

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 答案用紙の所定の欄に、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 マークの記入は、答案用紙に記された記入例を参照すること。
- 6 解答の記入にあたっては、次の点に注意すること。
  - (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。
  - (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 音響的な障害物のない平坦な場所に直線道路がある。道路の車線から垂直な方向に10 mと100 m離れた二つの点における次の騒音評価量のレベル差として、誤っているものを選べ。ただし、全ての車は全指向性、同一音響パワーの騒音を発生し、同一速度で同一方向に走行しているものとする。

- 1 1台の車のみが通過する時の単発騒音暴露レベル：10 dB
- 2 1台の車のみが通過する時の騒音レベルの最大値：20 dB
- 3 多数の車が10 m 間隔で連続して通過している時の等価騒音レベル：10 dB
- 4 多数の車が10 m 間隔で連続して通過している時の騒音レベルの最大値：20 dB
- 5 多数の車が100 m 間隔で連続して通過している時の等価騒音レベル：10 dB

問2 ある受音点に周波数の等しい2つの正弦音波が到来している。それぞれの瞬時最大音圧が1 Paおよび3 Paで位相差は180°であったとき、この点における音圧レベルは何dBか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

- 1 94
- 2 97
- 3 100
- 4 103
- 5 106

問 3 聴力障害に関する次の記述の中から、正しいものを一つ選べ。

- 1 強大な騒音下で長時間就労することにより起こる騒音性難聴は、職業病の一種である。
- 2 騒音性難聴の初期段階の特徴は 1 kHz 付近の聴力低下である。
- 3 三分法平均聴力レベルは 1 kHz、2 kHz、4 kHz の各聴力レベルの平均値である。
- 4 労働安全衛生法では、両耳の平均聴力レベルがともに 35 dB 未満の場合を正常としている。
- 5 職場における 8 時間等価騒音レベルが 95 dB 以下であれば長時間暴露でも永久性難聴の起こる確率が低い。

問 4 屋外の固い地表面上に置かれた点音源から 0.5 W の音響パワーを放射した。音源から 5 m 離れた点における音の強さは何 W/m<sup>2</sup>か。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

- 1  $1.6 \times 10^{-3}$
- 2  $2.0 \times 10^{-3}$
- 3  $2.3 \times 10^{-3}$
- 4  $2.7 \times 10^{-3}$
- 5  $3.2 \times 10^{-3}$

問 5 拡散音場とみなせる室内で、3 台の小型機械 (A、B、C) が運転中で、その騒音レベルは 76 dB であった。機械 B のみ停止させた時の騒音レベルは 73 dB であった。また、機械 A のみ停止させた時の騒音レベルと機械 C のみ停止させた時の騒音レベルは等しかった。機械 A、B、C 以外の騒音の影響は無視できるものとして、機械 C のみによる騒音レベルは何 dB になるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

- 1 65
- 2 67
- 3 70
- 4 73
- 5 75

問 6 騒音を周波数分析した結果、下表のようになった。周波数重み付け特性 A、及び騒音レベルの組合せとして正しいものを、次の中から一つ選べ。

オクターブバンド中心周波数 (Hz)	250	500	1000	2000	4000	騒音レベル (dB)
オクターブバンド音圧レベル (dB)	89	80	74	70	70	(A)
周波数重み付け特性 A (dB)	(7)	-3	0	+1	+1	

- (7) (A)
- 1 -12 77
  - 2 -6 79
  - 3 -9 80
  - 4 -9 83
  - 5 -6 85

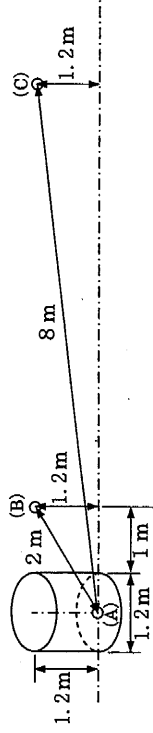
問7 FFTアナライザを用いた周波数分析に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 DFT (離散フーリエ変換) における乗算・加算回数を減らして計算時間の短縮を図った算法がFFT (高速フーリエ変換) であり、一般にサンプル値の総数には2のべき乗が用いられる。
- 2 得られる周波数スペクトルが時間窓によって変わるため、時間窓の選択には注意を要する。
- 3 サンプリング周波数は、波形に含まれる最高周波数の2倍以上とする。
- 4 得られる周波数スペクトルの間隔は、分析時間窓の長さに比例する。
- 5 白色雑音を分析すると、そのパワースペクトルの長時間平均値は周波数によらず一定となる。

問8 室内に定常的な騒音が発生している音源が置かれている。このときの室内の音場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 音源の音響出力を2倍にすると、直接音の音圧レベルは3 dB大きくなる。
- 2 音源の音響出力が大きいかいほど、直接音が卓越する範囲は広がる。
- 3 室定数が大きいほど、直接音が卓越する範囲は広がる。
- 4 音源の指向係数によって、直接音が卓越する範囲は変化する。
- 5 室の平均吸音率が大きくなるほど、室定数は大きくなる。

問9 屋外の剛な地表面上に、直径と高さが共に1.2 mである円筒形の騒音源があり、その騒音源は、地表面上の中心(A)から、全ての方向に一樣に音波を放射しているとみなせる。地上高1.2 m、円筒面から1 m、点(A)から2 mの点(B)の音圧レベルが80 dBであった。地上高1.2 m、点(A)から8 m離れた点(C)における音圧レベルは何 dBか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。



- 1 62
- 2 66
- 3 68
- 4 71
- 5 74

問10 無響室内において、スピーカの前面から1 mの点に放射される音圧を測定するために、測定点に計測用マイクrohホンスピーカに向けて置いた。マイクrohホンに接続した増幅器の出力電圧を測定したところ2 Vであった。測定点における音圧はおおよそ何 Paか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。ただし、増幅器の利得は40 dB、計測用マイクrohホンの音圧感度レベルは-30 dB、同じく自由音場感度レベルは-26 dBである。また、感度レベルは1 V/Paを基準とする。

- 1 0.4
- 2 0.6
- 3 1
- 4 2
- 5 4

問11 サウンドレベルメータ（騒音計）で測定される諸量を表わす次の式の中から、誤っているもの一つ選べ。ただし、 $\bar{p}^2$ は音圧の実効値の2乗、 $p_A$ は瞬時A特性音圧、 $p_0$ は基準音圧、 $T_0$ は基準時間、 $T$ は平均する時間とする。

1 音圧レベル、 $L_p$  (dB)

$$L_p = 10 \log_{10} \left\{ \bar{p}^2 / p_0^2 \right\}$$

2 A特性時間重み付きサウンドレベル（騒音レベル）、 $L_{A\tau}(t)$  (dB)

$$L_{A\tau}(t) = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{t} \int_{t-\infty}^t p_A^2(\xi) e^{-\alpha(t-\xi)} d\xi \right\} / p_0^2$$

3 A特性時間平均サウンドレベル（等価騒音レベル）、 $L_{A\tau}$ 、 $L_{AeqT}$  (dB)

$$L_{A\tau} = L_{AeqT} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T} \int_{t-T}^t p_A^2(\xi) d\xi \right\} / p_0^2$$

4 A特性音響暴露量（騒音暴露量）、 $E_A$  (Pa<sup>2</sup>·s)

$$E_A = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t p_A^2(\xi) d\xi$$

5 A特性音響暴露レベル（単発騒音暴露レベル）、 $L_{AE}$  (dB)

$$L_{AE} = 10 \log_{10} \left[ \frac{\int_{t_1}^{t_2} p_A^2(\xi) d\xi}{(p_0^2 T_0)} \right]$$

問12 事業の区分が音圧レベルである計量証明事業者が備えるべき機器は計量法施行規則に定められている。次の中から、なくともよいもの一つ選べ。

1 騒音計

2 三脚及び防風スクリーン

3 音圧レベル校正器

4 レベルレコーダー

5 標準音源

問13 ある地点の騒音は、機械Aによる単発騒音暴露レベルが80 dBの衝撃音とその他の音源による騒音レベル70 dBの定常騒音とからなっている。この地点において、測定時間内に機械Aによる1回の衝撃音の全てが含まれるようにし、測定時間を10 sとして単発騒音暴露レベルを騒音計で測定すると、指示値は何 dBとなるか。次の中から最も近い数値を一つ選べ。

1 73

2 76

3 80

4 83

5 86

問14 騒音に係る環境基準および測定方法・測定者に関する記述として誤っているものはどれか。次の中から一つ選べ。

1 環境基準は、地域の類型及び時間の区分ごとに基準値が決められ、当てはめる地域は、都道府県知事が指定する。

2 騒音の評価手法は、等価騒音レベルによるものとし、時間の区分ごとの全時間を通じた等価騒音レベルによって評価する。

3 騒音の測定は騒音・振動関係の資格を有する環境計量士が自ら行わなければならない。

4 道路に面する地域に関しては別途地域の区分が決められている。

5 室内へ透過する騒音の基準については、防音性能を差し引いて評価する。

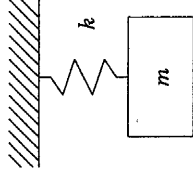
問15 特定建設作業に伴って発生する騒音の測定に関する次の記述の中から、誤っているもの一つ選べ。

- 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数値とする。
- 5 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。

問16 地盤が半無限の均質な弾性体とみなせるとき、地表面の1点に錘球を落下させたときに発生する波動に関する次の記述の中で、誤っているもの一つ選べ。

- 1 地表面には、縦波、横波、レリー波などの波動が発生する。
- 2 体積変化に対する地盤の抵抗が縦波の原因となり、ずれ変形に対する抵抗が横波の原因となる。
- 3 縦波の伝搬速度は、横波の伝搬速度よりも速い。
- 4 縦波、横波、レリー波は、落下地点からの距離が近いほど、分離して観測できる。
- 5 レリー波は、縦波や横波よりも波動の広がりによる距離減衰が少ない。

問17 図に示すように、質量 $m$ のおもりがばね定数 $k$ のばねで吊られている振動系の固有振動数を $f_0$ とすると、この系に関する次の記述の中で、誤っているもの一つ選べ。



- 1 おもりを吊るしたときのばねの伸びを $\delta$ 、重力の加速度を $g$ とすると、
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\delta}}$$
である。
- 2  $f_0$ より十分低い周波数で、支持点を鉛直方向に振動させた場合、その変位振幅は、ほぼそのままおもりに伝達される。
- 3  $f_0$ より十分低い周波数で、おもりに加えられる鉛直方向の加振力は、ばねに吸収されて支持点にはほとんど伝達されない。
- 4  $f_0$ より十分高い周波数で、支持点を鉛直方向に振動させた場合、その変位振幅は、ばねに吸収されておもりにはほとんど伝達されない。
- 5  $f_0$ より十分高い周波数で、おもりに加えられる鉛直方向の加振力は、ばねに吸収されて支持点にはほとんど伝達されない。

問18 質量 $M$ のおもりがばね定数 $k$ のばねで吊り下げられている振動系の固有振動数 $f_1$ と、おもさが2倍である質量 $2M$ のおもりが同じばね定数 $k$ のばね4個を並列に使用して吊り下げられている振動系の固有振動数 $f_2$ との比 $f_2/f_1$ はいくらか。次の数値の中から正しいもの一つ選べ。

- 1  $\frac{1}{2}$
- 2  $\frac{1}{\sqrt{2}}$
- 3 1
- 4  $\sqrt{2}$
- 5 2

問19 振動加速度レベルが100 dBとなるようにした振動の変位、速度あるいは加速度の実効値と周波数の次の組合せの中で、誤っているもの一つ選べ。

- 1 変位  $\left\{\frac{1}{2\pi}\right\}^2$  m、 周波数 1 Hz
- 2 速度  $\left\{\frac{1}{4\pi}\right\}$  m/s、 周波数 2 Hz
- 3 加速度 2 m/s<sup>2</sup>、 周波数 3 Hz
- 4 変位  $10^{-2}$  m、 周波数  $\frac{10}{2\pi}$  Hz
- 5 速度  $10^{-1}$  m/s、 周波数  $\frac{10}{2\pi}$  Hz

問20 質量 900 kg で毎分 600 回転している機械が、1回転に1回の軌合で鉛直方向に加振力を発生している。この加振力を抑制するために、基礎と機械の間に減衰が無視できるばね定数  $(150\pi)^2$  N/m のばね4個を挿入して機械を均等に弾性支持した。機械から基礎への振動伝達率はいくらか。次の数値の中から正しいもの一つ選べ。

- 1  $\frac{1}{2}$
- 2  $\frac{1}{3}$
- 3  $\frac{1}{4}$
- 4  $\frac{1}{5}$
- 5  $\frac{1}{6}$

問21 計量法における振動レベルに関する次の記述の中で、(ア)～(イ)に入る用語及び数値の組合せとして、正しいもの一つ選べ。

振動レベルは、感覚補正を行った振動 (ア) の (イ) を基準の振動 (ウ) で除した値の (エ) 対数の (オ) 倍である。なお、基準の振動 (ウ) は (イ) である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
1 速度	平均値	自然	10	$10^{-5}$ m/s <sup>2</sup>	
2 速度	実効値	常用	10	$10^{-6}$ m/s <sup>2</sup>	
3 加速度	平均値	常用	10	$10^{-6}$ m/s <sup>2</sup>	
4 加速度	実効値	自然	20	$10^{-6}$ m/s <sup>2</sup>	
5 加速度	実効値	常用	20	$10^{-5}$ m/s <sup>2</sup>	

問22 ある工場の機械が発生している振動を、機械から20 m離れた敷地境界線において、鉛直方向の振動を測定してオクターブバンド周波数分析した結果、振動加速度レベルは16 Hzで61 dB、31.5 Hzで67 dB、および63 Hzで73 dBであった。振動は、その加速度振幅が距離の平方根にのみ逆比例して伝播するとき、この振動に関する次の記述の中で、誤っているものを一つ選べ。

- 1 敷地境界での振動レベルは、約60 dBである。
- 2 機械より1 m離れた地点での振動レベルは、約76 dBである。
- 3 機械より1 m離れた地点での63 Hz成分の振動加速度レベルは、約86 dBである。
- 4 敷地境界では、振動レベルに換算した振動の大きさはどの周波数成分も同じである。
- 5 機械より1 m離れた地点では、振動レベルに換算した振動の大きさはどの周波数成分も同じである。

問23 不規則かつ大幅に変動する振動レベルを等時間間隔で、100回測定して表に示す結果を得た。表に示す結果を基に、80パーセントレンジの上端値および測定値のエネルギー平均値を求めると、両者の差は4 dBであった。エネルギー平均値と中央値の差は約何dBになるか、次の数値の中から正しいものを一つ選べ。

振動レベル (dB)	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
読取回数	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	9	8	7	6	5	4	2
累積回数	2	5	9	14	19	25	32	40	49	59	68	76	83	89	94	98	100

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



問24 振動加速度レベルの計量証明事業者が保有すべき設備および数量に関する次の組合せの中で、正しいもの一つ選べ。ただし、各設備の性能は要求される仕様を満たすものとする。

- 1 振動レベル計1台、オクターブバンド分析器1台、データレコーダー1台、  
振動基準器1台
- 2 振動レベル計3台、オクターブバンド分析器1台、データレコーダー1台、  
振動基準器1台
- 3 振動レベル計1台、レベルレコーダー1台、1/3オクターブバンド分析器1台、  
振動基準器1台
- 4 振動レベル計1台、レベルレコーダー1台、1/3オクターブバンド分析器1台、  
データレコーダー1台
- 5 振動レベル計3台、レベルレコーダー1台、1/3オクターブバンド分析器1台、  
データレコーダー1台

問25 計量法において、振動レベル計の器差検定を行う周波数の組合せで、正しいものを次の中から一つ選べ。

- 1 1 Hz、 2 Hz、 4 Hz、 6.3 Hz、 8 Hz、 16 Hz
- 2 1 Hz、 2 Hz、 4 Hz、 6.3 Hz、 8 Hz、 16 Hz、 31.5 Hz
- 3 2 Hz、 4 Hz、 6.3 Hz、 8 Hz、 16 Hz、 31.5 Hz、 63 Hz
- 4 4 Hz、 6.3 Hz、 8 Hz、 16 Hz、 31.5 Hz
- 5 4 Hz、 6.3 Hz、 8 Hz、 16 Hz、 31.5 Hz、 63 Hz、 80 Hz