

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

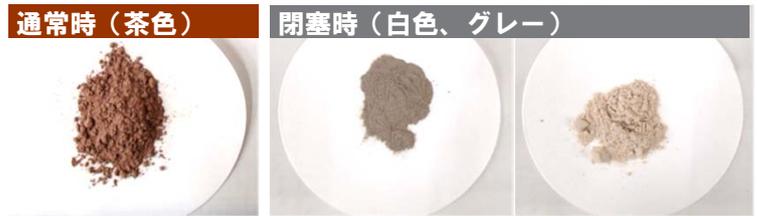
- ①高度処理の普及による汚泥りん含有率の増加
- ②分流式下水道の普及による流入水起因の金属の減少
- ③温室効果ガス(N₂O)発生抑制のための高温焼却(850℃以上)の推進

●閉塞物

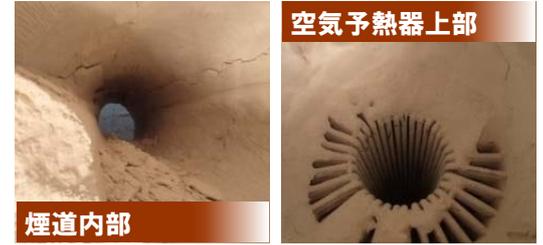
- ・閉塞物は白色で、層状に積み重なっている
- ・硬いが、触るともろく、崩れやすい
- ⇒ **経時的に付着し閉塞**



●焼却灰の色



閉塞事象発生時における煙道内部の状況



焼却炉はなぜ閉塞するのか？

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。閉塞の危険性は焼却灰の成分より**閉塞抑制指標値**を用いて表されます。

■閉塞抑制指標値(X) =

$$X = \frac{\left(\frac{Fe_2O_3}{M(Fe_2O_3)} \cdot 2 + \frac{Al_2O_3}{M(Al_2O_3)} \cdot 2 + \frac{CaO}{M(CaO)} \cdot \frac{2}{3} + \frac{MgO}{M(MgO)} \cdot \frac{2}{3} \right)}{\left(\frac{P_2O_5}{M(P_2O_5)} \cdot 2 \right)}$$

X: 閉塞抑制指標値[-]

Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, MgO, P₂O₅:

それぞれ焼却灰の酸化鉄(Ⅲ)、酸化アルミニウム、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、五酸化二りん分析値[%]

M(i): 化合物iの分子量[g/mol]

閉塞抑制指標値X < 1だと閉塞の危険性が高い

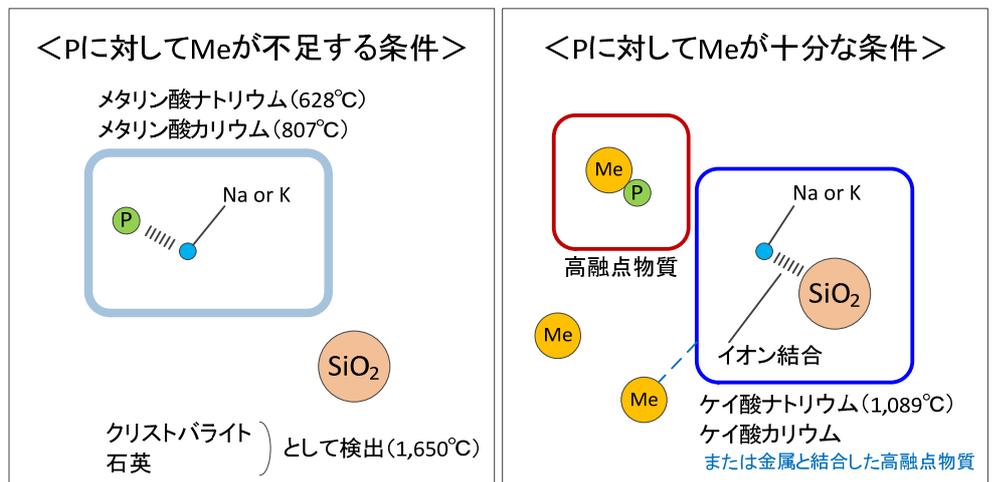
- ✓ P₂O₅が30%を超えると閉塞抑制指標値が1を下回りやすい
- ✓ 分流式ではP₂O₅が高く、閉塞抑制指標が低い

閉塞の原因物質

汚泥のナトリウム、カリウム含有率が高く、りんに対して金属が不足した条件では、焼却温度によっては低融点の物質が生成し灰付着が生じます。

●閉塞の原因と推定される物質

- **メタリン酸ナトリウム** (融点628℃)
- **メタリン酸カリウム** (融点807℃)

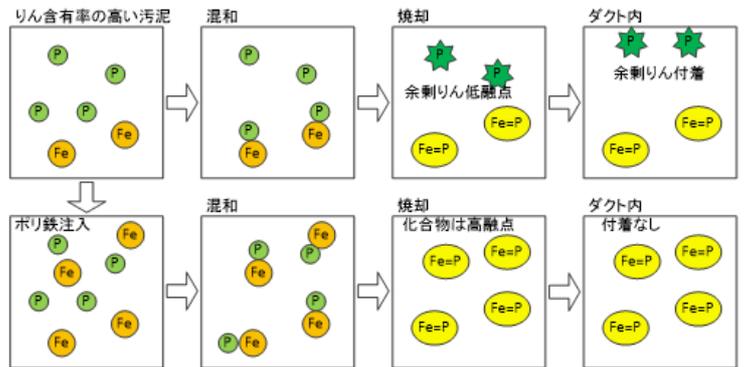


※P:りん、Me:金属類

焼却前の汚泥にポリ硫酸第二鉄(ポリ鉄)などの**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リン酸を鉄と反応させ、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。

●ポリ鉄の添加位置

ポリ鉄は硫酸成分を含むため**硫酸腐食**による焼却炉等への影響が懸念されます。ポリ鉄を**脱水前に添加**すると、鉄成分は汚泥側、硫酸成分は分離液側へ移行するため硫酸腐食による影響を軽減することができます。



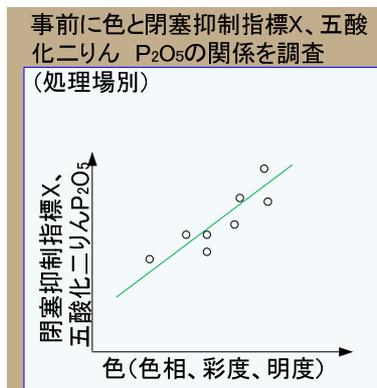
ポリ鉄添加による閉塞抑制対策のイメージ図

画像センサーを用いた閉塞抑制対策

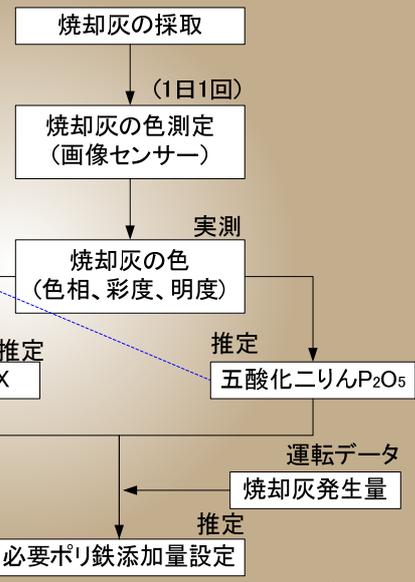
通常時の焼却灰は酸化鉄(III)の影響で褐色ですが、閉塞危険性が高まってくると白色に近づくことがわかっています。これを利用して、**画像センサー**を用いて焼却灰の色を測定し、閉塞抑制指標や**必要なポリ鉄添加量**を算出する仕組みを開発しました。



卓上式の画像センサー測定装置



画像センサーを用いた閉塞抑制対策実施フロー



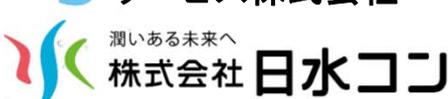
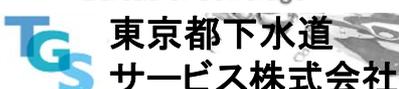
焼却灰の色と閉塞抑制指標の関係

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		

$$T_{Fe} = \delta_2 + T_{ASH} \cdot (1 - X/\delta_1) \cdot \frac{2M(Fe) \cdot P_2O_5 \cdot \delta_1}{M(P_2O_5)}$$

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)

特許番号	名称
特許第5881260号	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5974335号	焼却炉閉塞防止方法
特許第6321866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



お問い合わせ先 環境・資源部 TEL03-5323-6271
E-mail murata_m@nissuicon.co.jp
©株式会社日水コン