

問題 I (40 点)

Fig. 1 のように、騒音を発生する機械と、そこから r [m] 離れた位置に受音点 P が存在する場合を考える。この機械の一度の稼働では、稼働開始時刻を t_1 とすると、時刻 t_2 において騒音が最大となり、時刻 t_3 で停止する。なお、機械は音響的に剛な平面上に設置されており、無指向性の点音源とみなすことができることとする。

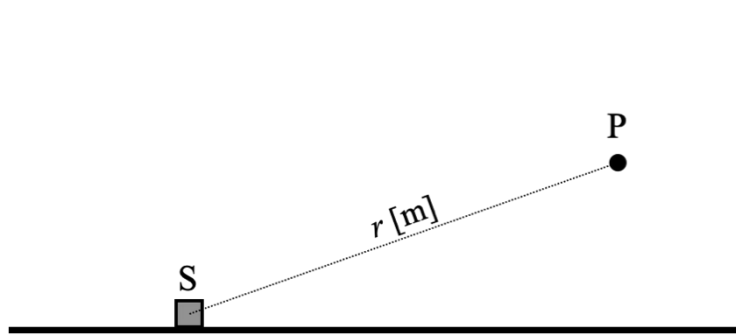


Fig.1

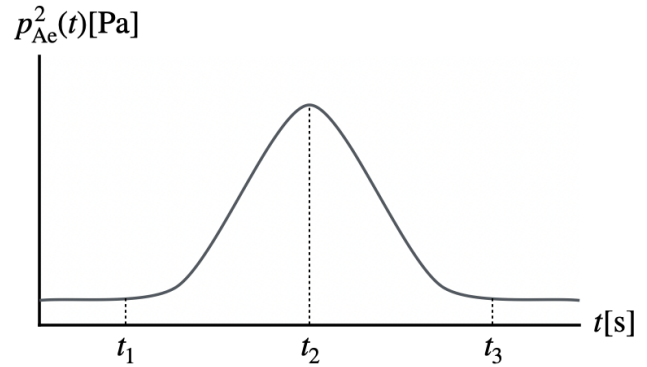


Fig.2

- (1) この機械の一度の稼働について、受音点 P における A 特性音圧の実効値の二乗の時間変化 $(p_{Ae}(t))^2$ が Fig. 2 のように観測された。受音点 P における騒音レベルの最大値 $L_{Amax,P}$ を、時刻 t_2 の時の A 特性音圧の実効値 $p_{Ae}(t_2)$ と基準の音圧 $p_0 (= 2 \times 10^{-5}$ [Pa]) を用いた式表現を答えなさい。

<解答>

解答例：

$$L_{Amax,P} = 10 \log_{10} \frac{p_{Ae}(t_2)^2}{p_0^2}$$

- (2) この機械の一度の稼働について、受音点 P における単発騒音暴露レベル $L_{EA,P}$ はどのように表現できるか。A 特性音圧の実効値の時間変化 $p_{Ae}(t)$, p_0 , t_1 , t_3 , および基準の時間 $T_0 (= 1$ [s]) を用いた式表現を答えなさい。なお、時刻 t_1 , t_3 の時の騒音レベルと騒音レベルの最大値の差は 10 dB 以上あるものとする。

<解答>

解答例：

$$L_{EA,P} = \frac{1}{T_0} 10 \log_{10} \frac{\int_{t_1}^{t_3} p_{Ae}(t)^2 dt}{p_0^2}$$

音響環境評価

(10 枚中 2 枚目)

受験番号

問題 I (つづき)

- (3) この機械を平面上で移動させ、受音点 P からの距離が r' [m] の位置に設置したとき、受音点 P における単発騒音暴露レベル $L_{EA,P}'$ を、移動前の単発騒音暴露レベル $L_{EA,P}$ と距離 r, r' を用いて表現しなさい。解答は、導出過程も含めて示すこと。なお、機械から受音点の距離は十分に離れていて、波面は平面波と仮定できることとする。

<解答>

出題意図：

音源からの距離に依存する音の減衰に関する基礎知識を正しく理解していること、さらに単発騒音レベルに関する知識を組み合わせることで解答を導出できること、また、その過程を論理的に正しく記述できることを確認する問題である。

- (4) 距離 r' [m] の位置において、この機械が 10 分間に N 回稼働するとする。この場合、受音点 P における 10 分間等価騒音レベル $L_{Aeq,10min}$ を移動前の単発騒音暴露レベル $L_{EA,P}$ 、距離 r, r' 、ならびに 10 分間の稼働回数 N を用いて表現しなさい。解答は、導出過程も含めて示すこと。

<解答>

出題意図：

等価騒音レベルと単発騒音暴露レベルの関係を正しく理解し、単発騒音レベルの合成から等価騒音レベルを導出できること、さらにはその過程を論理的に正しく記述できることを確認する問題である。

音響環境評価

(10 枚中 3 枚目)

受験番号

問題Ⅱ (15 点)

正弦波による振幅変調音 $Y(t)$ は次の式で表現できる。

$$Y(t) = A\{1 + A_m \cos(2\pi f_{\text{mod}}t)\} \cos(2\pi f_c t)$$

ここで、 t は時間[s]、 f_{mod} は変調周波数[Hz]、 f_c は搬送波周波数[Hz]を表す。また、 A は搬送波の振幅、 A_m は振幅変調度($0 < A_m \leq 1$)を表す定数である。このような音から感じられる主観的な音の粗さである roughness について、その心理音響学的性質を説明しなさい。

ただし、解答の中では変調周波数および搬送波周波数との関係について具体的に触れるとともに、以下のキーワードを含めて解答すること。

キーワード：変調周波数、搬送波周波数、変調度、臨界帯域幅

<解答>

出題意図：

変調音によって引き起こされる主観的な音の粗さである roughness について、その心理音響学的性質を正しく理解し、正確に論述できることを確認する問題である。問題文の通り、変調周波数および搬送波周波数との関係について具体的に触れ、指定されたキーワードを正しく含むこと、論理的な記述ができていることを評価の基準とする。

音響環境評価

(10 枚中 4 枚目)

受験番号

問題Ⅲ (25 点)

S. S. Stevens は、人間の感覚を数値化する尺度として、「名義尺度」「順序尺度」「間隔尺度」「比率尺度」の 4 つの水準を提案している。

(1) 各水準の性質と、数学的な処理の適用性と限界についての簡潔に説明しなさい。

<解答>

出題意図：

4 つの尺度水準について、その性質を正しく理解し、論理的かつ簡潔に記述できることを確認する問題である。

(2) 音の主観評価における、各水準の尺度を用いた評価の事例を挙げなさい。

<解答>

出題意図：

音の主観評価における 4 つの尺度水準を用いた評価の事例について、正しい知識を持っていることを確認する問題である。

音響環境評価

(10枚中5枚目)

受験番号

問題IV (50点)

音の主観的な大きさを表す尺度としてラウドネスがある。このラウドネスに関する以下の問に答えよ。

- (1) ラウドネスを見積もる計算式が提案され、ISO 532として国際的に標準化されているが、2017年に改訂された。改訂前は Stevens の計算法と Zwicker の計算法が記載されていたが、改訂後は、Zwicker の計算法と、新たに Moore-Glasberg 法が採用された。いずれの計算法でも、ラウドネスと音の物理量の関係が基礎になっているが、その他にも聴覚末梢系の特性が考慮されている。この聴覚末梢系の特性について2つ挙げ、それらの特性がラウドネスとどのように関わっているのかを説明せよ。

<解答>

出題意図：

心理音響学に関する知見，特にラウドネスについて正しく理解し，ラウドネスとの関連が明らかにされている聴覚末梢系の特性をあげて，その関係について適切に論述できるかどうかを確認する問題である。

音響環境評価

(10枚中6枚目)

受験番号

問題IV（つづき）

- (2) ラウドネスと音の物理量の関係について式を用いながら説明せよ。式で用いた記号についても説明すること。

<解答>

出題意図：

ラウドネスと音の物理量との関係について基礎的な知識を持っていることを確認する問題である。ここでは、具体的な関係式を述べる必要がある。

- (3) 1 kHzの純音の音圧レベルが20 dB増加したときのラウドネスの変化量を、(2)の関係を用いて求めよ。回答では計算過程を示すこと。必要に応じて $\log_{10}2=0.3$ を用いてもよい。

<解答>

出題意図：

(2)のラウドネスと音の物理量の関係式を用い、問題中に提示した音圧レベルの変化に対するラウドネスの変化量を求める問題である。ラウドネスと音の物理量の関係式に基づいた解答であることを評価の基準とする。

音響環境評価

(10枚中7枚目)

受験番号

問題V (30点)

騒音の評価に関する以下の説明の(a)から(o)の部分に当てはまる用語を答えよ。なお、(a)と(o)については法律の名称、(n)についてはあてはまる数値をそれぞれ答えること。

- ・「騒音に係る環境基準」は (a) _____ の規定に基づき、騒音に係る環境上の条件について、(b) _____ を保全し、(c) _____ の保護に資する上で維持されることが望ましい基準として定められている。
- ・現行の「騒音に係る環境基準」で用いる評価量は (d) _____ であり、(e) _____ と時間区分ごとに基準値が定められている。
- ・原則として、一般地域では、対象となる地域の騒音を代表すると思われる地点を選定して評価するが、(f) _____ 地域の騒音を評価する場合には、環境基準の基準値を超過する戸数の割合を用いる。これを (g) _____ 評価という。
- ・(d) _____ の測定時には、計量法に定められた条件を満たした騒音計を用い、周波数補正回路は (h) _____ を用いる。

<解答>

解答例：

(a) 環境基本法(b) 生活環境(c) 人の健康(d) 等価騒音レベル(e) 地域類型(f) 道路に面する(g) 面的(h) A特性

音響環境評価

(10枚中8枚目)

受験番号

問題V（つづき）

- ・騒音に暴露されたときの影響の一つに、聴覚への影響、いわゆる難聴がある。強い騒音に暴露されると、(i) _____ になることがあるが、この段階では比較的短時間で回復する。この騒音暴露が長期間繰り返されると、回復困難な (j) _____ になることが懸念される。
- ・この (j) _____ は、内耳の有毛細胞の変性や破壊によって生じることから、(k) _____ 難聴に分類される。これに対して、外耳や鼓膜、耳小骨などの異常によって生じるものを (l) _____ 難聴という。
- ・このような聴覚への騒音の影響は、純音を聴取したときの個人の最小可聴閾値と正常耳による基準の最小可聴閾値の差である (m) _____ （単位は dB）によって評価される。
- ・職場での長期間にわたる騒音暴露によって生じる難聴の初期の典型的症状として、(n) _____ Hz 付近の (m) _____ の上昇が見られる。
- ・騒音による職業性難聴を防止する観点から、(o) _____ によって騒音にかかわる有害業務などが定められている。

<解答>

解答例：

(i) 一過性閾値移動

(j) 永久性閾値移動

(k) 感音性

(l) 伝音性

(m) 聴力レベル

(n) 4000

(o) 労働安全衛生規則

音響環境評価

(10枚中9枚目)

受験番号

問題VI (40点)

カナダの作曲家 Raymond Murray Schafer が提唱したサウンドスケープ (soundscape) という概念について、下記の問題に答えよ。

- (1) Schafer がサウンドスケープの概念を提唱するに至った経緯、および関連する彼の活動について知限り説明せよ。

<解答>

出題意図：

サウンドスケープの概念の成り立ちやその概念に基づいた各種のプロジェクトについて要点をまとめ、適切に論述できるかどうかを確認する問題である。

音響環境評価

(10 枚中 10 枚目)

受 験 番 号

問題VI（つづき）

(2) Barry Truax 編, Handbook for Acoustic Ecology (1978) に記されたサウンドスケープの定義を述べよ。

<解答>

出題意図：

人や社会がどのように捉え、意味付けたかに着目して分析や解釈がなされる音の環境であるという趣旨を理解しているか確認する問題である。

(3) (2)の定義に沿った環境の捉え方を何というか述べよ。また, Schafer は, このような態度で音環境を捉えたとき, 抽出される音を 3 つのカテゴリに分類できるとしている。そのカテゴリの名称を答えよ。

<解答>

出題意図：

サウンドスケープの概念に基づく音環境の捉え方を端的に表す用語と音環境の分析法について知識を確認する問題である。