

기술자 입장에서 본 시멘트 콘크리트 산업의 발전전략

김 화 중 (경북대학교 건설학부 교수)

지구온난화, 산성비, 오존층 파괴, 열대우림의 감소, 사막화 등의 환경문제는 중요한 세계의 관심사가 되고 있다. 현재 이에 대한 환경문제는 건설업에도 영향을 주어 중요한 경영과제로 부각되어 새로운 경영전략을 요구하고 있다.

건설업은 사회기반시설을 건설하기 위한 중요산업인 동시에 자원의 소비, 폐기물 배출 등 환경부하에 큰 영향을 주는 산업이기도 한다. 이중에서 특히 시멘트 관련 산업은 석회석 채굴로 인한 산림파괴 시멘트 소성과정에서의 지구온난화 주범인 CO₂ 가스 및 분진의 다량 배출, 엄청난 전력소비량 및 많은 양의 공업용수를 배출하는 총체적인 산업이라 알려져 있으나 최근 지구, 지역, 생활 환경과 사회 환경문제로부터의 요청에 따라 그 대책을 수립하는 과정에 있으며, 자원순환 및 에너지에 관한 새로운 경영전략을 세우고 사회공헌도가 높은 산업으로 이미지를 탈바꿈시키기 위하여 꾸준히 노력하는 산업이기도 하다.

따라서 시멘트 콘크리트 관련 산업의 새로운 당면과제는 시멘트와 콘크리트의 블루오션 창출이 필요하다. 기업들은 기존의 수요에서보다 더욱 큰 점유율을 얻기 위해 노력하며 시장 참가자수가 늘어남에 따라 수익과 성장에 대한 기대치는 낮아져 서로 목을 조이는 레드오션 시장이 이루어진다. 지금의 시멘트 콘크리트업계의 상황이 그러한 경우에 해당된다. 이러한 상황의 탈피는 미

개척시장 공간으로 새로운 수요창출과 고수의 성장의 기회를 만드는 것이다.

예를 들면 신재료와 신기술을 통한 콘크리트의 수요창출이다. 그러므로 콘크리트에 새로운 기능을 부여하기 위한 연구개발은 매우 중요하며 콘크리트의 LCC(Life Cycle Cost)를 고려하여 고품질의 콘크리트가 구조물시공에 적극 반영되도록 고강도 고내구성과 관련된 획기적인 시멘트 콘크리트의 연구개발이 필요하다. 한국 콘크리트학회를 통하여 보고된 시멘트 콘크리트의 기술 예측에 따르면 향후의 기술은 신소재의 개발 및 재료의 고성능화, 재료의 고기능성, 재료의 고지능화, 친환경콘크리트 등으로 분류하여 연구되어야 한다고 기술되어져 있다.

향후의 콘크리트기술에 있어 신소재는 섬유를 혼입한 콘크리트가 될 가능성이 크다. 최근 섬유를 다량 혼입하여 시멘트 콘크리트가 가지고 있는 최성적, 변형연화적 특성을 연성적이고 변형경화적으로 개질한 고인성 콘크리트(HTC)가 대표적이다. 이러한 신소재의 개발은 다기능성 콘크리트의 수요와도 밀접한 관련이 있다고 볼 수 있다. 그 예로 기존의 콘크리트제품은 고내구성을 필요로 하였기 때문에 보수재료는 수밀성이 중시되었고, 내화성능을 향상시키기 위해서는 폭열을 방지하기 위한 섬유보강 및 다공질의 특징이 필요하다. 이러한 보수성능과 내화성능을 동시에 가지고 있는 고인성·고내화성 신소재의 연구가 향후 기대되는 소재 중 하나이다.

이러한 신소재 또한 고성능 콘크리트의 개발을 통하여 시공의 효율성을 높이고 동시에 사용수명을 연장시키기 위해서 재료의 개선 및 기능부여가 이루어져야 한다. 따라서 기존의 콘크리트용 재료에 대해 다양한 기능부여 및 장수명화를 통하여 고성능화에 따른 기술개발과 타산업용 재료중에 이미 인정된 재료를 콘크리트에 첨가한다면 재료의 고성능화 개발기술이 한단계 더나아갈 것으로 판단된다. 현재 사용되어지고 있는 콘크리트는 여러가지 기후조건, 위치조건에 대해 어느 정도의 개발이 이루어져 있지만 아직까지 나가야 할 길이

남아있는 것이 현실이다. 다양한 기온환경에 대응하는 콘크리트의 개발이 필요하며 여러가지 기상조건에 타설이 가능한 콘크리트의 개발 및 실용화가 필요하다.

세계의 석학들이 현재 사용되어지고 있는 콘크리트를 미래에 다른 재료로 대체할 수 없는가에 대한 질문에 연구결과 어떤 재료도 콘크리트를 대체할만한 재료가 나올 수 없다고 보고된 바 있다. 이 보고는 어떠한 위치적인 제약이 발생하더라도 콘크리트가 사용되어질 것이라는 이야기이다. 해양환경에서는 수중불분리제와 방청제 등을 생각해 볼 수 있고 오염지역에서는 내황산염 시멘트나 폴리머 콘크리트 등이 고려되어질 수 있고 미래에 우주개발과 더불어 우주환경 대응 콘크리트의 개발 기술이 향후의 연구과제로 나타나고 있는 상황이다. 또한 환경대응 스마트 콘크리트의 개발이 필요하다.

산업혁명 이후 세계의 산업화와 더불어 일어난 경제성장은 천연자원의 무절제한 사용으로 인해 공해물질을 배출하게 되고 지구환경 문제가 발생하게 되었다. 이러한 문제는 전세계의 공동노력으로 대처할 필요성이 제기되어 왔다. 물론 시멘트 콘크리트의 생산에서도 예외가 될 수는 없다. 콘크리트는 CO₂를 대량 배출한다는 보고가 있으며, 콘크리트는 대량 생산과 함께 모두 산업폐기물이 된다는 환경문제를 안고 있다. 이러한 환경문제에 대응하기 위해 환경부하 저감형 에코콘크리트와 생물대응형 에코콘크리트의 개발 및 실용화 기술이 필요하다. 스마트 재료는 기존의 재료들이 단지 주어진 환경변화를 수동적으로 견딘다는 한계를 넘어서 생물체처럼 환경에 반응한다는 점에서, 앞으로 급격한 환경변화에 따른 사용자 및 환경적 요구를 만족시킬 수 있는 특성을 가질 것으로 기대되고 있다.

스마트 재료의 원리는 자연현상을 모방한 것이다. 지구상의 모든 고등동물은 외상에 대해 출혈을 하며 적혈구나 백혈구, 혈소판 등의 활동에 의해 자기치유를 하게 된다. 이러한 개념은 콘크리트 내부에 적용할 수 있다. 외상은 구

조물에 영향을 주는 하중이나 균열 손상을 포함하며 적혈구나 백혈구, 혈소판 등의 활동의 보수제로 치환하여 적용할 수가 있다. 재료의 파괴를 방지하거나 부하의 크기 등을 제어할 수 있으면, 구조물의 안전성은 매우 증대된다. 재료의 지능화는 이와 같은 요구조건에 응하는 것이라 할 수 있다. 이를 위해서 환경자극이나 상황변화에 대응할 수 있는 지능화가 진행되고 있다.

예로서 콘크리트내의 중요한 결합재는 시멘트이지만, 최근의 콘크리트와 같이 물시멘트비가 작아 시멘트량이 많으면 모든 시멘트가 완전히 수화하는 셈은 아니다. 특히, 초기재령 일수록 미수화시멘트는 다량으로 남아있기 때문에, 만일 이 기간에 균열이 발생되더라도 수분의 공급이 충분하면 어느 정도까지 자기복구가 된다. 이와 같은 현상을 이용하면 자기복구형 콘크리트를 제조할 수 있다고 생각된다. 예를 들면, 종래의 시멘트 성분을 바꾸어 초지연 수화반응 성분을 포함한 시멘트를 제조하는 방법과 보다 더욱 큰 입경의 시멘트로 하는 등의 방법을 생각할 수 있다. 그밖에도 주어진 환경에 대응하여 공기를 정화하는 콘크리트, 수분을 조절하는 콘크리트 등 무수히 많은 기능을 갖는 콘크리트 개발은 우리에게 무한한 희망을 주고 있다.

최근 환경조건 변화와 요구수준 향상 등의 문제가 복합화되면서, 구조물의 유지관리에 대해서도 여러가지 문제가 대두되고 있다. 이러한 문제에 대한 대책으로 사회기반시설을 구축하는 다양한 건축분야의 주요 구조부재에 건전성 모니터링 기능, 스마트 구조물과 같은 지적구조시스템을 도입하는 것이 가장 효과적인 방법이 될 것이다.

앞서 기술한 시스템은 모두 아직 초기단계에 있지만 앞으로 활발한 연구활동을 통하여 시멘트 콘크리트에 대한 기술이 한층 더 나아갈 것이라 예측할 수 있다. 이러한 콘크리트에 요구되는 다양한 기능 외에도 새롭고 특수한 요구에 부응하기 위한 시멘트 콘크리트를 개발하여 미래의 다양한 요구에 부응할 수 있도록 우리 모두 노력해야 할 것이다. ▲