

6章.大規模大気特論

項目	名称	限定	式	特長
煙突補正高さ	ホサケの式	大汚法のk値規制の有効煙突高さ(ダウノウォッシュ無し)	$He=Ho+0.65(Hm+Ht)$ He:補正煙突高さ Ho:実際の排出口高さ Hm:排ガス運動の補正高さ Ht:排ガス温度の補正高さ	古典的で有名も複雑なのに精度悪く(不人気)
	ブリッグスの式	ダウノウォッシュ有り時の煙突高さ補正	吐出速度 $Vg<1.5u$ なら $He=Ho+2xDx/(Vg/u-1.5)$ D:煙突の直径	ダウノウォッシュは吐出速度が風速の1.5倍以下で発生、ダウンドラフトは煙突を建屋の2.5倍にする
風速	かるまん?	対数分布	$u(z)=U^*/k \cdot \ln(Z/Zo)$ u(z):高さZmの風速 U*:摩擦速度 k:カルマン定数 Zo:地表面粗度長	風速は高さ方向に対数分布である
煙の上昇高さ	モーゼスとカーソンの式	ダウノウォッシュ無し	$H=(C_1V_gD+C_2Q_H^{1/2})/u$ H:煙上昇高さ C ₁ ,C ₂ :大気安定度定数 V _g :吐出速度 D:煙突出口径 Q _H :排出熱量(cal/s) u:煙突出口の風速 *C1.2の係数は大気不安定な方が大きい(煙は高くなる)	排出速度大、ガス量大で煙は上昇し、風速が大きいと低くなる
	ブリッグスの式	有風時と無風時があるが、ともにダウノウォッシュが無い時	a)有風時で安定時 安定時 : $H=2.6xF^{1/3} \cdot (g/T \cdot d / dz)^{-1/3} \cdot xu^{-1/3}$ 不安定、中立: $H=1.6xF^{1/3} \cdot xu^{-1/3} \cdot xL^{2/3}$ b)無風時 $H=1.4xQH^{1/4} \cdot (d / dz)^{-3/8}$ F:浮力フラックス(=0.0037QH) g:重力加速度 T:温度 d / dz:温位勾配 u:出口の風速 L:排煙の距離	排ガス量が多いほど上昇高さが増すので集合煙突で上昇高さを押し着地濃度を下げることが可能
	コソカワの式	ダウノウォッシュ無し,有風	$H=0.175xQ_H/u^{3/4}$	
拡散計算式	パフ式	無風時の瞬間排出の煙の拡散濃度の計算に使用	煙の放出量をQ[m3], [m]を各方向の標準偏差とすると、 $C(\text{濃度})=Q/((2\pi)^{3/2} \cdot x \cdot y \cdot z) \cdot F(X)F(Y)F(Z)$ *もっと複雑だが覚えられないのでこれで。	拡散濃度を正規分布で表現。
	ブルーム式	有風時の連続排出煙の拡散濃度を計算	$Q[m^3/s]$, 風はx軸方向に風速Uでだけ吹いているとする $C=(Q/(2 \cdot u \cdot y \cdot z)) \cdot F(Y)F(Z)$	<大前提> ・煙と空気は連動して運動し地面落下しない(反射する) ・風速一定で拡散速度も一定
拡散幅の推定	バスキルの方法	地上風速と日射量、雲量(赤外放射量)	大気安定度を6段階評価し風下距離から拡散幅を対数グラフで求める。 A~Fは順に強、並、弱不安定、中立、弱安定、並安定不安定なほど(F A)、拡散幅は大きい	強不安定なAで煙源最も近く、かつ最も高い最大着地濃度、安定度の高いFでは煙源から最も遠く、かつ低い。
	ターナーの方法	バスキルそっくり	太陽高度、雲量、地上風速にて7段階(1~7)、日射量を太陽高度にしただけ?	風速はゼロとしているので無風時の式、パフ式を
	サットンの方法	大気汚染防止法のK値規制になった式	yとzが風下距離Xのべき乗に比例する $y=Cy \cdot X^{(1-n/2)}/2$ $z=Cz \cdot X^{(1-n/2)}/2$ Cy, Cz, nは大気安定によって決まる係数	最大着地濃度の推定式の元式
最大着地濃度	サットンの式	He:補正煙突高さ u:煙突出口の風速	$C_{max}=2Q/e \cdot uHe^2 \cdot (Cz/Cy)$ $X_{max}=(He/Cz)^{2/(2-n)}$ 最大着地濃度はHe ² に反比例し、SO ₂ 排出規制(K値)では1本の煙突から排出できるSO ₂ 量はHe ₂ に比例させているのでK値規制は最大着地濃度が一定に保たれる。	

対象	モデル名	特徴
複雑地形の拡散モデル	VALLEY	初期モデル、複雑地形上の最高濃度を予測
	CTMD	80年代、次期モデル、点発生源を対象とし孤立丘の周囲の気流と拡散の予測
	AERMOD	1990's後半、複雑地形形状の大気拡散、建屋拡散、対流混合層内の拡散なども対応可能な汎用モデル
光化学大気汚染モデル	格子モデル(オイラーモデル)	固定した格子点での時間変化を予測するもの
	流線路モデル(ラグランジェモデル)	空気塊を追跡しながらその時間変化を予測するもの
	流線路モデル(格子モデル)	格子モデル
高密度ガス拡散モデル	三次元数値解析モデル	運動量、質量、エネルギーなどの保存則を数値的にとくもの
	スラブモデル(相似則モデル)	質量などの保存則を水平方向および鉛直方向の断面に積分した量について方程式を解く
	正規型ブルーム・パフモデル	密度差による重力的な流れの影響の無いところで使用が可能。従来拡散モデル(正規型ブルームモデルなど)を高密度ガス拡散に使用すると濃度予測にて10倍以上の誤差が出る場合もある。
自動車排出ガス拡散モデル	直線単路部モデル(線源ブルームモデル)	EPAのHIWAYモデルやカリフォルニアのCALINEモデル、ともに正規形線源式や点源対象とした正規型ブルーム式を使用
	ストリートキャニオンモデル	高層ビルに囲まれた道路上の拡散を予測、SRIモデルともいう。
	交差点モデル	走行モード別の排出係数、道路構造に対応した気流の推定、平均化時間に対応する濃度などが予測に必要。
建屋後流拡散モデル	ISCモデル	EPAが開発した工業発生源を対象としたモデル
	NRCモデル	低レベル放射性物質の大気拡散の予測方法をまとめた、ダウノウォッシュの発生の予測が出来る
	PRIMEモデル	ISCモデルの後継版、正規型ブルーム拡散式のモデル
海上および沿岸拡散モデル	Lyons & Coleモデル	沿岸地域で発生するヒュミゲーションの拡散モデル
	OCDモデル	米国内務省開発の海上・沿岸モデル、海上での拡散幅の推定法に特徴がある。
現地トレーサー試験	粒子状トレーサー	塩化ディスプロシウムなどの希土類元素が有望。ただし高価。
	ガス状トレーサー	過フッ化シクロヘキサシアン系が6フッ化硫黄に代わって利用

年代	代表モデル	特徴	大気汚染法のSO ₂ 規制
~1950		古典的	大汚防法のSO ₂ 規制
~1970	CDM AQDM	個々の施設特徴は無視し平均濃度	日本の環境7ヶ入で採用
~1990	ISC UK91 OCD CTDMPPLUS	対象の地理的条件に対応可能	現在欧米で環境7ヶ入に採用
1990~	ADMS AERMOD	対象の地理的条件を統一に対応	欧米環境7ヶ入採用を目指す

6章.大規模大気特論

業界名	SOx対策	NOx対策	その他
石油	酸性ガス(H2S)除去設備 化学吸収(イタノールアミンがジイソプロパノールアミンアルカリ溶液)で吸収 硫黄回収設備 クラウスタ法、H2S燃焼しSO ₂ としH ₂ Sと反応させSを回収 (SO ₂ +2H ₂ S=3S+2H ₂ O) テールガス処理設備 S回収装置からの微量排出H ₂ S,SO ₂ はH ₂ Sに還元しアルカリ溶液で吸収	まずは低NOxバーナーまたは 排煙脱硝(アンモニア接触還元 法)	炭化水素対策 ヴェーバー吸収設備・タンク・船積み時に気液(灯油)で吸収 膜式回収・吸引して空気と炭化水素を分離する その他法規制 a)ガソリン:低ベンゼン化(5-1%)と低硫黄化(10ppm) b)軽油:低硫黄化(0.2/H4 0.05/H9 .005/H16 <10ppm) c)重油:低硫黄化(重質油脱硫装置使用)
石炭発電	<旧システム> ボイラー 高温型電気集塵(乾式) 脱硝装置 I7ヒーター GGH熱回収 脱硝装置 煙突 <従来システム:低温型電気集じん装置設置> ボイラー 脱硝装置 I7ヒーター 高温型電気集塵(乾式) GGH熱回収 脱硝装置 GGH加熱 煙突 <改善型システム:低低温型電気集じん装置設置> ボイラー 脱硝装置 I7ヒーター GGH熱回収 高温型電気集塵(乾式) 脱硝装置 GGH加熱 煙突	脱硝装置:アンモニア接触還元法(SCR法)、脱硝は炭酸Ca湿式石灰石こう法 GGH:熱回収は排ガス温度の冷却、加熱は白煙防止のためのガス加熱(日本だけ?) 旧システム EPは高温型で実処理ガス量大で不利、脱硝前にダスト除去(設備保護)を必須と考えた 従来システム ダスト在っても脱硝はokと判明したのでEPを低温にした。しかしSox、煤塵排出のさらに 厳しい条件(SO ₂ <50ppm、ばいじん<10mg/m ³)は限界。脱硝後にさらに湿式EPをつけた 場合もあったが、GGHを硫酸ミストから保護するため、低温EP(乾式)の集じん率をわざと 低下させダストにて保護するというよくわからない方法をとっていた。 改善システム GGHをEP前にし大量ダストで硫酸ミストから保護、さらに低低温EPなら逆電離もなく高効 率で硫酸ミストとダストを除去。湿式EPがなくてもの厳格条件を達成。	
重油発電	フライアッシュが無いため低温ではSO ₃ が硫酸ミストとなる(酸露点以下で腐食)、アッシュマットが近隣へ落下したり、硫酸ミスト粒子の紫煙が発生する 乾式処理:アンモニアの注入で硫酸アンモニアを作る(温度180℃以上で硫酸アンモニアが熱分解、アンモニア不足も溶融固着物づくり、良くない) 湿式処理:湿式EPで補足するが高性能が必要で火花放電も辞さない		
セメント	製造方法自体が脱硫なので(脱硫率97~99%)、対策は不要である。 主成分:鉄、珪素、カルシウム、アルミナ	低空気比燃焼、2段燃焼、 低NOxバーナー、排煙脱硝 (乾式無触媒還元法)	粉碎工程が多いのでバグフィルターが重用される 煤塵の電気抵抗が高く逆電離領域なので調湿して集じん率を確保
ごみ焼却	塩化水素:プラスチック SOX:紙、加硫ゴム NOX:汚泥など フェーイル Noxが焼却炉の基本 水銀:電池(改善傾向) などがある。 塩化水素対策 消石灰 バグフィルター(除去率高)、電気集じん(バグより悪い)、スクラバー法 (湿式洗浄、NaOHで排ガスを洗浄し塩化水素、SOXを除去-効率高も設備 複雑)	触媒脱硝(SCR法):アンモニアor尿素注入、ガス温度2~300℃。脱硝率80%と高い。 無触媒脱硝(SNCR):高温炉内のアンモニアor尿素注入、適用事例なし ダイオキシン対策:低温バグフィルター、活性炭吸着もあるが、脱硝触媒を使えばダイオキシン類 も除去できる。消石灰注入後にバグフィルター表面で塩化水素、SO ₂ 、ダイオキシン、水銀等重 金属を除去、また注入アンモニアでフィルター中の触媒がNOXを還元、コンバクナ装置。	
鉄鋼	コークス炉ガスの脱硫 石炭中H ₂ Sを湿式アルカリ吸収法によって除去 焼結炉排ガスの脱硫 乾式EPで除塵後、湿式として石灰石こう法(当初主流)、水酸化Mgスラリー 吸収法(最近流行り)、アンモニア硫酸法、乾式の活性炭も使用されている 低S原料への移行 高炉ガス、転炉ガス、LPG,LNG	NOX対策 低NOxバーナーや低空気比、低N燃料の使用。除去法にはアンモニア接触還元法が採用 活性炭もアンモニア吹き込みでSO ₂ とNO ₂ の同時処理も行っている。触媒はTiO ₂ -V ₂ O ₃ が一般的だが鉄鉱石を用いた脱硝装置もある。	