

水素炎燃焼炉を用いた陶磁器製品の試作

1. はじめに

脱炭素社会の実現に向けて工業プロセスで用いられる燃料を再生可能エネルギー等のクリーンなエネルギーへ転換する技術開発は大変重要となっています。

今回は、陶磁器製造プロセスの脱炭素化を目指し、燃焼時に水しか発生しないCO₂フリー加熱炉を用いた陶磁器製品の試作について紹介します。

2. 水素を燃料とする加熱炉の開発

2016～2018年に「知の拠点あいち重点研究プロジェクトⅡ期」で「水素炎燃焼炉」が開発されました。この炉は、水素ガスの燃焼により発生する熱を利用したCO₂フリーな加熱炉であり、同時に炉内温度が1000℃以上まで上昇することが実証されています¹⁾ (図1)。

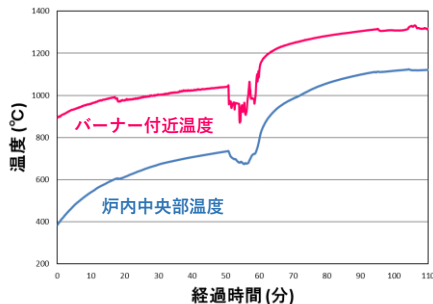


図1 着火後の燃焼炉内温度の時間変化

3. 水素炎燃焼炉を用いた陶磁器の焼成

水素炎燃焼炉に関する技術を広く普及することは、カーボンニュートラル実現に向けて大変重要です。実用面の検討として、水素炎燃焼炉で実際に陶磁器を焼成しました。

3-1. 原料坏土の選定とその理由

水素炎燃焼炉内は、焼成によって発生した水分子が水蒸気となって存在するため、還元雰囲気であると推測されます。そのため、試作する陶磁器の原料坏土として、焼成中の雰囲気によって焼き上がりの色合いの違いが顕著に現れる朱泥土(とこなめ焼協同組合が製造・販売)を選定しました。

3-2. 高温水蒸気による還元作用

朱泥土を直方体形状に成形し、水素炎燃焼炉で図1のプロファイルで焼成しました。焼成後の色合いは、酸化雰囲気である電気炉での焼成体とは異なっていました。分光反射率測定及びX線回折測定で、この色合いの変化を調査したところ、朱泥土中の酸化鉄にFe₂O₃→Fe₃O₄の還元反応が生じたという結論に達しました。

以上より、水素ガスの燃焼により生ずる高温水蒸気によって、焼成体が還元作用を受けることが実証できました。

3-3. 実用的な形状を有する陶磁器の焼成

次に、実用的な陶磁器の試作として、朱泥土を排泥鑄込み法により湯呑形状に成形し、同様に焼成しました。

得られた焼成体の吸水率は15.4%でした。通常、炻器(せっき)質の朱泥製品の吸水率は1%以下であるため、今回のプロファイルによる焼成では、陶器質になることが分かりました。また、湯呑形状の底面部に還元作用による色の変化(窯変)が生じました(図2)。



図2 焼成体の外観(左:側面部、右:底面)

4. おわりに

水素ガスを燃料とするCO₂フリーな燃焼炉を用いて陶磁器の焼成を行ったところ、高温水蒸気による窯変が生じました。

窯業の現状は、重油やブタンガスを燃料とする焼成が主流であり、今回の検討はカーボンニュートラル実現に資するものであると考えられます。

参考文献

- 1) 李軍, 小林敬幸, 伊藤猛志郎, 棚橋浩一郎, 松田洋幸, 伊藤賢次, 吉元昭二, 榊原一彦, 宮地光彦, 黄宏宇: 12th Asia-Pacific Conference on Combustion

産業技術センター 常滑窯業試験場 材料開発室 立木翔治 (0569-35-5151)

研究テーマ: 陶磁器製造技術

担当分野: 陶磁器製品及び原料坏土の試験・分析