

エンジニアリングデザイン教育の現状と今後の展開

高知工科大学 正会員 五艘 隆志
高知工科大学 正会員 吉良 有可
高知工科大学 フェロー 草柳 俊二

1. はじめに

エンジニアリングデザイン教育 (Engineering Design Education: 以後 ED 教育と表記) の目的は問題発見・解決能力の高い技術者を育成することである。この目的を達成するための教育プログラムは“学生が自ら持っている知識・情報・技術を用いて社会的・技術的な問題を自ら発見し,自ら解決することを体験させる”ことを主眼とする必要がある。これまで,我が国の大学等の教育機関は卒業研究や構造設計がその役割を担っていると位置づけていた。しかし,JABEE がワシントンアコードへの正式加盟を要請した際に,我が国の教育機関においては ED 教育が不十分であるとの指摘をうけた。また,近年の若手技術者はベテランの技術者から“マニュアル等の知識は豊富な反面,応用力に欠ける”と評価されるケースも少なくない。こういった背景から,我が国の教育機関においても問題発見・解決能力の高い技術者育成を目的とした ED 教育の充実へ向けた取組みが始まっている。本稿は海外および国内の ED 教育の現状について調査を行った結果を報告するものである。

2. 調査の経緯

表 - 1. 海外のマネジメント教育・ED 教育実践例

教育機関名	学科名	科目名	概要
University of Texas	Civil Engineering	Introduction to Design	デザインの原理 コンセプト、問題解決アプローチの導入
U. C. Berkeley	Civil and Environmental Engineering	Management of Technology	工学に関連したリスク評価、リスクマネジメントのための根本原理の深い理解、考え方、多角的アプローチ
MIT	Civil and Environmental Engineering	Seminar Civil and Environmental Design	地域を指定し、理論や手法を適用してデザインや問題分析を行う。問題を定式化し、創造力を発揮させる。
Purdue University	Civil Engineering	Construction Management (他科目(右記))	Plans and Estimates, Human Resource Management, Planning and Scheduling, Business Management, Financial Management
University of Illinois	Civil and Environmental Engineering	(コースとして ED 教育要件を規定)	コース修了のためには Integrated design project を最低1科目履修する
University of Reading	Construction Management and Engineering	(マネジメントを核としたカリキュラムを構成)	Construction Technology, Economics for Construction Management and Engineeringのほか、Research Skillsなどが組合わされている
University of Leeds	Civil Engineering with Construction Management	(マネジメントを核としたカリキュラムを構成)	General Management, Economics, Procurement, Finance, Law and Contract などから構成
Stanford University	Civil and Environmental Engineering	(マネジメントが組み込まれたカリキュラムを構成)	鋼骨鉄骨コンクリート構造のデザインのほか、組織論や建設会社経営、Virtual Design and Construction などの講義・演習

土木学会教育企画人材育成委員会・マネジメント教育小委員会では,主に海外における建設マネジメント教育プログラム事例収集を行ってきた。建設マネジメントは各専門技術分野を横断する位置にあり¹⁾,知識・情報・技術を統合して問題解決をするという点ではエンジニアリングデザインと共通の要素を持っている。本報告ではこの活動において収集された事例に加え,2007 年 9 月に発足した土木学会教育企画人材育成委員会・エンジニアリング教育プロジェクトチーム (EDE-PT) としての活動の一環として筆者らが収集した国内事例等もあわせて整理し,報告を行う。

3. 海外における ED 教育の取組み

表-1 に海外における建設マネジメント教育,ED 教育に関する教育プログラムの実践例を示す。多くが建設マネジメント系の科目を軸としたカリキュラムであり,各専門科目を組み合わせた演習科目が設定されている。詳細な内容や教育効果については今後資料収集・内容分析を行ってゆく予定である。

4. 我が国における ED 教育の取組み

表-2 に我が国における ED 教育の実践例を示す。

表 - 2. 我が国における ED 教育実践例 ^{2),3)}

教育機関名	学科名	科目名	概要
茨城大学	都市システム工学科	都市システム読解演習	既存道路の断面を題材とした実験調査、施設設計、計画書作成
東京工業大学	土木工学科	(複数の演習・実験科目)	公園の環境調査・浄化方法提案、スチールブリッジの設計・製作、インフラ整備計画・評価・設計
金沢工業大学	環境土木工学科	工学読解Ⅰ～Ⅲ	社会性・公共性のあるテーマから学生が課題を設定し、課題解決に向けての活動を行う
日本大学	土木工学科	プロジェクトスタディ	河川・海洋構造物や下水処理場、廃棄物処分場等の計画・設計
法政大学大学院	システムデザイン研究科	エンジニアリングデザイン	工学的な立場から課題解決として「ものづくり」のためのデザインについて論ずる
高知工科大学	社会システム工学科	ステディキッズ	まちづくり、道路・交通、河川・環境などの分野から問題点を抽出し、解決策を検討するものができるまでの一連のプロセス、設計概念、問題解決法等
苫小牧高専	全学科	エンジニアリングデザイン	
長崎大学	機械システム工学科	機械の入門	マインドマップ、KJ法等の発想法の紹介・実習
東京都立大学	電気工学科	エンジニアリングデザイン	図面の基礎知識、電気設備、電子機器設計、CAD等
工学院大学	機械製造工学科	Engineering Design and Machining	3次元CADを用いた機械要素の図面作成、部品モデリング
芝浦工業大学	機械工学第二学科	機械創造読解演習	教材用空気スターリングサイクル機関の設計・製作
石川高専	電子情報工学科	創造工学演習	電子工作によるものづくり教育
阿南高専	電気電子工学科	(複数の実習科目)	無線式・自立型ロボットの製作
八戸高専	全学科	創造科学	教育用工作紙による橋の製作 等

キーワード エンジニアリングデザイン教育, 建設マネジメント教育, 問題発見・解決能力
連絡先 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185 高知工科大学 TEL 0887-57-2770

れは全国の大学等教育機関を網羅的に調査したのではなく、我が国における ED 教育への取組みの一部である。ここに示す事例の他にも特に機械・電気工学系学科、中でも高等専門学校における取組みが ED 教育として多く報告されている。機械・電気工学系学科における事例²⁾の中身を見ると、多くは、“構想（企画書作成）”、“製作”、“発表会（あるいは競技会）”といった流れで構成されている。つまり、機械・電気工学系学科における ED 教育では“製作”を ED 教育プログラムの核として設定し、自ら手を動かす過程で学生に“自ら考える”ことを期待しているといえる。この延長上に“ロボコン”等に代表される試作品の性能を競う競技会への参加があり、学生や教員のモチベーションを高めている。こうして、機械・電気系工学科の ED 教育は、学生による“製作”が前提となり、学生の能力範囲内で実際の課題解決まで達成できる比較的小さな規模の課題が提示されることとなる。一方、建設系工学科の場合は扱う対象の規模が大きく、学生の能力範囲内で実際の課題解決まで達成させることは困難である。実際の施設整備まで含めた課題解決を学生に求めることは難しい。教育プログラム事例の中身を見ると“構想（コンセプト設定）”、“計画”、“設計（図面・模型等作成）”、“発表会”という流れの構成となっている。現状では、建設系工学科における ED 教育プログラムの核は“計画”および“設計”である。

そのうち“設計”を主体とした事例はあまり多くない。その理由の一つとして、建設系工学の設計業務には詳細な技術基準（計算手法、部材寸法や形状に関する規定、配筋の要領など）の知識や、高度な CAD オペレーション等、技能的な要素が多く求められることが挙げられる。技能的な要素を多く含む領域を学生に伝え、実際の業務に近い水準の設計成果物を作成させることは ED 教育というよりむしろ“設計演習”の範疇になると判断したものと考えられる。また、大学等の教育機関では設計の技能的な要素を教える教員は多くない。

一方、“計画”分野も必要とする知識は多いが、土木計画学分野等の教員がカバーできる領域であり、この分野の教員数は比較的多い。また、計画段階では施設整備等の施策実施効果を検討する必要があるが、こういった手法は計画分野において十分整備さ

れている。こういった背景から、建設系工学科では“計画”が ED 教育プログラムの核として設定され、その領域内で学生の自由な発想を期待するケースが多いものと考えられる。

5. 今後の課題

我が国の建設系工学科における多くの ED 教育事例をみると、各事例とも 課題解決策を学生自らに考えさせること 課題解決策の質の高さを担保すること の両立を目指しているといえる。ここで、の“質の高さ”をどのように捉えるかが重要となる。実社会に存在する政策課題解決にそのまま適用可能で、施策実施効果の高い提案を“質の高い”提案とし、こういった提案を学生が提示できれば理想的である。しかしながらこういった観点の質の高さを追求したときには教員の指導が過剰になる、あるいは学生がマニュアルや事例集等を過剰に参照して帰納的に解決策を導き出すようになるなど、ED 教育としての実効が不十分となってしまう懸念もある。ED 教育の“自ら考える”という目的を実現するためには、解決策自体の実用性よりも、学生が自ら持っている基礎的技術を組み合わせて演繹的に解決策を構築するプロセスを重点的に指導・評価すべきであろう。こういった ED 教育についての課題解決も教員側にとっての“エンジニアリングデザイン”であり、正解はない。各教育機関が保有する人的資源や地域課題等を組み合わせ、複数レベルの教育プログラムを用意し、運用の中で改善してゆくことになるものと考えられる。EDE-PT では平成 19 年度の取り組みとして複数の教育機関で教育プログラムを試行することを予定している。

参考文献

- 1) 草柳俊二：我が国の建設工学におけるマネジメント教育システム構築に関する研究，建設マネジメント研究論文集，Vol. 11，pp281-292，2004 年 12 月
- 2) 例えば，山田健二：創造工学演習におけるエンジニアリングデザイン教育の試み，平成 17 年度教育教員研究集会
- 3) 例えば，エンジニアリング・デザイン教育特別シンポジウム～エンジニアリング・デザイン教育の実現に向けて～資料集，平成 19 年 2 月 17 日，土木学会コンサルタント委員会 教育企画・人材育成委員会