

# 콘크리트 산업의 경쟁력 강화 및 활성화를 위한 제안

변 근 주 (한국 콘크리트학회 회장, 연세대학교 토목공학과 교수)

## 1. 구조재로서의 콘크리트

시멘트, 물, 모래, 자갈로 만들어지는 콘크리트는 모든 건설재료 중에서 가장 광범위하게 사용되어 온 재료이며, 인류가 사용된 재료 중 물 다음으로 많이 사용된 재료이다. 그 이유는 콘크리트가 불과 불에 대한 저항성이 뛰어나고, 가장 값싸고 쉽게 구할 수 있는 재료이고, 유지관리가 적게 소요되고, 에너지 소모가 적으며, 환경친화재료이고, 구조에 대한 임의의 크기와 형상을 쉽게 만들 수 있는 등의 장점이 있기 때문이었다. 물론 콘크리트구조는 공산품과는 달리 현장에서 직접 제조되고 콘크리트는 시멘트풀, 골재, 시멘트풀과 골재의 경계면 등의 3가지 이질적인 구조로 구성되기 때문에 복잡한 재료성질을 가지고 있으며, 그 성질도 정적이 아니라 시간에 따라 변하는 동적인 성질 등의 어려운 문제점도 있다.

원래 'Concrete' 라는 말은 라틴어의 'Concretus' 라는 말에서 유래된 것인데, 그 뜻은 '성장한다' 는 의미를 가지고 있다. 그 뜻이 의미하듯이 콘크리트의 성질은 콘크리트의 타설 후 수년 동안에도 계속 변하고 성장하는 특성을 가지고 있다.

구조물의 건설에 사용되는 국내의 콘크리트는 압축강도  $140\text{kgf/cm}^2 \sim 210\text{kgf/cm}^2$ 의 시대를 거쳐 최근에는  $240 \sim 450\text{kgf/cm}^2$ 의 시대에 와 있으나, 외국에서는 강도  $600 \sim 1,100\text{kgf/cm}^2$ 의 콘크리트로 사회기반시설과 건물이 건설되고 있으며, 2001년에는 서울 양평동의 한강 상에도 강도  $2,000\text{kgf/cm}^2$

의 콘크리트로 보도교량이 건설될 예정이다. 한편 과거에는 슬럼프값이 7cm 전후이던 것이 현재는 15 ~ 20cm 정도의 콘크리트가 사용되고 있다. 더욱이 최근에는 선진국에서는 결점이 거의 없고 내구수명이 100년 이상 보장되는 고성능콘크리트(High-Performance Concrete:HPC), 다짐이 필요 없는 콘크리트(Self-Compacting Concrete:SCC), 스스로 진단과 보수도 하는 Smart Concrete, 콘크리트의 제조에서부터 타설, 유지관리의 전 과정을 정보화 기술에 의해 관리하는 인공지능 콘크리트(Intelligent Concrete), 콘크리트 구조의 설계자동화, 정보화 시공기술 등도 개발되어 다른 건설재료와 비교할 때 콘크리트 산업의 경쟁력이 크게 신장되고 있다.

콘크리트 신기술의 개발과 발전은 시멘트, 골재, 철근과 PS강재 등의 재료분야, 레미콘분야, 설계분야, 시공분야, 유지관리분야 등 Life Cycle의 모든 단계에서 기술 발전이 함께 추진되어야 할 것이고, 그렇게 함으로써 콘크리트의 수요개발과 시멘트와 콘크리트 관련 산업의 경쟁력이 보다 강화될 것이다.

## 2. 콘크리트 산업의 당면과제

콘크리트 산업분야의 시급한 당면과제는 시멘트와 콘크리트의 수요창출, 적절한 가격형성, 타 건설재료와의 건설경비 및 기술적 경쟁력 우위확보, 신제품 및 신기술개발, 품질의 신뢰성회복 등의 문제점 해결에 있다. 특히 21세기의 정보화와 지식기반

시대에 접어들면서 고도의 기술을 필요로 하는 구조물의 대형화와 고급화, 특수공사, 환경, 자원, 에너지 소비감소를 고려한 건설공사, 대심도 및 수중건설공사 등의 수요가 증대되고, 그에 따라, 신재료, 신기술 및 신공법, 컴퓨터기술을 도입하는 자동화설계와 정보화 시공, 초내구적인 고품질 시설물의 건설이 크게 요구되고 있다.

과거 40년동안 시멘트 및 콘크리트 산업분야는 건설 호경기, 특히 주택 200만호와 토초세 등의 바람을 타고 신기술, 신재료의 개발에는 관심이 없었고, 콘크리트의 품질이 땅에 떨어지건 말건 간에 앉아서 배 두드리며 안이하게 사업을 수행한 것이 사실이다.

1980년대 하반기부터 레미콘 몰타기, 콘크리트의 강도부족, 균열발생의 문제를 겪다가 결국에는 삼풍백화점, 신행주대교와 팔당대교, 성수대교의 붕괴의 참담한 지경에까지 이르게 되었다. 1990년대 중반 이후부터 콘크리트의 강도와 균열문제, 시공과정의 복잡성 등과 함께 제철회사의 적극적인 사업확장 등의 영향으로 발주기관과 시공사들은 콘크리트구조의 계획과 건설을 회피하는 경향이 나타나기 시작했고, 이 때와 함께 IMF의 출현은 더욱 콘크리트산업을 위축시켰다. 주지하는 바와 같이 1997년에 비하여 건설 총물량의 50%정도에 머물고 있고, 이런 경향이 1, 2년은 계속 지속될 전망이다. 이런 환경 하에서는 시멘트산업분야, 레미콘산업분야, 건설산업분야가 공동으로 문제점들을 인식하고 힘을 모아 새로운 방향을 모색하는 것이 시급한 과제이다.

### 3. 콘크리트산업의 경쟁력 제고방안

국민으로부터 거의 100년 동안 사랑을 받아온 국내의 콘크리트 산업이 국내의 정치변화, 산업구조의 변화, 세계의 기술적 흐름, 21세기 사회의 요구조건 등을 예상치 못하고 안주해 오다가 최근 일격을 받고 비틀거리고 있다. 콘크리트는 지구상에서 과거 150년 동안 건설을 주도해온 주 재료이었고, 현재와

미래에도 계속될 추세이다. 그러나 21세기는 분명히 정보화와 지식기반이 지배할 시대임에 틀림없고, 빠른 시간 내에 그 대책을 수립하지 않으면 지금보다 더 나쁜 상황으로 추락할 가능성이 있기 때문에 콘크리트인의 한 사람으로서 콘크리트산업의 증흥을 위해 다음과 같은 장단기 경쟁력 제고 방안을 제시하고자 한다. 콘크리트산업의 증흥은 콘크리트 수요 물량의 확대, 콘크리트관련 건설 예산의 증대, 이윤 극대화로부터 출발될 것이고, 이들과 관련된 방안을 다음과 같이 제안한다.

#### (가) 기술력을 바탕으로 한 수주경쟁력 강화

건설 Project의 수주경쟁에서는 발주자, 설계자, 시공자가 관련되고 각 개체는 기술적인 면에서 시설물의 계획, 설계, 시공, 유지관리, 해체의 5단계 Life Cycle 전 기간동안의 총경비(Life Cycle Cost:LCC), 시공사의 이윤, 설계의 간편성, 시공의 공법과 단순성, 시공 및 사용중의 안전성, 사용중의 유지관리 편리성, 공사기간 등을 고려하여 시설물을 계획하고 구조형식과 재료를 선택하게 된다. 이 단계에서 특히 콘크리트와 강재의 보이지 않는 경쟁이 있고, 강재는 구심점이 제철회사 한곳에 있고, 콘크리트는 구심점이 없이, 시멘트, 레미콘, 시공분야에 분산되어 있고, 그나마도 그 동안 시멘트와 레미콘업계는 기술개발이나 발전에 무관심하게 지내왔다.

시대가 크게 변모하면서 선진국과 마찬가지로 이제는 시멘트와 레미콘업계가 신뢰받을 수 있는 고품질과 경제성이 있는 재료를 개발하는 것은 물론이고, LCC를 고려하면서 단기간에 저렴한 비용과 적은 인력투입으로 만족할 만한 구조물을 설계할 수 있는 소프트웨어와 시공기술정보, 유지관리기술정보를 설계자, 시공자, 유지관리자에게 제공해야 되는 시대가 되었다.

즉, 재료생산업계가 종래와 같이 건설재료만 공급하던 체제에서 Total Service체제로 전환하여 적극적으로 대처하고 건설회사의 수주경쟁력 제고에 도

움을 주어야 콘크리트산업은 활성화 될 것이다.

## (나) 공동연구를 통한 신재료, 신기술, 신공법의 공동개발

건설기술은 공장제품과는 달리 개방된 곳에서 수행되기 때문에 기술적 비밀이 유지되기 어려운 기술이다. 예를 들어 어떤 한 기업이 많은 자금을 투자하여 특수 시멘트나 특수 콘크리트, 즉 강도 1,000kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 초고강도 콘크리트의 제조기술을 개발했다 하더라도, 그 기술을 혼자 독립적으로 사용할 수 있는 기간은 투자비를 회수하기도 전에 보편화될 정도로 매우 짧다. 이 때문에 선진국에서도 특별한 경우를 제외하고는 정부기관, 시멘트회사, 레미콘회사, 건설회사, 연구소, 대학연구기관들이 콘소시엄을 구성하여 콘크리트관련 신제품과 신기술을 공동으로 개발하는 것이 관례이다. 지금과 같이 여러 기관이 독자적으로 각각 신기술 개발에 투자하는 것은 예산과 시간의 낭비만 초래할 것이다.

전술한 바와 같이 공동연구를 통하여 첫째로 재료분야에서의 고성능 콘크리트(HPC), 다짐이 필요 없는 콘크리트(SCC), 강도 1,000kgf/cm<sup>2</sup> 전후의 초고강도, 초고내구성 콘크리트, Smart Concrete, Intelligent Concrete, Eco-Concrete(또는Green Concrete), 고강도 경량콘크리트 등의 21세기형 콘크리트의 개발이 매우 시급하다.

한편 두번째로 설계분야에서 설계자가 높은 이윤을 달성하면서 경제적으로 콘크리트 구조물을 설계할 수 있도록 콘크리트구조의 자동화 설계 소프트웨어의 개발이 가장 시급한 과제이다. 만일 이러한 소프트웨어를 빠른 시일 안에 유상이던 무상이던 간에 설계자에게 제공하지 않으면 그들은 콘크리트 구조대신에 설계 소프트웨어가 제공되어있는 강구조물(철골구조)을 선택할 것이고, 국내의 콘크리트 사업은 급속도로 위축될 전망이다. 콘소시엄을 구성하여 소프트웨어의 개발에 착수한다면 3~5년이면 충분하고, 그것도 단계적으로 개발하면 개발착수 후

1년 후부터 매년 단계적으로 구조물 설계에 활용될 수 있을 것이다.

또 세번째로 다른 과제는 시공상의 문제이다. 최근 국내 대부분의 대형과제는 설계-시공 일괄입찰(턴키, T/K)로 발주되는 것이 관례이고, 이때는 시공사가 주축이 되어 구조형식과 재료의 선택, 설계와 시공이 수행된다. 이 경우 시공사는 경쟁사와의 경쟁우위에 우뚝 서서 제1위 입찰자로 선정되기 위하여 설계자동화, 경제적 시공(공사비와 공기)에 역점을 두게된다. 특히 업체선정을 위한 심사위원회는 세련된 설계, 신재료, 신기술, 신공법, 안전성과 내구성, 공사의 품질확보, 결점 없는 시공, 유지관리의 편리성 등을 중심으로 평가하기 때문에 콘크리트산업관련 기업들에게는 콘크리트재료, 자동화설계만이 아니라 고품질시공, 안전시공, 자동화시공, 정보화 시공, 효율적인 시공기술, 시공의 신기술 개발이 매우 시급한 과제이다.

네번째로 시설물의 유지관리분야에서 시멘트와 콘크리트의 제조과정, 콘크리트구조의 시공과정, 시설물 준공후의 유지관리단계에서 소요의 고품질을 확보하고 보증하기 위한 콘크리트 평가기술의 확립과 개발이 필요하다. 요구되는 각종 콘크리트성질을 조기에 측정관리하기 위한 간편하고 신뢰성 있는 측정 및 계측장비, 분석 및 평가기술을 개발함으로써 고객(Client)에게 콘크리트수요를 유발시키고, 또한 안심하고 콘크리트구조물을 선택할 수 있게 할 수 있을 것이다.

## (다) 콘크리트의 신뢰도제고를 위한 홍보활동강화

1980년대 후반이후 콘크리트의 신뢰도가 낮아진 것은 사실이고 가슴아픈 일이다. 전술한 바와 같이 이 틈새를 비집고 콘크리트분야가 관장하고 있던 건설산업의 상당부분을 철강분야가 체계적으로 공략하고 있다. 무한 산업경쟁에서 그들의 노력을 닦할 근거는 없다.

그러나 국내의 콘크리트산업계는 철강분야의 활동정보를 갖지도 못한 채 무관심하게 지내오다가 한국콘크리트학회를 중심으로 한 콘크리트관련 교수들의 노력에 자극 받아 최근 다소 변화의 조짐이 보이기 시작한 정도이다. 또한 언론매체, 정부의 일부 기관, 일부 콘크리트와 무관한 사업가들이 콘크리트의 특성과 거동을 이해하지 못한 채 콘크리트의 염해, 중성, 독성의 문제를 제기하면서 마치 콘크리트 내구성과 환경문제가 심각한 것으로 부각되고 있는 것도 사실이다.

전혀 문제가 없는 것은 아니지만 언론 매체 상에 과장되게 표현됨으로서 콘크리트의 신뢰도에 흠집이 생기고 있다. 지금까지 표출된 문제들은 주로 강도, 균열, 염해, 중성화 등이고, 이들의 문제는 크던 적던 간에 우선 모든 콘크리트산업 관련인들의 책임이다. 왜냐하면 이들 문제는 재료, 설계, 시공, 유지관리 등의 단계에서 설계기준과 시방서에 따라 적절한 고려를 두었다면 전혀 문제로 부각되지 않았을 것이기 때문이다. 국내외에서 이미 시공된 콘크리트 구조의 좋은점과 나쁜점, 결점을 최소로 하기 위한 콘크리트 관련인들의 노력과 자세, 21 세기의 콘크리트 기술을 언론매체에 진솔하게 소개하고 홍보하는 것을 제안한다.

## (라) 신재료와 신기술 개발을 통한 콘크리트의 수요창출

콘크리트의 수요창출은 콘크리트의 다기능성 창출, 콘크리트를 이용하는 새로운 구조시스템의 개발, 콘크리트 사용분야의 창출, 합성구조 및 PC구조시스템의 개발, 특수 목적콘크리트(고내구성, 고강도, 진동흡수, 통풍콘크리트, 인공지능콘크리트 등) 개발 등의 재료개발, 자동화 설계 소프트웨어의 개발, 정보화 및 자동화 시공장비 및 시공기술의 개발등으로 콘크리트의 수요를 대폭적으로 증가시킬 수 있다. 그리고 구조물의 Life Cycle Cost를 고려할 때 콘크리트 재료비와 구조물 시공비가 차지하는 비율

은 매우 낮으므로 시멘트 및 콘크리트 관련자들은 고품질 콘크리트가 구조물 시공에 적극 반영될 수 있도록 하고, 새로운 고품질의 콘크리트를 고가로 공급하는 방안의 연구가 필요하다.

구조물의 Life Cycle Cost를 고려할 때 초기건설비중 재료비의 비중은 적은 반면에 유지관리비의 비중이 크기 때문에 외국에서는 콘크리트의 강도를  $400\text{kgf/cm}^2 \sim 1,100\text{kgf/cm}^2$ 으로 높이고 사용 중 유지관리비를 낮추는 설계·시공이 LCC면에서는 훨씬 큰 폭의 이익을 얻을 수 있기 때문에 고강도, 고내구성의 콘크리트를 고가로 공급하는 것이 외국의 추세이다. 이것은 다른 면의 경제적 수요창출에 속한다고 할 수 있다.

최근 아파트가격의 자율화로 시장경쟁원리에 의해 고급아파트는 고가로 공급되는 등 가격이 다양해졌다. 모든 공장제품의 가격은 기능과 품질에 따라 가격의 차이가 있듯이 고품질의 콘크리트를 고가로 공급하는 생산 및 판매정책의 전환이 필요하다.

한편, 현재의 콘크리트를 개량하여 지구환경보전에 기여할 수 있는 Eco-concrete, Green concrete, 식생콘크리트 등을 하천호안, 항만호안, 도로 및 철도 절개면의 보호시설 등에 적용할 수 있도록 환경친화적인 콘크리트의 재료, 제품, 시공기술을 개발하는 것도 콘크리트의 새로운 수요창출이라고 할 수 있다.

## (마) 21세기의 정보화 시대에 대비한 콘크리트 산업의 정보화 구축

이미 우리사회는 21세기의 정보화 및 지식기반 시대에 돌입하여 급속도로 변모되고 있다. 이런 환경여건 하에서 콘크리트 산업계가 단시간 내에 정보화 체계를 구축하지 않으면 시대에 뒤떨어질 뿐만 아니라 산업자체가 퇴행의 길로 치달을 수도 있다. 콘크리트 산업정보와 운용의 정보화, 기술정보의 유통, 재료와 제품의 생산, 공급, 판매의 e-business화, 계획과 설계의 자동화, 정보화 시공, 콘크리트 관련

기술의 정보화와 교환 등이 구축되어야 콘크리트 산업이 경쟁력을 갖추게 될 것이다.

그러나 콘크리트 산업분야는 정보화면에서 뒤떨어져 있는 것이 사실이다. 지금이라도 한국콘크리트 학회를 중심으로 시멘트와 콘크리트 관련 산업분야의 각 기관들, 즉 한국양회공업협회, 한국콘크리트 학회, 한국요업협회, 대한토목학회, 대한건축학회, 한국레미콘공업협회, 한국레미콘공업협동조합 연합회, 한국시멘트가공업협동조합 연합회, 한국엔지니어링진흥회, 대한건설협회, 한국전문건설협회, 한국 시설물유지관리협회, 한국건설자재시험연구원, 한국건설기술연구원, 시설안전기술공단 등이 협의체와 컨소시엄을 구성하여 공동으로 신제품과 신기술의 연구개발, 기술발전, 언론홍보, 산업전략구축, 기술지원, 정보화 구축에 힘을 모으면 콘크리트 산업의 경쟁력은 극대화되고, 콘크리트의 수요도 증가하고, 국민들로부터 사랑과 신뢰를 받는 새로운 콘크리트 산업으로 거듭날 것으로 확신한다. ▲

어링진흥회, 대한건설협회, 한국전문건설협회, 한국 시설물유지관리협회, 한국건설자재시험연구원, 한국건설기술연구원, 시설안전기술공단 등이 협의체와 컨소시엄을 구성하여 공동으로 신제품과 신기술의 연구개발, 기술발전, 언론홍보, 산업전략구축, 기술지원, 정보화 구축에 힘을 모으면 콘크리트 산업의 경쟁력은 극대화되고, 콘크리트의 수요도 증가하고, 국민들로부터 사랑과 신뢰를 받는 새로운 콘크리트 산업으로 거듭날 것으로 확신한다. ▲

## 시사 용어 해설

### ▶ e마켓플레이스

e마켓플레이스(e-marketplace)는 오프라인에서 일어나고 있는 각종 상품의 거래를 인터넷공간에 옮겨놓은 사이버 시장을 말한다. 마켓플레이스의 사전적 의미는 「장터」다. 따라서 e마켓플레이스는 「사이버장터」를 일컫는다.

이곳에서는 판매자와 구매자가 시공을 초월해 언제든지 직·간접 접촉을 통해 실거래를 할 수 있다. e마켓플레이스에서는 불특정 다수의 판매자와 구매자가 사이버 공간에서 손쉽게 만날 수 있어 오프라인 거래에서 발생하는 복잡한 과정들이 줄어든다. 거래기간이 짧아지고, 투명한 거래를 통한 구매비용 절감 효과도 거둘 수 있다.

IT조사기관 가트너그룹은 향후 5년내 기업들이 전체 거래의 최소 20~30%를 e마켓플레이스에서 처리할 것으로 전망하고 있다. e마켓플레이스의 시작은 전문가마다 다소 이견이 있으나 90년대 중반 GE의 TMP 시스템과 같은 미국내 대기업의 전자조달구매를 현 e마켓플레이스 형태의 시작으로 보는 경향이 지배적이다. 이때까지만 해도 전자상거래는 특정 기업과 수직적 관계에 있는 업체들간 거래가 전부다시피 했다.

현재 e비즈니스에 가장 빠르게 적응하고 있는 분야도 업종별(vertical) e마켓플레이스다. 가트너 그룹은 앞으로 3~5년 내에 업종 구분 없이 기업 대부분이 e마켓플레이스에 참여하고 전체 거래의 20~30% 가량이 이를 통해 처리될 것으로 전망한다. 포레스터리서치는 내년까지 71% 이상의 기업들이 e마켓플레이스에 참여할 것으로 내다봤다. 기기인포메이션그룹도 연내에 전 산업에 걸쳐 1만개의 마켓플레이스가 출현할 것이라고 예측하고 있다. 관련 전문가들은 열성(劣性) 마켓플레이스의 몰락과 마켓플레이스간 흡수·합병을 통해 2003년께면 5, 6개의 대형 우량 마켓플레이스만 살아남을 것으로 보고 있다.