

工学技術者のための Engineering Design 教育の実践

課題探求解決型教育と行動する技術者の育成

金沢工業大学 正会員 木村 定雄
 金沢工業大学 正会員 外崎 明
 金沢工業大学 正会員 鷲見 浩一

1. はじめに

人間が安全で安心して社会生活を営むためには、道路、鉄道、上下水道、電力、通信などの社会基盤をなくしては考えられない。わが国は、20世紀末にはこれらのインフラストラクチャーがほぼ建設され、21世紀には、すでに構築された社会基盤を如何に有効活用し、後生に繋げていくかが課題となっている。すなわち、環境土木工学分野の技術者が担う役割は、人々のために、「ものをつくって貢献する」時代から、「ものを有効活用して貢献する(しくみづくり)」時代に大きく転換してきている。

このような時代における環境土木工学分野の教育では、人々の安全を守り、生活を豊かにする社会資本を計画、調査、設計、建設および維持管理する能力に加え、自然と人間とを共生させる環境などを考慮して、社会資本を有効に創生、保生、再生する能力を統合化した「デザイン能力」を身につけた技術者を育成しなければならない。ここでいう「デザイン」とは、「Engineering Design」を指す。換言すると、単なる設計製作ではなく、「必ずしも解が一つでない課題に対して、種々の学問・技術を統合して、実現可能な解を見つけ出していくこと」であり、そのために必要な能力が「デザイン能力」である。まさしくこのような教育の重要性は、文部科学省科学技術・学術審議会でも論じられ平成18年度からはじまる第3期科学技術基本計画の重要政策の根幹ともなっており、「創造的人材の強化」が求められている¹⁾。

一方、金沢工業大学では、1995年度から環境土木工学の領域にかかわらず、広く工学技術者に共通したデザイン能力の育成を目指した Engineering Design 教育(以下、工学設計教育と呼ぶ)を実施してきている。本報告は、これまでに実施してきている工学設計教育の手法とその実態を紹介するものである。

2. 工学設計教育の変遷と教育効果の狙い

金沢工業大学の工学設計教育は、「ひとづくり」教育を基本として教育改革が進められてきた。延べ150人の教職員を米国や欧州などに派遣して諸外国における Engineering Design 教育の実態を調査し²⁾、1995年度から本格的に工学設計教育を主体とする技術者育成プログラムを実施してきている³⁾。工学設計教育は従来から

の「教員が学生に教える教育」から、「学生自らが学ぶ教育」への転換、まさに「自ら思考し行動する技術者の育成」を狙ったものである。また、図-1に示すように、従来の知識偏重型から課題探求解決型へ移行させた点に特色がある。このことは、技術者が社会で直面する問題、すなわち、解が多様で問題解決活動は集団で行うことが多い実状を教育プロセスに反映したものである。さらに、課題解決過程では技術力とともに、自己啓発力、自己管理力、協調性、リーダーシップおよびプレゼンテーション能力などの人間力の醸成も重視した教育手法として、チーム指導やチーム活動を採用している。この手法は私立工科系大学のような多人数教育とならざるを得ない実状においても、少人数教育の効果が期待できるものである。図-2は工学設計教育と人間力教育のスキームを示したものである⁴⁾。

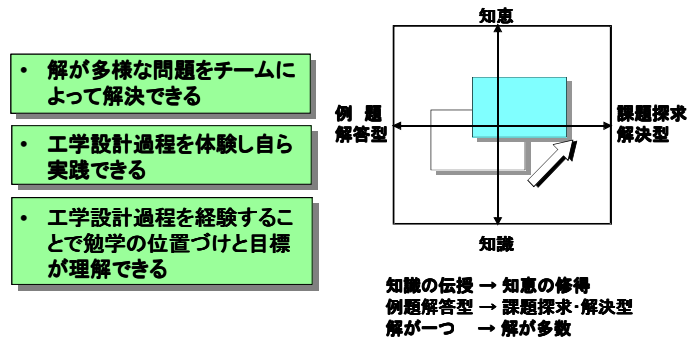


図-1 工学設計教育の狙いと特色

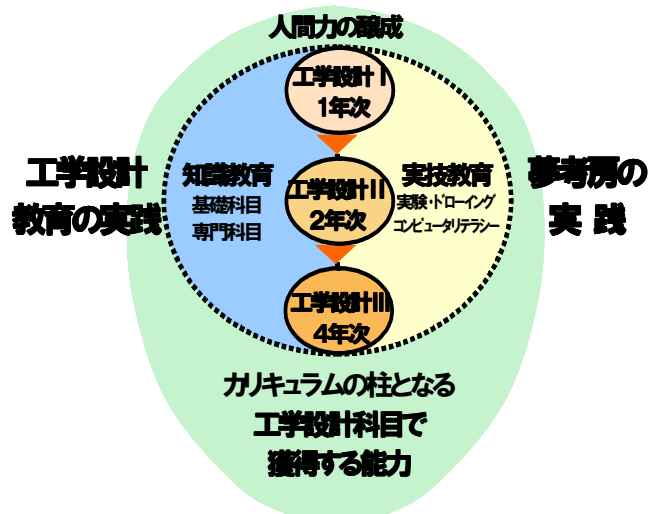


図-2 工学設計教育と人間力醸成のスキーム

キーワード：エンジニアリングデザイン，教育，マネジメント，環境土木工学

連絡先：〒921-8501 石川県 石川郡 野々市町 扇が丘 7-1

TEL：076-248-8426 FAX：076-294-6713

3. 工学設計教育の実際

(1) 工学設計 ・ (Problem-Based Learning を狙って)

1年生・2年生を対象とした工学設計 ・ における課題は、身近な社会生活における問題や近隣の町役場などの自治体が管理する公共施設が抱えている問題を解決することを目的として学生自身が選定する。この教育では、教員はメインテーマを提示し、学生のチーム(5~6名)活動を助けるコーチ役を担う。授業は2時間/週で10週間実施するが、これ以外に20分/チーム/週でチーム指導を行い課題の工学的思考などを助言する。学生は課題をつくりこみ、チーム活動をとおりて課題解決案を導く。また、この学習では3回のプレゼンテーションを行うなど、活動過程そのものを重視する。表-1は具体的な課題と解決案の例を示したものである。テーマ例1から3に示したように、融雪装置の問題(メインテーマ)から課題を抽出するだけでも学生に多様な視点があることがわかる。表-2は10週間にわたって実施する授業内容を示したものである。なお、約1700人の多人数の学生の活動を支援するために、教材の作成、専門教員と工学基礎教員の導入、ウェブサイトの充実、および教室の設備、自習室の設備やプロジェクト工房(夢考房と称している)などを充実させている⁵⁾。

(2) 工学設計 (Project-Based Learning を狙って)

4年生を対象とした工学設計 では、一般的な卒業研究課題とともに設計課題などをとりあげている。その実施にあたっては、「教員主導の体制」から「教員と学生とがともに活動する体制」への移行など、研究過程や成果発表において Engineering Design 教育を強く意識した教育手法を検討している。

4. 今後の教育改善と展望

工学設計 ・ の教育課程では、受講生の学習意欲の向上を狙って、ある程度の Engineering First⁶⁾の導入などを検討する必要があると考えられる。

一方、近年では環境土木技術者に求められる能力が多様化し国際化してきている。したがって、大学教育の集大成となる工学設計 の教育課程では、大学院教育課程とも連携して Management Design 教育を導入するなど、より技術者としての創成力を涵養する教育手法を検討する必要がある。また、具体的な教育手法としては、官民や地域と大学とが連携する、すなわち、Internship 等により社会と大学とが相互に刺激しあい、実社会における実践的な Problem や Project を反映した教育・研究環境を構築していくことがとくに有効であると考えている。

参考文献

1) 土木工学における Engineering Design 教育～産学協働によるこれからの技術者教育～、平成17年度土木学会全国大会研究討論会「研-09」資料
 2) 例えば、Clive L. Dym, Patrick Little: Engineering Design: A Project-Based Introduction, John Wiley & Sons, Inc., 1999, ISBN 0-471-28296-0

表-1 工学設計 のテーマと課題・解決案の例

<p>テーマ例1: 融雪装置を改善する 課題と解決例: 従来の融雪装置は道路の中央にあり、端の雪が融かせず、かつ水溜まりができる問題があった。そこで、融雪装置の配置を改善し、側溝付き散水ノズル式融雪装置を設計した。利点は道路の端から融雪水が出てくるため端に雪が溜まることなく、歩行者に水がかかることが少なくなる。</p>
<p>テーマ例2: 環境に配慮した融雪装置を設計する 課題と解決例: 近年、融雪装置の地下水くみ上げによる地盤沈下が問題となっている。そこで、現在の融雪装置の状況を把握し、地盤沈下を起こさない融雪装置を開発する。結果として、遠赤外線輻射熱を利用した足下から遠赤外線が見える形での融雪方法を提案した。</p>
<p>テーマ例3: 融雪装置の改善 課題と解決例: 現在の融雪装置では、それによって融けた水が凍結し、路面凍結の原因となる。これを解消するために、ロードヒーターを使用した融雪システムを考案した。通常このようなシステムは大量のエネルギーを使うが、本提案は電源に太陽電池を利用する点に特徴があり、省エネで効率よく融雪することができる。</p>
<p>テーマ例4: わかりやすい路面表示の設計 課題と解決例: 夜間や雨天時には路面表示が確認しにくい。また雨天時には表示線上で歩行者が足を滑らす。これらの問題点を解決するため、蓄光シートを路面表示に使用し夜間や雨天時の視認性を向上し、路面の凹凸をつけることによって、滑りにくく安全で快適な運転を可能とする提案をした。</p>
<p>テーマ例5: 河川の水質の改善策の設計 課題と解決例: 河川の水質改善を目的として、水の浄化を可能にする竹炭を混ぜたコンクリートでつくった魚のすみかを設計した。この利点は微生物を多く吸収できるため、魚のすみかとなり、河川の水質改善が図れる。</p>
<p>テーマ例6: 野々市中央公園親水池の水質改善 課題と解決例: 野々市中央公園親水池の水質改善のため、藍藻を除去することを課題とした。吸着袋にいれた好気性微生物と微生物に必要な酸素を供給するためのエアレーションを用いて池の水を浄化し、藍藻や悪臭を除去する方法を提案する。コストが低く、環境にも利用者にも優しい。</p>

表-2 工学設計 ・ の授業内容

週	授業内容
1	・工学設計の意義と目的 ・授業の運営方法と注意事項 ・チーム編成 ・メインテーマの発表
2	・プロジェクトテーマの検討(仮決定)
3	・プロジェクトテーマの決定 ・プロジェクトテーマに対する調査方法の検討
4	・調査方法・内容の決定
5	・調査結果の報告
6	・調査結果の報告
7	・調査の成果と問題点に関する報告
8	・ファイナルプレゼンテーションの準備 ・ファイナルレポート(草稿)の提出
9	・ファイナルプレゼンテーションの実施 ・ポスターセッションの準備
10	・ポスターセッションの実施 ・ファイナルレポートの提出

3) 前川晴義, 久保猛志: 工学設計教育-知識を知恵に活用するためのユニークな授業-, 土木学会誌, Vol.84, July, 1999.
 4) 松石正克: 金沢工業大学における工学設計教育とその課外活動環境, 高知工科大学新入生教育ワークショップ, 2006.2.
 5) 松本重男, 他: 金沢工業大学の工学設計 ・ について, 設計工学, Vol.36, No.8, 2001.8.
 6) 20年後の土木技術者像に向けて-大学・大学院教育のナビゲーション-, 土木学会第 期土木教育委員会大学・大学院教育小委員会, 2001~2002年度活動報告書, 2003.3.