

土木学会

平成 17 年度 全国大会研究討論会 研-09」

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～

座 長 :	吉田 保	日本工営(株)
話題提供者 :	落合英俊	九州大学, 日本技術者教育認定機構
	高橋 徹	千葉大学
	大島一哉	(株)建設技術研究所, 土木学会副会長
	日下部治	東京工業大学, コンサルタント委員会委員長
司 会 :	田中 弘	日本工営(株), コンサルタント委員会幹事長

平成 17 年 9 月 7 日 (水) 16:40-18:10

早稲田大学 7 号館 113 教室

主催 : 土木学会コンサルタント委員会

土木学会 平成 17 年度 全国大会研究討論会 研-09」 7 号館 113 教室

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～

主催： コンサルタント委員会

“Engineering Design”は技術/工学を特徴付ける重要な特質であり技術者教育において必要不可欠な科目と認識されている。Engineering Design には、問題認識力および解決力、コミュニケーション力など社会に貢献する実学としての広範な能力を要求されており、今後の大学を主体とした高等教育に欠かせない視点であり、産業界等社会との連携が必要である。わが国の土木工学における Engineering Design 教育体系は未成熟な段階にあり、本討論会で必要とされるデザイン能力、その体系的な教育方法、産業界との協働について討論する。なお、Engineering Design 教育については JABEE のホームページ参照されたい。

1. 座長、話題提供者

座 長： 吉田 保 日本工営(株)中央研究所所長
話題提供者： 落合英俊 九州大学教授, 日本技術者教育認定機構 基準委員会委員長
高橋 徹 千葉大学助教授, 工学部デザイン工学科
大島一哉 (株)建設技術研究所社長, 土木学会副会長
日下部 治 東京工業大学教授, コンサルタント委員会委員長
フロアー司会: 田中 弘 日本工営(株)中央研究所, コンサルタント委員会幹事長

2. 開催日時 場所

日 時： 平成 17 年 9 月 7 日(水) 16:40—18:10
場 所： 早稲田大学(本部キャンパス) 7 号館 113 教室

3. 討論会進行予定

- 話題提供者による自己紹介および話題提供……各 10 分程度
- 会場を交えた研究討論
 - Engineering Design 教育」概念の認識と必要性
 - Engineering Design 教育」の実情認識……例えば、土木工学以外の分野や諸外国での取り組み
 - Engineering Design 教育」体系構築の際の具体課題と解決策
- 座長による総括

4. ご意見など

土木学会の Home Page にコンサルタント委員会 Home Page を開設しております。当委員会や、本日の研究討論会へのご意見をお願いします。

<http://www.jsce.or.jp/committee/kenc/index.htm>

本日はご参加ありがとうございました !!

～座長ならびに話題提供者の略歴～

座長(司会・進行)

吉田 保

1949 年生まれ (56 歳)

1973 年 法政大学工学部土木工学科卒業

職 歴

1973 年 日本工営株式会社入社

1992 年 日本工営 (株) コンサルタント部門第 5 事業部都市土木部次長

1999 年 日本工営 (株) コンサルタント国内事業本部事業推進室長

2002 年 日本工営 (株) 中央研究所長

2005 年 日本工営 (株) 取締役中央研究所長兼技術企画部長

現在に至る

資 格

工学博士 技術士 (建設、総合技術監理) 土木学会特別上級技術者 (地盤・基礎) MBA
学協会活動

2005 年～ (社)技術士会理事

2004 年～05 年 (社)技術士会組織制度改革委員会幹事長

2003 年～04 年 (社)建設コンサルタンツ協会中期行動計画検討委員会 WG 長

2002 年～03 年 (社)土木学会コンサルタンツ委員会第 1 小委員会委員長

1995 年～97 年 (社)土木学会論文集第 VI 部門編集委員

1993 年～96 年 (社)土木学会トンネル標準示方書シールド編改定委員, ほか

話題提供者

落合 英俊

1944 年生まれ (61 歳)

1967 年 九州大学工学部土木工学科卒業

1970 年 九州大学大学院工学研究科水工土木学専攻博士課程退学

職 歴

1970 年 長崎大学講師 (工学部土木工学科)

1975 年 長崎大学助教授 (工学部土木工学科)

1981 年 Visiting Scholar, University of California, Los Angeles

1983 年 九州大学助教授 (工学部水工土木学科)

1988 年 九州大学教授 (工学部水工土木学科)

2000 年 九州大学教授 (大学院工学研究院), 評議員 (2004 年 3 月まで)

2004 年 国立大学法人九州大学教授 (大学院工学研究院)

総長特別補佐, 評議員, 大学評価情報室長, 工学研究院副研究院長

現在に至る

学協会活動

(社)土木学会 : 評議員, 土木教育委員会委員長, 技術者教育プログラム審査委員会委員長

(社)地盤工学会 :副会長, 理事総務部長, 九州支部長, 国際委員会委員長, 技術者教育資格問題検討委員会委員長, 地盤補強に関する国際シンポジウム実行委員会委員長
国際地盤工学会(ISSMGE) :Technical Committee on Earth Reinforcement (TC9)委員長
国際ジオシンセテックス学会(IGS) :Award Committee Member
(社)日本工学会 :理事, 工学教育外部認証制度委員会委員長
日本技術者教育認定機構(JABEE) :基準委員会委員長, 認定委員会委員
日本学術会議 :社会環境工学研究連絡委員会委員, 工学教育研究連絡委員会委員, 地盤環境工学専門委員会委員長・委員, ほか

話題提供者

高橋 徹

1963 年生まれ (42 歳)
1985 年 東北大学工学部建築学科卒業
1987 年 東北大学大学院工学研究科博士課程前期修了 工学修士
1990 年 東北大学工学研究科博士課程修了 工学博士

職 歴
1990 年 千葉大学工学部助手
1994 年 千葉大学工学部講師
1996 年 千葉大学工学部 助教授
現在に至る

資 格
1 級建築士

学協会活動
(社)日本建築学会 荷重運営委員会幹事
(社)日本雪工学会 編集委員会副委員長,
ISO/TC98/SC2/RiskWG 国内委員,
(社)日本材料学会 信頼性工学部門委員会委員,
(社)日本風工学会 風災害研究会委員, ほか

話題提供者

大島 一哉

1946 年生まれ (59 歳)
1969 年 東京工業大学卒業

職 歴
1969 年 (株)建設技術研究所入社
1995 年 (株)建設技術研究所取締役
1998 年 (株)建設技術研究所常務取締役
2000 年 (株)建設技術研究所専務取締役
2001 年 (株)建設技術研究所副社長
2002 年 (株)建設技術研究所代表取締役副社長, 国土文化研究所所長
2003 年 (株)建設技術研究所代表取締役社長
現在に至る

資 格

技術士 建設、農業、総合技術監理)

学協会活動

2005 年～ (社)土木学会副会長

2004 年～ (社)土木学会 継続教育実施委員会 委員長

2004 年～ (社)日本大ダム会議 理事, ほか

話題提供者

日下部 治

1948 年生まれ (56 歳)

1969～73 年 東京農工大学林学科

1973～75 年 東京工業大学大学院土木工学専攻

1980 年 M. Phil. Cambridge University, UK

1982 年 Ph.D. Cambridge University, UK

職 歴

1975～94 年 東京工業大学助手

1984～91 年 宇都宮大学助教授

1990 年 Churchill College Visiting Fellow, Cambridge University

1991～96 年 広島大学教授

1996 年 東京工業大学教授

1998 (Oct.-Nov.): Distinguished visiting professor, National University of Singapore

2004 (Mar.-Jul.) Oversea Researcher of Ministry of Education, Culture, Sports, Science and
Technology, Delft University of Technology, Netherlands

2004 年 東京工業大学留学生センター長

現在に至る

学協会活動

2005 年～ (社)土木学会理事

2005 年～ 地盤工学会 副会長

日本学術会議 環境地盤工学委員会委員長

International Journal of Physical Modelling in Geotechnics 編集委員長, ほか

技術者教育におけるデザイン能力とその教育

JABEE 基準委員会 委員長
九州大学大学院工学研究院 教授
落合 英俊

はじめに

わが国の科学技術政策において、「人材育成」は重要な柱として位置づけられている。平成 18 年度からはじまる第 3 期科学技術基本計画の策定方針においても、科学技術政策の理念と政策目標を実現するために、「人材育成と競争的環境の重要性 :モノから人へ、機関における個人の重視」を特に強調すべきであるとし、「創造的人材の強化」が第 3 期基本計画を貫く最重要課題でもあるとしている。総合科学技術会議は、科学技術関係人材の育成と活用について、学界、産業界等からの意見のとりまとめを行い、人材育成に関する改革の方向と方策を提言している。その中で、人材育成の要として高等教育の質を向上させるために、工学系分野の学部教育について JABEE が行っている認定審査などを通じて、各大学がカリキュラムや教育方法の改善充実を図ることが有効であるとしている。また、大学において実践との関わりから深く学ばせる教育方法の開発や導入を進めることを奨励し、具体的な方法として、実際の課題の解決を目指して幅広い知識と技能を統合する能力を養う PBL(Project-based Learning, または Problem-based Learning)の有効性を指摘している。これらのことは、JABEE 認定審査とその内容に深く関わっている。

日本技術者教育認定機構(JABEE)と認定基準

JABEE は、大学等の技術系高等教育機関で行われている技術者教育プログラムを審査認定する非政府団体であり、技術系学協会を主体として、産業界、関連省庁等の支援のもとで 1999 年に設立された。その目的(定款第 3 条)は、学界と産業界の連携により、統一的基準に基づいて、大学等の高等教育機関が行う技術者の育成を目的とする専門教育プログラムの認定を行い、我が国の技術者教育の国際的な同等性を確保するとともに、技術者教育の振興を図り、国際的に通用する技術者の育成を通じて社会と産業の発展に寄与することである。JABEE は、統一的基準として、基準 1—6(分野別要件を含む)からなる認定基準を定め、これをすべて満たしているプログラムを認定する。

基準 1 は、学習・教育目標の設定と公開であり、その中で、自立した技術者の基礎教育として必要なプログラム独自の具体的な学習・教育目標を設定するにあたって、そこに含めるべき知識・能力等の枠組みあるいは範疇・項目を(a)~(h)に示し、その各内容を具体化することを求めている。その一つとして、「(e)種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力」を定めている。基準 3 は、教育手段であり、3.2 教育方法において、学生が学習・教育目標を達成できるようにカリキュラムが設計されていることを求めている。ここで、デザイン能力に関わる教育方法が審査される。また、基準 5 は、学習・教育目標の達成であり、プログラム修了生全員がすべての学習・教育目標を達成していることを求めている。ここで、デザイン能力に関わる目標に対する達成状況が審査される。

技術者教育におけるデザイン能力

ブリタニカ国際大百科事典によれば、「デザインは、ラテン語の「指示する、表示する」という意味の designare から出た語で、企画立案を含んだ設計あるいは意匠をさす。一般的には、それぞれの分野の言葉を冠して、アーバン・デザイン(都市計画)、建築デザイン、インテリア・デザイン、グラフィック・デザイン、ファッション・デザインなどと呼ぶ場合が多い。」とある。そのためか、デザインという用語は、社会の中で様々な使い方がされており、Google で検索すると、実に、約 5,800,000 件もヒットする。技

術の分野においても、それぞれの分野の事情に応じた使い方がされている。

JABEE では、基準 1(1)(e)において、種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するための「デザイン能力」としているが、それを分野別要件にどのように反映させるかについては、それぞれの分野の考え方に任せてある。例えば、土木および土木関連分野では、分野共通の基準 1(1)(e)の他に、分野別要件においても、「土木工学の専門分野を総合する科目の履修により、土木工学の専門的な知識、技術を総動員して課題を探索し、組み立て、解決する能力。」を求めている。このようなデザインを意図した要求は、土木分野の特徴からすれば必然であるが、すべての分野が定めているわけでない。

JABEE のワシントン協定加盟に際して、JABEE 審査を現地査察したワシントン協定査察員から、JABEE 審査におけるデザイン教育への取り組みに懸念が示された。ワシントン協定加盟国では、エンジニアリングデザインがサイエンスと区別する最大の特徴であるとして、その教育に力を入れているに対して、わが国では、卒業研究によって行おうとしているのが実態である。しかし、研究的色彩の強い卒業研究では、国際的な場で十分な理解を得ることが難しいのも事実である。

そこで、JABEE では、2004 年 12 月に東京で、エンジニアリングデザインに関する国際シンポジウムを開催し、そこでの各国からの報告と討論を踏まえて、基準 1(1)(e)のデザイン能力について、次のような定義と解説を「認定・審査の手順と方法」に示した。

.....

(i) ここでいう「デザイン」とは、「エンジニアリングデザイン (engineering design)」を指す。すなわち、単なる設計図面制作ではなく、「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。デザイン教育は技術者教育を特徴づける最も重要なものであり、対象とする課題はハードウェアでもソフトウェア (システムを含む) でも構わない。

(ii) デザイン能力には、次のような能力が含まれる。構想力／問題設定力／種々の学問、技術の総合応用能力／創造力／公衆の健康・安全、文化、経済、環境、倫理等の観点から問題点を認識する能力、およびこれらの問題点等から生じる制約条件下で解を見出す能力／構想したものを図、文章、式、プログラム等で表現する能力／コミュニケーション能力／チームワーク力／継続的に計画し、実施する能力など。すなわち、デザイン能力には、技術者教育の成果として求められる能力の全てが関わっているが、これらの能力のうち、最小限どの程度の能力を身に着けさせるかについて、学習・教育目標として具体的に設定されているか、また、それが分野のデザイン能力として相応しいものかどうかを審査する。その際、上記のデザイン能力が、基準 1 (1) の他の項目 (e)を除く(a)-(h)の項目)に対して設定された学習・教育目標に含まれている場合には、それも考慮して適切かどうかを判断する。

.....

すなわち、デザイン能力は、「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ために必要な能力」であり、技術者教育の成果として求められる多くの能力とそれらを統合化する能力が関わっている。総合能力としての、課題設定・問題解決能力であるといえる。社会資本の整備を主な対象とする土木技術分野において、基本となる必須の能力であり、大学土木教育において、教育の成果として、もっとも重視しなければならない教育目標である。

土木技術の特徴とデザイン教育

技術には、人工の事物であるモノの創案・製造にかかわる技術と、そのモノの使い方・使われ方にかかわる技術がある。言い換えると、前者は「ものづくり」のための技術であり、後者は「しくみづくり」のための技術であり、それらは「個の技術」と「体系の技術」と呼ぶことができる。土木技術は、人々の

安全を守り、生活を豊かにする社会資本を計画、建設、維持、管理、活用し、また、自然と人間を共生させる環境を創造、保全する技術である。すなわち、土木技術は、社会と自然を対象として、個の技術と体系の技術が車の両輪として有機的に機能することにより成り立つ技術分野である。そのため、土木技術に携わる者には、ものづくりのための能力に加えて、ものの使い方・使われ方を決めるしくみづくりのための総合的な能力に関する素養が求められることになる。これは JABEE のいうデザイン能力と同義であり、大学等の高等教育機関はこのような素養を備えた人材を継続的に育成、輩出することが求められる。

デザインに関する教育は、デザイン能力に含まれる個々の能力とそれらを統合化する能力の養成が基本になるため、単独あるいは数科目程度の知識教授型の授業によって、教育することはきわめて難しい。卒業研究のみによって、学生にデザイン能力を身に付けさせることも、研究的色彩の強い卒業研究では、多くの困難がある。これまでの事例によれば、全学年を通して、デザインを意図した授業を体系的に行い、プロセスと成果を測ることが効果的であるという報告が多く、適切な教育課程(カリキュラム)と教育方法(教材を含む)が重要である。

デザイン能力が、総合能力としての課題探求・問題解決能力であるとすれば、その有効な教育方法として、問題解決型の教育が挙げられる。総合科学技術会議の報告でも推奨されている PBL や、いくつかの大学で試みられている創成型科目などである。対象とする Project あるいは Problem の設定に際しては、土木分野の特徴を考慮することが大切である。

デザイン教育に関する JABEE 国際シンポジウムにおける土木・建築分野のワークショップにおいて、分野を特徴付けるキーワードとして、「環境観、持続可能な発展、地域の特性、文化、文明、調達、芸術、社会、法律、経済、歴史、生活環境、ライフサイクル、住居、スケール、寿命、自然、合意形成、環境、防災、人工、都市など」が挙げられている。また、土木・建築分野の特徴として、地域や NPO との連携・協働が提言されている。

産学官の技術者が集まる土木学会において、コンサルタント委員会を中心として、デザイン教育の教材開発が企画されており、その成果が期待される。

最後に、デザイン能力に関する JABEE と土木分野別要件の記述を以下に再掲する。

デザイン能力：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ために必要な能力。

土木分野別要件：土木工学の専門分野を総合する科目の履修により、土木工学の専門的な知識、技術を総動員して課題を探求し、組み立て、解決する能力。

参考資料

- 1) 科学技術基本政策策定の基本方針 総合科学技術会議基本政策専門調査会、平成 17 年 6 月 15 日
- 2) 第 3 期科学技術基本計画の重要政策(中間とりまとめ) 科学技術・学術審議会基本計画特別委員会、平成 17 年 4 月 8 日
- 3) 科学技術関係人材の育成と活用について 総合科学技術会議、平成 16 年 7 月 23 日

(2005 年 8 月 5 日)

建築分野における Engineering Design 教育の一例

千葉大学工学部デザイン工学科
高橋 徹

1. はじめに

傍から見ればデザイン工学科でデザイン教育をしているのは当たり前、ではあるのだが、ここで紹介するEngineering Design教育とは、前稿にも紹介されているようにJABEEで定義しているところの「種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力」のことであり、いわゆる「設計が上手にできること」を指しているわけではない。しかしながら、建築系の教育においては設計製図教育が教育の背骨を構成しており Engineering Design教育においても重要な位置を占めているのも事実である。そこで、本稿では、千葉大学工学部デザイン工学科建築系における設計製図教育を例に挙げて、建築分野におけるEngineering Design教育の一例を紹介する。読者諸兄の参考になれば幸いである。

なお、本学のデザイン工学科は意匠系と建築系の2コースからなり、入学時に本人の希望等を基に両系に配属している。また、建築系プログラムは2003年度にJABEEの認定を受けている。

2. カリキュラムの中での位置付け

建築物の始まりは、古代、雨風を凌ぐために設けたシェルターであると言われていたことから明らかなように、建築とは極めて社会的な存在であり、常に社会の要求を受け止めてきた。古代ローマの建築家Vitruviusは「建築十書」¹⁾の中で、建築物に求められる性能として「用」「強」「美」の3点を挙げている。すなわち、機能的で、災害に対して強靱であり、かつ美しいこと、が求められているわけである。また、現代アメリカの建築家であるChristopher Alexanderは、建築物の利用者や住民参加型の建築設計手法としてパタン・ランゲージという手法を提案しており、日本でも実施例(埼玉・東野高校)が存在する。このような例を出すまでもなく、建築物の設計においては、施主の要求に応じて設計案を練り直す、という作業が常に行われる。建築分野の設計教育ではこのような過程を授業の中に組み込むべく、様々な工夫がなされている。

表1に、本学における設計製図関連授業の構成を示す。1年前期でまず図学の基礎的な知識や造形・形態に関する感性を身につけ、1年後期の段階で有名建築の図面をコピーするなどして建築図面と模型に関する知識と技術を身につけている。これらの基礎的な修養の後、2年前期から具体的な建築物の設計が始まる。最初に取り組むのは住宅の課題であり、身近なところから少しずつ対象を都市的なものに拡張していく。住宅の課題では数名のグループごとに仮想の家族構成を決め、構成員の職業や個性、住宅に対する要求までをディスカッションしながら煮詰めて、それに対する解決策(新築住宅)を個人単位で制作していくなどの工夫を行っている。

表2には3年前期で取り組む都市計画課題である建築設計Vの標準的な授業進行を示す。

表1 設計製図関連の授業と開講時期

授業科目名	セメスター(単位数)								備 考
	1	2	3	4	5	6	7	8	
図学演習	2								2班編成
造形演習	2								2班編成
建築デザイン基礎		2							3班編成:有名建築のコピー等
建築設計I			2						4班編成:古民家実測・表現
建築設計II			2						4班編成:住宅
建築設計III				2					4班編成:構造課題(大空間)
建築設計IV				2					4班編成:構法課題(構造システム)
建築設計V					2				4班編成:室内環境・建築設備
建築設計VI					2				4班編成:都市計画
建築設計VII						4			スタジオ形式:個別課題
卒業設計演習							2		スタジオ形式
卒業設計								4	スタジオ形式

表2 2005年度建築設計Vの日程

6月8日	課題説明(全体で説明)
6月15日	フィールドサーベイ (3,4人のグループごと)
6月22日	サーベイ結果発表
6月29日	コンセプトボード提出・説明 (個人ベース)
7月6日	エスキース:教員が施主役 (5,6時間に及ぶことも)
7月13日	図面・模型制作 (当然のごとく時間外に及ぶ)
7月20日	作品提出・講評
7月27日	現地発表会(谷中銀座商店会 の人たちとディスカッション)

※毎週水曜午後の3コマが割り当てられている

3. 地域との連携

3 年前期後半の 2 ヶ月で行う都市計画の課題では、例年、様々な都市の抱える問題点を具体的に掘り下げて、解決策を考える課題が出題されている。これまでも、江戸川区の同潤会アパート改築案や千葉県佐原市の伝統工芸館等に取り組んでおり、ここ 2 年ほどは江東区谷中銀座商店会の協力を得て、近年空洞化が問題となっている駅前商店街の活性化に関する課題に取り組んでいる。

3.1 課題説明とフィールドサーベイ

授業の最初の時間には出題担当教員から課題の概要と提出すべき作品に要求される性能が提示される。課題は同じ地域を対象としながらも、居住スペースであったり、防災施設であったり、街区の再開発手法であったりと、年度ごとに改定されている。

課題説明の翌週は例年フィールドサーベイに充てられる。ここで重要なのが地元住民の理解と協力である。何の告知もなしに学生がうろうろしたり、いろいろなところの写真をむやみに撮影したりすると、トラブルが発生する可能性がある。学生への指導と共に、地元商店会や町内会からの告知をしておいてもらうことが重要である。



写真 1 フィールドサーベイの成果

3.2 エスキース

課題提出までの間、2,3 週に亘ってエスキースの時間が設けられる。エスキースとはフランス語の esquisse から来ており、「設計過程で図面、模型、スケッチなどにより構想を練り、設計内容を推敲すること」(建築学用語辞典)³⁾である。本学ではエスキースの実効性を上げるために約 80 名のクラスを 4 班に分けてそれぞれに教員と TA を貼り付けており、時には 5,6 時間に及ぶ議論を毎週続けている(写真 2)。エスキースの成果を基に学生は最終成果物を仕上げるわけだが、授業時間内で終わることは到底不可能で、深夜(徹夜)に及ぶ作業が締切間際まで続けられる。



写真 2 エスキースの風景

3.3 講評会と現地説明会

作品提出の締め切り日にはグループ内で講評会が行われる。学生は施主に説明するような要領で数分間で自分の作品の特徴と有用性をアピールすることが求められる。その際に有効なのが模型であり、如何にわかりやすく自分のコンセプトを具現化することができたかが問われる。ここから優秀作品が何点か選ばれて、現地での発表会に臨むことになる。



写真 3 現地発表会の様子 福川教授提供)

今年度の発表会は 7 月 27 日に行われ、写真 3 に示すように、熱心にディスカッションが行われて、今年も大変好評であった。本稿で示した一例は土木分野にそのまま当てはめられないかもしれないが、参考になれば幸いである。(2005 年 8 月 1 日)

参考文献 1) Vitruvius (Rowland, D.英訳): Ten Books on Architecture, Cambridge University Press (1999) 2) クリストファー・アレグザンダー 平田翰那訳) パタン・ランゲージ?環境設計の手引き, 鹿島出版会 (1984) 3) 日本建築学会 建築学用語辞典 第 2 版, 岩波書店 (1999)

エンジニアリングデザイン教育と建設コンサルタント

土木学会副会長
(株)建設技術研究所 代表取締役社長
大島 一哉

1. 建設コンサルタントとエンジニアリングデザイン

(1) 建設コンサルタントの役割、業務の変化

建設コンサルタントは我が国においては第二次世界大戦後に誕生した職業です。それまで土木事業の大半は公共機関の直営で実施されていたのですが、戦後の復興、経済成長を背景に、増大、多様化、大規模化する土木事業に対応する形で工事段階の請負化、調査・設計段階の委託化の形で外注が急激に進みました。現在では公共土木事業のほとんどにおいて、企画、調査、設計業務は建設コンサルタント業務として発注されています。そして、その業務の内容も、例えば計算の部分だけとか、設計図を作図するだけという設計業務の部分的なところを発注者の指示に従ってお手伝い的に実施するようになったのですが、現在では発注者側担当技術者と建設コンサルタント技術者との協議に基づいて業務が実施されるという自立した業務執行になっています。

(2) 建設コンサルタント業務はエンジニアリングデザイン業務

2004 年 12 月 5 日の JABEE 国際シンポジウムにおいて確認された「技術者教育とエンジニアリングデザイン」共通認識によればエンジニアリングデザインとは「問題の認識と解決」といえます。すなわち、「エンジニアリングデザイン能力には、問題設定力、構想力、創造性、種々の学問・技術の統合化・応用能力、構想したものを図や文章、式、プログラム等で表現できる能力、経済性・安全性・倫理性・環境への影響等の観点から問題点を認識し、これから生じる制約条件下で解を見出す能力、継続的に計画し実施する能力、コミュニケーション能力、チームワーク力など多くの能力が含まれる」とあります。「問題の認識と解決」に必要な能力がエンジニアリングデザイン能力なのです。建設コンサルタント業務は、まさにエンジニアリングデザイン業務です。

(3) 建設コンサルタントに求められるエンジニアリングデザイン能力

建設コンサルタントに求められるエンジニアリングデザイン能力を、公共土木事業における発注者から受注者たる建設コンサルタントの能力という観点からみると表 A のようになります。表 A は国土交通省が発注する設計業務等の委託業務の成績評定考査基準（平成 14 年 9 月）です。

2. 建設コンサルタントにおけるエンジニアリング教育

(1) OJT とその限界

建設コンサルタントにおけるエンジニアリング教育は人

材育成と同義でもあります。その基本は OJT (On the Job Training) です。受注した建設コンサルタント業務において、上司より指導を受けつつ、発注者側担当技術者との接渉、既往成果や文献による学習によって、目的とする成果を得るための専門技術力、すなわち業務執行技術力を身につけていきます。そして経験と実績を重ねていくうちに、表 A にあるような業務執行技術力以外の専門技術力や管理技術力、コミュニケーション力などを獲得し、今度は指導者として後輩を指導していくことになります。

しかしながら OJT には限界があります。すなわち、指導者、業務、自己開発環境の限界です。建設コンサルタント技術者は通常は企業内技術者ですから、よい指導者（上司）に恵まれるか、良い業務、幅広い業務（経験）に恵まれるか、自己開発のための環境に恵まれるかどうかで大きく影響します。幅広く勉強になる業務を経験するかしないかで、技術者の能力の向上に大きな差が出てくるわけです。

(2) 能力開発の現状

建設コンサルタント企業にとっては、技術者の能力開発（継続教育）は技術開発ならびに品質管理に並ぶ最重要の課題であり、それぞれプログラムを作成して実施しています。表 B は当社の社員教育プログラムで、その内容は社内外研修、資格取得支援、出向、留学研究ならびに自己研鑽支援ですが、他のコンサルタント企業も概ね共通していると思います。

(3) 能力開発の新しい試み

建設コンサルタント技術者がエンジニアデザイン能力を高めていくために前項で紹介したような企業内能力開発が行われているのですが、OJT の限界と同様に企業内能力開発にも限界があり、新しい試みが必要です。

1 つは技術者移動の活性化が望めます。技術者は良い指導者、おもしろい仕事を求めて企業間の移動を活性化することが大事です。企業は優秀な技術者が集まってくる企業、人と処遇と仕事に魅力のある企業となることが求められます。また、技術者の移動は建設コンサルタント業内だけでなく、官と民、民と民との間も活性化することも必要です。

2 つめは制度的な問題として、建設コンサルタント業同士の JV の活発化や、技術士資格の取得における現場経験の義務化、あるいは評価制の導入などにより幅広い経験の奨励が必要と考えます。

3. 教育機関におけるエンジニアリングデザイン教育について

(1) エンジニアリングデザイン教育とプロフェッショナル教育

JABEE による高等教育機関の技術者教育プログラムの認定において、エンジニアデザイン教育が問題となっています。工学要素技術の教育ばかりでエンジニアリング教育が不足しているというのです。それで、大学の教員の方などから、建設コンサルタントの現場において卒業生の能力は落ちているのですか、困っているのですかという質問を受けます。現場サイドからみると、修士課程終了の新入社員はまずまずと思います。ただし、修士に限らず最近の卒業生には、業務処理型の技術者が多いということは感じます。業務の目的や解析等処理の方法に疑問や興味を感じず、たんとマニュアルに沿ってパソコンを駆使して業務を処理していくというイメージです。ですから、時々とんでもないボカというミスをやります。結果がとんでもない結果であるということが解らない、大洪水でもないのに計算水位が堤防高をはるかに越えてしまっているも疑問に思わないというケースもあります。これなども、与えられた課題がわかっていないという点でエンジニアリングデザイン教育の問題といえるかもしれませんが、むしろその前のプロフェッショナル教育の問題だと思います。

(2) プロフェッショナル教育

高等教育機関で技術者教育を終了した者は、土木界でいえば教育者、研究者、発注機関技術者、建設コンサルタント、施工技術者などに就職し、職業人として活躍し

ます。土木系技術者であり職業人であるのですが、大学等の高等教育機関ではこの技術者・職業人としての教育が不足していると思います。具体的には社会資本とは何か、社会資本整備の制度、担う者と役割、さらには技術者・職業人の倫理などです。最近では土木史や倫理あるいは建設マネジメントの教育が増えてきていますが、プロフェッショナル教育として全体を整備して見る必要があるのではないのでしょうか。

(3) 産業界と一体となったエンジニアリングデザイン教育

エンジニアリングデザインは、現在の高等教育機関で教えている水理学、構造力学、材料力学などの要素技術知識を活用して具体的、現実的な課題を解決（ソリューション）する技術・能力であり、その意味で高等教育機関でのエンジニアリングデザイン教育においては、教材作成と教育者の育成などで教育機関と産業界（発注者も含む）とが一体となって整備していく必要があります。例えば「談合」といっても何のことが解らない教育者が多くいるのが現状です。

エンジニアリングデザイン教育において教育者の教育機関と産業界の交流のみでなく、学生、技術者の教育機関と産業界の交流を活性化することも大切と考えます。現在も現場実習や、社会人博士の制度がありますが、学部から修士、修士から博士の間に 2、3 年の現場経験を置くというのも、高齢化社会の中で、検討の価値があるのではないのでしょうか。

（2005 年 8 月 3 日）

表 A 設計等業務の成績評定考査基準
(国土交通省 H.14.9)

項 目	細 目
専門技術力	提案力、改善力
	業務執行技術力
	施工時への配慮（注）
	コスト把握能力（注）
管理技術力	工程管理能力
	品質管理能力
	迅速性、弾力性、調整能力
コミュニケーション力	説明力、プレゼンテーション力、協調性
取組姿勢	責任感、積極性、倫理観
成果品の品質	

注）施工時への配慮」及び「コスト把握能力」は、設計業務のみ評定の対象とする。

表 B 建設技術研究所 社員教育プログラム H.17)

項 目		プログラム
社内研修	全体研修	全社技術研修会
	階層別研修	新入社員研修、中途採用者研修、S3階層研修、S4階層研修、S5階層研修、M6階層研修、新任部長研修
社外研修	海外研修	海外の研究機関や企業への派遣
	社外研修参加	学会、協会、財団の主催する国内外研修への参加
資格取得支援		技術士取得支援（添削、模擬試験） RCCM取得支援（講習会開催） その他土木学会等資格取得支援
出 向		独立法人、財団法人等への出向
留学・研究	留学	国内外大学への留学支援
	博士	博士号取得支援
	共同研究	大学等との共同研究
自己研鑽支援	社内セミナー	国土文化研究所、本社、支社主催セミナー
	教材提供	参考となる教材の購入と配布
	図書室	本社・支社の図書・資料室
	CPD評価	CPD成果の処遇評価システム

Engineering Design におけるコンサルタントの役割

土木学会 コンサルタント委員会委員長
東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻
日下部 治

1. Engineering Design

アングロサクソン系の大学からわが国の工学部門における教育を見ると、Engineering Design 教育が欠如していると指摘を受ける。理系と工系を明瞭に区別するのが、無形の社会的ニーズから有形な社会的効用をもつ物・システム・情報を形成する Design という行為であるという。わが国従来型の工学部教育ではその根幹の Engineering Design 教育が欠けているとの指摘であり、これに対して日本側の大学では卒業研究によって Engineering Design 教育が行われていると反論するが、アングロサクソン系の大学は、研究志向型の卒業研究の教育プログラムでは十分に教育目標は達成できないとはねつける。

アングロサクソン系大学で定義される Engineering Design を特徴つける共通なキーワードを並べてみれば social needs, cost/time concern, practically feasible, open-end question, creative など挙げられる。それらの要素を project-based learning 形式でグループ学習を通じて身に着けるものが Engineering Design と理解されるが、それらの意味と内容を包括的に表わす Engineering Design そのものを的確に表現する日本語は見当たらない。建築デザイン、工業デザインということばのデザインは、意匠を強く意識させ、設計コンサルタントなどで用いられる Design は、設計計算と施工図面の作成とのイメージをもつ。まずは、大学・産業界を含めて、Engineering Design の適切な名称と、その意味する概念を共有することから始める必要がある。

2. 問題解決型の教育

今までの、土木工学分野の教育は、学問的進歩の成果に基づき、知識・技術を体系的に整理した形で教えることに注力してきた。そして卒業研究、修士論文なども科学技術研究を目指し、学問的進歩への寄与をもってその成果を判断してきた。それゆえ、工学分野の社会的役割を十分振り返ることなく、研究成果の社会への効用よりも優先して、学問的進歩への貢献、研究の独創性が強調されてきたとの側面がある。その帰結として、他の工学部門と等しく先端技術に関する研究が採用・奨励されて、それが知識の分化を促進させ、土木技術者としての総合力を身につける教育プログラムから離れてきたとの反省がある。土木技術は本来住民・地域の社会的ニーズから有形な社会的効用をもつ物・システム・情報を形成する問題解決型の工学部門であったことを改めて見つめなおして教育プログラムを見直す必要があろう。その過程で、Engineering Design 科目が卒業研究にとって代わられるとの選択肢も議論されよう。

3. カリキュラムと教材の開発

Engineering Design が、従来型の教科教育ではなく現実問題の問題解決型の教育であると理解すると、大学人は教育プログラムに導入するとの理念は議論できても実際のカリキュラム作成や教材の開発を独自で行うことは困難が伴う。カリキュラムと教材開発には産学の協働が必要である。参考とすべき教材が見当たらない現在、いろいろなアイディアの提示が必要となろう。一案を示してみよう。

コースプログラムは半学期(14～15週、3単位)を前期・後期で6単位程度とする。これはほぼ卒業研究と同程度の単位数である。半学期のプログラムは6～7週で1ユニットとし、グループごとに2ユニットをこなす。1ユニットは、課題の目的説明と必要な情報源の提示、解析ソフト一覧の紹介、の

後、グループ学習＋専門家のアドバイスを経て、報告書作成＋発表を行う。各グループには6～7人程度の教員あるいは実務家などの専門家集団が教師役を務め、専門家はグループ学習に1, 2度顔をだして相談にのるとともに、e-mail で随時相談にのる。教材としては、土木事業 project 一連を学べる事例集が考えられる。Project 選択の要素として①ニーズの発見、②問題の定式化、③複数の代替案の作成（調整事項と意志決定）、④実行計画（個別設計、施工計画）⑤調整事項（環境、法令・基準、時間、合意形成、⑥資金調達と運用などが含まれているのが望ましいであろう。このコースプログラムを通して土木技術者の役割を学ぶことも期待する。具体的には単なる橋梁設計、擁壁設計ではなく、身近な問題で、複合的な課題を含むものが望ましい。たとえば、踏切・交差点の立体交差、駅前の再開発、電線の地中化 無線化などが考えられよう。

4. コンサルタントの教育参画

教材が完成し、カリキュラム設計ができたとしても、現在の大学教員だけでこの科目を教えることには困難が伴うと考えられる。この教育プログラム実施の支援としてコンサルタントの教育参画が大いに期待される。現在、コンサルタント委員会では Engineering Design 教育に使用できる教材開発のWGを設立し、大学・大学院小委員会、高等専門教育小委員会等の、教育関係の委員会から委員の協力を得つつ検討を開始している。

2005 年 8 月 3 日)

Memo

参考資料：Engineering Design 能力/教育を議論する際の基礎的情報】

Engineering Design 能力とは？

- －エンジニアリングデザインは技術者を特徴づける最も重要なものである。
- －エンジニアリングデザイン能力には、問題設定力、構想力、創造性、種々の学問・技術の統合化・応用能力、構想したものを図や文章、式、プログラム等で表現できる能力、経済性・安全性・倫理性・環境への影響等の観点から問題点を認識し、これらから生じる制約条件下で解を見出す能力、継続的に計画し実施する能力、コミュニケーション能力、チームワーク力など多くの能力が含まれる。
- －エンジニアリングデザインは技術者教育において非常に重要であると認識されているものであり、ワシントン・アコード加盟国の認定基準には担保すべき能力が明示されている。

ワシントン・アコード～Washington Accord (WA)～とは？

- －オーストラリア、カナダ、アイルランド、ニュージーランド、米国および英国の 6 国の技術者教育認定機関が、1989 年 11 月にそれぞれの認定基準及び審査の手順と方法が実質的に同等であるということを相互承認し協定を結んだ。すなわち、他の加盟団体が認定した技術者教育プログラムの修了者に対し、自国の認定機関が認定したプログラム修了者と同様な専門技術者の免許交付や登録上の特典を与える前提としての、技術者教育の実質的同等性に関する国際協定である。これが Washington Accord (WA) と呼ばれるものである。
- －日本(JABEE)は 2001 年に暫定加盟が認められていたが、6 月 15 日に開催された第 7 回ワシントン・アコード総会場で、日本を代表する技術者教育認定機関として JABEE の正式加盟が承認された。今回の JABEE (日本)は第 9 番目の加盟国で、非英語圏から初めての加盟国である。
- －暫定加盟国 (地域) としては、2003 年のドイツ、シンガポール、マレーシアに加え、新たに韓国と台湾が承認されている。また、ロシア、中国、インドに加え欧州の技術者資格認定団体 (EANI) の参画意欲も強く、ワシントン・アコードは国際的な技術者教育の質保証システムへと拡大・発展しつつあるのが現状である。

Engineering Design 教育とは？

- －エンジニアリングデザインの体系的教育方法は、国、技術分野により程度や内容に違いがあり、その多くの分野で未だ確立されていないのが実情である。
- －エンジニアリングデザイン教育には産業界等社会との協力が重要である。
- －コンサルタントがエンジニアリングデザイン教育に貢献できる余地は大きい。

出典)主に、JABEE国際シンポジウム(2004 年 12 月 5 日)の資料を基に抜粋

Information

コンサルタント委員会 小委員会活動のご案内

コンサルタント委員会では第Ⅸ期（平成 16、17 年度）の活動として、コンサルティング・サービスに係わる以下の小委員会活動として実施しています。また、土木学会の教育企画・人材育成委員会、大学・大学院小委員会、高等専門教育小委員会、マネジメント教育小委員会と協働で、本日の研究討論会テーマに採り上げました「Engineering Design 教育」の具体的な教材や仕組みづくりに関する検討ワーキンググループ活動を間もなく開始します。

コンサルタントに所属する方に限らず、これからの社会資本造りのためのコンサルティング・サービスに関心をお持ちの幅広い会員の方々の参加を求めています。途中参画でも活動にご協力いただける方は、下記の当委員会のホームページをご参照いただき、関係者とコンタクトをおとりください。

小委員会の活動概要：<http://www.jsce.or.jp/committee/kenc/index.htm>

No.	小委員会名(略称)	委員長
1	PM 技術の実用化小委員会	野村 吉春 セントラルコンサルタン(株)
2	合意形成研究小委員会	上野 俊司 (株)オリエンタルコンサルタンツ
3	設計役割研究小委員会	梶木 洋子 アジア航測 (株)
4	サービスプロバイダー研究小委員会	中村 裕司 (株)アイ・エス・エス
5	環境問題研究小委員会	泉 浩二 三井共同建設コンサルタン(株)
特別	ミッション小委員会	大野 博久 (株)オリエンタルコンサルタンツ
WG	Engineering Design 教育 WG	駒田 智久 日本技術開発 (株)

土木学会事務局へのお問い合わせは、Tel : 03-3355-3559, Mail : kawashima@jsce.or.jp