

国内生産組織における 建築の技術発展の傾向についての考察

Study of the process of technology development related construction with integrated Japanese organizational configuration

吉田 敏*
YOSHIDA Satoshi

キーワード: 生産組織、要素間相互依存性、「アーキテクチャ」概念、組織のあり方、擦り合せ
Keywords: *Production Organization, Interaction among Components, "Architecture" Concept, Organization Configuration, integration*

要旨

日本の技術革新の歴史的側面を考えると多くの必要な視点が考えられるが、必要な視点の一つが日本の技術が持つ特性を明らかにすることである。日本の技術革新の特性を理解するためには、産業ごとに表出する設計概念、製品構成、生産過程、生産組織などさまざまな様相を一つ一つ分析し、海外の状況と比較することなどが必要である。そのためには、各様相に対する分析手法を開発することが重要であると考えられる。ここでは、建設産業を取り上げながら、生産組織間の相互依存性に着目し、その強さ、弱さから国内生産組織の持つ特性の一局面を分析する手法を開発するものである。

1. はじめに

建築に関わるさまざまな生産技術は、近年飛躍的な変貌を遂げている。そして、それぞれの技術は独自の環境の中で、個別の発展過程を形成している。その反面、ゼネコンをはじめとする我国の建築産業を担う生産組織は、その関係性に根本的な変革が発生しないまま今日に至っていると考えられる面が存在する^[1]。

本論文の目的は、我国の建築分野の生産組織がどのような特性を持っているかを理解し、その特性に基づいた生産技術の発展がどのような傾向をもっているかを分析し、そこに存在する問題点や課題を抽出することである。

2. 国内建築生産に関する生産組織の特性

2. 1 「アーキテクチャ」概念

まず生産組織の構成に注目していく。生産組織の構成に関わる要素は、技術的要素、経済的要素、政治的要素、社会的要素などが複雑に関連した背景に基づき、継時的な変遷と共に成立している。そのために、重層的で複雑な組織構成の成立過程を直接追うことは、多くの要素を重層的に扱うことになり、困難であると考えられる。そこで、本稿では人工物としての組織の基本的な性質と構成との関係性を

理解していく。組織のような人工物を理解する方法に、構成要素間の関係性を分析していく「アーキテクチャ」という概念がある^[2]。この概念は、人工物の構成要素に関する「分け方」と「つなぎ方」に着目した考え方であり、全体をどのように切り分け、切り分けられた部分をどのように関係付けるかという視点に立ち、そのパターンによって表される性質を広く扱うものである。この概念について、本稿では特に以下のように定義する。『どのように構成要素を塊り（モジュール）に切り分け、どのようにそれらの継ぎ手（インターフェイス）を設計するか、という観点から得ることができる、人工物の構成に関する基本的なルールと手法。』

「アーキテクチャ」概念は、基本的に人工物の設計行為に着目した概念であり、特に設計情報の背後にある設計思想の創り出す傾向を捉えようとしているものである。設計行為を通し、生み出されていく情報は、それぞれ複数の構成要素を持つことになる。このとき、構成要素が複雑に絡み合っており、それぞれの間に相互依存性があり、きめ細かい相互調整が必要とされるタイプのシステムを「擦り合せ型アーキテクチャ」とよぶ。また、各要素の独立性が高く、それらの要素を集めて組み合わせるだけで成り立つシステムを「モジュラー型アーキテクチ

* 公立大学法人首都大学東京 産業技術大学院大学
産業技術研究科 教授

* Advanced Institute of Industrial Technology, Professor

ャ」とする。

この概念は、人間が人工物をつくり上げていくときに必ず生じるある種の傾向を把握し、その傾向から対象となる人工物の特性を理解し、それらの特性ごとに抽出されるメリットとデメリットを把握しようとする試考である。この概念によって、現在の建築生産に関する組織体の特性を捉え、組織間の関係性を考えることによって建築生産における課題を抽出していくものである。

2. 2 建築生産組織の関係性

ここでは、実際の建築生産活動において、組織間にどのような関係性がある生産組織体が構成されているのかを理解する。そのために、組織環境を把握し、建築生産活動における工程を追いながら組織間の関係性にとって重要な要素になり得る部分を見出していく。

生産組織の構成は、基本的には契約に基づく経済的活動を基本として成立しているが、実際の生産活動の中ではそれぞれの分野やプロジェクト固有の傾向を見出すことができる。特に、組織間の役割・責任範囲に関する関係は、契約に基づく経済的活動として表出する関係性と著しく異なる場合が考えられる。つまり、契約や法規上の義務・権利と考えられる生産組織を構成する各専門業者などの役割や責任範囲と、実質的な各プロジェクト内での役割や責任範囲は異なる可能性があると考えられる。現実のプロジェクト内では、契約関係より広い範囲で組織の各構成者の役割や責任が求められている実状がある場合、本稿では、「擦り合せ型生産組織」と定義する。つまり、組織間において要素間相互依存性が高いものを「擦り合せ型」と呼ぶ。

建築生産組織は、記述の対象という面から考えると、目に見えるような物体が存在しないという点で抽象的な対象である。よって、要素となる組織間のインターフェイスが、どの程度「擦り合せ」によって構成されているかという度合いを図り知ること、表層的な生産組織間の関係性を観察しても、記述を通した理解をすることは困難である。これは、前述のように組織間のインターフェイスを考えると、契約内容や法規的な関係性のみでは説明がつかないものが含まれている可能性があるためである。理由として組織間の慣習や取引関係など様々な外的要因の存在が考えられるが、ここではその要因を捉える試考ではなく、現象を理解し、組織間の「アーキテクチャ」を把握していくことを目標とする。

表 1 現場管理者のサブコンに対する期待指数

0	管理者として全く期待していない	不必要
1	管理者として遂行をある程度期待している	期待
2	遂行は必要である	必要
3	確実な遂行が必須である	重要・必然

そのために、組織間に行き交う生産情報に基づいた状況に着目し、インターフェイスの擦り合せの度合いを理解していこうとするものである。

2. 3 管理者から見た組織間の擦り合せ

生産組織の構成を探る手法としては、実践の中に存在する組織間関係性を読み解く必要がある。そのために、ここでは、生産組織を管理していく立場の現場管理者が、施工活動の中で、組織の構成員であるサブコンに対して、各組織や組織間における義務範囲をどのように見なしているかという視点から考察していく。

研究の最初の段階として、建築工事におけるサブコンの役割として重要と考えられる行為の抽出を行った。これは、あくまでも工事全体の分析が困難なために、サブコン間のすり合わせの重要性の把握という観点から最も必要な部分を抽出することを目的としている。ここでは、国内ゼネコンに所属する建築現場管理者で、国内と英国のプロジェクトの経験がある5人の技術者に協力を依頼している。まず、ヒヤリングを通して、契約時、施工作業全般、安全性、変更、竣工後の各継時的領域の中で、サブコンの役割として重要な項目を整理し、この中から、その重要性がサブコン間の関係性に起因する可能性があるかと判断される項目を抽出していく。また、比較による相対性から国内工事の特徴を理解していくために、国内工事と英国内工事を対象としていった。

具体的には、サブコン間の擦り合わせの重要度を、質問に答える形で被験者に指摘して頂いた。ここでは基礎的な整理の段階であるために、主観を恐れず、リカトスケールを用いた数値化を試みる。具体的には、表1のように0から3までの数値によって重みづけを行い、重要性の整理を推し進めた。各人によるばらつきの少ないものを抽出する目的で、標準偏差等を用いて整理したのが表2である。具体的には、各項目について、被験者4人のつけた数値の平均値の国内工事と英国工事における差と、標準偏差の平均を算出し、各人の主観による差異を排除するために、両国間における各被験者間において数値のばらつきが大きなものを排除していった。

表2 管理者にとっての組織間擦り合せ重要行為

(4段階による重要性の指摘とその指数化)

国内工事		A氏	B氏	C氏	D氏	平均	分散	標準偏差
A契約時	1契約内容(自己責任範囲)の確認	2	2	3	2	2.25	0.25	0.50
	2他工種との責任境界の確認	2	2	3	2	2.25	0.25	0.50
	3全体工事内容の把握	3	2	3	2	2.50	0.33	0.58
	4取引関係の考慮	1	2	3	1	1.75	0.92	0.96
B施工作业全般	1(連絡調整会議にて)作業進捗状況の報告・確認	3	3	3	3	3.00	0.00	0.00
	2(連絡調整会議にて)翌日の作業内容の確認	3	3	3	3	3.00	0.00	0.00
	3(連絡調整会議にて)最善対応法の決定への努力	2	2	3	3	2.50	0.33	0.58
	4竣工日(全体工期)に対する責任感	3	3	3	3	3.00	0.00	0.00
C安全性	5作業の改善に対する取組み	2	2	3	3	2.50	0.33	0.58
	1現場の整理整頓・清掃	2	2	3	2	2.25	0.25	0.50
	2資材の保管・場内運搬の計画と実施	2	3	3	3	2.75	0.25	0.50
D変更	3作業員への安全・衛生面の徹底	3	2	3	3	2.75	0.25	0.50
	1変更に対する最善対応法の決定への努力	3	3	3	3	3.00	0.00	0.00
E竣工後	2変更工期と竣工日(全体工期)に対する責任感	3	3	3	2	2.75	0.25	0.50
	1引渡し後の欠陥に対して、契約の義務に基づく手直し	2	3	3	3	2.75	0.25	0.50
	2引渡し後の欠陥に対して、道義的観点に基づく手直し	2	3	3	3	2.75	0.25	0.50

英国工事		A氏	B氏	C氏	D氏	平均	分散	標準偏差
A契約時	1契約内容(自己責任範囲)の確認	2	3	3	3	3	0.25	0.50
	2他工種との責任境界の確認	3	3	3	3	3	0.00	0.00
	3全体工事内容の把握	2	1	2	3	2	0.67	0.82
	4取引関係の考慮	0	1	1	0	1	0.33	0.58
B施工作业全般	1(連絡調整会議にて)作業進捗状況の報告・確認	2	2	3	3	3	0.33	0.58
	2(連絡調整会議にて)翌日の作業内容の確認	3	1	3	2	2	0.92	0.96
	3(連絡調整会議にて)最善対応法の決定への努力	3	1	2	1	2	0.92	0.96
	4竣工日(全体工期)に対する責任感	1	0	0	2	1	0.92	0.96
C安全性	5作業の改善に対する取組み	2	1	1	2	2	0.33	0.58
	1現場の整理整頓・清掃	1	2	3	2	2	0.67	0.82
	2資材の保管・場内運搬の計画と実施	2	2	3	3	3	0.33	0.58
D変更	3作業員への安全・衛生面の徹底	2	3	3	3	3	0.25	0.50
	1変更に対する最善対応法の決定への努力	2	1	1	1	1	0.25	0.50
E竣工後	2変更工期と竣工日(全体工期)に対する責任感	1	0	0	1	1	0.33	0.58
	1引渡し後の欠陥に対して、契約の義務に基づく手直し	3	3	3	3	3	0.00	0.00
	2引渡し後の欠陥に対して、道義的観点に基づく手直し	0	0	0	1	0	0.25	0.50

各被験者が行った判断については、それぞれ異なった特定のプロジェクトに関する経験に基づいていることと、評価値に関する主観の相違とを考慮に入れるため、各項目の中で協力者間において評価が極端に異なるものを抽出しながら整理していく配慮が必要である。また、国内工事と英国国内工事において協力者の出した数値の差が大きく異なる項目は、両国での状況の差が大きいことを意味しているため、両国における生産組織「アーキテクチャ」について異なる状況を見出せる可能性が強いため注目することとし、両国データの標準偏差の差が大きいものを抽出していくものとする。このような作業の末、それぞれの被験者個人が持つ主観による相違を考慮し、両国の生産方法に大きな差が含まれている可能性が大きな事項を抽出したものと、表3にある5つの項目を得た。

2. 4 組織間における擦り合せの記録

次に、組織間の擦り合せ行為の抽出を試みる。組織間の擦り合わせ行為の直接的記述は、対象が表出し難いため一般的に困難である。そのために、ここでは、現場管理者にとって、前項で挙げた、施工活動において組織間の契約内容以上の擦り合せが重要であると考えられる項目に注目する。つまり、工種絞込みながら、一つのサブコンが他のサブコンに対して確認・協力等の擦り合せが義務または当然であるとする行為の抽出を試みる。なぜなら、暗黙知の中で一般化されている情報の中に、潜在化している組織間の関係性を決定付けているものがある可能性が考えられるためである。ここでは、その抽出された非表出的な擦り合せ行為数によって、組織間擦り合せの度合いを理解していくものである。

具体的には、各工種が作業上物理的に重なり合う

箇所を取り上げ、被験者は前項における4名にもう3名を加え、その合計7名にヒヤリングし、各サブコン間において期待する擦り合せ行為の抽出をYes-No方式で行った。このとき、前提とするプロジェクトの規模と内容によって期

待される行為が異なる可能性があるため、ここでは『都市部郊外における2000㎡の鉄骨造工場の新築プロジェクト』を想定した。なお、協力者間で意見が異なった場合、前項の表出事項の抽出の段階から協力頂いた4名に議論して頂き、全ての項目に関する見解を統一した。

表3がヒヤリングの一部をまとめた表の一例である。ここでは開口部周囲の作業におけるサッシュ業者を取り上げ、ゼネコンの現場管理者がサッシュ業者に対して期待し、望んでいる他工種に対する擦り合せ行為を選び出してもらったものである。そして、その数をサッシュ以外の工種も含め、まとめたものが表4である。また、他の工種が重なり合う箇所について、国内工事、英国工事の両方を対象として、関係する代表的工種に対し同様の作業を行い、まとめたものが表5、表6、表7である。いずれの場合も、擦り合せ行為数の合計が、国内工事に対し英国工事は常に小さくなっており、その内訳に注目しても全ての工種間において国内工事の期待される擦り合せは多く行われている。また、ヒヤリングから、工事規模・対象物件を変えていった場合も、同様の傾向が認められるという統一した意見も得ることが出来ている。

つまり、ここで注目すべきことは、国内の建築組織間に一様の擦り合せ型インターフェイスが存在していたことであり、国内建築工事の工種間において『擦り合せ化』を帯びる傾向があると考えられる。これらの内容によって、国内の建築生産組織が擦り合せ型「アーキテクチャ」の様相を呈している傾向があるという仮説を立てることが出来ると考えられる。

(国内工事)開口部におけるサッシュ工事業者の他工種の作業・内容・品質への関与期待内容

	額縁金物	壁仕上	天井仕上	シール
対象工種との責任境界の確認	○	○	○	○
(連絡調整会議にて)翌日の対照工種作業内容の確認	○			
対象工種を含む工期に対する責任感	○			○
対象工種部変更に対する最善対応法の決定への努力				
対象工種部引渡し後の欠陥に対して、道義的観点に基づく手直し				
小計	3	1	1	2

(英国工事)開口部におけるサッシュ工事業者の他工種の作業・内容・品質への関与期待内容

	額縁金物	壁仕上	天井仕上	シール
対象工種との責任境界の確認	○			○
(連絡調整会議にて)翌日の対照工種作業内容の確認				
対象工種を含む工期に対する責任感				
対象工種部変更に対する最善対応法の決定への努力				
対象工種部引渡し後の欠陥に対して、道義的観点に基づく手直し				
小計	1	0	0	1

表3 一工種から見た他工種との擦り合せの抽出

3. 生産過程と組織構造

3.1 生産過程と組織構造の関係性

擦り合せ型の生産物の多くは、多くの構成要素間において相互依存性が高いために、生産物構成に関わる一つ一つの技術がどのように組み合わせられて必要な機能を発揮するのかを明確に定義することができない^[3]。また、どのように要素間の相互依存性が働いているかもはっきりと説明するのが困難な場合が多い。そのために、最終的な生産物を創り上げるメカニズムにおいて、多くの構成要素間において一つ一つ相関関係を考え、相互依存性を調整していかなければならない^[4]。その反面、このような調整作業を続ければ、生産物構成システム全体で高いパフォーマンスを得ることが可能となる。一般的に、この型は産業や製品開発の初期段階で見られるものであり、このアーキテクチャの型が開発時間と共に変化し、モジュラー化していく傾向がある^[5]。逆に、モジュラー型の生産物構成は、構成要素レベルで開発・改善が可能であり、生産物全体が複雑で要素数が多い場合にはかなり利点があると考えられる^[6]。

生産組織を考えた場合、生産物アーキテクチャがオープン型の場合、それを担う生産組織は、擦り合せ型組織よりモジュラー型組織、つまり比較的明確な水平分業をした複数の組織の集合体の方が、要素技術やそれを反映させたコンポーネントを持ち寄ることによって対象となる生産物をつくりあげることが容易になる可能性が高くなる。また、前述のようにそれぞれの組織が技術開発上の様々な特定目的のための実験・試作を行うことが可能となる。全体の生産物構成が複雑な場合は、一つの組織が内部で行える開発・改善行為を遥かに凌ぐパフォーマンスが

得られる場合があると考えられる。

アーキテクチャは固定されたものというよりは、
 継時的に変化していくものであると考えられる。し
 かし、対象となる人工物の中で、組織のアーキテク
 チャの変更は困難であることが指摘されている^[5]。
 また、前章で国内の建築生産システムの特性として、
 生産組織の擦り合せ型の傾向についての仮説が示し
 たが、これは他産業を対象とした複数の分析と矛盾
 しないものである^{[3][4]}。そのために、ここでは擦り
 合せ型生産組織を中心に考えを進めるものとする。

前述のように生産物アーキテクチャは、当初擦り
 合せ型のものがモジュラー化していく傾向があり、
 その後外部環境または内部環境の根本的な変化によ
 ってすり合せ型に比較的短いプロセスで戻る可能性
 があると考えられる。ここから考えると、生産物構
 成がモジュラー型の場合、標準についての考え方が
 確立し、生産物構成要素の相互依存関係や相関関係
 がコード化されていくことになる。一般的に人工物
 を対象に考えると、構成要素間でモジュラー化が確
 立すれば、全体の複雑性の高いものでも、システム
 の中においてある塊を容易に取り替えたり、特化し
 た開発・改善をしたりしていくことができる。つま
 り、標準化されたインターフェイスは、生産メカニ
 ズムにおける統合の効率を高めることになり、その
 インターフェイスを拠り所として、代替可能な部品
 やコンポーネントを供給するサブコンや部品会社
 の間で激しい競争が繰り広げられ、技術の進歩とコス
 トの抑制を実現させることになる。

このように生産物アーキテクチャがモジュラー型
 の場合、擦り合せ型組織よりモジュラー型組織の方
 が、高い優位性を確保できると考えられる。これは、
 生産物アーキテクチャがモジュラー型を確立し、イ
 ンターフェイスの標準化が進んでいくと、多くの規
 模的優位性を持たない独立した組織が、特化した内
 容について実験や開発を行うことができるようになる
 からである。特に全体のシステムの構成要素数が多
 い場合は、一つの生産組織内部で可能な開発能力
 では技術的な知識を網羅しきれない状況になりえる。
 つまり、構成要素数の多い「擦り合せ型の生産物」
 の場合は、生産物システム全体の最適化が優先的な
 目標となり、一つ一つのシステム全体が固有の技術
 開発が進められることになるが、「モジュラー型生産
 物」の場合は構成モジュール単位の水平的な技術開
 発展開がなされていくことになる。生産物構成と生
 産組織の関係性から考えると、生産物構成に合わせ

て組織のアーキテクチャが適合していくことが各々

表 4 生産工程間の擦り合せ度合い

(国内・英国における開口周りのサブコン間擦り合せ)

(標準的サッシ周りの擦り合せ)

工種名	対象工種				他工種への 関与
	サッシ	縦線	壁仕上げ	天井仕上げ	
サッシ	3	1	1	2	7
縦線	4	1	1	1	7
壁仕上げ	3	4	4	1	12
天井仕上げ	3	4	3	3	13
シール	5	5	0	0	10
				合計	49

工種名	対象工種				他工種への 関与
	サッシ	縦線	壁仕上げ	天井仕上げ	
サッシ	1	0	0	1	2
縦線	3	1	1	1	6
壁仕上げ	1	2	3	1	7
天井仕上げ	1	2	2	1	6
シール	4	4	0	0	8
				合計	29

表 5 生産工程間の擦り合せ度合い

(国内・英国における躯体鉄骨周りのサブコン間擦り合せ)

(標準的鉄骨構造部と仕上げ・下地金物との擦り合せ)

工種名	対象工種				他工種への 関与
	鉄骨	外壁下地	外壁仕上げ	設備が外	
鉄骨	4	3	4	2	13
外壁下地	5	5	1	1	12
外壁仕上げ	5	5	1	1	12
設備が外	5	2	2	5	14
天井下地	3	2	2	5	12
				合計	63

工種名	対象工種				他工種への 関与
	鉄骨	外壁下地	外壁仕上げ	設備が外	
鉄骨	2	2	3	1	8
外壁下地	3	4	0	0	7
外壁仕上げ	3	4	0	0	7
設備が外	4	0	0	4	8
天井下地	3	0	0	4	7
				合計	37

表 6 生産工程間の擦り合せ度合い

(国内・英国における防水立上り周りのサブコン間擦り合せ)

(標準的陸屋根取り合いの擦り合せ)

工種名	対象工種				他工種への 関与
	防水	笠木	シール	縦線	
防水	1	1	1	0	3
笠木	2	2	1	1	5
シール	2	2	0	2	6
縦線	3	0	0	4	7
外壁仕上げ	0	3	2	3	8
				合計	29

工種名	対象工種				他工種への 関与
	防水	笠木	シール	縦線	
防水	1	1	1	0	3
笠木	1	1	1	1	4
シール	2	2	0	1	5
縦線	2	0	0	3	5
外壁仕上げ	0	2	2	2	6
				合計	23

表 4 生産工程間の擦り合せ度合い

(国内・英国における基礎周りのサブコン間擦り合せ)

(標準的基礎部分の擦り合せ)

工種名	対象工種				他工種への 関与
	土工事	残土処理	地盤	型枠	
土工事	5	3	2	2	12
残土処理	5	3	1	1	10
地盤	5	2	3	2	12
型枠	3	2	5	4	14
コンクリート	3	1	3	5	12
				合計	60

工種名	対象工種				他工種への 関与
	土工事	残土処理	地盤	型枠	
土工事	5	2	1	1	9
残土処理	5	3	1	0	9
地盤	5	1	4	1	11
型枠	2	0	5	4	11
コンクリート	1	0	2	5	8
				合計	48

のアーキテクチャの特性から考えると合理性を含蓄することになる。生産活動において非合理性を排除するならば、特別な戦略等が無い場合、生産物アーキテクチャを見極め、生産組織を適合させるのを優先させていくことになる^[7]。

このような関係性を記述したのが図1である。前述のとおり国内の建築生産組織が擦り合せ型の傾向があると考えられることから、表の右半分のセルを注目していく。まず、右下のセルを考えると、擦り合せ型組織と擦り合せ型生産物の関係性ということになる。この場合、統合された擦り合せ型組織において、組織内部の調整メカニズムを発達させることによって、市場における複数の組織を跨ぐ開発手法では達成不可能な複雑な要素技術の相互作用の問題を解決・整理することができる。つまり、一つの組織の内部に生産物の技術知識を集中することによって、システム全体の高効率な調整が可能となり、パフォーマンスを向上させていくことが可能となる。

これに対して右上のセルは、組織にとって対応が極めて困難な状況を引き起こす可能性を持っている。生産物構成のモジュラー化は、構成要素を独立したものとして扱うためにインターフェイスのルール化・固定化が進められることになる。擦り合せ型組織は関係組織を擦り合わされ、集中された知識・情報を持ち、それを活用することに優れており、その強みに基づいて生産物のパフォーマンスを高めていくことが出来る。このような組織にとって、モジュラー型生産物の開発・生産は、強みを活かすことが難しい。固定化されたインターフェイスは、擦り合せ型組織の強みである統合された知識・情報による総合的な生産物パフォーマンス向上という特性を合理的に活用することを阻害することになる。また、このようなインターフェイスは、各モジュールの中で独立した開発が可能で特性に関する合理性を担保しているが、擦り合せ型組織はこのインターフェイスの働きを効率的に活かすことが出来ないことになる。

3. 2 鉄骨躯体の生産過程と生産組織構造

ここでは、表4から表7の中で、最も英国と国内での生産組織間すり合せに差が生じた「鉄骨構造部と仕上げ・下地金物」の組織間関係性、生産プロセスに注目する。特に、国内の鉄骨構造体の生産プロセスに注目し、国内における組織間の擦り合せ行為と、その結果生じる生産プロセスの変化を理解して

いく。

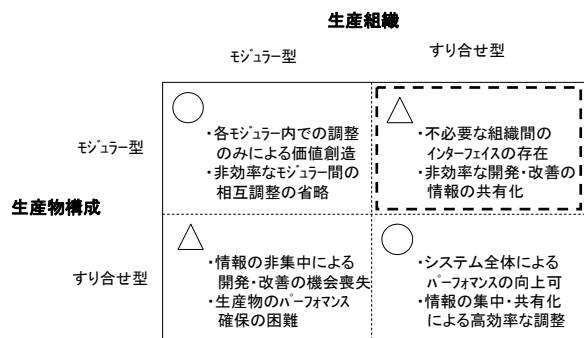


図1 生産物と生産組織のアーキテクチャの関係性
(参考文献[7]、図4より加筆修正)

前述のように、建築生産システムをはじめとした全体を簡単に理解することが困難な要素数が多い人工物システムは、基本的には抽象的であり、その構造を具体的に示すことは極めて困難である。そのため、様相という概念を用いて生産物機能、生産物構成、生産プロセス、生産組織などにシステム全体を切り分け、それぞれの様相の「アーキテクチャ」を理解していくことによって、全体システムの特質を探ることが考えられる。ここで言う様相とは、システム全体を、その構成上の特質を見極めることによりいくつかに分解したものである。各様相は通常複数の要素で構成されているため、それぞれの「アーキテクチャ」を議論することができる。

具体的な鉄骨構造体の生産システムの特質を検討していく。ここでは、建築工事における鉄骨材の主要用途である建築構造体としての鉄骨部材の製作を、ファブリケーターの作業内容を追いつながりながら考えていく。これは、鉄骨の製作はファブリケーターで行われる過程が中心となってくるためである。

鉄骨材は、一種の加工・組立製品であり、最終的な建築の中で仕上げ部位などによって覆われることにより、表出しない場合が多い。そのために各部品はその一義的な目的のためだけに組合されていくことになる。つまり、デザイン性や納まりを考える必要無く、仕上げ材下地等の二次部品が、鉄骨材に対して相互依存性が極めて限られたかたちで付けられていくことになる。生産物の構成においては、各要素がお互いに干渉するかどうかの確認が行われるが、建物全体を調整しながらピンポイントの高い要求に応えるというよりは、設計情報に従いながら部品を寄せ集めた内容となっている。つまり、つくり手か

ら見た「生産物の構成設計」では、「モジュラー・アーキテクチャ」となっている。

一方、これらを実現させるための生産プロセスで、全く逆の高度な擦り合せが行われている。前述のように、求められた期日までに、多方面から集まる設計情報を整理した生産物をつくり上げる生産プロセスを実現させているのである。工場の中では、基本的には製作される部材・部品ごとに工場内でライン化された作業工程が設計されており、それらのラインでは明確に一つ一つの作業工程が進められるが、そこですべき作業内容は、単純に完成された設計情報の落とし込みでは無く、生産工程設計段階で必要な情報を擦り合せながらつくり上げられている。つまり、「生産工程設計」は「擦り合せ型アーキテクチャ」であると考えられる。

「生産組織設計」は、基本的には自社工場内で完結する場合が多い。ただし、作業工程に影響を与える第三者機関検査については、外部組織によって執り行われる。また、まとまりが良く工場の外部に発注し易い部分だけ比較的小規模な協力会社に委託される傾向もある。これらは、それぞれの組織の役割が極めて明快であり、お互いの依存関係性が小さい。しかし、このような内容を、前項にあるように、国内の生産組織では、互いの情報や責任を共有する傾向がある。つまり、生産組織は「インテグラル・アーキテクチャ」であると考えべきである。

これらの内容を整理すると、**図2**のようになる。鉄骨材の生産に関しては、本来の分業デザインの視点からは製品構造・生産プロセスは要素間相互依存性の少ないモジュラー型であり、建築現場から切り離された工場製作のメリットを活用するものであった。しかし、前項までの分析に加え、実際の鉄骨製作を観察すると、生産組織に加え、生産プロセスも要素間相互依存性が大きいインテグラル(擦り合せ)型となっている。これは、モジュラー型・インテグラル型の双方のメリットを活かすことができない可能性を持っているということがいえる。このことについては、前述のように少なくとも静態的には経済合理性によってマイナス面の説明ができることになる。「製品構造」について、モジュラー型は開発時において他の部品などの特性を考慮する必要がなくなり、独自の技術的知識もオープンすることなく、自社製品のパフォーマンスの向上に集中すれば良いという事になる。これは、開発に関わるコストや時間の大幅な抑制に寄与し、経済的には明らかな合理性

を発揮できる可能性が高い。このとき、「生産プロセス

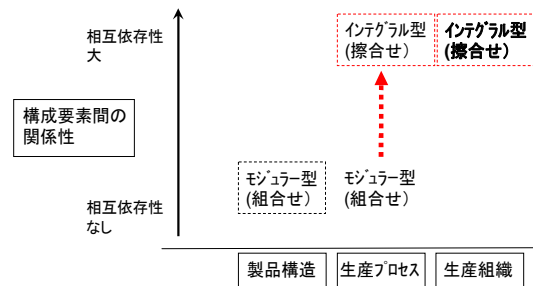


図2 鉄骨製作の各様相のアーキテクチャ

ス」が擦り合せ型であるならば、モジュラー化された製品や部品を自由に組み合わせることによって、製品構成要素群の間を統合するタスクが簡略化されることになる。しかし、「生産プロセス」が擦り合せ型の場合、製品や部品の組み合わせ方に事前に決められたルールが設定されて無く、プロセス全体を相互調整しながら、要素の擦り合わせによって構築していくことになる。

現状の鉄骨製作においては、前述したように、建築施工用の部品等に関するプロセスや外装部品のファスナに関するプロセスなど、構造体としての鉄骨の生産プロセスとは本来性質が異なる生産要素まで含む内容が形成されている。つまり、ファブリケーターの鉄骨生産においては、「生産プロセス」が擦り合せ型である。これは、タスクの相互依存性が低い部分において、濃密な統合・調整作業を行えるシステムを組んでおくことになり、機会費用の高い無駄な生産活動がなされている可能性が考えられる。

詳しく見るために実際の鉄骨製作に関する生産活動を観察すると、一つ目の「製品構造」は主要構造材に、外装用ファスナ・設備貫通孔・設備用ファスナ・梯子ピース・靱管・鉄筋孔・補強プレート等、これらも相互依存性が極めて少ない形で設置される構成になっている。しかし、二つ目の「生産プロセス」に関する設計情報は、意匠設計者、構造設計者、設備設計者、外装メーカー、設備業者、施工会社などから、ランダムに伝えられ、それらを調整する役回りがファブリケーターに課せられている。また、三つ目の「生産組織」の関係性については、生産活動におけるお互いの責任範囲が擦り合せられており、インテグラル型と考えることができる。これは、前項までの分析に加え、設計情報が集約される設計図書について、複数の組織が技術的責任および情報に

ついて明快な分担を行わない方式がとられている点から判断することができる。

具体的なプロジェクトの観察をした場合、これらの関係性を明確に確認することができる。例えば、特殊要因の少ない標準的なプロジェクトと考えることができる市街地の事務所ビルの物件（地上7階、地下1階、延床約8000㎡、2005年竣工）において、ファブリケーターの想定していた当初の工場内生産工程が180日であったが、さまざまな関連業者の設計情報の遅れによって、実質90日となっている。このような事例は、モジュラー化されていた構造用鉄骨材の製作プロセスに、本来様々な他業者に課せられた生産プロセスを摺り合わせていくことにより、設計情報の遅れという要因を生み出す結果となり、「製品構造」がモジュラー化されているにもかかわらず、単純な生産性の観点からみると、それらのメリットを生かすことができない要因を含む生産システムとなっていることが理解できる。

ファブリケーターからのヒヤリングによれば、バブル景気以前は、建築施工用の部品等に関するプロセスや外装部品のファスナーに関するプロセスなどは、その任を負わなかったが、バブル景気を経ることにより、建築量の過多によって元請組織から要請される生産プロセスに関する担当範囲が増大したものであると考えられる。つまり、図2にあるように、様相によってアーキテクチャが異なる生産システム構成の中、生産プロセスがモジュラー型からインテグラル型へ変化したことが理解できる。

このようなアーキテクチャの変化は、それが直接良し悪しの判断材料になるものではない。現在のファブリケーターが抱える問題の中に、他組織からの設計情報の遅れが、鉄骨の工場内生産プロセスに対して負荷となってきたことなどが含まれる。このような問題は、擦り合せ型生産プロセスが持つ可能性があるデメリットの表出であると考えられる。一方、情報が遅れる場合でも調整しながら全体の工期を守っていくことのできるシステムが組み立てられていることになるが、これはインテグラル型アーキテクチャに基づいてインターフェイスに柔軟性を確保することによって実現されているものである。これにより、時間とともに変化していく生産上の設計情報を、複数の組織が確認しながら把握することによって、限られた工期の中でできるだけ意思決定期間を長く確保しながら、事故の少ない生産システムを構築することに成功していると考えられることでも

きる。

4. まとめ

本稿では、構成要素間の相互依存性に着目しながら、生産組織を中心に国内の建築生産システムの特徴を分析する手法を開発し、その視点から現在の建築分野の発展における生産システムの問題点を理解するための要点を導き出した。

実社会のシステムは、多くの外的な要因の影響を受け、現状に至っている。その半面、存続してきた以上、ある合理性を含んでいることになる。最も重要なことは、現状の生産システムの特徴を理解し、その長所と短所を把握した上で、これからのシステム構築の方向性を導き出していくことである。本研究では、一つの視点からシステムを考察し、その特性を記述する手法を提示したものである。しかし、対象のシステムを理解していくうえでは、様々な外的形成要因による特殊条件を含め、総括的に理解していくことが必要になってくる。

今後は、このような分析手法を用い、各生産システムの持つ特性（内的要因）と、それ以外の環境や条件（外的要因）を整理しながら、生産物構成と生産組織構成の関係性を深く考えていく必要性がある。そのために、産業間比較により、何が特異的な要因であり、何が決定要因なのかを理解していく必要があると考えている。つまり他産業との相違点を理解することにより、建築産業の分析を深めていくことが出来る機会を得ると考えられる。このような観点から持続的な研究を行うものである。

〈参考文献〉

- [1] 金本良嗣編、『日本の建設産業』、日本経済新聞社、1999
- [2] Ulrich, Kirl, “The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm,” Research Policy, 24, pp.419-440, 1995
- [3] 藤本隆宏、『日本のもの造り哲学』、日本経済新聞社、2004
- [4] 青島矢一、武石彰、「アーキテクチャという考え方」、『ビジネス・アーキテクチャ』、有斐閣、pp27-70、2001年 Herbert A. Simon、The Sciences of the Artificial, The MIT, Press、1996
- [5] ヘンリー・チェスブロウ、楠木建、「製品アーキテクチャのダイナミック・シフト」、『ビジネス・アーキテクチャ』、有斐閣、pp263-285、2001
- [6] 青木昌彦、「産業アーキテクチャのモジュール化」、『モジュール化』、東洋経済新報社、pp3-31、2002
- [7] 吉田敏、野城智也、構成要素の特性の変化に伴う建築生産技術と生産組織の動的な適合関係、日本建築学会計画系論文集第598号、2005年12月、pp189-196