

下水汚泥焼却炉の閉塞抑制技術

焼却灰の色 × AI で解決!

近年、下水汚泥焼却炉（流動炉）の煙道や流動空気予熱器に**焼却灰が付着して閉塞**する事象が複数報告されています。

閉塞の背景

- ①高度処理の普及による汚泥りん含有率の増加
- ②分流式下水道の普及による流入水起因の金属の減少
- ③温室効果ガス(N₂O)発生抑制のための高温焼却(850℃以上)の推進

閉塞物とその成分

焼却炉へ投入する汚泥のりんが金属に比べて多くなると、焼却温度よりも低融点の化合物が生成し、焼却灰が煙道等に融着して閉塞の原因となります。

閉塞物

- 閉塞物は白色で、層状に積み重なっている
- 硬いが、触るともろく、崩れやすい



⇒ 経時的に付着し閉塞

そこで、閉塞の危険性を焼却灰の成分から計算する閉塞抑制指標値を用いることにしました。

閉塞抑制指標値 $X < 1$ だと閉塞の危険性が高い

※閉塞抑制指標値は焼却灰に含まれるりんと金属の比率から計算します。

画像センサーとAIを組み合わせた閉塞抑制対策

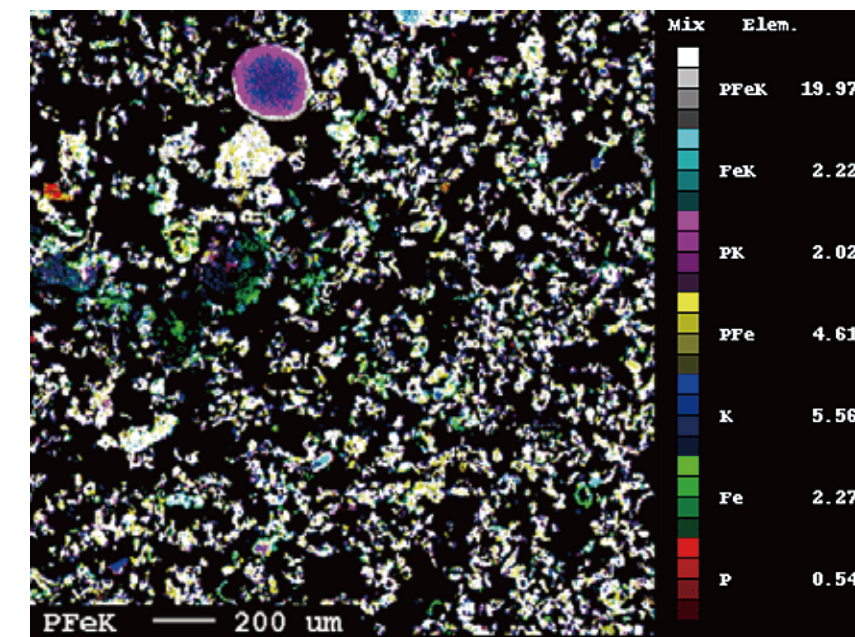
通常時の焼却灰は酸化鉄(Ⅲ)の影響で褐色ですが、閉塞危険性が高まってくると白色に近づくことがわかっています。これを利用して、**画像センサー**を用いて焼却灰の色を測定するとともに、既往のサンプルで色と閉塞抑制指標値の関係を学習した**AI(深層学習)プログラム**により、**閉塞抑制指標値や必要なポリ鉄添加量を算出する**仕組みを開発しました。

採取月	3月	11月	11月
焼却灰の写真			
閉塞抑制指標	0.96	1.12	1.20
P ₂ O ₅ 含有率	38.0%	32.0%	31.0%
Fe ₂ O ₃ 含有率	10.1%	10.7%	13.3%
閉塞リスク	高い ←		→ 低い

閉塞事象発生時における煙道内部の状況



閉塞物や炉内のクリンカの原因・構造は対象となる機場で異なる可能性があるため、各種解析により閉塞物等の生成要因を検討します。

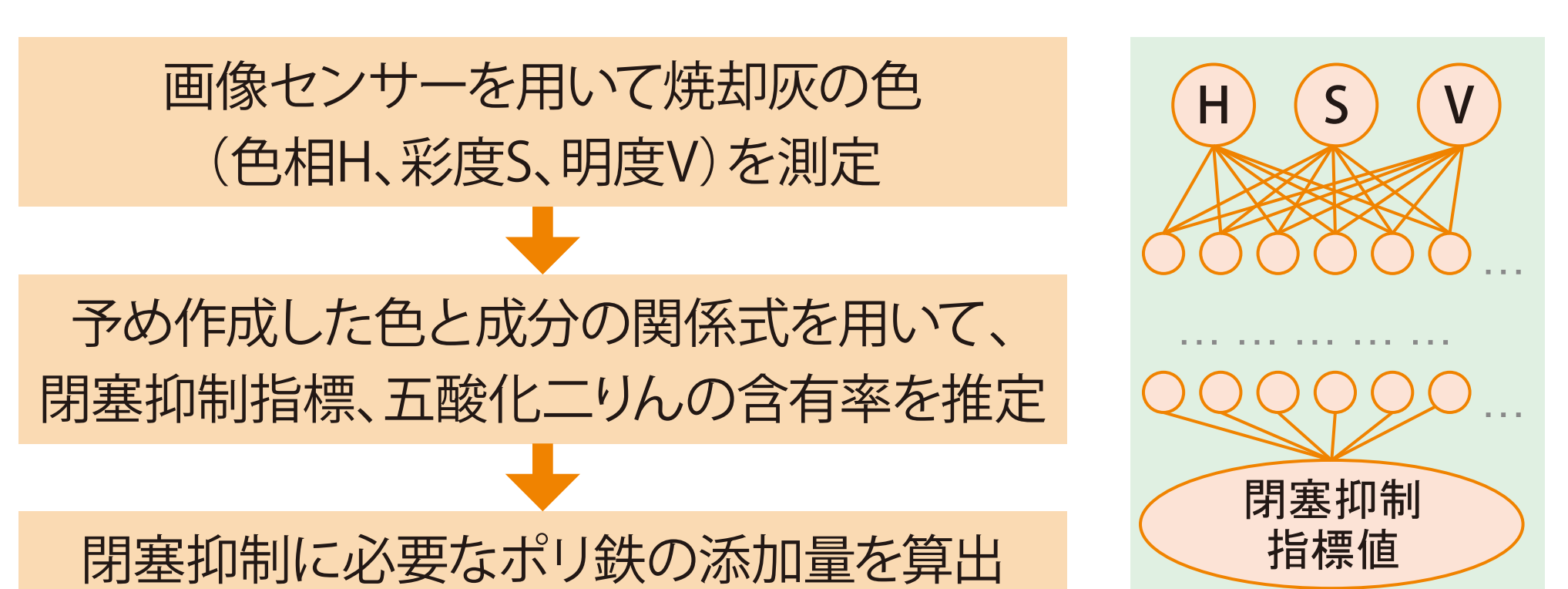


閉塞物をSEMで拡大し、EPMAにより各粒子の元素分布を観察した例

- 焼却灰成分分析
- SEM-EPMAを用いた構造解析
- 熱力学的平衡計算を用いた焼却温度別の液相率解析
- 示差熱分析、融点分析、膠着度測定等による生成温度の解析等

焼却炉の閉塞抑制技術

焼却前の汚泥に**ポリ硫酸第二鉄(ポリ鉄)**等の金属含有薬剤を添加することで、付着の原因である低融点化合物を生成するりん酸を鉄と反応させ、高融点で付着性の低いりん酸鉄化合物にすることができます。



東京都下水道局
Bureau of Sewerage

東京都下水道サービス株式会社

潤いある未来へ
株式会社 日水コン

関連特許(東京都、東京都下水道サービス株式会社との共同出願)

- 焼却炉閉塞危険性評価方法及び焼却炉閉塞防止方法(特許第5881260号)
- 焼却炉閉塞防止方法(特許第5974335号)
- 焼却炉閉塞防止方法、焼却炉閉塞防止薬剤添加量算出装置及び焼却炉閉塞防止薬剤添加量算出プログラム(特許第6321866号)

新たな視点で
現場の課題を解決します

あっ!こんなところにもAIが!?