

2-3. 主要な研究成果(12) 電力設備の運用・保守技術の革新



火力発電

高濃度木質粉じんのリアルタイム監視技術を開発

● レーザー画像解析による新たな木質粉じん濃度測定法を開発し、粉じん爆発リスクの低減に貢献

背景

石炭火力発電所における木質ペレットの混焼利用が拡大する中、ベルトコンベアによる搬送時の衝撃や摩擦により発生する**木質粉じんへの対策が課題**となっています。発生した木質粉じんは、高濃度で滞留すると爆発を引き起こすおそれがあり、国内外の火力発電所でも事故が報告されています。粉じん爆発を防止するには、**粉じん濃度を常時監視**する必要がありますが、市販の測定装置では高濃度域(10g/m³超)におけるリアルタイム測定が困難です。そこで当所では、木質粉じんを高濃度域までリアルタイムに監視できる新たな測定法の開発を進めています。

成果の概要

◇レーザー画像解析による新たな木質粉じん濃度測定法を開発

木質粉じんが高濃度で飛散する環境では、照射したレーザー光が木質粉じんにより遮蔽、散乱され減衰します。この性質を利用し、**レーザー光をカメラで撮影**して得られる強度分布に基づき、**レーザー像の面積を定量化**し、粉じん濃度を推定する新たな測定法を開発しました(図1)。木質粉じんを水中に均一分散させた条件で検証実験を行った結果、画像面積と粉じん濃度の間に高濃度域まで相関関係があることを確認しました。さらに、国内2か所の火力発電所で実施した実証試験において、**気中粉じん濃度を測定した結果、粉じんを捕集して重量から濃度を算出するJIS法による測定値と概ね一致**することを確認しました(図2)。

◇現場の粉じん濃度をリアルタイムに監視する装置を開発

高濃度の木質粉じんが飛散し得る現場への適用を見据え、**粉じん環境下でも使用可能なレーザーユニットおよびカメラユニットを開発し、測定装置を設計・試作**しました(図3)。本装置は、防爆仕様化に向けた型式検定の申請準備を進めるなど安全に配慮するとともに、PC上で画像解析と濃度換算をリアルタイムに実行し、木質粉じん濃度を遠隔監視できる構成としています。



図1 木質粉じん濃度測定法のイメージおよび撮影したレーザー画像

木質粉じんによって減衰したレーザー光をカメラで撮影し、画像解析したレーザー光の面積から濃度を推定します。低濃度環境では赤色のレーザー面積が大きく、高濃度環境では小さくなります。

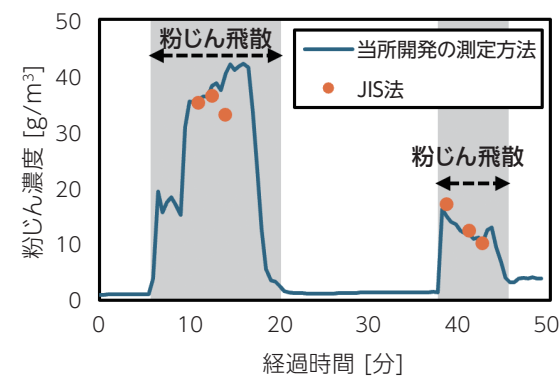


図2 気中における粉じん濃度測定結果

高濃度の木質粉じんが飛散する環境下においても、本手法により気中粉じん濃度を高濃度域まで測定可能であることを示しました。また、本手法による測定値は、JIS法に基づく測定値と概ね一致することを確認しました。



図3 防塵・防爆対策を施した木質粉じん濃度監視用試作装置の構成

レーザーおよびカメラをユニット化し防塵対策するとともに、装置自身の発熱により爆発を誘発しないよう放熱対策を講じました。LANケーブルにより解析するPCを遠隔に配置することで、木質粉じん濃度を遠隔監視できます。

成果の活用先・事例

本技術は、火力発電所の燃料搬送・貯蔵設備に適用し、木質粉じん濃度をリアルタイムに監視することで、粉じん爆発のリスクを早期に把握可能とし、事故防止や安全運用に貢献することが期待されます。なお、本試作装置は引き続き国内2か所の火力発電所で実証試験を進めています。

(参考) 青田ほか、粉体工学会誌、第63巻、6号(2026)



火力発電