

(様式第4号)

マグネシウム系化合物を用いた製鋼スラグ固化剤の開発

Development of the stainless slag solidification agent using a magnesium compound

阪本尚孝

Naotaka SAKAMOTO

福岡県工業技術センター

Fukuoka Industrial Technology Center

1. 概要

現在、製鋼工程で排出されるスラグについて、冷却時における粉化抑制のためにホウ素系の改質剤が利用されている。これに対し、本研究ではマグネシウム系化合物を用いて室温でも安定な結晶相とする手法により必要なホウ素量の低減化を検討している。スラグは複雑な結晶相の複合体であるため、今回の測定ではより高精度で詳細な構造解析の指標として、高エネルギー光源によるデバイシェラーカメラによる粉末X線回折測定を行い、既存の回折結果と比較した。

The boron-based agent is used for restraint pulverizing of the stainless slag at the cooling process now. We investigated a way to reduce of the quantity of boron by a magnesium compound in this study. Powder X-ray diffractions with the Debye-Scherrer camera of the stainless slag by the high energy source of light were measured, and compared it with an existing diffraction result for an index of detailed structure analysis because the stainless slag is a complicated crystalline complex.

2. 背景と研究目的：

現在、製鋼工程で排出されるスラグについて、冷却時における粉化抑制のためにホウ素系の改質剤が利用されているが、土壌環境基準の改訂に伴いホウ素の溶出抑制が重要となっている。本研究では、実験責任者が見出した、マグネシウム系化合物を用いて製鋼スラグの主成分であるカルシウムの一部を置換し、室温でも安定な結晶相とする手法を利用して必要なホウ素量の低減化を図るとともに、適正なマグネシウム系化合物選定により実用化を目指している。そのなかで、これまで状況証拠的データから推察してきたホウ素化合物およびマグネシウム元素の共反応による固化機構について、より詳細な解析による立証が重要となってきた。これまでの研究で、高塩基性酸化物である製鋼スラグの中に含まれる $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (以下 C2S) 内に置換固溶するマグネシウムによって変態の体積変化が

抑えられる可能性が明らかとなっているが、スラグ系は複雑な結晶相を呈するため、C2S がどのような形態で変態が抑制されているかは明解ではない。そこで、高分解なXRD測定により、複雑な結晶相の同定を行った。

3. 実験内容：

変態抑制剤として経験的にホウ素系化合物が用いられている。そのため、所定のホウ素量を添加したスラグおよび C2S の各相 (α' 、 γ)、Mg が固溶した複合酸化物 $\text{Ca}_7\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4$ 単相を調製後、 $100 \mu\text{m}$ 以下に粉砕して測定試料を得た。これらを $0.3\text{mm} \phi$ のガラスキャピラリーに封入し測定に供した。

粉末X線回折測定には、九州シンクロトン研究センターの BL15 でデバイ・シェラーカメラを用い、室温で行った。露光時間は 30min とした。なお、比較のためのラボサイズX線回折測

定にはリガク (株) 製の RINT2000 を用い、Cu-K α 、40kV、200mA にてディフラクトメータ法で行った。

4. 結果、および、考察：

製鋼スラグが微量のホウ素系化合物添加によって固化するメカニズムについて、我々はスラグ中のマグネシウムイオンが $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ の高温相 (α' 相) に類似した安定相 $\text{Ca}_7\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4$ (Bredigite) を形成することで γ 化による体積膨張が抑制されるモデルを提案している。そのため、固化状況の変化に応じてスラグ中のマグネシウムイオンの局所環境が大きく変化すると想定される。しかしながら、スラグの XRD プロファイルは多様な結晶相が混在するためいくつものピークが検出され、明解な同定が困難である。そのため、Bredigite 相や γ - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 相等の重要な結晶相を単相で合成し、それらを

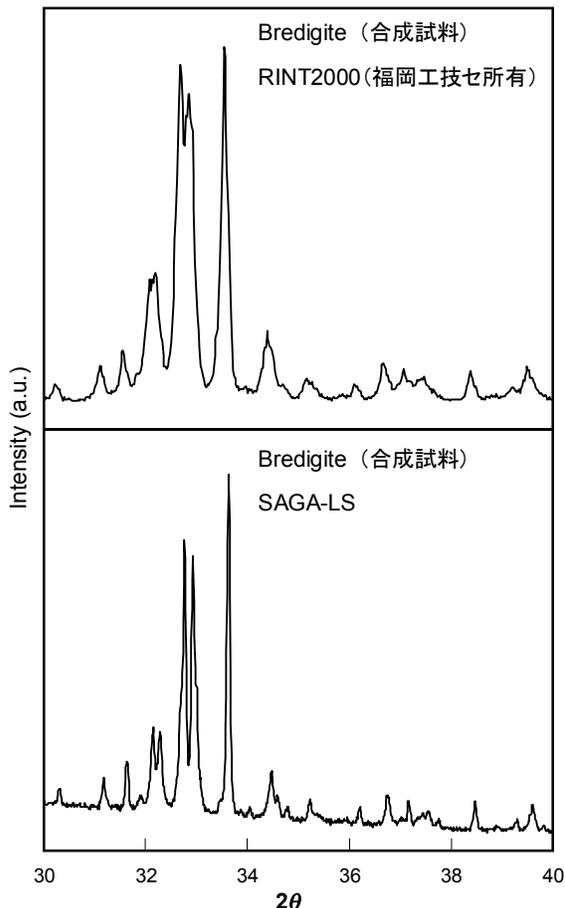


図1 XRDプロファイルの比較

基礎とした結晶解析を行うために、シンクロトロン光を用いた高分解能 XRD 測定を行った。

その結果の例として、合成した Bredigite に関する XRD プロファイルを図1に示した。ように研究室サイズの XRD に比べシャープなピークが検出でき、種々の調製試料について詳細な比較が可能となった。これに倣い、他の XRD データにおいても高分解能のプロファイルを得ることができ、製鋼スラグの粉塵化における結晶相の変化をより詳細に把握することができた。

ただし、 $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ 系の結晶相によるピークはいずれも近い 2θ 角度に検出される傾向があるため、XRD の結果からだけで Bredigite 相と限定することには問題がある。やはり XAFS 測定や XPS 測定などの分光分析手法を用い、系統的な状態分析による裏付けが重要であると判断された。

5. 今後の課題：

今回測定した XRD データを基礎として、ラボ用機器の測定結果と比較しながら複雑なスラグ系の結晶解析を行えることがわかった。しかしながら、本研究の目的とするスラグ凝固過程におけるマグネシウムイオンの挙動は XRD のみでの解明は不可能である。したがって、シンクロトロン光源による XAFS 測定など、多角的な解析が不可欠である。

6. 論文発表状況・特許状況

特にありません。

7. 参考文献

特にありません。

8. キーワード

特にありません。

