

土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力向上のための教育について

(株)三菱地所設計 正会員 ○矢崎勝彦
国際航業(株) 正会員 土方 聡

1. はじめに

いくつかの土木工学系の高等教育機関で問題解決型の教育が実施されており、また土木学会においてもコンサルタント委員会と教育企画・人材育成委員会でエンジニアリング・デザイン教育の調査研究が実施されている。そのような状況の中、コンサルタント委員会では、土木工学が扱う事業は社会や自然環境に密着しており、エンジニアリング・デザイン能力向上のためには実務者レベルでの視点も重要との考えから、小委員会においてその教育カリキュラムの基本的な考え方の検討を行っている。以下にその検討内容の骨子を述べる。

なお、実施にはある程度の専門的知識が必要との考えから、大学3年次でのPBL演習での適用を想定した。

2. 演習におけるカリキュラムについて

「社会ニーズを的確に捉える能力」「実現可能な解決策を導ける能力」「チームワークによる問題解決アプローチができる能力」等の土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力の特徴¹⁾を踏まえ、効果的に能力向上を図るため、教育カリキュラムを次の4つのステップに分けて考えた。(図1参照)

準備

カリキュラムを効果的に実施するためには、演習を実施する前に、エンジニアリング・デザインの考え方、目的などの概論や演習を実施する上でのルール、制約等の説明を行い、十分に理解を深める必要があると考えた。対象となる基礎的なスキル¹⁾の例として、計画性・論理性・情報分析管理能力等が考えられる。

問題の発見・課題設定

“問題”をニーズと現状のギャップと考えると“ニーズと現状を的確に把握し”そして“そのギャップを埋める(問題解決)ためには何が課題であるか”

を探し出す必要がある。この“問題の発見と課題の設定”が、その後の作業ボリュームや方向を決定づけるため、重要なステップと考えた。対象となる基礎的なスキルの例として、問題発見力・創造性・判断力・柔軟性・論理性・先見性等が考えられる。

解決策の立案

このステップは作業量も多く、作業時間も長くなる。また、様々な資料を調査検討し、それを効率的に整理するスキルも求められる。なお、基本的な検討(考え方、方向性の検討)、具体的な検討(計画)、もしくは詳細な検討(設計)の2~3ステップに分けて、段階的に実施すると作業が理解しやすく効率的と考えた。対象となる基礎的なスキルの例として、情報分析管理能力・チームワーク力、チャレンジ精神等が考えられる。

プレゼンテーション

問題解決のためには、利害関係者への説明や他分野との協働が必要となる。また実社会では、計画を実現するためには関係者に納得してもらわなければならない。そのためにも効果的なプレゼンテーションが重要と考えた。対象となる基礎的なスキルの例として、コミュニケーション能力、プレゼンテーション能力、論理性等が考えられる。

3. 効果的なカリキュラムの運用について

エンジニアリング・デザイン教育の目的は“その能力の育成”である。したがって実際に経験することが学習する上で最も効果的であると考えた。また“何かを創り出す”ということは“失敗の連続”であり、その失敗を経験することによってエンジニアリング・デザイン能力である判断力、構想力、チャレンジ精神などが育成されることが考えられる。

この考えに基づき、カリキュラムを効果的に運用していく上で留意すべきことは、以下に示す4項目である。

キーワード エンジニアリング・デザイン、能力向上、プロセス、アドバイス、複数の解決方法、評価
連絡先 〒100-0005 東京都千代田区丸の内 3-2-3 (株)三菱地所設計 都市環境計画部 TEL:03-3287-5748

結果ではなくプロセスを重視すること

エンジニアリング・デザインとは“正解を見つけ出すこと”でなく,“解決策をつくり出す(成解)”ことである²⁾。したがってどのような道筋で解決策を見出したのか,またその論理に問題がないかなど,解決策に行き着いた過程が重要と考えた。

適正なアドバイスがあること

学生の主体的かつ自主的な行動が重要であり,これを支援するためには教える側からの適切なアドバイスが必要となる。一見取るに足らない発想であっても,重要な着眼点を含んでいることがある。自ら考え,そのことを気付かせるアドバイスが必要である。そのためにも教える側に実務経験の豊富な技術者の参加も有効であると考えた。

複数の解決方法があることを理解すること

自ら十分に考えたならば,能力育成の一定の効果は期待できる。しかし,現実の社会では価値観,解決アプローチ,解決策は必ずしも一つではない。このことを理解させるとともに,別の解決法を理解することによって,発想方法に広がりを持たせることを期待できると考えた。

適正な評価が行われていること

この教育カリキュラムを効果的に運用するためには,適正な評価とそのフィードバックが必要である。しかし正解ではなく,そのプロセスを重視するエンジニアリング・デザイン教育では,この評価が極めて難しい。評価の考え方については次項に整理した。

4. 評価の考え方について

エンジニアリング・デザイン教育カリキュラムに関する評価としては,スキルの習得度に対する評価(能力評価)と問題解決の達成度合いに対する評価(成果評価)の2つが考えられる。この評価については,現在様々な視点から検討を行っているところである。その一案として,前者の能力評価については,具体的な各々の能力についてチェック項目を設け(表1参照),Yes, Noで評価判定することが考えられる。また後者の成果評価については,提案された解決策において,解決していく道筋が適正か,説明が明快か,説明内容に十分な根拠があるかなどの評価によることが考えられる。

5. おわりに

土木工学系以外の工学や社会科学系の分野においても,問題発見・解決型の教育の必要性が叫ばれており,既にいくつかの大学や大学院で実施されている。どのような領域においても,今後ともこの傾向は強まるものと考えられる。土木工学が扱う分野では,社会的ニーズに対しての成立可能な解決策が求められており,そのためにも教育機関側と産業界や行政側の技術者との協働による教育カリキュラム作成の必要性が高まっている。今後ともこの研究が大いに進むことを期待している。

ステップ	週次	内 容	エンジニアリング・デザイン能力基礎スキルの別					
			論理性	柔軟性	判断力	創造性	構想力	その他
準備	1	概論						
	2	演習の説明等						
課題の 発見・設定	3	現状の把握						
	4	問題の発見						
	5	課題の設定						
解決策の 提案	6	解決策の立案1 (基本計画等)						
	7							
	8	解決策の立案2 (代替案等)						
	9							
	10	解決策の立案3 (費用・手法等)						
プレゼン テーション ・フィードバック	11							
	12	プレゼン資料の作成						
	13							
	14	発表・評価 フィードバック						
	15							

各ステップ毎に,実施する演習に応じたエンジニアリング・デザイン能力の基礎スキルを選定

図1 教育カリキュラムとエンジニアリング・デザイン能力の基礎スキルとの関係

表1 評価チェック項目の例

	チェック項目の例		Yes	No
判断力	他の意見に追従していないか?			
	冷静であるか?			
	判断材料は適切か?			
	情報は整理されているか?			
	判断基準は明確か?(説得性はあるか)			
	速やかに次のステップに進む行動をとっているか?			

参考文献

1)土方聡他:土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力について,土木学会第62回年次学術講演会(投稿中)
2)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(平成19年2月7日):エンジニアリング・デザイン教育シンポジウム資料集