土木教育におけるシステム思考の重要性について

(社)土木学会 技術推進機構 正会員　○佐藤雅泰
(社)土木学会 専務理事 フェロー会員　　古木守靖

１．序論

近年、新聞やニュース等で取り上げられている土木事業に関する事件・事故は、往々にして、その本質が曖昧で分かりにくいために、国民に理解されていないのが現状である。また、土木事業のほとんどが、国民のための公共事業であるのにも関わらず、アカウンタビリティーが適切に行われているとは、まだまだ言いにくいところがある。土木事業は、当事者が多く意思決定は必ずしも容易ではないが、近年、PI や市民参加などによって具体的な課題に対する当事者間の合意形成が図られつつあり、そこでは、参画する土木技術者の能力としてシステム思考が求められている。

本稿では、土木技術者が縦割りの専門性を超えた問題解決能力とコミュニケーション能力を高め、こうした時代の要請に対応できるよう、土木教育におけるシステム思考とその具体的形としてのシステム工学の導入について述べるものである。

２．土木工学の領域とシステム思考

土木工学の領域を、土木工学ハンドブックの部門構成に倣い、【要素】と【総合】、【対象】と【方法】の２つの分野軸に従って位置付けたものが図１である。図から、土木工学が包含する領域は、きわめて広く、各分野がひしめき合って構成されているのが分かる。

このように、土木分野では、取り扱う領域が広いことから、各分野間を横断的に考えるためのツールとして、システム思考が大切となってくる。ここでいうシステム思考とは、システム工学的な発想で物事を考えることである。また、システムとは、必ず多種または多様の要素から構成され、ある一つの目的を持って行うための仕組みであるといった意味である。

システム工学については３．で述べるが、イメージ的には、図中【A】領域に適用できる OR などの要素技術の活用を主眼としたシステム工学と図中【B】領域を対象とする現実の複雑な問題を統合化して解決するためのシステム工学（これは、統合システム工学と呼べるであろう）とがあると言える。

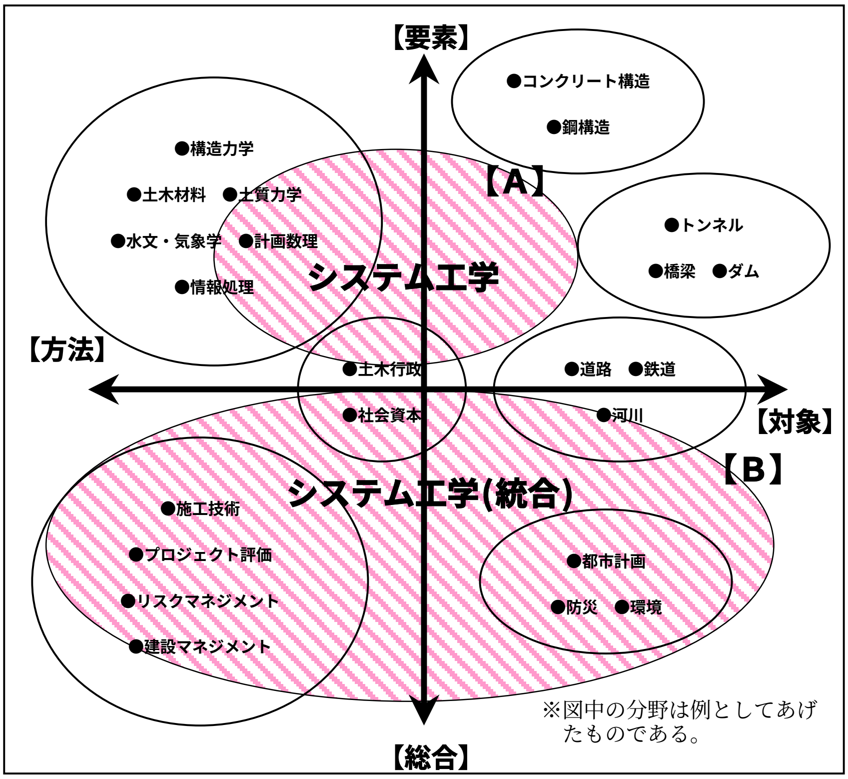

図１　土木工学の領域（イメージ図）

３．システム工学的アプローチ

システム工学の一般的なアプローチ方法としては、図２のようなフローが考えられる。システム設計を考える場合、具体的設計に入る前に、入念な調査・研究と計画とを行い、後で問題が起こらないようにする。計画段階の初めに、これからつくろうとするシステムの目的を定め、これに見合う機能を決める。この時システムを構成するための要素を抽出する。これを基にモデリングを行うが、モデルとしては必ずしも数学モデルに限

定せず、広く図的モデルや文章モデルも活用する。場合によっては、複雑なシステムを数学モデルで大幅に近似することなく、できるだけ正しく表現できるモデルを非数学的領域からも選んで利用する。後の解析や最適化の手法として非数学的手法も活用する。できるだけ多くのシステム案（代替案）を考え、これらを評価して最良のものを選ぶようにする。システムが完成しても、実際に使用しながら試験を続け、手直しをして、さらによいシステムへと導いていく。

この流れが、いわゆるシステム設計の一般的な考え方であるが、統合システム工学も基本的には同様の考え方に基づいている。

４．土木事業におけるシステムアプローチの適用

現在、土木事業においては、システム工学的アプローチが行われるようになってきている。例えば、ライフサイクルサポート（LCS）といった考え方や建設 CALS といった発想はシステム思考抜きでは考えられない。このような仕組みを考えていく場合には、各要素を統合していくためにシステム思考を適用しているはずである。

土木事業におけるシステム思考の適用のメリットは、情報公開の徹底と並んで、土木の現場において、多数の関係者の間での共通認識の形成や適正な判断に役立ち、国民に対するアカウンタビリティーの向上に寄与することができることである。

例えば、道路の現場で導入されつつあるアセットマネジメントでは、技術的な現場と財務担当および利用者が一体となることで、利用者の理解のもとに、管理水準を決定することが可能となる。

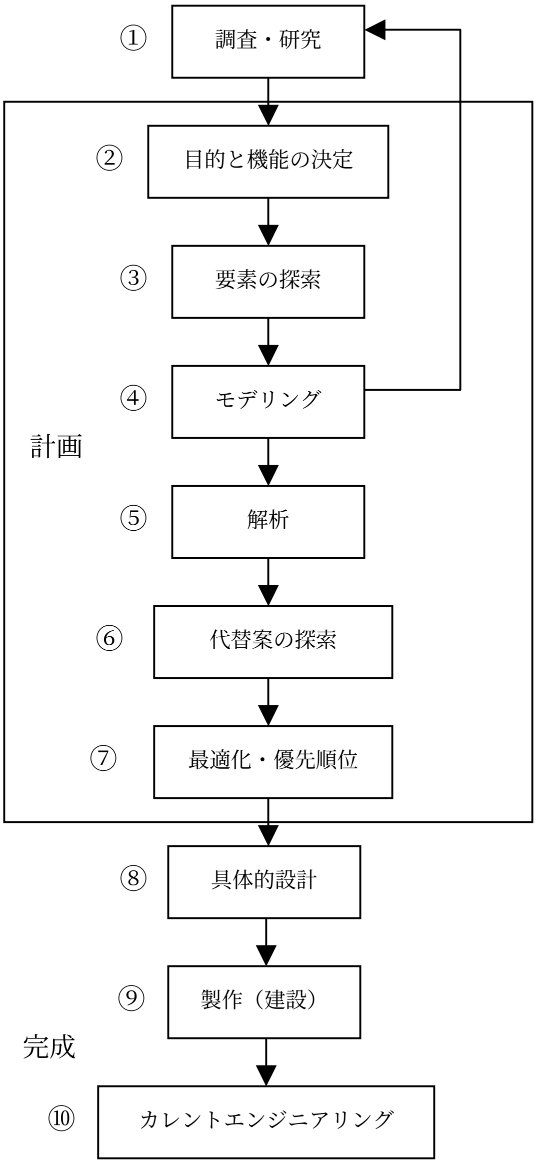

図２　システム工学的アプローチ

５．結論

国民の価値観が多様化してきている状況の中、土木界への不信が高まっている。土木界においては、その実施システムを第３者に分かりやすいシステムへと移行し、社会の信頼を取り戻す必要がある。

このような状況を鑑みると、土木教育におけるシステム思考・工学の教育の充実を図り、社会基盤構築のコーディネーターとして活躍する土木技術者が、コミュニケーション能力に優れた技術者に育ってゆくための基礎を構築することの意義は大きいと考える。

大学教育におけるシステム思考の充実は当然のことながら、技術者の継続教育においても、その教育プログラムにシステム思考・工学を取り入れていくべきであると考える。

参考文献

１．浅居喜代治(2001)：システム工学の考え方とアプローチ、基礎システム工学、オーム社、pp.12-14
２．池田駿介ほか(2003)：土木工学の体系、新領域 土木工学ハンドブック、朝倉書店、pp.5-7
３．土木学会編（1989）：部門構成、第四版 土木工学ハンドブック、技報堂出版

キーワード：土木教育、システム思考、アカウンタビリティー、継続教育
連絡先：新宿区四谷１丁目（外濠公園内）・TEL03-3355-3502・FAX03-5379-0125