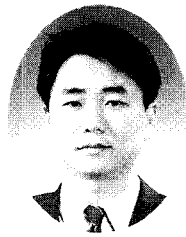


특집

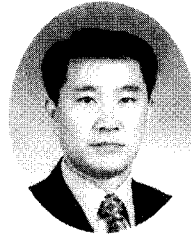
|| 콘크리트 교육의 장래 전망 ||

외국의 콘크리트 교육 사례

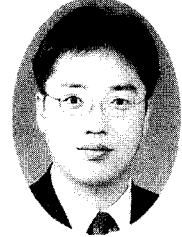
- Examples of Concrete Education in Foreign Countries -



장일영*



하재담**



권민호***

1. 서 언

우리나라의 콘크리트 교육에 대한 보다 객관화된 평가를 위하여 외국의 콘크리트 교육 사례를 조사하고 우리나라와의 차이점 및 배울 점들을 분석하였다. 교육 사례로는 학제 등 교육 제도와 교육 내용을 포함하였으며, 대상 지역으로는 비교적 우리나라보다 선진화된 일본, 유럽, 미국의 예를 조사하였다.

2. 일본의 콘크리트 교육

일본에서의 공업고교, 전문대학, 대학교의 콘크리트 관련 과목을 살펴보고, 우리나라에 없는 제도인 콘크리트 기사 및 콘크리트 진단사에 관한 내용을 소개 하고자 한다.

2.1 공업고교의 콘크리트 교육

전공 교육 과목과 일반 교육 과목의 비는 4.5 : 5.5의 비율이며, 콘크리트 교육과 관련된 과목은 실습, 토목시공 그리고 토목설계가 있다. 전공 교육 중 순수 콘크리트 교육이 약 10%를 차지하고 있다.

실습 과목에서는 팔재 및 콘크리트 실험을 다루며, 토목시공

과목에서는 토목재료, 콘크리트공, 시공기계, 시공법 등이 포함되어 있다. 토목설계에서는 철근 콘크리트 구조, 강콘크리트 합성 구조, PC 구조 등을 배우고 있다.

2.2 고등전문학교의 콘크리트 교육 과정

고등전문학교는 5년제로서 우리의 고교 및 전문대학 과정을 통합한 학교를 말한다(우리나라에서도 과거에 존재했던 제도임). <표 1>은 고등전문학교와 4년제 대학교의 콘크리트 관련 수업시간의 비교이다(건축공학의 경우). 콘크리트 관련 강의는 대학교의 경우가 단위 수는 많지만 총 수업시간은 고등전문학교 측이 많다.

표 1. 4년제 대학교와 고등전문학교의 콘크리트 관련 교과목의 비교

강의명	4년제 대학(건축학 전공)		고등전문학교(건축학과)	
	강의 단위 수	콘크리트 관련 시간 수 (×100분)	강의 단위 수	콘크리트 관련 시간 수 (×100분)
건축재료	4	10	2	15
건축실험	2	7.5	2	20
일반건축	2	7.5	2	10
RC건축	4	30	2	30
구조설계	2	15	2	30
각종구조	2	15	1	15
방재, 내진	4	15	1	3
계	20	100	12	123
전문과목 수	평균 100단위		92단위	
콘크리트 관련 단위 비율	20/100=20%		12/92=12%	

* 정회원, 금호공과대학교 토목공학과 교수

** 정회원, (주)쌍용기술연구소 책임연구원

*** 정회원, 경북대학교 토목공학과 연구원

2.3 대학교의 콘크리트 교육 과정

〈표 2〉는 동경대학교 토목공학과와 콘크리트 관련 교과목을 학기별로 나타낸 것이다.

그들은 콘크리트 관련 수업을 통하여 '공학적 개념'과 '새로운 결과의 기쁨'을 학생들이 터득할 수 있도록 하는 데 심혈을 기울이고 있다. 주지의 지식적 바탕을 근거로 하는 공학적 개념을 파악하는 것과 새로운 결과를 추구하는 자세는, 실무 엔지니어로서 현장에서 필요할 뿐만 아니라 연구자로서도 필수적인 것이다. 즉, 어떤 의미에서는 서로 상반되는 학습 방법을 동시에 배우는 것일지도 모르겠다. 하지만 이것은 콘크리트의 특성과 밀접한 관계를 갖고 있다.

콘크리트의 본질적 성능 규명 및 성능 개선에 관한 연구가 진행되고 있으며, 이는 학부 수준의 기초적 수업 내용에도 영향을 주고 있어 그 내용이 매년 조금씩 바뀌고 있다. 동경대학교에서는 이러한 새로운 결과의 내용을 수업에 채택하여 학생들에게 전달시키려 노력하고 있다. 건설재료 과목에서는 공학적 개념을 배양할 수 있는 기반을 만들고, 새로운 결과를 추구하는 것이 어떤 것인가에 대한 기본 지식을 가르치고 있다. 콘크리트 공학 과목에서는 '콘크리트 구조물의 설계 개념(내구성설계법, 한계상태설계법)'과 '공학적 개념과 일치하는 재료로서의 프레쉬 콘크리트라는 것이 무엇인가' 등 공학적 개념을 배양하는 데 큰 도움이 되는 지식을 터득하도록 하고 있다. 콘크리트 구조 I, II에서는 설계법의 세부적 내용, 콘크리트의 역학적 거동을 거시적인 시점으로부터 미시적인 시점에 의한 해석법을 가르치고 있다.

수업의 내용을 효율적으로 학생들에게 전달하기 위해서는 시각적, 촉각적으로 학생들이 느낄 수 있도록 하여야 한다. 즉, 수업 시간에 학생들에게 시멘트의 배합 및 콘크리트 다짐 등의 작업을 실습시킴으로써 학생들이 콘크리트를 체험할 수 있는 기회를 많이 부여하고 있다.

또한 시청각 교육을 실시하기도 한다. 그리고 연습, 실험 숙제, 컴퓨터 프로그램 작성을 통하여 이론적인 계산 등을 시키는 것도 중요한 교육 방침으로 적극적으로 채택하여 시행하고 있다.

표 2 동경대학교 콘크리트 관련 전문 과목

2학년 2학기	3학년 1학기	3학년 2학기	4학년 1학기
건설재료	콘크리트 공학 콘크리트 실험	콘크리트 구조 I	콘크리트 구조 II

2.4 콘크리트 기사

이 시험제도는, 콘크리트의 제조, 시공 등에 종사하고 있는 기술자의 자격을 인정해 기술 향상을 꾀하는 것과 동시에, 콘크리트

트에 대한 신뢰성을 높여, 건설산업의 진보·발전에 기여하는 것을 목적으로 1970년에 만들어진 제도이다. 1984년부터는 등록연수제도를 신설하여 보다 기술적인 향상을 꾀하고 있다. 이 시험에 의한 인정 자격의 칭호는, '콘크리트 기사' 및 '콘크리트 주임기사'의 2종류이다. '콘크리트 기사'는 콘크리트의 제조, 시공, 검사 및 관리 등 일상의 기술적 업무를 담당하는 기술자이다. '콘크리트 주임기사'는 콘크리트의 제조, 공사 및 연구에 있어서의 계획, 시공, 관리, 지도 등을 실시할 수 있는 기술자를 말한다. 현재 많은 기사들이 이 자격을 취득하여 콘크리트의 제조, 시공 등의 일선에서 활약하고 있으며, 각 방면으로부터 높은 평가를 받고 있다.

콘크리트는 사회 생활의 기반을 조성하는 데 불가결한 건설 재료이다. 그리고 대형화, 복잡화, 다양화되고 있는 콘크리트 공사에 대응하며, 콘크리트 내구성에 관한 신뢰성을 높이기 위해서도, 폭넓은 지식과 풍부한 경험을 가지는 콘크리트 기술자가 많이 요구되고 있다.

콘크리트 기사 및 콘크리트 주임기사는, 토목학회 「콘크리트 표준시방서」, 일본건축학회 「건축공사표준시방서 JASS5 철근 콘크리트공사」에 '콘크리트의 시공에 관한 충분한 지식을 가지는 기술자'라고 정의되어 있으며, 도시기반정비공단의 「공사공통시방서」와 「고강도콘크리트공사특기시방서」, 수도권고속도로공단의 「토목공사공통시방서」, 일본철도건설공단의 「토목공사표준시방서」 등에는 '콘크리트의 제조·시공·품질 관리에 관한 전문 기술자'라고 규정되어 있다. 또한 콘크리트 기사, 주임기사의 자격을 취득하면, 콘크리트 진단사 자격 취득시에 콘크리트의 기초 지식에 관한 시험이 면제된다.

수도고속도로공단에서는, 「토목공사공통시방서 제7절 콘크리트공」에 있어 전문 기술자로서, 일본철도건설공단에서는 「토목공사표준시방서 5장 콘크리트공」에 있어 시공 관리자로서 각각 채용하도록 되어 있다. 이와 같이 콘크리트 기사, 콘크리트 주임기사의 평가 및 권위는 점점 높아지고 있다.

2.5 콘크리트 진단사

사회간접자본에 콘크리트가 대량으로 사용되기 시작한 것은 세계2차대전 후부터로, 벌써 반세기가 지나, 그 양은 90억 m³ 정도의 방대한 양에 이르고 있다. 이러한 콘크리트는 시간이 지남에 따라 여러 가지 요인으로 내구 성능이 저하되지만, 적절한 조치를 강구하면 수명을 늘리는 것이 가능하다. 일본콘크리트공학협회는, 오랜 기간 콘크리트의 진단·유지 관리에 관한 연구 활동을 하였으며 많은 기술적 노하우를 축적하고 있다. 이것들을 활용하여 진단·유지 관리에 관한 폭넓은 지식을 가진 기술자를 양성해 사회에 공헌하려고 하는 것이 콘크리트진단사제도의 배경이다. 콘크리트 진단사는, 일본콘크리트공학협회가 실시하는 강

습회를 수강하고, 필기시험에 합격하여야 한다. 아직 법적인 자격 제도는 아니지만 장차 콘크리트 기사 및 주임기사와 같이 법적인 효과를 가질 수도 있다.

3. 유럽의 콘크리트 교육

2002년 1월 1일부로 유로화의 공용으로 유럽 국가들은 경제적, 통상적으로는 가까워졌으나 프랑스, 영국, 독일, 스웨덴 등 개성이 뚜렷한 나라들로 구성이 되어 있고 인종, 언어, 문화, 교육, 국민성 등에는 많은 차이가 있다. 특히 Béton(프랑스), Concrete(영국), Beton(독일), Hormigón(스페인) 등으로 불리는 콘크리트에 대한 교육 체계 또한 국가별로 차이가 많이 있다. 따라서 본고에서는 필자가 학위를 받은 스페인 마드리드 공과대학(Universidad Politécnica de Madrid) 토목공학과(Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos)에서 경험한 콘크리트 관련 교육에 대하여 소개하고자 한다. 더욱이 스페인의 토목공학 과정은 프랑스 등 여러 유럽 일부 국가들과 수십 년 전부터 교육 자격을 상호 인정하기 때문에 교육 과정이 비슷하다고 할 수 있다.

유럽 국가들은 공통적으로 중세 이후부터 세계를 식민지화하면서 도로, 교량, 항만 등 관련 토목 기술이 상당히 발달되어 왔다. 특히, 현재 사용하고 있는 시멘트인 포틀랜드 시멘트는 1824년 영국의 벽돌공 요셉 아스프딘(Joseph Aspdin)에 의해서 발명되었고 10년 후인 1834년부터 라틴어 어원의 'Concrete'라는 명칭이 영국에서 최초로 사용되었고, 프랑스의 프레시넷(Freyssinet)은 프리스트레스트 콘크리트를 발명하는 한편 콘크리트에 진동 다짐을 최초로 수행하였다. 이렇듯 유럽에서는 20세기 초반까지 시멘트의 발명에서부터 콘크리트의 적용 기술까지 선두주자로서 콘크리트에 대한 기술의 뿌리는 상당히 깊다.

프랑스 등 유럽 국가들의 대학은 주로 국립대학으로 등록금이 거의 없으며 국가 차원에서 체계적 및 계획적으로 기술자를 양성하고 평준화되어 있고 대도시별로 한정된 기술자만 배출하도록 되어 있다. 유럽의 건축과는 미국의 경우와 동일하게 공학보다는 디자인에 초점이 맞추어져 주로 여학생의 비율이 40%를 넘으며 토목공학과는 여학생의 비율이 20%를 넘어 참여도가 상당히 높은 편이며 졸업 후 주로 구조해석을 전공하지만 간혹 현장 감독으로 일하는 경우도 종종 있다.

스페인의 토목공학과는 6년 과정으로 한국 교육 방식으로 비교하면 입학 후 석사 과정까지 마쳐야 하는 부담감이 있으나 졸업 후 취업률 100%와 안정된 사회 생활이 보장되고 최고의 전문 직업인으로 인정받기 때문에 선호도가 상당히 높다. 이에 따라 입학 경쟁률이 높고 학기별 30학점 이상 수료, 매주 토요일 실습 및 현장 견학, 매월 과제물 제출 및 학기말 시험 등 어려운 대학 생활을 하지 않으면 졸업이 불가능 한 교육 방식으로 되어

있다. 특히, 프랑스 등의 국가에서는 2학년까지는 20%씩만 합격시키며 3년 안에 2학년까지의 과정을 통과하지 못하면 퇴학 조치를 당하며 평생 동일학과에의 입학 불가능 등의 조치를 취하여 고급 인력만을 배출한다. 토목공학과에서는 2학년 1학기부터 건설재료 과목을 교육하며 학생들은 재료적인 측면에서 콘크리트를 처음 접하게 된다. 3학년 1학기 때부터 철근 콘크리트를 시작으로 본격적인 콘크리트에 대한 교육이 시작되며 프리스트레스트 콘크리트에 대한 수업 비중이 높은 것이 특이하다. 4년 동안의 공통 과정을 이수한 후 세부 전공으로 2년을 더 이수하여야 하며 도로, 항만, 교량 등으로 전문화된다.

교육 방법으로는 구조해석에서 이론적인 강의에 앞서 무려 두 달 동안 여러 종류의 모형 구조체를 직접 제작하여 힘을 인위적으로 가하여 압축, 인장을 받는 부위, 모멘트가 생기는 부위 등을 학생들이 직접 눈으로 확인할 수 있게 함으로써 구조 과목을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 또한, 매주 토요일은 휴일이지만 학생들에게 콘크리트에 대한 실습, 즉 시험 배합, 특성 평가 등을 직접 수행할 수 있도록 시험실을 개방하고 있으며 학생 개개인에게는 주로 전임강사로 구성된 교육자문위원을 배정하여 졸업까지 콘크리트 관련 문의 및 토의를 자유로운 분위기에서 할 수 있도록 하여 콘크리트에 대한 지식을 넓히도록 배려하였다. 또한, 강의 중 토의시간이 20% 이상을 차지할 만큼 학생들의 참여도가 높으며, 특이한 것은 방학기간 동안 초기 3년은 외국으로 언어 연수를 주로 다녀오며 마지막 3년은 발주처, 설계사, 시공회사 등에 의무적으로 1개월씩 실습 사원으로 근무를 하며(거의 이 과정에서 향후 근무처가 결정됨) 프로젝트를 수행한다. 또한, 5학년년부터는 프랑스 등 다른 유럽 국가 대학에서 공부를 계속하여 졸업할 수 있으며 별도로 기술사 자격을 취득하지 않아도 졸업 시험(졸업국가고시)과 동시에 기술사 자격을 인증 받으며 이론과 실무 능력을 갖추게 되어 졸업 후 곧 바로 사회의 최일선에서 뭈 수 있는 준비된 전문 직업인이 된다.

필자가 경험한 유럽에서의 콘크리트 교육은 이론적인 교육은 물론 학생들의 흥미를 유도할 수 있는 실습, 시험, 현장 견학 등 실무적인 교육에 많은 시간을 배려하며 학생과 교수간의 격식 없는 자유로운 토의 분위기, 졸업 후 현장에서 바로 투입될 수 있는 실용성 위주의 교육으로 요약할 수 있다.

4. 미국의 콘크리트 교육

국내에도 미국에서 공부한 분들이 많기에 미국의 교육 사례는 비교적 많이 알려진 편이다. 미국의 여러 사례 중에서도 특히 필자가 학위 기간 중 철근 콘크리트 과목의 T.A(Teaching Assistant)로 일할 기회가 있었던 콜로라도대학교(University of Colorado at Boulder)의 경험을 약술하고자 한다. T.A로 있는 동안 경험한 그곳의 콘크리트 과목에 대한 교육은 매우 깊

은 인상을 남기었다.

콜로라도대학교에서는 콘크리트의 설계에 대한 과목은 3학년 부터 시작된다. 그러나 실질적으로 콘크리트에 대해서는 2학년부 터 구조공학(structural engineering) 과목에 포함되어 강의가 진행된다. 2학년 1학기에는 정정 구조물의 해석에 관하여 다루며 학기 후반부에서는 설계의 기본 개념을 다룬다. 또한 2학년 2학 기에는 부정정 구조물의 해석에 대한 것을 배우면서 철근 콘크리 트 구조물의 설계 개요와 콘크리트의 휨에 대한 단면해석을 공부 한다. 이렇게 함으로써 학생들은 실질적으로 설계를 다루는 3학 년 과목인 철근 콘크리트 설계에서 구조해석과 구조물 설계의 연 관성을 좀더 쉽게 이해할 수 있도록 하고 있다. 구조해석과 설계 를 접목한 이러한 접근은 단순한 시방서 규정의 이해와 적용만을 강의에서 습득하는 것이 아니라 구조해석 및 설계에 대한 전반적 인 이해를 돕고 이를 통하여 강의 중 다루어지지 않는 여러 경우 에 대해서도 응용이 가능하도록 교육을 진행하고 있었다. 또한 강의 중에 실제 구조물의 설계에 대한 프로젝트를 학생들에 배당 함으로써 실질적인 설계를 수행할 수 있는 능력이 배양되도록 하 며, 한 학기 당 9개 정도의 과제물을 제출하여 수업에 대한 이해 를 높인다. 물론 이러한 강의 방식이 가능한 것은 T.A와 grader 를 각각 한 명씩 두어 토론을 하거나 질문을 받는 시간을 매주 두 번씩 가지며 과제의 평가를 담당하여 강의를 도와주기 때문이 다. 특히, 학기 중에 단순한 구조물을 설계하여 시험체를 제작한

후 실험을 수행함으로써 강의 시간에 다루어진 이론을 실험실에 서 확인하는 시간을 가지는 것은 인상적이었다.

결론적으로 필자가 있었던 콜로라도대학교의 콘크리트 교육은 단순한 이론 및 시방서 위주의 교육이 아니라 설계에 대한 구조 해석, 역학적 관점 및 설계의 개념의 연결을 위한 노력과 실험 등의 다양한 시도를 통하여 이론을 실제적으로 체험할 수 있도록 하는 데 중점을 두고 있다.

5. 맺음말

이상과 같이 일본, 유럽, 미국의 교육 사례를 조사하여 간략히 서술하였다.

일본의 교육 사례로서 공업고교, 전문대학, 대학교의 콘크리트 관련 과목들을 살펴보았으며, 우리나라에 없는 제도인 콘크리트 기사 및 콘크리트 진단사에 관한 내용을 소개하였다. 또한 국가 간의 통합적인 정책을 지향하고 철저한 능력 위주의 교육을 자랑 하는 유럽의 교육 사례와, 실험 실습과 실무를 중시하는 미국의 교육 사례를 살펴보았다. 콘크리트 교육은 학교에서만 이루어지 는 것이 아니고 오히려 사회에서 보다 많은 교육이 이뤄질 수 있 는 분야이다. 이상적 콘크리트 교육으로서 공학적 개념의 터득과 새로운 결과의 추구는 학교 교육과 사회에서의 재교육이 조화롭 게 이루어졌을 때 그 빛을 발할 것이다. □

2002년 건설계약액 전망

(단위 : 억원, %)

구 분	1997년	1998년	1999년	2000년		2001년(추계)		2002년(전망)	
	계약액	계약액	계약액	계약액	증감률	계약액	증감률	계약액	증감률
합 계	749,240	478,918	511,364	601,522	17.6	602,000	0.1	623,000	3.5
1997년 대비	100.0	63.9	68.3	80.3		80.3		83.2	
공 공	332,866	295,120	244,440	246,474	0.8	254,700	3.3	267,500	5.0
민 간	416,374	183,798	266,924	355,048	33.0	347,300	-2.2	355,500	2.4
토 목	295,725	250,393	207,969	224,251	7.8	215,000	-4.1	225,500	4.9
건 축	453,515	228,526	303,395	377,271	24.3	387,000	2.6	397,500	2.7

자료 : 월간건설경제동향(1997년은 건설업 통계연보).