

한국 내화물 시장의 수요 및 기술 동향

김은태
조선내화(주)
crket@hotmail.com

1. 서 언

전통 세라믹스로서의 주요분야인 내화물은 1960년대 경제개발계획과 함께 시멘트, 전기로 공장의 수요증가로 내화물의 수요도 증가하게 되었고 설비합리화, KS등 제도 정립등으로 업계의 근대화가 촉진되었다. 1970년대 초반 포항종합제철소 준공을 시작으로 실질적인 내화물의 품질향상의 계기가 되었으며 제철, 제강용 내화물 제조기술을 일본등으로부터 도입 국산화의 초석의 계기가 마련되었다. 1980년대 이후 내화물 시장은 수입개방에 대한 대비와 수출시장을 위한 부단한 노력으로 수입에 의존하던 수입내화물이 점차 국산화되어 극히 일부를 제외하고는 거의 국산화가 완료되어 질적, 양적 성장을 이루게 되었다. 수요 및 시장규모 면에서는 시멘트 등 기간산업의 내화물 사용구성비가 점차 감소되고 제철 제강의 구성비가 70% 이상으로 올라 철강 내화물을 중심으로 내화물의 기술 변화가 급속히 이루어지게 되었다. 최근에는 중국철강 시장의 고성장 지속과 이에 따른 중국내화물의 급성장, 중국산 내화물의 국내 수입점유율 확대등에 대한 대중국 극복 과제는 한국뿐만아니라 일본등 전 세계시장에서 경계대상으로 대두되고 있다. 내화물의 기술변화가 큰 철강내화물을 중심으로 국내 내화물 시장의 동향을 기술하고자 한다.

Table 2. 국내 내화물 수요시장의 주요 구성비

년 도	제철제강	비철금속	기계	시멘트	유리	요업	화학	소각로	수출	기타
1998	72.1	3.8	1.6	4.0	0.3	1.3	0.9	3.1	1.5	11.4
2002	79.3	2.3	1.5	4.3	0.5	1.5	0.8	2.1	1.7	6.0

Table 3. 국내 조강 생산량 현황

년 도	1980	1990	1995	2000	2001	2002	2003
조강생산량	8,228	23,125	36,800	43,100	43,900	45,400	46,300

2. 국내 내화물 수요시장의 주변환경 변화

국내의 내화물 생산량은 70년대이후 제3차 경제개발 계획과 포항제철의 준공등 중화학공업의 급신장으로 성장폭이 컸으며 90년대이후는 세계화를 향한 도약기로 90년대 중반까지 생산량의 최대 정점을 이루었다. 그러나 IMF이후 경기침체 영향으로 내화물 생산은 급감하고 품질경쟁에 의한 고부가가치화와 생력화의 추구로 내화벽돌(정형)의 생산감소와 부정형 내화물의 생산증가가 이루어져 2002년에는 부정형화가 63.5%를 차지하고 있다.

Table 1. 국내 내화물 생산량 변화와 부정형화 비교

(단위 : 천 M/T, %)

년 도	1980	1990	1995	2000	2001	2002
생산량	239	604	669	463	466	496
부정형화	25미만	40.9	50.1	61.9	63.4	63.5

수요 및 시장규모도 Table 2와 같이 시멘트등 기간 산업내화물의 사용구성비가 감소하고 제철제강의 구성비가 80년대말의 약70%에서 2002년 79.3%로 80%대로 육박하고 있어 내화물 기술개발 역시 철강용을 중심으로 주로 기술발전이 진행되고 있다.

국내 조강 생산량은 매년 꾸준한 신장세를 나타내 2003년 4630만톤의 최고 실적을 나타내고 있으나 국내 소비증가 보다는 중국등으로의 급신장되고 있는 수출증

Table 4. 국내 고로제철소 내화물 종합 원단위 현황

년 도	1990	1995	2000	2002
원단위	11.9	11.8	6.5	6.71

Table 5. 중국산 내화물 수입현황

년 도	1999	2001	2002
수입량	36.7	59.3	81.8

가에 기인된 것으로 판단된다.

주요시장의 양적성장에도 불구하고 내화물의 수요량의 감소는 수요처의 꾸준한 철강내화물의 기술발전과 조업방법개선등에 의한 내화물 품질 및 사용기술향상으로 Table 4와 같이 광양제철소의 경우 내화물 사용원단위가 90년의 약12 kg에서 2000년 이후 7kg 미만으로 관리가 되고 있어 품질의 고급화 및 기술면에서 큰 발전을 이루고 있다.

이러한 시장변화와 기술력 향상에 의한 내화물의 양적 성장이 둔화되고 있으나 가장 큰 문제는 중국 철강시장의 고 성장지속과 이에따른 저가용 중국산 내화물의 국내판매 및 점유율확대에 따른 국내업체의 생산량 감소와 판매가격의 저하에 따른 수익성 감소이다. Table 5에서 최근 중국산 내화물의 수입현황을 나타내고 있으며 증가가 가파르게 진행되고 있다.

또한 2001년 이후 국내철강 수요처의 내화물 공급업체 다원화에 따른 저가경쟁으로 인한 업체간 경쟁도 수익성에 큰 영향을 미치고 있다.

아울러 내화물의 제조면에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 원재료 수급도 큰 관건이 되고 있다. 중국 내화물의 수요증가 및 정책 변화로 내화물제조의 큰 비중을 차지하고 있는 중국산 원재료의 수급문제 및 가격상승은 국내 내화물 업계의 큰 부담이 되고 있다. 따라서 중국이외 지역의 원재료 개발이 시급히 해결해야할 과제이다. 경쟁력 강화를 위해 현지 OEM 생산에 의한 제품제조도 활발히 진행되고 있어 국내의 내화물 생산량은 증가가 기대되기 어려운 실정이다.

3. 국내 내화물의 기술적 변화

국내 내화물의 수요 80%가 철강용 내화물이 차지하

고 있고 철강용 내화물을 중심으로 기술개발이 활발히 진행되고 있어 제철 및 제강 설비별 내화물 적용을 중심으로 국내 내화물의 기술변화 현황을 기술한다.

3.1 고로용 내화물

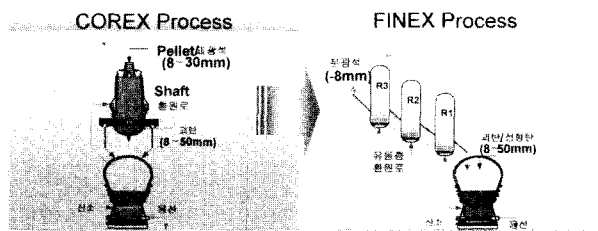
내화물 원단위, 원단가절감 및 작업환경 개선을 위한 차세대 제선공법이 개발되고 있어 새로운 내화재질의 개발이 급속히 이루어지고 있다. 국내의 경우는 기존 고로법에서 용융환원법인 COREX, FINEX 등의 새로운 제선 공법이 개발 적용중에 있으며 향후에는 친환경 제선 공법이 이끌어 갈것으로 기대되고 있다. 앞으로의 국내의 고로는 기존 고로법을 개선한 프로세스와 용융환원법에 의한 혁신적 프로세스의 공존이 예상되고 고로법에서는 안정조업과 장수명화가 요구되고 있다. 손모, 손상기구의 해석으로 구조안정성과 내용성이 보다 우수한 내화물의 개발이 필요하다고 본다. 용융환원 프로세스는 생산 탄력성, 원료의 유연성, CO₂ 배출량의 감소 등 큰 효과가 기대되어 친환경개선 제선공법으로 확대가 예상된다.

3.2 열풍로용 내화물

고로의 장수명화에 따른 열풍로의 장수명화도 앞으로 세라믹 버너의 재질과 구조, 체카 Brick 등의 재질 up이 요구되고 있다.

3.3 혼선치용 내화물

전로의 대형화 및 고효율화에 수반되어 온도 강하가 적고 설비비, 유지비가 비교적 저렴한 혼선차가 보급되어 왔다. 도입초기에는 용선의 수송, 저장이 주목적이었으나 탈규, 탈인처리등의 용선예비처리까지 행하고 있다. 따라서 재질도 Al₂O₃-SiC-C질로 전량 사용하고 있으며 보수기술이 혁신적으로 개선되어 기존 Spray, Trowelling 보수에서 Shotcasting 보수로 전환되어 수명이 2000회까



지 연장되고 있다.

3.4 전로용 내화물

전로용 내화물로서는 주로 MgO-C 재질이 사용중이며 장수명화를 위해 로내에 발생된 Slag의 용출을 억제하는 Slag Control 기술이나 로벽에 Slag를 Coating 하는 기술이 사용되고 있다. 근래에는 상부 Lance를 이용 많은량의 질소를 불어 넣어 Slag를 비산시키는 Slag Splash법을 이용 수명이 세계 최고가 20,000회까지 육박하고 있다.

3.5 전기로용 내화물

전기로 제강은 대형화 및 전극, 전력 cost 저감을 위해 UHP(Ultra High Power)고역을 조업으로, 내화물 손상이 극대화 되고 있다. 또한 Scrap의 장래 품질저하, 환경 문제등으로 향후 용선병용 조업이나 전로형의 신 전기로 개발등이 진행되고 있다.

3.6 Ladle용 내화물

내화재가 가장 많이 사용되고 있는 설비로 기존 Brick에서 부정형 유입재로 많이 전환 사용되고 있다. 재질로는 Slag Line은 MgO-C 재질, 벽체 및 바닥은 Al₂O₃-Spinel, Al₂O₃-MgO질이 적용되고 있으며 보수기술로서 Shot Cast 기술이 개발되어 부위에 따라 10~65회까지 수명이 연장되고 있다. 용강의 성분균일화를 위해 사용되는 버블링 plug는 Al₂O₃-Mullite, Al₂O₃-Spinel 질 등 다양하게 사용되고 있다.

3.7 2차 정련로용 내화물

조업조건 가혹화로 내용성이 우수한 Mg-Cr Brick이

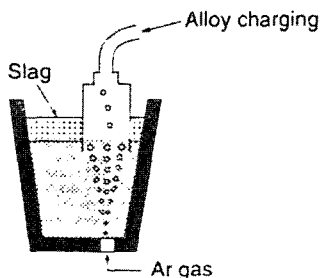


Fig. 2. Schematic of CAS process.

주로 사용되었으나 Cr-free에 의한 환경문제, 부정형화에 대한 급속 개발이 진행중에 있으며 진동진공 성형법을 이용 수명향상이 크게 이루어지고 있다. 2차정련 설비로는 RH-OB, VOD, AOD, LF 방법등이 있으나 최근 Ladle 바닥의 Porous Plug를 통해 Ar gas를 넣어 용강표면에서 Slag를 제거하는 CAS(Composition Adjustment by Sealed Argon bubbling)가 적용중에 있다.

3.8 연속주주용 내화물

용강의 흐름을 조절하는 SN(Sliding Nozzle) 내화물은 강종 및 조업 특성에 따라 Al₂O₃-C질, Al₂O₃-ZrO₂-C질, MgO-C질, ZrO₂-C질 등이 적용중에 있으나 지속적인 장수명화가 요구되고 있어 강종 및 특성에 맞는 분석 및 이에대한 품질의 선택, 제조기술의 개선이 진행되고 있다. 처리 강종에 따라 1~2회사용 수명에서 8~12회까지 사용중에 있으며 제품 하나하나가 기능성을 가지고 있어 각별한 품질관리 요구되는 제품중 하나이다. 용강의 재산화를 방지할 목적으로 사용되는 Shroud Nozzle(또는 Long Nozzle)은 다회사용 및 재사용이 증가되고 있어 기존 Al₂O₃-SiO₂-C 계에서 Non SiO₂ 제품이 부분적으로 적용되고 있고 Low C화를 위해 흑연순도 선택, 적절한 입도적용, 산화 방지제 첨가 기술 향상등으로 종전대비 용손비율이 크게 향상되었다. 턴디쉬와 몰드 사이에 적용되는 침지노즐(Submerged Entry Nozzle)은 막힘 방지를 위해 내공체를 통기체로 하고 내공체의 조직이 사용중 열화되는 것을 억제하기 위해 SiO₂ 함량을 최적화하고 균일한 통기성 확보를 위해 미세조직을 개선하는 방법이 적용추진되고 있다. Powder Line 부는 다연주화를 위해 ZrO₂ 75%급에서 ZrO₂ 85%급으로 Up Grade 되었고 기존대비 약 50%의 수명 향상이 이루어지고 있다. 용강의 흐름을 제어하는 Stopper는 강종에 따라 Head부위의 용손이 극심해 고산소강, 쾌삭강, 고망간강의 경우 기존 Al₂O₃-C에 MgO-C 재질로 적용되고 있으나 AlN 재질로 개발중에 있다. 신속교환용 침지노즐은 Head부의 Neck 부위가 응력이 집중되어 고강도 재질로 Segment화 시켜 사용중 발생하는 균열문제를 개선하고 있고 Thin Slab Casting의 경우 고속주조 및 용강의 유동특성이 강품질에 큰 영향을 미쳐 수Model 및

FEM에 의한 토출구 및 형상제어가 이루어지고 있다.

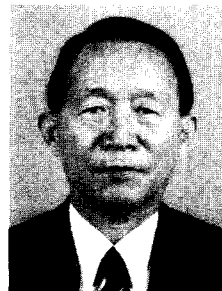
4. 결 언

최근의 내화물에 대한 고객의 요구는 조업안정성 및 사용후 폐기물 발생 억제와 재처리. 생력화를 위해 기존 내화재료에 비해 고수명, 고기능화가 지속적으로 요구되고 있고 저가의 제품 개발 요구도 증가되고 있다. 국제경쟁력 강화를 위한 대기업의 국적을 초월한 기업합병은 우리의 최고 고객인 철강회사를 필두로 진행되었으며 세계 조강생산량 순위 변동을 일으켜 2003년 조강 생산량에서는 룩셈부르크의 Arcelor가 1위, 일본 NSC가 2위, 네델란드 LNM group이 3위, 일본의 JFE(가와데스, NKK합병)가 4위, 한국의 POSCO가 5위를 기록하고 있다. 최근의 철강업계의 가장 큰 이슈는 세계 조강 생산량의 증가를 좌우하는 중국의 조강 생산량 증가가 언제까지 폭발적으로 증가되는가이다. 2003년 2억3천만톤을 넘어섰고 앞으로 2008년 올림픽, 2010년 박람회와 중국 철강재 소비량 2003년 1인당 208kg(일본 : 578kg, 한국 : 947kg, 이태리 : 555kg)을 감안하면 증가율은 다소 둔화되더라도 조강생산 3억톤 추월이 눈앞에 다가오고 있다. 1978년 3,178만톤으로 세계 5위의 철생산국이 1996년 1억톤을 돌파 세계 1위로 부상하였고 세계 조강생산량 9억톤 돌파의 주역이 되었다.

중국의 철강산업의 고성장 지속과 아울러 중국산 저가 내화물의 수입량 증가에 대한 국내 내화물 업계의 대응으로는 중국현지에서의 제조와 함께 OEM 생산에 의한 국내 반입을 증가 시키고 있다. 원가경쟁력을 위해 아직까지는 저급질 내화재에 한하고 있지만 중국은 풍부한 원재료 확보와 기술력 향상으로 빠르게 제조기술 및 고급 내화재 개발, 생산이 예상되어 기존의 일본뿐 아니라 이제는 중국을 어떻게 극복해가야 되는가가 국내기업의 최대 걸림돌로 되고 있다. 보다 차별화된 기술력 확보와 전문화, 설비 합리화, 업계의 M&A에 의한 국가경쟁력 강화. 단기적인 판매증대보다는 장기적 관점에서 신기술

개발을 통한 제품 경쟁력 향상과 가격, 품질, 책임시공 등의 기업 체질개선을 서둘러야 한다고 본다. 또한 국내 시장 이외의 국제시장에서의 마케팅 활성화로 판매시장을 확대해 고부가가치 제품의 품질 국제화에 적극 매진해야한다. 그러기위해서는 무엇보다 젊은 고급 기술인력의 확보가 절대적이나 국내뿐아니라 세계적으로 인력수급에 어려운 상황에 놓여있는 것이 안타까운 현실이다. 세계적인 경기침체가 장기화되고 있는 가운데 어려운 취업경쟁을 위해 이공계 대학의 기피현상이 날로 심화되고 있고 더욱이 전통 세라믹스인 내화물을 선택하는 대학생의 수가 날로 감소되고 있어 기업의 대학에 대한 장기적이고 지속적인 투자 및 지원 활성화등 대책 수립이 시급하다고 생각되며 대학역시 산학협력을 통해 기초연구지원과 기술공동개발에 적극 참여가 이루어졌으면 한다.

또한 중국의 고성장 지속으로 수요가 크게늘어 원자재의 가격상승을 주도하고있어 중국의 시장지배력이 약화되지 않는한 원재료 가격 급등은 가능성이 항상 존재하고있다고 본다. 원자재 공급다변화와 안정적 확보, 중국의 경제동향및 정책변화에 대한 지속적인 모니터링이 필요하며 해외 주요 원자재 수출기업들과의 합병이나 제휴를 통해 안정적인 공급원의 확보도 국제경쟁력 제고를 위한 방편으로 생각된다.



김은태

- 1958년 한양대학교 화학공학과 졸업
- 1958년 국립중앙공업연구소 요업과 내화물연구실 입소
- 1959년 조선내화(주) 입사
- 1972년 전남대학교 경영대학원 수료
- 1988년 조선내화(주) 부사장 피임
- 1994년 포항공과대학 최고경영대학원 수료
- 1999년 한국세라믹학회 부회장 피임
- 2000년 조선내화(주) 퇴임 및 상임고문 ~현재