産業廃棄物処理炉内における灰付着制御

Ash adhesion control in industrial waste boilers

成瀬・植木研究室、成瀬一郎、植木保昭

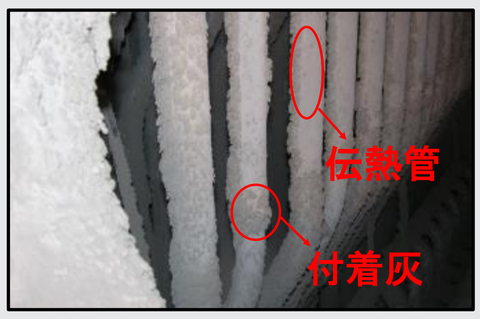
Division of Systems Research, Naruse/Ueki Laboratory

研究背景・目的

廃棄物発電

- ○ 地産地消
- ✖ 低い発電効率

→スラッギングやファウリングによる付着灰が引き起こす伝熱管の腐食



廃棄物ボイラにおけるファウリングの様子

灰付着抑制 → 高効率化 → 廃棄物の有効利用

研究目的

ボイラ内における産業廃棄物灰の溶融挙動の解明と灰付着制御

研究内容

1. 熱力学平衡計算による灰付着制御の理論的考察
2. 灰付着力に関係する溶融灰の接触角測定
3. 接触角測定試料の灰付着界面のSEM/EDX分析

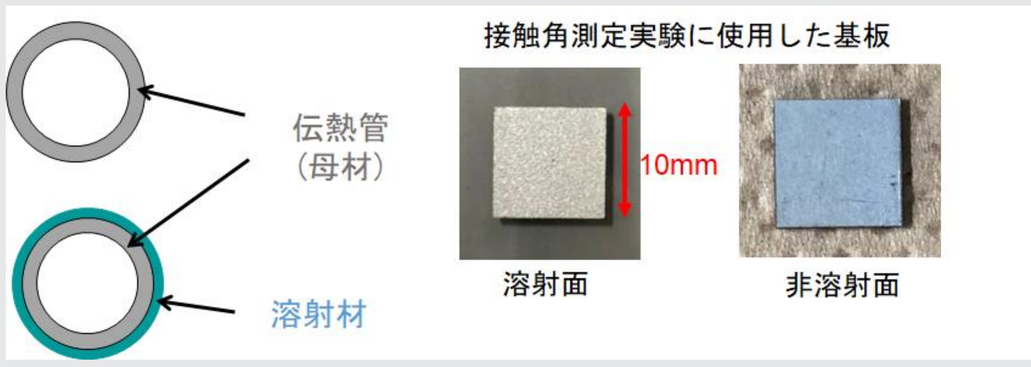
灰付着抑制技術

溶射（Thermal spraying）

溶融状態の金属やセラミックスを被施工物に吹き付けて溶射皮膜を形成する表面改質技術

特徴

- 灰付着が激しい部分のみ現場施工ができ、複雑な形状にも対応可能
- 耐熱・耐腐食性合金を伝熱管として使用するより材料費が安価



試料灰性状と伝熱管表面材料

名称	標準試料灰(産廃) [wt%]
Na_2O	9.18
MgO	2.05
Al_2O_3	7.14
SiO_2	14.44
CaO	11.84
TiO_2	2.14
Cr_2O_3	0.06
Fe_2O_3	3.36
CuO	5.16
ZnO	3.58
PbO	1.26
SO_3	13.29
K_2O	3.13
$CaCl_2$	11.99
C	10.62

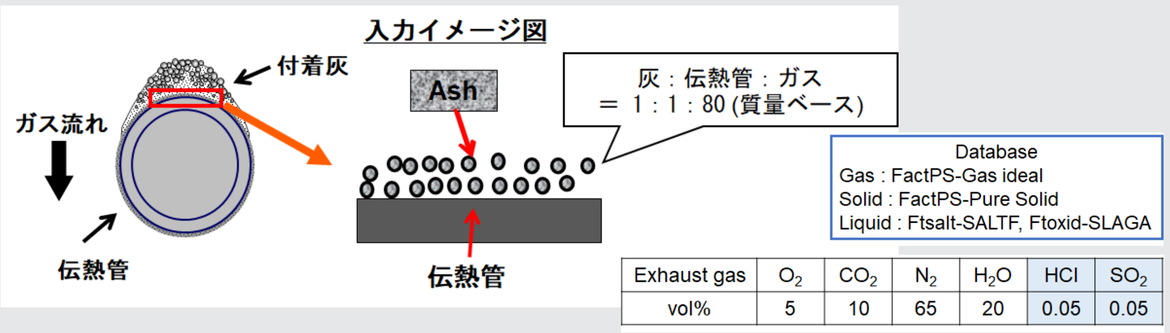
・伝熱管表面材料
溶射材：Ni-2 （ニッケルクロム＋微量添加剤）
母材：SUS310S（比較材料）

・標準試料灰（産廃）の特徴
アルカリ金属（Na, K）やアルカリ土類金属（Ca）、SやClを多く含む

標準試料灰（産廃）

熱力学平衡計算による灰付着制御の理論的考察

熱力学平衡計算ソフト「FactSage Ver. 7.3」
多成分系の熱力学的平衡状態を定量的に予測することが可能 ➡ 溶融塩と溶融スラグの生成量と組成を計算可能



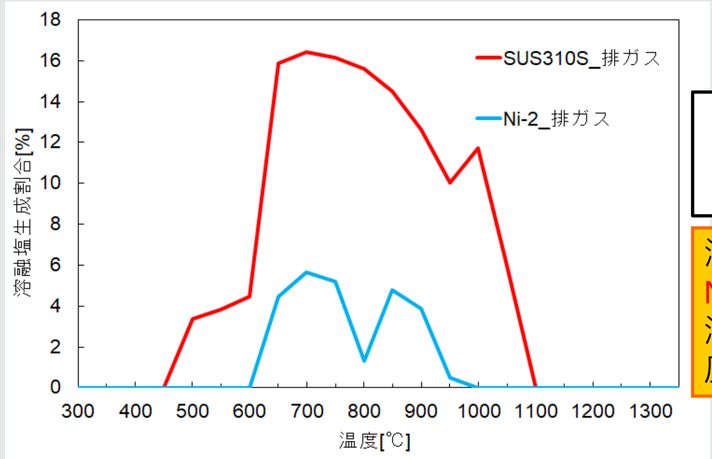
Exhaust gas	O_2	CO_2	N_2	H_2O	HCl	SO_2
vol%	5	10	65	20	0.05	0.05

結言

Ni-2は溶融塩生成を抑制し、溶融灰との接触角が大きいことから、灰付着を低減可能である。さらに、Ni-2は伝熱管表面の腐食進行を抑制できる。

※本研究の一部はNEDOの革新的プラスチック資源循環プロセス技術開発プロジェクトの助成を受けて実施された。ここに記して謝意を表する。

熱力学平衡計算による灰付着制御の理論的考察



溶融塩生成割合の温度変化

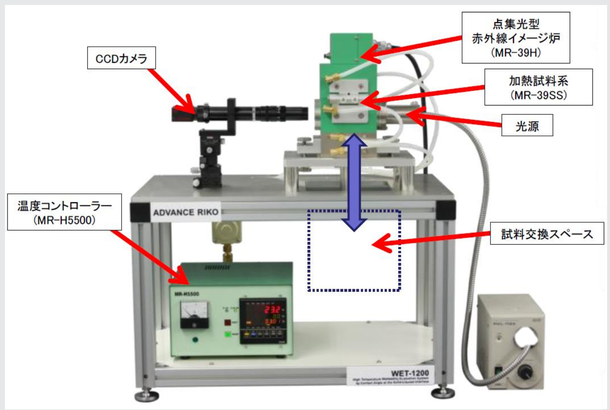
灰付着特性の指標

$$\text{溶融成分生成割合[wt\%]} = \frac{\text{生成した溶融成分[g]}}{\text{灰入力重量[g]}} \times 100$$

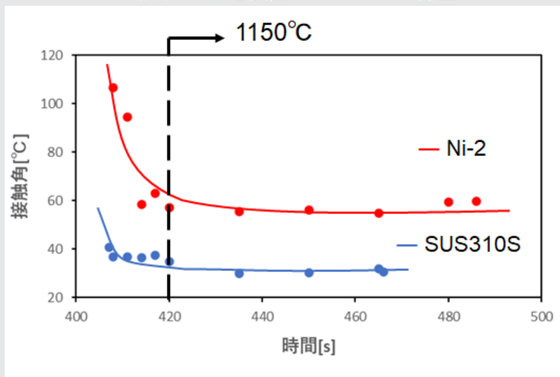
溶融塩生成割合
Ni-2＜SUS310S
溶融塩生成割合が小さいほど灰付着抑制の期待大

Ni-2：Naの70%以上が固体のアルミノケイ酸ナトリウムとして存在
→硫酸ナトリウムの溶融塩生成を抑制
SUS310S：Naの約50%が溶融塩として存在

灰付着力に関係する溶融灰の接触角測定

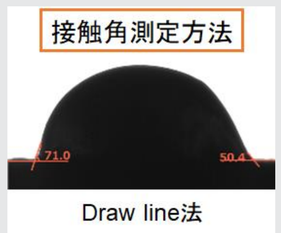


接触角測定装置 WET1200-D特型



$W = \gamma(1+\cos\theta)$
W：付着仕事
γ：表面張力
θ：接触角

接触角大→cosθが小
→付着仕事は小
→付着性が低い

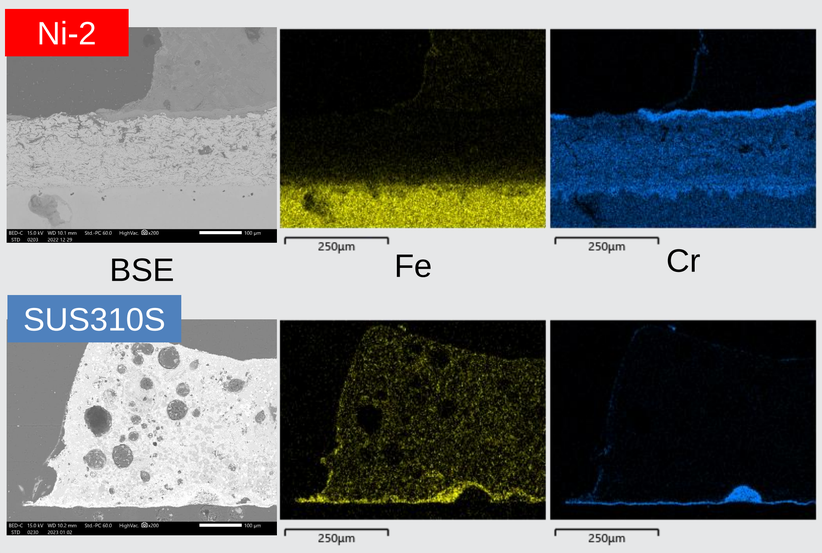


灰ペレットの形状
直径2mm、高さ2mm

雰囲気ガス：Air

Ni-2が常にSUS310Sより接触角が高い値で維持
Ni-2は灰付着を低減

接触角測定試料の灰付着界面のSEM/EDX分析



Ni-2はCrの酸化被膜が安定⇒腐食の進行を抑制

SUS310Sは付着界面にFe、Crの酸化被膜⇒化学腐食の進行