

중국과 한국의 내화물 산업발전과 교육

글 _ 전병세 || 경남대학교 나노공학과
bsjun@kyungnam.ac.kr

2005년 미국 플로리다주 올랜도에서 열린 세계내화물 심포지엄에서 미국 앨라버머주립대학교의 브라트교수는 요즘 내화물에 관한 전문적인 교육이 잘 이루어지고 있지 않다는 지적을 하였다. 이와 관련하여 미래 기간산업의 기술발전에 대하여 우려를 표명하고 이 분야에 대한 전문적인 연구가 필요한 시기라고 주장하였다. 또한 캐나다의 리프드교수는 이미 정년을 하였음에도 불구하고 미국의 미주리대학교 교수로 있는 스미스교수 그리고 독일의 텔레교수등과 연합하여 내화물교육프로그램인 Fire Program을 완성하고 학생모집을 준비하고 있다. 이들 연합은 미대륙과 유럽의 연합 교육과정으로서 아시아 국가의 동참을 유도하고 있는 실정이다. 따라서 지난 2005UNITECR 미팅에서 우선 총체적인 통합은 어려우니 아시아권에서 한국, 일본 그리고 중국과 연합하여 교육과정운영을 검토하고 다음 미팅 때 논의하기로 약속한 바있다. 다음 2007년 미팅은 동구와 인접한 아름다운 역사도시 독일 드레센에서 열릴 예정이다. 이러한 문제와 관련하여 가장 발전가능성이 높고 잠재력이 있는 중국의 산업구조와 교육문제를 언급하고 그리고 우리나라 현황을 다루다보면 좋은 아이디어가 나올 것으로 생각되어 중국과 우리나라를 비교 검토 하고자 하였다.

우선 중국의 내화물 산업동향을 살펴보면 공식적으로 발표된 자료를 통하여 거시적 변화를 쉽게 접할 수 있다. 이를 위해 중국내화물의 산업과 관련하여 구조 그리고 인력양성에 대한 이해를 통하여 총체적으로 내화물 산업체에 대하여 이해하는 것이 바람직한 접근방법 이라고 생각한다.

필자가 1996년에 상해에 있는 보산철강을 방문할 당

시 시설이나 규모면에서 우수하고 근무하는 근로자들 역시 자부심이 강하였다. 수입되고 있는 내화물의 국산화와 고로설비의 100%국산화가 주된 관심이었다. 당시 부사장은 고로설비의 98%정도 국산화하였다고 주장하였으며, 내화물의 품질도 정책적으로 고급화 하도록 유도하겠다고 언급한바있다.

보산철강 주변에 많은 내화물공장들이 포진하고 있었는데 그중 일부공장을 방문하여 시설이나 제품을 본 결과 중국의 내화물산업 발전은 대단히 갈 길이 멀고나 하는 생각을 하였다. 그러나 2003년에 중국에서 제4차 내화물심포지엄이 대련에서 열려 중국내화물 산업의 현황과 발전방향에 관한 발표내용을 듣고 토론해본 결과 정말 놀라지 않을 수 없었다. 그동안 중국 중앙정부에서 내화물산업의 중요성을 인식하고 위원장으로 우한대학교의 Li Nan교수를 선임하였으며, 내화물발전에 관한 5개년계획을 수립하고 조직적으로 철강산업 발전추체에 대응해오고 있었다. 인적구성은 북경건축재료 아카데미의 정밀요업재료그룹, 우한대학교의 재료공학부, 정주대학교 재료공학부, 그리고 뤼양내화재료 연구소가 주축이며 각 연구기관별로 기능이 다르다. 필자는 북경건축재료 아카데미와 우한대학교(방문당시는 우한철강대학교)를 방문하였는데 북경건축재료 아카데미의 경우 주로 첨단 고온재료의 개발에 주력하고 있었으며 북경대학교와 대학원과정을 공유하고 있어 정말 우수한 인재들이 모여 있구나 하는 생각을 하였고, 우한대학교 내화물연구소의 경우 규모가 한국의 중소기업보다도 훨씬 크고 학생도 많으며 주된 연구대상은 카본질 내화물의 품질개선 이라고 볼 수 있다. 그리고 뤼양내화재료 연구소는 연구

원이 수백명 규모이고 연구 분야도 다양하고 균형 있게 연구하는 중국 제일의 내화물연구소라고 할 수 있다. 정주대학교 재료공학부는 종래 중국내화물 분야에서 독보적인 활동을 해오던 휘양내화재료 연구소의 소장을 지내던 Zhong Xiangchong을 교수로 영입하면서 내화물산업 관련 교육을 집중적으로 추진하고 있는 그룹이라고 보면 된다. 이런 저런 여러 가지 정황으로 미루어 볼 때 리난 교수가 현재는 우한대학교에서 정년을 한 상태지만 연구 활동을 계속하고 있어 당분간은 중국의 내화물분야를 대표하는 연구자로 보는 것이 타당하다.

Zhong Xiangchong 교수가 2003년에 중국 대련에서 개최된 제4차 내화물 심포지엄에서 발표한 중국내화물산업의 전략적 발전에 대한 생각이라는 주제로 중국내화물의 현황과 미래에 대하여 발표하였다. 따라서 이 내용을 근거로 향후 중국내화물산업의 동향을 살펴보기로 하자 한다.

중국내화물 산업이 새로운 세기에 어떠한 역할을 할 것인가 하는 문제와 관련하여 다양한 의견이 있지만 이 교수는 낙관적이라고 이야기하고 있다. 이유는 세계의 철강 생산량의 증가추세에서 중국, 인도, 이란 그리고 브라질과 같은 개발도상국이 상당한 기여를 할 것이고, 제철제강분야에서 smelting reduction과 특수 연주강, 청정강 제조 기술과 관련한 혁신적인 신기술의 발전으로 인해 신 개념의 내화물제조가 요구되고 있고, 환경보호와, 첨단세라믹 재료개발 그리고 우주항공 분야에 적용할 수 있는 최첨단 고온재료 개발이 요구 되므로 내화물 산업은 전망이 밝다고 할 수 있다고 이야기하고 있다.

지난 20여년 동안 중국의 제철제강 생산은 꾸준히 증가하여 현재 생산량이 세계 제1위이며 에너지 절약과 품질개선 그리고 고강도 및 고급 청정강 제조를 위해 새로운 기술개발이 지속적으로 진행되어 지금은 상당한 수준에 이르렀다.

따라서 이러한 발전 추세에 부응하여 내화물 산업계에도 국가적으로 발전방향을 구조적으로 최적화하는 작업을 시행해오고 있다. 중국내화물 산업은 3단계의 발전단계로 설정할 수 있는데 1949년부터 1952년까지가 경제회복기라고 할 수 있고, 1953년부터 1966년까지가 발전 초

기 단계이고, 1980년부터 현재까지가 개혁과 개방의 단계라고 할 수 있다. 지난 20여 년간은 혁신적으로 발전하였는데 이 기간 중에 2가지 중요한 전략을 중심으로 발전을 모색하였는데 해외로부터 중요 제품생산을 위한 첨단설비수입이고, 정부주도형 국책과제 선정과 수행이다. 이러한 결과로 국산화율이 95%이상이며, 40만 톤 이상의 내화물을 수출하고 있다. 또한 마그카본질 내화물 수명도 몇십배 증가시켰다. 그럼에도 불구하고 몇가지 중요한 문제점들이 남아있는데 이는 내화물의 과잉생산이며, 개발도상국에 비하여 내화물 소모가 4.5배정도 크고, 그리고 품질수준이 아직도 일정하지 못하고, 최상의 고급질 내화물 생산이 적다고하는 점이다. 이러한 점을 개선하기 위하여 앞으로 내화물 회사들을 정리하고 새로운 방향으로 유도해야 할 것으로 정리할 수 있다. 수백개의 중소 규모의 내화물 회사를 통폐합하고 연합하여 보다 큰 규모의 회사로 성장시키고, 고급기술을 개발하며 그리고 경제논리에 잘 부응할 수 있는 체제로 체질을 개선해야만 국제경쟁력을 갖춘 회사로 거듭날 수 있다고 언급하고 있다. 또한 최종소비자들에 대한 서비스체제를 잘 갖추어 진정으로 소비자가 원하는 제품을 생산하고 개발해야만 WTO 체제에 가입 후 경쟁력 있는 중국의 내화물 산업구조가 될 것으로 판단한다.

따라서 최첨단의 장비들로 잘 갖추어진 내화물 공장이 건설되어야하고 국내의 시장규모나 품질수준에 맞추어 생산라인이 효율적이고 유연하게 재구성해야 된다. 그리고 보통의 저급질 내화물 생산은 점차 줄이고 고급질의 내화물 생산규모를 점차 증가시킴으로서 경쟁력을 키우고자한다. 부정형내화물의 생산을 산업구조와 발전추이에 맞추어 현재 15에서 20%정도의 비율에서 40에서 50%정도로 높게 될 것이다. 이러한 일을 효율적으로 추진하기 위해서는 정부로부터 내화물 국책 연구소와 회사들이 연계하여 신제품 개발이나 개선을 위하여 지속적인 특별 전략을 짜고 추진될 것이다. 향후 전략적으로 중국 내화물 산업체의 주된 기술개발은 고 품위의 원료를 합성하고, 풍부한 자원을 이용하여 중국만이 생산할 수 있는 기능성 제품을 생산하는 것이다. 중국에서 전략적으로나 가치면에서 중요한 재료는 보오크사이트와 마그네



사이트이다. 매장량이 10조와 30조톤 규모로 세계 제1의 산지이다. 품질또한 우수하여 해마다 수출량이 증가하고 있다. 하소보크사이트는 130만톤 규모이고 하소 마그네사이트는 200만톤 이다. 따라서 중국은 이러한 고급원료를 중심으로 하여 품질수준을 높이고, 고 부가가치가 있는 원료를 합성하여야 국가경쟁력이 있다. 이러한 합성원료는 균일하고, 그리고 요구하는 특성에 맞게 최적화 하거나 아예 요구하는 특성으로 전환하는 형태로 분류하여 가공하고자한다. 균일화 하는 경우는 광을 분쇄하고, 펠렛화 하여 고온에서 균일하고 일정한 조성, 미세구조, 그리고 특성을 갖는 소결재료로 전환하는 것 인데, 이러한 재료가 45-90%정도의 알루미나 함량을 보유한 보크사이트이다. 다음으로 특성치를 최적화한 경우인데 이는 전기 용융 하거나 적당한 처리를 하여 불순물을 줄이는 것 이거나, 유용한 산화물을 적당량 첨가하여 특성을 향상시키는 것 이다. 이를 위해 고순도 마그네사이트, 용융마그네시아, 용융알루미나, 그리고 사이알론과 이론등을 제조하고 있으며 특성에 따라 복합화 하여 사용하고 있다.

중국의 내화물관련 책임자들의 생각은 미래에 산업적으로나 경제적인 면에서 가치가있는 기능성 내화물개발이 국가적 과제라고 인식하고 있다. 이를 위해 적절한 목표를 시기적으로 설정해야하는데 가까운 장래에 개발해야할 내화재료를 요약 정리해 보면 연주강 제조공정을 위해 저탄소, 저이산화규소 이거나 제로탄소, 제로 이산화규소의 조성을 갖는 산화물과 비산화물 복합재료의 내화재료 개발이 중요한 과제로 부상될 것으로 예상된다. 그리고 고급 청정강 제조를 위해 마그네사이트와 돌로마이트를 기본조성으로 하고 저탄소 또는 탄소를 함유하지 않은 조성의 내화재료를 만드는 것이 중요한 관건이다. 이와 같은 산업체의 발전과 연구개발을 위해 중국은 대학교의 재료공학부에 내화물학과를 신설하고 있다. 리난 교수가 2003년 일본에서 열린 UNITECR에서 발표하는 내용을 보면, 우한철강대학교는 1961년에 내화물학과를 신설하고 1985년에 재료공학부로 변경했으며, 현재는 18명이 박사과정, 62명이 석사과정 학생이 내화물을 전공하고 있다. 베이징과학기술대학이 1994년에 세라믹과로 신설된 후 현재 43명의 석사과정, 12명이 박사과정에서

내화물을 전공하고 있다. 시안건축과학기술 대학은 15명의 석사과정 그리고 수명의 박사과정학생이 내화물을 전공하고 있으며, 정주대학은 16명의 석사과정, 7명의 박사과정학생 이고, 동북대학은 20여명의 석사과정학생 그리고 몇 명의 박사과정학생이 내화물을 전공하고 있다. 내화물관련 인력양성 규모를 보면 석사과정이 150여명이고, 박사과정이 50여명규모이다. 2005년 미국에서 열린 UNITECR에서 발표하는 내용은 2003년도현황과 비슷한 실정이다.

한국은 1970년도 중반에 중화학공업의 발전과 제철산업의 시작으로 년 간 총 10만톤 규모의 내화물을 생산하였다. 염기성과 고알루미나질 내화물을 포함하여 대부분의 특수한 내화물은 외국에서 수입하고 있었으며 포항제철이 가동되는 시점에 국내산의 28%의 수요가 증가하였다. 규모면에서 가장 큰 조선내화주식회사와 삼화화성이 포항제철, 창원요업이 동국제강 그리고 한국내화가 인천제철의 내화물을 공급하기 위하여 건설되었고 원진내화가 건설되었다. 이로 인해 그리고 숙련공과 기술자가 부족하여 업계에서는 요업과의 증설을 정부에 요청하는 실정이었다. 80년 초에는 회사에서 내화물제품개발을 위하여 회사마다 연구소를 설립하는 등 연구개발에 박차를 기하고 내화물 생산량이 28만5천톤에 이른다. 80년대 중반은 업체별 전문화가 시도되어 삼화화성은 염기성, 조선내화가 산성 및 중성내화물, 삼부특수내화 및 한진내화 및 한국특수내화가 부정형 및 캐스터블에, 남해요업이 내화갑을 주력으로 생산하는 등 전문화가 이루어졌다. 90년대에 들어와서는 내화물회사들이 품질의 고급화와 자동화를 추진하는 등 품질향상과 대량생산체제를 구축하는 등 설비투자에 주력 하였다. 이는 철강, 시멘트, 판유리 등 관련업계에서 대폭적적 신증설을 추진한 결과이다. 이후 IMF를 맞이하고 2000년대에 들어서 70여개에 이르던 내화물회사들이 20여개로 줄어들었고, 그나마 소위 빅5 즉 조선내화, 포스텍, 동국내화, 한국내화, 원진월드와이드만이 경쟁력을 갖추고 영업에 전념하였다. 2001년부터 2003년까지 한국의 평균 조강 생산량은 평균 4500만톤 규모로서 480,000M/T 규모로 성장하였으며 품질 면에서도 수준급이라고 말할수있다. 이중에서 부정형

이 차지하는 비율은 약 60%수준이다. 또한 내화물수요의 78%정도가 제철제강에 소요되고 있는 실정이다. 최근 원료수입가격이 평균 25%의 수준으로 인상되는 등 원자재 가격의 상승요인으로 이익의 증가율이 둔화되어 업계에서 원자재 수급에 대한 다변화와 경사기능의 기법으로 사용부위를 파인세라믹 기법이나 나노기법으로 기능을 향상함으로써 폐자원에 대한 리사이클링 기술을 극대화하여 가능한 원자재의 수요를 최소화하고자하는 노력을 경주하고 있다.

1960년대 초에 한양공대 요업과가 생겨서 내화물을 교육하였으나 1960년대 말 공업화 정책으로 서울대, 연세대, 고려대, 인하대에서 요업과를 신설하였고, 부산대, 전남대등 지방 국립대학에서 요업과를 신설하여 내화물 인력을 배출하였다 이후 80년대 들어와서 10여개의 대학에서 요업관련학과를 신설하여 전국적으로 28개 대학에서 요업을 강의하고 있다. 그러나 90년대에 들어와서 고전세라믹스 회사들이 원자재와 에너지비용 그리고 값싼 중국제품 때문에 경쟁력을 잃고 문을 닫고 있는 형편이다. 따라서 많은 학생들이 전자관련 회사로 취업이 되고 있고 대학원생들의 연구 분야도 내화물과 같은 구조재료보다는 전자재료에 관심이 많아지게 되었다. 최근에는 전국적으로 내화물을 연구하는 그룹은 전국적으로 소수에 불과하며, 학부에서 내화물을 강의하는 학교는 3군데 정도이다. 이 3곳에서도 학생수는 10명에서 20명 정도이고 보면 향후 그 숫자는 점점 줄어들 전망이다. 20여개의 내화물회사와 포항제철을 비롯한 제철소에서 근무하는 4년제 졸업 학사급 세라믹 엔지니어들은 대략 400여명 정도로 추산된다. 주지하는 바와 같이 IMF 이후 많은 회사에서 구조조정을 완료하여 지난 8년 동안 신입사원 채용을 하지 않아 이미 세라믹엔지니어의 연령이 45세

를 넘고 있다. 이는 차세대에 제철제강, 시멘트, 유리분야의 산업뿐만 아니라 내화물제조업까지도 심각한 인력난을 초래할 수 있다.

이와 같이 우리나라와는 대조적으로 중국은 지금 내화물과 관련한 산업에 인력양성과 신기술 개발을 위해 커다란 관심을 보이고 있다. 이러한 여러 가지 정황을 살펴볼 때 중국은 조만간 일본을 비롯하여 기술선진국과 경쟁적 관계로 부상하게 될 것이 자명하다. 그러나 우리나라 내화물업계는 미래에 대한 정확한 전망을 하기가 대단히 어려워 정확한 인력수급을 예측하기가 어려운 실정이다. 기존의 회사에서는 이러한 현상을 감지하고 대학을 지정하여 맞춤형교육을 계획하는 등 향후 5년 내지 10년후를 대비하여 인력계획을 세우고 있는 것으로 알고 있으나 국가적인 차원에서의 계획은 전무한 것으로 알고 있다. 조속한 시일 내에 정부 주도형이든지 아니면 업체가 컨소시엄을 구성하여 내화물관련 전문 교육프로그램을 완성하는 것이 바람직하다. 그리고 중국, 일본과 연계하여 아시아 국가 협의체를 구성하여 새로운 네트워크를 구성하는 것이 바람직하다.

◎◎ 전병세



- ◎ 1970-1977. 연세대학교 세라믹공학과(학사)
- ◎ 1982-1987. 연세대학원 세라믹공학과(박사)
- ◎ 1989-1990. 펜실베니아주립대학교 재료공학과 Post-Doc.
- ◎ 1976-1978. 새한요업사 품질관리과 과장
- ◎ 1978-1980. 유동기업(주) 기술개발과 과장대리
- ◎ 1997-1999. 펜실베니아주립대학교 MRL 겸임교수
- ◎ 1984-현재. 경남대학교 나노공학과 교수