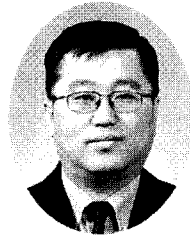


특 집

|| 콘크리트 교육의 장래 전망 ||

건설 현장에서 바라는 콘크리트 교육

- Education of Concrete Expected from Construction Sites -



안태승*



이승훈**



최일호***

1. 서 언

대학에서 토목이나 건축 분야를 전공한 학생들은 설게나 그 밖의 다른 분야에서 종사하기도 하지만 대부분은 졸업 후 건설회사에서 근무하고 있다. 어느 분야에서 일을 하든지 대학에서 배웠던 지식들을 기초로 하여 그 분야의 특성에 맞는 실무를 배우는 과정을 거치게 되는 데 이때 학교 교육과 건설 현장간의 격차를 실감하게 된다. 학교에서 배우는 지식은 실무에 필요한 기초로서 많은 도움이 되고 있지만, 콘크리트 교육에 국한하여 살펴보면 아쉬운 점이 많이 있다.

콘크리트 교육에 있어서 실무가 중요하다는 것은 누구나 인지하고 있는 사실이며, 기업에서 대학의 콘크리트 교육에 바라는 부분 또한 바로 실무 중심의 교육일 것이다. 그러나 대학의 콘크리트 교육은 일반적으로 구조, 재료 및 시공으로 나누어 이루어지고 있지만 대부분의 학교에서 역학이나 구조를 가르치고 있고, 재료 및 시공 분야에 관한 교육은 실무보다는 이론 중심으로 이루어지고 있는 것은 안타까운 현실이다.

콘크리트는 압축강도에 비하여 인장강도가 작고 건조 수축에 의한 균열이 생기는 단점을 갖고 있음에도 불구하고 물에 대한 저항성이 크고, 형상과 크기를 자유로이 할 수 있으며, 저렴한 가격으로 어디에서나 쉽게 구할 수 있는 장점을 갖고 있으므로

토목·건축 구조물용 재료로 가장 많이 사용되는 재료 중 하나이다. 최근에는 구조물이 점차 장대화, 매스화, 초고층화 및 대량화 되어 가면서 콘크리트 또한 고성능화(고강도 및 고유동)되어 가고 있고, 공기 단축을 위해 동절기 한중 콘크리트 공사가 일반화 되었으며, 현장에서는 거푸집 조기 탈형을 위한 초기 강도 확보(예를 들어 재령 16시간에 100 kgf/cm² 이상의 강도 확보) 등의 요구 성능이 다양해지고 있다. 고내구성 콘크리트 제조를 위하여 혼화제 및 화학혼화제의 발달은 매우 급속히 진행되고 있고, 콘크리트의 취성을 보완하기 위한 방법이 여러 가지 방향으로 연구 개발되어지고 있는 실정이다. 그럼에도 콘크리트 제조에 사용되는 골재(자갈, 모래)의 품질은 더욱 나빠지고 있는 것이 사회적 현실이다.

현재 대학에서의 콘크리트 관련 교육이 이러한 사회적 상황 및 요구를 충족시키기에는 부족한 점이 있으며, 본고에서는 건설회사의 실무적인 측면에서 원하는 대학의 콘크리트 교육에 대해 생각해 보고자 한다.

2. 콘크리트 교육의 현황

학교에서는 기본적인 역학에서부터 구조, 재료 및 시공에 이르기까지 콘크리트의 다양한 분야를 가르치고 있다. 콘크리트 분야의 구조, 재료 및 시공은 서로 밀접한 관계를 가지고 있고 그에 대해서 교육 또한 균형적으로 이루어져야 하지만 상대적으로 재료 및 시공과 실무에 대한 교육이 다소 부족한 것이 현실이다.

* 정회원, 한국도로공사 도로연구소 책임연구원

** 정회원, 삼성건설(주) 기술연구소 선임연구원

*** 정회원, 대림산업(주) 기술연구소 연구원

이것은 최근 입사한 신입사원이나 현장에서 근무하고 있는 대리급 이하의 사원들을 대상으로 한 교육 과정에서도 분명하게 드러난다.

〈표 1〉은 국내 20여 개 대학의 토목 및 건축 분야에서 가르치고 있는 콘크리트 관련 과목을 정리한 것이며, 〈그림 1〉은 토목 및 건축 분야에서 가르치는 콘크리트 관련 과목의 종류와 학교의

표 1. 콘크리트 관련 과목의 종류

분야	과목명
토목	재료역학, 콘크리트 실험, 재료 및 콘크리트, 콘크리트 재료 공학, 철근 콘크리트 공학, 철근 콘크리트 구조 설계, P.S 콘크리트공학, 콘크리트 구조거동, 콘크리트 내구성설계 등
건축	건축재료, 재료역학, 철근 콘크리트 공학, 철근 콘크리트 구조 등

수를 나타낸 것이다.

〈표 1〉과 〈그림 1〉에 나타난 바와 같이 학교 및 분야에 따라서 다소 차이는 있으나, 콘크리트 관련 과목의 수를 기준으로 보면 토목 분야의 경우 대부분의 학교에서 재료역학과 철근 콘크리트 공학을 가르치고 있으며, 최소한 3과목 이상의 콘크리트 관련 과목을 가르치고 있으나, 건축 분야의 경우 상대적으로 콘크리트 관련 과목 수가 적은 것을 알 수 있다. 또한, 구조, 재료 및 시공과 같이 교육 내용을 기준으로 보면 대부분의 학교에서 역학이나 구조를 가르치고 있으나 상대적으로 콘크리트의 재료나 시공 분야에 관한 교육은 부족하다는 것을 알 수 있다. 특히 재료는 건축이나 토목 분야의 건축 재료나 토목 재료 과목에서 콘크리트 재료에 대한 내용을 일부 가르치고 있지만 콘크리트 재료만을 위한 과목은 매우 적다.

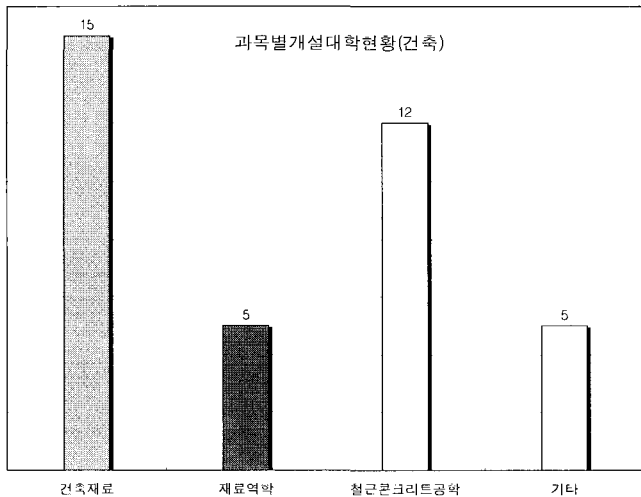
이러한 자료들은 임의로 선정한 20여 개 대학에서 가르치고 있는 과목들을 대상으로 한 것이기 때문에 자료의 내용과 다소 다른 학교도 있을 수 있을 것이다. 그러나 전체적으로 역학이나 구조에 비해서 재료와 시공 분야의 교육이 부족하다는 것을 알 수 있다.

3. 건설 현장에 필요한 콘크리트 실무 지식

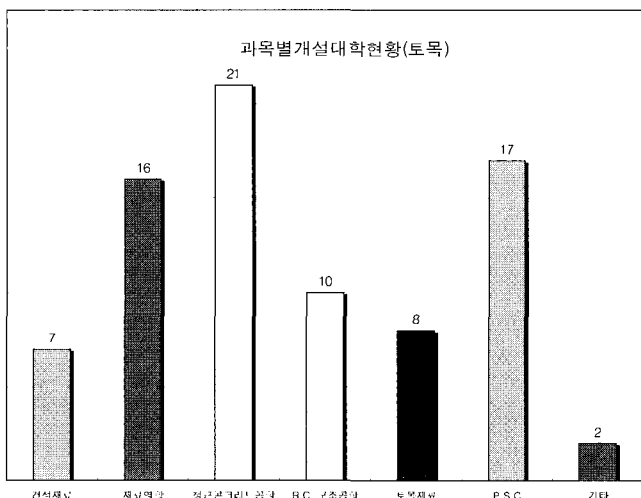
최근 들어 건설 경기의 활성화 및 국제 경쟁력 제고를 위한 국가 기반 시설의 확충을 위해 고속도로, 신공항, 고속철도 등과 같은 사회간접자본에 대한 투자가 활발해지고 있으며, 이에 따라 구조물의 특성이 점차 장대화, 매스화, 초고층화 및 대량화되어 가고 있다. 또한, 사회적인 환경 측면에서도 도시 집중화 경향과 용적률의 확대를 위해 초고층 주상 복합 건물의 건설이 활발히 시도되고 있으며, 국내 건축물에 대한 초고층화의 요구가 증가되고 있는 실정이다. 이러한 최근의 사회적 상황 하에 콘크리트의 고강도 및 고유동화가 요구되고 있다. 한편, 콘크리트의 고강도화에 따라 초고층의 주상 복합 건물이 기존의 철골 철근 콘크리트 구조에서 철근 콘크리트 구조로 되어감에 따라 콘크리트의 중요성이 더욱 더 부각되고 있는 실정이다.

건축 현장은 소량의 콘크리트 물량, 시공 부지의 협소 및 도심지 공사 등의 특수성으로 인하여 콘크리트를 생산하기 위한 배척 플랜트 시설을 현장 내에 설치할 수 없고, 통상적으로 레미콘 제조 회사에서 제공하는 콘크리트를 사용한다. 이러한 건축 현장의 특수성으로 인해 콘크리트와 관련하여 건축 현장에서 중요시해야 하는 점은 양질의 콘크리트 제조가 아닌 레미콘 제조회사에서 공급하는 콘크리트의 현장에서의 품질 관리이다.

그리고, 최근 공사는 공기 단축을 위해 동절기 공사가 일반화 되어 한중 콘크리트의 배합설계와 상용 설치, 공간 및 내부 기열 등의 보양 계획을 실시하고 있고, 콘크리트 배합설계시 초기 강도 확보를 고려하여 이루어지고 있다.



(a) 토목 분야



(b) 건축 분야

그림 1. 콘크리트 관련 과목의 분류 및 대학의 수

4. 대학에 원하는 콘크리트 교육

IMF 이후, 건설업계는 불황을 맞이하게 되었으며, 최소의 비용으로 최대의 이윤을 창출해내야만 하는 상황에 직면하게 되었다. 이러한 상황 하에 건설회사에서 대학에 요구하는 인력은 경력 사원과 같은 신입 사원이다. 즉, 건설회사에서는 대학을 졸업하고 입사한 신입 사원을 바로 어떠한 현장에도 투입하는 것이 가능하기를 원하는 것이다. 이러한 사회적 요구에 대응하기 위해서 대학의 교육에 절실하게 필요한 것은 실무 중심의 교육이다.

그리고, 대학에서 콘크리트 교육과 관련하여 레미콘 품질 관리에 관한 교육이 이루어져야 한다고 생각한다. 이는 건설 현장에서 가장 중요시하는 항목으로서 현재의 대학 교육에서 간과하고 있는 부분이다. 레미콘 품질 관리의 교육을 위한 최선의 방법은 레미콘을 제조하는 공장의 생산 시설 견학 및 콘크리트를 타설하고 있는 현장의 방문일 것이다. 또한 레미콘회사의 실험실장과 현장의 콘크리트 품질 관리자를 강사로 초빙하는 것도 학생들에게 레미콘의 품질 관리란 무엇인가를 일깨워주는 한 방법일 것이다.

한편, 최근 대학에서 이루어지는 콘크리트 관련 실무 교육은 콘크리트의 기본 물성을 이해하기 위한 배합 실험이 전부이다. 현재의 이러한 대학 교육이 앞장에서 언급했었던 콘크리트의 고성능화, 현장 요구 성능의 다양화 및 현실적인 많은 변수들로 인한 콘크리트의 물성 변화에 관한 사실을 일깨워 주기에는 부족하다. 이를 위해서는 기업과 조인(join)하여 콘크리트 공사와 관련된 시청각 교재 및 외부 전문가들의 특강이 필요할 것이다.

콘크리트는 비균질성 재료로 변형률 국소화(strain localization)가 일어나는 역학적으로 매우 복잡한 재료이다. 또한 콘크리트는 비균질성으로 인한 미세 균열을 배제할 수 없기 때문에 인장 거동이 중요한 콘크리트 구조물은 반드시 파괴 역학을 적용하여 해석되어야 한다. 한계상태설계법(limit state design)으로 가기 위해서는 콘크리트 구조물의 설계 및 해석의 기준이 강도에서 에너지로 옮겨져야 한다. 위에 간단히 언급한 바와 같이 콘크리트의 제조 기술과 해석 기법은 필요에 의해 매우 빠른 속도로 발전되어 가고 있는 실정이나 우리나라의 대학과 현장에서의 콘크리트 교육은 전반적으로 '콘크리트는 쉽다'라는 분위기를 바탕으로 매우 보수적이고 경직되어 있다.

특히 콘크리트는 재료에서부터 현장 조건, 양생 및 재하까지 많은 인자에 의하여 영향을 받을 수 있기 때문에 콘크리트 교육은 이론과 실험이 반드시 병행되어야 한다. 그러나 우리나라 콘크리트 교육은 실험을 경시하는 경향이 매우 크다.

콘크리트에 관련된 이론(모델)을 정확히 파악하고 이해하기 위해서는 수학적 기초가 필수적이라고 생각한다. 더욱이 콘크리트의 거동은 비균질성으로 인한 비선형 거동이기 때문에 높은 수준의 수학적 기초가 요구된다. 현재, 우리나라에서도 강도의 기준에서 내구성이 강조되는 파도기에 있다. 그러나 우리나라의

콘크리트에 관련된 시방은 우리 고유의 자료가 없는 상황이기 때문에 설계편은 미국, 시공편은 일본의 시방을 인용하여 사용하는 것이 대부분이라는 것은 인정하지 않을 수 없다. 물론 우리나라의 자료가 축적되려면 시간이 필요할 것이다. 그러므로 우리의 자료가 없는 상황에서는 외국의 시방이 완전히 이해되어 분석된 후에 현장 기술자나 감독자에 대한 철저한 교육이 필수적이라 생각된다. 따라서, 콘크리트 공학은 매우 어려운 학문이라는 인식을 고취시키는 것과 학회 차원에서도 현장 기술자나 감독자의 교육이 심도 있는 장기적인 프로그램에 의하여 이루어져야 한다.

현장에서 겪게 되는 어려움 중에서 가장 많은 부분을 차지하는 것이 콘크리트의 기본 성질에 대한 내용으로 이것은 콘크리트의 재료 성질과 관련된 내용이 많으며, 기업 연구소에서 지원하는 콘크리트 업무 중에서 상당 부분도 그와 관련된 부분이다. 그러나 앞에서 살펴본 바와 같이 대학에서의 콘크리트 재료 및 시공에 대한 실무적인 교육은 미비한 실정이다. 건설회사의 경우 연구소나 관련 분야의 전문가를 통해서 직원들을 대상으로 한 콘크리트 재료 및 시공 실무에 관한 교육에 시간을 할애하고 있지만 그 시간은 그다지 많지 않으며 더욱이 학교에서 이에 대한 기초 지식을 배우지 못한 상태에서 가르치기 때문에 그 효과가 매우 적다. 콘크리트의 시공과 재료에 대한 기초 지식이 없이 건설 현장이나 현업 부서에서 실무를 하다보면 건설회사에서 10여 년을 근무하여도 콘크리트에 대해서 잘 모르거나 또는 잘못된 지식을 가지고 있는 경우도 많이 있다. 이것은 개인으로 보나 기업으로 보나 큰 손실이라고 할 수 있을 것이다. 우리가 이론과 기초를 배우는 것은 궁극적으로 그러한 지식을 바탕으로 실제 업무에 접목하여 사용하기 위한 것임을 생각할 때, 콘크리트 재료와 시공에 대한 실무적인 교육이 절실하며, 이에 대한 관련 대학의 관심이 강조되어야 한다.


콘크리트 교육은 교과 과목의 보충과 더불어 실무에 대한 교육이 병행되어야 할 것이다. 학교에서 가르치는 콘크리트 교육은 전반적인 이론과 기초가 주가 될 수밖에 없을 것이며, 4년이라는 제한된 기간 동안 그 이상의 것을 요구하는 것은 다소 무리가 될 수도 있다. 그러나 학교에서 배운 학생들이 회사에 들어와서 좀 더 쉽게 적응할 수 있고, 회사에서는 그러한 학생들을 바로 활용할 수 있는 교육이 이루어질 수 있다면 더욱 바람직할 것이다. 학교에서 가르치기 어려운 실무에 대한 내용은 건설회사의 전문가를 활용한다면 학생들에게 더 실용적이고 효율적인 교육이 될 수 있을 것으로 생각된다. 이미 기업 내에서도 실무 교육의 필요성이 누차 지적되어 온 바 한 건설업체의 경우 올해부터 연구소를 중심으로 학교에 대한 실무 교육을 실시하고 있다. 올해 처음으로 시작하였기 때문에 여러 학교들을 대상으로 다양한 실무 교육을 가르칠 수는 없었지만 앞으로 과목의 수나 대상 학교들을 조금씩 늘려 갈 것이며, 그 결과에 대한 기대 또한 크다. 물론 기업에서도 이러한 시간을 교육에 대한 투자라고 생각하고 학생

들을 대상으로 한 실무 교육을 적극적으로 지원한다면 많은 시간을 들이지 않고도 큰 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각되며, 학교를 갓 졸업한 신입 사원들을 현업에서 바로 활용할 수 있는 방안이 될 수 있을 것이다.

5. 맺음말

기업에서는 학교 교육이 건설 현장과 더욱 밀접한 연관성을 가지기를 바란다. 특히, 콘크리트 분야는 다른 학문에 비해서 현장에서의 적용이 중요하며 실무에 근접한 콘크리트의 재료와 시공에 대한 이론과 실무에 대한 경험이 무엇보다도 필요하다. 학교에서 이론과 실무를 겸비한 교육이 이루어질 때 학생들은 더 큰

경쟁력을 가질 것이며, 더불어 기업에서 그러한 인재를 기용할 때 현장에서의 하자나 부실은 점차적으로 사라질 것으로 생각한다.

콘크리트 교육은 실무 경험이 가장 중요한 것으로, 기업에서는 대학의 콘크리트와 관련된 교과 과정에 실무 중심의 교육이 많은 시간 포함되기를 바란다. 그리고, 콘크리트의 교육에 있어서 배합 설계의 기본적인 이해뿐만이 아니라, 최근의 사회적 상황하에 요구되어지는 콘크리트 품질 및 건설 현장의 특수성으로 인한 레미콘의 품질 관리에 관한 교육이 절실하게 필요하다고 생각된다. 이러한 교육이 이루어짐으로써 대학은 기업에서 요구하는 기술 경쟁력을 지닌 인재들을 배출해 낼 수 있을 것이며, 기업은 더욱 많은 재능을 가진 인재들을 기용할 수 있는 시장의 폭이 더욱 더 넓어질 것이다. 

원고 모집 안내

「한국콘크리트학회지」는 콘크리트 관련 학문과 기술에 대한 정보를 제공하기 위해 발행되고 있습니다. 본 학회지를 통해서 자신의 연구 결과, 경험한 사례 등을 콘크리트 관련 기술자들과 함께 나누길 원하시는 분께서는 다음과 같은 형태로 참여하실 수 있습니다. 여러분들의 옥고를 기다리겠습니다.

- 원고 주제 : 기술기사, 공사기사, 문헌기사, 해외번역기사, 해외연구소 소개, 국제학술대회 참가기, 현장탐방, 수필, 논단, 우리 회사 소개 등
- 원고 분량 : 30매 내외(200자 원고지 기준)
- 제출 내용 : 명함 또는 반명함판 사진, 출력된 원본 및 원본을 담은 디스켓
- 제 출 처 : (135-703) 서울시 강남구 역삼동 635-4 한국과학기술회관 신관 807호

한국콘크리트학회 「콘크리트학회지」 담당자

TEL : (02)568-5985~7 FAX : (02)568-1918 E-mail : pjy@kci.or.kr

- 기 타 : - 원고 주제, 제목, 저자명, 소속기관·직위, 본문, 연락 가능한 전화번호 순으로 작성해 주십시오.
- 게재된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 지급합니다.
- 보내 주신 원고는 반송해 드리지 않습니다.