

## 中國에서의 시멘트 · 콘크리트의 研究動向

### 1. 緒論

中國은 우리나라와 가장 가까운 위치에 있고 역사적으로도 가장 오랜 교류를 지속하고 있으면서도 여러 사람들에게 많이 알려져 있지 않다. 1993년 10월 27일부터 30일까지 4일간 北京에서 개최된 “The Third Beijing International Symposium on Cement and Concrete” 會議에 韓國에서 6명이 참가하여 論文發表를 한 바 있으며 이 기회에 우리의 관심사인 시멘트, 콘크리트의 研究動向에 대하여 살펴보기로 하였다.

우선 中國에 대한 일반적인 사항을 기술코자 한다. 中國의 면적은 약 960만km<sup>2</sup>로서 우리나라의 약 44배에 해당하는 대국이다. 東西로 약 5,000km, 南北으로 약 4,300km로 全世界 陸地面積의 15분지 1을 차지한다. 西北部에서 北部를 지나 西南部에 이르는 국경을 알타이, 天山, 파미르, 히말라야 등 7천-8천m 가량의 대산맥이 둘러싸고 차례로 青海, 티베트 高原, 이보다 한단 낮은 몽고, 신강 高原, 그리고 좀 더 낮은 東部 및 東北部로 계단층을 이루며 퍼져 있다. 또한 中國을 대표하는 두개의 큰 江이 있으며 하나는 華南과 華中을 대표하는 長江(揚子江)으로 길이가 5,800km로서 中國 최대의 江으로 유명하다. 한편 華北을 대표하는 黃河는 4,800km의 길이로서, 世界 4大文明의 하나로 손꼽히는 黃河文明이 이 강의 중·하류에서 발생하여 유명하다.

국토가 광활하고 지형이 복잡함에 따라 기후도 다양하다. 일반적으로 대륙성기후를 이루고 있으며 여름과 겨울의 기온차가 상당히 크다. 인구는 약 12억명으로 세계인구 약 55억명의 22%나 차지하는 대국이다. 그 중에 포함되어 있는 民族의 수는 56족이며, 가장 많은 것이 漢族으로 94%를 차지한다. 또한 나라가 광대하고 民族의 수가 많음에 따라 지역적으로 方言이 심하여 언어의 소통이 매우 불편하다. 한편 세계

에서 가장 우수한 文字인 漢字를 사용하고 있으나 배우고 익히기가 어렵다하여 이들을 略化한 簡字를 사용하고 있어 우리에게 오히려 매우 생소하다.

1949년 사회주의국가로 새 출발한 후, 정치적으로 또한 經濟적으로 많은 개혁을 해왔으며 최근에 이르러 자유經濟방식을 일부 도입함으로써 새로운 經濟發展을 이루어가고 있다. 이러한 관점에서 中國의 시멘트 産業을 살펴보기로 한다.

### 2. 시멘트産業의 概況

中國에서 최초 시멘트가 生産된 것은 1889년으로 상당히 오래 전 일이다. 1949년에는 生産규모가 300만톤이었으나 실제 生産量은 66만톤에 불과하였다. 第1次 5個年計劃期間(1953~57) 중에는 다수의 wet process 시설을 설치하여 시멘트를 生産하였고, 第2次 5個年計劃期間(1958~62)에는 연간 20~25만톤 규모의 wet process, 20~30만톤 규모의 Lepol kiln 및 5~10만톤 규모의 shaft kiln이 導入되었다.

1970년대 말의 經濟解放政策의 推進과 1980년대의 經濟建設에 대한 박차로 말미암아 cement concrete의 生産과 需要가 급증하기에 이르렀으며 産業界 및 學界에서의 研究도 활성화되었고 技術도 크게 發展하였다.

中國의 시멘트 生産量에 대한 정확한 통계자료를 얻기가 어려우며 개략적인 生産推移를 살펴보면 다음과 같다. 이들 生産量의 3분의 2는 shaft kiln으로부터의 製品이라 品質이 中·低級의 것들이다.

中國의 시멘트 産業이 가지고 있는 問題點과 앞으로 發展시키고자 하는 점들을 들어 보면 다음과 같다.

- 1) 中國의 시멘트공장 수는 약 600여개로서 年産 5만톤 내지 10만톤급의 shaft kiln 및 wet kiln이 대부분이다. 製品의 品質도 낮은 편이며 주

로 농토관리, 수리공사, 도로 및 농촌주택용으로 사용한다. 이들 공장을 현대화하고 소형공장을 감소시켜 나가는 것이 큰 課題이다.

- 2) 年産 20~30만톤급이 중형공장과 100~150만톤급의 대형工場數는 65개소이고 生産量은 약 5000만톤으로 525급 高品質시멘트의 生産量은 전체의 약 15%에 불과하다.
- 3) 따라서 425,325급 및 그 이하의 低品質 시멘트의 品質向上과 標準化 問題가 시급하다.
- 4) 年産 2억 5천만톤 이상 生産되는 blast furnace slag와 1억톤 이상 산출되는 fly ash의 活用을 확대하고 각지방의 開發을 도모하고자 하고 있다.
- 5) 混和劑로서 高流動化劑, AE제, 防凍劑 등을 콘크리트에 적극 이용하고자 한다.
- 6) 高強度 콘크리트의 開發과 보급에 주력하고 있다.
- 7) 生産하는 시멘트의 종류로서는 보통 포틀랜드시멘트, 슬래그 시멘트, 플라이애쉬시멘트, 포졸란 시멘트외에 早強시멘트, 팽창시멘트, 油井시멘트, 白色시멘트, 耐火시멘트 등의 特殊시멘트도 生産하고 있다.

### 3. The Third Beijing International Symposium on Cement and Concrete

이번 北京에서 개최되었던 “제3회 北京 시멘트·콘크리트 國際會議”는 中國이 자기나라의 시멘트, 콘크리트계의 학술 및 技術發展을 위하여 시행하고 있는 의욕적인 행사이다. 이번에도 參加國數는 22개국, 發表論文數는 253편, 참가인원은 500여명으로 추산된다. 253편의 論文中 65%에 해당하는 164편이 中國측에서 發表되었고 일본이 22편, 독일이 10편 영국이 9편, 미국이 7편, 인도와 덴마크에서 6편씩 한국은 4편을 發表하였다. 여타국가들은 1~2편씩에 불과하였다. 따라서 中國에서의 시멘트, 콘크리트에 대한 학술 研究 및 技術開發 動向을 엿볼 수 있었다.

會議는 北京市 서북쪽에 위치하고 있는 香山飯店 (Fragrant Hill Hotel)에서 행해졌으며 시내에서 멀리 떨어져 있고 조용한 분위기라서 안성맞춤이었다. 11월 27일(수), 첫날에는 개회식에 이어 招請講演이 있었다. 초청강연의 題目과 강사는 다음과 같다.

(회의장 내부)



#### (초청 강연 제목)

- The Third Series Cement in china  
Wang Yanmou, Su Muzhen(China)
- High Strength Concrete – an Overview of the Research in Kyoto Univ.  
H.Muguruma, F.Watanabe, M. Nishiyama (Japan)
- Strengthening Mechanisms of High Strength Concrete  
W. Jiang, D.M. Roy(U.S.A)
- High performance Cement – Based Materials  
J.F.Young(U.S.A.)
- Calculating the Internal State of Hydrated Cement  
F.P.Glasser(U.K)
- High Belite Cements – Present Status and Multiplicity of Future Technological Options  
A.K.Chatterjee(India)
- Recent Research and Development in Polymer Modified Mortar and Concrete  
Y. Ohama (Japan)
- State of the Art in High Compression Comminution  
F. Feige(Germany)
- The Recent Research Activities in Cement Hydration in Japan
  - M. Daimon (Japan)
- Recent Development of New Technology

and Equipment for Cement Manufacture  
Automation

M. V. Shutler (Switzerland)

11월 28일(목)부터 3일간은 개별 發表로서 session별로 이루어졌으며, 韓國代表들이 發表한 研究論文題目과 연사는 다음과 같다.

**〈Session별 연구발표 과제〉**

- I. Technology and Equipment for Cement Manufacture
- II. Clinker Formation and Cement Structure and Performance
- III. Special Cement
- IV. Utilization of Blended Materials in Cement and Concrete
- V. Concrete and Concrete Products
- VI. Cement Based Composite and Other Cementitious Materials

**〈韓國代表들이 발표한 연구논문 제목〉**

Session II. The Synthesis and Hydration of Fluorine Alinite Clinker.

T.H.Kim, I.H.Lee, S.W.Ahn,  
S.H.Choi, K.S.Han

Session III. Effect of Gypsum on the Hydration Characteristics of Sulphate Solid Solution in the Clinker

Y.S.Hwang, K.S.Han, J.S.Koo,  
S.H.Choi

Session IV. Study on the Hydration of Alkali Activated Slag

S.Y.Hong, J.C.Kim, J.K.Kim

Session V. Development of Modified Belite Cement

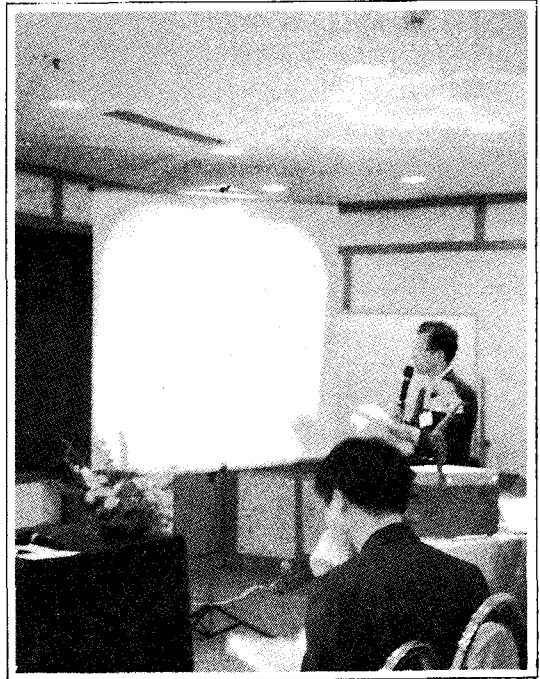
W.H.Chae, S.H.Choi, K.S.Han

中國 측에서 발표한 論文을 session별로 나누어 研究動向을 개관해 보기로 하겠다.

**Session I. Technology and Equipment for Cement Manufacture(28/46)**

시멘트 製造에 있어서의 技術과 裝置에 관한 것들

**〈연구논문을 발표하는 필자〉**



로 새로운 시멘트製造技術을 開發하기 위한 중요한 분야이다. 총 46편중 中國 측에서 28편이 발표되었고 그중 17편이 computer와 micro-processor control unit를 이용한 새로운 技術에 관한 것이었다. 주로 rotary kiln, shaft kiln, EP, bag filter, pneumatic conveying system에 관한 것들이었고 일방 경영관리에 관한 것도 있었다.

한편 시멘트 製造에 있어서 에너지 節約과 環境保全에 관한 것이 9편으로 이들의 중요성을 다루고 있고 調合原料의 관리, 粉碎 및 冷却 問題 등이었다.

生産의 自動化 工程에서는 fluidized calcining furnace와 separate line calciner kiln에 관한 것으로 최신의 製造工程장비를 소개하였다.

**Session II. Clinker Formation and Cement Structure and Performance (23/42)**

클링커의 생성과 시멘트구조 및 성능에 관한 분야로 총 42편이 中國 측에서 발표되었다. 여러 가지 원료를 이용한 클링커 生成反應性과 알칼리성분이 높은 원료를 이용한 것 등 12편이 발표되었고 硬化體의 미세구조와 파괴 mechanism에 관한 것이 4편, CSH gel, periclase의 有害性, 凝結遲延 mechanism, ferro-cement의 性能 등 7편이 발표되었다.

### Session III. Special Cement(30/37)

特殊시멘트에 관한 37편중 30편을 中國 측에서 발표하였으며 여기서는 白色시멘트(3편) 이외에 알루미늄 시멘트, 팽창시멘트, low pH cement, 내황산 염시멘트, 道路시멘트 등 각종 特殊 시멘트에 관한 것이 발표되었다.

### Session IV. Utilization of Blended Materials in Cement and Concrete(30/39)

시멘트나 콘크리트에 混合材로 이용하는 産業廢棄物인 blast furnace slag, fly ash 및 silica fume에 관한 것이 압도적으로 많아 30편중 24편에 이르고 있다. 이것은 세계적인 추세이기도 하지만 막대한 양의 産業폐기물을 이용하는 데 많은 노력을 경주하고 있는 것을 보여주고 있다. 그 이외에도 천연 zeolite, 赤泥土, sintered gangue, 석회석 등의 이용에 대해서도 발표하였다.

### Session V. Concrete and Concrete Products(29/49)

콘크리트 및 콘크리트 製品에 관한 분야에선 콘크리트 製品製造에 있어서의 新技術에 대한 것이 21편이나 되어 새로운 콘크리트 技術開發에 많은 관심을 보여주고 있다. 콘크리트의 성능저하, 高強度 콘크리트, 初期콘크리트의 流動性, pumped concrete, 몰딩 工程등이 다루어지고 있다. 그 이외에 여러가지 특

수 콘크리트로서 prestressed concrete, 방수 콘크리트, shotcrete, self-stressing concrete, 팽창콘크리트, 폴리머 改質 모르타 등이 발표되었다.

### Session VI. Cement Based Composite and Other Cementitious Materials(24/40)

시멘트를 기본으로 한 複合材料로서는 vinylon 등 고분자섬유를 이용한 複合材料와 石膏를 이용한 高黃酸鹽質 複合材料가 研究되었고 다른 水硬性物質에 대한 것으로서는 slag alkaline cement 製品, epoxy emulsion cement, 저알칼리성 시멘트, glazed cement 製品, CaO의 水和性 등 特殊한 製品과 反應性 등에 대하여 研究가 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

### 4. China Building materials Academy

이번 第3回 北京 시멘트·콘크리트 國際 심포지엄은 中國建築材料研究所(CBMA)에서 주관하고 中國窯業學會와 中國 建築材料工業局의 후원으로 開催되었다. 이 CBMA에는 약 2,000명의 직원과 1,100명의 기능공이 있으며 그 중 265명이 senior engineer 이고 약 500명이 engineer이다.

CBMA는 산하에 9개의 研究所가 있어 시멘트, 콘크리트를 위시하여 유리에 관련된 研究所, 高機能 窯業體 및 耐火物研究所 또는 試驗 및 설계에 관한 研究를 담당하며 研究所까지 다양하며 다음과 같다.

(중국 건축재료연구소 시멘트품질검사소)



### (Nine Subordinate Units of CBMA)

- Research Institute of Cement
- Research Institute of House Building Materials and Concrete
- Research Institute of Glass
- Research Institute of Fiberglass
- Research Institute of Quartz Glass
- Research Institute of Hightech Ceramics
- Research Institute of Refractory
- Research Institute of Testing Technique
- Research Institute of Design

CBMA는 산하研究所 이외에도 외곽기관으로 여러 개의 단체가 中國建築材料研究所의 업무를 수행해 주고 있다. 즉 각종 材料의 pilot plant는 물론 試驗 및 檢査所, 品質管理센터등 다양하다. 이들 기관은 다음과 같다.

### (Outside Units of CBMA)

- Xiangtan Pilot Research Institute
- National Testing Center for Building Materials
- National Center of Supervision and Inspection for Cement Quality
- National Center of Supervision and Inspection for the Quality of Fused Silica Glass
- Supervision Center for the Quality of Automobile
- Shipping and Aviation Safety Glass
- Supervision Center for the Quality of Refractory
- National Center of Supervision and Inspection for the Building Materials Environmental Protection
- National Center of Supervision and Inspection for the Radioactivity of Building Materials Wastes.

中國建築材料研究所가 수행하는 구체적인 주요 업무는 다음과 같다.

- 1) 새로운 建築材料와 비금속無機材料에 대한 基礎 研究와 새로운 응용, 새로운 技術, 새로운 工程, 새로운 裝置 등을 開發하는 研究를 한다.
- 2) Computer를 이용한 建築材料의 研究 및 工程

自動化에 관한 것으로 技術과 裝置를 開發한다.

- 3) 建築材料의 製品과 工程에 대한 標準化 업무를 수행한다.
- 4) 試驗방법과 試驗機器에 대한 기초 研究를 한다.
- 5) 공정설립에 관련되는 각종 材料, 즉 製品, 원료, 試驗機器, 計測器 등의 輸出入 업무를 담당한다.

또한 이 研究所가 설정해 놓고 있는 研究計劃의 항목들은 다음과 같이 매우 광범위하고 다양함을 알 수 있다. 시멘트, 콘크리트에 관련된 각종 製品은 물론, 製造 工程, 장치, 技術에 이르기까지 다양하고, 建築에 관련되는 시멘트 이외의 材料로서 人造石, 유리, 내화물, 유리섬유, 吸音材, 타일, 紫外線錦殺蟲藥, 벽돌 및 불럭등 광범위하게 다루어지고 있다.

### (PROJECTS LIST)

- 1) Daily output 700ton/100ton cement precalcination technique, processing and equipment
- 2) Chemical analyzing, physical examining technique and instruments and metres for raw materials, auxiliary materials and cement
- 3) Series of Water-proof Treasure's products, technique and equipment
- 4) Production technique and equipment of artificial inorganic marble and granite
- 5) Production technique and equipment of high range soundless cracking agent (HSCA)
- 6) RST kiln and mechanized shaft kiln design with technological innovation, its processing and equipment
- 7) New dry refractories for cement kiln, and its technique and equipment
- 8) Architectural ceramic and production technique
- 9) Glass testing technique and equipment
- 10) Glass testing technique and equipment
- 11) Architectural and automobile laminated safety glass process and equipment
- 12) Production processing technique and equipment of reflective glass by coation film with sol-gel method



- 13) High temperature and corrosion-proof fiberglass ; filter materials, manufacture technique and its equipment
- 14) Fiber optical plate micro-channel plate
- 15) Production technique ; equipment and its products of GRC
- 16) Self-stress concrete pressure pipe of aluminoferrite cement
- 17) Production technique of various of sound absorbing decorative plate with expansive perlite
- 18) Series of architectural adhesives for glazed ; wall / floor tile and production technique
- 19) Commercial special ceramics and its production technique
- 20) High precision silica-glass tube, plate and its production technique
- 21) Series of ultraviolet germ-killing lamp, radiometer and its production technique
- 22) Series of non-asbestos cement substrate and its technique
- 23) New pinhole non-asbestos calcium silicate heat-insulation products and its technique
- 24) Various building brick, plank and production technique
- 25) Cement suppling and draining water pipe,

wire pole and its production technique and equipment

## 5. 結論

中國이란 나라, 우리는 이전에 “잠자는 獅字”라고 부르기도 했다. 그 中國이 이제 잠에서 깨어난 것이다. 아직 先進國 대열에 끼지는 못하고 있지만, 그 광대한 國土, 풍부한 資源, 더구나 세계 最大의 人口로 세계를 휩쓸어 보자는 의욕에 불타고 있다.

아직 전체적인 국민 1인당 GNP와 생활수준이 낮은 편이기도 하지만 시멘트 生産量은 세계 1位이고, 國際會議에의 參加者數나 發表 論文數도 상위그룹에 속하며 각종 國際會議을 조직하여 외국관계자들을 유치하는 등 學界와 產業界의 활동이 두드러진다. 研究범위도 기초 研究에서 부터 각종 製品의 開發, 製造技術工程, 裝置 등의 改善 등 研究활성화에 적극적인 자세를 보여주고 있다.

이에 비하여 우리의 시멘트 産業은 그 동안 경이적인 發展과정을 겪어옴으로써 현재 세계에서 상위 生産國隊列에 끼어 있기는 하나, 시멘트, 콘크리트에 대한 研究層이 얇고, 研究福이 좁아 앞으로의 지속적인 發展 가능성에 대해서는 우려하지 않을 수가 없다.

이번 中國에서의 시멘트, 콘크리트에 대한 현지의 研究활약상을 목격하고 큰 충격을 받았으며 이를 他山之石으로 우리의 시멘트, 콘크리트계가 한층 더 분발하여 주위 각국에 뒤지지 않도록 産·學·研 공동으로 더욱 노력해 주길 바라는 마음 간절하다.