

平成24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 携帯電話はアラームモードを解除のうえ、電源を切り、かばんにしまうこと。
- 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 空気と水の境界面（水面）に音波が垂直に入射したときの、音波の反射と透過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、音波は平面波とし、媒質による音波の減衰はないものとする。

- 1 空気中を進行してきた音のエネルギーの一部は水中へ透過し、残りの音のエネルギーは水面で反射する。
- 2 水面における音のエネルギーの反射率は、音波が空気中から入射した場合と、水中から入射した場合とでは異なる。
- 3 音波が空気中から入射した場合、水中への透過波の音圧は、空気中の入射波の音圧よりも大きい。
- 4 音波が空気中から入射した場合、水中への透過波の粒子速度は、空気中の入射波の粒子速度よりも小さい。
- 5 音波が水中から入射した場合、空気中への透過波の音圧は、水中の入射波の音圧よりも小さい。

問2 音の波形に関する説明として、誤っているものを次の中から一つ選べ。ただし、各波形の最大値を1、最小値を-1とする。

- 1 正弦波の波高率は $\sqrt{2}$ である。
- 2 方形波の実効値は1である。
- 3 三角波の実効値は $\frac{1}{\sqrt{3}}$ である。
- 4 正弦波の一周周期ごとにオンとオフを繰り返すバースト波の実効値は $\frac{1}{2}$ である。
- 5 方形波の全高調波成分の実効値は、三角波の全高調波成分の実効値よりも小さい。

問3 周波数1 kHzの純音を放射する音響パワーレベル108 dBの点音源が、半自由空間の境界面上に置かれている。放射音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、超過減衰の影響は無視できるものとする。

- 1 音源から1 m離れた点での音圧レベルは100 dBであり、音源からの距離が10倍になると20 dB小さくなる。
- 2 音源から10 m離れた点での騒音レベルは80 dBであり、音源からの距離が10倍になると20 dB小さくなる。
- 3 音源から100 m離れた点での音の大きさのレベルは60 phonであり、音源からの距離が10倍になると20 phon小さくなる。
- 4 音源から1000 m離れた点での音の大きさは1 soneであり、音源からの距離が1/10になると音の大きさは2倍になる。
- 5 音源から10 m離れた点での音圧レベルは80 dB、音の大きさのレベルは80 phon、音の大きさは16 soneである。

問4 JIS Z 8732、8734、8736による音響パワーレベルの測定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 無響室で指向性の鋭い音源について測定するとき、全指向性の音源に比べ多くの測定点が必要になる場合がある。
- 2 精密測定法で用いる無響室には、逆二乗則からの偏差が、規定された最大許容値を超えないことが要求される。
- 3 残響室で定常騒音を発生する音源について測定するとき、音圧レベルの測定時間は特に定められていない。
- 4 残響室における基準音源置換法では、基準音源の位置はすべての壁面から1.5 m以上離れた床上とする。
- 5 音響インテンシティ法では、音源を囲む閉曲面上の音の強さを直接測定して音響パワーを算出する。

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3台の機械が設置されている。室内に定常的な暗騒音がある状態で、機械を1台だけ運転すると騒音レベルは70 dB、機械を3台とも運転すると騒音レベルは74 dBになった。室内の暗騒音レベルは何 dBであるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、3台の機械の音響出力は等しいものとする。

- 1 62
- 2 64
- 3 66
- 4 68
- 5 70

問6 騒音レベルが88 dBの音を周波数分析したところ、下表のようになった。空欄になっている500 Hzのオクターブバンド音圧レベルは何 dBであるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、下表に示す周波数成分以外は無視できるものとする。

中心周波数 (Hz)	125	250	500	1000	2000
オクターブバンド 音圧レベル (dB)	87	80		83	82

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

問7 ホワイトノイズおよ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と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と3 dB大きくなる。
- 3 ピンク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と3 dB大きくなる。
- 4 ホワイトノイズのオクターブバンドレベルは、中心周波数が同一の1/3オクターブバンドレベルに比べ5 dB大きい。
- 5 ピンクノイズのオクターブバンドレベルは、中心周波数が同一の1/3オクターブバンドレベルに比べ5 dB大きい。

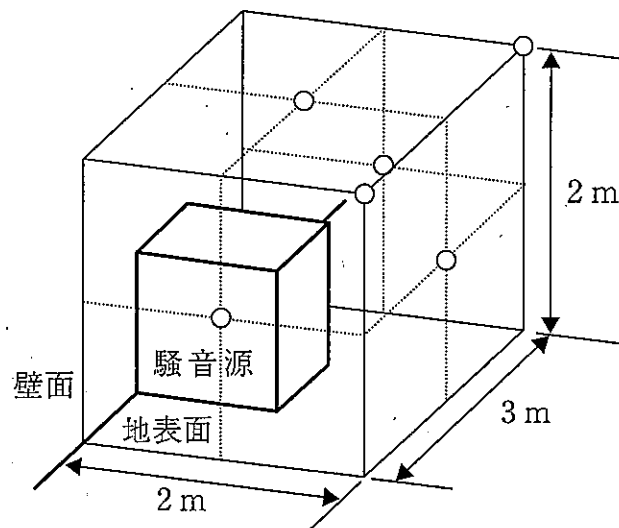
問8 次の文は、隣接する二つの残響室の隔壁に、試験開口部と面積の等しい試料を取りつけ、試料の音響透過損失を測定する手順について述べたものである。

音源室、受音室における音響エネルギー密度を各々 $E_1$ 、 $E_2$ 、試験開口部の面積を $S$ 、受音室の等価吸音面積を $A$ 、試験開口部における音のエネルギーの透過率を $\tau$ とすると、定常状態では受音室へ透過する音のエネルギーは、受音室で吸収される音のエネルギーに等しくなるので、 $\frac{E_2}{E_1} = \tau \frac{S}{A}$ という関係が導かれる。

音源室の室内平均音圧レベルを75 dB、受音室の室内平均音圧レベルを35 dB、試料の面積を $10 \text{ m}^2$ 、受音室の等価吸音面積を $5 \text{ m}^2$ とすると、試料の音響透過損失は何 dBであるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、暗騒音の影響は無視できるものとする。

- 1 34
- 2 37
- 3 40
- 4 43
- 5 46

問9 下図のように、一辺が1 mの立方体の騒音源が、その一つの面を剛な壁面に接して地表面上に置かれている。この騒音源の表面から1 m離れて測定表面を設定し、その中央および頂点(図中に○で示す)の6点において音圧レベルを測定したところ、音圧レベルはすべて75 dBであった。「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」によれば、騒音源の音響パワーレベルは何 dBであるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、騒音源からの騒音は、頂点も含めて測定表面に垂直に平面波として通過しており、○で示した各測定点は、等しい面積の測定表面を代表しているものとする。また、壁面と地表面以外の反射面の影響および暗騒音の影響は無視できるものとする。



- 1 82
- 2 84
- 3 86
- 4 88
- 5 90

問10 無響室内で、スピーカから放射される純音の音圧を測定するために、計測用マイクロホンの基準軸をスピーカに向けて測定点に設置したところ、マイクロホンの出力電圧は20 mVであった。マイクロホンを設置しないときの、測定点における音圧は何Paであるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、純音の周波数において、使用した計測用マイクロホンの音圧感度レベルは-38 dB、自由音場感度レベルは-34 dBであり、感度レベルの基準は1 V/Paである。

- 1 1
- 2 1.6
- 3 10
- 4 50
- 5 128

問11 サウンドレベルメータ（騒音計）の規格「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 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。
- 2 クラス1に適合するサウンドレベルメータは、少なくとも適合試験のために周波数重み付け特性Fを備えていなければならない。
- 3 1 kHzで、すべての周波数重み付け特性の設計目標値は0 dBである。
- 4 1 kHzで、すべての周波数重み付け特性の設計目標値に対応する許容限度値は、クラス1のサウンドレベルメータでは±1.1 dBである。
- 5 1 kHzで、すべての周波数重み付け特性の設計目標値に対応する許容限度値は、クラス2のサウンドレベルメータでは±1.4 dBである。



問12 特定計量器検定検査規則において、騒音計の検定の対象としている計量値として、正しいものを次の中から一つ選べ。

- 1 騒音レベル
- 2 等価騒音レベル
- 3 単発騒音暴露レベル
- 4 等価音圧レベル
- 5 C特性音圧レベル

問13 ある点の等価騒音レベルは73 dBであり、70 dBの定常騒音源Aと5分ごとに1分間騒音を発生する間欠騒音源Bからなる。間欠騒音源Bの動作が5分ごとに4分間騒音を発生するようになったとき、等価騒音レベルは何 dBになるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

- 1 75
- 2 77
- 3 79
- 4 81
- 5 83

問14 周波数分析に用いられる帯域通過フィルタ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、中心周波数を $f_m$ 、下限遮断周波数を $f_1$ 、上限遮断周波数を $f_2$ とする。

- 1 定比形の帯域通過フィルタでは、 $\frac{f_2}{f_1}$ が一定である。
- 2 定幅形の帯域通過フィルタでは、 $f_2 - f_1$ が一定である。
- 3 定比形の帯域通過フィルタでは、 $f_m = \sqrt{f_1 f_2}$ である。
- 4 定幅形の帯域通過フィルタでは、 $f_m = \frac{f_1 + f_2}{2}$ である。
- 5  $f_m = 500$  Hzのオクターブバンドフィルタは、 $f_1 = 380$  Hz、 $f_2 = 760$  Hzである。

問15 騒音に係る環境基準に対する評価方法として、誤っているものを次の中から一つ選べ。

- 1 住居等の用に供される建物の騒音の影響を受けやすい面における騒音レベルによって評価する。
- 2 時間の区分ごとの全時間を通じた等価騒音レベルによることを原則とする。
- 3 評価の時期は、騒音が1年間を通じて平均的な状況を呈する日を選定する。
- 4 統計的に十分な精度を確保し得る範囲内で、騒音レベルの変動等の条件に応じて、実測時間を短縮することができる。
- 5 著しい騒音を発生する工場及び事業場、建設作業の場所、飛行場並びに鉄道の敷地内並びにこれらに準ずる場所も、測定場所に含める。

問16 振動数8 Hzで鉛直方向に振動している機械の中心から5 mと10 m離れた2点間の波動を観測したら、その位相差が  $\pi/2$  radであった。この波動の波長および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。ただし、この波動の伝搬速度は60 m/sよりも大きいとする。

	波長(m)	伝搬速度(m/s)
1	10	100
2	10	130
3	20	160
4	20	190
5	30	220

問17 ある機械の鉛直方向の振動加速度を機械から10 mと20 m離れている地盤上の二点で測定し、1/3オクターブバンド周波数分析を行った。その結果、振動の卓越周波数は16 Hzと31.5 Hzであり、他のバンド成分よりも20 dB以上大きく、それぞれのバンドでの振動加速度レベルは表に示す値であった。機械から40 m離れた地点での振動レベルは何デシベルとなるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、波動は表面波であり、いずれの地点においても暗振動の振動レベルは30 dB以下であった。

1/3オクターブバンド 中心周波数 (Hz)	振動加速度レベル (dB)	
	ある機械から10 m離れた点	ある機械から20 m離れた点
16	60	55
31.5	66	61

- 1 41
- 2 45
- 3 48
- 4 51
- 5 55

問18 鉛直方向の正弦振動の周波数とその振動加速度の実効値の組合せのうち、振動レベルが最も大きいものを次の中から一つ選べ。

	周波数(Hz)	振動加速度の実効値(m/s <sup>2</sup> )
1	1	0.2
2	2	0.2
3	4	0.1
4	8	0.1
5	16	0.2

問19 ばねとダッシュポット（減衰要素）で基礎上に弾性支持された機械に作用する正弦加振力と基礎へ伝達する力との比の絶対値 $\tau$ は、振動伝達率である。この振動伝達率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、 $f$ は加振振動数、 $f_0$ は弾性支持系の固有振動数である。

- 1  $f \ll f_0$ のときは、 $\tau$ は1に近い値で、加振力そのまま基礎に伝達する。
- 2  $f < \sqrt{2}f_0$ のときは、 $\tau > 1$ であり、減衰比が大きいほど $\tau$ は小さい。
- 3  $f \approx f_0$ のときは、 $\tau = 0$ であり、最も防振効果が得られる。
- 4  $f = \sqrt{2}f_0$ のときは、 $\tau = 1$ である。
- 5  $f > \sqrt{2}f_0$ のときは、 $\tau < 1$ であり、減衰比が小さいほど $\tau$ は小さい。

問20 ある機械がばね定数500 kN/mのばね4個で基礎上に均等に支持されており、重心の位置で鉛直方向に振幅1 kNの正弦加振力が作用している。共振時の変位振幅を2.5 mmにするためには減衰比をいくりにすればよいか。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし、変位振幅を $x_0$ 、ばね定数を $k$ 、加振振動数を $f$ 、固有振動数を $f_0$ 、減衰比を $\zeta$ 、正弦加振力の振幅を $F_0$ とすると、振動の振幅倍率 $\alpha$ は次式で表される。

$$\alpha = \frac{x_0}{F_0/k} = \frac{1}{\sqrt{[1-(f/f_0)^2]^2 + (2\zeta f/f_0)^2}}$$

- 1 0.1
- 2 0.2
- 3 0.3
- 4 0.4
- 5 0.5

問21 振動レベル70 dBで鉛直方向に振動している地表面に、振動ピックアップの受感軸を鉛直軸から $\theta$ 度傾けて設置すると、測定される振動レベルは何デシベルとなるか。次の中から正しいものを一つ選べ。

- 1  $70 + 10 \times \log_{10}(\cos\theta)$
- 2  $70 + 10 \times \log_{10}(\sin\theta)$
- 3  $70 + 10 \times \log_{10}(\tan\theta)$
- 4  $70 + 20 \times \log_{10}(\cos\theta)$
- 5  $70 + 20 \times \log_{10}(\sin\theta)$

問22 ある場所の暗振動の振動レベルが66 dBのとき、ある機械を運転するとその場所の振動レベルが70 dBであった。同じ場所で暗振動が68 dBのとき、この機械を運転するとその場所の振動レベルは何デシベルとなるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、機械が発生する振動は一定とする。

- 1 65
- 2 67
- 3 69
- 4 71
- 5 73

問23 振動規制法、または「JIS Z 8735 振動レベル測定方法」などに準じて鉛直方向の振動レベルを測定し、その値を表示する方法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 振動源の種類に関係なく、指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、最大値とする。
- 2 道路交通による振動レベルは、道路境界で測定された大型自動車通過時の最大値の平均値とする。
- 3 新幹線鉄道による振動レベルは、10列車分について読み取った最大値の中の最も大きな値とする。
- 4 建設作業による振動レベルは、常に測定値の80%レンジの上端値とする。
- 5 工場機械による振動レベルは、指示値が変動せず、又は少ない場合は、その指示値とする。

問24 周波数が等しい2つの正弦振動の振動レベルの差が10 dBのとき、それぞれの振動加速度実効値の比はいくらか。次の中から最も近いものを一つ選べ。

- 1 1 : 3
- 2 1 : 4
- 3 1 : 5
- 4 1 : 10
- 5 1 : 20

問25 圧電式、サーボ式、及び動電式の振動ピックアップ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 圧電式のピックアップの出力は、振動速度に比例する。
- 2 サーボ式のピックアップの上限振動数は、数 kHz以上である。
- 3 動電式のピックアップの出力は、振動加速度に比例する。
- 4 圧電式のピックアップは、計量法の振動基準器である。
- 5 サーボ式のピックアップは、傾斜計のピックアップとしても使用できる。