

6 大規模大気特論

(令和4年度)

大気第1種・第3種

試験時間 16:45～17:20(途中退出不可) 全10問

答案用紙記入上の注意事項

この試験はコンピューターで採点しますので、答案用紙に記入する際には、記入方法を間違えないように特に注意してください。以下に答案用紙記入上の注意事項を記しますから、よく読んでください。

(1) 答案用紙には氏名、受験番号を記入することになりますが、受験番号はそのままコンピューターで読み取りますので、受験番号の各桁の下の欄に示す該当数字をマークしてください。

(2) 記入例

受験番号 2200198765

氏名 日本太郎

このような場合には、次のように記入してください。

氏名	日本太郎								
受 験 番 号									
2	2	0	0	1	9	8	7	6	5
[1]	[1]	[1]	[1]	<input checked="" type="checkbox"/>	[1]	[1]	[1]	[1]	[1]
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]
[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]
[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]	[4]
[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	[5]	<input checked="" type="checkbox"/>
[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	[6]	<input checked="" type="checkbox"/>	[6]
[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	[7]	<input checked="" type="checkbox"/>	[7]	[7]
[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	[8]	<input checked="" type="checkbox"/>	[8]	[8]	[8]
[9]	[9]	[9]	[9]	[9]	<input checked="" type="checkbox"/>	[9]	[9]	[9]	[9]
[0]	[0]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]	[0]

(3) 試験は、多肢選択方式の五者択一式で、解答は、1問につき1個だけ選んでください。したがって、1問につき2個以上選択した場合には、その問いについては零点になります。

(4) 答案の採点は、コンピューターを利用して行いますから、解答の作成に当たっては、次の点に注意してください。

① 解答は、次の例にならって、答案用紙の所定の欄に記入してください。

(記入例)

問 次のうち、日本の首都はどれか。

(1) 京 都 (2) 名古屋 (3) 大 阪 (4) 東 京 (5) 福 岡

答案用紙には、下記のように正解と思う欄の枠内を HB 又は B の鉛筆でマークしてください。

[1] [2] [3] [~~4~~] [5]

② マークする場合、[]の枠いっぱいには、はみ出さないようにのようにしてください。

③ 記入を訂正する場合には「良質の消しゴム」でよく消してください。

④ 答案用紙は、折り曲げたり汚したりしないでください。

以上の記入方法の指示に従わない場合には採点されませんので、特に注意してください。

問1 低層大気の熱的な性質に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 温位は、気塊を断熱的に 1000 hPa の状態に移したときの温度変化幅で定義される。
- (2) 断熱的に気塊の高度を変化させるとき、乾燥空気では 100 m 上昇すると温度が 0.98 °C 下がる。
- (3) 高さ 100 m ごとに温度が 0.98 °C 下がる温度勾配(絶対値)を、乾燥断熱減率という。
- (4) 高さ 100 m ごとに温度が 0.6 °C 下がる大気層は熱的に安定である。
- (5) 高さ 100 m ごとに温位が 0.1 °C 下がる大気層は熱的に不安定である。

問2 風速の鉛直分布は、以下のべき乗則を用いて、近似的に表すことができる。

$$u(z) = u(z_1) \left(\frac{z}{z_1} \right)^p$$

ここで、 $u(z)$ は高度 z における風速(m/s)、 $u(z_1)$ は高度 z_1 における風速(m/s)、 p はべき数で、大気の熱的安定度によって変わる。

本曇の日中に、東京の市街地において高度 10 m で計測した風速が 2 m/s であった場合、同じ地点における高度 100 m の風速(m/s) はおよそいくらか。ただし、 p の値は下表に従うものとする。

安定度	強不安定	並不安定	弱不安定	中立	弱安定	並安定
都市の p	0.15	0.15	0.20	0.25	0.40	0.60
郊外の p	0.07	0.07	0.10	0.15	0.35	0.55

なお、 $10^{0.07} = 1.2$ 、 $10^{0.10} = 1.3$ 、 $10^{0.15} = 1.4$ 、 $10^{0.20} = 1.6$ 、 $10^{0.25} = 1.8$ 、 $10^{0.35} = 2.2$ 、 $10^{0.40} = 2.5$ 、 $10^{0.55} = 3.5$ 、 $10^{0.60} = 4.0$ とする。

- (1) 2.4 (2) 2.8 (3) 3.2 (4) 3.6 (5) 5.0

問3 水平方向の煙の拡散幅に関する記述中、(ア)～(ウ)の の中に挿入すべき語句の組合せとして、正しいものはどれか。

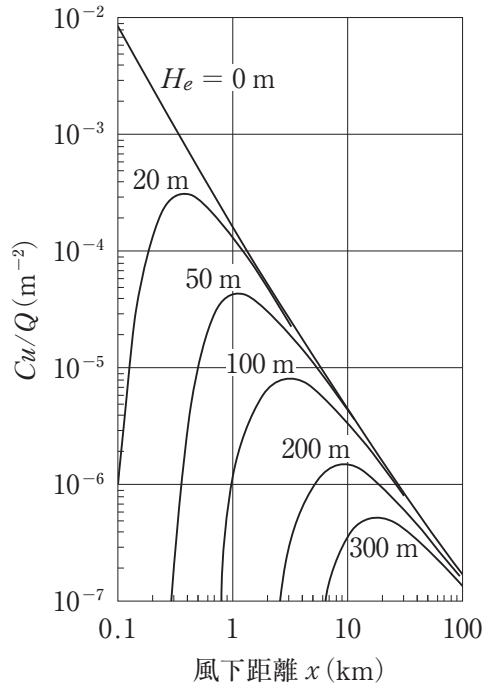
風向の時間変化や (ア) は水平方向の煙の拡散幅を増大させ、その拡散幅は (イ) とともに大きくなる。これらは時間スケールの大きな乱流の一種であるが、総観的な気圧配置や風上の (ウ) に起因する場合がある。

- | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----------|-------|-----------|
| (1) 風速の乱れ | 平均化時間 | 海面や湖面の存在 |
| (2) 風速の乱れ | 変動周期 | 雷雨などの局地現象 |
| (3) 気流の波動 | 気温の低下 | 山岳などの地形 |
| (4) 気流の蛇行 | 平均化時間 | 山岳などの地形 |
| (5) 気流の蛇行 | 気温の低下 | 海面や湖面の存在 |

問4 煙突から排出される煙の上昇、及び上昇高さの計算式に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) ダウンウォッシュを起こさずに大気中に排出された煙は、運動量と浮力の効果で上昇しながら、風に流されつつ拡散する。
- (2) 大容量火力発電所から排出された煙は、風下距離1～2 km まで上昇し続けることが、観測により確認されている。
- (3) モーゼスとカーソンの式及びコンカウの式では、大気安定度の影響が考慮されている。
- (4) ボサンケらの式は、式の煩雑さの反面、精度がよくないことが知られている。
- (5) 無風時を対象としたブリッグスの式では、大気の時位勾配に応じて上昇高さに変化する。

問5 下図は安定度がDの場合の、パスキルの拡散幅に基づく正規化着地濃度の変化を示したものである。排出量 $Q = 3.6 \text{ m}^3/\text{h}$ 、有効煙突高さ $H_e = 20 \text{ m}$ 、風速 $u = 3 \text{ m/s}$ のとき、最大着地濃度(ppm)に最も近いものはどれか。



- (1) 0.1 (2) 0.7 (3) 1 (4) 3.5 (5) 7

問6 大気汚染の予測手法としての拡散モデルに関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 拡散は微分方程式で表され、その解法により解析解モデルと数値解モデルに分類できる。
- (2) 解析解モデルは、拡散係数や風向・風速が一定などの条件のもとで数学的に得られる解を利用する。
- (3) 解析解モデルの一種として流跡線モデルがある。
- (4) 代表的な数値解モデルとして格子モデルがあるが、計算量は非常に大きくなる。
- (5) 格子モデルでは、格子間隔より小さいスケールの濃度変化を表現できない。

問7 製油所の大気汚染対策に関する記述中、下線を付した箇所のうち、誤っているものはどれか。

水素化脱硫反応に伴い副生する酸性ガスに含まれる硫化水素⁽¹⁾は、化学吸収プロセスでアルカリ性溶液⁽²⁾に吸収され、再生塔⁽³⁾で吸収液から分離される。分離された硫化水素⁽¹⁾はクラウス法⁽⁴⁾により硫酸⁽⁵⁾として回収される。

問8 石炭火力発電設備の排煙処理システムの記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 電気集じん装置は、圧力損失が小さく、動力費が小さいことにより、大規模な発電設備の集じん装置に用いられる。
- (2) ばいじんの処理は、単に電気集じん装置だけで処理するのではなく、後段の脱硫装置の除じん機能との組合せによるシステムで処理するように配慮されている。
- (3) 煙突からの白煙対策のため排ガスを再加熱する目的で、その熱源として排ガス自身の熱を利用すべく熱交換器が設置されている。
- (4) 低低温形電気集じん装置方式を用いた高性能排煙処理システムでは、ガス-ガスヒーター(GGH)の熱回収部が電気集じん装置の後に設置される。
- (5) 一部の流動層ボイラーや微粉炭焼きボイラーでは、活性炭による吸着を利用した脱硫脱硝法も実用化されている。

問9 大規模設備のSO_x対策に関する記述として、誤っているものはどれか。

- (1) 重油焚き火力発電所においては、SO₃ガス対策として、アンモニア(NH₃)ガスを煙道内に注入する方法が用いられる。
- (2) 石炭火力発電所の脱硫装置には、主に安価な炭酸カルシウム(石灰石)を使用する湿式石灰石こう法が一般的である。
- (3) セメント製造プロセスでは、主に活性炭を用いる乾式吸着プロセスが用いられる。
- (4) ゴミ焼却設備では、SO_xをアルカリ剤と反応させて除去する。
- (5) 鉄鋼プロセスの焼結炉排ガスの脱硫方式として、近年は活性炭や活性コークスを用いた乾式脱硫法の導入例もある。

問10 セメント産業の大気汚染防止対策に関する記述として、正しいものはどれか。

- (1) セメント製造工程内には発じん対策は不要である。
- (2) 電気集じん装置における集じん効率は、セメント原料ダストの電気抵抗率とは無関係である。
- (3) 排煙脱硝プロセスを導入している工場では、一般的に乾式の触媒還元法が用いられている。
- (4) セメントキルン排ガス中のNO_xを抑制するため、燃焼管理が行われている。
- (5) ダイオキシン発生の原因となる廃プラスチックを、セメントの熱エネルギー源として使用してはならない。

