

---

---

# 턴키 제도를 모사한 환경공학 설계과목의 협동학습 적용사례

김건하, 오주원, 이학수  
한남대학교 공과대학 토목환경공학과

## Case Study of Cooperative Learning Simulating Turn-Key System in Design Class for Environmental Engineering

Geonha Kim, Juwon Oh and Hacksoo Lee

Department of Civil and Environmental Engineering, Hannam University

### 국문요약

본 논문에서는 한남대학교 토목환경공학과 4학년 전공선택 과목인 상하수도공학에서 진행한 협동학습을 소개하였다. 도시 비점원 처리시설을 설계하는 문제중심 학습을 실시하면서 토목구조물의 설계-시공-감리를 통합하여 수주하는 턴키(turn-key) 제도를 모사하여 수업을 진행하였다. 수강생 25명을 4개 조로 나누었으며 각 조를 각각 하나의 회사로 가정하여 사장-임원-사원에 이르는 직급을 정하게 하였다. 발주 공사에 대한 설계개념 정립에서부터 공사비용의 산정, 공정 계획, 설계, 응찰에 이르는 전 과정을 수업 중 설명하였으며 비점원오염물질 처리시설물 수주를 위하여 각 조건 경쟁하도록 하였다. 설계가 가장 우수하면서 입찰금액을 낮게 쓴 조가 공사를 수주하되 1인당 예상 이익으로 과목의 성적을 평가하였다. 강의 진행과 효과분석을 위하여 각 팀별로 1명씩을 초점그룹으로 선택하였으며 중점적으로 학기 중 면담을 실시하여 수업에 반영하였다. 학생들은 턴키 제도의 운용, 인사고과에 대한 인식이 향상되었으며 수업의 긴장감을 효과적으로 높일 수 있었으며, 복잡한 설계과제를 수행할 수 있었다.

### Abstract

In this research, a case study for cooperative learning practiced in a design class for environmental engineering was presented. Designing a treatment facility for urban diffuse pollution was a main problem given to the participants. Turn-key system for civil works were simulated throughout class works. Twenty five students were grouped into four virtual companies and assigned own position from chairperson to workers. Each group competed throughout establishing design concept regarding order, expense calculation, process distribution, actual calculation. Best design with lowest bidding won the first place. For evaluating class effectiveness, one student from each group

were monitored through semester. Participants were improved for their understanding about company establishment, turn-key system management, awareness about personal management, and presentation skills. Tension of the class was effectively elevated as well.

주제어: 협동학습, 문제중심학습, 턴키제도, 환경공학, 초점그룹

Keywords: Cooperative learning, problem based learning, turn-key system, environmental engineering.

## I. 서론

토목공학(Civil Engineering)의 한 분야로서의 환경공학(Environmental Engineering)은 물리, 화학, 생물 등 기초 학문의 심화지식을 요구하고 토목공학의 다른 분야, 예를 들면 수리학, 수문학, 지반공학 등의 학문을 종합하여야 하는 특징이 있다. 토목공학 전공자는 이러한 지식을 종합하여 설계할 수 있는 능력을 배양하는 것이 필요하며 따라서 토목공학 교육에 있어서 설계과목의 중요도가 높다.

최근의 국내 토목공사는 대형화, 복잡화, 전문화됨에 따라 설계에서부터 시공, 유지관리 사업의 전 과정의 업무를 보다 긴밀하게 연계하여 수행하도록 요구되고 있다. 이에 따라 정부에서는 건설공사의 경제적·효율적인 추진과 기술력 확보 강화방안으로 1996년부터 공공 건설공사에 대한 턴키(Turn-Key) 활성화 대책을 수립하여 추진하여 왔다. 턴키·대안입찰제도는 건설업체가 설계와 시공을 일괄하여 책임 시공함으로써 책임소재를 일원화하고, 민간이 보유한 신공법과 신기술을 적극 활용하여 민간기술개발을 촉진하며 공기단축을 도모할 수 있는 제도이다.

교량, 도로, 하수처리장 건설과 같은 토목공사는 엔지니어링 회사의 설계를 건설사에서 시공하는 형태로 구성된다. 그러나 이러한 턴키 제도는 시공시간 경쟁을 유발하여 설계 품질이 좋아지는 장점이 있는 반면 경쟁회사 중 한 설계만이 채택되므로 성과품이 시장의 평가를 받기도 전에 설계가 폐기되는 등 과도한 경쟁이 유발되는 단점이 있다. 그러므로 토목공학 교육에 있어서 턴키제도의 이해, 설계 개념의 정립, 추진 등의 턴키 제도를 통한 경쟁관계 및 실제설계 과정을 익히는 것이 필요하다.

공학설계에 있어서 문제해결학습(PSL: Problem solving learning), 프로젝트 학습(project learning)의 장점이 대두되고 있다. 이는 교수자의 학습자의 지식 구성을 촉진시키기 위한 인지적 조언자로서의 구성촉진자(facilitator)의 역할을 강조하고, 학습자에게는 스스로 문제를 자기의 것으로 여겨 능동적으로 문제를 해결하고 사고하는 문제해결자(problem solver)로서의 역할을 강조하는 것이다(최유현, 2005; 황성호·권오채·김용세, 2005). 협동학습(cooperative learning)은 조 구성원간의 상호신뢰를 바탕으로 한 공동 노력과 개개인의 적극적 참여를 통한 책임완수를 요구한다. 전통적인 학습방법과 비교하여 협동학습의 차이는 학생들 간의 경쟁보다는 조원들 간의 협동을 통하여 학생들이 자발적으로 학습에 참여하게 함으로서 학습동기를 부여하고, 학습성취를 도모하는 데 있다(김기현, 2003).

한남대학교 토목환경공학과 교과과정에서 개설하고 있는 환경공학 과목 트랙은 1학년이 학습하는 대학생물, 대학화학과 같은 기초과학을 토대로 2학년의 환경과학, 3학년의 환경공학 이론 및 실

협과목, 4학년의 오염물질 처리시설 설계과목으로 구성된다. 상하수도공학은 한남대학교 토목환경공학과 4학년 1학기 전공선택 과목이며, 수처리 시설물 설계과 관련된 이론을 습득하도록 되어 있다. 이 논문에서는 한남대학교 토목환경공학과 4학년의 설계과목인 상하수도공학을 기존 이론중심 학습에서 턴키제도를 명확하게 이해할 수 있도록 문제중심 학습 및 협동학습으로 개선, 실시한 사례를 제시하고자 한다.

## II. 본 론

상하수도공학은 하천, 호수의 물을 정수하여 급수하는 과정과 오염폐수를 처리하는 공정에 대하여 학습한다. 상하수도공학의 수강생은 교과과정 구성상 모두 4학년 학생이며, 환경공학의 기본이론과 실험방법의 실습을 배운 상태이기 때문에 토목공학과와의 연관 학문을 망라한 종합적인 설계능력을 집중적으로 습득할 필요가 있다.

상하수도공학 한 학기를 절반으로 나누어 학기 초반에는 설계에 필요한 환경공학 및 수문학, 수리학, 측량학 등 토목공학의 다른 교과목 내용 중 필요한 부분을 요약하여 강의하였으며 설계에 필요한 이론을 강의하였다. 학기 후반부에는 문제중심 학습을 도입하였는데, 다양한 접근이 가능한 문제해결을 수강생에게 부여하고, 지속적인 발표, 토의를 거쳐 만족할 만한 수준의 설계를 완성하는 것을 목표로 하였다.

과목의 운영에 있어서 대학원과목-4학년과목-3학년 과목을 연계하여 운영하였는데, 대학원 과목에서는 “수질관리 특론”을 강의하면서 대학원생 한명마다 상하수도공학 수강생 한 조를 배정하여 조언을 하도록 하였다. 턴키제도에서 시공과 설계가 각기 다른 회사가 맡기 때문에 서로 협력하여야 하는 것을 학생들이 이해할 수 있도록 하기 위하여 4학년은 과업의 범위 내에 있는 현장조사 부분에 있어서 3학년 과목인 “환경공학 및 실험”을 수강하는 수강생을 활용하도록 하였다. 3학년 입장에서는 매 학년 말 3학년이 주도적으로 발표하는 학술제를 효율적으로 대비하기 위하여 모니터링 계획의 수립과 자료의 검정을 4학년에게서 조언을 받을 수 있는 장점이 있다.

학생을 5-6명의 소그룹으로 나누어 리더를 정하였으며 리더를 사장으로 부르게 하고 중간 관리자 및 사원으로 등급을 나누었다. 수업시간에 법인의 설립과정에 대하여 간략한 설명을 하였으며 각 소그룹별로 회사명을 정하여 프로젝트 종료시까지 사용하였다.

프로젝트는 환경분야에서 중요한 이슈가 되고 있는 비점원오염 저감시설을 설계하는 과제를 선정하였다. 설계과제는 한남대가 위치하고 있는 대전시 대덕구 오정동에서 발생하는 비점원 오염물질을 처리하기 위한 시설물을 설계 시공하는 것이다. 과제의 주 내용은 다음과 같다: 대전시(가칭)한남구는 깨끗한 수질환경을 얻기 위하여 200억 예산을 투입하여 비점원오염 처리시설을 설치할 계획이며, 이를 위하여 각 회사는 기한 내 처리시설의 위치, 설계 계산, 예산을 포함하는 상세계획을 제출할 것.

이 문제를 선정한 이유는 1) 현재 비점원 처리시설이 수질관리에 있어 중요한 이슈가 되고 있어서 학생들이 졸업 후 직접 투입될 수 있도록 훈련하는 것이 필요하며; 2) 비점원오염은 여러 토목공학의 수리학, 수문학의 지식이 필요하고 환경공학의 기본적인 이론과 관련되어 있어서 관련된

이론에 대한 이해를 심화시킬 수 있다.

프로젝트는 발주처에서 공사를 발주하는 듯이 제시하였다. 강의시간에 교수는 발주처로 역할을 정하여 각 조의 사장에게 제안하고자 하는 설계에 대하여 브리핑을 요구하고, 사장은 수업시간에 학습한 공법중 하나를 선택하여 조원들과 같이 보고서를 작성하여 제출하도록 하였다.

프로젝트의 성과품은 3번에 걸쳐 평가하였다. 첫번째 성과품은 문제해결을 위한 접근방법, 즉 조별로 선택한 공법의 타당성을 서면으로 작성하여 제출하고 그 내용을 전체 수강생 앞에서 발표 평가하였다. 두번째 평가는 각 조별로 상세한 설계도, 공정계획, 비용을 포함하는 설계제반을 제출하도록 하고 이를 평가하였다. 이는 터키설계의 기본설계에 해당한다. 평가는 담당교수와 대형 건설사의 프로젝트 매니저급 인력을 초빙하여 평가하였다. 세 번째 평가는 기말시험의 형태로, 설계 과정에 포함되는 이론의 이해도를 측정하였다.

설계평가 점수는 1위 팀은 100점, 2위 팀은 30점, 3위 팀부터는 0점으로 처리하였다. 이는 터키 제도에서 하나의 회사만이 수주에 성공하는 것을 모사하기 위한 것이다. 터키제도에서 2위는 설계비의 일부를 보상받을 수 있으나 3위부터는 보상을 받을 수 없다. 2차 평가가 끝난 후에는 조 리더와 조원간 평가를 할 수 있도록 하였다. 리더는 조원 중에서 능력이 없는 조원을 도태시킬 수 있으며 조원이 합의할 경우는 리더를 교체할 수 있도록 하였다. 도태된 조원은 다른 조에 합류할 수 있도록 하였다. 설계와 평가에 있어 1인당 매출액을 지속적으로 강조하여 수강생이 “수익 있는 공사 수주”가 중요함을 인식할 수 있도록 유도하였다.

발표평가에 따라 순위가 결정되므로 수강생들이 설계의 개념과 장점을 부각시키기 위하여 발표 준비를 매우 열심히 하였고, 또한 다른 조 발표시에 질의 응답이 매우 활발하였다. 방대한 양의 설계를 준비하면서 조원 간 토론과 협동이 원활한 조가 있는 반면, 그렇지 않은 조도 있었는데, 협동이 잘되는 조는 설계의 품질이 우수하였으며 기말시험으로 본 과목이해도도 협동이 안되는 조에 비하여 높았다.

과목성과의 평가는 한남대의 기존 설문지와는 별도로 학생들의 개별면담을 통하여 학기 중 지속적으로 관찰하였다. 수강생 평점평균과 수업 참여도를 바탕으로 상위성적, 중간성적, 하위성적 그룹별로 한명씩을 선정하여 1-2주마다 면담을 실시하였다. 학생들의 학업이해도, 및 협동학습과정에서 발생하는 어려움을 파악하였으며 이를 반영하여 수업의 진행을 좀 더 원활하게 하도록 수정하였다. 이러한 기법을 초점그룹(focus group)이라 하며 수업의 효과 검증에 유용하게 사용될 수 있다 (김명량 외, 2004). 수강생들이 제기한 주요 문제는 동료평가가 학점에 반영될 수 있다는 점, 프로젝트 실제 기여도와 평가가 다를 수 있는 점, 수업의 형태가 기존 강의중심과 많이 다른 것에 대한 저항 등 이었다.

과목의 진행과정에서 일부분 학생이 긴장감이 높아지는데 따른 피로를 호소하기도 하였으나, 대부분의 학생이 흥미를 갖고 문제중심 학습에 참여하였다. 과목의 구상부터 진행, 평가에 걸쳐 조언을 받은 건설사의 초급간부가 많은 기여를 해주었으며 특히 건설사 초급간부가 직접 설계 자료와 수익률, 공법의 선택, 설계방향의 설정 등에 대하여 특강을 실시하였는데, 초점그룹 면담결과 설계 진행과정에서 큰 도움이 되었음을 알 수 있었다.

초점그룹에 대한 질문내용은 다음과 같은 내용을 협동학습 기간에 걸쳐 다음과 같이 일관되게 질문하였다. 1) 수업의 내용이 충실한가? 2) 학우를 평가하는 데 있어서 거부감이 있는가? 3) 설계의 진행이 전 조원의 협력이 원활하게 이루어지고 있는가? 4) 협동학습을 계속 진행하고 싶은가?

학기 중 관찰한 초점그룹의 반응은 부정적 반응에서 점차 긍정적 반응으로 변화하였으며, 특히 건설회사의 실무자를 초빙하여 턴키제도 및 실무에 대한 특강을 실시한 후 수강생들이 협동학습에 매우 긍정적으로 임하였다. 그러나 문제중심학습, 협동학습에 대한 수강생의 참여도와 만족도에 있어서 많은 차이가 있었다. 학생들의 학습유형과 문제중심학습 선호도에는 뚜렷한 상관도가 있으므로(강소현 외, 2005), 수강생의 적극적인 참여를 유도하기 위한 수업설계가 필요하다.

### Ⅲ. 결 론

이 논문에서는 한남대학교 토목환경공학과 4학년 전공선택인 “상하수도공학” 과목에서 진행한 문제중심학습, 협동학습을 소개하였다. 비점오염원 처리시설을 설계하는 문제를 제시하였으며, 이의 설계를 위하여 토목구조물의 설계-시공-감리를 통합하여 수주하는 턴키(turn-key) 제도를 모사하는 문제중심 학습 및 협동학습을 실시하였다. 수강생을 몇 개의 조로 나누고 가칭 회사를 설립하여 사장-사원에 이르는 직급을 정하게 하였으며 실제 설계를 통하여 서로 경쟁하도록 하였다. 초점그룹을 선정하여 수강생의 반응을 관찰하였는데, 수강생은 수업의 긴장감이 높아지는 것에 대한 거부감과 피로를 호소하는 등 부작용이 있었으나, 턴키제도를 좀 더 이해할 수 있고, 복잡한 문제해결을 위하여 팀원이 협동하는 방법을 익힐 수 있었다.

### [ 사 사 ]

이 논문은 2005년도 한남대학교 공학인증 특별연구비의 일부 지원을 받았습니다.

### [ 참 고 문 헌 ]

- 강소연·조형희·홍종일·김의준·박성은(2005) 공학교육에서의 PBL 수업의 효과 연구. 공학교육연구, 8(2), 24-34
- 김기현(2003). 협동학습의 적용사례 연구. 공학교육연구, 5(2), 36-41.
- 김명량·윤우영·김동환·정진택(2004). 학습 성과 달성을 위한 평가도구 연구: Part1초점그룹. 공학교육연구, 7(4), 22-31.
- 최유현(2005). 창의적 공학교육을 위한 문제중심학습(PBL)의 모형과 절차의 탐색. 공학교육연구, 8(1), 99-112.
- 황성호·권오재·김용세(2005). 기계공학에서의 PBL 적용 교과과정 개발: 제품해체 설계추론. 공학교육연구, 8(1), 20-30.