

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、午前 10 時 50 分から 12 時までの 1 時間 10 分である。
- 2 解答用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を正確に記入し、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、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五肢択一方式である。
- 5 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。
- 6 マークの記入は、解答用紙に記された記入例を参照のこと。
- 7 解答の記入にあたっては、次の点に注意すること。
  - (1) 筆記具はHBの黒鉛筆又は黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内をぬりつぶすこと。
  - (2) 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。
  - (3) 解答用紙は、汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 8 携帯電話の電源は切り、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には、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 完全な拡散性を仮定した室内音場に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 壁面の単位面積に入射する音響パワーは、同じ音響エネルギー密度を持つ垂直入射平面波の場合の  $1/4$  である。
- 2 室内の音響エネルギーは、音源の音響出力に比例し、室の全吸音力に反比例する。
- 3 音源の音響出力が大きくなると、直接音の音響エネルギー密度に対して反射音の音響エネルギー密度が卓越する範囲が広がる。
- 4 音波の平均自由行程は、室容積に比例し、室内総表面積に反比例する。
- 5 残響減衰の過程では、室内の音響エネルギーは時間と共に指数関数的に減衰する。

問 2 二つの周波数成分から成る平面音波が、無限大、平滑かつ反射性の平面壁に垂直に入射している。このような半自由音場において、壁面からの距離に依存しないものを、次の中から一つ選べ。

- 1 音圧の時間波形
- 2 粒子速度の時間波形
- 3 音圧の波高率
- 4 音圧の実効値
- 5 入射波の音の強さに対する反射波の音の強さの比

問 3 人間の可聴範囲に関する次の説明の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 人間の可聴周波数は、ほぼ 20~20000 Hz にわたる。
- 2 聴くことのできる音圧レベルの下限を最小可聴値という。
- 3 最小可聴値は、周波数によって変化し、1000 Hz 以下では周波数が低くなるほど大きくなる。
- 4 最小可聴値は、周波数によって変化し、5000 Hz 以上では周波数が高くなるほど小さくなる。
- 5 最大可聴値は、最小可聴値に比べて周波数によって変化する程度は少ない。

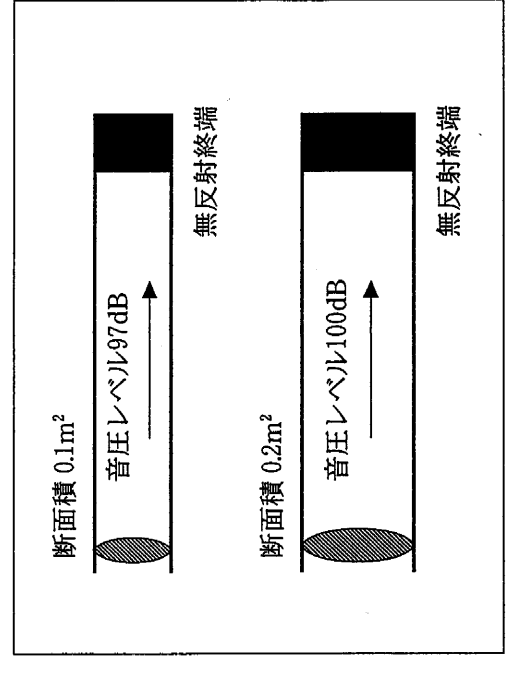
問 4 音響定数が次の表で示される 3 種類の材料がある。

材 料	密 度 (kg/m <sup>3</sup> )	ヤング率 (N/m <sup>2</sup> )	縦波の伝搬速度 (m/s)
イ	0.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>9</sup>	3.0×10 <sup>3</sup>
ロ	2.5×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>10</sup>	5.4×10 <sup>3</sup>
ハ	7.9×10 <sup>3</sup>	2.1×10 <sup>11</sup>	6.0×10 <sup>3</sup>

これらの材料を縦波における固有音響抵抗(特性インピーダンスの実数部)の大きい順に並べたとき、正しいものを次の中から一つ選べ。

- 1 イ、ロ、ハ
- 2 ロ、ハ、イ
- 3 ハ、ロ、イ
- 4 イ、ハ、ロ
- 5 ロ、イ、ハ

問 5 断面積がそれぞれ 0.1 m<sup>2</sup> と 0.2 m<sup>2</sup> の剛体でできた 2 本の直管があり、いずれも一方は音源に接続され、また他方は無反射終端されている。入射音の周波数は低く、ダクト軸方向の平面波のみが伝搬している。断面積 0.1 m<sup>2</sup> の直管内の音圧レベルが 97 dB、断面積 0.2 m<sup>2</sup> の直管内の音圧レベルが 100 dB であるとき、それぞれの直管内を伝搬している音波の音響パワーレベルの差は何 dB か、次の中で最も近い値を一つ選べ。



- 1 3
- 2 6
- 3 9
- 4 12
- 5 15

問 6 定常的な騒音を発生する機械 A が運転されており、P 点における騒音レベルは 67 dB であった。そこに新たに別の機械 B を運転した結果、P 点における騒音レベルは 73 dB に上昇した。機械 B を単独で運転したとき、P 点における騒音レベルは何 dB となるか。次の中から最も近い値を一つ選べ。ただし、暗騒音の影響は無視する。

- 1 64
- 2 66
- 3 68
- 4 70
- 5 72

問 7 騒音レベル 88 dB の騒音をオクターブ周波数分析したところ、1000 Hz を除き、次の表のようになった。1000 Hz のオクターブバンド音圧レベルは何 dB か。次の中から最も近い値を一つ選べ。

周波数 (Hz)	125	250	500	1000	2000
オクターブバンド音圧レベル (dB)	87	80	86	?	82

- 1 74
- 2 77
- 3 80
- 4 83
- 5 86

問 8 ホワイトノイズ及びピンクノイズ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 ホワイトノイズのオクターブバンドレベルは、中心周波数が 1 オクターブ高くなることに約 3 dB 大きくなる。
- 2 ホワイトノイズの 1/3 オクターブバンドレベルは、中心周波数が 1 オクターブ高くなることに約 1 dB 大きくなる。
- 3 ホワイトノイズのオクターブバンドレベルは、それと同じ中心周波数の 1/3 オクターブバンドレベルに比べ約 5 dB 大きくなる。
- 4 ピンクノイズのオクターブバンドレベルは、それと同じ中心周波数の 1/3 オクターブバンドレベルに比べ約 5 dB 大きくなる。
- 5 ピンクノイズのオクターブバンドレベルは、中心周波数によらず一定である。

問 9 次の吸音材料や吸音機構の代表的な特徴に関する記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 グラスウール吸音ボードを壁面に密着して取り付け付けた吸音構造では、その厚さを増すと、高音域の吸音率は減少する。
- 2 グラスウール吸音ボードの厚さが同じであっても、取り付け壁との間に設けた背後空気層の厚さを増すことによって、低い周波数の吸音率を大きくすることができる。
- 3 あなみき板と背後空気層によって構成された吸音構造の吸音特性は、ある周波数領域を中心とした山形の吸音特性を示す。
- 4 ヘルムホルツ共鳴器は、特定の周波数成分を吸音させることができる。
- 5 ヘルムホルツ共鳴器の吸音力は、壁中央や隅など、室内の設置場所によって変化する。

問10 騒音源の音響パワーレベルの測定における気温、気圧及び空気の状態インピーダンスの影響に関する次の記述の中で、誤っているもの一つ選べ。

- 1 音圧と音の強さの関係は、気温及び気圧によって変化する。
- 2 音圧と音響エネルギー密度の関係は、気圧によって変化する。
- 3 音圧法では、測定環境の気温及び気圧を考慮して音響パワーを求める。
- 4 音響インテンシティ法では、測定環境の気温及び気圧に応じて音響インテンシティ測定器の感度を調整する。
- 5 音源の音響パワーは、空気の状態インピーダンスによって変化しない。

問11 計測用マイクロホンの感度に関する次の説明の中で、誤っているもの一つ選べ。

- 1 音圧感度とは、マイクロホンの電気出力と、マイクロホン膜面にかかる音圧との比である。
- 2 音響カプラを用いた相互校正法で求められるのは、音圧感度である。
- 3 音圧感度レベルとは、音圧感度をレベル表示したものであり、基準値としては通常  $1\text{ V/Pa}$  が使われる。
- 4 自由音場感度とは、平面進行波の存在する自由音場内に置かれたマイクロホンの電気出力と、マイクロホンが存在しないときのその点における音圧との比である。
- 5 自由音場感度と音圧感度の比は、周波数に比例する。

問12 JIS C 1502 及び JIS C 1505 で規定する騒音計に関する次の記述の中で、誤っているもの一つ選べ。

- 1 マイクロホンは、圧力形とする。
- 2 周波数補正回路は、A 特性及び C 特性を備えることとする。
- 3 実効値回路は、速い動特性及び遅い動特性を備えることとする。
- 4 速い動特性の時定数は  $125\text{ ms}$ 、遅い動特性の時定数は  $1\text{ s}$  とする。
- 5 実効値指示特性の試験は、波高率 3 のパースト信号で行う。

問13 騒音計の検定に関する次の記述の中で、誤っているもの一つ選べ。

- 1 騒音基準器として、音響校正器 (音圧レベル校正器) を用いる。
- 2 等価騒音レベルは、検定の対象ではない。
- 3 検定の有効期間は、5 年である。
- 4 器差検定は、自由音場における  $500\text{ Hz}$ 、 $630\text{ Hz}$ 、 $800\text{ Hz}$ 、 $1000\text{ Hz}$ 、 $1250\text{ Hz}$  及び  $1600\text{ Hz}$  の周波数の正弦音波を用いて行う。
- 5 検定公差は、精密騒音計が  $0.7\text{ dB}$ 、普通騒音計が  $1.5\text{ dB}$  である。

問14 直線道路を一定の音響パワーを放射しながら、一定の速度で1台の車が通過する。この道路から離れた、この道路を十分遠方まで見通せる受音点における騒音レベルの最大値と単発騒音暴露レベルについての次の記述の中で、誤っているものを選択せよ。ただし、車は点音源と仮定、空気や地表面による音の吸収は無いものとする。

- 1 車の音響パワーが2倍になると騒音レベルの最大値は3dB大きくなる。
- 2 車の音響パワーが2倍になると単発騒音暴露レベルは3dB大きくなる。
- 3 車の速度が2倍になると車の音響パワーが2倍になると、単発騒音暴露レベルは変わらない。
- 4 道路から受音点までの距離が2倍になると騒音レベルの最大値は3dB小さくなる。
- 5 道路から受音点までの距離が2倍になると単発騒音暴露レベルは3dB小さくなる。

問15 環境基本法や騒音規制法に関連して、騒音の種類ごとに環境基準の値を設定するための騒音評価方法が定められている。次に述べる騒音の種類と評価量の組合せの中で、原則として用いられるべき量と異なるものを選択せよ。

- 1 自動車交通騒音：騒音レベルの中央値
- 2 航空機騒音：A特性、SLOWで測定された航空機騒音のピークレベル及び時間帯別の機数から算出された値
- 3 新幹線鉄道騒音：A特性、SLOWで測定された通過列車ごとの騒音のピークレベルから算出された値
- 4 在来線鉄道騒音：通過列車ごとに測定された単発騒音暴露レベルから算出された等価騒音レベル
- 5 特定工場において発生する不規則かつ大幅に変動する騒音：騒音レベルの90パーセントレンジの上端値

問16 振動源から10mおよび30m離れた2点の場所A,Bで同時に振動を測定した。場所A,Bで測定された振動の周波数が16Hzでその位相差が $4\pi$ のとき、この振動の波長と伝搬速度の組合せとして、正しいものを次の中から一つ選べ。

	波長(m)	伝搬速度(m/s)
1	5	125
2	10	160
3	15	240
4	20	300
5	25	400

問17 振動加速度の瞬時値 $y(t)$ が時間 $t$ とともに変動するとき、振動加速度の実効値を表す式で正しいものはどれか。次の中から一つ選べ。ただし、 $T$ は平均時間である。

- 1  $\frac{1}{T} \sqrt{\int_0^T y(t) dt}$
- 2  $\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T y(t) dt}$
- 3  $\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T y^2(t) dt}$
- 4  $\sqrt{\frac{1}{T} \left( \int_0^T y(t) dt \right)^2}$
- 5  $\frac{1}{T} \sqrt{\int_0^T y^2(t) dt}$

問18 周波数が2Hz、振動加速度実効値が $0.008 \text{ m/s}^2$ の鉛直方向の正弦波振動の動レベルは約何dBになるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

- 1 55
- 2 58
- 3 65
- 4 68
- 5 75

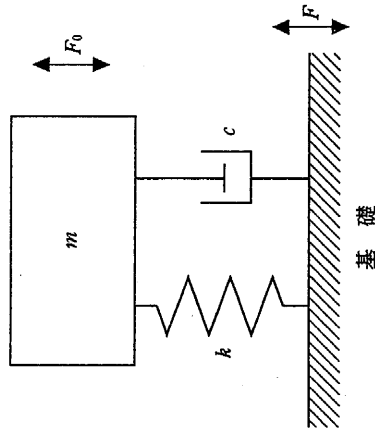
問19 一樣な地盤の地表面に重錘を落下させたとき、落下点から離れた地表面で観測される振動について、次の記述の中から正しいものを一つ選べ。

- 1 家屋等の建物を振動させる波動は、主に縦波である。
- 2 落下点の近くと遠方で観測される振動は、同じである。
- 3 地盤を伝搬する振動は、粘性減衰のみで減少する。
- 4 振動の伝搬速度は、地盤の種類にかかわらず一定である。
- 5 鉛直のみでなく水平方向の振動も観測される。

問20 毎分1800回転している質量1600kgの機械があり、1回転に1回の割合で鉛直方向に加振力を生じている。この機械を均等に荷重がかかる四か所の支持点で弾性支持して、加振力の振動数 $f$ と弾性支持系の固有振動数 $f_0$ との比 $f/f_0$ が5になるようにするために、弾性支持に用いるばねのばね定数を約何MN/mとすればよいか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

- 1 0.05
- 2 0.15
- 3 0.29
- 4 0.57
- 5 1.04

問21 図に示すばね定数 $k$ と減衰係数 $c$ で支持された質量 $m$ に、振動数 $f$ の正弦加振力 $F_0$ が作用する場合の次の記述で、下線を施した(ア)～(イ)の中から、誤っているものを一つ選べ。ただし、この系の固有振動数を $f_0$ 、減衰比を $\tau$ 、系から基礎に伝達される力を $F$ とする。



$F$ と $F_0$ との比を力の伝達率( $\tau$ )といい、 $\tau$ は $f$ によって大きく変化する。 $f \ll f_0$ の領域での $\tau$ は1に近い値となり加振力はそのまま基礎へ伝えられる。 $0 < f < \sqrt{2}f_0$ の領域では、 $\tau$ は常に1よりも大きくなり、加振力よりも伝達力の方が大きくなる。 $f = f_0$ の領域では共振状態であり、 $\zeta$ が小さいほど $\tau$ は大きくなる。また、 $f > \sqrt{2}f_0$ の領域では $\tau$ は常に1よりも小さくなり、 $\zeta$ が大きいほど小さくなる。 $f = \sqrt{2}f_0$ の領域では減衰の有無や、減衰の大きさに無関係に常に $\tau = 1$ となり、伝達力は加振力とほぼ同じ大きさとなる。

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

問22 振動レベル計(JIS C 1510)の規定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 全身の振動感特性に基づく、周波数補正特性を規定している。
- 2 全身の振動感補正特性のほかに、平坦特性も規定している。
- 3 目盛誤差は、有効目盛範囲では1 dB以下と規定している。
- 4 波高率3のバースト信号による指示値の誤差は、1 dB以下と規定している。
- 5 使用周波数範囲は、1～80 Hzと規定している。

問23 10台の機械(a～j)をそれぞれ単独に運転したときに、測定される振動レベルが表の値を示すとき、全部の機械を同時に運転した場合の振動レベルは約何dBか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、機械相互の干渉と暗振動の影響は無視できるものとする。

機 械	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
振動レベル(dB)	54	57	54	54	60	57	57	66	57	54

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

問24 振動規制法における道路交通振動の測定に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 振動レベル計の振動感覚補正回路は、鉛直振動特性を用いる。
- 2 測定場所は、道路端より1 m離れた地点を選ぶ。
- 3 温度、電気、磁気等の外圍条件の影響を受けない場所を選ぶ。
- 4 測定の対象とする振動の指示値と暗振動の指示値の差が10 dB以上あるときは、対象とする振動の指示値に補正の必要はない。
- 5 5秒間隔、100個又はこれに準ずる間隔、個数の測定値の80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を振動レベルとする。

問25 計量法の基準器検査規則に規定する振動基準器のピックアップに関して、種類と質量の組合せが正しいものを次の中から一つ選べ。

種 類	質 量
1 圧電式及びサーボ式	300 グラム以下
2 圧電式及び動電式	300 グラム以下
3 サーボ式及び動電式	500 グラム以下
4 圧電式	500 グラム以下
5 サーボ式	700 グラム以下