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

国際航業㈱　　正会員　○土方　聡
㈱三菱地所設計　正会員　　矢崎勝彦

1. はじめに

エンジニアリング・デザイン能力（以下、E.D.能力とする）について，日本技術者教育認定機構（JABEE：Japan Accreditation Board for Engineering Education）における国際シンポジウム（2004年12月5日）では，次のように認識されている．『E.D.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．』

ここで、土木工学におけるE.D.は，土木事業が持つ時空間規模が大きいなどの特徴から一般的なE.D.とは異なるアプローチも必要であると思われる．さらにその能力開発に当たっては，土木事業の殆どが実社会における実践の場に密着していることから，実務レベルの視点が重要となる．今までE.D.能力については様々な論文が発表されているものの、本稿は実務者の視点に主軸を置いてその能力に関する検討を試みた．

2. 求められる基礎的なスキル(能力)について

E.D.能力を検討するうえで，大学教育などが求めている学生への基礎的なスキルについて検討を行った．

例えば、社会科学系の学生に必要な能力・スキルについてインターネットなどを検索すると，問題の本質を見極めるといった『問題発見能力』が重視されている．これは工学系において要求される基礎スキルとも本質的な部分で大きな差異はないと考えられる．

また，このような問題発見能力を重視した教育に関連することとして，文部科学省が制定した『総合的な学習の時間』が挙げられる．『総合的な学習の時間』は，学校が創意工夫を生かし，特色ある教育活動が行える時間．環境や情報、福祉など従来の教科をまたがるような課題に関する学習を行う時間として設けられ，各教科等の学習で得た個々の知識を結び付け総合的に働かせることができるようにするといった『知の統合』を目指している．さらにねらいとしては，(1)自ら学び，自ら考える力の育成と，(2)学び方や調べ方を身につけるといった，自ら課題を設けて学ぶといったことが重視されている．

従って，小・中学校から高等学校で行われる『総合的な学習の時間』の延長線上に，大学教育で行われるE.D.教育を位置付けることも可能でありこの中で問題発見能力は重要な位置と占めると考えられる．

以上，社会科学分野に求められる能力・スキル，近年，注目されている『総合的な学習の時間』の目的やねらいを踏まえたうえで，E.D.を構成するベースとなる基礎的なスキルは次のように設定できるのではないだろうか．

① 問題（問題とは期待と現状の乖離）の発見と課題の分類・体系化整理（センス・感性，論理性）
② 情報の適切な管理（集約・整理・分析）を基に創造性・先見性・判断力等によるロジカルな解決策の立案（情報管理，センス・感性，論理性）
③ 実行力・チャレンジ精神等による行動（行動）
④ プレゼンテーション・コミュニケーション等による実現化（周辺環境：対人関係）

ここで、上記のうち問題発見能力を例としてそれがどのようなスキルにより構成されているのかを体系的にイメージしたものを図1に示す。

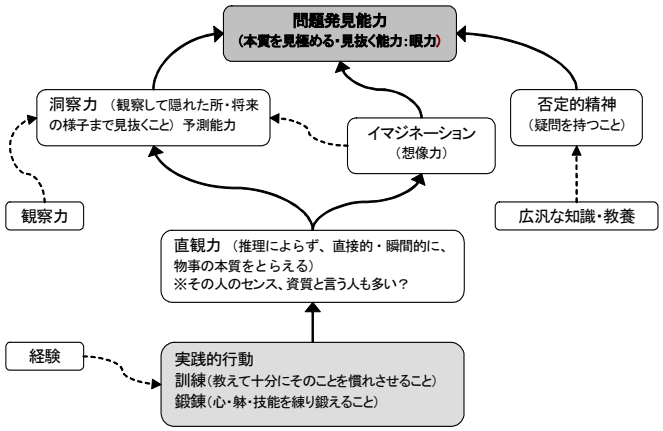

図1　基礎的なスキルの構成（案）
～『問題発見能力』を例として～

キーワード　エンジニアリング・デザイン，能力，スキル，問題発見能力，土木工学の特徴
連絡先　　〒183-0057 東京都府中市晴見町2-24-1　国際航業㈱ 防災事業本部　TEL:042-307-7430

3. 土木工学が扱う分野の特徴について

前述した①～④項目をE.D.の基礎的なスキルとすれば土木工学における，所謂，シビルエンジアリングデザイン能力を，どの様に設定すればよいのだろうか.

この能力を設定するうえで，特に留意すべきこととして，土木工学が扱う分野の特徴を考える必要があると思われる.これは土木工学が実社会における実践(フィールド）を重視する学問であることから，その特徴に考慮する必要があると考えられる．そして、その特徴とは、換言すれば土木工学が扱う事業（土木事業）そのものの特徴と言っても間違いではないと考えられる．以下にその特徴を整理した.

(1) 時空間規模が大きい（その時代の文化・遺産として残存，歴史に残る．地図が変わる）

土木事業は，人類に及ぼす影響範囲（時間・空間）が大きく長い．つまり，構築された施設等が長期間にわたり存在する．また，事業を計画・建築段階の期間も長期に渡る場合が多いため，長期に渡り，様々な評価に晒されることになる（個々の人の評価＋その時代々で評価される).

(2) 一般的に公共性が高い（万人のため，人類のため）

構築された施設により，地域住民等は無条件に影響を受けることになる（平等に影響を受ける)．よって，その事業の遂行に当たっては万人のため，次世代のためといった高い倫理観が要求されることになる.

(3) 様々な技術・知見を利用する

土木事業は，自然科学から社会科学，そして経済まで包含するものであり，事業遂行に当たって直面する問題点・課題については，土木工学の技術分野のみでは解決できない．よって，これに携わる技術者には広範な知識と柔軟な発想が要求される.

(4) 組織的な行動が必要となる

土木事業は，総じてその規模が大きく，様々な技術・知見が必要となるため一人の力では完成できないこととなりチームワークが必要不可欠となる．また，公共性が高いため，様々な段階でレビュー・合意形成が必要となり，人との関係構築といったことも重要なスキルとなる.

4. 基礎的なスキルの土木工学(分野)における展開

前述した①～④項目の基礎的なスキルをベースに前項３．で整理した土木工学が扱う分野の特徴を考慮してシビルエンジアリングデザイン能力といったことへ展開すると次のようになると考えられる.

A)社会のニーズを的確に捉えることのできる能力(基礎的スキル①に関連)

B)問題解決への全体像(方法，コスト，時間も含む)を描ける能力(基礎的スキル①，②に関連)

C)複合領域において他の工学領域や理学分野と土木工学との関係を体系的に認識でき，問題解決へ向けて有機的に結び付けることができる能力(基礎的スキル②，④に関連)

D)土木工学と社会の関係を認識，かつイマジネーションできる能力(基礎的スキル①，②に関連)

E)理論と現実の乖離を認識し，実現可能な解決策を導ける能力(基礎的スキル②，③に関連)

F)チームワークを中心とした問題解決へのアプローチ(基礎的スキル④に関連)

G)倫理観・使命感を持っていること

以上、基礎的なスキルをベースとして土木工学の特徴や土木技術に関する基礎知識を加味して構成される土木工学におけるE.D.能力は次図のように整理できるのではないかと思われる.

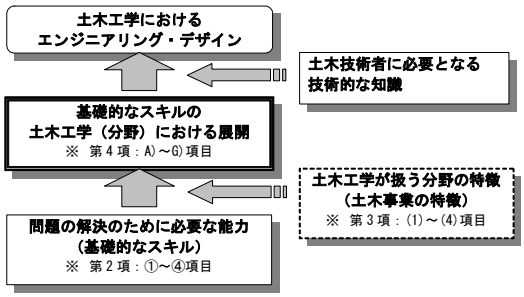

図２ 土木工学におけるエンジアリングデザインの構成

5. おわりに

高等土木教育におけるE．D．能力の開発については土木工学が実社会を中心とした実践の学問であることから実務レベルの要請を反映させることが重要であると思われ、本稿をそのような意識のもとに作成した.

将来に渡り優良なインフラを提供し続けることが土木技術者の使命であることを踏まえると，今後も官産学が一体となって能力開発を充実化させていくことが必要であると考えられる.

参考文献：１）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

http://www.jsce.or.jp/committee/kenc/Sympo-00.htm