

PENGGUNAAN REFRAKTORI MONOLITIK MgO-C PADA DINDING PELAPIS TUNGKU PENGOLAHAN LOGAM

Hady Efendy*, Cynthia L. Radiman**, Bambang Ariwahjoedi**, Aditianto Ramelan***

*Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanudin Makassar; **Program Studi Kimia FMIPA ITB, Jl. Ganesha 10 Bandung; ***Program Studi Teknik Material ITB, Jl. Ganesha No. 10 Bandung
E-mail : Efendy_hady@lycos.com

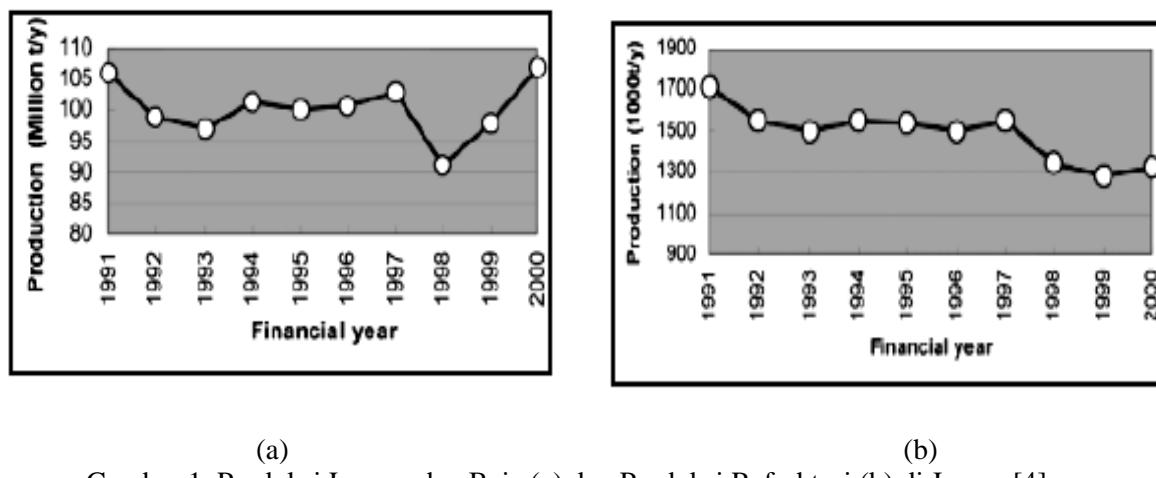
ABSTRAK

Penggunaan bahan refraktori dalam industri pengolahan bijih besi dan logam semakin meningkat. Refraktori MgO-C banyak digunakan dalam industri pengolahan logam. Hal ini disebabkan sifat MgO-C yang memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi yang disebabkan oleh slag dan juga terhadap tegangan termal. Refraktori MgO-C monolitik digunakan sebagai material refraktori pelapis tungku pada proses pengolahan logam. Refraktori MgO-C monolitik memiliki ketahanan korosi slag dan spalling yang baik, tetapi tidak memiliki ketahanan terhadap oksidasi. Keberadaan oksigen menyebabkan proses dekarbonisasi yang mengakibatkan menurunnya sifat refraktori selama penggunaan. Penambahan beberapa antioksidan logam seperti Al, Si, dan Mg mengurangi proses teroksidasinya karbon pada refraktori, selain itu juga meningkatkan sifat fisik, kimia, termal, dan mekanik dari refraktori MgO-C Monolitik pada temperatur tinggi.

KEY WORDS : Antioksidant, MgO-C, Monolitik, Refraktori.

PENDAHULUAN

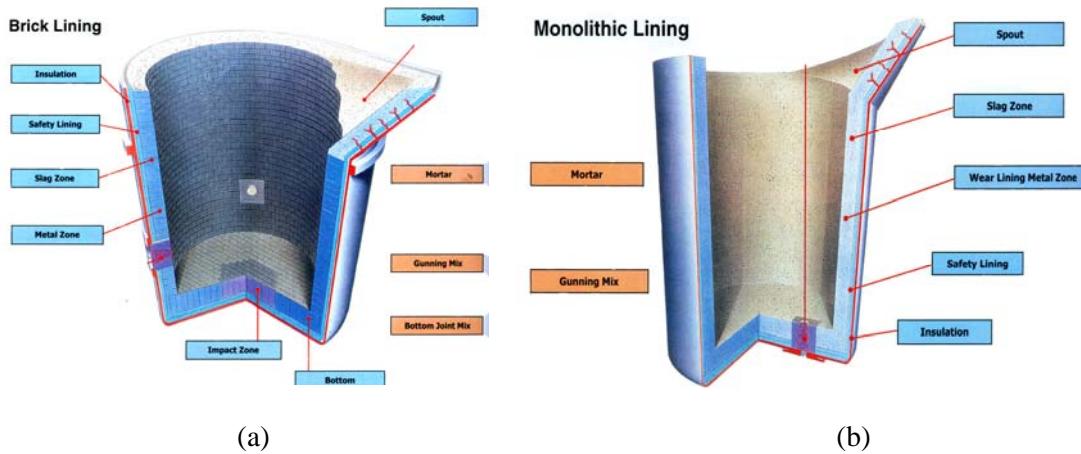
Peningkatan pembangunan di bidang konstruksi dibeberapa negara, seperti Jepang menyebabkan kapasitas produksi industri besi dan logam meningkat (Gambar 1). Hal ini menyebabkan penggunaan bahan refraktori dalam industri pengolahan bijih besi dan logam semakin meningkat. Kenyataannya, peningkatan kapasitas produksi industri besi dan logam tidak diikuti dengan peningkatan produksi refraktori (Gambar 2). Untuk menutupi kekurangan kebutuhan akan bahan refraktori maka dilakukan import bahan refraktori.



Gambar 1. Produksi Logam dan Baja (a) dan Produksi Refraktori (b) di Jepang[4]

Selain melakukan import terhadap bahan refraktori juga dilakukan penelitian dan pengembangan terhadap bahan refraktori guna meningkatkan kualitas bahan. Penelitian dan pengebangunan terhadap bahan refraktori diharapkan dapat menghasilkan bahan yang berkualitas, efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan. Salah satu cara yang mulai dikembangkan dibeberapa negara, seperti Jepang dan Jerman adalah mengembangkan penggunaan bahan refraktori monolitik.

Refraktori monolitik memiliki prospek pasar yang baik di masa akan datang dan diperlukan penelitian lebih lanjut dalam perkembangannya. Beberapa aspek kelebihan yang dimiliki refraktori monolitik, antara lain: kemudahan dalam instalasi, dapat mereduksi adanya sistem sambungan, hemat energi, dan dapat didisain bahan yang sesuai dengan kebutuhan operasi. Masalah yang dihadapi refraktori jenis monolitik saat ini adalah bagaimana mencari refraktori monolitik yang memiliki kekuatan mendekati atau bahkan sama dengan sifat refraktori jenis batu.



Gambar 2. Ladle dengan Menggunakan Refraktori Jenis Batu (a) dan Refraktori Jenis Monolitik (b)

Refraktori MgO-C banyak digunakan dalam industri pengolahan logam. Hal ini disebabkan sifat MgO-C yang memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi yang disebabkan oleh slag dan juga terhadap tegangan termal. Reaksi antara bahan refraktori dengan logam cair menyebabkan larutnya kandungan karbon dan mekanisme reduksi-oksidasi antara karbon dan MgO berperan penting pada pembentukan MgO padat di permukaan refraktori. Hal ini mencegah hilangnya karbon dan memberikan perlindungan terhadap penetrasi slag dan logam cair. Keberadaan oksigen menyebabkan proses dekarbonisasi yang mengakibatkan menurunnya sifat refraktori selama penggunaan. Dalam penelitian ini dilakukan penambahan logam antioksidan seperti Al, Al-Si dan Al-Mg guna mengurangi proses teroksidasinya karbon pada refraktori MgO-C monolitik, selain itu juga dilakukan penelitian terhadap mekanisme yang ditimbulkan dari penambahan bahan antioksidan terhadap sifat fisik, kimia, termal, dan mekanik dari refraktori MgO-C Monolitik.

PROSEDUR PENGUJIAN

Bahan baku refraktori monolitik berupa campuran oksida logam, bahan pengikat, grafit, dan antioksidan logam. MgO merupakan komposisi terbesar dalam campuran. Campuran oksida, grafit, dan antioksidan dengan ratio berat 80 : 10 : 3. Beberapa karakterisasi yang digunakan antara lain XRD, DTA, TGA, SEM-EDS, OM, dan analisis kimia. Terhadap sampel dilakukan juga pengujian Modulus of Rupture (MOR), densitas, dan porositas.

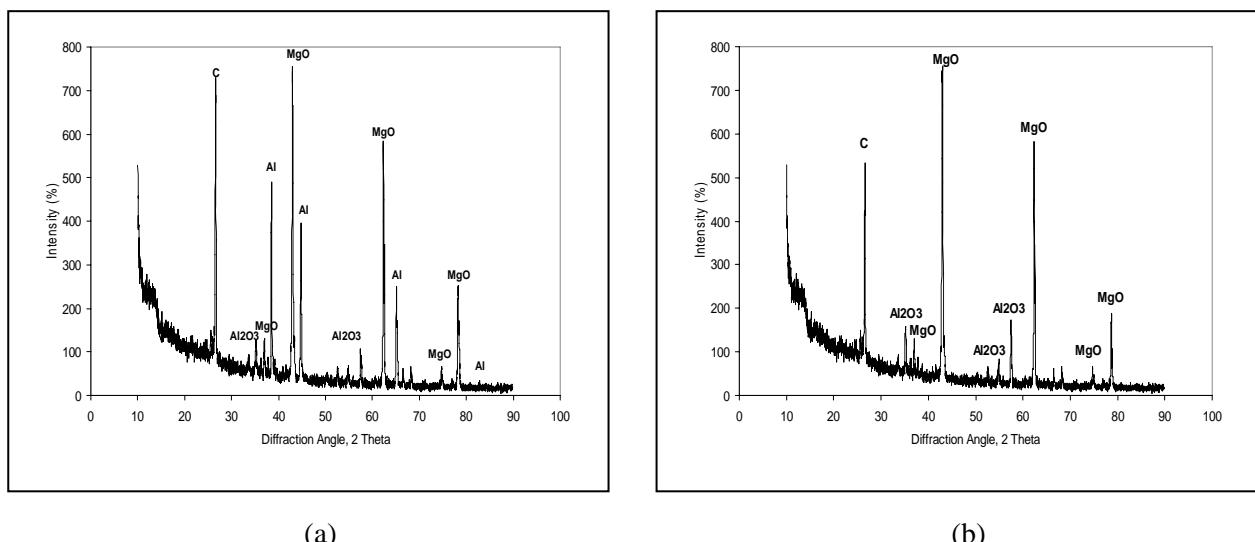
Tabel 1. Komposisi Kimia Bahan Refraktori MgO-C Monolitik

Komposisi	Jenis Oksida	Prosentase
Oksida	MgO	86.00
	SiO ₂	1.20
	Al ₂ O ₃	2.00
	CaO	1.10
	Fe ₂ O ₃	4.5
	Cr ₂ O ₃	5.00
	Trace	

Karbon	Grafit	10
Antioxidant	Al, Al-Si dan Al-Mg	3%
Binder	Coal Tar Oil	3%
	Phenolic Resin	3%

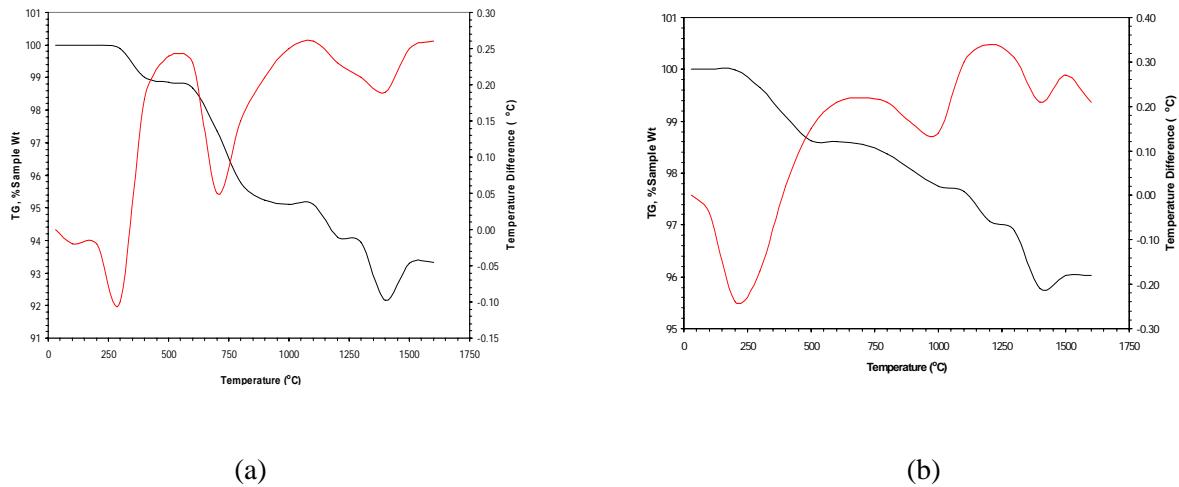
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 memperlihatkan hasil pengujian X-RD dari bahan refraktori MgO-C monolitik dengan penambahan logam antioksidan Al, sebelum (a) dan setelah (b) dipanaskan pada temperatur 1200°C selama 24 Jam. Dari gambar 3 terlihat bahwa setelah mengalami pemanasan pada temperatur 1200°C, puncak-puncak dari logam Al mengecil dan tampak adanya puncak-puncak Al₂O₃. Hal ini menandakan bahwa antioksidan Al teroksidasi dan membentuk Al₂O₃. Pada gambar 3b. terlihat pula masih adanya puncak karbon, ini menandakan bahwa karbon dalam bahan tidak seluruhnya teroksidasi selama proses pemanasan.

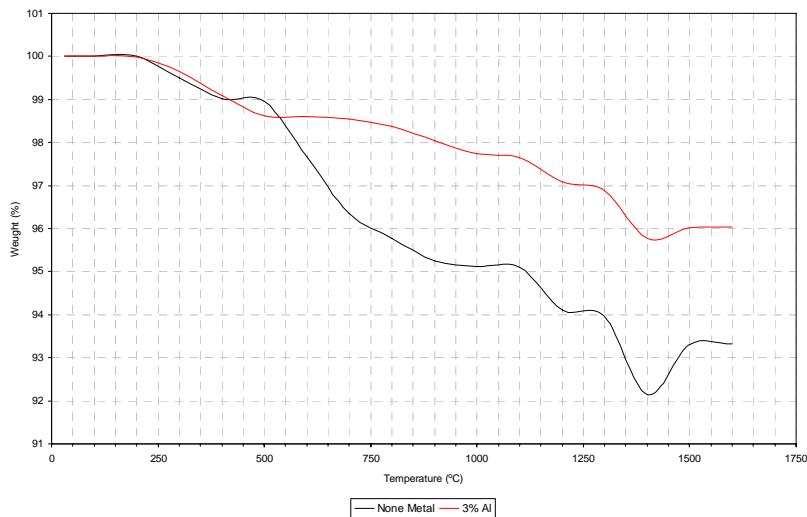


Gambar 3. Hasil X-RD Refraktori MgO-C Monolitik dengan Penambahan Antioksidan Al Sebelum (a) dan Setelah (b) Pemanasan pada Temperatur 1200°C Selama 24 Jam

Gambar 4 memperlihatkan hasil pengujian DTA dan TGA dari bahan refraktori MgO-C monolitik tanpa (a) dan dengan penambahan (b) logam antioksidan Al. Dari gambar 3 terlihat bahwa setelah bahan refraktori dengan penambahan antioksidan Al mengalami susut berat yang lebih kecil dibandingkan dengan bahan yang tanpa diberikan penambahan antioksidan. Hal ini menandakan bahwa keberadaan antioksidan Al menghambat proses dekomposisi termal bahan saat mengalami proses pemanasan. Sebagai perbandingan dapat dilihat pada Gambar 4 hasil pengujian TGA terhadap bahan refraktori tanpa dan dengan penambahan antioksidan Al.

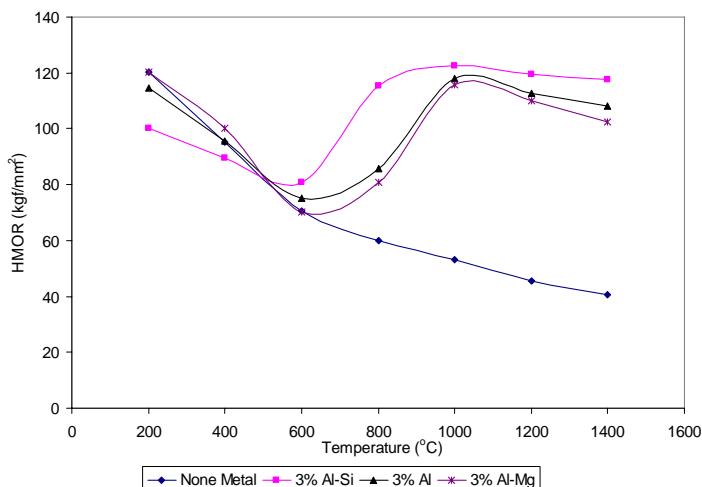


Gambar 4. Hasil DTA dan TGA Refraktori MgO-C Monolitik Tanpa (a) dan Penambahan (b)
 Antioksidan Al



Gambar 5. Hasil TGA Refraktori MgO-C Monolitik Tanpa dan Penambahan Antioksidan Al

Hasil pengujian MOR pada berbagai temperatur untuk sampel dengan 3% antioksidan memperlihatkan adanya penurunan kekuatan MOR dari rentang temperatur 200-600°C, kemudian naik kembali pada rentang temperatur 600-1000°C, dan pada rentang temperatur 1000-1400°C harga MOR turun kembali. Sedangkan untuk sampel tanpa penambahan antioksidan harga MOR terlihat turun terus (Gambar 6).



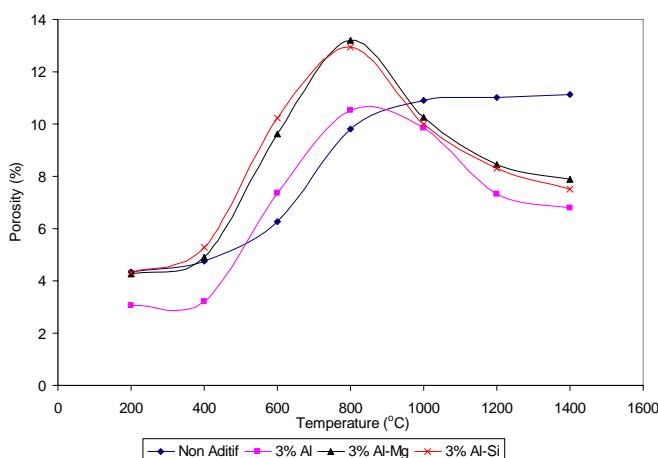
Gambar 6. Pengaruh Temperatur Terhadap Nilai MOR

Penurunan harga MOR pada rentang temperatur 200-600°C lebih disebabkan terjadinya dekomposisi binder dan mencairnya beberapa logam antioksidan yang mengakibatkan penurunan nilai kekuatan. Dengan terdekomposisinya binder mengakibatkan terbentuknya pori-pori pada bahan yang berakibat pada penurunan harga MOR. Harga MOR terendah untuk sampel yang diberi antioksidan terjadi pada temperatur 600°C, sedangkan pada sampel tanpa antioksidan harga MOR terlihat turun terus hingga temperatur 1400°C.

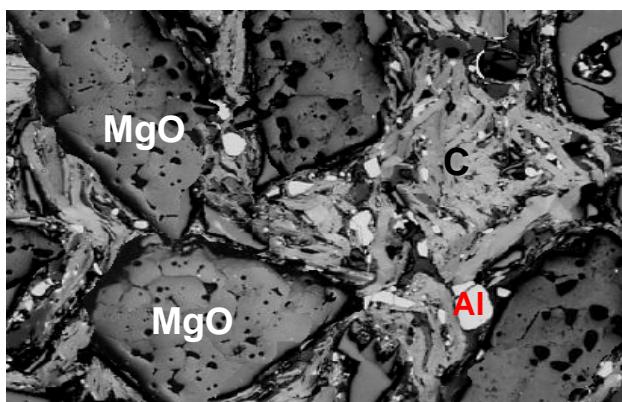
Penurunan harga MOR untuk sampel dengan penambahan antioksidan pada rentang temperatur 1000-1400°C, lebih diakibatkan terjadinya dekomposisi dari bahan-bahan oksida yang terkandung dalam sampel. Adanya peningkatan harga MOR pada rentang temperatur 600-1000°C diakibatkan terbentuknya senyawa karbida maupun oksida dari hasil reaksi antara antioksidan dengan karbon dan oksigen. Selain reaksi tersebut peningkatan harga MOR juga disebabkan reaksi yang terjadi antara oksida yang terkandung di dalam bahan dasar refraktori, seperti pembentukan senyawa *mullite*.

Proses pengisian pori-pori oleh logam antioksidan yang mencair juga dapat meningkatkan harga MOR. Harga MOR tertinggi untuk sampel dengan penambahan antioksidan diperoleh pada temperatur 1000°C. Pada semua grafik memperlihatkan bahan dengan penambahan antioksidan Al-Si memberikan nilai MOR tertinggi, diikuti dengan penambahan antioksidan Al, Al-Mg dan terakhir bahan tanpa diberikan antioksidan. Dari hasil ini terlihat bahwa dengan pemberian antioksidan logam pada bahan refraktori akan meningkatkan sifat mekanik (MOR) dari bahan.

Hasil yang diperoleh dari pengujian porositas pada berbagai temperatur (Gambar 7) memperlihatkan harga porositas semakin meningkat rentang temperatur 200-800°C, dan turun kembali untuk rentang temperatur 800-1400°C. Naiknya harga porositas disebabkan proses dekomposisi binder dan mencairnya beberapa antioksidan yang memiliki temperatur cair rendah, seperti Al dan Mg. Ketika bahan refraktori dipanaskan, maka komponen dari binder hidrokarbon akan terurai, menjadi karbon bebas dan gas seperti H₂, CH₄, CO, dan CO₂. Efek dari terurainya binder hidrokarbon menyebabkan terbentuknya pori-pori pada bahan refraktori, sehingga porositas bahan semakin bertambah. Dengan penggunaan binder tar-resin porositas menjadi berkurang. Adanya fasa kristal cair yang terbentuk sebagaimana yang tampak dari pengamatan mikroskop optik terhadap bahan refraktori yang telah mengalami proses pemanasan pada temperatur 800°C merupakan hasil dari proses dekomposisi binder tar-resin (Gambar 8). Sedangkan mulai temperatur 800-1400°C, oksida yang terbentuk dari reaksi antara logam antioksidan dengan oksigen mengisi pori-pori, sehingga harga porositas turun. Harga porositas sangat berpengaruh terhadap ketahanan erosi bahan refraktori, semakin kecil harga prositas, maka semakin baik ketahanan terhadap erosi suatu bahan. Porositas yang besar memudahkan infiltrasi logam cair ke dalam bahan refraktori yang dapat menyebabkan *slagging*.



Gambar 7. Pengaruh Temperatur Terhadap Porositas.



Gambar 8. Hasil Pengamatan Mikroskop Optik Refraktori MgO-C Monolitik berbinder Tar-Resin dengan Penambahan Antioksidan Logam

KESIMPULAN

Refraktori MgO-C monolitik digunakan sebagai material pelapis dinding pada beberapa tungku pelebur logam. Penambahan antioksidan menurunkan porositas serta meningkatkan sifat mekanik bahan refraktori MgO-C monolitik pada temperatur di atas 800°C. Adanya antioksidan logam akan membentuk oksida dan mengurangi teroksidasinya unsur karbon yang terkandung di dalam bahan refraktori MgO-C monolitik. Mesofasa terbentuk dari proses dekomposisi termal binder tar-resin. Mesofasa diharapkan dapat meningkatkan kejutan termal bahan refraktori MgO-C monolitik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akira, Nishikawa, **Technologi of Monolithic Refractories**, (1984), Plimbrico Japan Company Limited, Jepang.
- [2] Aloysio F. Jr., Norberto B., Alfredo V. and Liliana Z., August (2004), Iron and Steel Technology, pp 42-47.
- [3] Kyei-Sing Kwong and James P.B., (2002) *Jounal of Minerals & Materials Characterizztion Engineering*, Vol.1, No.2, (2002), pp6 9-78.
- [4] Murakami, Kakuichi, Yamato, Tsugio, Ushijima, Yoshinobu, Asano, Keisuke and Krosaki Harima Corp., September/October (2003), *Refractories Applications and News*, pp 12-16.