

建設業におけるORの現状と課題

庄子 幹雄

1. はじめに

ORが建設業に携わっている筆者らに意識され、実務の中に適用してみようとした動きに表われ始めたのは、昭和30年代の後半であったと記憶する。それは「オペレーションズ・リサーチ」が、いくつかの解釈の仕方でおおのそのニュアンスの違いはあれ、合理性、科学性の追求が効率よく進められるツールということで理解され、比較的体質の古いといわれた建設業界でも、各種の研究会やセミナーのよびかけに応じ始めていた、そんな時代である。

また、ORと不可分の大型コンピュータがやっとう市場に出まわり、かなり大規模な技術計算でも、適切なシステム・エンジニアのモデル構築によって、つぎつぎと精算解が求められ、建設業におけるコンピュータに対する認識が一段と深められたすぐその後でもある。ちょうど、おりしも高度経済成長はコンピュータをふんだんに使える環境を与えてくれており、企業発展のために資する材料を多角的に作成する必要があったともいえる。

ここでは、このような形で筆者らの中に入り始め、今や建設業の業務遂行に不可欠のツールとなっているORの適用の現状と、これからの方向づけについて、ORを学んできた一実務者の立場か

ら述べてみたい。

2. ORの対象領域

本誌を借りてORの検討対象を規定するつもりはないが、あえて論点をはずさぬために、対象領域を絞りこむこととする。すなわち、ORは「数値解析モデルを作り、コンピュータを利用して必要な解を得る一連の実務支援の体系の1つ」と考えてみたい。したがって、建設業での広範な利用対象をみる場合、IE、VE、QC等の手法群と明確に分離することはむずかしいし、また、コンピュータ利用技術の中でのシステム分析やプログラム・ツールもOR手法の範疇として検討する必要がある。

実務的な問題は便宜的に、待ち、配分、順序づけ、経路、在庫、取替、競合、探索の8つに分類することはできるが、実際はこれらの組合せという形で存在するのが通例である(図1)。われわれにとってORの難問とは、

- ①数値解析モデルに表わしにくいもの
- ②モデルを解くための手間(計算処理も含め)が膨大なもの
- ③それらの両方が絡みあっているもの
- ④過去に類例がなく独自で創造的な工夫を要するもの

等で、当該問題がどのような検討の対象であるのか、解きやすさからみて、どのグレードの解を求めればよいかがよく認識できていないと、いた

しょうじ みぎお 鹿島建設㈱

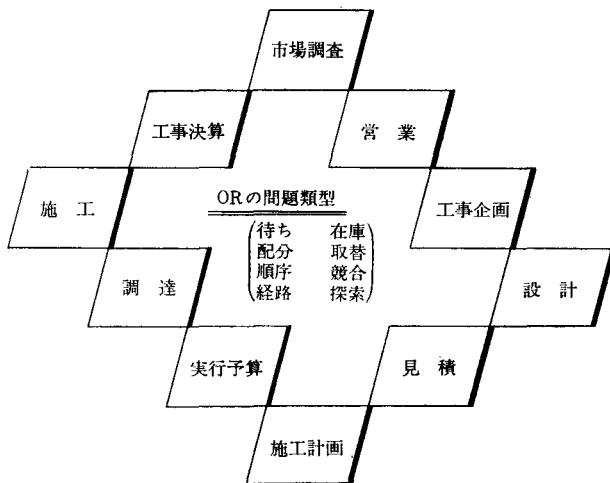


図 1 建設業での検討分野

ずらに不要のゲームを展開するだけとなる。そのうえ、解けたとしても解としての妥当性を見極めるのがむずかしい。すなわち、実務上の問題の解には、

①モデルの挙動のプロセスが明解である

②制約条件下の最適解であることが判断できるということが明らかなものでなければならない。

もちろん、この時、モデルを成立させるための実数が、なぜそのような値となるか、それは一意的な形か、あるいは分布値なのかなど、幅広い検討が必要であるし、ときには学際的な見解の援用も必要である。このような場合、解としての要件を満たせば、問題の提起者が主導的な判断をし、求解者側は常にこれを支援する立場になる。建設業の場合、前者は実際に現場で問題に直面している担当者であり、後者がコンピュータに通曉する技術者であることが多い。大型化、複雑化したORの問題では双方の見解のバランスの中で、合議的解決として解が得られることもある。

3. 適用経緯の概括

ORの草分けにあつては、LP(線形計画法)、PERT(日程計画法)、シミュレーションをORの3種の神器とし喧伝した。建設業にあつても例外ではないし、現状でもある程度そうである。従

来より建設工事を遂行する環境は、自然条件をはじめ、社会、技術、経済等の特殊な諸条件によって制約が多いといわれている。たとえば、トンネルやダムを建設する場合、形式・形状が似ていても、現実には同一場所に同じものを作ることはあり得ないし、ちょっとした形式・形状の違いでも前と同じ機械、人間が同一条件のもとで作るわけではないので、まったく新しく別なものを作ることと同じ行為となる。典型的な集合住宅ですら、仮に同じ設計図面で複数棟建築するにしても、おのおのの作業順序、資材価格、資金調達などが少しずつでも変われば単品注文生産と同じ

側面をもつし、これらの要素はさらに工法や施工場所にも依存する。まして得意先の要求が第1に優先されるので、共通的、反復的な標準作業となる対象は、きわめて限定される。

したがって建設業におけるOR手法の適用は、調査→設計→見積→施工という各アクティビティを全体的に包括した一連の形では表われず、むしろ問題解決の要求に応じて、個々に問題を取りあげ、それらを積み重ねてきたものといえる。代表的な例を次に示そう。

1) **掘土計画**：この中でのOR手法の適用は切土と盛土をバランスさせるための輸送型LPを解くことになる。たとえば、機械の走行性能にあわせて傾斜地での迂回の有無を吟味し、機械の効率にあわせて機種選定しながら、工事費用の最少化を図る土の運搬の方法、手順を見いだすことである。

2) **日程計画**：PERTの適用を中心にし、特に天候の影響や、工種作業ごとの職種別要員の円滑化、無理のない資金計画の検討が行なわれる。超高層ビルの建設工事では、工程の分析を行なうことによって基本パターンを作り上げた結果、比較的概略な検討だけで十分に工程の管理ができるようになっている。

3) **避難シミュレーション**：大観衆の集まる体

育館、劇場あるいは高層ホテル、マンションのような場所で火事などの事故が発生した場合、その中にいる人が全員退去するまで、どのようなパターンをとっていかを時間的経過とともに見るなどは、コンピュータ・シミュレーションの威力を遺憾なく発揮する格好の題材である。

4) **ダンプトラックの運行シミュレーション**：
残土を土捨場へダンプトラックで運搬する場合、市街地や狭溢な道路を通過して所定の数量を所定の時間に、しかも限られた時間帯で運搬できるか否かを検討するためのシミュレーションがある。この種のものは、荷物が建材、原石、廃棄物、などでも同じ形であり、建設工事では類似した題材が多い。さらにこの考え方は、工場や倉庫などでの原料、仕掛品、製品などの流れ、地域間同士の物資輸送など広く物流の問題としても有効である。

このような建設業のもつ基本的な問題—最もポピュラーな例題—は、形をかえていろいろな問題に適用されており、レベルアップのための修正をほどこしつつORアプリケーション・プログラム群として整備されてきている。たとえば、建設工事への投入機械の種類と台数の決定、工場用地の最適場所の選定、建設資材の最効率な利用、施工工程の時間ならびに費用に関する比較、建造物の規模と容量の最適化、計測・制御の予測管理等々、適用しているこれらのOR手法すべてが現実と合致した解を導いているというものではないが、建設業がこのような形でOR手法を取り入れて、建設工事をとりまく不確定な外乱から自己を守るべく努力していることは、ORのきわめて効果的な使い方もいえよう。

4. ORの導入効果と活用

OR手法の効果としては、まず第1に、客観的な分析によって行なった計数による意思決定は第三者にも理解しやすいものであるため、彼らから得られる評価がそのまま次のORの展開へとつながっていくことである。仮に限られた工期内で仕

事が終了しないということが手法の解であったとすれば、問題の提起者はより注意深く検討し、過去の事例と比較したうえで新しい工夫を加え、さらに他の手法をも利用するなど万全の方法を講じながら困難を乗り越える行動をとるはずである。現実問題として、OR手法から得た解にのみ頼って戦略、政策を決めるべきと具申するようなOR実務者はいないと思うが、少なくともOR手法を繰返し適用することによって落ちの少ない解を得たことを問題の提起者、求解者とも充実感をもっていえることは大きな効果といえる。

第2には、経験、勘—もちろん過去の経験に根ざすものであり、貴重であるが—に頼る業務の進め方に対する強烈なインパクトと教育の効果である。すなわちORでは必然的にシステム的な見方が導入されるが、これが業務が含むムダ、ムリ、ムラをおのおの目的関数とするORの問題へ移行させて解明しようとする認識となり、OR事例がいろいろな業務に展開されることとなる。

第3には、ORの活用による問題解決の幅の広がりである。たとえば建設工事を O 、工期を T 、工法を M 、資源を R 、コストを C 、工事の遂行を F とすれば、

$$C = F(T, M, R) \rightarrow \text{Optimize}(O)$$

という関係で表わすことができるが、この時、一般には C を最小化するという形で、残りの要素と与条件にした計画問題が成立する。全要素を計画問題にしにくい場合は、このうちのどれかの要素に着目し、そのプロセスにそって逐一挙動を把握するか、あるいは要素を減らして、たとえば T と C 、 M と T 、 R と C などの適当な要素の組合せの分割問題を解くことによって一応の解答を得ることができる。

OR手法の定式化による解析と解との対応については読者のほうが詳しいであろう(図2)。

ところで、ORの実務上への活用にあっては誰でも使える「ツール」が必要であり、その最も具体的なものはコンピュータのアプリケーション・

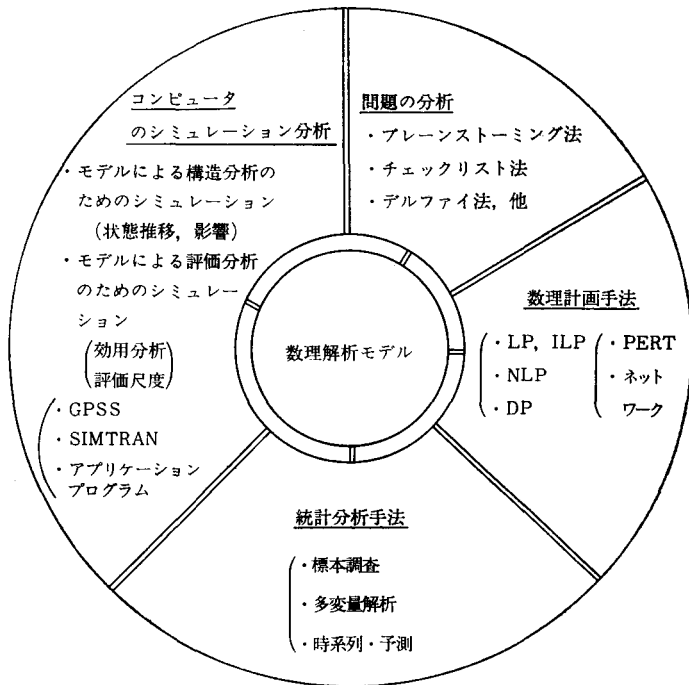


図 2 数理解析モデルのための手法

プログラムであろう。たとえばLPを解くことは容易であるが、NLPではマニュアルを見ても多少の複雑さが残る。しかし、むりやりNLPをとらなくても、代わりにコンピュータ・プログラムで十分な解を導ければそのほうがよい。プログラムは求解のための作業標準の1つであり、将来的にはORの多くの範囲をカバーしていくことが期待される。

ところで、実務者がOR手法に精通しているか、あるいはOR手法に精通する者、—ORワーカー—が実務に精通しているかはORをツールとして問題を解く場合の必要条件であるが、しばらくのあいだは前者を数多く養成することが必要であろう。他業界では、ORを社員教育などでとりあげて教育しているとも聞く。そろそろ建設業界でも永続的で強固なOR教育が必要であると感じている。なぜならば、外部的には計画学として学究の世界での先導が見られるようになっているし、内部的には何よりも得意先の要求する水準が高くなって、それに応えていかなければ企業の繁

栄がないという状況にあるからである。

5. 今後の課題

ORの手法の援用によって解決している問題がいろいろな形で残されている現状をみれば、まず第1にこれらの未解決の問題を着実になくしていくことが今後のOR普及の課題であろう。特にその中でも、

- ①手法の適用の幅を広げること
- ②的確な手法の適用をはかること
- ③モデルの構造の正確性を増すことの量と質の両面の向上をはかることは、ORを志す者が等しく果さなければならぬ義務である。さらに得られた結果の解釈の仕方の技術を磨くことも肝要である。もともとOR手法の適用の意図するところは、経営に役立つ読みのできるデータを得ることにあるから、ある程度はやむを得ないとしても、見当違いのOR手法の誤用や、試行にしろ換言的な検討のみに終始することは避けるべきと考える。たとえば、機械台数を設定する際に実数解を安直な方法で整数化したり、解釈が不明確な確率モデルで選択行動を決定、または判別したりすることは絶対に避けるべきことで、問題の置かれている立場をよく知って解を取扱わなければ、非現実的な結果を招くことになることをORを使用するものは十分に知らなければならない。

しかしながら、反面、OR実務者の陥る身勝手さは、歯切れの悪いモデルの解を問題の提起者が不採用にしたからといってOR手法の適用に消極的になることであろう。建設業ばかりではあるまいが、必要な検討、解析への立入りにはかなりの積極さが必要であるし、場合によっては他業界での活用を引き合いにするなどの強引さをもち合わせることも必要であろう。

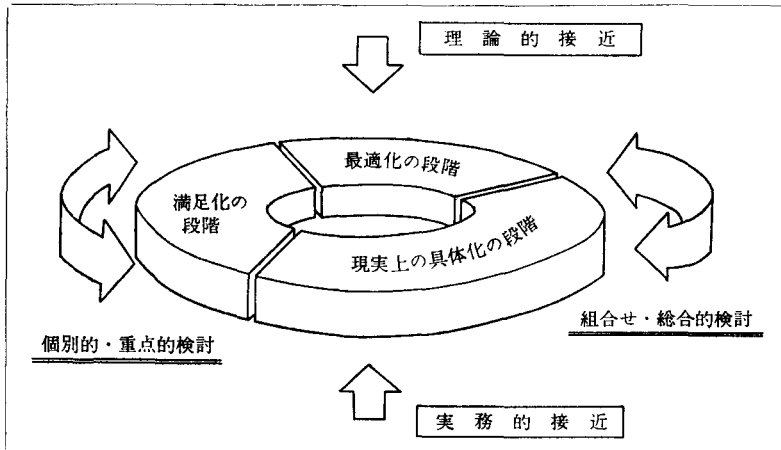


図3 検討の段階

実務上の解決策には、

- ①数理解析モデルが正しいことが確認されているか
- ②理論と実務との調和がどのような形でとられているか
- ③現実的な行動をどのようにモデルあるいは数式、データに表現しているか

の各段階を反復させながら検討していくのがよい(図3)。このような中で問題のからくりを解明・点検し、われわれの問題解決のための技術的な可能性を客観的に評価したり、あるいは意思決定のモデルを含む各種の行動がどのような過程でなされているかを解明したりすればよい。

現実の問題を解決するシミュレーションには、コンピュータの利用が不可欠であり、これ自体がOR手法であるとするか否かは議論のあるところである。しかし、不確定要因が内在する建設業の実務の中で、大型コンピュータを利用し、多数の要素を素直に組み入れてモデルを作り上げ、漠然とした問題から、利益向上や経済対策に役立つそれなりの結果が得られているのは大変魅力のあるメリットである。その適用分野がきわめて広いことも考慮すれば、コンピュータ・シミュレーションを問題解決のための手法として位置づけてさしつかえないと考える。

近時ますます実務支援のORあるいはその手法の適用、研究が進められているが、手法の使い方

やモデルの構築の稚拙さは、産学共同によって解決するというのも一法であろう。建設業界には品質向上への取組みの熱意にみるように、すでにORの問題にも積極的に取り組む素地はできつつある。

6. むすび

実務の世界は、折からのオフィス・オートメーション(OA)騒ぎの渦中にあるが、OAも利用者主導での冷静さが需要という、地道な活動を進めているコンピュータ・サイドの姿がOR普及の場合と同じで印象深い。詳細な動向をふまえたものではないが、建設業界では、従来よりコンピュータを中心として他のOA機器を取り込みつつ、実務のOA化がはかられてきており、着実な成果に結びついているという事例も数多く報告されている。こうした動き一しかし、大体はコンピュータであるが一はORの普及にも大いに役立っており、豊富なデータの蓄積と手近ですぐに利用できるという便利さは高い信頼性をもつORの実現を可能としてきている。

今後とも実務の中で遭遇する問題を1つずつ解決し、これを次の問題解決の糧とし、より現実的にかつ示唆的な解答を導きだすORの研究を続けたいものである。