

第 71 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 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。

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 音波は粗密波である。
- 2 音の速さが異なる二つの媒質の境界面に対して音波が斜め方向から入射するとき、境界面を透過する音波の伝搬方向は変化する。
- 3 空気の特徴インピーダンスは空気の密度と音の速さの積で表される。
- 4 音の速さは温度によって変化する。
- 5 音圧は空間ベクトル量である。

問 2 瞬時音圧 p_i (単位: Pa) が下式で示された音がある。実効値と音圧レベルに関する次の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。ただし、 t (単位: s) を時刻、 ω (単位: rad/s) を角周波数とする。

$$p_i = \cos(\omega t) + \cos(2\omega t)$$

- | | | |
|---|---------------------|---------------|
| 1 | 実効値 : 1 Pa | 音圧レベル : 91 dB |
| 2 | 実効値 : 1 Pa | 音圧レベル : 94 dB |
| 3 | 実効値 : 1 Pa | 音圧レベル : 97 dB |
| 4 | 実効値 : $\sqrt{2}$ Pa | 音圧レベル : 91 dB |
| 5 | 実効値 : $\sqrt{2}$ Pa | 音圧レベル : 94 dB |

問 3 「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 音圧レベルが 40 dB の 1 kHz 純音の「音の大きさ」は、1 sone である。
- 2 「音の大きさのレベル」が 50 phon の 1 kHz 純音の音圧レベルは、50 dB である。
- 3 「音の大きさのレベル」が 50 phon の音の大きさは、約 2 sone である。
- 4 1 kHz 純音と同じ音圧レベルの 4 kHz 純音は、1 kHz 純音に比べて「音の大きさのレベル」が大きい。
- 5 同じ「音の大きさのレベル」の 1 kHz 純音と 250 Hz 純音は、同じ音圧レベルである。

問 4 音圧が p の平面進行波が、ある平面を一方向から垂直に通過している。この平面を通過する音の強さとして次の中から正しい式を一つ選べ。ただし、空気の密度を ρ 、空気中の音の速さを c とする。

1 p

2 p^2

3 $\frac{p}{\rho c}$

4 $\frac{p^2}{\rho c}$

5 $\frac{p^2}{\rho c^2}$

問 5 ある地点で、1 分毎に騒音レベルが変化する騒音を 10 分間測定した。得られた騒音レベルは下表の通りである。この地点のこの 10 分間の等価騒音レベルは何 dB か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

時間 (分)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
騒音レベル (dB)	60	60	48	60	45	60	49	66	50	51

- 1 56
- 2 59
- 3 62
- 4 65
- 5 68

問 6 音圧レベル及び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 音圧の基準値は、20 μPa である。

2 音圧レベルは下式で与えられる。

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2}$$

ここで、 L_p は音圧レベル、 p は音圧の実効値、 p_0 は音圧の基準値である。

3 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。

4 周波数が 1000 Hz の純音の音圧レベルと騒音レベルは等しい。

5 音圧レベルが等しく周波数が 250 Hz と 1000 Hz の純音について、それらの騒音レベルは等しい。

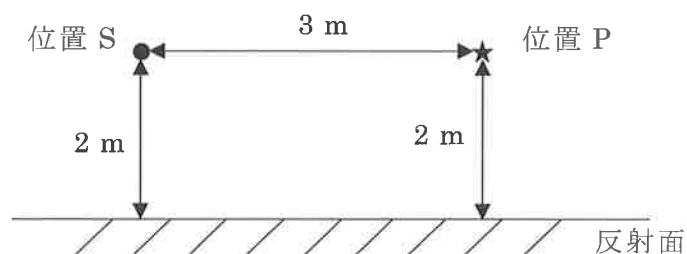
問 7 あるホワイトノイズを解析したところ、中心周波数 500 Hz のオクターブバンド音圧レベルは 60 dB であった。このホワイトノイズを異なる条件で周波数分析した結果に関する次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 中心周波数 250 Hz のオクターブバンド音圧レベルは 57 dB である。
- 2 中心周波数 2000 Hz のオクターブバンド音圧レベルは 66 dB である。
- 3 中心周波数 1000 Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベルは 58 dB である。
- 4 中心周波数 2000 Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベルは 60 dB である。
- 5 中心周波数 2500 Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベルは 62 dB である。

問 8 A 室と B 室は界壁によって隔てられている。ある音響パワーレベルで中心周波数が 500 Hz のオクターブバンドノイズを放射する音源が A 室内にあるとき、A 室からの透過音による B 室内の平均音圧レベルを最も低減させる対策として正しいものを次の中から一つ選べ。以下の選択肢はすべて中心周波数 500 Hz のオクターブバンドについての記述である。なお、A 室から B 室への音の伝搬経路は界壁のみであり、両室内では十分に音が拡散しているものとする。

- 1 A 室にある音源の音響パワーレベルを 5 dB 低減させる。
- 2 A 室の等価吸音面積を 3 倍にする。
- 3 B 室の等価吸音面積を 3 倍にする。
- 4 A 室、B 室の等価吸音面積をともに 2 倍にする。
- 5 界壁の音響透過損失を 5 dB 上昇させる。

問 9 無限に広がる反射面上の自由音場に、高さ 2 m の位置 S に全指向性の点音源が存在している。この点音源が広帯域雑音を放射しており、その音響パワーレベルが 72 dB であることがわかっている。この点音源から距離 3 m 離れた高さ 2 m の位置 P における音圧レベルは何 dB になるか。位置 P には直接音と反射面からの反射音のみが到来している。次の中から最も近い数値を一つ選べ。なお、反射面の反射率は 1 とし、暗騒音の影響は無視する。



- 1 47
- 2 50
- 3 53
- 4 56
- 5 59

問10 1 kHz における音圧感度レベルが -40 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 1 kHz の正弦波音を測定したところ、マイクロホンの開放出力電圧は 100 mV 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 37
- 2 57
- 3 77
- 4 114
- 5 154

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、時間重み付きサウンドレベル及び時間平均サウンドレベルの両方が測定できなければならない。
- 2 サウンドレベルメータは、周波数重み付け特性 A を備えていなければならない。
- 3 周波数重み付け特性の受容限度値は、クラス1とクラス2で異なる。
- 4 平坦な周波数重み付け特性 Z は備えていなくてもよい。
- 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 騒音基準器に関する次の記述の（ア）から（オ）に入る語句の組合せとして、正しいものを一つ選べ。

騒音基準器は、（ア）である。基準器公差は、125 Hz、（イ）、4000 Hz、8000 Hz の周波数における音圧感度の値の 35/1000 とする。器差の検査は、（ウ）の方法により行う。騒音基準器に対する検査として、機構及び作用の検査、（エ）及び器差の検査が規定されている。基準器検査証印の有効期間は、（オ）である。

	（ア）	（イ）	（ウ）	（エ）	（オ）
1	基準静電型マイクロホン	1000 Hz	比較校正	安定性の検査	3 年
2	基準静電型マイクロホン	1000 Hz	相互校正	安定性の検査	2 年
3	基準騒音計	1000 Hz	比較校正	目盛標識の検査	2 年
4	音響校正器	250 Hz	比較校正	温度特性の検査	3 年
5	音響校正器	1000 Hz	相互校正	安定性の検査	2 年

問13 騒音レベルが変化せずに10s継続し、5s停止する間欠的な騒音が、時刻 $t=0\text{ s}$ から継続している。この騒音を測定した場合、最も小さい値を示す評価量を次の中から一つ選べ。なお、測定の開始時刻は $t=0\text{ s}$ とし、この騒音の他に騒音はないものとする。

- 1 $t=10\text{ s}$ までの等価騒音レベル $L_{\text{Aeq},10\text{ s}}$
- 2 $t=20\text{ s}$ までの等価騒音レベル $L_{\text{Aeq},20\text{ s}}$
- 3 $t=30\text{ s}$ までの等価騒音レベル $L_{\text{Aeq},30\text{ s}}$
- 4 $t=10\text{ s}$ までの50%時間率騒音レベル $L_{\text{A50,F},10\text{ s}}$
- 5 $t=10\text{ s}$ までの単発騒音暴露レベル L_{EA}

問 14 「JIS Z 8731 環境騒音の表示・測定方法」では、騒音測定を行ったとき、結果に加えて参考資料として記録、保存しておくべき事項を述べている。以下の文において、JIS Z 8731 で要求されていない記録及び保存に関する事項を下線部(ア)から(オ)の中から一つ選べ。

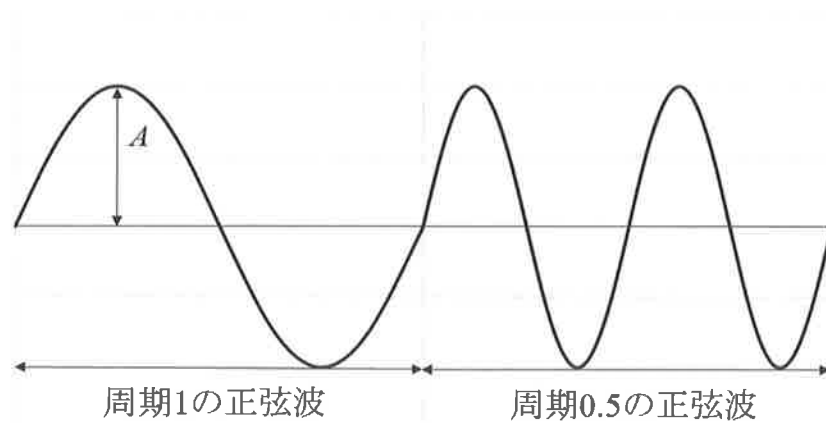
騒音測定を行った際には、騒音測定の結果に加えて以下に示す事項を記録し、参考資料として保存しておく。測定の日時などに関しては、(ア)測定を行った年月日及び時間を記録する。加えて、基準時間帯や実測時間など測定時間に関する事項を記録する。測定方法に関しては測定器の種類、(イ)測定方法及び計算による場合にはその方法を記録する。加えて、測定点、すなわち測定位置や高さの情報を記録する。なお、測定器に関しては(ウ)使用した測定器の故障及び修理履歴に関する情報も記録する。測定時の条件に関しては、風向・風速、気温や気圧などの(エ)大気の状態を記録する。また、(オ)騒音源と測定点との間の地表の種類及び状態も記録する。

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

問 15 環境省告示の「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」に則った騒音の測定について述べた次の記述の中から、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 特性を、動特性は遅い動特性(SLOW)を用いる。
- 2 騒音計の指示値が変動せず、又は変動が少ない場合は、その指示値とする。
- 3 騒音計の指示値が周期的又は間欠的に変動し、その指示値の最大値がおおむね一定の場合は、その変動ごとの指示値の最大値の平均値とする。
- 4 騒音計の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、測定値の 90 パーセントレンジの上端の数値とする。
- 5 騒音計の指示値が周期的又は間欠的に変動し、その指示値の最大値が一定でない場合は、その変動ごとの指示値の最大値の 90 パーセントレンジの上端の数値とする。

問 16 下図の正弦波の実効値が $\sqrt{2}$ であるとき、片振幅 A の値はいくつになるか。次の中から正しい数値を一つ選べ。



- 1 0.1
- 2 0.5
- 3 1
- 4 2
- 5 4

問 17 毎分 1800 回転することにより鉛直方向に正弦波形の加振力を生じている機械がある。この機械をばねだけで弾性支持することによって振動伝達率を $1/3$ とするためには、この弾性支持系の固有振動数を何 Hz とすればよいか。次の中から正しい数値を一つ選べ。ただし、ばねには減衰要素はないものとする。

- 1 15
- 2 21
- 3 30
- 4 42
- 5 60

問 18 工場に設置してある 3 台の機械が発生している鉛直振動を、A 地点で個別に測定したところ、それぞれの振動数が 6.3 Hz、16 Hz、63 Hz で、振動加速度レベルはいずれも 70 dB であった。この 3 台の機械を同時に稼働したとき、A 地点の合成振動の振動レベルは何 dB になるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

- 1 69
- 2 71
- 3 73
- 4 75
- 5 77

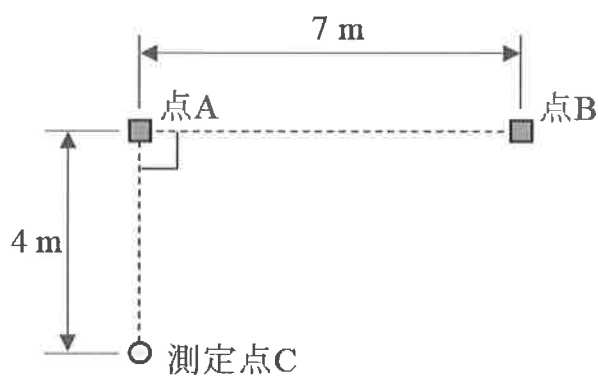
問19 ばねとして表せる弾性支持装置がある。この弾性支持装置の上に機械 A を設置したとき、ばねは 9.8 cm 縮んで静止した。この弾性支持装置を 2 台水平に並べ、その上に機械 A を設置したとき、固有角振動数は何 rad/s になるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、ばねには減衰要素と質量はなく、ばねは上下だけに動けるものとし、2 台の弾性支持装置には、その上に設置された機械 A から均等に荷重がかかっているものとする。また、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 とする。

- 1 0.9
- 2 1
- 3 1.4
- 4 10
- 5 14

問20 振動ピックアップに関して、次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 圧電型振動ピックアップは重力加速度のような静的な加速度を測定することはできないが、サーボ型振動ピックアップは静的な加速度を測定することができる。
- 2 圧電型振動ピックアップで加速度を正確に測定するためには、測定対象物と振動ピックアップの相対運動がなく、かつ振動ピックアップの固有振動数が測定振動数より十分に高いことが必要である。
- 3 一軸の振動が発生するとき、横感度のない振動ピックアップをその振動方向に対して 10 度傾けて取り付けたとしても、測定値に与える取り付け角度の影響は 3 % 以下しかない。
- 4 サイズモ系振動ピックアップには、サーボ型振動ピックアップは含まれない。
- 5 圧電型振動ピックアップから出力される信号は、測定対象物の変位より 180 度進んだ位相をもつ。

問 21 下図は地表面上の平面を表す。地盤振動を発生させる機械を、点 A に設置して稼働したときと点 B にて稼働したときで、測定点 C での鉛直方向の振動レベルの差は何 dB になるか。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、地盤の内部減衰は無視でき、伝わる波動は表面波と見なせるものとする。



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

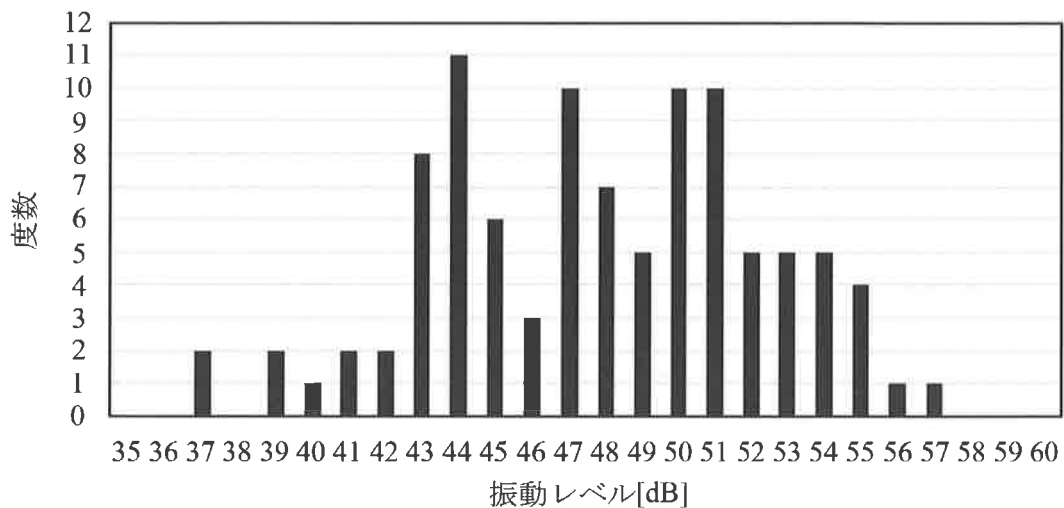
問22 下表に示すAとBの鉛直振動の組合せのうち、AとBの振動レベルがほぼ等しくなる組合せを一つ選べ。

	A		B	
	振動数	大きさ	振動数	大きさ
1	2 Hz	振動加速度レベル 65 dB	4 Hz	振動加速度レベル 65 dB
2	2 Hz	速度実効値 0.001 m/s	4 Hz	速度実効値 0.002 m/s
3	4 Hz	振動加速度レベル 65 dB	16 Hz	振動加速度レベル 60 dB
4	4 Hz	速度実効値 0.001 m/s	16 Hz	速度実効値 0.001 m/s
5	4 Hz	加速度実効値 0.01 m/s^2	16 Hz	加速度実効値 0.02 m/s^2

問23 「JISC 1517 振動レベル計 -取引又は証明用」における振動レベル計に関する規定として、次の記述の中から、誤っているものを一つ選べ。

- 1 「周波数重み付け特性」として、鉛直特性及び水平特性が規定されている。
- 2 「時間重み付き振動レベル」を算出する際に用いる時間重み付け特性の時定数は、0.63 s である。
- 3 「時間平均振動レベル」は、「明示した時間内の、ある周波数重み付け特性で求めた振動加速度の2乗の時間平均値の、振動加速度の基準値の2乗に対する比の常用対数の10倍」と規定されている。
- 4 振動レベルの定義に用いる「振動加速度の基準値」は、 10^{-5} m/s^2 である。
- 5 振動レベル計は、振動レベルの最大値を保持する機能を備えなければならない。

問24 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。14時から15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個測定したところ、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 44
- 2 48
- 3 51
- 4 54
- 5 57

問25 計量法施行規則で定められた振動加速度レベルの計量証明事業者が備えるべき設備について、次の組合せの中から、正しいものを一つ選べ。

イ	(1)	(3)
ロ	レベルレコーダー又はこれと同等の機能を有する装置若しくは(2)	一台
ハ	三分の一オクターブバンド分析器又はこれと同等以上の性能を有する周波数分析器若しくは(2)	一台
ニ	データレコーダー又はこれと同等の機能を有する装置若しくは(2)	一台

	(1)	(2)	(3)
1	振動レベル計	ソフトウェア	三台
2	振動レベル計	振動基準器	二台
3	振動基準器	ソフトウェア	三台
4	振動基準器	ソフトウェア	二台
5	レーザ干渉計	振動基準器	三台