

직접결합 마그네시아-크로미아질 내화벽돌의 특성에 미치는 Cr₂O₃ 함유량의 영향

홍기곤 · 임창중*

포항산업과학연구원 환경에너지연구부 내화재료연구원
*포철노재(주) 기술연구소 기술개발팀
(1996년 11월 7일 접수)

Effects of Cr₂O₃ Content on the Properties of Direct-Bonded Magnesia-Chromia Bricks

Gi-Gon Hong and Chang-Jung Um*

Refractory Research Team, Environment & Energy Research Division, Research Institute of
Industrial Science & Technology(RIST), P.O.Box 135, Pohang, Korea

*Technical Development Team, Technical Research Center, POSCO Refractories Co., Pohang, Korea

(Received November 7, 1996)

요 약

출발원료로서 소결마그네시아 클링커 및 천연크롬철광을 사용하여 Cr₂O₃의 함유량을 약 10-30 중량%의 범위에
서 변화시켜 직접결합 마그네시아-크로미아질 내화벽돌의 특성에 미치는 Cr₂O₃의 영향을 고찰하였다. 상온 꺾임강
도 및 고온 꺾임강도는 Cr₂O₃의 함유량 및 flux 성분의 함유량과는 상관관계가 성립하지 않았으며, 상온 꺾임강도
및 고온 꺾임강도가 가장 우수한 Cr₂O₃ 함유량의 범위는 20중량% 전후였다. 내식성을 좌우하는 주된 요인은 flux
성분의 함유량보다는 2차 spinel의 생성량이었으며, 내식성은 2차 spinel의 생성량 증가에 따라 선형적으로 증가하
였다. 또한, 내spalling성은 주로 flux 성분의 함유량에 의존하였으며, flux 함유량이 적을수록 내spalling성이 우수
하였다.

ABSTRACT

The effects of Cr₂O₃ content on the properties of direct-bonded MgO-Cr₂O₃ bricks were investigated in
the range of 10 to 30 wt% of Cr₂O₃. Modulus of rupture of bricks was excellent in about 20 wt% of Cr₂O₃
content. The corrosion resistance of bricks was improved by increasing Cr₂O₃ content and was directly pro-
portional to the amount of secondary spinels. On the other hand, the spalling resistance of bricks depended
on the amount of flux rather than Cr₂O₃ content.

Key words : MgO-Cr₂O₃ brick, Cr₂O₃ content, Modulus of rupture, Corrosion resistance, Spalling resistance

1. 서 론

마그네시아-크로미아(이하, 마그크로라 약함)질 내화
벽돌은 일반적으로 마그네시아 클링커와 크롬철광의 배
합비가 65:35-85:15이며, 관점에 따라서는 크로마그질
내화벽돌의 bursting 현상을 방지하기 위하여 마그네시
아를 증가시킨 내화벽돌 또는 spalling 저항성을 개량한
마그네시아질 내화벽돌이라고 볼 수 있다.

크롬철광은 생산지에 따라 원료특성이 다르지만, 일
반적으로 XY₂O₄(X=Mg²⁺, Fe²⁺, Y=Al³⁺, Fe³⁺, Cr³⁺)로

표시되는 다성분계의 chromite spinel이 주요 구성광물
이다.¹⁾ 크롬철광중에는 다성분계의 chromite spinel 외
에도 CaO나 SiO₂와 같은 불순물이 필연적으로 수반되는
데, 특히 SiO₂는 액상생성을 조장하므로 Cr₂O₃ 함유량이
많은 크롬철광일지라도 SiO₂가 다량 함유된 크롬철광은
마그크로질 내화벽돌의 내식성을 저하시킨다.²⁾

마그크로질 내화벽돌의 결합방식에는 화학결합
(chemical bond), 규산염결합(silicate bond), 직접결합
(direct bond) 및 재결합(rebond)이 있다.

화학결합 마그크로질 내화벽돌은 마그네시아 클링커

와 크롬철광을 분쇄하여 입도조정을 행하고 화학결합제를 첨가하여 혼련한 후 고압성형하여 건조시킨 불소성 품이며, 내화벽돌을 실로에서 사용할 때 화학결합은 분해되고 후술할 규산염결합이 형성된다. 화학결합의 분해온도와 규산염(forsterite, monticellite)결합이 형성되는 중간온도영역에서 내화벽돌의 조직결합력 저하 및 균열발생으로 인하여 가혹한 사용조건에서는 손모가 빠른 결점이 있다.

규산염결합 마그크로질 내화벽돌은 마그네시아 클링커와 크롬철광을 조합시켜 1500°C 부근의 비교적 저온에서 소성시킨 내화벽돌이다. 원료중에 함유된 불순물인 규산염이 소성온도에서 용융되어 마그네시아 클링커와 크롬철광을 결합시키지만, 조직결합을 담당하는 규산염이 고온에서 용융되므로 내화벽돌의 열간강도가 낮다.

직접결합 마그크로질 내화벽돌은 고순도의 마그네시아 클링커와 정선된 크롬철광을 조합시켜 1650°C 이상에서 소성시킨 내화벽돌이며, 2차 spinel 결합을 포함한 직접결합의 형성기구는 다음과 같다. 소성과정중에 크롬철광에 함유되어 있는 Cr_2O_3 와 Al_2O_3 성분이 마그네시아 클링커중으로 확산되어 고용되고, 일부는 용융규산염중으로도 용해되어 제 2, 3의 산화물($MgO \cdot Al_2O_3$, $MgO \cdot Cr_2O_3$)을 형성한다. 이러한 제 2, 3의 산화물은 냉각과정중에 마그네시아와 복합 spinel($MgAlCrO_4$ 즉, $2MgO \cdot Al_2O_3 \cdot Cr_2O_3$)을 형성하여 2차 spinel로서 마그네시아 클링커의 입체에 석출되어 마그네시아 클링커를 상호결합시키거나 마그네시아 클링커와 크롬철광을 직접적으로 강력히 결합하므로, 내화벽돌의 열간강도가 높고 피로저항성이 우수하다. 크롬철광중에 함유되어 있는 산화철은 마그네시아 클링커중에 흡수되어 magnesioferrite($MgO \cdot Fe_2O_3$)로서 마그네시아 클링커중에 존재하는데, magnesioferrite는 환원분위기하에서 온도변화에 의하여 식 (1)과 같이 상변화를 일으켜 내화벽돌의 용적변화를 야기하므로 내화벽돌의 조직파괴를 조장한다. 그러므로, 마그크로질 내화벽돌의 온도 및 분위기 변화에 대한 용적안정성을 개선하기 위해서는 산화철의 함유량이 작은 크롬철광을 사용하고, 크롬철광의 배합비를 고려하는 등의 대책이 필요하다.



제결합 마그크로질 내화벽돌은 마그네시아 및 산화크롬을 주성분으로한 원료를 전기용융하여 제조된 전용마그크로클링커를 사용한 내화벽돌로서, 우수한 열간특성 및 내식성을 나타낸다. 또한, 전주내화벽돌(fused brick)보다는 내spalling성이 더 우수하므로, 전주내화벽돌의 내spalling성을 개량한 내화벽돌이라고 할 수 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 직접결합 및 제결합 마그크로질 내화벽돌의 광물조성은 주로 periclase와 chromite spinel이 주체이며, 내화벽돌의 결합형태가 결정질의 결합이므로 열간강도, 고온 용적안정성 및 고하중연화성등 열간특성이 특히 우수하다.

본 연구에서는 진공탈가스처리설비(vacuum degassing vessel)나 2차 정련처리설비(secondary refining vessel)용 내장내화물로서 광범위하게 사용되고 있는 직접결합 마그크로질 내화벽돌중에 함유되는 Cr_2O_3 의 함유량이 약 10-30 중량%가 되도록 제조한 후, Cr_2O_3 함유량이 직접결합 마그크로질 내화벽돌의 특성에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다.

2. 실험방법

2.1. 시험품제조

Table 1에 나타난 출발원료를 사용하여 Table 2와 같은 조성이 되도록 청량한 후, 결합제로서 페놀수지를 외삼으로 2.5 중량% 첨가하고 800 kg/cm²의 압력으로 230×114×65 mm의 크기가 되도록 성형체를 제조하였다. 이들 성형체를 1695°C~1820°C의 온도범위에서 소성하여 시험용 마그크로질 내화벽돌을 제조하였다.

Table 1. Chemical Compositions of Starting Materials (Unit : wt%)

	Sintered MgO Clinker	Natural Chrome Ore A	Natural Chrome Ore B	Natural Chrome Ore C
MgO	98.55	20.68	12.27	15.70
Cr ₂ O ₃	-	32.88	47.07	57.00
Al ₂ O ₃	0.11	26.92	15.46	11.50
Fe ₂ O ₃	0.10	12.99	24.02	14.00
SiO ₂	0.20	4.67	1.09	0.53
CaO	0.55	0.79	0.03	0.90

Table 2. Batch Compositions of Magnesia-Chromia Bricks Used in This Study (Unit : wt%)

Symbols of Batch Compositions Starting Materials	A B C D E				
	Sintered MgO Clinker	70	55	50	50
Natural Chrome Ore A	30	30	30	30	-
Natural Chrome Ore B	-	15	20	20	-
Natural Chrome Ore C	-	-	-	-	45
Extra Addition of Cr ₂ O ₃	-	1	3	5	2
Extra Addition of Fe-Cr	-	-	-	-	3

2.2. 상온 꺾임강도시험

제조된 마그크로질 내화벽돌을 40×40×160 mm의 크기로 절단한 후, JIS R2553의 방법에 따라 상온 꺾임강도(span 거리 : 100 mm)를 측정하였다.

2.3. 비중 및 기공율 시험

강도측정시험이 완료된 시편의 일부를 절취하여, JIS R2205의 방법에 준하여 비중 및 기공율을 측정하였다.

2.4. 고온꺾임강도시험

40×40×160 mm의 크기로 절단한 시편을 고온꺾임강도 측정용 전기로에 장입한 후, 10°C/min의 속도로 1400°C까지 승온하여 3시간동안 유지한 후 3점 꺾임강도(span 거리 : 100 mm) 시험을 행하였다.

2.5. 잔존선변화율

마그크로질 내화벽돌의 용적안정성을 비교평가하기 위하여 2.2항에서 언급한 것과 동일한 크기의 시편을 준비한 후, 1400°C에서 5시간 동안 가열하여 가열진후에 있어서 시편의 길이변화를 측정하여 잔존선변화율을 구하였다.

2.6. 내spalling성 평가

시험편을 40×40×40 mm의 크기로 절단한 후, 1400°C×1시간×공냉×반복의 시험조건에서 시험을 행하여 시편이 최종적으로 박락되는 회수로 각 조성의 내spalling성을 평가하였다.

2.7. 내침식성의 평가

110(길이)×40(높이)×83(윗변)×115(아래변) mm 크기의 시편 8개를 조합하여 Fig. 1에 나타난 산소 및 프로판가스를 열원으로 하는 회전침식시험기를 사용하여 1750°C×1시간×침식제배제×30분 공냉의 시험조건을 5회 반복시험한 후, 시험전후의 침식면적으로 부터 각 시편의 내침식성을 평가하였다. 본 연구에서는 침식제로서 열기도의 비(CaO/SiO₂)가 3.20인 ladle slag를 사용하였다.

2.8. 미세구조 및 성분분석

소성후 제조된 각 조성의 내화벽돌에 대한 미세구조 관찰 및 성분분석을 위하여 각 시편을 표면 연마한 후, SEM-EPMA 분석을 실시하였다.

2.9. 상분석

Batch 조합에 따른 소성후의 광물상 변화 및 2차 spinel의 생성량을 고찰하기 위하여 회절각 10~70°의 범위에서 X선 회절분석을 행하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 제조된 각 마그크로질 내화벽돌의 화학분석결과 및 물성측정결과를 각각 Table 3과 Table 4에 나타내었다. 제조된 내화벽돌의 겉보기 기공율은 14~17% 정도였으며, 제조된 내벽돌을 1400°C에서 5시간 동안 가열한 후의 잔존선변화율은 1.4~1.5% 정도로서 Cr₂O₃ 함유량에 따른 용적안정성 측면에서의 차이는 관찰되지 않았다.

X선 회절분석결과 주된 광물상은 내화벽돌중의 Cr₂O₃ 함유량에 관계없이 periclase(MgO), picrochromite[(Mg, Fe)(Cr, Al)₂O₄], MgCr₂O₄ 및 MgFeAlO₄ 등이었으며, monticellite(CaO·MgO·SiO₂)가 소량 검출되었다.

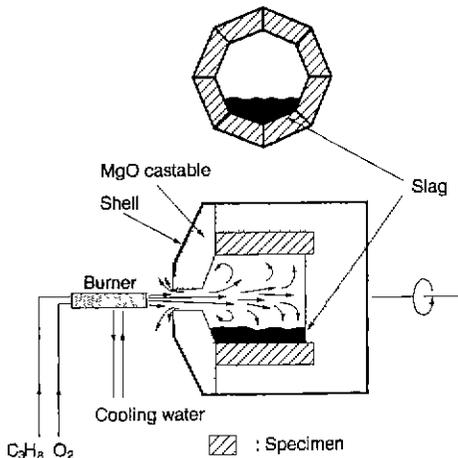


Fig. 1. Schematic diagram of equipment for rotary corrosion test.

Table 3. Chemical Compositions of Magnesia-Chromia Bricks Fabricated in This Study(UNIT : wt%)

Symbols of Batch Compositions	A	B	C	D	E
MgO	72.80	62.17	57.80	56.90	57.80
Cr ₂ O ₃	11.70	17.86	20.20	22.80	28.50
Al ₂ O ₃	8.20	10.40	10.60	8.80	5.40
Fe ₂ O ₃	5.10	7.48	8.80	7.60	6.10
SiO ₂	1.70	1.69	1.60	1.80	0.60
CaO	0.50	0.41	0.90	0.30	1.00
MgO+Cr ₂ O ₃	84.50	80.03	78.00	79.70	86.30
Flux	15.50	19.97	22.00	20.30	13.70

Table 4. Properties of Magnesia-Chromia Bricks Fabricated in This Study

Symbols of Batch Compositions	A	B	C	D	E
Density(g/cm ³)	3.10	3.19	3.15	3.14	3.25
Porosity(%)	15.0	14.1	17.0	17.5	15.8
Residual Linear Change(%)	1.53	1.46	1.43	1.41	1.45

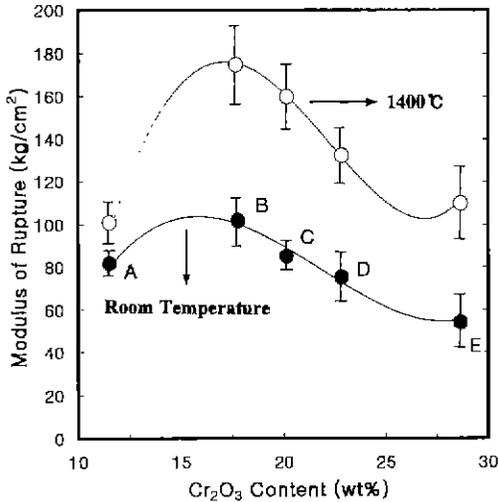


Fig. 2. Relationship between Cr₂O₃ content and modulus of rupture

Cr₂O₃ 함유량과 기계적 성질과의 상관성을 규명하기 위하여 횡축에는 Cr₂O₃ 함유량을, 종축에는 상온 쥐임강도 및 고온 쥐임강도를 취하여 Fig. 2에 나타내었다.

마그네슘 내화벽돌중의 Cr₂O₃ 함유량이 20 중량% 전후일 경우에 상온 쥐임강도 및 고온 쥐임강도가 가장 우수한 것으로 판명되었으며, Cr₂O₃의 함유량이 15 중량% 이하가 되거나 30 중량% 가까이 되면 오히려 상온 쥐임강도 및 고온 쥐임강도가 저하되었다. 이러한 사실은 직접결합 마그네슘 내화벽돌의 기계적 물성값은 내화벽돌중에 함유되는 Cr₂O₃의 양에 의존하는 것이 아니라, 가장 우수한 물성값을 나타내는 Cr₂O₃ 함유량의 일정한 범위가 존재한다고 생각된다.

Cr₂O₃의 함유량과 내식성의 관계를 Fig. 3에 나타내었는데, Cr₂O₃의 함유량이 증가됨에 따라 마그네슘 내화벽돌의 침식지수가 감소되므로 내식성이 증가됨을 알 수 있다. 이러한 내식성의 증가요인을 고찰하기 위하여 X선 회절분석결과중 MgO(200)면과 MgCr₂O₄(531)면을 사용하여 상대강도비를 식 (2)로부터 구한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 회절각 10~70°사이의 회절범위에

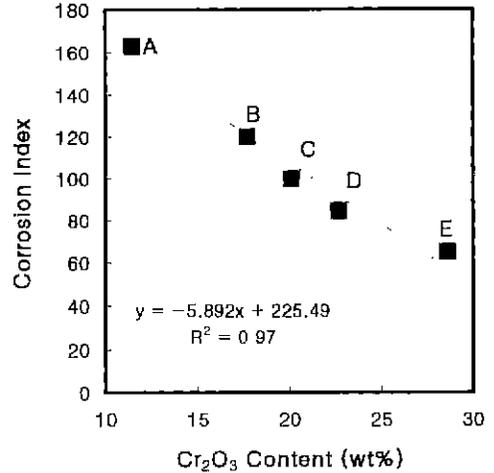


Fig. 3. Relationship between Cr₂O₃ content and corrosion index.

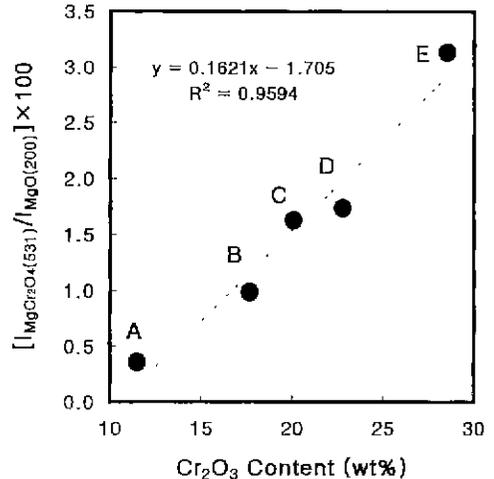


Fig. 4. Relationship between Cr₂O₃ content and the amount of secondary spinels.

서 2차 spinel의 peak가 거의 모두 겹치므로, 여기에서는 2차 spinel 생성의 대표값으로서 peak가 겹치지 않는 MgCr₂O₄(531)면을 사용하였다.

$$\left[\frac{I_{MgCr_2O_4(531)}}{I_{MgO(200)}} \right] \times 100 \dots\dots (2)$$

I_{MgCr₂O₄(531)} : MgCr₂O₄ (531)면의 회절강도
I_{MgO(200)} : MgO (200) 면의 회절강도

Fig. 3과 Fig. 4를 비교하여 보면, 내식성과 MgCr₂O₄의 함유량(즉, 2차 spinel의 생성량)은 상관관계가 성립함을 알 수 있다. 즉, 마그네슘 내화벽돌중에 생성되는 2차 spinel의 양이 증가됨에 따라 마그네슘 내화벽돌의 내

식성이 증가됨을 알 수 있다.

마그크로질 내화벽돌중에 생성되는 2차 spinel은 MgO와 R₂O₃(Al₂O₃, Fe₂O₃, Cr₂O₃) 성분으로 이루어진 (Mg, Fe)(Cr, Al, Fe)₂O₄계 복합 spinel인데, spinel을 구성하는 성분중에서 Al₂O₃>Fe₂O₃>MgO의 순으로 slag에 용출되기 쉬우며, Cr₂O₃는 slag와 가장 반응이 없는 성분으로 알려져 있다.³⁾ 또한, Cr₂O₃ 함유량이 동일할 경우에는 Fe₂O₃나 Al₂O₃의 함유량이 증가되면 마그크로질 내화벽돌의 내식성이 저하되는 것으로 알려져 있다.⁴⁾ 그러므로, 마그크로질 내화벽돌의 내식성을 향상시키기 위해서는 MgO와 Cr₂O₃를 제외한 flux 성분의 양을 최소화 하는 것이 매우 중요하다.

마그크로질 내화벽돌의 화학성분을 나타낸 Table 3에서 살펴보면 Fe₂O₃와 Al₂O₃ 등의 flux 성분의 함은, B, C 및 D의 경우는 약 20-22 중량% 정도이며, A의 경우는 약 16 중량% 정도이다. 저융점 화합물을 생성시키는 이러한 flux 성분의 양이 A가 작음에도 불구하고 다른 마그크로질 내화벽돌(B, C 및 D)에 비하여 내식성이 저

하되는 것은 Cr₂O₃ 함유량의 감소에 따른 2차 spinel의 생성량이 미약하여 상대적으로 MgO의 용손을 막지 못한 것에 기인한 것이라 생각된다. 또한, 조성 E의 내식성이 가장 우수하게 나타난 것은 flux 성분의 양이 14 중량% 정도로서 가장 작은 반면에 2차 spinel의 생성량은 가장 많은 것에 의한 것이라고 생각된다.

이상의 내식성에 대한 고찰을 종합하면, 마그크로질 내화벽돌의 내식성을 좌우하는 가장 주된 요인은 flux 성분의 함유량보다는 2차 spinel의 생성량이라고 생각된다.

Fig. 5에는 Cr₂O₃ 함유량의 변화에 따른 matrix부의 미세구조를 나타내었으며, Fig. 6에는 Cr₂O₃ 함유량의 변화에 따라 MgO 클링커중에 생성되는 2차 spinel의 분포를 나타내었다.

시험품 B와 C의 matrix부에서의 미세구조를 나타낸 Fig. 5에서 살펴보면, 내화벽돌중에 함유되는 Cr₂O₃의 양이 증가됨에 따라 2차 spinel의 생성량 및 그 분포가 증가되어 matrix부에 존재하는 연속기공이 고립화됨으

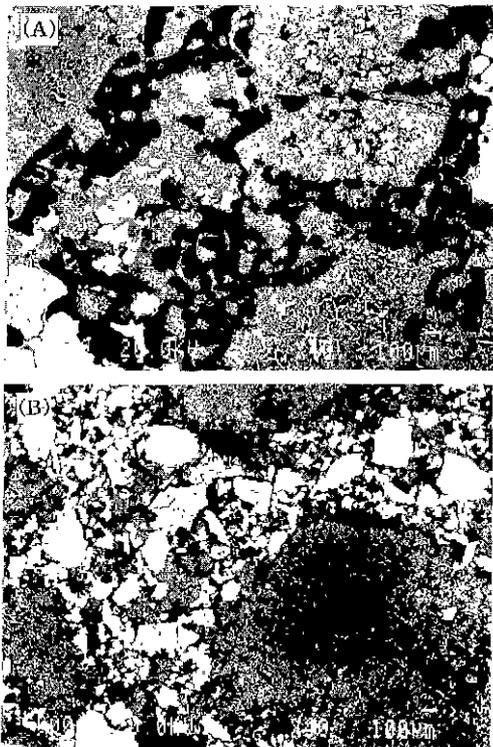


Fig. 5. Back-scattered SEM images of MgO-Cr₂O₃ bricks; (A) Composition B and (B) Composition C. (Grey phases are MgO, white phases are secondary spinels and dark phases are pores.)

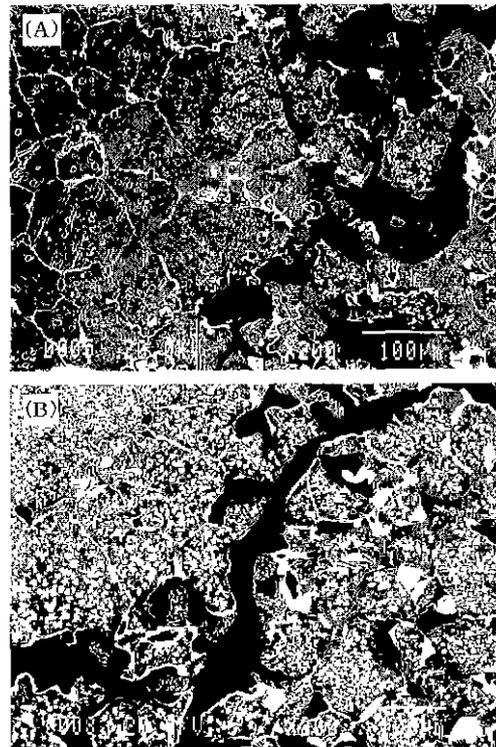


Fig. 6. Back-scattered SEM images showing the secondary spinels formed within MgO clinker; (A) Composition A and (B) Composition E. (Grey phases are MgO, white phases are secondary spinels and dark phases are pores.)

Table 5. Chemical Compositions of Secondary Spinel Formed at Matrix Part and MgO Clinker by EPMA Analysis(Unit : wt%)

Part		A	B	C	D	E
Matrix	MgO	17.83	4.71	19.74	19.06	10.76
	Al ₂ O ₃	22.45	40.39	21.30	14.88	8.54
	Cr ₂ O ₃	48.47	51.37	51.58	51.77	65.28
	Fe ₂ O ₃	11.25	0.50	7.21	14.29	15.18
	SiO ₂	-	3.03	0.17	-	0.24
MgO Clinker	MgO	22.74	19.74	26.35	18.60	16.84
	Al ₂ O ₃	38.09	21.72	15.43	16.85	8.12
	Cr ₂ O ₃	28.32	45.67	38.39	45.15	58.56
	Fe ₂ O ₃	10.29	12.81	19.01	19.29	16.33
	SiO ₂	0.27	0.06	0.47	0.11	0.15
	CaO	0.29	-	0.35	-	-

로써 기공분포가 불연속화 됨을 알 수 있다. 이러한 미세구조적 요인이 Cr₂O₃ 함유량의 증가에 따른 마그네슘 내화벽돌의 내식성 증진요인중의 하나라 생각되며, 이러한 사실은 Fig. 3과 Fig. 4에서 고찰한 내식성과 2차 spinel 생성량과의 상관관계를 입증해주고 있다.

시험품 A와 E의 MgO 클링커중에 생성되는 2차 spinel의 분포 및 크기를 나타낸 Fig. 6에서 살펴보면 다음과 같다.

Cr₂O₃ 함유량이 가장 작은 시험품 A의 경우에는 2차 spinel이 주로 MgO 클링커의 입체를 따라서 석출되어 있으며, MgO 클링커의 입내에 석출되는 2차 spinel의 양은 미약하다. 반면에, Cr₂O₃ 함유량이 가장 많은 시험품 E의 경우에는 2차 spinel이 MgO 클링커의 입체 및 입내에 균일하게 석출되며, 그 크기 및 분포량도 시험품 A보다 크다. 그러므로, MgO 클링커의 입체 및 입내에 생성되는 이러한 2차 spinel이 MgO 클링커의 용강 및 slag에 의한 침식 및 침윤을 방지한다는 사실을 고려하면, Cr₂O₃ 함유량이 많을수록 마그네슘 내화벽돌의 내식성이 우수한 결과를 나타내는 것은 이러한 미세구조적 요인에 기인하는 것이라 생각된다. 또한, A 조성의 경우에 2차 spinel이 MgO 클링커의 입체전체에 석출되어 있는 반면에 입내에는 소량 석출되어 있다는 사실과 MgO 클링커의 입체와 입내에 균일하게 석출되어 있는 E 조성의 미세구조로부터, MgO 클링커중으로 확산되는 2차 spinel은 MgO 클링커의 입체를 따라서 우선적으로 석출되고 입체에서의 일정한 포화농도를 지나면 입내로 확산되어 석출된다는 생각된다.

Table 5에는 matrix부와 MgO 클링커중에 석출되는 2차 spinel에 대한 EPMA 분석결과를 나타내었다. 내화

요입학회지

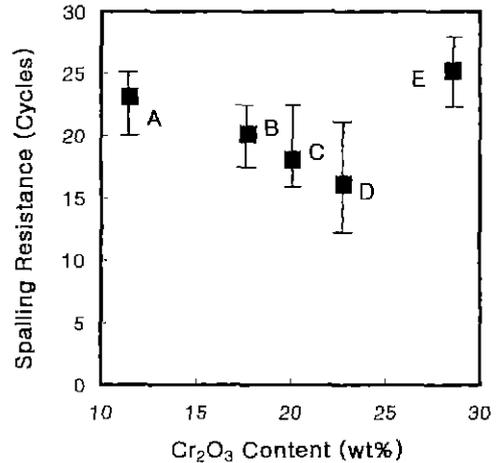


Fig. 7. Relationship between Cr₂O₃ content and spalling resistance.

벽돌중에 함유되는 Cr₂O₃의 양이 증가됨에 따라 2차 spinel중에 함유되는 Cr₂O₃의 양이 전반적으로 증가되었다. 또한, matrix부에서 석출되는 2차 spinel과 MgO 클링커중에서 석출되는 2차 spinel의 Cr₂O₃ 함유량을 비교해 보면, 내화벽돌의 조성에 관계없이 모두 matrix부에서 석출되는 2차 spinel의 경우가 Cr₂O₃ 함유량이 더 높다는 사실을 알 수 있다.

Fig. 7에서 마그네슘 내화벽돌의 spalling 시험결과를 나타내었는데, 내spalling성은 E>A>B>C>D의 순서로 우수하였다. 마그네슘 내화벽돌의 내spalling성을 좌우하는 요인중 Cr₂O₃의 함유량(즉, 2차 spinel의 생성량)도 중요한 요소중의 하나라는 사실은 분명하나, 본 연구범위에서는 마그네슘 내화벽돌의 내spalling성은 주로 flux 성분의 함유량에 의존하는 것으로 나타났다. 즉, Table 3의 화학성분과 Fig. 7의 spalling 시험결과를 비교해 보면 대체적으로 내화벽돌중에 함유된 flux 성분의 함유량이 작을수록 내spalling성이 우수한 것으로 판명되었다. 이것은 flux 성분의 함유량이 많을수록 저융점 화합물의 생성에 의한 matrix부의 결합력 감소에 의한 것이라 생각된다. 그러므로, 마그네슘 내화벽돌의 내spalling성을 증진시키기 위해서는 flux 성분의 함유량을 최소화하여야 한다는 사실을 알 수 있다.

4. 결 론

출발원료로서 소결마그네시아 클링커 및 천연크롬철광을 사용하여 Cr₂O₃의 함유량을 약 10-30 중량%의 범위에서 변화시켜 직접결합 마그네시아-크로미아질 내화

벽돌의 특성에 미치는 Cr_2O_3 함유량의 영향을 고찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상온 꺾임강도 및 고온 꺾임강도는 Cr_2O_3 의 함유량 및 flux 성분의 함유량과는 비례관계가 성립하지 않았으며, 상온 꺾임강도 및 고온 꺾임강도가 가장 우수한 Cr_2O_3 함유량의 범위는 20중량% 전후였다.

2. 내식성을 좌우하는 주된 요인은 flux 성분의 함유량보다는 2차 spinel의 생성량이었으며, 내식성은 2차 spinel의 생성량증가에 따라 선형적으로 증가하였다.

3. 내spalling성은 주로 flux 성분의 함유량에 의존하였으며, flux 성분의 함유량이 적을수록 내spalling성이 우수하였다.

REFERENCES

1. K. Ichigawa, K. Minato and S. Horita, "Corrosion Resistance of Magnesia-Chrome Brick for Low Basicity Slag," *Taikabutsu*, **41**(10) 556-558 (1989).
2. K. Ichigawa, H. Iwado and T. Hisamoto, "Reaction between Chrome Ore and Fused Magnesia," *Taikabutsu*, **41**(9) 511-514 (1989).
3. A. Asano, K. Ichigawa, H. Iwado and T. Hisamoto, "Reaction between Chrome Ore and Slag," *Taikabutsu*, **43**(1) 11-16 (1991).
4. H. Takahashi, T. Kawakami, Y. Oguchi, I. Tsuchiya and N. Uzaki, "Application of High Cr_2O_3 Magnesia-Chrome Refractories to Secondary Refining Systems," *Taikabutsu*, **40**(9) 564-566 (1988).