

高温特性に係る新評価技術の確立 ～超高速加熱炉による接触角測定～

1. はじめに

耐火物の溶損は、耐火物と熔融物（スラグや溶鉄など）における濡れ性等の相関性を把握することである程度推測できる。しかし、現状では、濡れ角測定に適した炉が少なく、測定にも時間がかかることから詳細に検討されていない。

そこで、当財団では、濡れ性を短時間かつ容易に測定できる炉を開発し、れんがと溶鉄といった2相間における濡れ性測定の結果を多く報告してきた。ここでは、より踏み込んだ溶鉄／スラグ／れんがの3相間における濡れ性の挙動の調査結果を報告する。

2. 実験条件（図1および表1）

カーボンヒーター上に□15mm×t2mmのSiCれんがを設置し、このれんが上へ電解鉄粉末を乗せた。更に、電解鉄粉末上に高炉スラグ（JSS902-1）を乗せた。

試験は1600℃、500℃/min、1min、Ar中にて加熱した。加熱中の外観は、カメラにて動画撮影し、測温は試料側面部および上下ヒーター部を2色放射温度計で計測した。試験後試料については、切断面をSEM-EDS分析により観察および分析した。

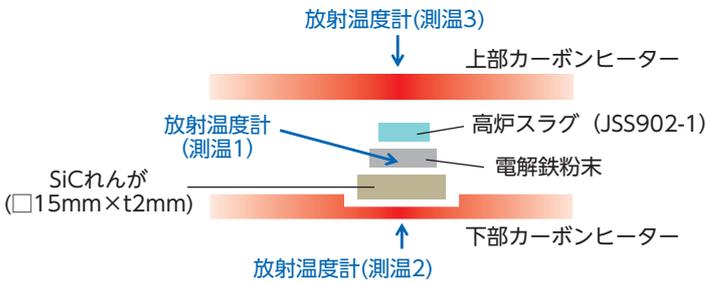


図1 試験方法の概略図

表1 SiCれんがおよび高炉スラグの化学組成

	SiCれんが (見かけ気孔率：11.0%)	高炉スラグ
SiC	80.3	
SiO ₂	16.5	34.7
Al ₂ O ₃	2.49	14.2
CaO	0.07	45.0
MgO	0.06	2.8
TiO ₂	0.11	0.66
T.Fe	0.52	0.13
S		1.09
Other		0.83
		Mass%

3. 結果

3-1. 試験中における外観変化（図2）

- ・いずれの試料でも、温度上昇でスラグの液相化→電解鉄の溶解の順が確認された。
- 耐火物は、電解鉄の溶解後にスラグと接触することからスラグ/耐火物間の先行溶損は起こらない。
- ・1600℃の外観は、下から耐火物→液相スラグ→溶鉄になっており、真密度の最も高いFeが上部に存在した。
- 溶鉄とれんがとの濡れ性の低さは、物理法則を変化させるほどの相関力が働いている。
- ・溶鉄は、溶解スラグ上を移動しており、時折、れんがと接触する様子が観察された。
- れんが表面が熔融スラグで侵食され、溶鉄と濡れ易い組織が現れたときに溶鉄が接触するという実機におけるメタルライン部での挙動^{*1}を観察出来ている可能性がある。

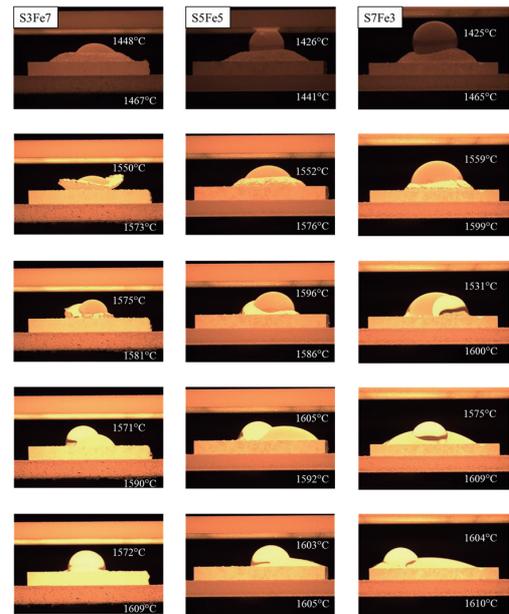
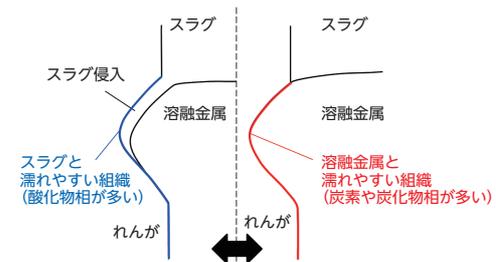


図2 試験中における外観写真、S3Fe7はSlag:Fe=3:7、S5Fe5はSlag:Fe=5:5、S7Fe3はSlag:Fe=7:3

※1 スラグは酸化物相、熔融金属は炭素や炭化物相をそれぞれ溶損



時間経過でれんがが表面層の化学組成に変化が生じ、この過程が繰り返し起こなわれ、侵食が進みやすくなる

3-2. 切断面観察 (図3)

- ・スラグ成分であるAlとCaは骨材を避けるように、マトリックス部分を通じて、れんが内へ浸潤・溶損している。
→マトリックス部分にスラグと濡れやすい酸化物 (SiO₂) が存在している可能性がある。
- ・SiCと思われる骨材の表層が滑らかさを失っており、その部分にはFeの存在が確認された。
→Feが瞬間的に接したときに、SiCれんがを溶損したと推測される。(実機におけるメタルラインでの侵食過程に類似)

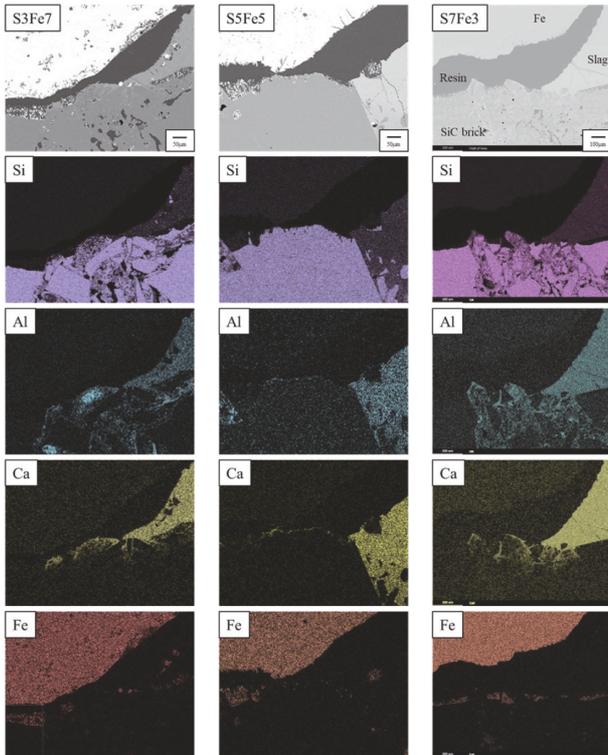


図3 各試験後試料の切断面観察

3-3. SiC骨材の微構造観察 (図4)

- ・SiC骨材部 (エリア1) のEDSスペクトルはSi、CおよびわずかなAのピークが定性された。Feは、骨材が分解したと思われる部分 (エリア2および3) に検出された。
→SiCはスラグではなく、Feにより侵食を受ける。
- ・炭素のピーク強度が、表層になるほど相対的に高くなる傾向を示した。
→SiCを侵食するFeは、Fe-Si系としてSiを取り込みながらSiCを分解している可能性が高い。

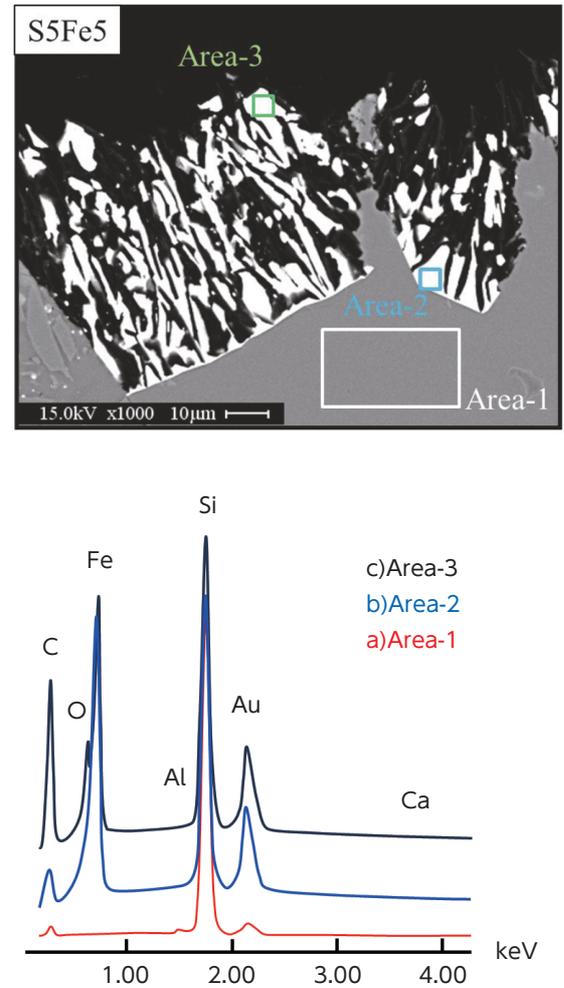


図4 侵食されたSiC骨材部のSEM-EDS分析結果
上: 分析箇所のSEM像、下: 各分析箇所のEDSスペクトル

5. まとめ

- 1) 超高速加熱炉は、溶鉄/スラグ/れんが系3相界面の濡れ性の挙動を観察可能であった。
- 2) 真密度の大きいFeが、スラグ上を移動しており、物理法則に反する挙動を示した。
- 3) スラグは、SiC骨材を避けるように浸潤し、SiO₂が存在するマトリックス部を溶損した。
- 4) Feは、SiC骨材を分解するように侵食した。
- 5) 以上の挙動は、実機のメタルライン部における溶損挙動を示唆しており、超高速加熱装置は、これらの挙動を観察できる可能性がある。