

建築生産における最適化問題を考える

古阪 秀三

1. はじめに

シドニーのオペラハウスをご存じの読者は多いと思う。世界的に有名な建物である。オーストラリアの観光用パンフレットをみて、その雄姿が載っていないものではなく、多いものでは3コマ、4コマを費やしている。このシドニー・オペラハウスは1955年に国際コンペとして提案募集が行われたもので、'57年にコンペ結果が発表され、ヨルン・ウッツォン案が入選した。着工当初の計画では、工事期間5年、総工事費700万豪ドルの予定であった。当時このプロジェクトはいくつかの点で悪評だった。まず1つは選考過程の不明朗さ、2つには工事予算の上限が明確でなく（コンペでは応募者の良識に待つとある）、3つには機能的にも専門家による十分な内容のチェックが行われておらず、技術的評価の曖昧さが残るものであった。結果としてオペラハウスでありながらグランドオペラができないこととなり、膨大な構造計算のやり直しを含め工事期間も'59~73年と14年余りを費やし、工事費も当初の15倍、1億200万豪ドルを必要とした。この限りでは必ずしも成功した事業とはいえないものであった。

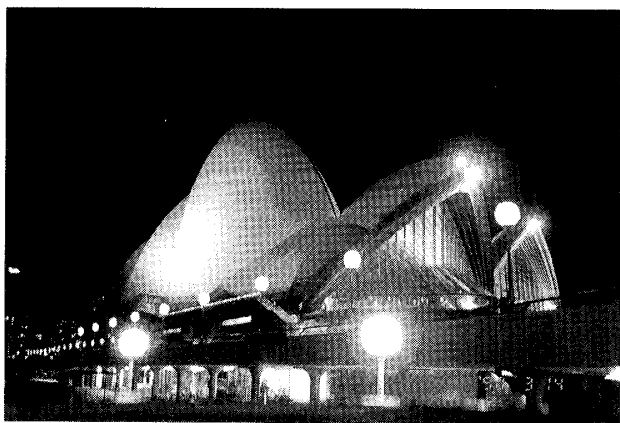


写真1 シドニー・オペラハウス

ふるさか しゅうぞう
京都大学大学院 工学研究科建築学専攻
〒606-8501 京都市左京区吉田本町

にもかかわらず、現在はまぎれもなくシドニーに欠かせない観光資源の1つになっているのである。仮に当時ウッツォン案の様々な問題点が正確に読めていたならば彼の案が選ばれたかどうか疑問である。

シドニー・オペラハウスの経緯には生産的要素の様々な問題が含まれているが、大きくは次の3つに縮約される。

①コンペとして意匠設計、機能設計にとどまらず、工事費、工期、技術的実現性など生産的要素をどこまで含めるべきか、あるいは避けるべきか。仮に含めたとすると審査側に評価能力がなければならないことになる。

②事業実施計画の段階では、技術的、経済的フィージビリティ・スタディをやり、工期、工事費などの予測をしなければならないが、不確実な要素が多いことと生産情報が十分でないことから、それらの予測は極めてむずかしいこととなる。

③建物の評価は単に建設プロジェクトが進行中のみ行われるのではなく、10年、20年後にその真価が問われることが多い。ここにはプロジェクト当初に短期間で評価しなければならない難しさがある。

2. 建築プロジェクトの特徴

さて、ここまでのところで、読者の皆さんには理解しにくいことがいくつかあったと思う。そこで、まず、建築プロジェクトにはどんな特徴があるのかを説明することから始めたい。

建築プロジェクトは大きくは次の4つを特徴としている。

- (1) 建築プロジェクトは原則として一回限り
- (2) その生産プロセスは分節していること
- (3) 組織は臨時的に編成、分立していること
- (4) 多様性と多目的性が内在していること

2.1 建築プロジェクトの一回性

建築プロジェクトを実施するためには皆さんもご存じの通り、用地の確保と設計図・仕様書が存在するこ

とが前提である。同じ敷地に建築プロジェクトが併存することもなければ、同じ設計図・仕様書に基づくプロジェクトも存在しない。つまり、すべてが一回限りである。この特徴は次のような特異性にかけて考えることができる。1つは建築プロジェクトごとに施工現場が異なることである。このことは設計、施工条件がプロジェクトごとに変化することを意味している。たとえば、地盤条件や地下水位は杭、地下階の設計、施工計画に大きく影響する。また、施工現場には機械、資材、労働力のすべてを外部から搬入しなければならないが、その調達、輸送はプロジェクトごとに検討しなければならない。プロジェクトの実施時期、場所によっては技能労働者の制約から特定の工事が実施できず、別の工法によらざるを得ないといったこともありうる。特異性の2つは設計図・仕様書がプロジェクトによって異なることである。建築プロジェクトはまず、構造、用途が多様である。構造別には鉄骨造、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造、木造等。用途別には、事務所、集合住宅、学校、ホテル、倉庫等。また、工事規模も多様である。設計図・仕様書はプロジェクトごとに作成されるため、必然的に異なった内容となる。

2.2 建築生産プロセスの分節

建築生産プロセスは一般に図1に示すような過程になっている。既に述べたように、建築プロジェクトは一回性のものであるため、設計プロセスは不可欠であり、それは建築主の企画情報によって開始される。企画は建築主の業務である。建築主は通常、素人である

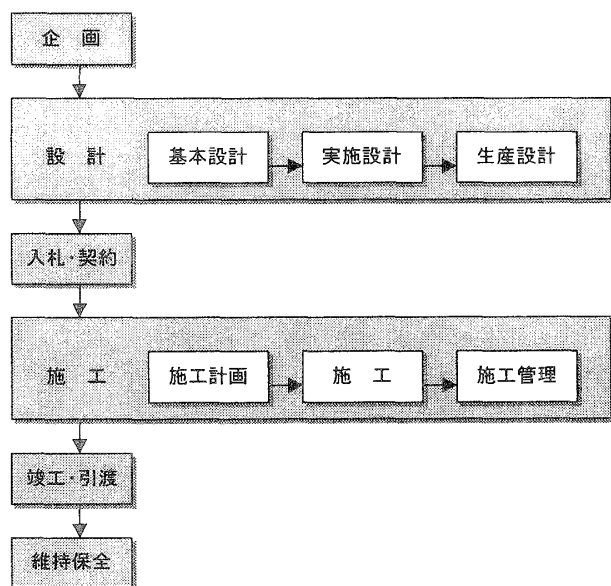


図1 建築生産プロセス

ため、第三者がかわって企画を立てることもある。設計者に企画業務を委任することもあり、また、営業企画として建築主に売り込みがあることもある。企画を受けて、基本設計→実施設計→入札・契約→施工計画→施工・施工管理→竣工・引き渡し→維持保全と続く。基本設計はあくまでも企画内容の具体化に主眼があり、建築主向けの性格が強い。実施設計は基本設計を実際の工事が可能な程度に具体化するプロセスであり、施工者向けの性格が強い。いずれにせよ、基本設計と実施設計は設計者が行うべき業務であり、完成された設計図・仕様書をもとに入札に付される。この設計プロセスにおいて概略のスケジュール、工事費、施工方法、使用資機材の入手性などが検討される。これらを生産設計という。現実にはさほど具体的な生産設計は行われておらず、多くの問題が内在している。たとえば、先のシドニー・オペラハウスの事例においても、コンペ時点での工期、工事費の予測は極めて甘く、結果として大幅なオーバーランを招いている。また、バブル経済期においては、設計段階で鉄骨構造で計画された建物が、入札に附した段階で、鉄骨部材の入手が1年先にしか可能とならないことが判明し、急遽他の構造形式に変えるといったことが多く発生した。資機材の入手性の検討不足である。

入札によって、当該工事を落札した施工者は、工事請負契約を締結し、施工計画に取りかかる。施工計画以降のいわゆる施工プロセスは、設計者の意図を忠実に実現するためのプロセスであり、施工者が担当する業務である。施工者には、当該工事全体の施工計画・管理を請け負う施工者（総合工事業者、一般にゼネコンという）と型枠工事、鉄骨工事など部分工事を専門に請け負う施工者（専門工事業者、一般にサブコンという）がある。さらに維持保全のプロセスは、建築主への建物引き渡し以降の全プロセスを表象しているが、建物が引き渡されて初めて維持保全計画等が策定されることが多い。このプロセスの担当者は明確ではなく、建築主自らが行う、工事を担当した設計者や施工者が行う、さらに新たな専門家を雇う、などさまざまである。

このように、建築生産プロセスは分節されており、その担当者も通常は異なっており、さらに、各プロセスは直前のプロセスに時間的にも、論理的にも追随する形で存在している。もちろん、個別のプロジェクトでは厳密にこの順序関係に従っていない場合もある。たとえば、設計施工（同一企業が設計と施工を一体で

請けるやり方)のようなケースでは、実施設計が完了しないうちに工事を開始し、実施設計、施工計画、施工プロセスを同時併行的に行っている。しかし、建築生産プロセスを前工程追随型とするのが在来の通念になじむ。

2.3 プロジェクト推進組織の臨時性と分立

建築生産プロセスの分断された各プロセスには専門化が進行する。それは技術的分業にとどまらず、社会的分業にまで及ぶ。現在の一般的な分業体制(設計と施工が分離され、施工が一式請負でゼネコンに発注されるケース)は図2のとおりである。この組織を一般には建築チームと呼び、設計を主な機能とした集団(図2の左側)を設計チーム、施工を主な機能とした集団(図2の右側)を施工チームと呼んでいる。この建築チームはプロジェクトごとに臨時的に編成される。編成の主導権は建築主が持つ。建築主は若干の情報から設計者を選び、別個にもしくは設計者の助言をもとにゼネコンを選ぶ。選定の方法は競争、随契、特命などである。このように、建築チームは社会に分散している中から偶然的に編成されるのである。ちなみにサブコンはゼネコンが一定の自由裁量のもとに選定する。1つのプロジェクトに参画する主体の数は、戸建て住宅の場合で20~30、一般の建物で50を優に超える。

建築生産プロセスの分断と建築チームの臨時的編成のもとで、チーム構成者間の情報流通は希薄なものとなる。分断されたそれぞれのチームはチーム内での合理性、最適性を目指すこととなる。部分最適化である。さらにチームの構成者それぞれもその成立基盤が異なるため、その目的とするところには自ずと差異があり、対立的なものもある。これらの点は、一般の製造業と著しく異なる点である。

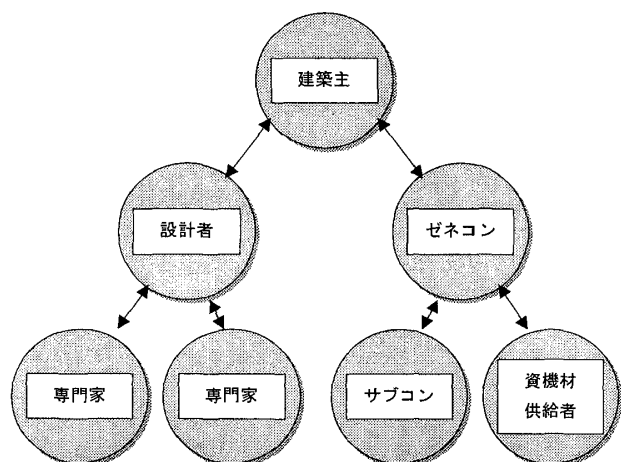


図2 建築チーム

2.4 建築プロジェクトの多様性、多目的性

建築主の要求は多様化する。その多様な要求を受けた設計はさらに多様化する。たとえば、「環境共生を考慮して省エネルギーに対応した建物にして欲しい」という要求があったとすると、それを達成するための設計には、①建物の熱負荷の軽減、②自然環境を利用、③エネルギー源の検討、④熱交換の効率化などいろいろある。これらの優先度によって設計内容は異なる。また、使用する部品、部材、技術も多様化している。次のプロセスである施工計画では、確定した設計内容を実現する手段を検討するが、このプロセスにもいくつかの多様性が存在する。その1つは新しい施工機械、施工法、資材が種々用いられること、2つは特定の作業に限っても数種の機械、資材、労働者の組み合わせが考えられること、3つはすべてを現場で施工する方法とすべてを工場生産・現場組立にする方法を両端とするいくつかの施工方法が存在することなどである。

端的にいえば、同じ設計図・仕様書であっても、同じ建物ができあがるとはいえないのである。

また、これらのプロセスにおける目的はそれぞれ異なり、個々のプロセス内でもその目的が、ある場合コスト最小化となり、別の場合工期短縮等となる。要するに多目的である。

このように、建築プロジェクトは設計内容、施工方法の選択肢が多様なこと、目的自身が多目的なことを特徴としている。そして、どのプロセスで誰にとっての最適化かが問われるのである。

3. 最適化を考える時期：施工計画

第2節で述べたことは、建築プロジェクトの特徴であるが、建築生産の立場から最適化を考える時期は、大きく分けて2つある。1つは生産設計のプロセスであり、他の1つは施工計画プロセスである。しかし、これらは統合的に検討されなければ、プロジェクト全体として(建築主にとって)の最適化には到達しないが、組織的に分断されている現状では、それぞれの中での最適化を目指すこととなる。最近、このような状況に満足しない建築主が多くなり、一方で、建築生産関係者の間でもプロジェクトの生産プロセス全域を一貫したマネジメント思想のもとにコントロールすることの必要性が認識されつつある。建築主、設計者、施工者の間で、相互の調整・マネジメント業務を担当するPM/CM(Project Management/Construction Management)方式の出現がその一例である。いざ

れにせよ、現段階での建築生産における最適化問題の中心と目されるプロセスは施工計画プロセスである。

施工計画は、前プロセスの成果物である設計図・仕様書をうけて、当該プロジェクトを受注したゼネコンが自社の工程能力を考慮してその実現手段・方法を考えることであり、その具体的なものとして仮設的な生産ラインを設計することである。

建築プロジェクトの特徴とも重なるが、施工計画には以下のような性質がある。

- ①建物の建設場所、施工条件、設計がすべて異なるため、個々に計画を詳細に立てなければならない。
- ②ゼネコンの立場だけを考えても、目的が工期・安全・原価・品質・環境など複合的且つ多目的である。
- ③施工計画上の種々の前提条件、天候、労働者の技能レベル、資機材の入手性などが不確定であり、また、確定的なものでも選択肢が無数にある。
- ④労務に関してはこんな事実もある。同じ設計の住宅の内装をやる場合、標準的な施工方法があっても、職人チームによってやり方はさまざまで、そのチーム編成も1人でやる、2人とか3人でやる（師弟、兄弟、親子、友人）などさまざまで、その所要工数は実に大きくばらつく。要するに、職人は自律的なのである。
- ⑤施工計画にかけうる期間は極めて短期間である。工事請負契約を締結後、着工までの期間は通常、2週間程度であり、その間に概略の施工計画を立てなければならない。

⑥従って、最適化に向けて検討すべき課題は多いが、以上のような施工計画の性質から計画者の知識と経験による満足解をいくつかの代替案の中から選択することが主流である。この状況をKKDに依存していると呼んでいる。KKDとは、勘と経験と度胸である。

このように建築生産の分野では、いまだに経験に依存した意思決定が主流であり、経験工学の域を出ていないといえる。

しかし、部分問題としては、多くの最適化手法が提案されている。とりわけ、超高層プロジェクトのスケジューリング問題、構工法選択問題（建物の構造形式や作り方を決定する問題）などには多くの研究の蓄積と実用化の例がある。

第4節では、筆者らの研究室で最近取り組んでいる最適化問題の概要を紹介する。

4. 最近取り組んだ最適化問題2例

4.1 建築生産情報の確定過程の最適化問題

(1) どんな問題か

ここにいう生産情報とは、第2節で述べた実際の工事が可能な程度に具体化した設計図・仕様書類を指す。原則的には、工事が入札に付される時点ではそれらが完成していなければならないが、現実には工事に入った段階でも設計の延長を行っており、細部の詰め、タイルの色決め、設備機器の決定などが行われている。結果として、施工者からは「もう少し早く生産情報を決めてもらえば安くできた」との意見が多く出される。この間の事情は次のように解釈することができる。すなわち、設計者は十分に設計内容の検討を行いたいため、生産情報の確定を遅らせる指向が強い。一方、施工者は施工プロセスにおける不測の事態に備えたいこと、施工前のリードタイム（当該部材の発注から現場施工に供するまでに要する時間）を長くしてコスト低減を図ること等のため、生産情報の確定を早める指向が強い（図3）。これに対し、建築主は設計者の主張を受容し、施工者の主張を排除する傾向にある。理由は建築主の希望を直接的に反映させるのは設計者であり、決定の時期が遅れば遅れるほど、設計内容が具体化し、素人である建築主にも理解しやすいものとなること、一方で早期に生産情報を決めることの利益がどこにあるかを施工者は説明できていないことにある。しかし、生産情報を早期に確定することによってコストを含むさまざまな利益が生じることが明示的になれば、設計内容の検討に時間をかけるのがよいか、一定の範囲で早期化して利益を享受した方がよいか、建築主は判断することができる。こうした状況の中で建築主の判断材料となる情報を提供することができるシステムを構築すること、これが解くべき問題である。

(2) 現状はいかに処理されているか

建築生産情報の確定が遅れることは、後工程である

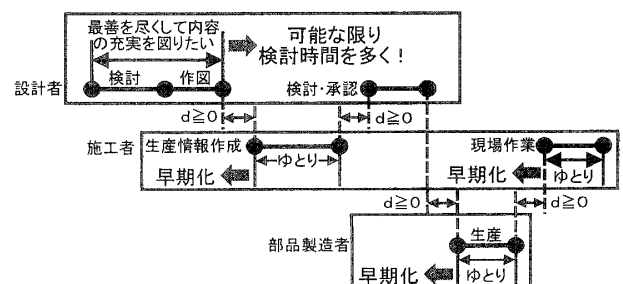


図3 設計者と施工者・部品製造者のトレードオフ

工場や現場での生産工程を乱す。例えば、PC版 (Precast Concrete Panel: 工場制作されるコンクリート版) の細部の確定が遅れると、当初に予定していたPC版の製造ラインで別のプロジェクトのPC版を製作するように切り替えなければならず、当該プロジェクトのPC版が製作可能となったときには、既に確定している生産計画を変更して、割り込ませねばならない。つまり、PC工場の生産計画が乱れてしまうの

である。このような乱れが生ずることを避けるために、経験豊かな現場所長は決定が遅れてもさほどの影響がないもの、影響が大きいものを区別し、後者に対しては万全の予防策を講じるとともに、戦略的に前倒して確定することにつとめ、工事費の抑制、工期の短縮や安定化に努めてきた。しかも、生産情報の確定が遅れることによるコストや工期への影響を建築主、設計者に主張することは避け、施工者内部で処理してきた。

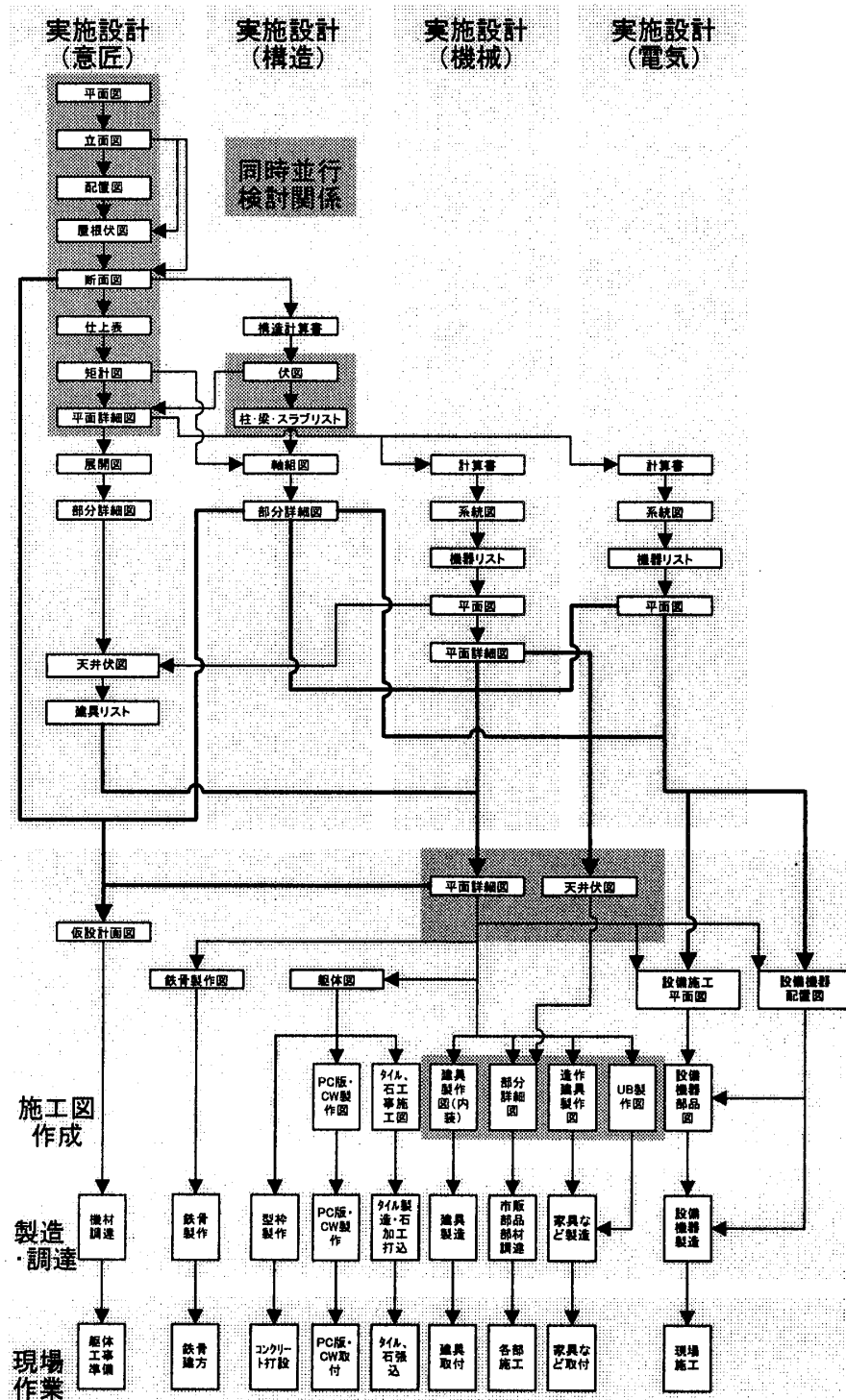


図4 建築生産情報の確定工程

(3) 現状の何が問題か

経験豊富な現場所長の努力に委ねた、生産情報確定遅れのリスク回避の方法は、当然のこと、個人差が大きく、必ずしもすべてのプロジェクトで万全が尽くされるものではない。時には施工者であるゼネコン、サブコンに不必要な支出を迫るものであり、このことはひいては、次のプロジェクトあるいはその次のプロジェクトの建築主の費用負担となる。生産情報確定遅れのリスクを工事費に組み込むからである。もちろん、当該プロジェクトの建築主に生産情報の確定遅れによる工事費増額の要求が出されることもある。

さらに、重要な問題は、このような生産情報の確定が遅れることが常態化しており、その影響がコスト、工期等に重大な影響を与えていることが明らかにならず、潜在化していることにある。建築主には、設計内容の検討に時間をかけるのがよいのか、一定の範囲で生産情報の確定を早期化して利益を享受した方がよいのか、選択肢を提示すべきである。

(4) いかにか解いたか

まず、建築生産情報をすべて抽出し、「関連する情報を同時並行的に検討することにより、設計者にとっては設計全体の総合的な関連性を検討することが容易になり、施工者にとっては、各部分の整合性を確認するのに好都合となる。その結果、建築生産情報は、先行・後続関係を考慮した上で、関連情報ごとに同時並行の形で検討、確定される」という生産情報の性格を使って、それぞれの建築生産情報相互の「先行・後続関係」および「同時並行検討関係」を定義し、その定義に従って、建築生産情報の確定工程を作成した(図4)。

次に、各生産情報確定作業に要する設計工数を求め、さらに、各作業に含まれるフロートを、ExplicitフロートとImplicitフロートに区別し、建築生産情報確定工程の遅延防止と計画的早期化のために、建築生産情報相互の先行・後続の関係を保ちながら、それらのフロートを活用して工程を短縮した解を求めることのできるアルゴリズムを構築した。最適化フローを図5に示す。

確定工程の早期化によるコスト低減効果は、各工場生産のリードタイムの長短による工事費の増減をヒアリングにより確認し、データとして与えた。

最適化手法として、近傍探索法(局所探索法: local search)を用いた。

こうして、2種類のフロートを活用しながら、特定

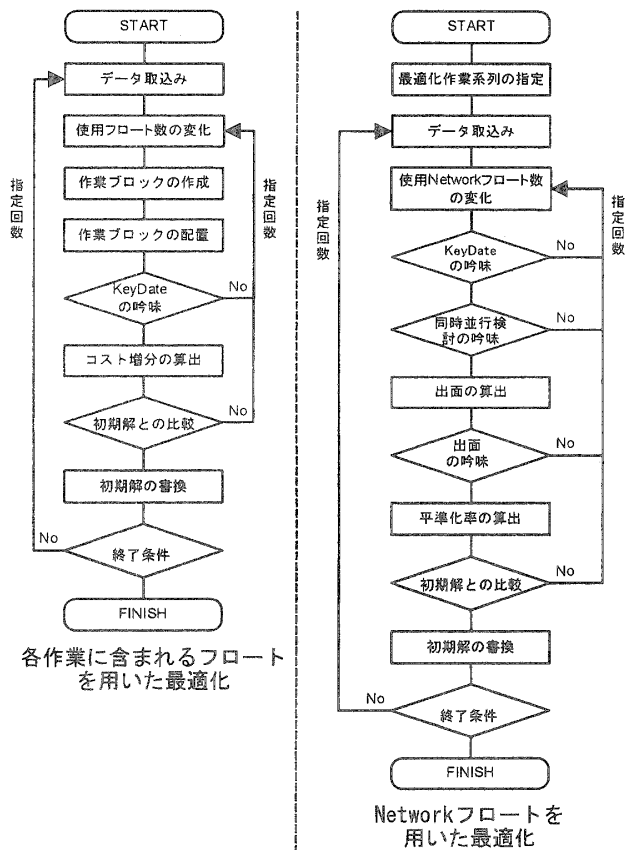


図5 最適化フロー

の設計作業が完了する日を任意に与えて、当該プロジェクトのコストあるいは工期を最適化することが可能なシステムを構築した。

(5) 今後の課題は何か

以上の考え方に基づいて構築した建築生産情報の確定工程とその最適化方法を実プロジェクトに適用し、最適化結果と実際の結果の比較、およびケーススタディを通じて、モデルおよびシステムの有効性を確認した。今後の研究において取り組むべき課題は以下のとおりである。

- ①ここで使用したデータは、ヒアリングに基づくものであるが、より精緻な最適化方法にするためには、ばらつきの少ない安定的なデータにする必要がある。
- ②工期の短縮方法には様々な方法がある。これらのノウハウは現場所長固有のものであり、組織として系統的には収集されていない。これらの収集とその活用方法は考えねばならない。

4.2 建築工事編成最適化問題

(1) どんな問題か

ここにいう工事編成とは、「建物を施工するために、一定の制約条件下で、多目的なものとして各種資源を組み合わせる」と定義する。簡単にいえば図1で

示した施工チームの編成のことである。工事編成は、ゼネコンの現場所長が担当し、次の手順で行われる。すなわち、①ゼネコンの現場組織の編成、②サブコン編成の与条件の把握、③サブコンの担当業務範囲と発注単位および発注先サブコンの決定、である。工事編成は現場所長が全てを自由に決められるわけではない。建築主や設計事務所からのサブコン指定、サブコンとの長期的取引関係、コスト、品質、工期等の厳しさなどを考慮しなければならない。さらに、発注先サブコンを決定するためには、当該サブコンに出す工事の範囲を決めること（型枠工事と鉄筋工事をまとめて出すのか、別々に出すのか等）と具体的にどのサブコンに発注するかを決めることが必要である。

すなわち、工事編成最適化問題とは、これらのことを勘案しながら、コスト、品質、工期等の点で最も有利なサブコン編成を行うことである。

(2) 現状はいかに処理されているか

工事編成の際に考慮すべきことが多岐にわたることから、ゼネコンの現場所長は、自らの経験と直感に基づいた主観的判断で工事編成を行っている。その判断基準は豊富な経験に基づいた達観である。現場所長はプロジェクトの規模にもよるが、通常は、現場経験が十数年以上ないと任命されないため、その判断に相当程度の信頼性はあるが、個人差があることは否めない。また、現実の工事編成をみると、過去に担当したプロジェクト、たとえば過去5つのプロジェクトの工事編成では、とび工事、型枠工事、鉄筋工事などにおいては、ほぼ同じサブコンに同じ工事範囲で工事を発注している。技術変化がさほどなく、また、建設産業を取り巻く環境が安定的なときにはこのようなやり方が妥当といえるが、現在の状況では必ずしも問題なしとしない。

(3) 現状の何が問題か

近年、発注方式の多様化とサブコンの業務範囲の拡大が急速に進んでいる。発注方式の多様化では、先に述べた施工の一式請負（図1）での発注、設計施工一貫での発注のほか、①施工の分離発注、②PM/CM方式での発注などが出現している。一方で、サブコンの業務範囲の拡大では、ある業種（例えば型枠工事）を専らやっていたサブコンが、他の業種の工事（例えば鉄筋工事）をも受注する方向に業務の範囲を拡大する指向が見られる。このような業務の展開方法を水平展開という。また、サブコンが労務以外に材料調達、品質管理、工程管理などをも含めて受注する方向に業

務の範囲を拡大する指向が見られる。このような業務の展開方法を垂直展開という。

このように、発注方式の多様化とサブコンの業務の水平展開、垂直展開が進む中で、工事編成の複雑性・多様性は増す。こうした状況のもとで、伝統的な、経験に基づいた工事編成方法だけに依存するには限界がある。

(4) いかに解いたか

既に述べたとおり、工事編成最適化問題は、最適な発注単位の決定と発注先サブコンの決定という2つの問題に分けられる。これら2つの問題を扱うことができるように、工事編成最適化問題を縮約したものが工事編成マトリクスである。工事編成マトリクスを図6に示す。横軸は工種を、縦軸は業務を表す。工事編成最適化問題は、このマトリクスの各セルの担当サブコンを決定することと考えることができる。図6において、同じ模様のセル群は、それらの業務を1社のサブコンが担当することを意味する。全てのセルをいずれかのサブコンに割り付けることによって、もしくはゼネコン自らが担当することによってプロジェクトの遂行が可能となる。

この研究で使用した躯体工事の工事編成マトリクスを図7に示す。ここで、工種は、土工、②とび（仮設足場）、③とび（鉄骨建方）、④コンクリート、⑤型枠、⑥鉄筋、⑦鉄骨などサブコンが工事を請ける最小単位で分けている。また、業務は、各工種の仕事をする場合の内訳で、①仮設・資機材、②労務、③材料、④副資材、⑤施工図、⑥工程管理、⑦品質管理に分けている。表中の「-」は、当該セルが指す業務が存在しないことを意味する。

工事編成問題の数理モデルへの変換は、以下の方針

	工種 1	工種 2	工種 3	工種 4
業務 1				
業務 2				
業務 3				
業務 4				
業務 5				

図6 工事編成マトリクス

	土工	とび		コンクリート	型枠	鉄筋	鉄骨
		仮設足場	鉄骨建方				
仮設・資機材							
労務							
材料			-				
副資材							
施工図			-	-			
工程管理			-				
品質管理							

図7 本研究における工事編成マトリクス（躯体工事）

に従って行った。

- ①定量的に扱うことが可能なプロジェクト全体の間接費と管理の手間を目的関数とする。
- ②品質など定量化の難しい工事編成決定要因やプロジェクトと条件、および建築主、設計者からのサブコン指定を制約条件とする。

こうして、工事編成最適化問題は、②に示す各種制約条件のもとで、プロジェクト全体の間接費と管理の手間を最小化するようなゼネコンの担当業務範囲と発注単位を決定する組み合わせ最適化問題として、定式化できる。

ここで解くべき組合せ最適化問題は2つある。1つは、7つの工種を何社のサブコンにどのように分けて発注するかという組合せ最適化問題、2つは工事編成マトリクスの49個のセルのゼネコン・サブコン間での担当組合せ最適化問題。この2つの組合せ最適化問題を解くために、以下の3つのシステム環境を用意した。

- ①0-1整数計画問題を解くための数理計画ソルバー
- ②定式化を行い、数理計画ソルバーを起動して0-1整数計画問題を解き、その結果を自動集計するプログラム（C言語で記述）
- ③各種データファイル

本システムでは、①の組合せ最適化問題にはプログラムによって組合せを全て列挙することで対応し、②の組合せ最適化問題をソルバーに計算させている。つまり、プログラムによって数式を繰り返し作成して、ソルバーで0-1整数計画問題を解き、結果の集計を行っている。

（5）今後の課題は何か

紙面の都合で、具体的内容、計算結果を紹介できないが、以上の考え方に基づいて構築した工事編成最適化支援システムを実プロジェクトに適用し、最適化結果と実際に採用された編成の比較、およびケーススタディを通じて、モデルおよびシステムの有効性を確認した。今後の研究において取り組むべき課題は以下のとおりである。

- ①躯体工事だけでなく、仕上工事、設備工事など工事全体を扱うことができるように、モデルおよびシステムを拡張する。
- ②ゼネコンによる一式請負方式だけでなく、PM/CM方式、分離発注方式など他の発注方式へも適用でき

るように、モデルおよびシステムを拡張する。

- ③関係の深い複数の業務を1つのサブコンが担当した場合の、コストと管理手間への影響を評価できるように、モデルを改良する。
- ④多様な発注方式における工事編成の実態を継続して把握し、各種データや工事編成の事例および定石とされる知識を収集する。

5. おわりに

テーマを「建築生産における最適化問題を考える」としながら、結局、建築生産上の特徴とそこに内在する問題点をあげ、最後に2つの最適化問題例を紹介したに過ぎない。読者に建築生産の複雑さ、面白さ、なぜ経験に依存せざるを得ないかを理解していただくためである。

しかし、個人的経験が常に優位であれば、若い技術者はいつまでも経験者を超えることはできない。また、過去に豊富な経験があり、有能であった技術者も現状では必ずしもそうではない。経験を超える圧倒的な情報、技術変化、産業構造の変化が起こっているからである。経験工学から論理的な思考、論理的解の探索へ、この姿勢は建設産業にとって今後ますます重要となろう。

また、建築生産の複雑性を考えれば、必ずしも真の最適化が達成できないとしても、標準的な解が得られるようなさまざまな意思決定支援システムの開発が必要である。有能な技術者はその結果を参考に、さらに自らの知識と経験に基づいてより優れた解を探せばよい。

建築生産には解くべき課題が山積している。他分野から一人でも多くの研究者が、実務家が建築生産に興味を持たれ、参入されんことを期待したい。

参考文献

- [1] 古阪秀三, 勝山典一, 藤澤克樹, 金多隆: 建築生産情報の確定過程に関する研究, 第16回建築生産シンポジウム論文集, pp. 211-218, 2000.7
- [2] 和田祐考, 古阪秀三, 藤澤克樹, 金多隆: 建築プロジェクトにおける工事編成最適化問題に関する研究—工事編成支援システムの提案—, 第16回建築生産シンポジウム論文集, pp. 235-242, 2000.7
- [3] 則武讓二, 建築工事編成最適化問題に関する研究, 京都大学修士論文, 2001.2