이달의 과학자

연세대 토목공학과

金相孝 교수

균열막는 새로운 교량건설공법 개발

연세대 토목공학과 김상효(金相孝)교수는 콘크리트의 균열과 침수를 예방할 수 있는 새로운 교량공법을 개발해 화제를 모으고 있다. 김교수가 개발한 새로운 공법은 교량건설에 사용되고 있는 철과 콘크리트 등 재질의 특성을 살려 콘크리트 바닥판에 인장응력이 생기지 않도록 하는 것으로 미국의 관련학회 저널에도 발표할 예정이다.

우리나라에서 토목은 70년대 건설 한국의 기치 아래 오일쇼크로 인한 국가적 위기 탈출과 재도약의 견인차 역할을 했다. 70년대의 중동 사막에서 90년대의 페트로나스 타워까지 우리의 토목기술은 한국의 대표적인 수출산업으로 자리잡아 왔다. 그러나 와우아파트에서 삼풍백화점으로 이어지는 일련의 불행에서 보듯 밀어붙이기, 사후관리 부실, 대충주의, 뿌리깊은 부정부패의 고리 등은 우리나라 토목기술 발전을 가로막는 장애요소가 되어왔다. 최근 IMF의 영향으로 국내시장이 위축돼 해외시장 개척이 다시 관심사로 떠오르고 있으며 그를 위해 이제 단순시공이 아니라 엔지니어링, 설계, 사업기획력, 투자력에 기반한 또 다른 차원의 대응이 필요하다는 지적이 일고 있다.

새로운 공법 특허 출원중

연세대 토목공학과 김상효교수는 교량분야를 중심으로 착실하게 새로운 공법과 관리 공법을 개발해 가고 있는 중견 과학자이다. 김교수는 그간 주행차량이나 고속철도 등의 열차에 의한 교량진동 해석, 지진하중에 의한 교량의 거동 및 손상특성 분석, 장기계측시스템을 이용한 교량의 건전도 분석, 확률유한요소법을 이용한 구조물신뢰성 평가 등에 대해 연구를 해왔다.

최근에는 이러한 연구 성과를 바탕으로 강교량의 새로운 공법을 개발해 국내외에 특허를 출원중이며 실물실험을 위해 연구비를 지원할 기업을 물색중이다. 김교수가 개발한 새로운 공법은 강합성 연속교의 부모멘트부의 콘크리트 바닥판의 인장응력이 생기지 않도록 하는 시공방법이다. 현재 교량에는 주로 철과 콘크리트가 사용되고 있는데 김교수의 방법은 이들 재질의 특성을 가장 잘 살릴 수 있어 그간 문제로 지적돼 왔던 콘크리트의 균열과 침수 등을 예방할 수 있다고 한다. 김교수는 이 공법이 국가 경제적으로도 커다란 도움이 될 수 있을 것이라고 말한다. 김교수는 최근 '다단계 민감도분석 및 인공신경망을 이용한 구조물 손상평가기법'에 대한 논문을 발표해 학계의 관심을 끌고 있다.

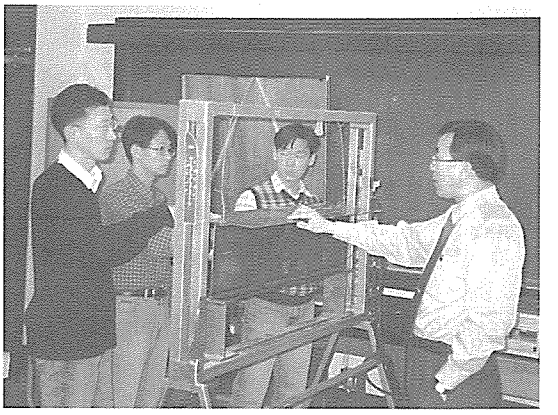
김교수는 이 논문에서 최근 국내외에서 활발히 연구되고 있는 인공신경

망이론을 이용하여 구조물의 손상추정기법을 개발하였으며, 대형 구조물의 손상을 계측자료로부터 보다 효과적으로 평가하기 위해 두단계로 수행되는 손상 부재 평가과정을 개발했다. 또한 다양한 예제를 통해 이 연구에서 제안된 기법들의 적용 가능성을 검증한 결과, 제한된 수의 계측자료로부터 효과적으로 대형 구조물의 파괴나 이상거동을 사전에 감지할 수 있음을 밝혀냈다. 이 논문은 미국의 관련학회 저널에도 게재될 예정이다.

김교수는 또한 그간 관심을 갖고 연구해온 '지하구조체의 확률유한요소해석을 위한 응답면을 이용한 적응적 중요표본 추출기법'에 대한 논문을 발표할 예정이다.

이 논문을 통해 김교수는 지하구조체는 불규칙한 물성분포를 갖는 지반에 설치되기 때문에 구조 응답이 불확실성을 갖게 되는데 확률유한요소법을 사용하면 지반물성의 불규칙한 특성을 확률장으로 적절하게 모형화할 수 있으므로 합리적으로 구조체의 신뢰성을 분석할 수 있다고 제시하고 있다. 김교수는 이 논문에서 모의분석에 기초한 확률유한요소해석에서 계산의 효율성을 높이기 위하여 응답면을 이용한 적응적 중요표본추출기법을 개발했으며, 실제적인 지하구조체에 대한 확률적 특성을 분석함으로써 적용성과 효율성을 입증한 점이 의의가 있을 것이라고 설명한다.

김교수는 현재 세계적으로 미국, 일본, 유럽 등에서 교량진동에 대한 많은 연구가 이루어지고 있으며, 국내에서도 일부 전문가들에 의해 활발한 연구가 이루어지고 있는데, 지진분야는 미국, 일본 등에서는 가장 활발한 연구분야이며, 최근 국내에서도 지진 피해의 심각성과 가능성을 이해하기 시작하면서 연구가 활발해지고 있다고 관련 학계의 동향을 소개한다. 이외에도 장기기계시스템분야에서는 대형 주요교량의 효율적인 유지관리 방법으로



많은 관심이 모아지고 있으나 본격적인 실용화를 위해서는 보다 많은 연구개발이 필요한 수준이며, 확률유한요소법도 대부분의 건설재료와 기초지반의 물성이 가지는 불확실성(randomness)과 이에 의한 구조물의 안전도 수준의 민감도를 인식하게 되고, 이의 분석을 위해 필수적으로 요구되는 전자계산기의 용량 및 계산속도의 획기적인 발달에 힘입어 많은 연구가 수행되고 있으며, 국내에서도 소수이기는 하나 활발한 연구가 진행되고 있다고 소개한다.

"새기술 개발에 투자 늘려야"

김교수는 현재 진행중인 연구들을 지속적으로 진행할 것이며, 특히 강교 신공법 개발과 확률유한요소법을 이용한 구조물-지반 상호거동분석분야를 중점적으로 수행해 나갈 계획이다. 학교에서 학생복지처 차장과 공과대학 대외홍보협력위원회 위원장을 맡고 있고, 한국전산구조공학회 학회지 및 논문집 편집위원장, 한국강구조학회 학회지편집위원회 특집분과위원장 등을 맡아 활발한 학내외 활동을 하고 있는 김교수는 기업들이 신기술 개발에 대한 관심을 높여 주었으면 좋겠다고 주문한다. 정부나 대부분의 기업에서 외국의 완성된 기술의 도입이 안전한 방법이라는 그릇된 인식 때문에 조금의 risk라도 예상되거나, 개발기간이 장기화될 우려가 있는 경우에는 신기술 개발 투자에 인색해 아쉽다고 지적한다. 또한 최근 국가나 학교당국에서 너무 최신 학문만을 강조하여 국내 실무현실에서 필요한 요소기술에 대한 개발을 담당할 주체가 없어지고 있는 현상도 시급한 정책적 개선이 요구된다고 말한다. 기존의 연구업적이 없는 국내 현실을 감안할 때 잘못하면 허리가 없는 기술체계가 될 우려가 있다는 지적이다. 지나간 일을 반성은 하지만 후회는 하지 않으며, 발생한 일은 항상 긍정적으로 생각하려고 한다는 김교수는 등산, 운동, 백화점 구경 등으로 학문생활로 인한 긴장을 풀고 있다고 한다.

이옥희(李玉姬, 40세)씨와의 사이에 선영(宣映, 13세 중2)과 대윤(大倫, 8세 초3) 1남 1녀를 두고 있다.

김교수는 79년 연세대 토목과를 졸업하고 87년 미국 일리노이대에서 박사학위를 취득했고, 한국건설기술연구원 연구원을 거쳐, 91년부터 연세대에서 근무중이다. ST

송해영〈본지 객원기자〉