



# “콘크리트 산업과 기술표준”

연세대학교 사회환경시스템공학부 교수 변근주  
02-2123-2798 byun@yonsei.ac.kr

## 건설재료로서의 콘크리트

콘크리트는 물 이외에 인류가 가장 많이 사용한 재료이다. 19세기 후반부부터 콘크리트는 철강재, 목재와 함께 건설 분야에서 가장 중요한 건설재료로 사용되어 왔고, 앞으로도 그 사용이 증대될 전망이다. 특히 철광석, 석유와 같은 자원은 수입에 의존하고 있고, 우리 나라와 같이 항구적으로 원자재 자원과 에너지 문제를 가지고 있는 나라에서는 콘크리트가 주 건설재료로 사용되는 것이 중요하다. 콘크리트의 원료인 시멘트와 골재가 전량 국내에서 생산되는 반면에 철강재의 원료인 철광석은 전량 수입에 의존하게 되고, 광산에서 원료를 생산한 후 중간처리과정을 거쳐 각종 시설물이 완성되기까지 소요되는 총 에너지 소비량 면에서 콘크리트가 매우 유리하기 때문이

다.

인간은 누구나 아침에 눈을 뜨는 순간부터 어디서 무엇을 하든지 대부분 콘크리트 구조와 함께 하게 된다. 모든 사람들이 삶의 질 향상을 추구하면서 주변에서 접하게 되는 콘크리트시설물에 대한 요구조건도 강화되고 있는 실정이다. 최근 들어 콘크리트 시설물에 대한 요구조건을 만족시키기 위하여 전문가들을 중심으로 많은 노력을 하고 있지만 아직도 사용자와 공급자 사이에는 상당한 차이가 있음을 느낄 수 있다. 더욱 금년 들어서는 중국의 여파로 철강재의 품귀현상과 가격인상과 공급량의 부족 현상이 일어나면서 콘크리트의 수요증가가 예상되기도 하고 그에 따른 또 다른 콘크리트문제가 야기될 수도 있다. 이런 때에 콘크리트기술의 기준강화와 국제화가 이루어지면 콘크리트기술이 발전되고 콘크리트

의 수요가 창출되고 콘크리트산업이 현재보다 진흥될 것이고, 인간의 삶의 질 향상에도 전보다 크게 기여할 수 있을 것이다.

## 콘크리트산업의 특성

2003년도에 국내에서 시행된 총 건설 공사량이 90조원 정도이고, 시멘트는 5900만톤, 전국 773공장에서 생산된 레디믹스트 콘크리트(이하 레디콘으로 표기)는 1.44억톤이 건설에 사용되었다. 이 건설물량의 29%는 공공건설, 71%는 민간건설이었다. 모든 시설물의 건설은 계획-설계-건설-사용-폐기의 과정을 거치게 되는데, 계획 설계 단계에서 건설재료(콘크리트 또는 철강재)가 선정되고, 콘크리트의 제조와 시공은 건설단계에서 이루어진다.

일반 제조상품과는 달리 모든 콘크리트 시설물의 품질은 매우 다양한 시설물 용도, 설계조건과 방법, 시설물의 형상, 사용골재의 생산지와 특성, 콘크리트의 배합비, 제조 방법, 운반조건, 콘크리트의 시공조건과 시공방법 등에 따라 달라지게 되고, 이러한 조건 하에서 콘크리트 시설물이 건설된 후 소유자에게 인도된다. 또한 시설물의 건설 과정에 참여하게 되는 설계회사, 시멘트 생산회사, 레디콘 생산회사, 건설회사, 감리회사가 건설과정에서 각각 다른 역할을 담당

함으로써 참여기관들의 특성에 따라 콘크리트 시설물의 품질도 다르게 될 수 있다. 이런 상황 하에서는 고품질의 콘크리트를 생산하고 성능을 보증하는 것은 쉬운 일이 아니다. 원천적으로 좋은 시멘트와 좋은 골재로 우수한 레미콘을 생산하여 공급하더라도 운반, 시공과정에서 문제가 발생하면 콘크리트 시설물의 품질은 불량하게 될 소지가 있고, 반대로 공급되는 레미콘 자체의 품질이 불량하면 시공자의 노력만으로는 좋은 콘크리트 시설물을 건설할 수 없게 된다.

한편 시설물 소유자나 사용자는 시설물을 매우 중요하게 인식하기 때문에 콘크리트 시설물을 일반공산품 이상의 품질기준으로 평가하려고 하는 것이 일반적이다. 국내에서는 다른 선진국과 마찬가지로 시멘트, 골재, 레미콘의 품질은 산업자원부의 산업규격(ICS), 건설과정의 품질은 건설교통부의 콘크리트구조 설계기준과 콘크리트 표준시방서에 의하여 관리되고 있다. 국내의 콘크리트의 품질문제는 국가 규격이나 기준보다는 관련업체와 관련기술자의 전문성과 의식수준에서 좌우되는 경우가 많다.

## 콘크리트 기술

21세기에 들어오면서 콘크리트 시설물의

요구조건으로 고강도 중심의 안전성(safety), 내구수명을 고려하는 고내구성(durability), 균열과 변형을 고려하는 사용성(serviceability), 보수보강에 의한 성능복원성(restorability) 등이 대두되기 시작하였다. 고품질의 콘크리트 시설물을 건설하여 사용하려면 시설물의 계획, 설계, 재료생산, 시공, 유지관리 등 전 과정의 품질이 보장되어야 한다. 이런 과제들을 해결하기 위한 방안으로 많은 선진국 연구자들에 의하여 고성능 콘크리트, 고강도 콘크리트, 고내구성 콘크리트, 고기능성 콘크리트, 스마트 콘크리트(smart concrete), 인공지능 콘크리트(intelligent concrete) 등이 개발되었고, 고품질의 콘크리트를 범용화하기 위하여 콘크리트 시설물의 자동화 설계기술과 시공기술도 일부 개발되었다. 또한 새로운 콘크리트 기술의 보급과 고품질 콘크리트 생산을 위하여 관련 산업규격, 설계기준과 표준시방서도 전면적으로 정비하고 있는 단계에 있다.

선진국들은 이상과 같은 기술의 보급을 통하여 콘크리트를 건설재료로서의 경제성과 신뢰성 제고, 새로운 재료창출로 인한 콘크리트 산업의 중흥의 길을 맞이하고 있다. 우리나라는 고품질 콘크리트 기술에 관한 한 아직 초보단계에 머물고 있고 더 이상 발전시킬 수 있는 동력을 갖추고 있지

못한 실정이다. 국내에서는 낮은 시멘트 강도(일본은 600kgf/cm<sup>2</sup> 강도의 시멘트 생산), 굵은 골재의 입도, 해사의 사용, 골재원의 고갈 등의 원재료문제를 가지고 있을 뿐 아니라, 설계에 반영되는 콘크리트의 설계강도가 240~280kgf/cm<sup>2</sup>의 범위(외국은 대부분 400kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 고강도 사용)이고, 시공중에는 레미콘의 품질문제, 양생을 충분히 하지 못하는 등의 문제로 번번이 콘크리트 품질문제가 도마에 오르곤 한다.

콘크리트 구조의 설계법으로 우리나라와 미국은 강도설계법(ultimate strength design: USD), EU와 일본은 한계상태설계법(limit state design: LSD), ISO는 성능평가형 설계법(performance based design: PBD)을 채택하고 있는데, 우리는 LSD를 뛰어넘어 새로운 개념의 PBD로 직행해야 하고, 그것도 이제는 우리들의 기술로 설계기술을 개발해야 하는 과제를 안고 있다.

정부의 관련기관, 시멘트, 골재, 레미콘 산업 관련분야, 구조물 설계 및 건설분야, 교육 및 연구기관이 콘크리트 기술의 현대화와 국제화에 힘을 모아 새로운 재료, 성능향상된 재료, 새로운 개념의 산업규격, 설계기준, 건설표준시방서의 개발과 정비에 시급하게 나서야 할 것이다.

## 콘크리트 기술의 표준화

KS 산업규격, 콘크리트구조 설계기준, 콘크리트 표준시방서 등은 관련기술과 제품의 최소 요구조건을 제시하는 것으로서 기술의 발전에 따라 국가 기준도 지속적으로 상향조정되어야 한다. 이 국가기준은 그 나라의 기술수준의 척도가 되기도 하고, 기업들의 산업활동과 경영에 큰 영향을 미치기도 한다. 산업의 국제화와 국제무역이 국가 경제의 성장의 원동력이 되는 현시대에서는 국가 산업규격의 국제화 없이는 국가의 산업경쟁력을 기대할 수 없는 상황이다.

우리나라의 모든 산업분야가 그러하듯이 우리의 산업규격은 극히 일부를 제외하고는 대부분 ASTM, JIS, ISO, EN 등에서 인용한 것들이고, 우리가 연구하여 개발한 규격은 극미한 수준이며, 국내의 양회와 콘크리트 규격, 설계기준과 표준시방서도 예외가 될 수 없다. 필자는 ISO TC 71(Concrete, Reinforced Concrete and Prestressed Concrete)의 활동에 많은 관심을 가지고 있어서 때로는 회의에도 참석하고, 메일로 기술정보를 교류하기도 한다. 현재 우리나라는 ISO의 콘크리트 관련 기술 전문위원회(technical committee:TC)와 분과위원회(subcommittee:SC) 투표권을 가

진 P멤버로 가입되었으나 활동이 미약했던 것이 사실이다. 그러나 미국, 유럽국가, 일본 등의 선진국들은 역시 ISO 활동에서도 선진국이다. 그들은 정부의 보조로 많은 전문가가 지속적으로 참가하여 위원회의 의장국이나 간사국이 되어 자국의 기준과 기술을 ISO에 반영하려고 적극적으로 노력하고 있다.

최근 들어 기술표준원과 한국콘크리트학회의 후원으로 정부측 인사와 학계의 콘크리트 전문가들이 참가하면서 2003년에는 ISO TC 71내에 SC8(콘크리트 구조의 유지관리 분과위원회)을 창설하고 한국이 위원장국이 되기에 이르렀다. 한편 한국, 일본을 비롯한 아시아 19개국의 전문가들로 구성되었고 필자가 의장으로 있는 국제 콘크리트 기준위원회(International Committee on Concrete Model Code for Asia: ICCMC)가 12년간에 걸쳐 준비한 첫 번째의 ACMC-2001(Asian Concrete Model Code)을 2001년에 공포하였고, ISO 규격에 이 기준을 반영하기 위한 의제가 2003년 Sydney ISO 총회에서 공식의제로 채택되었고, 이어서 이 기준이 2004년 Ankara ISO 총회에서 공식적으로 ISO 기준으로 채택될 것으로 예상된다.

위의 ACMC가 공식화되면 빠른 시간내에

ACMC의 틀과 정신에 부합하도록 우리나라 규격과 기준이 정비되어야 할 것이다. 이렇게 되면 최소한 아시아권내의 국가에서 콘크리트 산업과 건설산업분야에 장벽 없이 한국의 기준과 기술이 통용될 수 있게 되고 국내외의 건설산업과 콘크리트 산업은 새로운 중흥의 길로 다시 태어나리라 기대된다.

현재 외형적으로 콘크리트 기술의 국제화와 표준화가 잘 추진되고 있으나, ISO와 ACCM에 부합하도록 국내의 국가기준을 향후 3년 내지 5년 사이에 정비하는 데는 경비, 인력, 시간이 필요하다. 향후 산업자원부, 건설교통부, 관련업계가 국가기준정비에 대한 필요성과 중요성을 인식하고 적극적으로 나서줄 것을 기대한다. 151