

カーボンニュートラル，SDGsに貢献可能な乾燥不要な流し込み材の開発とセメントプラントへの適用結果

黒崎播磨(株) 古賀正徳，徳富篤史，菅 光希，松永隆志，西 敬，井手浩二

Development of Castable Refractories Without Drying Process, Making Contributions to SDGs and Carbon Neutrality, and Result of Its Application to a Cement Plant

Masanori KOGA, Atsushi TOKUTOMI, Kouki SUGA, Takashi MATSUNAGA, Takashi NISHI and Koji IDE

1 緒言

セメントプラントのライニング材として主に流し込み工法が広く適用されている。その結合剤としてはアルミナセメントであり，施工体には自由水及びセメントの水和物を含んでおり，使用前にこれらの水分を除去する乾燥が必要となる。今回，乾燥工程の省略可能な材料の開発でCO₂排出量の削減が可能かつSDGsに貢献できる乾燥不要な流し込み材を開発し，実機適用実績が得られた。

2 乾燥不要な流し込み材の開発

2・1 供試材料品質特性

従来のセメント系流し込み材（a），および今回開発したアルミナ含有量の異なる2種のNONセメント系（珪酸系バインダー）流し込み材（b，c）の品質を表1に示す。

Table 1 Comparison of properties with non-cement and cement type castables

Material	a	b	c
Type of binder	Cement	Non—Cement	
Chemical composition / mass%			
Al ₂ O ₃	89	90	74
SiO ₂	6	8	24
CaO	2		
Permanent linear change / %			
After firing 1500 °C×3 h	0.0	-0.2	0.2
Cold crushing strength / MPa			
After drying 110 °C×24 h	58	19	16
After firing 1500 °C×3 h	80	105	98
Bulk density / g・cm ⁻³			
After drying 110 °C×24 h	2.96	3.12	2.73
After firing 1500 °C×3 h	2.84	3.16	2.69

2・2 乾燥性

爆裂防止の方法としては通気性を大きくし，材料内部に発生する水蒸気圧を小さくすることが有効である。図1に

材料a，bの150 °Cと300 °C加熱後の通気率を示す。材料bはセメント系aよりも，通気率が大幅に高いことがわかる。

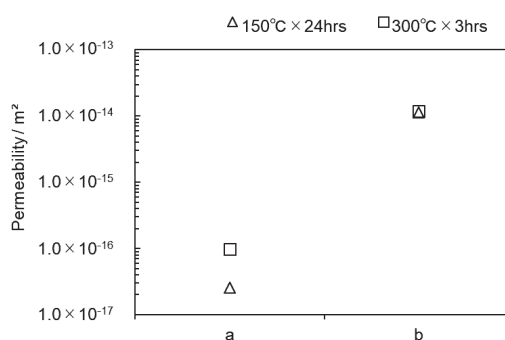


Fig. 1 Comparison of permeability with sample a and b.

2・3 急加熱時の内部蒸気圧の推定

NONセメント材料2種のうち緻密性の高い材料bについて，熱電対と電極を埋め込んだ試料を用い，急加熱による乾燥試験を実施した²⁾。

図2の試験結果から通気性の高い材料は，中心温度が100 °C付近から急に上昇し始めた時点が中心部の自由水の乾燥終了点であると判断されるため³⁾，本試験での乾燥終了は試験開始から約34分後，内部温度102 °C時点と判断される。内部温度から推定される平衡蒸気圧は0.01 MPaであり，乾燥中に発生する蒸気圧は非常に小さい値であることが判った。

2・4 NONセメント材料の耐アルカリ侵食試験

乾燥不要なNONセメント材料a，bのアルカリ侵食試験を実施した。サンプルを1000 °Cで焼成した後，硫酸カルシウム21 gを投入し，1500 °Cで12時間焼成した。焼成後サンプルを切断し，アルカリ浸透性を比較した。その結果

を図3に示す。

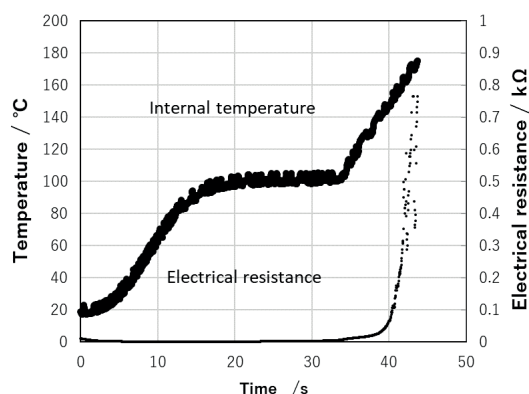


Fig. 2 Result of the drying test.

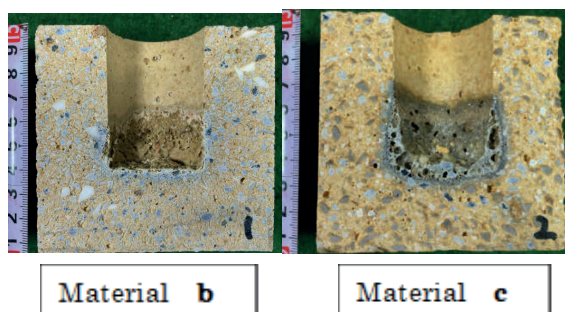


Fig. 3 Comparison of cut surface of samples after alkaline penetration test.

3 実炉結果

3・1 バーナー先端部への適用結果

開発した材料cをA社のバーナー先端部へ適用した。当部位は施工後の乾燥が難しく爆裂が生じやすい部位である。施工後の脱枠状況と炉の稼働から約5か月経過後の耐用状況を図4に示す。操業開始時には、炉を立ち上げる際の暖気運転のみであったが、爆裂は確認されなかった。また、約5か月経過後の施工体の厚みにもほとんど変化なく健全な状態であった。

3・2 使用済解析

A社のバーナー先端部で約5ヶ月使用された開発材料cを解体時に採取し、外観観察及び物性調査を実施した。稼働面側から背面側まで亀裂の発生が全くなく、また粗粒の



Fig. 4 Appearance of test material after demolding and test material after 5 months of use.

切断面も明確になっており施工体強度も高いことがわかる。

4 まとめ

アルミナセメント系に代わるNONセメント流し込み材を開発し、A社のバーナー部へ適用した結果、乾燥不要で適用可能な実績を出すことができた。

本開発品は、長時間の乾燥工程を省くことができ、CO₂発生量の抑制によって今後のカーボンニュートラル（CO₂排出量ゼロ）に大きく貢献できるものである。さらに、乾燥に伴う燃料費用の削減、炉の停止期間の縮小といった顧客メリットにもつながる。

今後、本開発技術が国内外で広く使用され、SDGsおよびCO₂排出量ゼロへの貢献によって地球環境保全の一助となれることを期待する。

文献

- 1) 経済産業省, "セメント産業の省エネルギー対策について", 経済産業省, https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/pdf/007_01_05.pdf, (2023-03-28).
- 2) 神尾英俊, 萩原世也: 第1回鉄鋼用耐火物専門委員会報告集, 耐火物技術協会 (2013) pp.117-126.
- 3) 合田広治: 耐火物, 57 [12] 647-656 (2005).