

# 기초적 공학교육을 위한 Reverse-engineering 교수법

## A New Educational Approach on Basic Engineering Education using Reverse-engineering

김 남 호\*

Namho Kim\*

요 약

본 논문에서는 공학계열의 1학년 학생들이 자신의 분야와 다른 분야의 공학과와의 관련성을 더 잘 이해하고, 공학적 상상력을 향상시킬 수 있는 교수법을 제안한다. 전통적으로 주변학문과 자신의 전공분야의 관계를 이해시키고 공학인으로서의 정체성을 주지시키기 위하여 1학년의 교육과정에 '공학설계' 과목을 배치하고 있다. 그러나 이 교육 목표를 달성하기 위하여, 단순 강의를 통한 설명이 주가 되어 왔으며, 적절한 실습을 통한 학습에는 그 소재나 형식의 선정에 한계가 있어왔다. 본 연구를 통하여, Reverse-engineering을 이용한 새로운 교육방법이 5년간에 걸쳐 시도되었으며, 이를 통하여 공학기초 교육목표를 달성할 수 있었다.

**Key Words** : Basic Engineering Education, Engineering Design, Teaching Methodology, Reverse-engineering

### ABSTRACT

This study proposes a new educational approach to basic engineering education using reverse-engineering. A freshmen level engineering coursework provided by the University, 'Engineering Design', is to deliver the understanding of the general relationship between their major and its adjacent engineering fields. Students are to understand the identity of their major fields through this effort. There are some limitations, however, to achieving these educational objectives by providing lectures in a classroom environment or practical experience because of the broad nature of the subject. A new educational approach on 'Engineering Design' has been implemented for past five years to achieve this goal using reverse-engineering techniques and this paper describes it in detail.

---

\* 한국기술교육대학교 건축공학부 정교수 (nhkim@kut.ac.kr)

제1저자 (First Author) : 김남호

교신저자 : 김남호

접수일자 : 2011년 11월 09일

수정일자 : 2011년 12월 8일

확정일자 : 2011년 12월 30일

## I. 서론

일반적으로 새내기 공학도를 위한 ‘공학설계’과목은 다음과 같은 강의목표를 가지고 진행되어 왔다. 전공을 구성하는 주요 분야에 대한 이해, 전공 주변의 관련 학문에 대한 소개 및 이해, 이러한 학문들의 상호 관련성 이해

이러한 강의 목표를 달성하기 위하여, 단순 강의위주의 교수방법이 성공적으로 사용되어 왔지만, 세 번째 항목인 전공 인접학문과 전공의 상호 관련성을 이해시키기 위하여, 단순강의 위주의 교수법에는 한계가 있어 왔다. 그러나 이를 보완하기 위한 적절한 시청각 교육이나 실습교육은, 건축공학 주변의 학문의 매우 큰 다양성으로 인하여 그 소재나 형식의 선정에 한계를 갖고 있었다.

이러한 한계를 극복하기 위해서, 건축공학전공 1학년 학생들을 대상으로 ‘단순한 사물의 제조방법에 대한 Reverse-engineering’이라는 새로운 교수법이 시도되었으며, 본 논문에서는 이러한 교수법에 사용된 수업진행과정, 교육효과 및 교훈을 정리하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 먼저 이 교수법의 진행과정을 설명하였으며, 제 III장에서는 이러한 교수법에 따라 진행된 수업의 사례를 살펴보기 위하여, 제출된 학생과제의 대표적인 유형을 소개하였다. 제 IV장에서는 공학 초년생들을 대상으로 하는 Reverse-engineering 수업을 통한 교육적 가치를 정리하였다. 즉 학생입장에서의 교훈, 그리고 성공적 수업이 되기 위한 소재 선정 조건, 이에 필요한 교수기법 등을 정리하였다. 그리고 이러한 수업을 통하여 관찰하고 느낀 점들을 정리하였다. 제 V장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

## II. 수업의 진행 과정

이 Engineering project을 진행한 과목은 1학년 1학기의 ‘건설공학개론’과목이었다. 이 과목은 실습을 포함하고 있어서 2개의 분반으로 나누어 수업이 진행되어 1개 반이 약 23명 정도의 인원수로 구성되어 있었다. 구체적으로 학생들에게 제시된 Reverse-engineering 프로젝트는 “Hershey’s Kisses 초콜릿 낱개의 포장을 하기 위한 기계적 원리 및 공정을 추정하여 그림으로 나타내고 설명하기”이었다. 그림 1은 Hershey Kissess 초콜릿을 확대한 사진이며, 학생입장에서 그림과 같이 낱개의 초콜릿을 자동

기계에 의해 포장하기 위한 장치를 생각하여 그리고 이를 발표하게 하였다.



그림 1. Reverse-engineering 프로젝트 주제: 낱개 초콜릿 포장방법  
Figure 1. Reverse-engineering Project Theme: Wrapping Method for Individual Chocolate

그림 1을 Reverse-engineering의 소재로 선정하는 이유는, 먼저 대학 1학년 공학도의 관심을 끌 수 있는 재미있는 소재이고, 문서상으로 알려진 정답이 없으며, 여러 가지 공학적 방법으로 문제를 해결할 수 있는 Open-ended question이기 때문이었다.

수업의 원활한 진행을 위해, 어떠한 사물의 기계적 원리 및 공정을 나타내는 illustration의 일관성을 유지하기 위하여, 이는 참고문헌 1에 나타난 형식의 그림을 표준으로 지정하였으며, 또한 이 문헌을 학생들의 필독서로 지정하였다. 그림 2는 참고문헌 1의 전형적 Illustration 형태이다.

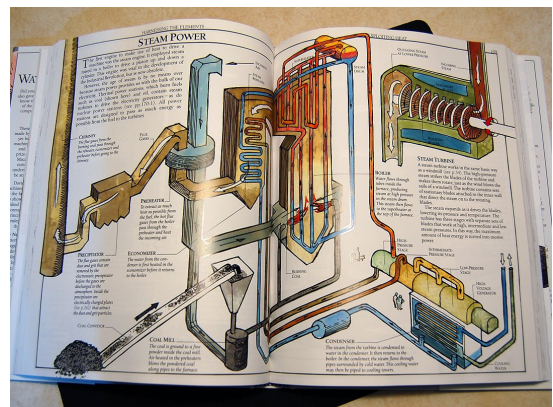


그림 2. 학생들에게 제시한 Illustration 표준 (참고문헌 1)  
Figure 2. Standard Illustration for the Project Presentation (Reference 1)

Reverse-engineering수업은 학생들이 개별로 연구

해서 수업 중에 발표하는 Project 형태로 진행되었으며, 대체로 중간고사 이후, 4주간의 기간에 걸쳐 진행되었으며, 그 구체적인 일정 및 교수/학생 주체별 역할은 그림 3과 같다.

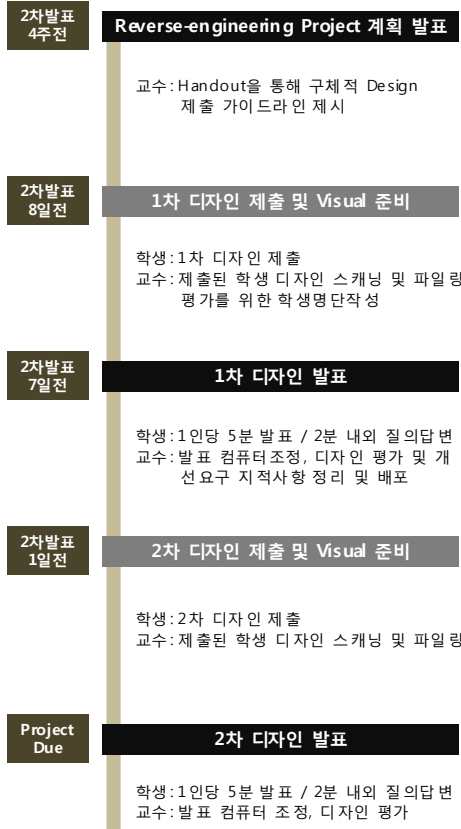


그림 3 프로젝트 진행일정  
Figure 3 Project Schedule

2차에 걸친 학생 디자인 발표는 주어진 강의시간(3시간)내에 이루어 져야 하기 때문에, 발표시간 및 질의응답 시간이 엄수되었으며, 1차 발표이후 학생들에게 디자인 개선요구 및 지적사항이 정리되어 배포되어야 하기 때문에, 교수는 학생발표 도중에 실시간으로 의견을 정리하였다.

이 프로젝트는 새로운 형식의 수업과 개별 발표라는 요소에 힘입어 매우 높은 수준 학생 참여도를 보였다. 1학년 1학기 대학생활 초기에 자신을 남들에게 각인시키기 위한 추가의 노력이 작용하여 매우 적극적인 발표와 활발한 질의응답이 있었으며, 이 프로젝

트의 최종발표에 과제를 제출하지 않은 낙오자는 5년간 1명으로 거의 없었다.

그림 4은 제출된 학생 디자인의 한 예이다. 발표를 위해 스캔된 파일을 이미지 뷰어 프로그램을 통해 빔프로젝터를 사용하여 발표하였는데, 세부화면의 확대 및 스크롤을 통하여 상세한 작동원리 및 세부공정의 발표 및 질의하였다. 원활한 발표 및 수업의 진행을 위하여 컴퓨터의 작동을 교수가 직접 담당하였다.

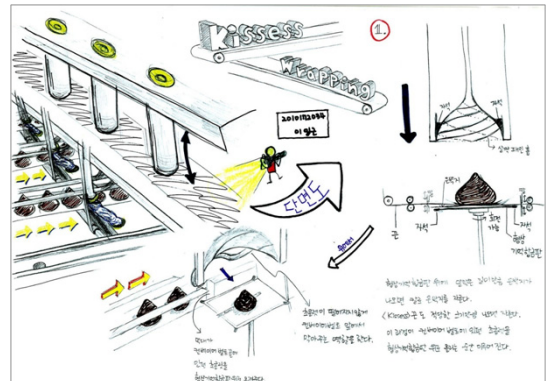


그림 4. 제출된 학생 디자인의 예  
Figure 4. Student Design Example

이러한 Reverse-engineering 프로젝트는 2006년부터 5회에 걸쳐 시도되었다. 공학적 기초지식이 없는 초년생의 입장에서 대부분 처음 하는 Reverse-engineering이라서 제출된 디자인은 수많은 오류가 있었으나, 1차 발표 이후 교수가 주도하는 평가 및 지적단계에서는 이러한 세부적 기계·설비적 오류에 집착하지 않고 학생 눈높이에 맞게 디자인에서 고려되지 않은 공학적 배려요소를 지적하였다. 2차 발표에 제출된 과제물은 대부분 1차 발표에 지적된 사항이 반영되어 개선된 디자인이 발표되었다.

학생들의 입장에서 이러한 형태의 엔지니어링 프로젝트를 해결하기 위해서 가장 먼저 인터넷 검색을 하게 되는데, 수업이 수년간에 걸쳐 진행됨에 따라 인터넷 지식검색 사이트에 이와 관련된 많은 참고지식이 있는 것을 발견하였다. 그 자료 중에는 허쉬 초콜릿 공장의 초콜릿 제조공정을 상세히 소개하는 동영상도 포함되어 있었으나, 이 자료를 포함하여 인터넷을 통해 검색되는 관련지식들이 이 프로젝트의 핵심사항인 초콜릿과 은박지의 포장 기법을 포함하고 있지 않아, 그 이후로는 학생들에게 그 동영상 자

료를 공개하고, 핵심사항의 세부공정을 질문하는 형태로 수업을 진행하였다.

### III. 제출된 디자인의 대표적 유형

이렇게 진행된 Reverse-engineering 프로젝트를 통한 학생들의 디자인은 전체적으로는 매우 다른 형태의 장치를 제안하였으나, 이 Project의 핵심사항인 초콜릿과 은박지의 포장 기법에 있어서는 크게 4가지 형태의 유형으로 나눌 수 있었으며, 이를 Figure 5에서 Figure 8에 나타내었다.

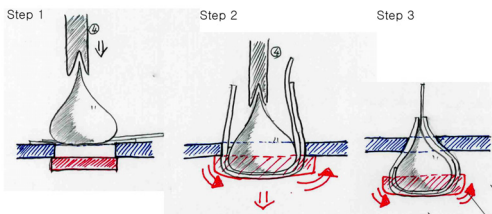


그림 5. 대표적 디자인 사례 I - 움직이는 조리개 형태  
Figure 5. Student Design Type I - Dynamic Diaphragm

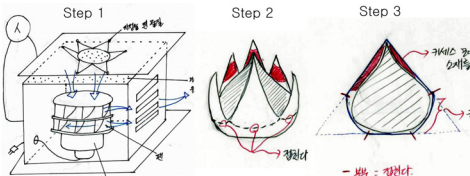


그림 6. 대표적 디자인 사례 II - 접히는 틀 형태  
Figure 6. Student Design Type II - Folding Mold

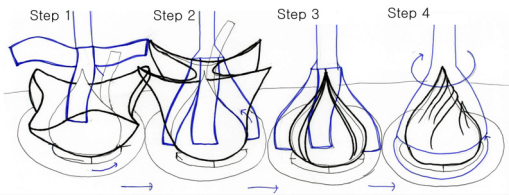


그림 7. 대표적 디자인 사례 III - 로봇 팔 형태  
Figure 7. Student Design Type III - Robotic Arm

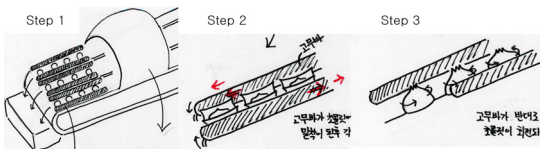


그림 8. 대표적 디자인 사례 IV - 말아 감는 튜브형태  
Figure 8. Student Design Type IV - Zigzagging Tube

위의 그림에 나타난 디자인 형태 중, 대부분의

학생들은 크게 3가지 메카니즘을 디자인하여, 움직이는 조리개/고무막 형태의 장치 (Figure 4), 형태가 고정된 틀에 의해 포장되는 형태의 장치 (Figure 5), 및 로봇 형태의 팔이 회전하며 포장하는 장치 (Figure 6)등을 구상하였다. 실제 1차 디자인 발표시에는 위의 그림들과 같은 디자인 보다 훨씬 조악한 형태의 디자인도 다수 있었지만, 1차 발표 평가 이후에 동료들의 디자인에 자극받아 2차 디자인은 시각적 완성도 및 공정에 대한 공학적 배려가 향상됨을 알 수 있었다.

이 프로젝트를 통한 교육목표를 달성하기 위하여, 이 기계장치 이외의 공학적 요소기술들과 주변공학기술들이 설명되어야 하는데, 이는 학생들이 발표하는 디자인이 몇 개의 카테고리로 분류되어 각각의 장단점이 논의되고, 이 유형이 반복됨에 따라 자연스럽게 발표시간을 줄여가며 시간을 할애할 수 있었다. 논의된 주변공학기술들은 주로 장비를 구동하기 위한 센서 기술과 그 간단한 원리, 장비의 구동 및 동력전달 기술, 그리고 대량생산기술 등이 설명되었다. 그리고 주변 공학기술로는 초콜릿을 통한 감성 공학, 초콜릿의 부드러운 맛 구현을 위한 화학 공학 등이 소개되었다.

### IV. Reverse-engineering 수업을 통한 교훈 및 제언

새내기 공학도를 대상으로 한 Reverse-engineering 수업을 통하여, 각각의 디자인에 대한 활발한 질의 응답이 유도되었으며, 이를 통하여 평균 이상의 수업집중도 및 호응을 유도할 수 있었다. 이에 따라 강의평가결과 이 Project에 대한 매우 긍정적인 평가의견이 도출되었다. 다음은 이 수업을 통하여 경험한 관찰사항 및 교훈을 정리하였다.

#### 1. Reverse-engineering 수업을 통한 관찰사항

이 수업을 통하여 관찰된 발견사항을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 동일한 디자인은 없다.
- 2) 대학1년생의 매우 높은 수업 집중도 및 참여도를 유도할 수 있다.

같은 소재(Kisses 초콜릿 날개 포장방법)를 이용한 Reverse-engineering수업을 2006년부터 5회에 걸쳐 시도되었음에도 불구하고, 동일한 디자인이 제출

되는 경우는 없었다. 앞서 밝힌 바와 같이, 핵심적 사항에 대해 유형을 나눌 수는 있었지만, 이 디자인을 구동하고 표현하고 방법은 개인차에 의해 그 완성도 및 작동원리가 상이하게 나타났다.

일반적으로 다른 학년에 비하여 대학 1학년들이 수업 집중도나 참여도가 가장 낮게 나타나는 것이 일반적인 현상이다 그러나, Reverse-engineering 수업에서는 매우 높은 집중도 및 참여도를 나타내었다. 이는 대학교육 이전까지의 일방적 수업에 의한 교육과정과는 전혀 다른 형태의 교육에서 느끼는 참신함이 큰 동기부여를 이끈 결과일 것으로 생각된다.

## 2. 성공적인 Reverse-engineering 수업을 위한 교수기법

성공적인 Reverse-engineering 수업을 위한 교수기법을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 참신한 Reverse-engineering의 소재의 선정이 수업 성공의 관건이다.
- 2) 주어진 강의시간에 교육목표를 달성하기 위하여 많은 준비작업이 필요하다.
- 3) 제출된 디자인은 개개인의 능력에 따라 큰 수준차이를 나타내며, 그 수준에 맞게 교육이 이루어 져야 한다.
- 4) 교육목표를 달성하기 위한 순간적 판단 및 긍정적 사고가 필요하다.
- 5) 디자인의 수많은 세부적 기계·설비적 오류 보다는, 디자인에서 고려되지 않은 포괄적인 기술적 문제점이 지적되어야 한다.

새내기 공학도를 대상으로 한 Reverse - engineering 수업을 성공적으로 이끌기 위한 가장 중요한 인자 중 하나는 적절한 Reverse-engineering 대상을 선정하는 일이라 생각된다. 예로서 ‘코카콜라 원액의 제조방법’과 같이 그 소재가 모든 학생들의 관심을 끌 수 있는 보편적이고 참신한 주제이면서도 해결방법이 다양한 형태로 존재할 수 있는 Open-ended Question 형태이어야 한다는 점이다. 본 연구에서 사용된 소재의 경우는 누구도 정확한 답을 알지 못하는 내용이기에 때문에, 수차에 걸쳐 반복적으로 같은 소재를 사용하였음에도 큰 부작용 없이, 오히려 수업진행의 원활도를 높이는데 도움이 될 수 있었다.

교수 입장에서 이 Engineering Project의 가장 큰 도전은 강의시간 (3시간)이내에 23명의 학생들의 발표를 소화하면서 의도하는 강의목표를 이루는 일일

것이다. 주어진 시간 내에 수업을 원활히 진행하기 위해서는 제출된 학생들의 제품 디자인에 대한 스캐닝 작업이 필수적이다. 2회에 걸쳐 발표되는 디자인의 개선사항을 개인별로 실시간으로 파악하기 위해서는 이에 적절한 파일이름이 부여되어야 한다. 학생들이 프레젠테이션을 위해 사용해야 하는 이미지 뷰어프로그램을 원활히 작동하는데 숙달되지 않았기 때문에, 학생들의 설명에 따라 교수가 직접 프레젠테이션 컴퓨터를 작동하며 이미지를 확대/축소/이동하는 것이 훨씬 효율적이다. 이와 동시에 디자인에 대한 지적사항 및 개선요구사항이 작성되어 학생들에게 전달되어야 하며, 이를 위하여 수업이전에 학생명단이 엑셀 등으로 정리되어 있는 것이 좋다.

학생들이 제출한 디자인은 학생 개개인의 공학적 지각정도 및 시각적 묘사능력 정도에 따라 매우 큰 수준차이를 나타내기 때문에, 반드시 그 학생의 눈높이에 맞게 지도가 되어야 할 것으로 생각된다. 앞서 밝힌 바와 같이 수많은 세부적 기계·설비적 오류 보다는, 디자인에서 고려되지 않은 포괄적인 기술적 문제점이 지적되어야 하며, 이를 위한 교수의 순간적 판단 및 긍정적 사고가 필요하다.

또한 발표자로부터 제안되는 기법과 청중 학생으로부터의 질문/지적사항을 교수의 입장이 아닌 중재자의 입장으로 기술적으로 적절히 분류되어야 한다. 이렇게 공학적으로 의사소통시키는 과정을 통하여, 학생들이 합리적인 의견조정과정과 체계적 사고능력이 교육될 수 있을 것으로 판단된다.

## 3. 학생입장에서의 교훈

이러한 Reverse-engineering수업은 새내기 공학도들에게 여러 가지 교육적 교훈을 줄 수 있다. 이를 정리하면 다음과 같다.

- 1) Reverse-engineering을 통하여 관찰력 및 공학적 사고능력이 훈련된다.
- 2) 자신의 생각을 시각화하여 설명 할 수 있는 표현·발표능력이 훈련된다.
- 3) 자신의 사고에 대한 비판적 사고의 수용능력이 증대될 것으로 기대한다.

먼저 주변의 보편적 사물에 대한 완제품을 생산하기 위한 필요 공정 및 각종 기계설비 구성을 생각하고 디자인하는 과정에서 Reverse-engineering을 위한 관찰력 및 공학적 사고 능력이 증대된다. 이러한 훈련은 앞으로의 공학수학과정에도 매우 긍정적인 역할을 할 수 있을 것이다.

또한 자신의 생각을 시각화하여 설명 할 수 있는 표현·발표능력이 훈련된다. 실제 1차 발표에 비하여 2차 발표에서 디자인에 대한 시각적 완성도가 향상 되는 것을 관찰하였다. 이 Project에 대하여 대부분의 학생들이 Illustration 및 프레젠테이션에 최선을 다하는 모습을 여러 번 느낄 수 있었는데, 대학생활 시작시점에서 같은 학부 학우 앞에서 발표를 한다는 심리적 요인도 역할을 하였으리라 생각된다.

20여명의 학생들이 동일하게 고민한 포장방법에 대하여 각자 다른 기계장치를 설명하기 때문에, 매우 활발한 질의응답이 벌어진다. 이러한 자신의 디자인에 대한 질의응답 및 평가의 과정에서 자신의 사고에 대한 비판적 사고의 수용능력이 증대된다.

그리고 학생 디자인에 대한 교수 평가를 통하여 공학적 개념에 대한 통섭적 교육이 유도될 수 있으며, 자신의 전공과 주변 학문과의 관계가 교육될 수 있다.

### V. 결론

공학 초년생들을 대상으로 Reverse-engineering 수업이 시도되었으며, 학생의 호응도 및 참여도, 그리고 교육적 측면에서 만족할 결과를 도출하였다. 이러한 Reverse-engineering수업이 효과적으로 진행되기 위해서 다음과 같은 사항을 제언하고자 한다.

- 1) 적절한 Reverse-engineering소재를 선정하는 것이 수업의 성공여부에 큰 영향을 미친다. 이를 위하여 그 소재는 재미있고 보편적이면서도 다양한 해결방법이 존재하는 Open-ended Question의 형태가 되어야 한다.
- 2) 학생들의 능력에 따라 발표되는 디자인은 큰 수준의 차이가 나타난다. 이를 격려하고 교육적 가치를 교환할 수 있는 순간적 판단 및 긍정적 교수자세가 필요하다.
- 3) 학생 디자인에 대한 교수 평가를 통하여 자신의 전공과 주변 학문과의 관계에 대한 통섭적 교육이 유도될 수 있도록, 세부적 기계·설비적 오류에 집착하지 않고 포괄적인 기술적 문제점이 지적되어야 한다.

### 감사의 글

본 연구는 한기대 교육연구진흥비의 지원을 받아 수행 되었습니다.

### 참 고 문 헌

[1] 데이비드 맥컬레이, 박영재, “도구와 기계의 원리”, 서울문화사, 2002

김 남 호 (Namho Kim)

정회원

1985년 2월 : 한양대학교 건축학(학사)

1987년 8월 : 한양대학교 건축공학(공학석사)

1994년 8월 : 미국 Penn State University 토목공학(공학박사)

1999년 3월~현재 : 한국기술교육대학교 건축공학부



<관심분야> 건설재료, 시공, 융합건설기술