

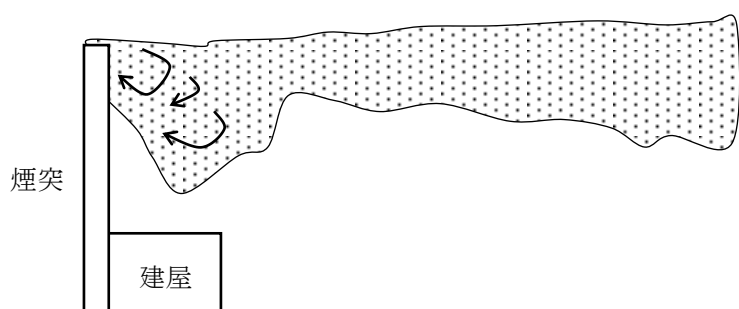
## 煙突ダウンウォッシュの予測方法について

## &lt;煙突ダウンウォッシュ発生時&gt;

## ○予測の必要性及び重要性

強風時には、煙突自体の風下側に生じる渦に排煙が巻き込まれる現象が発生する場合があります。この現象が生じると排煙による上昇がなくなり、有効煙突高さが低くなり、地上濃度が高くなる場合があります。この煙突ダウンウォッシュの発生について、NO<sub>x</sub> マニュアルに基づき、煙突ダウンウォッシュの発生について検討します。煙突ダウンウォッシュが発生する場合には二酸化硫黄、二酸化窒素及び浮遊粒子状物質の将来環境濃度（1 時間値の最大値）を予測します。

図1 煙突ダウンウォッシュの概念図



## ○予測手法が求める現地気象観測（目的、期間、地点、方法）

## ・上層気象観測（対象事業実施区域）

目的：ドップラーソーダにより、発電所の煙突高度付近の風向、風速を観測し、大気汚染物質の大気拡散予測計算の基礎データとします。

期間：1 年間の連続観測を実施します。1 時間毎に観測を行い、1 年間で 8760 回の観測を行います。

地点：対象事業実施区域及びその周辺地域を代表できる 1 地点において観測を行います。

方法：「ドップラーソーダによる観測要領」（財団法人原子力安全研究協会、平成 16 年）に基づく方法により、煙突高度付近の風向、風速を観測します。

## ○予測方法

## （ア）予測地域

対象事業実施区域を中心とした半径 20km の範囲とします。

## （イ）予測地点

風下軸上における 1 時間値着地濃度が最大となる地点とします。

## （ウ）予測対象時期

発電所の運転が定常状態となる時期とします。

## (エ) 予測手法

「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」（公害研究対策センター、平成 12 年）に基づき、1 時間値の着地濃度を予測します。

### i. 計算式

#### (i) 有効煙突高さ

有効煙突高さは、以下に示す Briggs のダウンウォッシュ式を用いて求めます。

$$H_e = H_0 + \Delta H$$

$$\Delta H = 2 \left( \frac{v_s}{u} - 1.5 \right) D$$

[記号]

|            |                    |
|------------|--------------------|
| $H_e$      | : 有効煙突高さ (m)       |
| $H_0$      | : 煙突実高さ (=190m)    |
| $\Delta H$ | : 排ガスの上昇高さ (m)     |
| $v_s$      | : 排出ガス速度 (m/s)     |
| $u$        | : 煙突頭頂部付近の風速 (m/s) |
| $D$        | : 煙突頭頂部の内径 (m)     |

#### (ii) 拡散計算式

拡散計算式は、以下に示すブルーム式とします。

$$C(x) = \frac{Q}{\pi \sigma_y \sigma_z u} \cdot \exp \left( - \frac{H_e^2}{2 \sigma_z^2} \right) \cdot 10^6$$

[記号]

|            |                                                             |
|------------|-------------------------------------------------------------|
| $C(x)$     | : 風下距離 $x$ における着地濃度 (ppm 又は $\text{mg}/\text{m}^3$ )        |
| $x$        | : 計算地点の風下距離 (m)                                             |
| $Q$        | : 汚染物質排出量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ 又は $\text{kg}/\text{s}$ ) |
| $\sigma_y$ | : 水平方向の拡散パラメータ (m)                                          |
| $\sigma_z$ | : 鉛直方向の拡散パラメータ (m)                                          |
| $u$        | : 風速 (m/s)                                                  |
| $H_e$      | : 有効煙突高さ (m)                                                |

#### (iii) 拡散パラメータ

拡散計算式に用いる拡散パラメータは、表 1 及び表 2 に示すパスキル・ギフォード線図の近似関数を用います。なお、水平方向の拡散パラメータは、以下に示すとおり、評価時間に応じた修正をして用います。

$$\sigma_y = \sigma_{yp} \left( \frac{t}{t_p} \right)^{0.2}$$

[記号]

|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| $\sigma_y$    | : 評価時間で補正した水平方向の拡散パラメータ (m)     |
| $\sigma_{yp}$ | : パスキル・ギフォード線図の水平方向の拡散パラメータ (m) |
| $t$           | : 評価時間 (=60 分)                  |
| $t_p$         | : パスキル・ギフォード線図の評価時間 (=3 分)      |

表 1 有風時の拡散パラメータ（鉛直方向）

| 大気安定度 | $\sigma_z(x) = \gamma_z \cdot x^{\alpha_z}$ |            |                |
|-------|---------------------------------------------|------------|----------------|
|       | $\alpha_z$                                  | $\gamma_z$ | 風下距離x (m)      |
| A     | 1.122                                       | 0.0800     | 0 ~ 300        |
|       | 1.514                                       | 0.00855    | 300 ~ 500      |
|       | 2.109                                       | 0.000212   | 500 ~          |
| A-B   | 1.043                                       | 0.1009     | 0 ~ 300        |
|       | 1.239                                       | 0.03300    | 300 ~ 500      |
|       | 1.602                                       | 0.00348    | 500 ~          |
| B     | 0.964                                       | 0.1272     | 0 ~ 500        |
|       | 1.094                                       | 0.0570     | 500 ~          |
| B-C   | 0.941                                       | 0.1166     | 0 ~ 500        |
|       | 1.006                                       | 0.0780     | 500 ~          |
| C     | 0.918                                       | 0.1068     | 0 ~            |
| C-D   | 0.872                                       | 0.1057     | 0 ~ 1,000      |
|       | 0.775                                       | 0.2067     | 1,000 ~ 10,000 |
|       | 0.737                                       | 0.2943     | 10,000 ~       |
| D     | 0.826                                       | 0.1046     | 0 ~ 1,000      |
|       | 0.632                                       | 0.400      | 1,000 ~ 10,000 |
|       | 0.555                                       | 0.811      | 10,000 ~       |
| E     | 0.788                                       | 0.0928     | 0 ~ 1,000      |
|       | 0.565                                       | 0.433      | 1,000 ~ 10,000 |
|       | 0.415                                       | 1.732      | 10,000 ~       |
| F     | 0.784                                       | 0.0621     | 0 ~ 1,000      |
|       | 0.526                                       | 0.370      | 1,000 ~ 10,000 |
|       | 0.323                                       | 2.41       | 10,000 ~       |
| G     | 0.794                                       | 0.0373     | 0 ~ 1,000      |
|       | 0.637                                       | 0.1105     | 1,000 ~ 2,000  |
|       | 0.431                                       | 0.529      | 2,000 ~ 10,000 |
|       | 0.222                                       | 3.62       | 10,000 ~       |

出典：「NOxマニュアル」より作成

表 2 有風時の拡散パラメータ（水平方向）

| 大気安定度 | $\sigma_y(x) = \gamma_y \cdot x^{\alpha_y}$ |            |           |
|-------|---------------------------------------------|------------|-----------|
|       | $\alpha_y$                                  | $\gamma_y$ | 風下距離x (m) |
| A     | 0.901                                       | 0.426      | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.851                                       | 0.602      | 1,000 ~   |
| A-B   | 0.908                                       | 0.347      | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.858                                       | 0.488      | 1,000 ~   |
| B     | 0.914                                       | 0.282      | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.865                                       | 0.396      | 1,000 ~   |
| B-C   | 0.919                                       | 0.2235     | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.875                                       | 0.303      | 1,000 ~   |
| C     | 0.924                                       | 0.1772     | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.885                                       | 0.232      | 1,000 ~   |
| C-D   | 0.927                                       | 0.1401     | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.887                                       | 0.1845     | 1,000 ~   |
| D     | 0.929                                       | 0.1107     | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.889                                       | 0.1467     | 1,000 ~   |
| E     | 0.921                                       | 0.0864     | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.897                                       | 0.1019     | 1,000 ~   |
| F     | 0.929                                       | 0.0554     | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.889                                       | 0.0733     | 1,000 ~   |
| G     | 0.921                                       | 0.0380     | 0 ~ 1,000 |
|       | 0.896                                       | 0.0452     | 1,000 ~   |

出典：「NOx マニュアル」より作成

## ii. 予測条件

### (i) 煙源の諸元

予測に用いる煙源の諸元は、表 3 に示すとおりです。

表 3 煙源の諸元（方法書検討時）

| 項 目         | 単 位                                  | 石炭<br>専焼時 | 副生ガス<br>混焼時 |
|-------------|--------------------------------------|-----------|-------------|
| 煙突高さ        | m                                    | 190       |             |
| 煙突口径        | m                                    | 7.4       |             |
| 排ガス速度       | m/s                                  | 約 28      | 約 30        |
| 排出ガス量（湿りガス） | $10^3\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$ | 約 3,300   | 約 3,500     |
| 排出ガス温度      | °C                                   | 約 87      | 約 93        |
| 硫黄酸化物排出量    | $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$     | 約 58      | 約 62        |
| 窒素酸化物排出量    | $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$     | 約 49      | 約 49        |
| ばいじん排出量     | kg/h                                 | 約 16      | 約 18        |

### (ii) 気象条件

Briggs のダウンウォッシュ式では、煙突ダウンウォッシュが発生する風速は排出ガス速度の 2/3 以上が条件となることから、煙突塔頂部付近の風速が、石炭専焼時で 18.7m/s 以上、副生ガス混焼時で 20.0m/s 以上の場合を対象とします。

また、風速が 18m/s 以上の強風時には大気の状態は中立となるため、大気安定度は、上層の中立時（C-D 及び D）のうち、着地濃度が大きくなる C-D とします。

風向、風速及び大気安定度は、1 年間の毎時のデータ（1 時間値）を用います。

#### ○観測結果が予測手法に与える影響

- ・煙突高度付近の風速が強い場合に煙突ダウンウォッシュが発生するため、現地観測した全事例を対象に、煙突ダウンウォッシュの発生の可能性がある全事例について、煙突高さにおける風速、大気安定度条件を基に大気拡散予測計算を行い、最大の着地濃度が出現する事例に対して評価を行います。