

시멘트 콘크리트 산업 발전을 위한 효과적인 지원방안

김 병 익 (요업기술원 연구위원)

시멘트 콘크리트 산업은 국내 건축·토목 산업 발전에 크게 기여하여 왔으며, 기간산업으로 국가 발전에도 큰 역할을 하였다. 그러나 IMF 이후 건설 경기의 위축으로 관련 업체들은 어려움에 직면하였으며, 업체들은 자체 생존을 위해 부단히 노력하였다. 이후 업체들의 자구노력과 더불어 해외 자본 유입 및 민간부문의 건설경기 활성화로 2000년 이후 관련업체의 상황은 점차 호전되고 있다.

그러나 국내 건설경기는 아직까지 1997년 수준에 미치지 못하고 있으며, 대한건설협회는 2001년 건설 계약액 규모를 1997년의 81.1% 수준으로 예측하고 있다.

〈표-1〉에서와 같이 대한건설협회는 2000년 건설 공사 계약규모를 59조 6,100억원으로 추정하고 있으며, 2001년은 60조 8,000억원으로 예상하고 있어, 1997년의 실적을 완전히 회복하기에는 아직도 많은 시간이 걸릴 것으로 추정된다.

건설경기 위축에 따라 시멘트 생산량도 감소하여, 2000년 시멘트 생산량은 52,255천톤으로 국내 시멘트 공장의 총 생산능력 62,000천톤의 84%, 1997년 국내 총수요량 62,935천톤의 83% 수준이다.

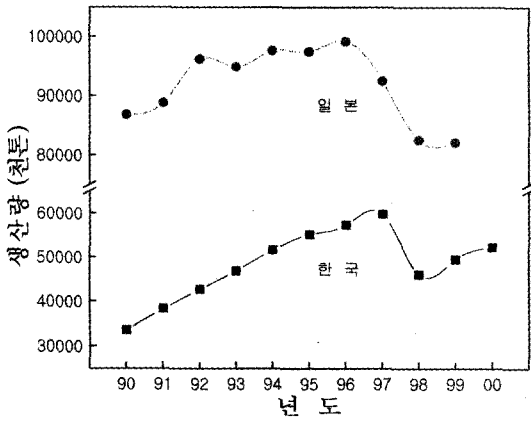
국내 시멘트 생산량(〈그림-1〉)은 1997년까지 매년 증가하여 1992년 40,000천톤, 1994년에는 50,000천톤을 상회하였으나, IMF 이후 건설 경기 하강으로 1998년 생산량은 약 46,000천톤으로 큰 폭의 감소세를 나타내었다. 이후 시멘트 생산량은 서서히 증가하는 추세이나 아직까지 1997년 수준을 회복하지 못하고 있으며, 이의 해결을 위해서는 국내 건설경기 회복에 따른 생산량 증가와 더불어 수출 증대가 필수적이다.

아시아 국가들의 2000년 수출량은 전년대비 16.2%가 증가한 41,500천톤이었으며, 이는 2000년 국내 생산량의 79% 수준이다. 그러므로 국내 시멘트 생산량을 확대하기 위한 한 방편으로 수출이 필

〈표-1〉 2001년 건설계약액 전망

(단위: 억원, %)

	1997년	1998년		1999년		2000년(추정)		2001년(전망)	
	계약액	계약액	증감율	계약액	증감율	계약액	증감율	계약액	증감율
합 계	749,240	470,802	-37.2	471,677	0.2	591,000	25.3	608,000	2.9
공 공	332,866	296,458	-10.9	271,892	-8.3	243,000	-10.6	249,000	2.5
민 간	416,374	174,344	-58.1	199,785	14.6	348,000	74.1	359,000	3.2
토 목	295,725	234,059	-20.9	217,803	-6.9	219,000	0.6	232,000	5.9
건 축	453,515	236,743	-47.8	253,874	7.2	372,000	46.5	376,000	1.1



〈그림-1〉 시멘트 생산 현황

수적이라 할 것이다.

국내 시멘트 업체들의 수출량 증대를 위해서는 가격 경쟁력과 함께 품질의 우수성이 확보되어야 한다. 특히 총부 소재의 내륙사들은 운송비 증가에 따른 수출단가 채산성 확보에 어려움이 있으므로 동해안 3개사(동양, 쌍용, 라프즈한라)들과의 지속적인 ①협조체제가 요구되며, 가격 경쟁력을 확보하기 위한 방편으로 ②생산성 향상과 공정기술개발에 따른 전력 및 소성 에너지 저감이 요구된다. 원가 절감을 위한 또다른 방법으로 ③적정 폐기물의 활용에 따른 연료 및 원료의 단가저감 노력도 뒤따라야 할 것이다.

또한 ④시멘트 및 콘크리트 관련 시험 규격을 국제 규격화하여 국내 KS규격도 관세 무역 및 수출에 장애가 되지 않는 국제 표준이 되어야 한다. 예를 들어 국내에서는 시멘트 압축강도 시험시 주문진 표준사를 사용하고 탬핑하는 방법이 그대로 유지되고 있으나, 일본은 이미 1997년 JIS규격을 ISO규격에 부합화시킨 규격으로 개정하여 활용해 오고 있는 실정이다.

1종 보통 포틀랜드 시멘트 뿐만 아니라 ⑤다품종의 시멘트를 개발하여 소비자의 요구에 부합하는 특수 용도의 시멘트를 생산하고, 기업의 이미지 제고에도 노력해야 한다. 이는 개발 및 판매 수준에 그

칠 것이 아니라 제품 자체의 표준화 작업과 함께 시공 방법의 표준화까지 이루어 다품종 시멘트가 상용화 되도록 노력해야 할 것이다.

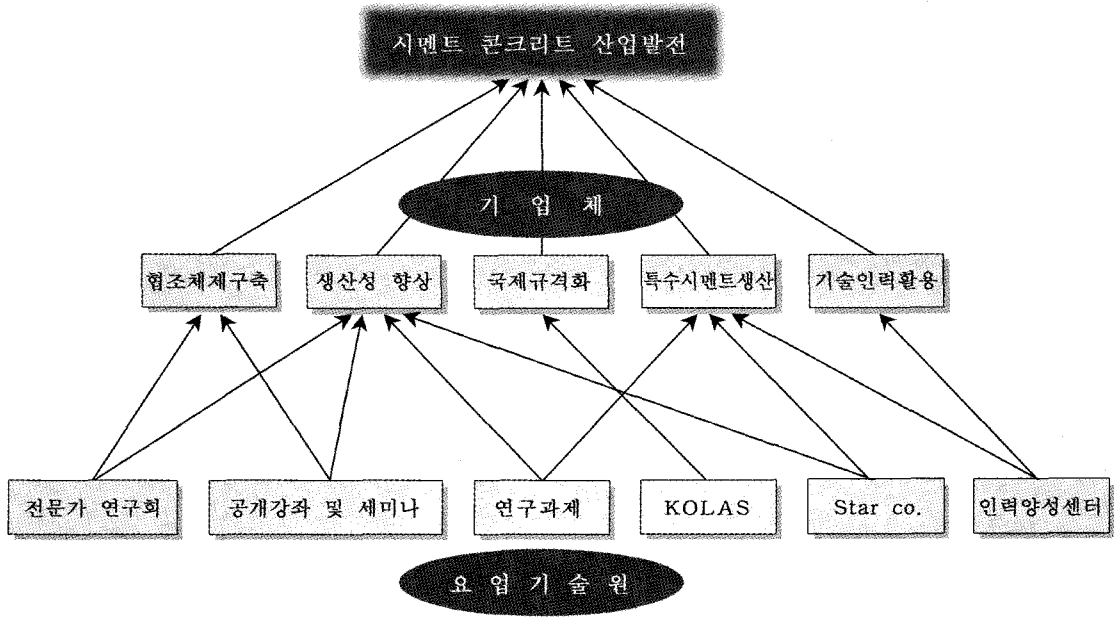
그러나 IMF 이후 연구개발 인력이 대폭 줄었으며, 연구부서의 기능이 축소되어 앞에 열거한 사항들을 실행하기가 점차 어려워지고 있다. 특히 시멘트 각사들은 시멘트 원가절감을 위해 폐기물 및 생산성 향상을 위한 공정기술 개발에 큰 관심을 가지고 있으나, 공정 및 품질상의 문제점을 해결할 수 있는 ⑥전문 기술인력의 부족으로 큰 어려움을 겪고 있는 것으로 안다.

앞의 여러 문제점들을 해결하기 위해서는 기업들의 부단한 노력과 더불어 요업기술원의 역할도 필요할 것이며, 이를 〈그림-2〉에 나타내었다. 이러한 사업의 진행은 기업과 더불어 요업기술원의 발전에도 도움이 될 것이며, 크게는 국가발전에도 일익을 담당할 것이다.

1. 협조체제 구축

IMF 이전 시멘트사들은 타사 공장 견학을 통하여 각 공장들의 특징과 장점을 습득하고 자사의 공장에도 적용시키려 노력하였다. 그러나 IMF 이후에는 시멘트 각사간의 교류가 줄었으며, 상호간의 기술교류 및 세미나는 시멘트 심포지움을 제외하면 거의 전무한 실태이다. 특히 외국자본의 유입으로 국내의 일부 시멘트 회사들이 외국자본화 함에 따라 순수 국내 기업들은 향후 국내 Market Share의 변동에 촉각을 곤두세우고 있어, 시멘트 각사들의 모임이 한층 더 필요한 시점이다.

현재에도 내륙사들의 교환 수출판매는 진행되고는 있으나, 동해안 3사들과의 협의를 통한 적극적인 수출 방안을 모색하여 수출 증대에도 노력해야 할 것이다. 이러한 시멘트 회사들의 협조체제 구축을 위해서는 서로간의 모임이 필요하고 또한 서로간의 협의하에 문제점을 해결하여 시멘트 각사들 모두에게 이익이 되는 Win-Win 전략이 필요한 시점이다.



〈그림-2〉 시멘트 콘크리트 산업발전을 위한 요업기술원의 역할

이의 일환으로 요업기술원에서는 2001년부터 「전문가 연구회」를 결성하고자 하며, 「전문가 연구회」의 궁극적인 목적은 시멘트 및 관련제품 회사들의 기술 교류 및 관련정보의 교환 기회를 마련하여 문제점을 해결하는데 있다. 또한 기술적 사항 이외의 산적해 있는 현황들에 대한 토의도 가능하리라 본다.

2. 생산성 향상

적정원료의 사용 및 공정기술 개발에 따른 생산성 향상은 시멘트 생산단가 절감에 큰 기여를 할 것이며, 최종적으로는 시멘트 각사들의 이익 창출에도 큰 기여를 할 것이다. 시멘트 제조 공정중 대량으로 소비되는 소성 및 분쇄 에너지의 절감이야말로 매우 중요한 요소라 할 것이다.

소성 에너지는 원료자체의 이소성성, Raw Meal의 분쇄성에 따른 소성의 용이, 키른 타입에 따른 신 공정 도입 및 Coal의 발열량 및 분쇄정도에 따라 서로 큰 폭으로 절감될 수 있으며, 반제품인 크링카의

품질 특성도 향상될 수 있을 것이다. 분쇄 공정에서는 투입 원료의 크기, Ball 배열의 적정성, 분급기술의 향상 등에 따라 시멘트 생산량 증대 및 분쇄 에너지 절감에 큰 기여를 할 것이다.

이와 관련된 기술들은 쉽게 해결할 수 없는 문제들이 많고, 오랜 연구와 현장 경험에 의해 얻어질 수 있는 기술이며, 공정 개선에 따른 초기투자비가 요구되기도 한다.

3. 폐기물 활용

시멘트를 구성하는 주요 화학성분은 CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ 등으로 석회석, 점토질 원료, 규석질 원료, 철광석 등 3~4가지 이상의 광물들을 조합하여 Raw Meal을 제조하며 소량 및 미량성분으로는 MgO, SO₃, Na₂O, K₂O, Cl 등을 포함한다.

시멘트 원료 조합시 원료의 화학성분비 및 배합비에 일정폭의 범위를 가지고 있어 폐기물을 원료로 사용하기에 용이함이 있다. 또한 이들 원료조합물이

1450°C 이상의 고온에서 소성하여 크링카가 제조되며 이때 투입된 폐기물은 고온에서의 화학반응을 통하여 시멘트 광물화 하거나 크링카 광물에 고용되므로 소각 등의 처리방법에서 문제가 될 수 있는 대기 오염 및 소각재 등의 2차 처리가 필요 없다는 장점이 있다.

특히 시멘트 산업의 경우 대량 생산 및 대량 소비의 형태로 타 산업에서 발생하는 폐기물의 대량 처리가 가능하다. 그러나 폐기물이 시멘트 제조 원료로 사용되기 위한 전제조건으로는

- ① 시멘트 품질에 영향이 없을 것,
- ② 안정적인 공급이 가능할 것,
- ③ 기존의 원료 사용때보다 경제적으로 유리할 것,
- ④ 운반 과정에서 새로운 오염을 일으키지 않을 것,
- ⑤ 현재의 기술로 사용이 가능하거나 새로운 기술 도입에 따라 사용이 가능해야 한다.

이를 위해서는 부산물에 포함되어 있는 중금속 등의 유해원소, NH₃ 등 악취를 발생하는 성분, 시멘트 제조공정 및 품질에 영향을 미치는 미량성분 및 탄소 등 발열량과 관련된 물질 등이 제조공정 및 시멘트 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 우선적으로 이루어져야 한다.

또한 시멘트 제조공정에 악영향을 미치는 물질 등에 대한 조사, 전처리 방법에 대한 연구, 이와 같은 영향을 최소화하기 위한 설비의 개발 등이 필요하다. 이를 위해서는 현장 경험이 풍부한 전문 기술인이 필요하며 또한 기업자체의 부단한 연구·개발이 선행되어야 한다.

그러나 IMF 이후 현장 경험이 풍부한 전문 기술인력 부족으로 각사들은 어려움을 겪고 있는 것으로 알려져 있으며, 현 상황에서는 어느 회사들도 인력을 대폭 증원시키지 않고 있다.

이러한 인력난을 극복하고 생산성 향상 및 폐기물 재활용 방안을 도출할 수 있는 방법으로, 요업기술원에서는 「전문가 연구회」와 더불어 현장 경험이 풍부한 전문가를 초빙, 세미나 및 공개강좌를 개최하고자 한다. 또한 요업기술원에는 시멘트 업체에서의

현장 경험을 가진 전문 기술인들도 있어 이를 활용하는 방법도 적절할 것이다.

4. KS규격의 국제 규격화

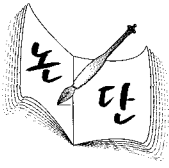
국제 규격의 통합화 움직임은 ISO 체제를 중심으로 표준화, 규격화하고 있으며, 시멘트를 포함한 대부분의 공산품들에 관한 규격도 ISO 규격으로 변모하고 있다.

그러나 국내 시멘트 기준 및 시험 규격은 (매 5년마다 개정, 확인 또는 필요시 제정) 아직까지 ISO 규격이나 EN 규격과 큰 차이가 있으며, 유사한 시험 방법을 사용하지 않는 부분도 많다. 물론 기존의 KS 규격을 모두 ISO 혹은 EN 규격과 동일하게 개정할 수는 없겠으나 이제는 점차적으로 ISO 규격과 부합할 수 있는 시험방법과 기준을 마련해야 할 것이다.

일례로 ISO 679 (Methods of Testing Cements-Determination of Strength)에 따른 압축강도 시험용 몰탈 공시체 제조방법은 Jolting Machine 혹은 Vibrating Machine을 사용하도록 하고 있으나, KS 규격은 아직까지 Tamp를 사용하여 수작업으로 텀핑하도록 되어 있다.

그러나 일본의 경우에는 1997년 Vibrating Machine을 사용하여 공시체를 제조하도록 규격을 개정하여 국제 규격에 부합하기 위해 노력하고 있다. 혼합재 첨가량 측면에서는 KS 규격에 의한 혼합재 첨가량은 5% 이하로 규정되어 있으나, prEN 197-1 규격은 혼합재 함량을 35%까지로 규정하고 있어, 국내 시멘트 업체들이 관심을 갖아야 할 분야임에 틀림없다.

이러한 관련 규격의 차이는 수출에도 장애 요소로 작용할 것이며 국제 시장에서 우리 나라의 시멘트 평가방법에 대한 기술력 문제도 언급될 소지가 있다. 그러므로 우리도 조속히 국제화 규격에 부합하는 KS 규격의 개정이 필요한 때이다. 관련 규격의 국제 규격화를 위해서는 1차적으로 시멘트 회사들의 노력이 요구되지만, 2차적으로는 규격 개정을 위



한 구심점 역할을 할 수 있는 일정 연구소 혹은 기관이 존재하여야 하며, 이런 연구소를 통한 끊임없는 시험과 자료 및 데이터의 축적이 필요하다.

이를 위해 요업기술원에서는 시멘트 및 콘크리트 관련 KOLAS 공인시험기관으로 지정 받았으며, 국제 규격에 부합하는 표준화를 위해 부단히 노력하고 있다.

5. 다품종 시멘트의 개발

시멘트 각사들의 끊임없는 연구와 중소기업들의 노력에 힘입어 다품종의 시멘트 개발이 계속되고 있으며, 공사현장에 사용되는 양도 점차 늘고 있는 추세이다.

그러나 공사현장에서는 시공 과정 및 시공후 Trouble이 발생하고 있어, 현장 적용에는 아직까지 많은 문제점이 있음을 알 수 있다. 이는 각각의 공사현장에 적용할 수 있는 적정 시멘트의 개발이 미흡하거나, 각 시멘트별 시공 방법이 적절치 못한 경우가 많기 때문이다. 물론 공사 현장에서 기능공들이 제시된 시공 방법에 따라 시험하지 않거나 작업의 편리를 위해 배합조건을 변경시키는 경우도 있을 것이다.

특히 소량으로 사용되는 특수 용도의 시멘트는 중소기업에서 제조되는 양이 많으나, 중소기업의 인력 및 기자재 여건상 자체적으로 시험할 능력이 부족한 곳도 많다. 예를 들어 동일한 공사조건이라 하더라도 사용 원료가 변경될 경우에는 배합조건을 다시 시험·조정해야 하는데 중소기업에서는 그리 쉽지 않을 것이다.

이를 위해 요업기술원에서는 중소기업에서 단독으로 수행하기 어려운 신제품의 개발이나 현장에서의 애로사항 해결을 위해서 단기적 연구과제를 수행하고 있으며, 여기에 더불어 처음 출발하는 중소기업을 요업기술원의 STAR COMPANY로 지정하여 적극적인 도움을 주고자 한다.

6. 기술 인력의 양성

IMF 이후 각사들은 연구개발 인력 및 연구부서의 기능을 대폭 축소시켰으며, 이로 인해 회사 발전을 위한 아이디어가 도출되어도 연구·응용에는 한계점에 봉착해 있다. 또한 신규 인원을 모집하여 아이টে임을 진행시키고자 하여도 축적된 노하우가 부족하여 어려움을 겪고 있는 실정이다.

그러므로 요업기술원에서는 전문 인력을 양성하기 위해 2001년부터 인력양성사업을 진행시키고자 한다. 인력 양성사업은 현장 숙련기술인 및 고급 전문가를 양성·공급하여, 산업체 직원의 재교육 및 신입사원의 교육에 따른 기업 자체의 시간적·경제적 부담을 해소하고자 한다.

또한 요업기술원의 Lab Plant 및 Pilot Plant를 통한 이론과 현장 실습을 병행하므로 현장 기능 인력에 대한 이론적 지식 습득도 가능하리라 본다. 특히 공업계 고교, 대학교 및 대학원 학생들의 교육도 진행하여, 향후 산업체에 곧 바로 투입·활용할 수 있는 예비 인력 양성도 병행하고자 한다.

7. 맺음 말

본고는 현재 요업기술원에서 시멘트 콘크리트 산업발전에 조금이나마 도움이 되고자 시행하고 있는 기술지원방안들을 중심으로 작성하였다.

이상에서 설명한 것 이외에 공공사업 목적으로 매년 시멘트, 콘크리트 관련 수요조사 사업을 시행하고 있으며, 이에대한 결과물들은 모두 관련업체에 배포하므로써 사업에 참고자료로 활용할 수 있도록 하고 있다. 2000년도에는 「혼화제, 특수시멘트 및 관련제품」에 대한 수요조사사업을 완료하여 관련업체 및 회원사들에게 배포한 바 있다. 따라서 요업기술원은 앞으로도 관련업체에서 필요로 하는 기술 및 자료등에 대한 수요조사와 함께 이를 해결하기 위한 공공사업을 지속적으로 추진해 나갈 것이다. ▲