

第2回 印度 NCB 시멘트 · 建材세미나 參加記

韓 基 成 · 崔 相 紘 · 김 정 환
〈仁荷大學校教授 · 工博〉 〈漢陽大學校教授 · 工博〉 〈韓一시멘트(株) 大田研究所〉

1. 머릿말

인도—잘 알 듯하면서도 생소하고 가까운 듯 하면서도 먼 나라였다.

면적이 329만km², 남북의 거리 3,200 km, 동서의 거리 3,000 km의 광대한 땅. 8억에 가까운 인구가 농업을 위주로(약 70%) 생활하는, 부호와 빈한이 공존하는 개발도상국가이다.

연중 눈으로 덮여있는 북쪽 Himalaya 지방의 산악지대로부터 남쪽의 아열대 정글지대까지 전체적으로 monsoon 기후라 할 수 있으며 6월부터 8월까지의 우기에는 많은 비가 내리고 11월부터 3월까지의 건조기에는 모든 것이 타들어가는 가뭄이 계속되며 4월부터 10월까지의 여름엔 몹시 더운 날이 계속된다.

80% 이상의 인구가 Hindu 종교의 관습하에 인도 고유의 생활을 이어가고 있으며 유달리 자립정신이 강한 면모를 볼 수 있었다.

이 더웁고 가뭄이 계속되는 광대한 국토와 많은 인구를 위해선 앞으로 무진장한 시멘트와 건축자재가 필요하다. 절대적으로 부족한 주택의 건립, 협소하고도 무한정 뻗어있는 도로의 포장, 하천 및 저수지의 개발과 지방 및 농촌의 재정비 등 시멘트의 수요처는 이루 헤아릴 수 없을 정도였다. 따라서 인도의 시멘트 공업이 지향하는 목표로서

- ① 모든 국민에게 주택을
- ② 전 국토에 콘크리트 도로망을

- ③ 모든 농토에 관개수의 공급을
- ④ 모든 인도인의 생활에 시멘트의 사용을 들고 있으며 대대적인 국가 사업으로 추진해나가고 있다.

현재 5,700만톤의 생산능력으로 4,000만톤 가까운 시멘트를 생산하고 있는데 거의 전량을 포장 시멘트로 출하하여 육지 수송을 하고 있다. 또 수 천만톤씩 생산되고 있는 고로 슬래그와 fly ash의 이용에도 많은 노력을 경주하고 있는 것을 보았다.

매 2년마다 시멘트 및 건축재료에 관한 국제 세미나를 개최하여 세계 각국에서 개발된 새로운 제조기술, 폐자원의 활용, 에너지의 절약 및 환경정화 등을 도입·흡수하려는 노력에는 우리도 배울바가 많음을 느낄 수 있었다.

2. 2nd NCB International Seminar on Cement and Building materials

인도 NCB 주최 제2회 시멘트 및 건축재료에 관한 국제 세미나가 1989년 1월 30일부터 2월 3일까지 5일간 New Delhi 시 Ashok 호텔 Convention Hall에서 개최되었다. 이 세미나는 2년마다 개최하는 것으로 1987년에 시작되었다.

이번 세미나에는 세계 30개국에서 544명의 학자, 연구자, 기술자 등이 참가하였으며 특별강연 2편과 10개 분야에 걸쳐 108편의 논문이 발표되었다(발표논문은 4권의 논문집에 수

록). 그 중 외국인 발표논문이 53 편으로 소련 20 편, 서독 7 편, 미국·일본·중국이 각 4 편의 순이다(소련·중국 등 일부는 논문만 제출하고 출석치 않았음).

발표된 논문의 주제는 다음과 같다.

◆ 특별강연

발표일	발 표 자	주 제
1월 30일	K. Takemoto	Developments Relating to New Cements in Japan
1월 31일	F.P.Glasser	Phase Formation and Reactions Occurring in Cement Rotary Kilns

◆ 연구발표

발표일	Session	주 제	논문수
1월 31일	1	Productivity Enhancement (including Plant maintenance)	19
	2	Modernisation	10
2월 1일	3	Energy Conservation	12
	4	Automation, Process Optimisation and Simulation	8
	5	Newer Technologies	9
2월 2일	6	Building materials from Wastes	15
	7	Packing, Handling and Transportation	4
2월 3일	8	Ecological and Environmental Improvement	5
	9	Quality Assurance	11
	10	Durability, Performance and Utilisation	15

세미나는 각 session 별로 먼저 좌장의 인사, 내용설명과 그 session에서의 하이라이트 소개, 이어 발표, 질의, co-chair man의 강평 및 좌장의 마무리 순으로 진행되었다. 필자들도 co-chair man (한기성 session 9, 최상훈 session 6) 및 다음 2편의 논문을 발표하였다.

- K. S. Han*, S. H. Choi, J. H. Kim

Utilisation of Jarosite in Cement Manufacturing (session 5)

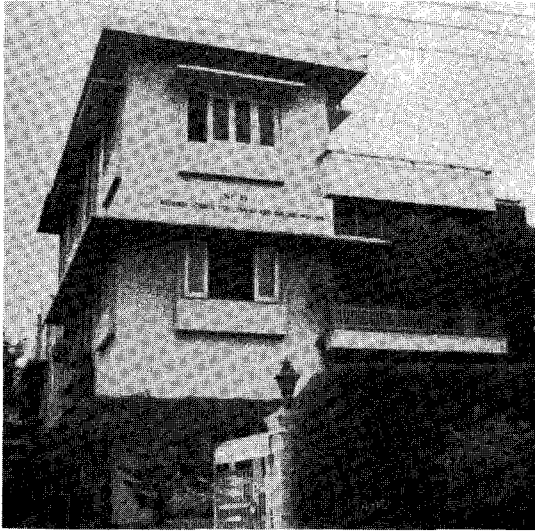
- K. S. Han, S. H. Choi*, S. B. Cho, S. Y. Hong, J. H. Kim

Effect of MgO and SO₃ on the Formation of Cement Clinker (Session 9)

1월 30일에는 개회식과 특별강연만 진행하고 31일부터는 오전, 오후로 나누어 발표가 있었다. 점심은 뷔페식으로 제공되어 참석자들의 담소의 자리가 되기도 하였다. 31일 저녁에는 특별강연과 환영만찬이 있었고 2월 1일 밤에는 cultural program으로 Kamani Auditorium에서 인도 민속무용을 관람하기도 하였다. 또 2일 오후에는 Energy conservation session이 NCB Ballabgarh Unit에서 있었고, 저녁에는 Cement machinery manufactures Association, India 주최 만찬이 있었다. 한편 회의장 옆에서는 Technical Exhibition이 회의기간 중 개최되었다. 3일 저녁의 폐회식에서는 이 세미나에 대한 강평과 인도 시멘트업체의 Energy Efficiency상 시상 및 이 세미나에서의 meritorious papers에 대한 시상도 있었으며 필자들의 논문도 meritorious paper로 선정되었다.



<그림-1> 세미나 광경



〈그림-2〉 New Delhi 시에 있는 NCB 본부 건물

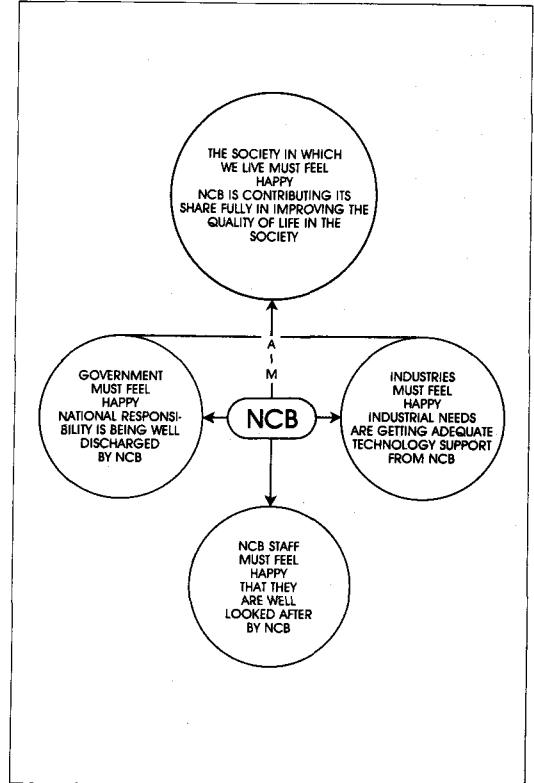
3. National Council for Cement and Building Materials (NCB)

연구·기술개발 및 전수, 계속교육 등을 비롯하여 시멘트원료 제조공정 장치 및 시멘트의 활용 등 시멘트 및 건축자재의 모든 분야를 뒷받침해 주고 있는 NCB는 인도 시멘트산업 발전에서 큰 몫을 하고 있다.

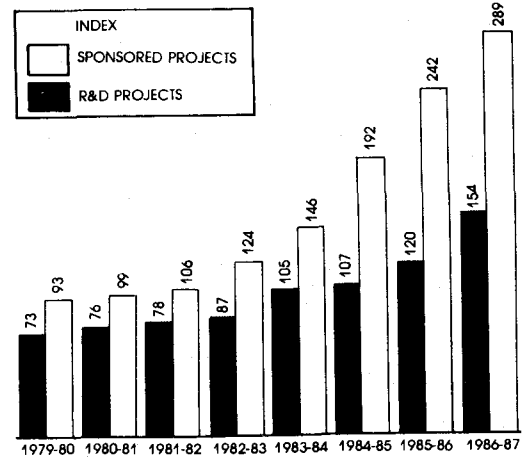
NCB는 New Delhi 시에 본부가 있고, Ballabgarh (Haryana), Hyderabad, Patna, Tiruchirapalli (Tamil Nadu) 및 Madras 에 연구소와 지부를 갖고 있는데 우리가 방문한 곳은 NCB-Ballabgarh Unit 이다.

NCB-CRI (Cement Research Institute)는 각종 연구기기와 품질관리를 위한 장비를 갖춘 여러 연구실, $\phi 0.5m$, 길이 9m에서 15m까지 조절 가능한 4단 SP Kiln과 부대시설을 갖춘 pilot plant, 콘크리트 및 전자재 시험 시설을 갖추고 기초연구, 새로운 재료와 공정개발, 평가 및 설계업무를 수행하고 있다.

여기에서는 low energy clinker, coloured clinker oil cement, 고강도 시멘트, 알칼리 골재반응, 각종 폐기물 활용 등에 대한 연구가 이루어졌으며 여기서 개발된 기술이 여러 곳에 활용되고 있다.

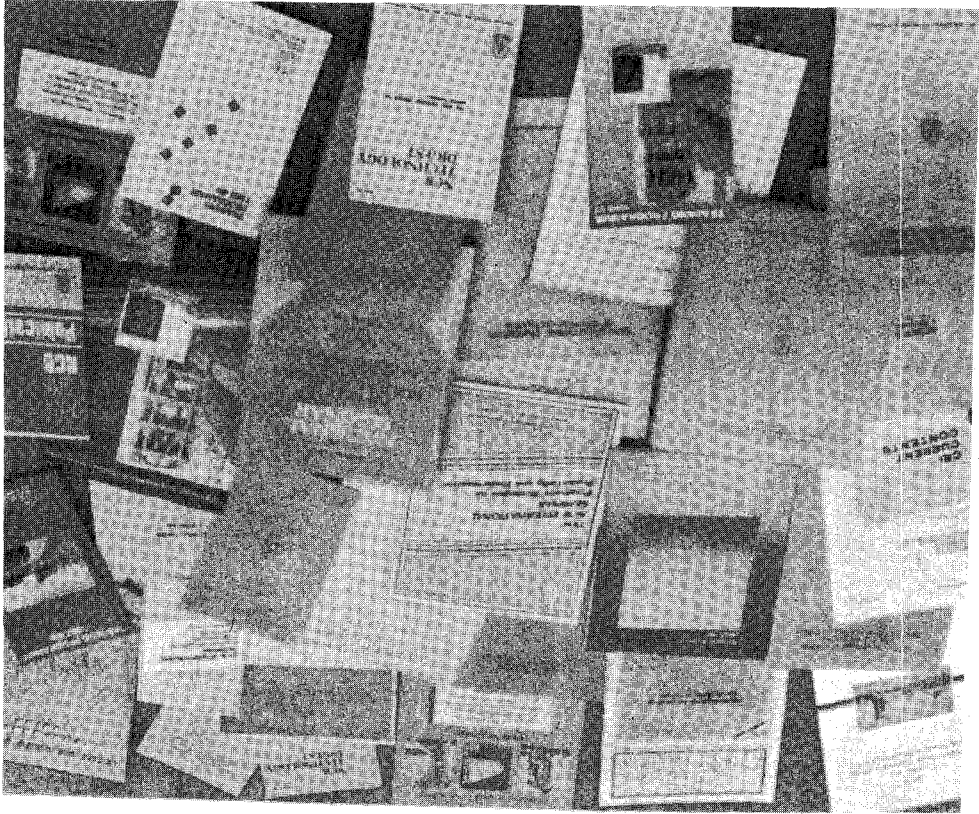


〈그림-3〉 THIS IS NCB

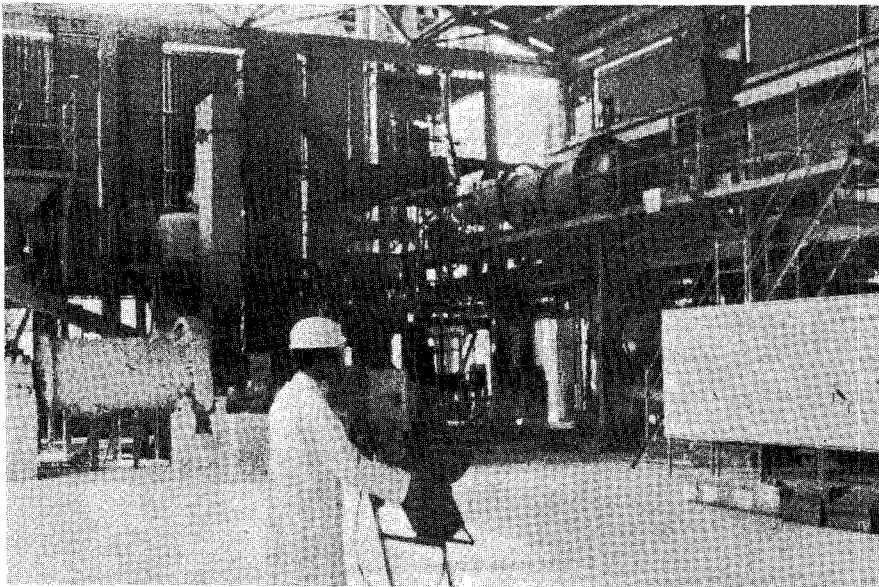


〈그림-4〉 PROJECTS COMPLETED BY NCB (CUMULATIVE)

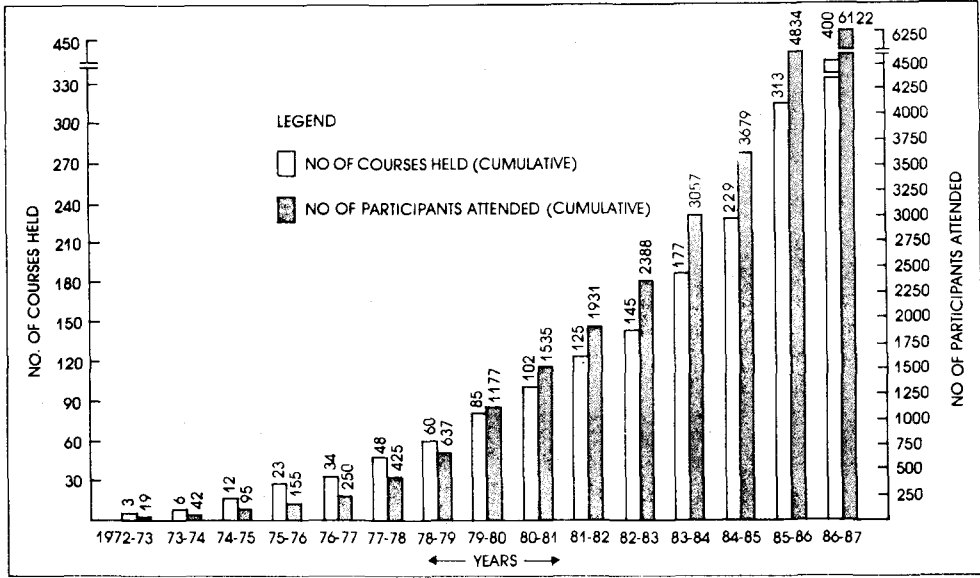
NCB-CIS (Center for Industrial Information Service)는 중앙 Data base를 갖추고 정보수집·분석, 각종 간행물의 발간 등을 통하여 산업



〈그림-5〉 NCB 간행물



〈그림-6〉 NCB-CRI (Cement Research Institute) Pilot Kiln



〈그림-7〉 NCB-CCE's TRAINING PROGRAMME

정보의 보급 업무 등을 수행하고 있으며 도서관에는 약 160종의 학술잡지를 비롯 각종 시멘트 관련 논문집, 다해본들이 소장되어 있다.

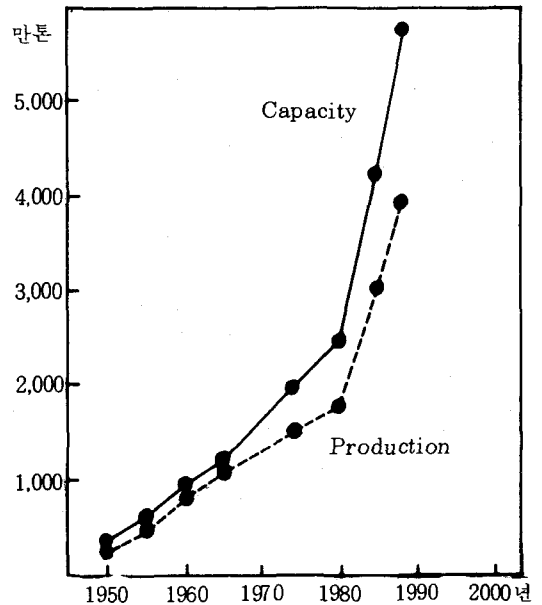
NCB-CCE (Center for Continuing Education and Human Resources Development)는 각종 계속교육 program을 개설하여 시정각교육·실습 등을 통해서 기술훈련과 교육을 실시하고 있다.

4. CCI Nayagaon 공장 방문

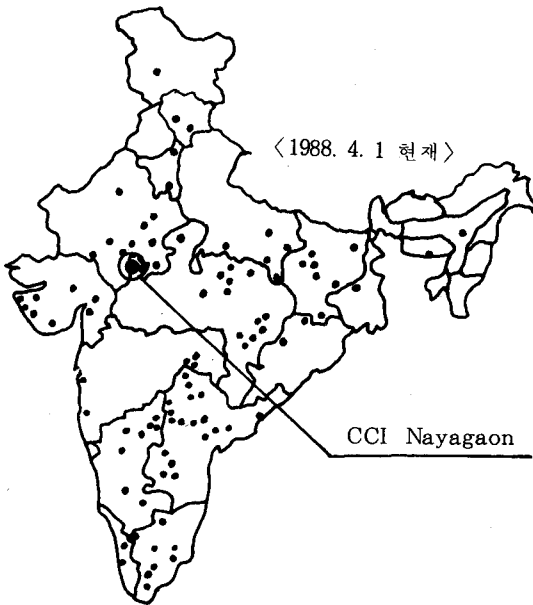
인도의 시멘트 산업은 1950년대 이후 성장하기 시작하여 특히 1980년대에 들어서면서 그 성장 추세가 빨라지고 있는데 88년 현재 총 생산능력은 5,700만톤, 생산실적은 3,900만톤이다. 생산능력 및 생산실적의 추세는 〈그림-8〉과 같다. 시멘트 회사수는 49개사로 94개의 공장이 전국에 분포되어 있는데(〈그림-9〉), 그중 ACC (Associated Cement Company, 19개 공장)와 CCI (Cement Corporation of India, 국영업체, 10개 공장) 등이 큰 것으로, 공장 규모로는 10~220만톤/년에 이르기까지 다양하며, 100만톤/년 규모 이상의 것이 약 20개이다.

필자들이 방문하였던 CCI의 Nayagaon 공장

은 Udaipur 시에서 100 km 정도 떨어져 있는 곳으로 가도 가도 평지만 있는 길을 자동차로 약 2시간 정도 걸렸다. 이 공장은 1980년에 건설한 것으로 F.L. Smidth사의 S.P. Kiln 1기에 새로 Fuller사의 새 Kiln 1기를 신설하여



〈그림-8〉 인도의 시멘트 산업 추세



<그림-9> 인도의 시멘트공장 분포

140 만톤의 능력을 갖추고 있었는데 집진시설이 불충분한 듯 먼지가 많았으며, 우리가 방문하였을 때에는 낡은 Kiln만 가동하고 있었다. 석회석은 CaCO_3 가 80~85% 정도라고 하는데 채광은 산이 아닌 평지에서 노천굴로 파 들어가고 있었고 석회석을 채광하여 생긴 인조못에는 공업용수가 담겨져 있었다.

공장 옆에는 연구소가 있었는데 화학실험실, 물리실험실 등을 갖추고 원료에서부터 보통포



<그림-10> 석회석 채석장(옆에 석회석 채광으로 생긴 인조못이 보인다)

틀랜드시멘트는 물론 oil well 시멘트, 고허산염 시멘트 등 각종 시멘트의 품질관리 및 연구 등을 수행하고 있었다. 또 도서관에는 학술잡지 약 60종을 비롯 시멘트 학술회의 논문집 등이 구비되어 있었다.

5. 맺 음 말

NCB 국제세미나 중간에 각국에서 참가한 대표들로 구성된 제9차 국제 시멘트화학 심포지엄에 관한 이사회를 개최한 바 있다. 이 심포지엄은 매 6년마다 개최되는 것으로 제8차 심포지엄은 지난 1986년 9월 Rio de Janeiro에서 개최되었고, 제9차 심포지엄은 1992년 11월 New Delhi에서 개최되는 바 이날 토의된 내용을 간추려 보기로 한다.

참가범위는 학계와 산업계에 걸쳐 광범위하게 하고, 연락창구는 각국의 시멘트 및 콘크리트 협회를 통하여 모든 업무를 추진토록 하며 제출되는 논문은 엄격히 심사하여 질적향상을 도모하자는데 의견의 일치를 보았다.

우리나라의 시멘트산업은 급속도로 성장하여 수년 내에 생산능력이 5,000만톤을 돌파할 전망이다. 이와 같은 시멘트의 생산량에 걸맞게 생산기술의 향상과 더불어 학술적인 기초연구 및 새로운 개발연구도 같이 추진되어야 한다. 그러나 우리나라 시멘트계의 연구층은 매우 얇아 국제회의 때마다 열세를 통감하고 안타까운 심정을 금할 수 없다.

1992년 New Delhi의 9차 심포지엄에는 우리나라에서도 많은 논문을 제출하고 대거 참가하여 세계의 우수한 시멘트 국가로서의 면모를 인식시킬 필요가 있을 것으로 본다.

앞으로 3년이란 길지 않은 시간내에 학계와 산업계가 심혈을 기울여 노력한다면 능히 해낼 수 있을 것으로 믿는다.

인도의 NCB 국제세미나에 참가하여 논문을 발표하고, 여러 사람들을 접하여 의견을 교환하고, 미지의 세계를 돌아보고 나서 앞으로 우리나라 시멘트계가 나아갈 방향의 모색과 연구활동의 활성화를 위한 의욕을 더욱 북돋우고 싶은 심정이다. ♣