

社会資本整備における「設計」の特徴と実際 エンジニアリング・デザインに関連して -

日本技術開発(株) フェロー会員 駒田 智久

1. 我国における設計論

工学一般における設計については広辞苑にもその定義が示されているが、「論」或いは「学」としての設計については盛んではないといえよう。即ち、出版レベルで言えば、岩波基礎工学講座の「設計論」(渡辺茂、1968)と丸善の「設計工学シリーズ」(北郷薫 1972、他)が有る。更には、講談社の佐貫亦男「設計からの発想 - 比較設計学のすすめ」(1979)が入れられるが、他には余り見当たらないようにみている。社会資本整備や土木工学の分野では、伊藤学・尾坂芳夫の「設計論」(彰国社、1980)が「土木工学大系」中の一書として目立つのみといえよう。尚、材料やその挙動の不確実性に着目した、松尾稔の「地盤工学 信頼性設計の理論と実際」(技報堂出版、1984)は、設計そのものに着目したものはあるが、一般的なものではないといえよう。

土木学会コンサルタント委員会は小委員会を設けて「設計」についてその機能・役割、或いはそれを担う者についての調査・研究を進めてきていたが、その一環として上記の伊藤学氏に講演をお願いしている(2003.8)。上記著書から四半世紀を経ての、未だ、「学」としてではない「設計論」としての、設計者の要件等も含む、極めて示唆に富む御講演であったが、残念ながら、その然るべき取り纏めは為されていない。

2. 特に社会資本整備における設計論について

上記の伊藤・尾坂の著書においては、土木工学以外の分野も含めて、既往の数多くの設計に関する定義が示されている。それらも踏まえて、著者らは「構造物の設計とは安全性、耐久性、使用性、経済性、視覚的適合性などの全ての諸条件を程よく満足させる構造物を具体的に指定するための全ての行動」、あるいは「対象とすべき施設が指定された後、これに形を与え、材料を選び、諸元を定めて施工の段階に持ち込むまでのすべての行為」としている。かなり昔の記述であり、「諸条件」に挙げられる項目や表現については現在風に改められる点は幾つか有るように思われる。又、著者らが事前に断っているように想定対象が構造物である点で限定的な表現となっている点もあると考えられる。即ち、2つ目の定義に示される「…が指定された後」の表現である。上記渡辺茂の著書では、設計の定義として「作りたいものを決める、形と材料を与える、作り方を決める」という簡明な表現も示している。著者は機械工学の分野の方で、後の記述もその分野に限定されているが、一番の相違は冒頭の「作りたいものを決める」という点であろう。機械の分野であろうと、設計者が恣意的に作りたいものを作るということは、自身がスポンサーであるなど特別の場合を除いて有り得ないであろうが、インフラ施設の場合、特に、何を作る・整備するかは、スポンサーでありユーザーであるところの納税者・市民の合意形成と絡んで、近年特に大きな課題となっている。敢えて言えば、「設計」の中にこの機能を取り込んだほうが、「計画」との関係で綱引きが生じうるが、設計者として元気も出て、豊かな展開をもたらすと考える。尚、「施工の段階に持ち込むまで」の記述については後で触れる(3.a)。

3. 社会資本整備における設計の特徴とその課題

伊藤等は上記著書において、インフラ施設としての土木構造物の特徴を次のように整理している。即ち、大規模、従って建設の為の費用と期間が大、公共事業、よって社会的制約大、長期に渉る供用、自然との大きな係わり、一品生産的、の5つである。敢えて付け加えれば、に関連して、費用と期間が多であるのは企画・構想から調査も含めての整備全般のものであろうし、又一度造ってしまったものは多少の不具合があろうと、先ず造り直せないことであろう(非可逆性)。これらのインフラ施設の特徴は設計を規定するものであるが、ここでは特に、上記に関連して、設計の多段階性と最適性の追及について記述することとする。

a. インフラ施設の設計における実際面での大きな特徴は、伊藤等も記述するように、その多段階性であろう。神のみぞ知る、とでもいうような自然条件のもと、社会的ニーズに根ざして企画・構想し、最終的に実際にも

キーワード；設計、設計論、エンジニアリング・デザイン、最適化、多段階設計

連絡先；〒164-8601 東京都中野区本町 5-33-11 日本技術開発(株) TEL03-5341-5150

の・施設を造るに至るまで、多くの段階で「設計」が行われる。一般にそのアウトプットは段階を追うに従って詳細の度合いを増すが、特色はその各段階におけるインプットとしての情報の質と量が大きく変化していく事であり、又その各段階において設計を担う者が必ずしも、というより、多くの場合同一ではないことであろう。造る段階での最終場面における詳細設計と施工の関係の問題は後述する(b.)が、何れにしても机上の設計が終わって現場に持ち込んだ時、新たな条件が付与されるのは必定であり、それに対応し終わって初めて一応のもの造りに対応した設計が終わることは十分認識すべき事柄であると考え。但し、それで終らず、供用してからの機能の附加に伴う設計や、補修や補強に伴う設計もある。更にいえば、その施設の設計の最後は「解体設計」であるといえ、そのライフサイクルに涉って「設計」が存在するといえる。

b.次に設計の最適性の問題に触れる。先述の松尾の著書では、設計とは「不確実性のもとで、できるだけ良い決定をする作業、すなわち、不確実性下の最適決定問題」としている。又、伊藤等の著書においても「設計における意思決定と最適化」として1章を設けてその手法などに言及している。筆者は永年コンサルタントで構造物の設計に従事してきたが、「最適化があって初めて設計たりうる」と自ら考え、パートナーにもそのような物言いで過ごしてきた。この点について近年いろいろの支障が生じてきている。一つはVEも含めた多次に渉る設計内容の改善の問題であり、他はエンジニアリング・デザインの概念における解の複数性の問題である。

先述のように机上の設計は現場に持ち込まれた際、条件の変化に伴う変更が生ずる。これは条件変化に対応する最適性の変化への対応と考え、理念的には特に問題は無い。ものの造り方に関する仮設計についてはコンサルタントは「一般にはこのような方法で造れます、或いは造るのが良いですよ」という、一般解としての提示であり、工事受注者がそれが持つ固有・特別な条件のもとで造り方を変更する事は、本体に影響しない限りにおいて一般に設計者の関与するところではない。問題は設計VEや入札時VEである。これらは当初設計が最適化されていないという前提に立つものと理解する。両VEとも、その実施時には新しい条件は付与されないのが原則であろう。新たに出てくるのは技術情報であろうが、当初設計者はその技術情報を認識していなかったか、或いは軽視していた事になる。問題はその情報が開示情報かどうかという点である。開示情報であれば、設計者の不勉強で事は済む。非開示の場合どう考えるのか？非開示とする理由は、その施工者が競争状態の下での有利性の保持の為であれば、それは競争市場における当然の行動とも言える。但し、非開示情報のもとにおける設計・施工は公共性のもとでどのように説明され納得が得られるのか？入札時VE方式は設計と施工の不分離方式の一形態であるが、設計・施工一括方式とも併せて、この点の明確化が必要であろう。

このような発注側における施策は「あらゆる機会を捉えての品質と価格の追求」の姿勢の現れとされる。この考えに異論は挟めない面があるのは勿論であるが、観点として永い眼でものを見た時にそれで良いのかの疑問が大いに生ずる。即ち、このような展開の中で然るべき「設計者」が育っていくのであろうか？そのような最適化について責任も持てないような技術者に、心ある有為の人がなろうとするのであろうか？そもそも土木設計における設計者という概念は、「橋歴版」に(設計業務の)管理技術者の名前を残す動きとは裏腹に残念ながら極めて薄い(建築の世界では設計者という概念は極めて強固なものとして認識されている)。

いわゆる、エンジニアリング・デザインにおいては「解が一つでない課題」がキーワードとされている。これは最適解が複数存在する事を言うものであろうか。解の評価基準が強固に固められているのであれば、解は相当程度収斂していくものではないかというのが筆者の考えである。複数存在するのは、評価基準が定まっていない、人により評価要因が異なる、或いは要因は同じでもその重みが異なる(このような事は上流の計画的な場面で多い)事に起因すると考えるが、詳細は別の機会に譲ることとしたい。

4. おわりに

学会において、言わば個別専門分野に限定されない共通的な設計の問題を取り扱う部門は見当たらない。敢えて言えば、第6部門ともいえるが、設計手法・技術に偏ったとの印象も有る。ここに共通セッションとして、エンジニアリング・デザインに係わるテーマの創設は意味があるものと考えられる。一方でプロフェッションにも係わる問題としての展開も想定され、今後、異分野も含めて、大いなる展開を期待したい。