

II-407 揚貯運炭施設からの炭じん飛散量予測手法の開発

（財）電力中央研究所 正会員 市川陽一， 朝倉一雄

1. はじめに

石油ショック以降のエネルギー源多様化の一環として、石炭利用の大幅な増大がはかられ、ここ10数年の間に多くの石炭火力発電所やコールセンターの計画、建設がなされた。それらの発電所やコールセンターは、年間 100～数 100万 t の石炭を取り扱う大規模なものがほとんどである。そのため、大容量の石炭を取り扱う場合の周辺地域での炭じん沈着量の予測が、環境アセスメントの1つとして必要となった。著者ら⁽¹⁾は昭和57年に炭じん飛散量予測手法を提案した。しかし、提案当時は大規模石炭火力発電所がほとんど未稼働であったため、予測手法を構成するモデルや仮定には不十分な点があった。そこで、炭じん飛散に関する風洞実験、現地調査、発電所への書面調査等を行うことによって、新しい予測手法を開発した。

2. 発生源強度のモデル化

新鋭の石炭火力発電所における石炭のハンドリングを発じん形態別に表1に示す。表1には、風洞実験、現地実験結果をもとにモデル化した発じん強度式の形が示されている。右端の欄は、通常受け入れ状態の石炭（湿分10％程度、飛散しやすい石炭は15％位）に対する式中の係数である。落下発じんについて、発じん強度式と現地実験結果の比較を図1に示す。表1の結果、揚貯運炭機器の稼働モード、飛散抑制対策等をもとに、炭じん発生箇所別に作成した発じん強度式を表2に示す。

表1 発じん形態別の発じん強度式

発じん形態	ハンドリング	発じん強度式	通常受入炭に対する係数
表面発じん	貯炭、リクレーマによる払出し（切出面）、コンベアラインによる搬送	$Q_1 = a_1 \cdot 10^6 \cdot \rho \cdot P \cdot U^{4.3}$	$a_1 = 1.5 \times 10^{-10}$
落下発じん	アンローダによる揚炭、スタッカによる積付け、リクレーマによる切出（バケットからの荷こぼれ）、ダンプカーによる積付け	$\eta = 0.019 \times U - (0.113 + 0.027 \times \Delta W)$	$\Delta W = 0$
機器作業発じん	ブルドーザによる転圧 など	$Q_2 = a_2 Q_1$	走行時 $a_2 = 10^3$ 荷押時 $a_2 = 2 \times 10^3$

表2 炭じん発生箇所別の発じん強度式

炭じん発生箇所	発じん強度式
アンローダ	$\eta_v = \alpha \times (0.019 \times U - 0.113)$
スタッカ	$\eta_s = 0.019 \times U - (0.113 + 0.027 \times \Delta W)$
コンベアライン	$Q_c = 8.1 \times 10^{-4} \times \rho \times P \times (U + V \cos \theta)^{4.3}$
貯炭パイル	$Q_p = 1.1 \times 10^{-3} \times \rho \times P \times U^{4.3}$
リクレーマ切出面	$Q_r = 7.8 \times 10^{-4} \times \rho \times P \times U^{4.3}$
リクレーマバケット（荷こぼれ）	$\eta_L = 0.15 \times \eta_s$
ブルドーザ	$Q_b = 0.22 \times \rho \times P \times U^{4.3}$
ダンプカー（積み付け）	$\eta_D = \eta_s$

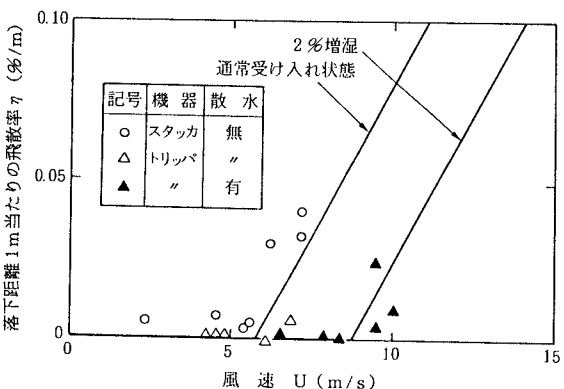


図1 落下発じんの発じん強度式と現地実験結果の比較

*表1、2の記号説明 Q：時間積算飛散量（ $\text{g/m}^3 \cdot \text{h}$ ）， a_1, a_2 ：実験定数， 10^6 ：単位の換算係数（ cm^3/m^3 ）， ρ ：石炭の密度（＝みかけ比重）（ g/cm^3 ）， P ：500 μm 以下の粒子の存在割合（－）， U ：風速（ m/s ）， η （ ≥ 0 ）：落下距離1 m当たりの飛散率（ $\text{\%/m}$ ）， ΔW ：通常受け入れ炭に対する増湿分（ $\text{\%}$ ）， α ：防風板等による飛散抑制効果を表す係数（－）， V ：コンベアの搬送速度（ m/s ）， θ ：風向とコンベアラインの進行方向のなす角（ deg ），添字：各発生箇所を表す

3. 炭じん沈着量の予測手法および結果

スタッカを例に炭じん沈着量の計算手法を示す。スタッカ（添字 s ）から発生した炭じんの大気中での濃度 $C_{s,i}$ (g/m^3) は、重力による落下を考慮したブルームモデルで求めることができる。粒径 i の炭じん粒子の1時間当たりの地表面への沈着量 $\Lambda_{s,i}$ ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) は次式で与えられる。

$$\Lambda_{s,i} = 3600 \cdot C_{s,i} \cdot V_{g,i} \quad (1)$$

$V_{g,i}$ は粒子の落下速度 (m/s) である。全粒子を対象とした炭じん沈着量 Λ_s ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) は次式で求まる。

$$\Lambda_s = \sum_i \Lambda_{s,i} \quad (2)$$

ある地点の Λ_s は風向 j , 風速 k , 大気安定度 ℓ , 炭種 m , スタッカの位置 rs の関数である。スタッカ寄与の月間炭じん沈着量 D_s ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{月}$) は次式で計算できる。

$$D_s = \sum_j \sum_k \sum_\ell \sum_m \sum_{rs} t_{m,rs} \cdot f_{j,k,\ell} \cdot \Lambda_{s,j,k,\ell,m,rs} \quad (3)$$

$t_{m,rs}$ はスタッカ位置 rs で炭種 m を扱う月当たりの時間数 ($\text{h}/\text{月}$) , $f_{j,k,\ell}$ は風向 j , 風速 k , 大気安定度 ℓ の各組み合わせの発生確率 (—) , $\Lambda_{s,j,k,\ell,m,rs}$ は各パラメータ (j, k, ℓ, m, rs) の組み合わせ条件で計算した炭じん沈着量 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) である。他の発生源についても同様に沈着量が求まる。ただし、貯炭パイル（添字 p ）については、積み付け後の最大風速で1度だけ飛散が生じるとする。即ち、(3)式に相当する式は次のように表せる。

$$D_p = \sum_j \sum_m \sum_{rp} T \cdot n_{m,rp} \cdot f_j \cdot \Lambda_{p,j,m,rp} \quad (4)$$

T は積み付け後の飛散時間 ($=1\text{h}/\text{回}$) , $n_{m,rp}$ は貯炭パイルの位置 rp に炭種 m が積み付けられる月当たりの回数 ($\text{回}/\text{月}$) , f_j は風向 j の発生確率 (—) , $\Lambda_{p,j,m,rp}$ は各パラメータ (j, m, rp) の組み合わせ条件で計算した炭じん沈着量 ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) である。

本予測手法を揚貯運炭条件, 気象条件, 遮風対策等が異なる3つの発電所, コールセンターの揚貯炭場に適用し、周辺約50~1,000mの範囲で測定した降下ばいじん量をもとに推定した炭じん沈着量と比較した。図2は貯炭容量12万t, 月間石炭取扱量20万t弱のフェンスなしの貯炭場に対する結果である。他の2つの貯炭場についても同様の結果が得られている。予測値と測定値をもとに推定した値は比較的よく一致しており、本予測手法を環境アセスメントに適用する上で妥当な結果が得られている。

4. まとめ

開発した予測手法の主な特徴をまとめると以下の通りである。

- (1) 発生源強度の予測式は、従来の手法より広範な湿分, 風速条件で実施した飛散実験にもとづいて推定されている。そのため、予測式の適用範囲の拡大, 信頼性の向上がはかられている。
- (2) 発生源強度の予測式は、炭じん発生箇所の候補となるものすべてについて提案されている。
- (3) 本予測手法の環境アセスメント手法としての妥当性は、揚貯運炭条件, 気象条件, 遮風対策等が異なる3つの発電所, コールセンターの揚貯炭場を対象に確認されている。

参考文献(1)岡部, 市川, 火力原子力発電, 33, 10, 1083-1091(1982)。

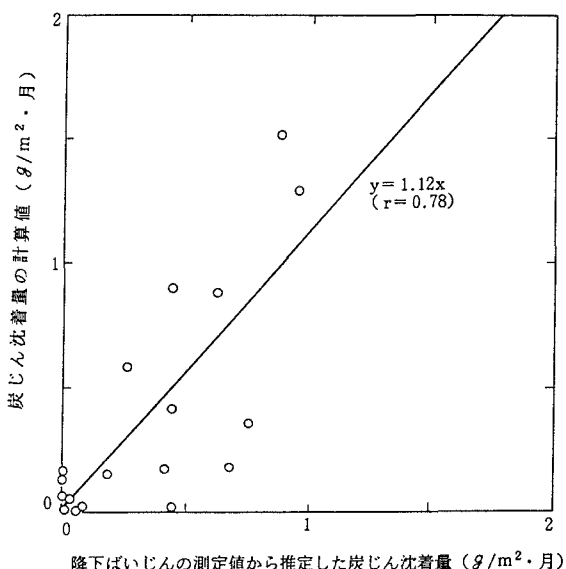


図2 予測した炭じん沈着量と降下ばいじんの測定値から推定した炭じん沈着量の比較