

第 76 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
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、消しきずを残さない
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 音波の伝搬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 温度が同じであれば、空気より密度の大きい気体中の音の速さは、空気中より速い。
- 2 同じ気体であれば、温度が低いほど音の速さは遅くなる。
- 3 温度 0 °C、気圧 101.325 kPa、相対湿度 50 %における空気中の音の速さは、約 331.5 m/s である。
- 4 水中の音の速さは、20 °Cで約 1.5 km/s である。
- 5 縦波の速さは、空気中よりも固体中のほうが速い。

問 2 時刻 t における瞬時音圧 $p(t)$ が $p(t) = A \sin(\omega t)$ と表される正弦音波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。なお、振幅を A 、角周波数を ω 、音の速さを c とする。

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

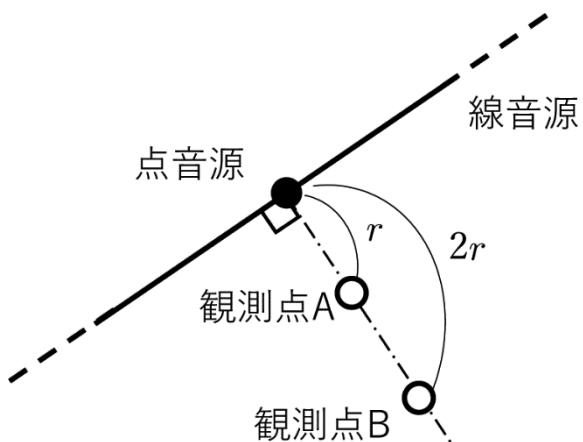
問3 人の聴覚に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 最小可聴値とは、指定された音が、評定者の聴覚を起こし得るときのその音の最小音圧レベルである。
- 2 音の大きさ 1 phon は、平面波として前方から提示された音圧レベル 40 dB、周波数 1000 Hz の純音の大きさに等しい。
- 3 マスキングとは、他の音の存在によって、ある音の聴覚閾値が上昇する現象である。
- 4 長時間の騒音暴露などによって難聴になると最小可聴値が上昇する。
- 5 等ラウドネス曲線とは、正常聴覚をもつ評定者に、ある特定の種類の音を特定の方法で提示したときに、同じ大きさの感覚を生じさせる音の音圧レベルを、横軸に周波数をとって結んだ曲線である。

問4 音の物理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 瞬時音圧とは、流れのない媒質中のある点で、対象とする瞬間に存在する圧力から静圧を引いた値である。
- 2 音の速さとは、自由進行音波の位相速度の大きさである。
- 3 音響インテンシティとは、指定された方向に平行な面を通過する瞬時ポテンシャル音響エネルギー密度をその面積で除した値である。
- 4 音源の音響パワーとは、ある時間の長さで、指定された周波数帯域の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。
- 5 体積速度とは、表面に垂直な粒子速度成分とその微小面積との積の振動面にわたる積分である。

問 5 自由音場にて、図のように点音源と無限長の線音源が存在し、観測点 A は点音源から r 、観測点 B は点音源から $2r$ の距離にある。観測点 Aにおいて、線音源のみまたは点音源のみを駆動したとき音圧レベルはそれぞれ 73 dB を観測した。線音源と点音源を同時に駆動したとき、観測点 B 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、線音源から発せられる音と点音源から発せられる音の間には相関がないものとする。



1 68

2 70

3 72

4 74

5 76

問 6 音圧レベルおよび騒音レベルに関する次の記述の中から、誤っているのを一つ選べ。

- 1 音圧レベルとは、音圧が 10 倍になると 20 dB 増加する対数的な指標である。
- 2 騒音レベルとは、周波数重み付け特性 A を適用した音圧レベルのことである。
- 3 音圧レベルとは、音の大きさそのものではなく、基準の音圧を基に算出される相対的な値である。
- 4 ホワイトノイズにおいて、中心周波数 2 kHz のオクターブバンド音圧レベルが 65 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 59 dB である。
- 5 純音の音圧レベルは、常に騒音レベルよりも大きな値となる。

問7 ある騒音をオクターブバンド分析したところ、下表のような結果が得られた。
この騒音の騒音レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

オクターブバンド 中心周波数 [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
オクターブバンド 音圧レベル [dB]	85	88	79	73	72	60

1 67

2 72

3 77

4 82

5 87

問 8 ある室の中央に、音響出力 1mW のスピーカが設置されている。床、天井を含む室の総面積は 100 m^2 であり、平均吸音率は 0.05 であった。このときの音圧レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

1 83

2 85

3 87

4 89

5 91

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」に規定された内容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 測定表面は、仮想的な半球面又は部分半球面のみに限定される。
- 2 環境補正值 K_2 は、数値的には 2 dB 以下でなければならない。
- 3 時間重み特性 S で測定した音圧レベルの変動が ± 1 dB 未満である場合、その最大レベルと最小レベルの算術平均を時間平均音圧レベルとしてもよい。
- 4 複数のマイクロホン位置上でパワー平均した暗騒音のレベルは、測定されるべき音圧レベルよりも、少なくとも 6 dB は低くなければならない。
- 5 160 Hz 以下を中心とする周波数バンドに対しては、測定時間は少なくとも 30 秒とし、200 Hz 以上を中心とする周波数バンドに対しては、測定時間は少なくとも 10 秒とする。

問10 あるコンデンサマイクロホンを用いて、周波数 1000 Hz の正弦音波を測定したところ、マイクロホン膜面上の音圧レベルが 80 dB のとき、マイクロホンの開放出力電圧は 2 mV であった。このマイクロホンの音圧感度レベルは何 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 である。

1 -20

2 -34

3 -40

4 -74

5 -92

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の性能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** 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A、C及びZを備えていなければならない。
- 2** サウンドレベルメータに時間重み付きサウンドレベルの最大値又はピークサウンドレベル測定機能を備えている場合には、レベル保持（ホールド）機能を備えていなければならない。
- 3** 時間重み付け特性Fの時定数の設計目標値は0.125sである。
- 4** レベル直線性偏差は、クラス1のサウンドレベルメータでは±0.8dBを超えてはならない。
- 5** 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もよい。

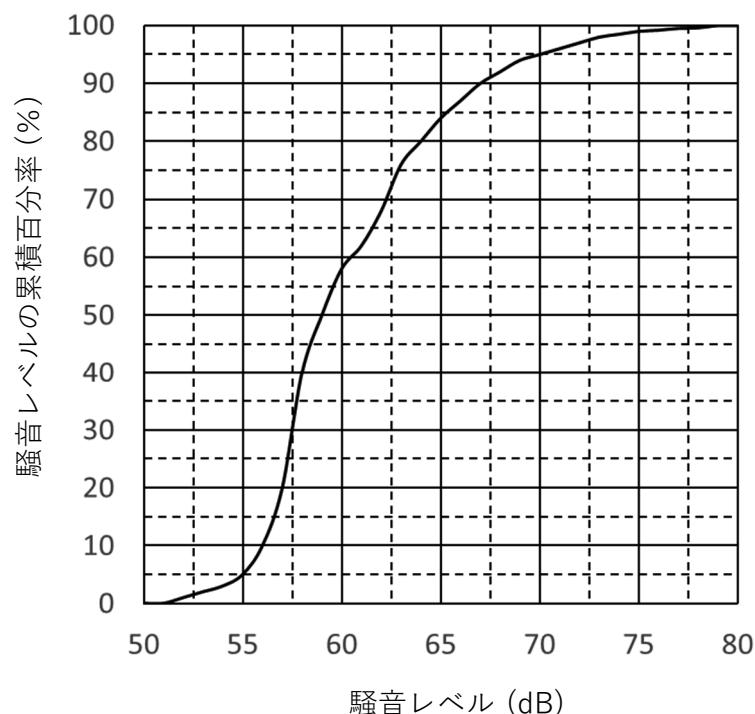
問12 計量法および「JIS C 1516 騒音計－取引又は証明用」に規定される、騒音計の再検定を必要とする計量法上の「修理」に該当する内容として、誤っているものを一つ選べ。

- 1 マイクロホンやプリアンプの交換又は補修
- 2 計量結果に影響を与える機構部品や電気回路部品の交換又は補修
- 3 檢定証印等が付された部品の交換
- 4 計量結果に影響を与える調整
- 5 外部記憶装置、印字装置など、計量結果を後続使用する装置の交換又は補修

問13 「JIS Z 8731 環境騒音の表示・測定方法」に規定された騒音評価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 最大騒音レベル $L_{pA,Fmax}$ は、時間重み付け特性 F を掛けて測定する騒音レベルの最大値である。
- 2 N パーセント時間率騒音レベル $L_{AN,F,T}$ は、時間重み付け特性 F を掛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超えている場合の騒音レベルである。
- 3 単発騒音暴露レベル L_{EA} は、現象時間が限られている単発性の騒音のエネルギー的な平均値を評価するための量である。
- 4 等価騒音レベル $L_{Aeq,T}$ は、ある時間 T について、変動する騒音の騒音レベルをエネルギー的な平均値として表した量である。
- 5 時間帯補正等価騒音レベル L_{den} は、昼間、夕方、夜間の時間帯別に騒音の影響に関する重み付けをして評価した 1 日にわたる等価騒音レベルである。

問 14 ある変動騒音の騒音レベルを一定時間間隔で読み取って、それらの数値の累積百分率曲線を求めたところ、横軸が騒音レベル(dB)、縦軸が騒音レベルの累積百分率(%)の下図が得られた。この変動騒音の時間率騒音レベル $L_{A5,F,T}$ (90 %レンジの上端の値)は何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。



1 55

2 56

3 59

4 67

5 70

問15 省令や告示、環境省作成の測定マニュアルなどで示されている騒音の測定方法や評価方法に関する次の記述の中から、下線部の内容が誤っているものを一つ選べ。なお、省令や告示、ガイドラインは現在有効な最新のものとする。

- 1 環境省が公開している「新幹線鉄道騒音測定・評価マニュアル」によれば、新幹線鉄道騒音の測定は、上りおよび下りの列車を合わせて、原則として連続して通過する 20 本の列車について、列車ごとの最大騒音レベル($L_{A,Smax}$)を測定する。
- 2 環境省が公開している「騒音に係る環境基準の評価マニュアル 道路に面する地域編」によれば、騒音の測定項目は昼間と夜間の等価騒音レベル(L_{Aeq})及び騒音測定時の交通条件（車種別交通量、速度等）である。また、騒音レベルの分布特性を把握するため、時間率騒音レベルも測定することが望ましい。
- 3 環境省告示「特定工場等において発生する騒音の規制に関する基準」によれば、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。
- 4 環境省告示「航空機騒音に係る環境基準について」によれば、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、単発騒音曝露レベル(L_{AE})を計測する。
- 5 環境省が公開している「低周波音の測定方法に関するマニュアル」によれば、超低周波音の感覚及び睡眠への影響に関しては、G 特性音圧レベルを測定する。
(注:本マニュアルにおいて、超低周波音は 1/3 オクターブバンド中心周波数で 1 Hz から 20 Hz の音波を指す。)

問 16 二つの正弦振動 $A \cos(2\pi f_1 t)$ と $A \cos(2\pi f_2 t)$ の合成波を考える。このとき発生するうなり現象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 f_1 と f_2 は正の定数であり、 f_1 と f_2 は $f_1 < f_2$ を満たし非常に近いものとする。また、 t は時刻を表す。

- 1 振動数の和 $f_1 + f_2$ が、うなりの大きさを決める。
- 2 合成波には振動数 f_1 の成分が含まれない。
- 3 合成波の振幅がうなりによって最大になるとき、その振幅は A である。
- 4 うなりの振動数は、 $\frac{1}{2}(f_1+f_2)$ である。
- 5 うなりの周期は、 $\frac{1}{f_2-f_1}$ である。

問17 鉛直方向の一自由度振動系とみなせる防振台がある。その防振台の可動部の質量を M とする。その可動部に 40 kg の質量を追加したところ、可動部は 1 mm だけ鉛直下方向に変位した。また、その際の防振台の固有振動数は 7 Hz になった。質量 M は何 kg か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、防振台が置かれている場所の重力加速度を 9.8 m/s^2 とみなす。

1 163

2 250

3 326

4 996

5 9960

問18 質量とばね、ダンパーで構成される一自由度振動系を考える。次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。なお、ステップ応答とは、外力がステップ入力であるときの系の時間的な応答のことである。

- 1 減衰が大きいほど、固有振動数は高くなる。
- 2 減衰が小さいほど、周波数応答の最大値は小さくなる。
- 3 減衰が大きいほど、ステップ応答にオーバーシュートは現れにくくなる。
- 4 減衰が同じ条件では、固有振動数が高いほど、ステップ応答の立ち上がりは遅くなる。
- 5 減衰がゼロのとき、ステップ応答は速やかに定常値に収束する。

問19 振動レベル計に関する規格「JIS C 1510:2023」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 振動レベル計は、時定数 0.63 s の時間重み付け特性を備えなければならない。
- 2 直線動作範囲は、基準レベルレンジにおいて 60 dB 以上でなければならない。
- 3 振動加速度の基準値は、ISO 1683 で推奨する基準値と同じ 10^{-6} m/s^2 である。
- 4 振動レベル計の本体の見やすい箇所に、振動レベルの直線動作全範囲と周波数範囲を表記する。振動ピックアップの見やすい箇所に、受感軸の方向を表記する。
- 5 振動レベル計は、鉛直特性、水平特性及び平たん特性の周波数重み付け特性を備えなければならない。

問20 振動ピックアップ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 振動ピックアップは、振動を検知し電気信号に変換する機能を持つ。
- 2 動電式の振動ピックアップは、磁界を横切るコイルに発生する起電力が速度に比例する、という原理を利用していている。
- 3 振動数 10 kHz の振動を計測する際には、サーボ式のピックアップよりも圧電式のピックアップを用いるほうが望ましい。
- 4 圧電式の振動ピックアップには固有振動数がなく、周波数特性は平たんである。
- 5 振動ピックアップによって地表面の振動を正確に検知するには、地表面に対しどきるだけ強固に設置するほうが望ましい。

問 21 振動数 100 Hz で鉛直振動する質量 m の装置が、弾性ばねで基礎上に支持されている。このとき、弾性ばねのばね定数を $1.3 \times 10^6 \text{ N/m}$ に設定すると、基礎への振動伝達率が $1/2$ となった。質量 m は何 kg か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

1 4.2

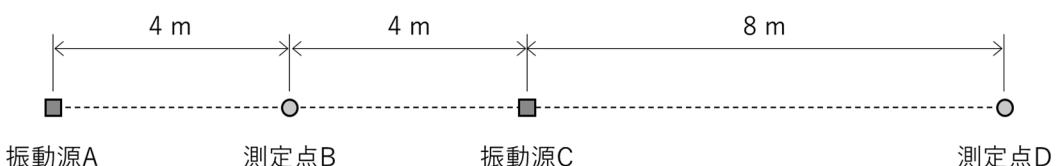
2 10

3 26

4 420

5 1000

問22 下図のように、振動源 A、C および測定点 B、D が地表面の直線上に位置している。振動源 A および C は、いずれも一定の大きさの鉛直振動を発生させる。振動源 C のみを作動させたときの測定点 B での振動加速度レベルは 70 dB であった。また、振動源 A および C を同時に作動させたときの測定点 B での振動加速度レベルは 80 dB であった。このとき、振動源 A および C を同時に作動させたときの測定点 D での振動加速度レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、2 つの振動源からの波動は表面波で互いに干渉しないものとし、地盤の内部減衰は無視できるものとする。



1 72

2 75

3 78

4 80

5 82

問23 振動数が 16 Hz、振動加速度の実効値が 0.02 m/s^2 である鉛直方向の正弦振動の振動レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

1 60

2 63

3 66

4 69

5 72

問 24 振動規制法施行規則の規定に基づく道路交通振動の測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 振動の測定は、計量法第七十一条の条件に合格した振動レベル計を用い、鉛直方向について行うものとする。
- 2 振動の測定場所は、道路の敷地の境界線とする。
- 3 振動の測定は、当該道路に係る道路交通振動を対象とし、当該道路交通振動の状況を代表すると認められる一日について、昼間及び夜間の区分ごとに一時間当たり一回以上の測定を四時間以上行うものとする。
- 4 振動レベルは、五秒間隔、百個又はこれに準ずる間隔、個数の測定値の九十五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。
- 5 夜間の測定は、午後七時、八時、九時又は十時から翌日の午前五時、六時、七時又は八時までの範囲内において都道府県知事（市の区域内の区域に係る時間については、市長。）が定めた時間に行うものとする。

問25 特定計量器である振動レベル計の検定に使われる振動基準器に関する以下の説明において、空欄（ア）から（エ）に入る正しい組み合わせはどれか。次の中から一つ選べ。

計量法の基準器検査規則では、振動基準器は質量が（ア）の（イ）式ピックアップであることが規定されている。また（ウ）Hzから（エ）Hzまでの5周波数における感度の安定性についても規定されている。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
1	700g 以下	サーボ	4	31.5
2	700g 以下	動電	4	31.5
3	700g 以下	サーボ	1	125
4	700g 以上	動電	1	125
5	700g 以上	サーボ	1	125