

SiC 함유 건닝용 Castable 개발 및 적용

백동주* · 최유진 · 김원갑 · 이석근
 <한국내화>

1. 서 론

국내 시멘트산업은 시멘트의 대부분이 사용되고 있는 건설업의 업황에 큰 영향을 받고 있으며, 2009년 하반기부터 점차 회복세를 보이던 국내 건설경기의 급격한 하락세 및 유연탄 가격 상승에 따른 원가부담과 내수출하량 감소에 따른 업계 경쟁심화로 수익성 개선이 더딘 상황이다.

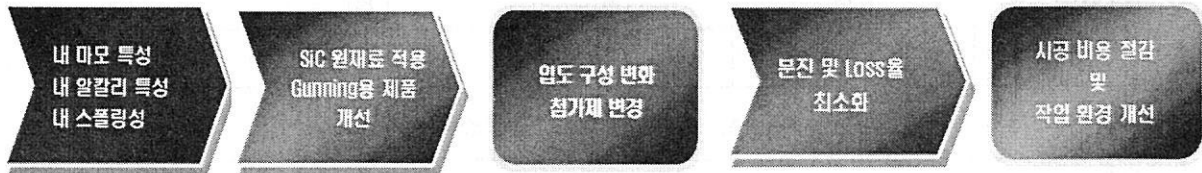
이러한 상황에 원가절감을 위한 연료의 변화에 따른 내화물의 사용조건이 더욱 가혹화 되며, 내화물의 수명 연장이 지속적으로 요구되고 있다.

시멘트 공업에 있어서 Kiln 본체용 내화물은 사용기간이 매우 길지만 비교적 내용 수명이 짧고

중간 보수가 정기적으로 진행되는 부속설비(Pre heater, Cooler, Hood, Burner) 부위에 당사는 기존 유입시공 방식을 개선한 SiC 10%급 건닝용 Castable 내화물 개발에 역점을 두었으며, 본 기술 자료에서도 시멘트 공업에 사용되는 부정형 내화물의 손상요인과 당사 개발품의 특성에 대한 내용을 중심으로 기술하였다.

2. 건닝용 Castable 요구 특성 및 개발 배경

시멘트 Kiln용 내화물은 Air 유속에 의한 마모, 온도 상승으로 알칼리염에 의한 화학적 침식



시공방법에 따른 장.단점 비교		
Shot Crete & Gunning	Shot Crete	Gunning
장점	단점	단점
Castable의 연속시공가능	분진 少	분진 多
시공시 형틀이 필요없음	Rebound Loss 少	Rebound Loss 多
협소한 공간에서도 시공 가능	시공기기 고가	시공기기 고가
시공 인력 및 시간 단축	다량의 폐수 발생	다량의 폐수 발생

및 알칼리 코팅물의 탈·부착에 의한 기계적 열적 Spalling 손상이 발생되므로 내마모성이 우수하고, 열전도율이 높아 급열, 급랭에 대한 저항성이 뛰어나며 열팽창 계수가 작아 내 Spalling성이 우수한 Silicon Carbide를 적용한 Castable 개발을 진행 하였다. 또한, 종래의 시공방법인 유입시공 및 Gunning 시공 단점을 개선 및 보완으로 No Mould, Not Hardness Time 및 시공 시 Loss율, 분진 발생을 최소화한 건닝용 Castable을 개발하여 실로 적용 하였다.

3. 개발품 품질 평가

개발품에 대한 품질 평가는 타사 Gunning 제품 1종 및 당사 SiC 함유 Casting 제품을 비교 평가 함.

3.1 실험 방법

실험 시편 제조는 적정 작업성이 발현되는 수분을 첨가한 후 시편 제조

➔ A사품 및 당사 CRT-SC10G 제품은 Gunning용이며, CRT-SC10 은 Casting 제품임.

Table. 1 각 제품별 첨수량

	A사	CRT-SC10G	CRT-SC10
Content of SiC(%)	15	10	10
Water Addition(%)	12	11	9

Table. 2 물리적 특성 평가

		A사	CRT-SC10G	CRT-SC10
Cold Crushing Strength(MPa)	110℃×24hrs	16	25	53
	1000℃×3hrs	25	32	75
	1200℃×3hrs	28	39	80
Bulk Density(Db)	110℃×24hrs	2.08	2.14	2.36
	1000℃×3hrs	2.02	2.09	2.29
	1200℃×3hrs	2.04	2.29	2.31

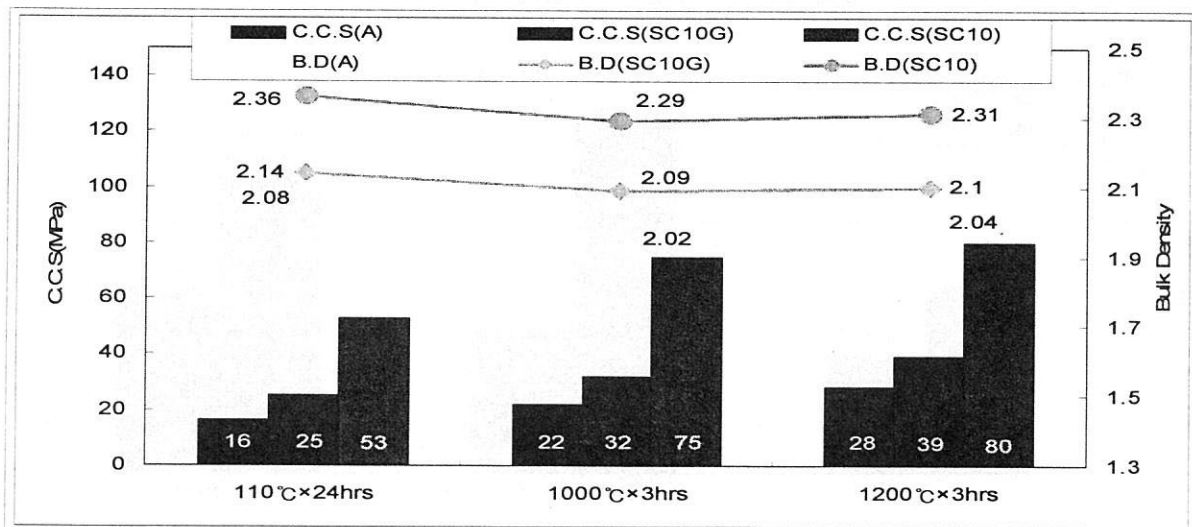


Fig. 1 각 온도별 강도 및 비중

3.2 물리적 특성 평가

각 온도 영역에서 압축강도 및 부피비중 측정
 → Casting 제품 대비 Gunning 제품의 강도 발현이 적으며, A사품 대비 10G의 강도가 우수함.

수축율이 Casting 제품 대비 증가되며, 적용 원재료에 따른 팽창으로 1200℃ 영역의 수축율이 감소한 것으로 판단됨.

3.3 잔존선변화율 측정

각 온도 영역에서 잔존선변화율을 평가한 결과
 → SC10 대비 Gunning 제품의 잔존선수축율이 크며, 1200℃ 소성시 수축율은 감소됨. 이는 Gunning 제품의 기공율이 커 소성온도에 따른

3.4 열간 곡강도 Test

※ 시험 조건 : 40×40×160mm 시편 제작 → 1200℃×30min holding 후 곡강도 측정

→ 각 제품 모두 온도가 높아짐에 따라 열간 곡강도 값은 감소. 1000℃에서의 SC10G 제품의 강도가 A사 및 SC10 대비 높음. 이는 적용 입도 및 원재료 차이에 기인한 것으로 판단됨.

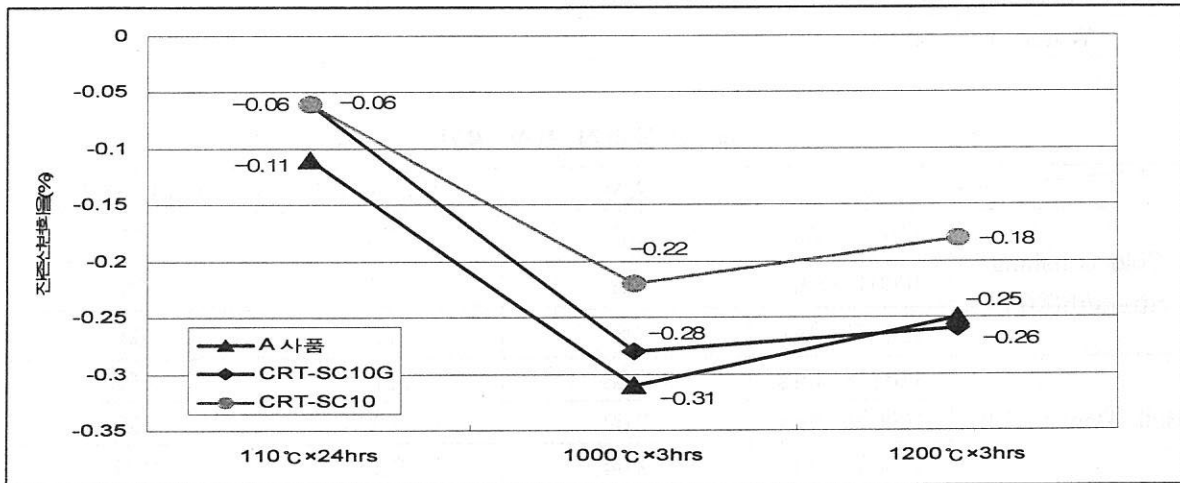


Fig. 2 각 온도별 잔존선변화율 분석

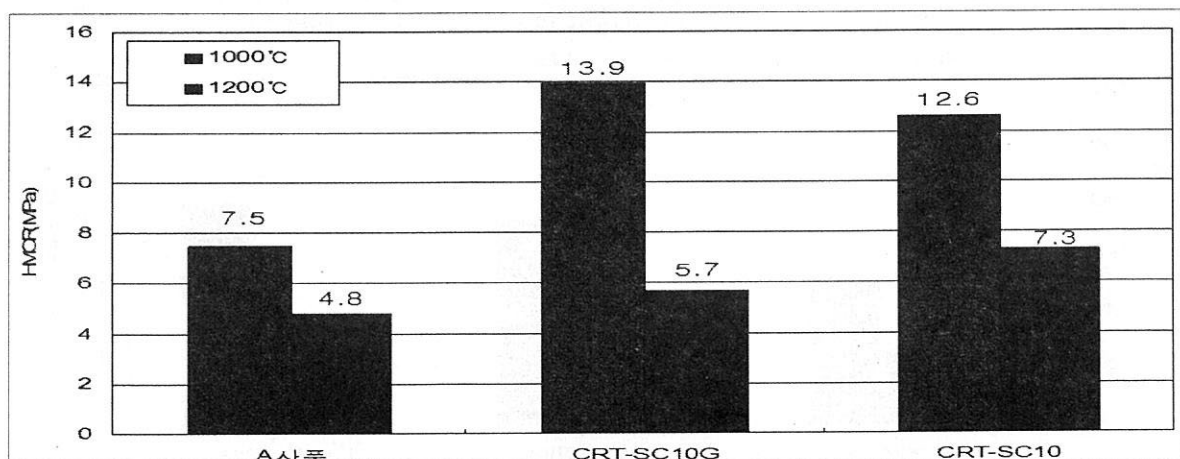


Fig. 3 열간 곡강도(Hot Modulus of Rupture)

3.5 내마모 평가

※ 시험 조건

- SiC 1000g을 65psi로 7분 30초간 분사
- 내마모도(A) = (시험 전 무게 - 시험 후 무게)/부피비중
- ➔ 내마모도는 SC10G > SC10 > A사품 순으로 우수함.

- 침식제 투입 후 전기로에서 1200°C×5hrs 유지 후 평가

- 침윤면적(%) = 침윤면적×100/단면적

➔ 알칼리에 대한 내침윤성은 SC10 > SC10G > A사품 순으로 우수함.

3.6 알칼리 반응성 평가

※ 시험 조건

- 침식제 → K₂CO₃ : Na₂CO₃ = 50 : 50

3.7 스펀링 Test

※ 시험 조건

- 1400°C×1hrs 유지 → 5분 수냉 → 5분 공냉

- 시편 크기 : 60×60×60mm

- 15회 반복 후 시편 상태 평가

➔ A사품 대비 당사품의 내스폴링성이 우수

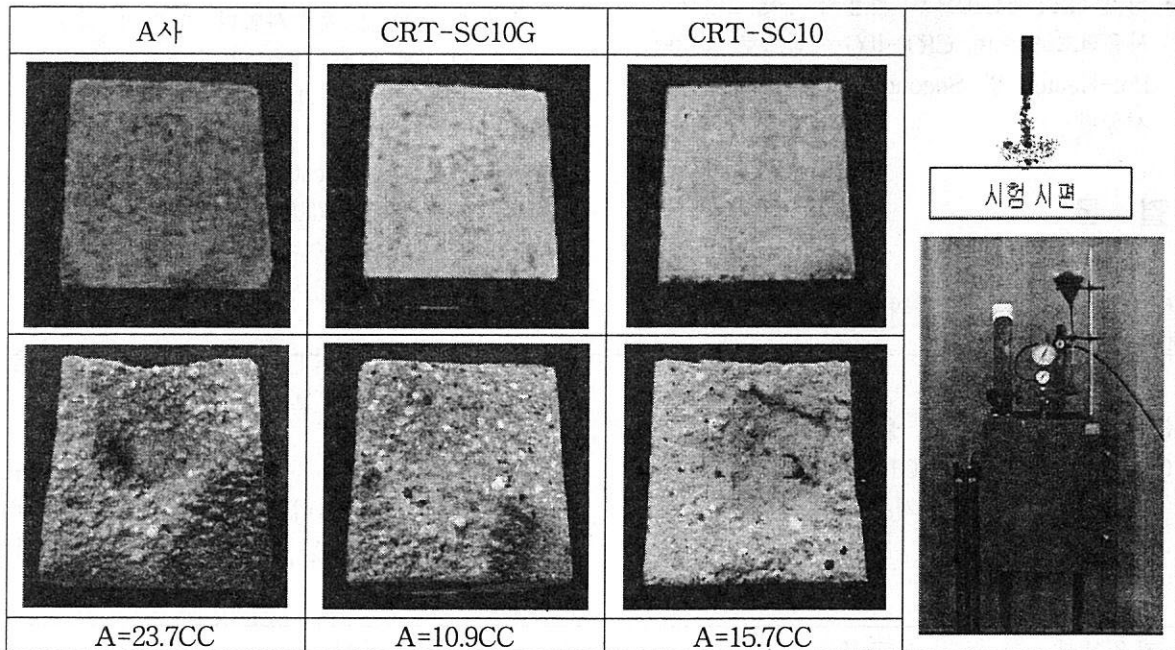


Fig. 4 각 제품별 내마모도 평가

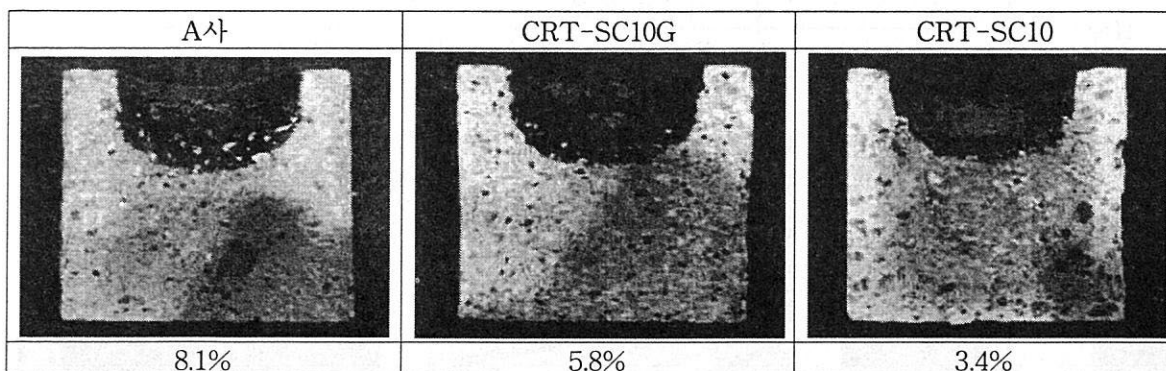


Fig. 5 알칼리 반응성 시험

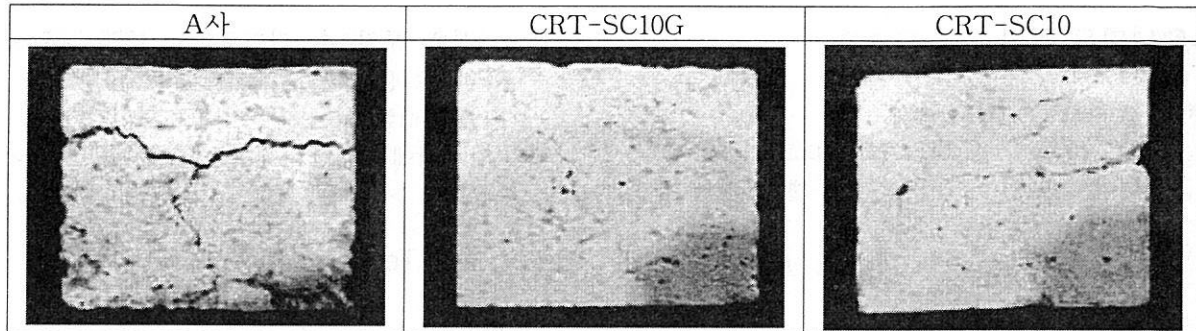


Fig. 6 내스폴링성 평가

4. 개발품 적용 결과

→ 당사 CRT-SC10으로 적용시 수명 2년으로 사용되고 있으며, CRT-10G 제품으로 2012년 Pre-Heater 및 Secondary Air Duct 부위 시공됨.

5. 결 론

당사 CRT-SC10G 제품의 품질 특성 및 적용 결과는 다음과 같다.

1. CRT-SC10G 제품의 물리적 특성은 기존 Casting 제품(CRT-SC10)에 비해 비중 및 강도가 저하되나 시공기간 및 인원절감의 효과가 있다.

2. 각 온도 영역에서 열간곡강도 측정 결과 1000℃ 영역에서의 CRT-SC10G 강도 값이 우수하였으며, 내마모 Test 결과 또한 기존 제품 대비 약 44%로 우수하였다. 따라서 실로 적용시 마모에 의한 손상 및 수명은 기존 제품과 유사할 것으로 기대된다.

3. 알칼리 반응성 Test 결과 침윤면적은 A사 (8.1%) > SC10G(5.8%) > SC10(3.4%) 순으로 나타나 알칼리염에 의한 화학적 침식 및 스폴링에 대한 손상이 적을 것으로 판단된다.

4. 기존 제품 대비 CRT-SC10G의 내스폴링성은 동등이상의 품질을 보였다.

6. CRT-SC10G 제품을 Pre-Heater 및 Secondary Air Duct 설비에 시공하여 적용중이며 기존 제품 대비 동등 수준의 수명이 기대된다.

적용업체	시공일	적용결과
H사	2012.01	- Pre-Heater 및 Secondary Air Duct - 시공성 양호
	2012.02	- Pre-Heater 및 Secondary Air Duct - 시공성 양호



Fig. 7 Rotary Kiln Pre-Heater 및 Secondary Air Duct 부위 시공 사진