正をしていない音圧レベルは、検定の対象である。
- 2 積分平均型騒音計では、等価騒音レベルは検定の対象である。
- 3 精密騒音計の検定公差は、1.5 dBである。
- 4 器差検定では、騒音基準器を用いる。
- 5 器差検定は、自由音場において125 Hz、1000 Hz、4000 Hzの正弦音波について行う。

問13 ある機械を1回動作させたとき、ある地点での単発騒音暴露レベルが70 dBであった。この機械を毎分6回の頻度で連続動作させたとき、この地点における等価騒音レベルは何dBとなるか。最も近い数値を次の中から一つ選べ。ただし、暗騒音の影響はないとする。

- 1 50
- 2 55
- 3 60
- 4 65
- 5 70

問14 「JIS Z 8731 環境騒音の表示・測定方法」に規定された定常騒音と変動騒音の定義と測定方法に関する内容として、誤っているものを下線を付した（ア）から（オ）の中から一つ選べ。

定常騒音は、レベル変化が小さく、ほぼ一定とみなされる騒音である。対象としている時間全体にわたって騒音が定常である場合には、積分機能を備えていない騒音計で測定を行ってもよい。その場合、周波数重み付け特性A、^(ア)時間重み付け特性Sを用い、指示値の振れの^(イ)平均値を読み取る。ただし、指示値が^(ウ)10 dBを超える範囲にわたって変動する場合には定常騒音として扱うことはできない。

変動騒音は、レベルが^(エ)不規則かつ連続的にかなりの範囲にわたって変化する騒音である。騒音の変動が大きい場合には、^(オ)積分平均型騒音計を用いることが望ましい。その場合、設定した実測時間を必ず記録しておく。

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

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日告示、平成25年4月1日施行）に規定された騒音の測定・処理方法に関する記述として、誤っているものを次の中から一つ選べ。

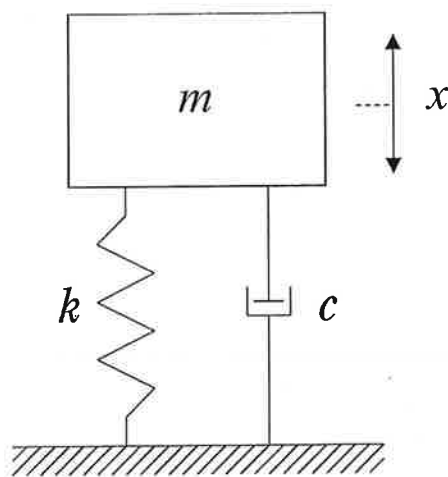
- 1 騒音計の周波数補正回路はA特性、動特性は速い動特性（FAST）を用いる。
- 2 測定は原則として連続7日間行い、騒音レベルの最大値が暗騒音より10 dB以上大きい航空機騒音について、単発騒音暴露レベルを計測する。
- 3 測定時期としては、航空機の飛行状況および風向等の気象条件を考慮して、測定点における航空機騒音を代表すると認められる時期を選定する。
- 4 測定は屋外で行い、測定点としては当該地域の航空機騒音を代表すると認められる地点を選定する。
- 5 時間帯補正等価騒音レベルの算出において、午前7時から午後7時までの時間帯の単発騒音暴露レベルに対しては補正を行わない。

問16 鉛直方向に正弦振動する振動数1 Hz、振動加速度の実効値 0.04 m/s^2 の振動レベルは何dBになるか。最も近い数値を次の中から一つ選べ。

- 1 60
- 2 63
- 3 66
- 4 69
- 5 72

問17 図のように、ばね定数 k のばねと減衰係数 c のダンパーで支持されている質量 m のおもりの自由振動に関する記述として、正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、 x はおもりの変位、 $c_c = 2\sqrt{mk}$ は臨界減衰係数、 $\zeta = c/c_c$ は減衰比である。

- 1 おもりの運動方程式は、 $m \frac{d^2x}{dt^2} + kx = 0$ である。
- 2 $\zeta = 1$ のとき、おもりは減衰がないときと同じ周期運動をする。
- 3 $0 < \zeta < 1$ のとき、おもりは振幅が徐々に小さくなる周期運動をする。
- 4 $0 < \zeta < 1$ のとき、おもりの周期は減衰がないときの周期の $\sqrt{1 - \zeta^2}$ 倍である。
- 5 $\zeta > 1$ のとき、おもりは振幅が徐々に増大する周期運動をする。



問18 機械が1200 rpmで回転しているとき、回転周期に等しい周期の正弦加振力が鉛直方向に生じている。この加振力を抑制するために機械の重さによるばねの静的たわみが5 mmとなるように減衰のないばねで支持すると、基礎に伝わる力は加振力の何%となるか。最も近い数値を次の中から一つ選べ。

1 3

2 7

3 14

4 21

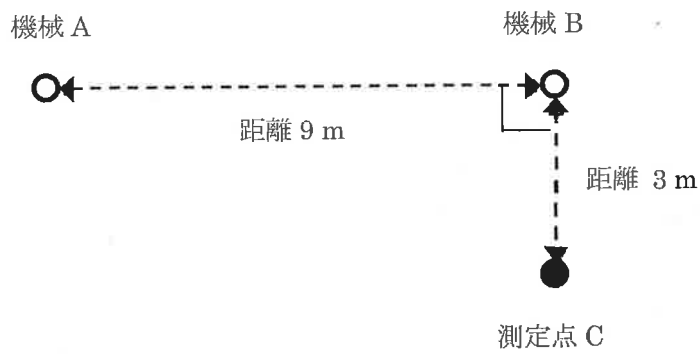
5 28

問19 機械が発生する正弦振動について、機械から x (m)離れた地点における変位の瞬時値が $y = [3 \times 10^{-4} \sin\{2\pi(5t - x/20)\}]/\sqrt{x}$ (m)で表されるとき、波長および伝搬速度はいくらか。最も近い数値の組合せを次の中から一つ選べ。ただし、 $x \neq 0$ とし、 t は時刻 (s) である。

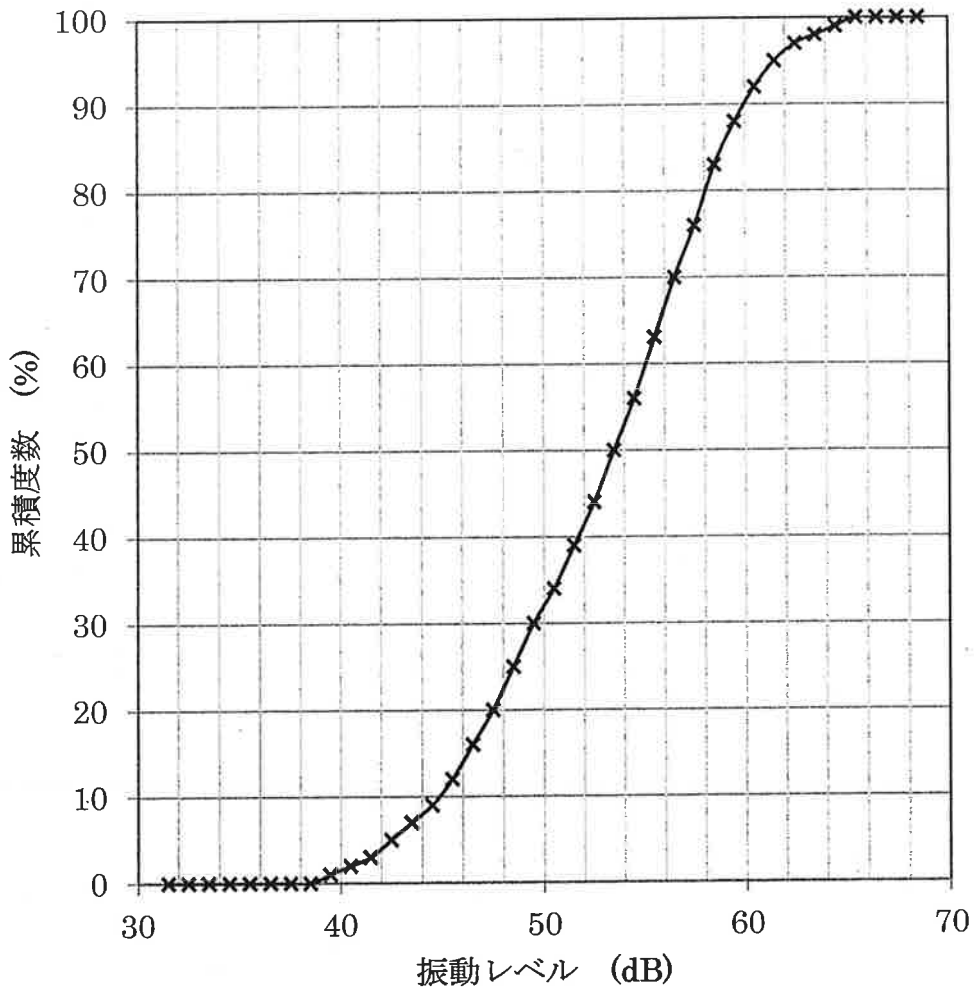
	波長 (m)	伝搬速度 (m/s)
1	10	50
2	20	100
3	30	150
4	40	200
5	50	250

問20 機械基礎より1 m離れた地盤で、鉛直方向に同じ振動レベルを発生する機械Aと機械Bを互いに9 mの距離を置いて設置している。機械をそれぞれ単独で稼働させると、図に示される測定点Cでの振動レベルの差は何dBか。最も近い数値を次の中から一つ選べ。ただし、波動は表面波で、距離減衰はどの方向でも同じとする。また、地盤は均質で、内部減衰はないものとする。

- 1 1
- 2 3
- 3 5
- 4 7
- 5 9



問21 ある特定工場において発生している鉛直方向の振動レベルを、法に定める規制基準と比較するために、敷地の境界線で測定した。このとき、振動レベルは不規則かつ大幅に変動しており、累積度数は下図となった。敷地の境界線における振動レベルは何dBか。最も近い数値を次の中から一つ選べ。

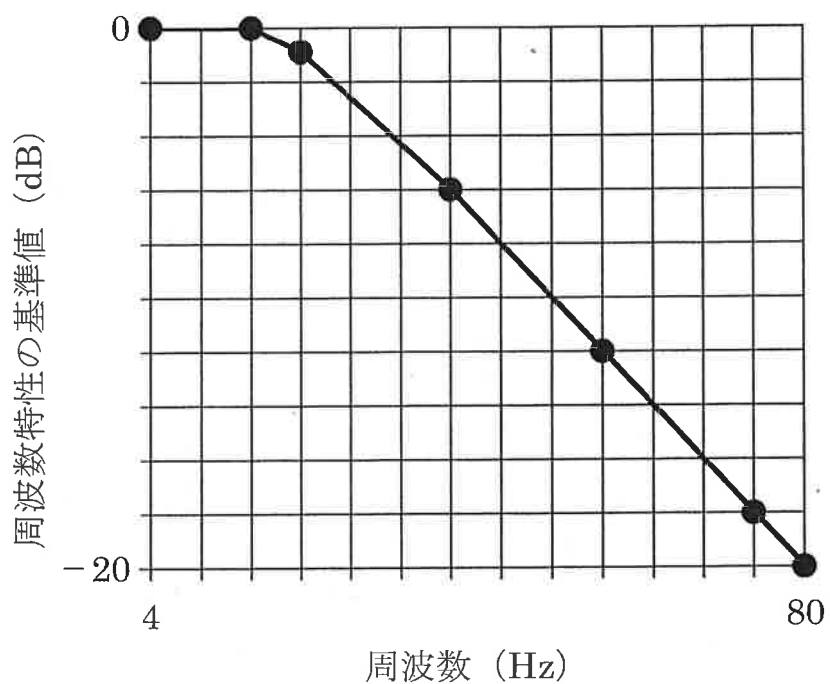


- 1 45
- 2 54
- 3 58
- 4 60
- 5 66

問22 「JIS C 1510 振動レベル計」に規定された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 人体の全身を対象とする振動の評価に適用される。
- 2 人体の振動感覚による補正特性が規定されている。
- 3 指示機構の有効目盛範囲は、15 dB以上としている。
- 4 実効値回路は時定数1秒の動特性を備えることとしている。
- 5 8 Hzの基準レスポンスの許容差は ± 1 dBである。

問23 図は、計量法に規定する振動レベル計の鉛直方向の4 Hzから80 Hzまでの周波数特性の基準値（基準レスポンス）を直線で結んだものである。この直線から、周波数が25 Hzにおける基準値は何dBと推定されるか。最も近い数値を次の中から一つ選べ。



- 1 -6
- 2 -8
- 3 -10
- 4 -12
- 5 -14

問24 振動レベル計の振動ピックアップを、振動数16 Hz、変位振幅100 μmで鉛直方向に正弦振動している校正台に載せると振動レベルの指示値は、94 dBであった。この振動レベル計の16 Hzにおける器差を求める手順は次のとおりである。

この正弦振動の加速度振幅 a (m/s²)は、振動数を f (Hz)とすると、式(ア)より(イ) m/s²となる。したがって、この振動の加速度レベルは式(ウ)より求められる。振動レベルはこれに補正值(エ) dBを加えた値として求められる。器差は振動レベル計の指示値から先に求めた振動レベルの値を差し引いて(オ) dBとなる。

上記手順の(ア)から(オ)に入る式と数値の組合せとして、正しいものを次の中から一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
1	$a = 10^{-4}(2\pi f)^2$	1	$20 \log_{10}(1/\sqrt{2}/10^{-5})$	-6	+3
2	$a = 10^{-4}/(2\pi f)$	1	$20 \log_{10}(1/10^{-5})$	-6	±0
3	$a = 10^{-4}(2\pi f)^2$	1	$20 \log_{10}(1/10^{-5})$	-9	+3
4	$a = \sqrt{2} \times 10^{-4}(2\pi f)^2$	$\sqrt{2}$	$20 \log_{10}(\sqrt{2}/10^{-5})$	-9	±0
5	$a = 10^{-4}(2\pi f)$	10^{-2}	$20 \log_{10}(10^{-2}/\sqrt{2}/10^{-7})$	-6	+3

問25 計量法に規定する振動加速度レベルの計量証明事業において、事業者が備えるべき設備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 振動レベル計は最低限2台保有すること。
- 2 レベルレコーダーは、1 Hzから80 Hzまでの周波数範囲において、記録できるレベル範囲が50デシベル以上のものを保有すること。
- 3 周波数分析器は、1 Hzから80 Hzまでの範囲の周波数を分析できるものを保有すること。
- 4 データレコーダーは、1 Hzから80 Hzまでの周波数範囲において、45デシベル以上のレベル範囲で、正負1デシベル以内の偏差で記録できるものを保有すること。
- 5 レベルレコーダー、周波数分析器、データレコーダーはそれぞれ最低限1台保有すること。