

高温特性にかかる新評価技術の確立 -耐熱衝撃性-

一般財団法人岡山セラミックス技術振興財団
主席研究員 前田 朋之

2024年度 研究内容

れんがの熱衝撃



れんがは、溶鋼と接するために1600℃以上の熱に急に晒される。

NHK youtubeより



現在は、溶鋼にれんがを直接浸漬させる方法で評価され、大掛かりな装置が使用される。

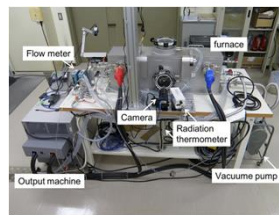
大光炉材株式会社HPより

重要な評価項目である熱衝撃性の評価は、目視観察による相対比較で検討されている。

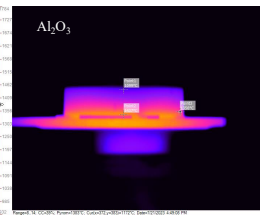
これまでの検討

熱衝撃：熱衝撃破壊抵抗係数 $R = \sigma(1-\nu)/E\alpha$ σ ：強度， ν ：ポアソン比， E ：弾性率
熱衝撃損傷抵抗係数 $R''' = E\gamma/\sigma^2(1-\nu)$ α ：熱膨張， γ ：破壊エネルギー/

熱衝撃は、初期亀裂の入りやすさ(R)と発生した亀裂の進展度合い(R''')で議論される。実炉においては、伝熱も関与するために熱伝導率も考慮される。



超高速加熱炉による熱伝導率測定の様子



Al₂O₃以下の熱伝導率なら測定可能ということがわかった。

超高速加熱炉で早く、超高温域まで測定できる可能性が見いだせた。

これまでの、超高温までの熱伝導率測定に着目してきたが、本年度は高温弾性率に着目し、熱衝撃を容易に評価する方法を模索

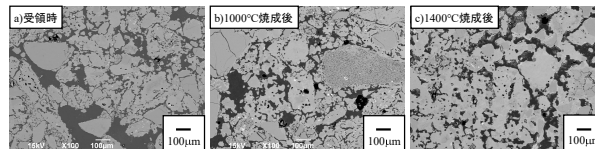
検討事例が少ない熱衝撃の程度と、それに伴う高温動弾性率の変化について検討

2024年度 研究成果

試験条件とSK34の特性

試験条件

供試材料：幅30×高さ25×L110mmのSK34
熱処理温度：1300℃、10℃/min、大気
冷却条件：水へ投入する急冷
炉内での放冷
測定項目：見かけ気孔率
SEM観察
高温弾性率
(1300℃、5℃/min、大気中)

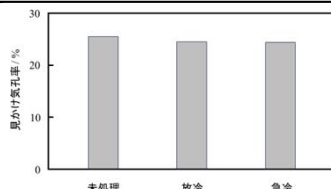


温度変化に対する組織変化

SK34の焼結温度は1300-1400℃と推定し、その影響を避けるために今回は1300℃で試験を実施

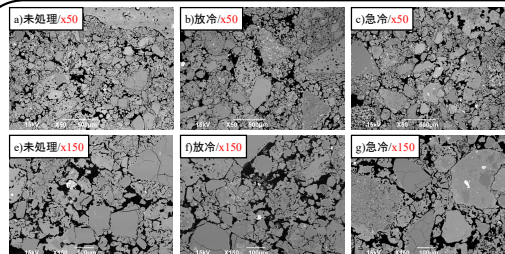
Al₂O₃:42.9mass%、SiO₂:52.3mass%の化学組成であるSK34の組織は、1400℃で焼結が進行していた。

熱衝撃の程度による見かけ気孔率および組織の変化



熱衝撃後の見かけ気孔率

いずれもほぼ同程度を示し、差異は認められない

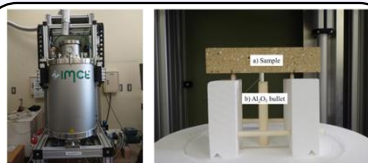


熱衝撃後の微構造観察結果

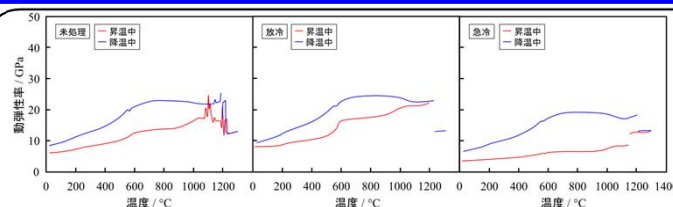
熱衝撃後の微構造に大きな変化は見受けられず、いずれにおいても差異はないと判断した。

目視観察による耐スポーリング性を評価するには亀裂が発生するまでの繰り返し試験が必要で、多くの労力(時間)を費やす。

熱衝撃の程度による高温弾性率の変化



高温動弾性率の測定装置の外観写真



熱衝撃後の高温動弾性率の測定結果

熱衝撃の程度が大きいほど弾性率は低下する傾向がみられた。SEMを用いた微構造観察でも差異が認められなかったが、高温動弾性率では、その差が明確となった。

耐熱衝撃性は、弾性率や強度といった機械特性の変化を用いることで詳細に評価できる