

Al₄SiC₄置換型化合物の合成および特性 (Al-Si-M-C系)

1 はじめに

炭素含有耐火物における炭素質の酸化消失はスラグ侵食、スポーリングなどれんがの耐久性に大きな影響を与える。炭素含有量の低減が進むなか、耐火物中の炭素質の酸化消失を防ぐ技術は確立すべき課題のひとつである。有限量の炭素を有効利用すべく、その酸化防止効果を発揮する化合物の研究は、今後も耐火物業界において有意義なテーマである。そこで、高温材料（融点2080℃）として期待される炭化物Al₄SiC₄の耐酸化性の強化を目的として、Al₄SiC₄に3種類目の異種元素（M）を取り込んだAl-Si-M-C系複合炭化物の合成を試み、その評価を報告する。

2 実験

2.1 Al-Si-M-C系の合成

原料はすべて粉末状で、アルミニウム（99.3%）、シリコン（97%）、鱗状黒鉛（98%）である。添加する元素の粉末は鉄（99.9%）でそれぞれ精製なしでそのまま使用した。なお、本報において添加する元素は鉄に注目した。各原料はAl₄SiC₄の理論組成となるように秤量し、鉄の添加量は1, 3, 10 mol%としてAl量に内掛けで添加した。混合物を20時間乾式混合し、黒鉛ルツボで1700℃（昇温速度10℃/min）、5時間アルゴン雰囲気中で合成した。冷却後、試料は20時間の乾式粉碎して炭化物粒子を得た。

2.2 Al-Si-M-C系の評価

合成した炭化物粒子の耐酸化性は、室温から1300℃まで10℃/minの昇温速度で空気雰囲気の下で記録した熱重量プロファイル（EXSTAR TG/DTA6000, セイコーインスツル）をもちいて評価した。また、試料のX線回折（RINT2200, 理学電機）パターンは、2θ=10-70°の範囲を走査速度2°/minで記録した。

3 結果と考察

鉄を添加したAl₄SiC₄粒子（添加量は1, 3, 10%）の熱重量分析の結果から1000℃における重量変化に注目した。その結果を図1に示す。3%の添加から10%の添加まで重量増加が50%ずつ半減した。鉄の添加によりAl₄SiC₄粒子の耐酸化性が向上することがわかった。X線回折から鉱物組成は主要相のAl₄SiC₄に合金（Fe₃Si）が共存す

ることを示した。よって、鉄の添加によりAl₄SiC₄-Fe複合化合物を形成していることがわかった。

図2に各添加量で合成したAl₄SiC₄-Fe粒子の電子顕微鏡像を示す。鉄の添加によって粒子が徐々に丸みを帯び、粒子の比表面積の減少が耐酸化性能を向上させている一因と考えられる。

一方で、鉄の添加は耐酸化性のほかにAl₄SiC₄-Fe粒子の耐水和性および焼結性を向上させる効果に対しても発揮することがわかった。

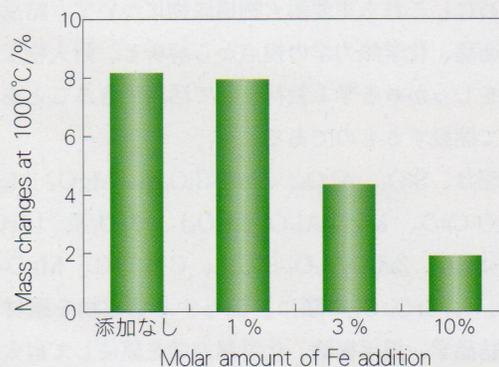


図1 鉄を添加したAl₄SiC₄の1000℃での重量増加率

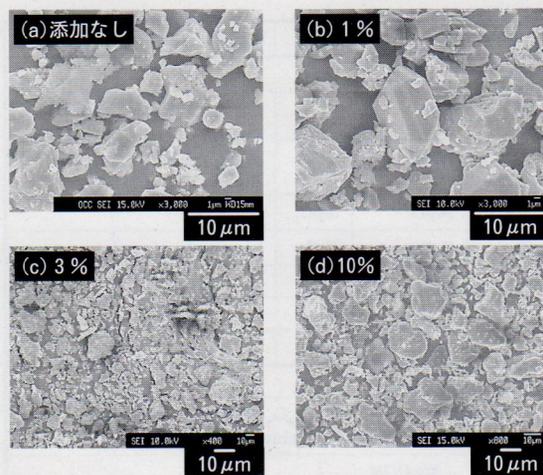


図2 鉄を添加したAl₄SiC₄の電子顕微鏡像

4 まとめ

本研究でわかった事象を以下にまとめると、

- 耐酸化性の向上…耐火物の主原料としての性能UP
- 耐水和性の向上…補修材としての機能性UP
- 焼結性の向上…Al₄SiC₄のクリンカー作製の可能性の3点を提案する。したがって、耐火物の材料としての可能性を示唆する結果を得ることができた。

(主任研究員 西川 智洋)