

## 特集に当って

五十嵐 日出夫

## 1. 土木と建築

土木・建築技術は人間の生活と生産の基盤施設 (infrastructure) を建設し整備する技術である。大胆にたとえて言えば、土木は人体の手・足の機能を増強し、道具の働きを補強する。そして建築は人体の皮膚の拡張、あるいは衣服の延長であって、機能もさることながら、形態や意匠を重視する。

したがって土木技術は、どちらかといえば理知的性格が強く、建築は土木技術に比べて感性的性格が強い。それゆえに、道路、鉄道、港湾、橋梁、ダム、堤防などの土木施設や構造物の形態は、世界各地ではほぼ共通している。これに対して住居などの建築物は、民族、風土、文化等の強い影響を受け、形態的にはかなりの特異性がある。したがって土木技術へのOR技法の導入は、建築技術におけるよりも早く、1950年代の中頃より、港湾計画、鉄道計画、道路計画、水資源計画など土木計画学 (infrastructure planning) の分野から導入された。

## 2. 土木・建築のシステム

土木・建築のシステムは、橋梁や建物などのように構造物の単体に着目した単体システムと港湾、町並みのように構造物の集合に着目した複合体システムがある。

構造物はそれだけでトータルシステムともいえるが、いくつかの構造物が集まって施設システムとしてのトータルシステムを構成する。たとえば外海の波浪の侵入を防ぐ防波堤と船舶が着岸するふ頭と、そこに建てられた上屋・倉庫群などによって港湾施設システムができあがる。またその港湾施設システムが周囲の道路網や鉄道網あるいは空港などと連結されることによって交通施設システムが形成される。さらにこの交通システムも、それ

らを包含する都市施設システムや地域施設システムから見れば、サブシステムの1つにしか過ぎない。

このように土木・建築においてORを考えようとするとき、まず最初に考えなければならないのは、どこまでを分析の対象とするかという対象システムの枠組みである。たとえば、千歳空港 (北海道) を拡張整備して空港容量を高めても、行先の羽田空港 (東京国際空港) の受入れ容量が高められなければ増便することはできない。それゆえに札幌—東京間の航空旅客増に対応してORしようとするれば、分析の対象システムは千歳空港に加えて羽田空港も入れねばならないことになる。

またシステムをハードとソフトの側面から見れば、①構造システムと②機能システムとに分けることができる。さらに構造システムは、動・植物のような自然システムと橋・家屋のような人工システムに分けられる。そしてさらに人工システムには行政体や企業のような社会 (人間) システムと自動車交通流のような人間・機械システムが考えられる。

機能システムは、作用と反作用のような因果関係システム、通勤と交通のような目的・手段システム、生産量と価格のような数量的関係システム、列車ダイヤのような時間的継起システム、交通・通信・エネルギー輸送のような流通システムなど、形態や性質が全く異なるシステムがあるが、これらの大体は社会システムのサブシステムとも見られるから、土木・建築工学は社会学の主要な部門にもなっている。

## 3. 土木・建築システムの環境

あるシステムの環境とは、そのシステムの以外 (システムの内部、外部を問わない) に在るすべての要素 (物質的、精神的を問わない) のうちで、それらの属性の変化がシステムに影響をおよぼし、逆にシステムがそれらの属性に影響を与えると考えられる範囲をいう。室内にいる人にとって室内の空気は環境であるが、室内の空気

いがらし ひでお 北海道大学 工学部

〒060 札幌市北区北13条西8丁目

が室外の空気に影響されると考えるならば室外の空気もまた環境である。

もしいま注目するシステムが土木・建築システムであれば、その環境は土木・建築システムの環境である。

ところで、このような環境のとらえ方に2つがある。1つは客体的環境といわれるもので、注目するシステムと環境とは別であるとして対立させる。たとえば空港というシステムに対して航空機騒音を環境とする見方である。そして他の1つは主体的環境といわれるもので、システムと環境とが、大きな環境系として一体であり、システムも環境も、この環境系の2つの側面であるという見方である。たとえば空港と航空機騒音は切り離すことができず一体であるから、空港周辺に居住する人々を主体として見れば、空港も騒音も環境である。最近の環境科学では、システムを人間あるいは生物として、後者の立場に立って考えるのが普通である。また、システムと環境以外をコスモスあるいは宇宙という。このコスモスはシステム分析の都合から、今の場合、環境から除外されたのであって、またの場合には、環境に編入されるかも知れない。またシステムにしても同様である。

環境を、このように考えれば、それに対する視軸として、時間軸(天)、空間軸(地)、人間(社会)軸(人)の3つをとることができる。時間軸からは建物の耐用年数などのような時間的影響圏、空間軸からは港湾の背後圏や前方圏などのような空間的影響圏、人間(社会)軸からは高速道路整備の受益者および被害者などのような社会的影響圏が設定できる。

土木・建築におけるORは、以上のようなシステムと環境との関係において研究されているのである。

#### 4. 土木・建築におけるORの役割

土木・建築におけるORの大方の役割は、計画一設計一施工一維持・修繕・管理プロセスにおける最適化である。そしてその最適化は、最適設計法のようなシステムそれ自体における最適化と、システムと環境との関係における最適化であって、次のようなシステムズ・アナリシスの循環的手法を適用することができる。すなわち、問題の状況から出発して、(1)システムと環境の枠組みの明確化→(2)調査→(3)分析(評価)→(4)解釈、へとプロセスが循環的に進行し、その結果が目的や評価基準等に照らして満足できれば、最適化されたとして意思決定者に提供される。もちろんここにおける最適化は、現実の不完全情報下での最適化であるから、その結果は最適解では

なく次善解かも知れない。

いま、この循環的手法を土木計画の場合について説明してみよう。

##### (1) システムと環境の枠組みの明確化

システムの枠組みと目的が明確化され、影響圏(環境)が設定される。そしてこれらに関係する要素、要因等が確認限定される。たとえば、東京一大阪間を超電導磁気浮上式超高速鉄道(マグレブ・MAGLEV)で結ぶとすれば、目標として所要時間1時間など、システムとして車両、軌道など、環境として影響圏などの大枠が決められる。

##### (2) 調査

システムそれ自体に関係する調査と環境の調査および両者の相互関係の調査である。たとえば、マグレブの技術開発状況、東京一大阪間の自然、経済、社会環境調査などである。

##### (3) 分析(評価)

調査データを分析し、システムと環境の実態を把握し評価する。モデル化もこの一手段である。たとえば、投資額の現在価値、有効度の現われ方、計測などはこれである。

##### (4) 解釈・結果

予想できない要因、省略された要因、計量できなかった要因、不確実性なども考慮しながら結果にたどりつく。

たとえば、超電導技術の思いがけない発達、突発的な経済事情の変化、巨大地震など分析に当って省略した要因等にも配慮しながら結果を導く。

このような一連の循環的分析プロセスを経て計画代替案が「満足」と判定されれば、次の意思決定の場に提供される。意思決定者は必ずしも分析者ではない。計画主体の責任者が意思決定をする。たとえば都市計画では、広域的観点から定められるものおよび根幹的都市施設等については知事が、その他については市町村が定める。

かつてのORでは、問題の枠組みは既存のものとして与えられることが多かったから、プロセスのうち(2)調査と(3)分析(評価)に主力が注がれていた。しかし今日では問題も大規模になり、かつ複雑になったことから、ORチームが中心になって、(1)システムと環境の枠組みの明確化、から(2)、(3)を経て、(4)解釈、に至る全プロセスにわたって実行しなければならなくなった。

このように土木・建築におけるORの役割が広がることまたORチームの責任も重くなるわけであるが、それだけ組織における発言力も増すことになる。

ORチームの本来の使命から考えれば望ましいことではあるまいか。