

建築生産分野における最適化

01507234 京都大学 藤沢 克樹 FUJISAWA Katsuki

1 はじめに

本稿では、建築生産分野の様々な問題に対する最適化手法の適用について解説を行なう。最近では、他の工学系の分野のように建築生産分野にも最適化手法を適用する試みがさかんに行なわれるようになってきている。取り扱う最適化問題は以下の通りである。

1. 建築プロジェクトにおける工事編成最適化
2. 建築生産情報の確定工程最適化

2 建築プロジェクトにおける工事編成最適化

2.1 研究の目的

これまで建築現場の工事編成は多くの場合、現場所長などが自らの'経験'と'かん'に基づいて行ってきた。また一方で、専門工事業者の業務範囲は相当程度広がっており工事編成上の選択肢が多くなってきている。従って、流動化する専門工事業者の業務範囲を考察した現場の工事編成を経験のみに基づいて行うには限界がある。まさに、プロジェクトの規模、性格等に応じた最適な工事編成方法が求められている。例えば [2] では、建築工事編成における管理手間と管理費に焦点をあてて、工事編成の意思決定モデルを構築し、工事編成を最適化する方法を検討している。この研究では以下の項目を目的として設定している。

1. 工事編成決定要因を明らかにする。
2. 工事編成モデルを構築し、工事編成支援システムの提案を行う。
3. 現行工事編成（一式請負方式）の制約条件を検討した上で、その最適化を行い、モデルの有効性、妥当性を検証する。

工事編成決定要因には、品質、工期、コスト、管理手間があるが [2] ではヒアリング調査により、コストと管理手間に焦点をあてて工事編成モデルを作成している。建築プロジェクトの工事編成は、基本的には (1) 現場事務所長決定、(2) 作業所規模の決定、(3) 工事編成環境の把握、(4)

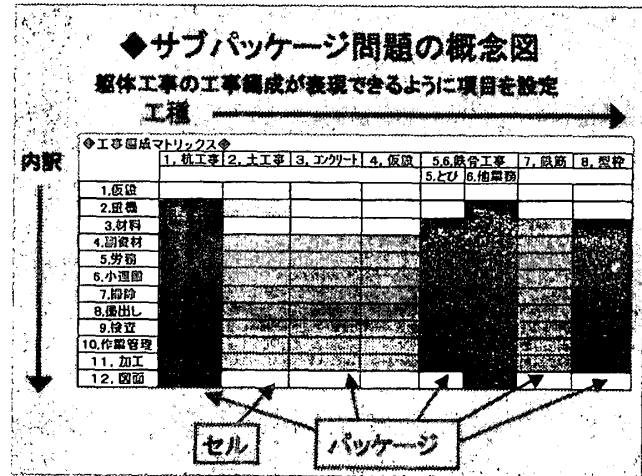


図 1: サブパッケージ問題の概念図

専門工事業者決定（サブ編成）の順に決定される [2]。本研究の工事編成モデルでは、建築プロジェクトの工事編成における (3) の一部と (4) が対象範囲となる。

2.2 建築プロジェクトの工事編成モデル

本研究は Furusaka [1] で定義されたサブパッケージの概念をもとに、複数工種における工事編成に焦点を当て、既往研究によって明らかにされた建築工事編成環境の中での工事編成モデルの提案とその検討を行う。

1. サブ編成—サブ決定の方法 商慣習上、サブ編成に2つの方法が存在する。1つは、業務範囲を先に決め、その後当該部分を担当するサブを決定する方法である。たとえば、鉄骨工事等がこれに該当する。2つは、業者を先に決め、その後業務範囲を確定していく方法である。これに該当する工種には、とび・土工事、型枠工事などがある。
2. 専門工事業者の業務展開 専門工事業者の水平、垂直両方向の業務展開への指向は、工事編成問題を定式化するための重要な前提条件となる。
3. サブパッケージ問題 本研究でいうサブパッケージ問題を図1を使って説明する。図1において、縦軸は業務の垂直展開を、横軸

は業務の水平展開を表す。縦軸、横軸によって定義される業務のブロックをセルと呼ぶ。プロジェクトはこれらのセルの担当者がすべて確定することによって実施することができる。この中で、1つの専門工事業者の業務領域として割り付けられた同じ色のセル群をサブパッケージという。サブパッケージ問題とは、これらすべてのセルの組合せの中から、専門工事業者ならびに元請が担当する管理手間、管理費が最小になるようなセルの組合せを求める最適化問題である。

図 1 の場合では、工種が 8 個で内訳が 12 個あるので、セルは 96 個必要になり、このセルに 0-1 変数を割り当てて (元請けが担当するセルには 1, 専門工事業者が担当するセルには 0), 0-1 整数計画問題として定式化して解く。[2] では、建築プロジェクトの工程を取り込んだ工事編成の最適化を行って、実プロジェクトの工事編成と工事編成支援システムでの最適化結果を比較した。その結果、最適化による工事編成と実際のプロジェクトの工事編成が一致していることが確認されている。表 1 はその実験結果である。黒いセルはこの工事では存在しなかったセル、総コストは 17,159 万円、また <1 2 6 7 8 345> は、専門工事業者 1 が工種 1, 2 が工種 2, 3 が工種 6, 4 が工種 7, 5 が工種 8, 6 が工種 3,4,5 を担当することを意味している (つまりパッケージ数は 6)。今後、さらに実用的な工事編成意思決定支援ツールを作成するためには、モデルの精緻化と入力データの精度向上をはかる必要がある。

表 1: 実験結果の工事編成マトリックス

実務結果	<1 2 6 7 8 345>							
	1. 1 工種	2. 2 工種	3. コンクリート	4. 仮設	5. 鉄骨造	6. 鉄骨造 (集積)	7. 鉄筋	8. 型枠
1. 仮設	0	1	1	1	1	0	1	1
2. 型枠	1	0	0	0	0	0	1	1
3. 材料	1	0	1	0	0	0	0	0
4. 副資材	0	1	1	1	1	1	1	1
5. 労務	0	0	0	0	0	0	0	0
6. 小遣金	0	1	0	1	1	0	1	0
7. 経費	0	1	1	0	0	0	1	0
8. 集出し	0	1	1	0	1	1	1	1
9. 検査	1	1	1	1	1	1	1	1
10. 作業管理	0	1	1	1	0	1	1	1
11. 加工	0	1	1	0	1	1	1	1
12. 閉面	0	1	1	0	1	1	1	0

3 建築生産情報の確定工程最適化

建築プロジェクトには、発注者、設計者、施工者などの複数の主体が関係する。その際、生産に関する情報は、各種図面とそれに付随する仕様書、計算書などによって伝達される。[3] では、建築生産情報確定時に設計内容の詳細検討が行われる実態、プロジェクトごとに行われてきた経験的、個人的な工夫を踏まえた上で、建築生産情報確定工程を作成すること、建築生産情報確定

工程最適化方法を提案すること、実プロジェクトへ適用しその有効性を確認することなどを目的に研究を行なっている。

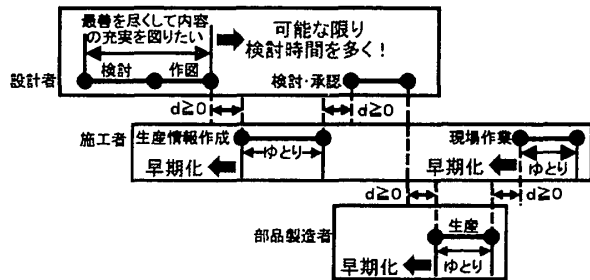


図 2: 設計者と施工者・メーカーのトレードオフ ($d \geq 0$ は時間差を表す変数)

[3] では、設計者と生産者の利害は相反するものとし、以下のような仮定をおいている (図 2)。設計者の傾向…十分に設計内容の検討を行いたいため、建築生産情報確定を遅らせる方向に働く。生産者の傾向…生産過程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を長くしてコスト低減を図ること等のため、建築生産情報確定を早める方向に働く。この利害相反への発注者の対応は、設計者の主張を享受し生産者の主張を受け入れない傾向にある。しかし、建築生産情報の早期確定によって様々な利益がもたらされることがわかれば、設計内容をより時間をかけて検討するのがよいのか、一定の範囲で早期化することによる利益を享受した方がよいのか、判断が可能になる。そこで [3] では、建築生産情報確定工程の領域とその確定工程に組み込むべきルールを明らかにしている。その後、近傍探索法を使った建築生産情報確定工程の最適化を行ない、実プロジェクトに適用した場合における最適化方法の有効性を確認している。

参考文献

- [1] S. Furusaka "Sub-package Problems of Building Construction" HABITATINTL, vol. 14, no. 2/3, pp.245-253, 1990.
- [2] 和田祐考, 古阪秀三, 藤沢克樹, 金多 隆, 建築プロジェクトにおける工事編成問題最適化に関する研究, -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 (日本建築学会), pp. 235-242, 2000.
- [3] 古阪秀三, 勝山典一, 藤沢克樹, 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 (日本建築学会), pp. 211-218, 2000.