

木造軸組工法における躯体の部品化に関する研究（梗概）

藤澤 好一 大野 勝彦
安藤 正雄 松留 慎一郎
松村 秀一 遠藤 和義

目 次

はじめに

第1章 研究の背景と枠組み

- 1-1 軸組部材の加工技術の変遷
- 1-2 木材・部材の流通・付加価値ポイント
- 1-3 大工技能の分解と機能転化
- 1-4 木造住宅の生産組織の発展過程（略）
- 1-5 調査研究のフレームとフロー

第2章 地域ビルダーの発生と躯体の部品化

- 2-1 木造住宅生産供給形態の多様化
- 2-2 地域ビルダーの業務類型
- 2-3 木造住宅生産供給形態と躯体の部品化の可能性

第3章 木造軸組工法における躯体の部品化、そのタイプロジー

- 3-1 プレカット工場の成立・分布
- 3-2 プレカット工場の生産実態概要
- 3-3 プレカット工場の類型化
—要素技術の組立て—

第4章 躯体の部品化、その工程要素技術

- 4-1 構造設計・生産設計
- 4-2 材料流通・材料管理
- 4-3 墨付け・加工工程
- 4-4 出荷・現場建方

おわりに

はじめに

木造軸組工法は、わが国の伝統的な工法・技法を継承しつつ、全国津々浦々の材木店、大工・工務店などの極く身近な生産供給主体によって担われてきた。こうした在来工法とよばれる地域ごとの生産システムも全国流通の建材・部品、工具・機械、情報の普及により戦後の高度成長期を経て、大きく変貌してきたが、さらにメカトロニクスをはじめとする技術革新の波が押し寄せている。

木造軸組部材のプレカット化はそうした動向の一つであり、この10年の動きには目をみはるものがある。近年では、CAD-CAM 対応のラインも稼働しはじめ、単に部材加工の自動化・合理化という領域にとどまらず、設計から施工管理、企業経営などの周辺あるいは全生産システムに及ぼす影響は極めて大きなものになりつつある。

また、木造住宅の生産供給主体の分布からみれば、近年、全国各地域で活発な動きを見せている「地域ビルダー」も、見逃せない。年間数百戸を生産供給する地域ビルダーのうち、相当数がプレカット工法を導入しているからである。

本調査研究は、これらプレカット技術の導入をめぐる、在来生産システムにどのような変化・変容をもたらすか、その状況と動向を調査把握することが当面の目的である。それをもとに、限られた地域において成立している小規模生産システムにこれらメカトロ技術を手段として適正生産規模という概念を見出し得るのか、あるいは、生産性を推し量る評価以外にも、技術・技能の質的側面、さらには経営、地域の経済・社会に寄与し得る要素があるのか、あるとすればどのようなものなのか、等々、観点は限りなく広がる。しかし、本報告では、当面の目的である現状把握に関するプレカット工法の工程技術要素を工場ラインとその周辺に介在する「もの、ひと、情報、工程、組織」などの面から、できるだけ詳細かつ客観的に調査観察、記録分析し、全国に散在するさまざまなシステムのなかから普遍的ないくつかの類型を摘出、考察することとした。

第1章 研究の背景と枠組み

1-1 軸組部材の加工技術の変遷

わが国の伝統的な仕口継手形状の一つである蟻形、鎌形に倣って機械切削刃が回転しながら円弧状に移動し、刃の交換によって男木、女木双方を極めて短時間に加工してしまう自動仕口加工盤、いわゆるプレカット機械が誕生したのは、昭和50年であった。この機械を開発したメーカーは、翌年、中小企業向け自動化機械開発賞を受けている。それまで、大工・工務店あるいは材木店の刻み場には、据え置き型の自動角ノミ盤や溝切り機などが導入されていても、各々が単独に設置され、ラインを構成するものではなかった。

図表1-1が示すように、このメーカーはその後、次々と新機種を発売し、この10年の間に百五十を上回るプレカット工場ラインを納入し、それによって生産される軸組は少なくとも年間15,000棟は優に超えるものと推定される。他にも同様な機械メーカーが数社あるので、プレカットによる全生産棟数は20,000棟をかなり上回ると推定される。このメーカーのこの10年の開発のあとをたどってみると、開発後5、6年で機械そのものについては主要なラインナップを終え、様々なロット対応のための機種として、自動機から手動機、複合機・汎用機から専用機をそろえ、かつ、様々な地域性対応あるいは製品差別化対応の動きが見られる。そして、近年ではプレカット加工のための情報入力・制御に直接連結する加工図・構造図、さらにはその前工程の住宅設計とのシステム合戦にもおよぶソフト絡みの展開も活発である。

プレカット工場をここ10年で急速に増大させる直接的な動機として、軸組部材の加工精度の向上、品質の安定が大きいとされている。大工技能者の不足・高齢化、技能の低下ということが、その背景にある。そして、それに至った要因として、電動工具の出現とその後の急速な伸びが挙げられる。これによって、技能がどれだけ低下したかについては、生産性の要素をどう扱うかで、評価は難しいが、上手と下手の差を縮め、平準化させ、習熟によって成り立っていた大工技能を大きく変容させたことは確かであろう。

プレカット機械が、定置型のライン形成のものであるのに対し、これら電動工具は携帯用の可搬型の動力つき工具である。この工具の出現により高度成長期の住宅ブームの現場生産性を大幅に高めたことは、当時の住宅需要の伸びに対し大工技能者の伸びが追従していないことから見ても明らかである。図表1-2は、電動工具の最近までの推移をみたものだが、最近の傾向としては、電気鉋・鋸の需要が頭打ちであるのに対し、コードレスの電気ドリル・ドライバーといった組み立て工具の伸びが目立つ。現場仕事は、よりハンディな工具で簡略に、

そして、工場、下小屋ではより加工度、部品化度を高める傾向の裏付けとして読み取れる。

しかし、電動工具の発達普及は、流れからみると軸組み加工が大工仕事の領分であることを前提としたものであり、プレカット機械の出現は明治に始まる製材機械、木工機械の延長上にあるもので、生産手段としての位置づけは、どちらかと言えば木材側にシフトしたことになる。

図表1-3は、木工機械の発達過程を示したものであるが、明治における製材機械の導入期には、木挽職の抵抗が大きく、全国各地で争議発生記録がある。新しい技術が生産の現場に導入されようとするとき、旧来の生産手段に依拠する関係者への影響は極めて大きいものがある。組織、企業に所属しない技能者や細少な個人経営者にとっては、その技術的、経営的基盤を揺るがすことになり、さらに生産システムをはじめ、社会経済の価値体系にまで及ぶことは、これまでも歴史のなかで際限なく繰り返されてきたことではある。

図表1-1～3は、わが国の近代における木加工技術を機械化の象徴的な側面からとらえ、これらの流れから2章以降で生産技術がもたらす職域の分化、工程の分担関係、組織体系の変化、影響を考察するための基軸として位置付けられる。

1-2 木材・部材の流通・付加価値ポイント

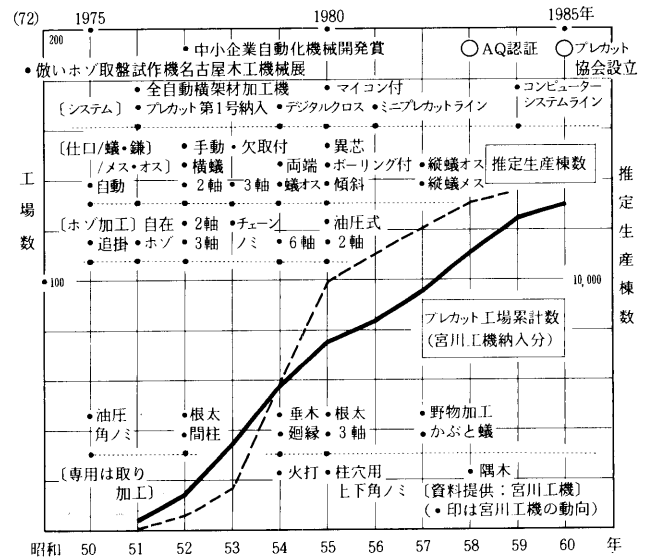
西岡常一氏は「木を買わずに山を買え」という法隆寺大工口伝のことをその書「法隆寺を支えた木」で述べている。大工技能のなかでも、木材の選別眼はとくに重要な機能である。それを極めようとするれば、こうした口伝となるのであろう。

しかし、木材を扱い、加工し、組み立てる木造軸組工法における付加価値のポイントは、生産手段の一部である先で示した機械・工具の発達過程からとらえても、現場からのかい離と大工技能の領域からの分化過程がとらえられる。

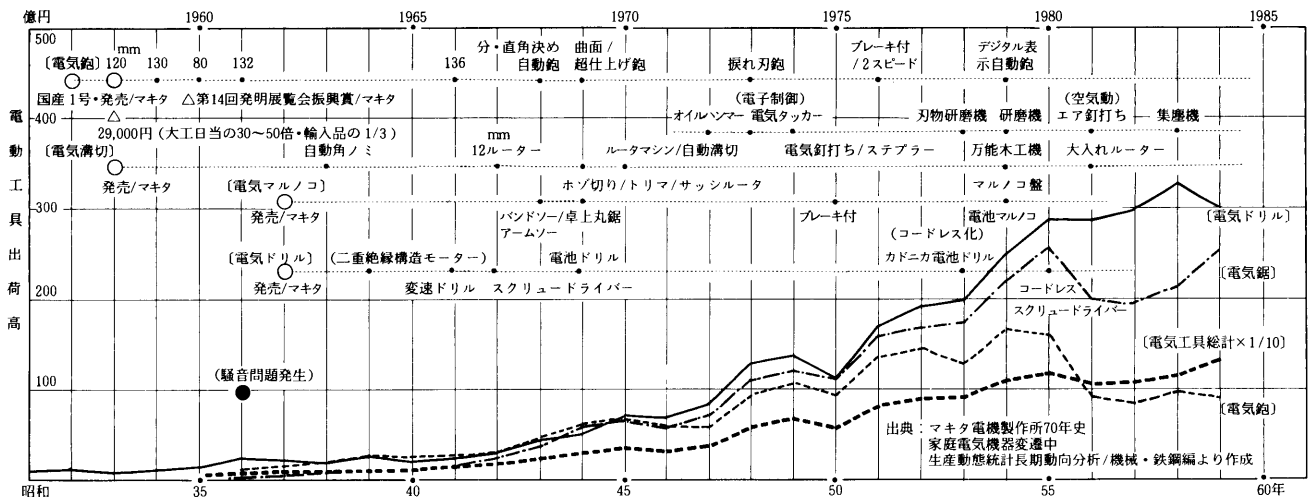
木材をどの段階で取り込み、どのような手段を用いて加工し、どれほどの付加価値をつけて後工程へ送るかが、木造軸組工法に関わる生産組織の性格をかなり規定する。生産にかかわる技能者の性格についても同様である。例えば、近世の職人階層を更に、居職と出職に二分する捉えかたがある。自らの仕事場で仕事をするか、出先でするかを生産の場による定義である。居職は、問屋を介して仕事をし、その技能を評価されることで生業となっていた。問屋は流通を押さえ、生産に対してもその支配力は大きかった。一方、出職は、出入り筋、得意筋と直結し、旦那場での仕事の主であった。この場合の材料は、支給によるものだろうが、選別を含む技能、つまり生産手段は職人側にあった。こうした居職と出職の対比の中

で、生産を促す側、生産の場、生産手段をもつ側、の諸要素を整理することができる。

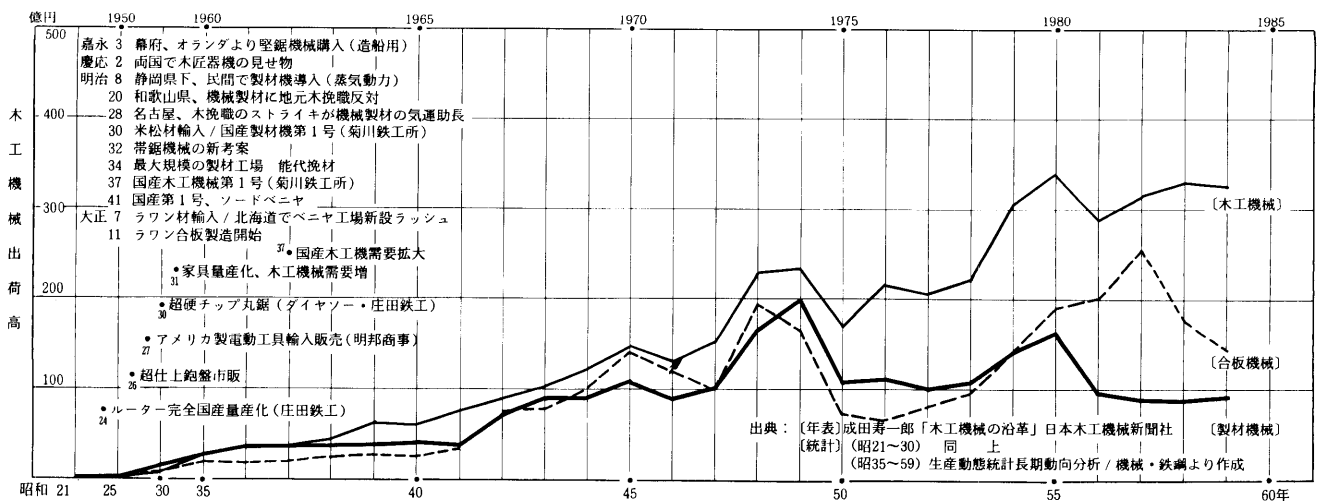
さて、木材の生産地から最終需要地に至る加工あるいは中継地点、すなわち付加価値・流通の段階のなかで、本調査対象であるプレカットの立地ポイントを概念的に図示したのが、図表1-4である。大別して、産地側からの展開と需要地側からの展開との流れがあり、プレカット工場（サブシステム）とその製品（部品）が、生産組織上、どのようなポジションに位置づくのかを捉える概念マップである。



図表1-1 プレカット機械の推移



図表1-2 電動工具の推移



図表1-3 木工機械の推移

1-3 大工技能の分解と機能転化

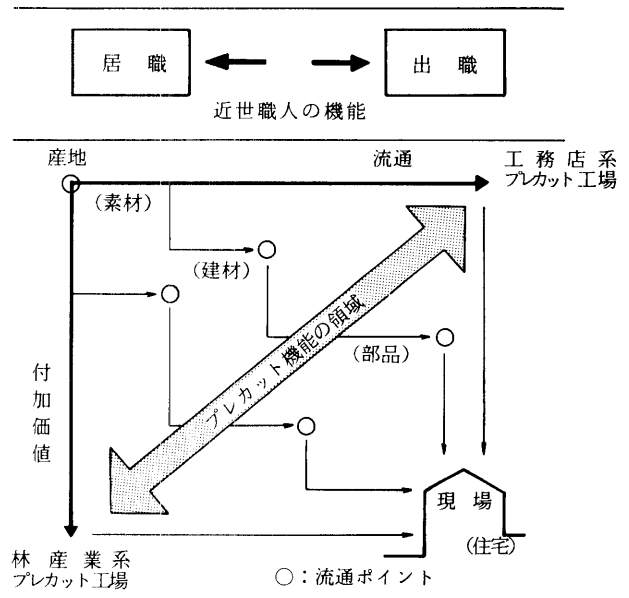
“技術は客観的、技能は主観的・個人的で熟練により獲得したもの”（中岡哲郎「人間と労働の未来」中公新書）であり、それ故、工程の能力の大部分が職人のものであった時代は、“自らの腕をたずさえてそこを立ち去る自由”があった。直接的な技にとどまらず大工技能の領域は、棟梁・マスタービルダーとよばれるように組織の統括能力をはじめ、設計・意匠力にもおよぶ腕・頭・心の総合能力を備えてきた伝統がわが国にはある。

そうした技能要素を幾つかの文献から抽出一覧にしたのが図表1-5である。プレカット機械の導入によってこれらの技能がどのように分解され、置き換えられていったのか、そして、残された部分は何なのか、この図表はそのための下敷きとして位置づけられる。プレカットラインを観察すると、この技能の分解は消滅と残存に二極化される。軸組加工の腕の部分については、消えたのは技術として機械と情報類に吸収された部分であり、残ったのは、機械化され難い部分か、機械がやり残した補助的な作業である。何れにしても、単調な極めて局部的作業である。

知的要素についても同様で、機械への置き換えが最も遅れたのは材の選別、墨付けの工程である。小規模なラインでは、この工程がベテラン大工の主要な担当部分となっている。

今回の調査の主要な部分は、こうした熟練の腕が機械・情報に吸収され、それを支える技術体系に置き換えられ、それを組織が所有する生産システムにあって、細分化された工程をどのようにつなぎ、コミュニケーションを円滑にし、組織体としてのまとまりを形成しているかを知ることである。

また、軸組部材の部品化が、組織体としての機能、すなわちメーカー、サブシステム、デベロッパー、ビルダーといった組織レベルによって、どのような方向にむかうのかを窺うことも狙いの一つである。



図表1-4 プレカット工場の立地とその機能

工程段階	大工技能のうちの*2			一人前の大工職人の 具備機能*3
	所要工数*1	「知」要素	「腕」要素	
設計・ 施工図	間取り図	人時/48坪 (人/坪)	空間イメージ能力 空間構成能力	②図面が分る
	絵図板	3.45	板図, 柱状, 尺杖製作	
	木拾い表		構成部材算定 樹木に関する知識	③図面から積算が できる
材	材料調達		木材性状の精通 乾燥状態の判断 適材適所の使用	
	材料選別		腹/背 本/末 表/裏 配列 見え掛り/隠れ 規矩術・木割り術 OJT指導育成	
加	墨付け	159.56 (0.44)	指矩さばき 墨付け	①基本的な技能が ある
	道具持え		研ぎ, 手入れ 手直し, 調整 道具扱い リズム, テンポ	
	加工	306.56 (0.85)	材性状と加工法	
工	養生 運搬	12.40 (0.035)	精度品質チェック	⑥段取りができる ⑤人が使える ⑧出来形と金額, 請求書の査定が できる ⑦他の職方と手順 仕様の交渉がで きる
	建て方	(0.125)	建方手順 儀式司祭	
	現場 施工	造作	1739.0 (4.83)	
	他職種 との調整		指示, 監理 総合性	

- * 1 池 浩三「大工の労働—その労働様態の技術論的素描」群居No.4
東濃大工の伝統的な生産過程の描写から主として抽出
- * 2 池 浩三「岐阜県東濃地域の在来工法による住宅生産の実態—第2.3報—」建築と工作 7901.8104
昭和52年調査結果（床面積48坪/加工は角のみ機、プレーナー、丸鋸台等の木工機械と電動工具を併用）
- * 3 田中文男「木造住宅生産体制への注文」住宅建築 8307
大工の技能を8階級のランクで処遇するという提案

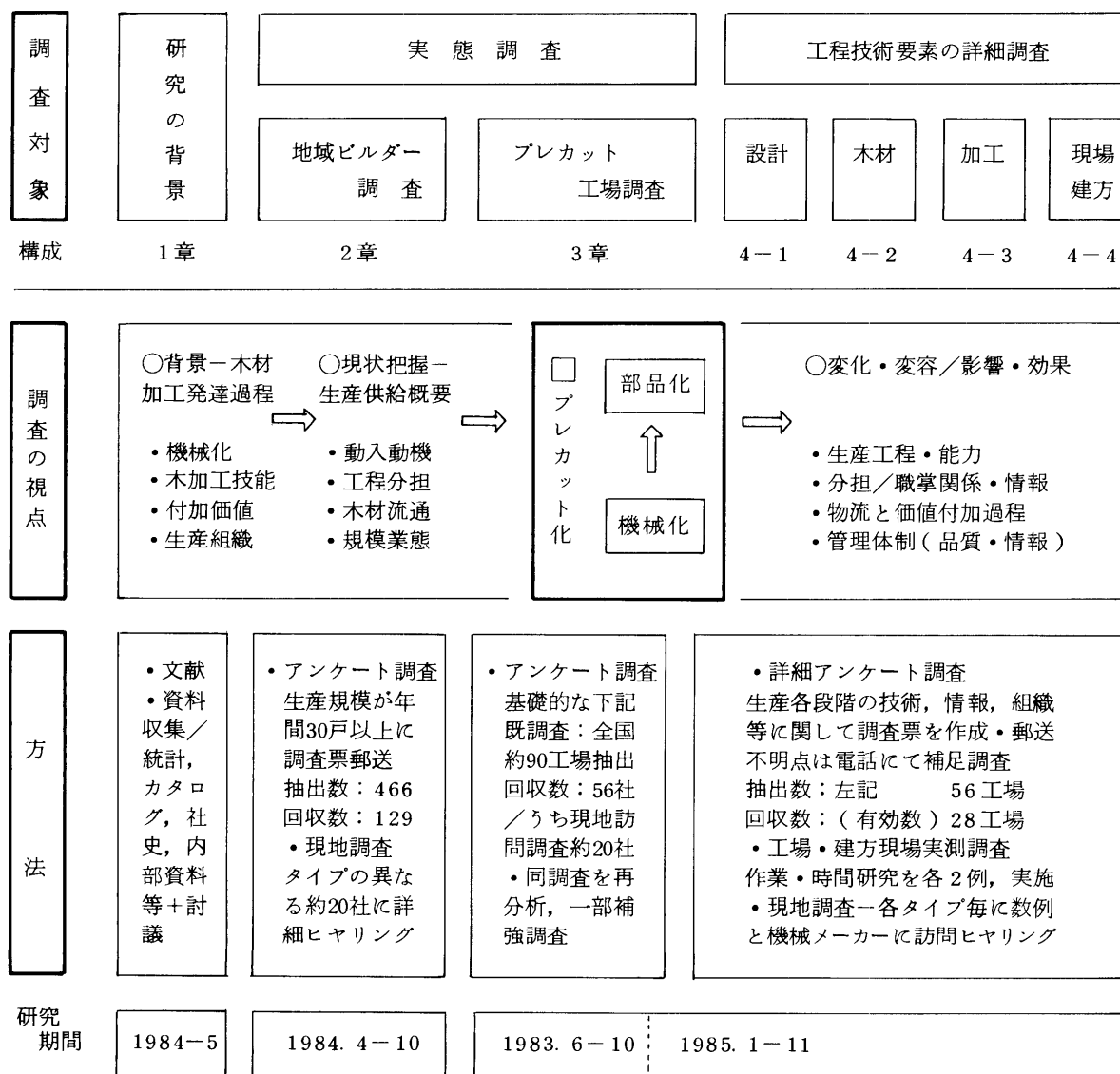
図表1-5 伝統的・在来的大工技能

1-5 調査研究のフレームとフロー

本調査研究の背景を述べるなかで、調査の視点についてはその都度触れてきた。これらをもとに本調査研究の構成と方法・時期などを集約的に図式化したのが図表1-4である。

わが国全域において、極めて恣意的に営まれている木

造軸組工法による生産システムの、地域性も含めての技術的、経営的基盤の網羅的な実態把握は容易ではないのだが、調査にあたっては、できるだけ鳥瞰的な構図をもとに、わが国における在来木造住宅の生産供給システムの全貌を解明する足掛りとすることを根底においた。



図表1-6 調査研究のフレームとフロー

第2章 地域ビルダーの発生と躯体の部品化

一口に木造軸組工法による住宅といっても、その生産供給形態は極めて多様であり、それが現代の木造住宅生産の大きな特徴の一つとなっている。躯体の部品化に代表される生産システムの変化について考察を行う時、この多様性に対する正しい認識を欠如したままを進めれば、その方向性を見誤る危険性が大きい。

しかし、こうした生産供給形態の実態は必ずしも明らかにされておらず、特にプレカット方式による躯体の部品化の可能性が高いと考えられる「地域ビルダー」クラスは、調査研究対象として取上げられたことも殆どなく、その実態は明らかにされていない。そこで、ここでは1984年に行った調査に基づき、その実態を明らかにし、それを躯体の部品化の方向性との関連に於いて論ずることとする。

ここで「地域ビルダー」とは、大工、工務店よりは規模（年間生産戸数）が大きく、全国展開の大手住宅企業（以下全国系企業と呼ぶ）よりは規模の小さい、木造軸組工法による住宅の生産供給主体を指し、設計や営業の専門スタッフを擁する分業体制により大工、工務店と、又限定された地域で活動していることによる地域密着性により全国系企業と、各々区別される。目安としては、年間生産戸数30～1000戸の生産供給主体である。本論の

分析は、1984年に上記の枠に従って行なった「全国地域ビルダー概要調査」（調査シート送付先：446社/129社分シート回収、内有効回答108）の結果に基づくものである。

ここで前提としている「地域ビルダー」概念は、生産規模が年間30戸の者から、年間1000戸の者までを含んでおり、その幅はかなり広い。しかし、年間30戸のビルダーと年間1000戸のビルダーでは、その業態にも、能力にも大きな開きがあるのは当然である。そこで、地域ビルダーの業態を類型化する上では、先ず第1の指標として生産規模をとることが考えられる。

一方、地域ビルダーには、建売住宅を主に生産供給する者と注文住宅を主に生産する者とが混在しており、この業務比重は、業態を左右する重要な指標と考えるのが適当である。そこで第2の指標として、この比重を示す注文住宅戸数比率（年間に生産供給した新築住宅の内、個人から依頼される注文住宅の比率）をとることが考えられる。

本論では、この2指標を各々縦軸、横軸にとって、昭和54年時点と昭和58年時点での分布状況を分析し、図表2-1のような地域ビルダー・7モデルを仮説として提示した。この各々のモデルは図表中に示したような特徴をもつ点で相互に区別される。

このように様々な規模、業域を示す「地域ビルダー」グループを、7種の類型に分類し、より明確な形でその

	A - 年間生産戸数 600 戸以上 - 地域内推定シェア 3 %, 年間生産戸数 900 戸とすると成立するのは 2 大都市圏のみ - 不動産系業者が建売から参入		600 戸/年以上
B 1 - 年間生産戸数 250 ～ 400 戸で建売住宅主力 - 地域内想定シェア 3 %, 年間生産戸数 300 戸と仮定すると地方都市 2, 3 のエリア圏で成立 - 不動産、デベロッパー出身	B 2 - 年間生産戸数 250 ～ 600 戸で建売、注文をバランスさせている - 成立エリア圏は B 1 と同様 - 不動産・デベロッパー等が中心で注文にシフトしたものが多	B 3 - 年間生産戸数 250 ～ 600 戸で注文住宅主力 - 成立エリア圏は B 1, B 2 と同様 - 建設業、材木業出身が中心で注文住宅から参入したものが殆ど	250 ～ 600 戸/年
C 1 - 年間生産戸数 30 ～ 200 戸の小規模なもので建売中心 - 想定シェア 3 %, 年間生産戸数 100 戸とすると、建売主体でも地方都市で十分成立 - 不動産・デベロッパー出身	C 2 - 年間生産戸数 30 ～ 200 戸で、建売、注文をバランスさせている - 成立エリア圏は C 1 と同様で、地方都市、郡部でも成立可 - 建設業出身が中心	C 3 - 年間生産戸数 30 ～ 200 戸で注文住宅主力 - 成立エリア圏は C 1 と同様で、地方都市において最も多く存在するタイプ - 建設業出身が中心で、工務店に近く、注文住宅専門が多い	30 ～ 250 戸/年
建売 80 ～ 100 %	バランス域	注文 80 ～ 100 %	

（実態調査を基に類型化した結果のみを示した。）

図表 2-1 地域ビルダー 7 モデル

業態を捉えることができる。しかし、木造軸組工法による住宅は、ここで言う地域ビルダーによってのみ生産供給される訳ではなく、より大規模な一部の全国系企業やより小規模な大工、工務店によっても生産供給されている。従って、木造軸組工法に於ける躯体の部品化について考える上でも、本来これら全ての生産供給業者についてある程度明解な業態イメージが必要となる。

ここでは、こうした本研究の限界を踏まえた上で、木造住宅供給業者の業態と躯体の部品化の可能性がどのような関係にあるかを、実態調査分析によって見極め、次章以降で展開するプレカット工法を対象を絞った調査研究及びプレカット工法の躯体の部品化手法としての位置付け、方向性に関する考察の基盤としたいと考える。

但し、プレカット工法による躯体の部品化が、ある程度の生産量のまとまりがなければ成立し得ないことを考えれば、ここで対象とした地域ビルダークラスがプレカット生産の適正規模を検討する際の有力なモデルと考えられる。

図表2-2は、躯体の材料である木材の仕入れ先と加工拠点が、木造住宅の生産供給主体の業態によってどう異なるかを、今回調査対象とした地域ビルダーについて明らかにしたものである。縦軸にとったのは、先述した地域ビルダーの業態類型7モデルの内、サンプル数の少

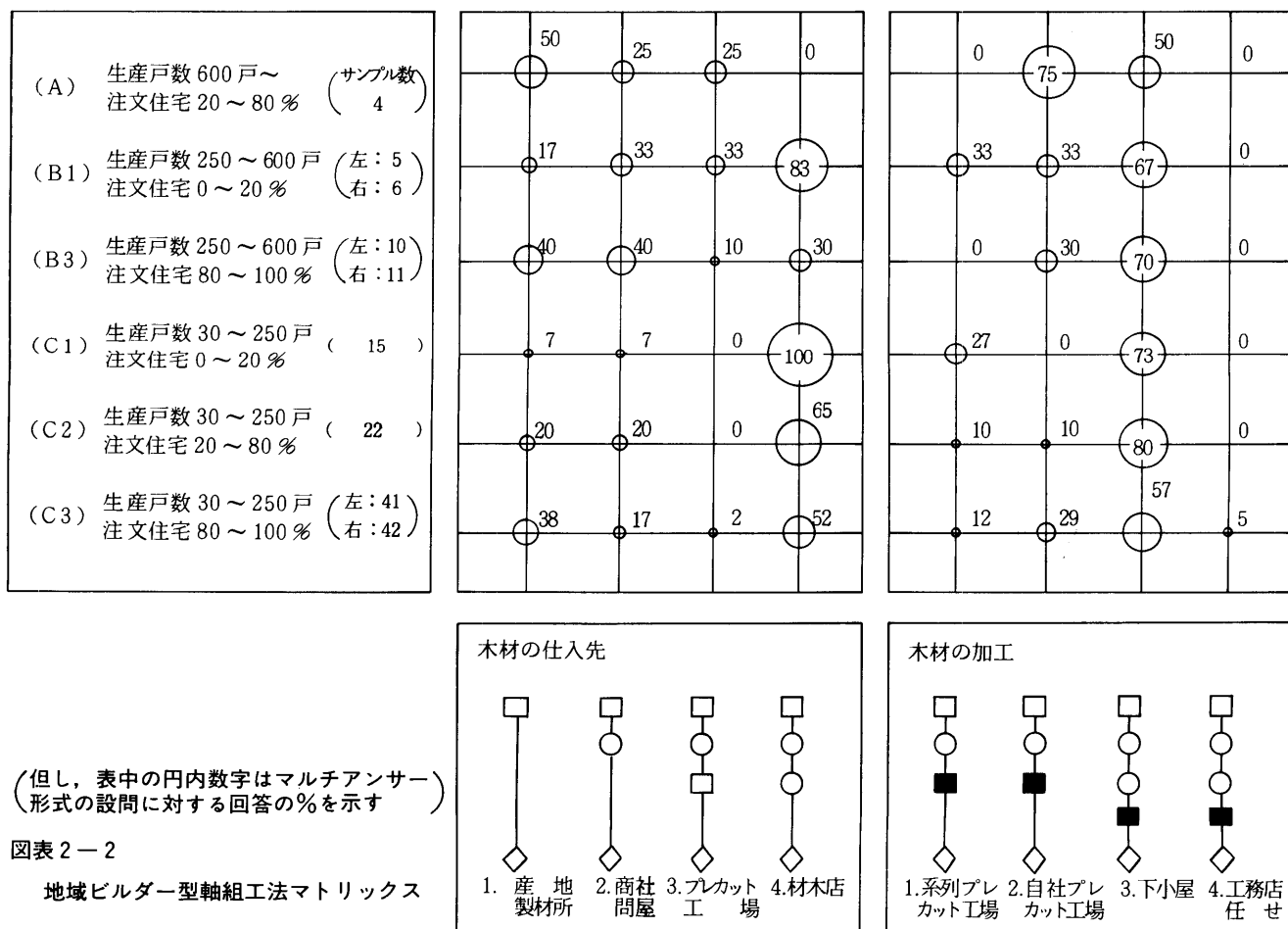
なかったB2モデルを除いた6モデルである。ここでは、木材の加工拠点についてのみ考察する。

全体の70%は従来通りの加工方式によるものであり、その殆どは自社の下小屋での加工を行っているが、プレカット工場での加工を採用しているケースも全体の1/3以上に達しており、地域ビルダークラスでプレカット工法が浸透しつつある状況が窺える。

プレカット工法の採用比率は、やはり生産規模が大きくなる程高くなる傾向にある。但し、注文主体の小規模ビルダーのC3は特殊であり、生産規模が小さいわりにプレカット工法の採用比率、特に自社工場を持つ比率が高い。これには、材木業出身のビルダーが多いこと、木材の供給元の近くに位置するビルダーが多いことが影響しているものと考えられる。

又、建売主体のビルダーでは、自社工場よりも社外の関連プレカット工場を用いるケースが多く、注文主体のビルダーでは、逆に自社工場以外のケースは極めて少ない。これは、建売住宅が比較的規格にのり易く、加工情報の伝達・処理が容易であることに関係しているものと判断するのが適当であろう。

いずれにせよこのクラスでは、規模の小さい者にもプレカット工法が採用されていることが明らかになった。



第3章 木造軸組工法における躯体の部品化、そのタイポロジー

本章は、本研究の基礎的調査として1983年に行なったプレカット工場調査の結果（図表3-1）に基づいている。

プレカット工場は、その企業の出身業種、供給先、規模など様々であるが、基盤業種が材木店等材木流通業であるものと、工務店、建売業者等住宅供給業であるものの二つに大別することができる。

前者は、付加価値向上による木材販売促進を主目的とするものが多く、過半数は大手住宅供給業者に納入する流通加工業として位置付けられるが、現時点では既に工務店或いはビルダー化して自社使用とするものが半数近く見られる。一方、後者は加工作業の省力化と加工精度を含む品質向上を主目的とするものが多く、殆どは自社向け加工部門である。他に少数だが、材木業と大工、工務店数社が集まり協同組合形式をとるものが見られる。

プレカット工場の生産実績は、前者後者とも年間50棟以下のものから年間500棟以上のものまでバラツキがあるが、年間120棟以下のものが過半数を占める。55年から57年にかけての全体平均を見ると顕著な増加傾向が見られ、55年 128.2棟／年から57年 183.9棟／年と2年で約1.5倍に増加している。この数字からプレカット工法の定着傾向を指摘することができると同時に、その年間生産戸数の分布が地域ビルダーのそれとほぼ重なりつつある（今回調査した地域ビルダーの平均年間生産戸数は174戸である）こと、即ち地域ビルダークラスの住宅供給業を中心にプレカット工法が定着しつつある傾向を読みとることができる。

以上の様に、プレカット工場の生産規模にはかなりのバラツキがあるし、自社使用の材を加工するものと、加工材を販売するものと、業務の位置付けにも様々なものがある。従って、以降の分析を行なう上でも、全ての工場を一様に扱うのは難しく、又適当ではないと考える。

そこで、ここでは、プレカット工場の業態を特徴づける指標として、生産規模とプレカット部材の購入先比率の2つを挙げ、これを2軸にとり、業態の類型化を試みた（図表3-3）。両指標の値のわかっている45工場を座標上にプロットし、その分布状況から、図に示した4つのタイプに分類することとした。

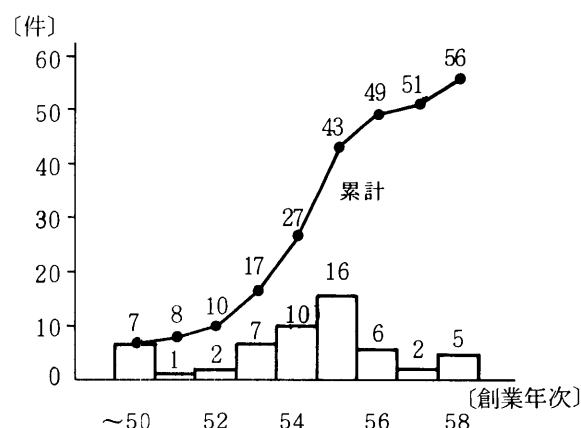
この類型毎の特徴を、「躯体の部品化」という視点からより明確にし、次章の詳細な分析に繋げるために、ここでは、木造軸組工法の躯体に関わる要素技術を取り上げ、その組合せの様相が類型毎にいか異なるかについて整理をしておきたい。

図表3-4は、各類型の典型事例を取挙げ、各要素技術が、誰によって、どのような方法で付加されていくのかについて、そのプロセス、分業体制、管理基準等を、

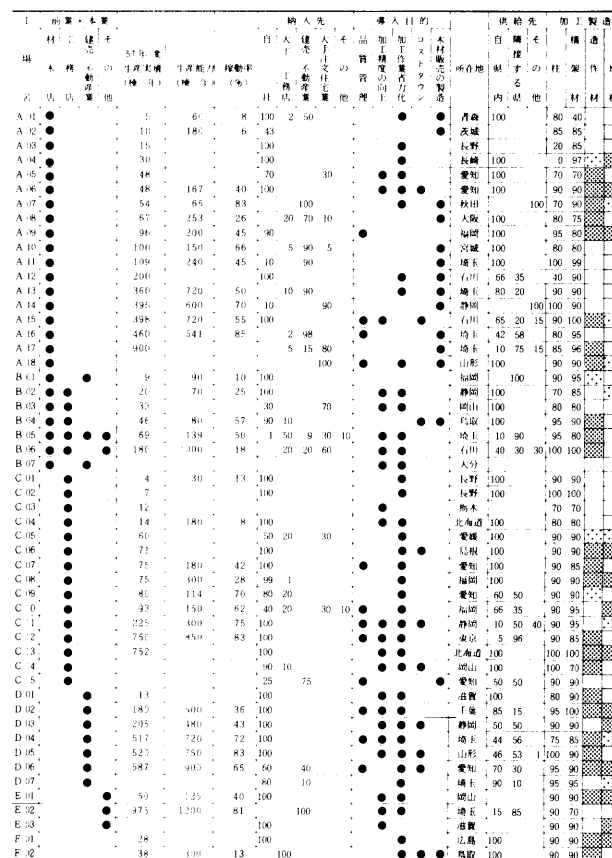
わかり易い形で整理したものである。以下に各類型毎の特徴と問題点をまとめることとする。

(1) タイプI：大手下請型プレカット工場

構造設計（伏図作成）までの機能を持たず、部品展開（木拾、加工図作成）から加工、出荷までの機能を分担するケースが多い。従って、主たる機能は木材の仕入れ、機械加工であり、墨付けや手加工などを担当する大工担当者を置くケースも比較的少ない。その意味では、継手仕口位置の決定、部品展開における建方順序への考慮、墨付・加工時の材の使用方向の考慮など、部品化により大工棟梁の技能を裏付けるノウハウが欠落しがちになる



図表3-1 プレカット工場の創業年次・工場数の経年変化 [56工場]



図表3-2 プレカット工場生産実績

傾向がある。又、生産規模については同程度のタイプⅡと比較して、ラインの体制も専門的に分化しておらず、管理体制も他律的な傾向がうかがえる。

(2) タイプⅡ：地域ビルダー型プレカット工場

このタイプでは、住宅生産供給上の効率的な生産手段としてプレカット工場ラインが位置付けられている。従って、資材管理、加工工程管理に関するマニュアル類の整備、工場ラインの配置要員の専門分化を図りながら、品質管理体制の整備が比較的浸透している。材の選別、墨付け、手加工などには、経験豊かな大工経験者をあてて補完している。しかし、ラインの改良進展にともなって、これらの技能の機械やマニュアルへの転換が進展している。工場における業務範囲を、構造設計、現場建方までを含む範囲にしているケースも一部に見られ、木造軸組サブシステムメーカーとして、他社向け部材供給へと業域を拡大する可能性も十分に有る。

(3) タイプⅢ：材木店型プレカット工場

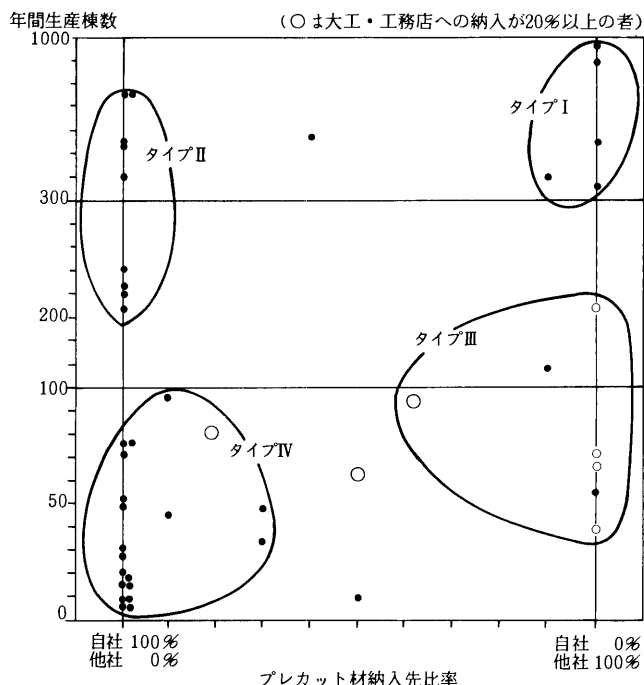
このタイプでは、部材の供給が比較的不特定で複数になることが多く、安定的、効率的な生産体制をとりにくい状況にある。特に、受注先の要求条件に幅があり、構造設計機能まで関与することがない場合では一律的かつ自律的な管理体制をとりにくいケースが生じる。従って、機能の範囲(工場側がどこまでを行なうか)、様々な管理標準の設定を最も必要とする業態であると見做すことができる。

(4) タイプⅣ：工務店型プレカット工場

このタイプには、特に生産規模の小さい(実績ベースで年間10棟を切る者も複数見られる)工場が多く、刻み作業が機械加工に変化しただけの形態をとるケースも多い。従って、伏図作成(従前の絵図板)、木拾い、材の選別、墨付けなどについては、大工個人の経験、資質に負う傾向が強く、プレカット導入以前の従来型の管理体制に近いものと見做すことができよう。現場で建方を行う大工がプレカット工場で墨付けを行うなど、工場と現場の連続性が保たれているケースも見られ、このタイプの最も特徴的な点とすることができる。この点については、タイプⅢに属している大工、工務店の協同組合方式によるものも同様である。

以上プレカット工法における要素技術の組合せパターンは、工場の生産規模ならびに供給先によって、相当な差異があり、従って各々が期待している効果も、それを誘導するための管理の項目や内容も幅があることを捉えることができた。

共通に考えるべき問題と業態毎に考えるべき問題を区別して論ずる基礎を得た段階をふまえて、躯体の部品化に関連する要素技術(構造技術、生産技術、材料流通・管理、加工、建方)毎に、より詳細な実態把握に基づく考察が必要となる。



タイプⅠ：大手下請型プレカット工場

従来木材流通業であり、木材の販路拡大を目的としてプレカットを導入。大手住宅供給業者に納入することで、最も大きな生産規模を確保している。

タイプⅡ：地域ビルダー型プレカット工場

大都市圏を中心に存立する中規模、大規模の地域ビルダーが、自社の生産管理体制の強化を目的としてプレカットを導入。自社の営業力を背景に、安定した生産規模を確保している。

タイプⅢ：材木店型プレカット工場

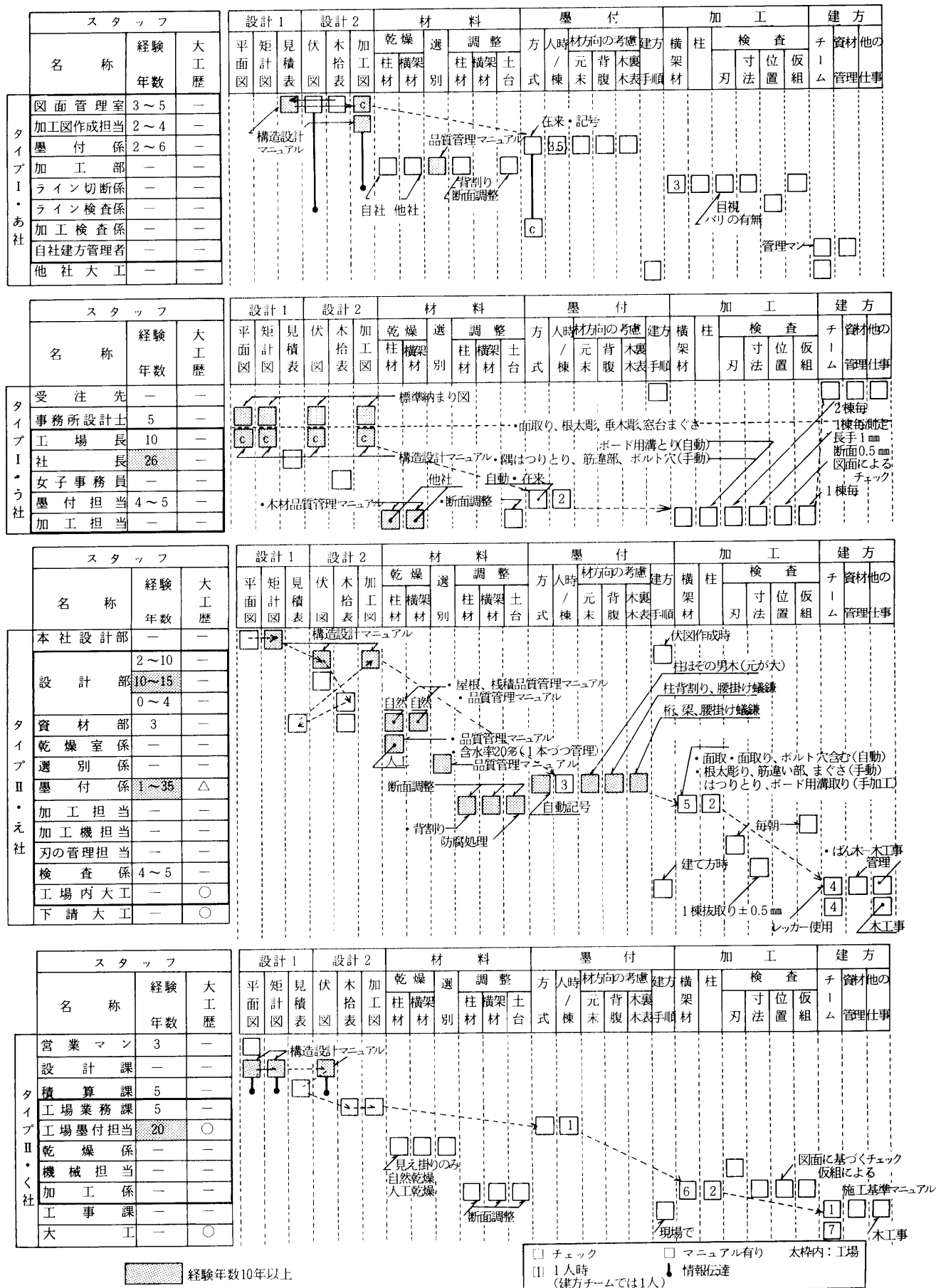
従来木材流通業であり、木材の販路拡大を目的としてプレカットを導入したが、大工・工務店と材木業数社が集まり、協同組合形式をとって、生産合理化を目的としてプレカットを導入したケース。納入先が1、2社に限られないケースが多く、安定した大口需要の確保が比較的困難な状況にある。

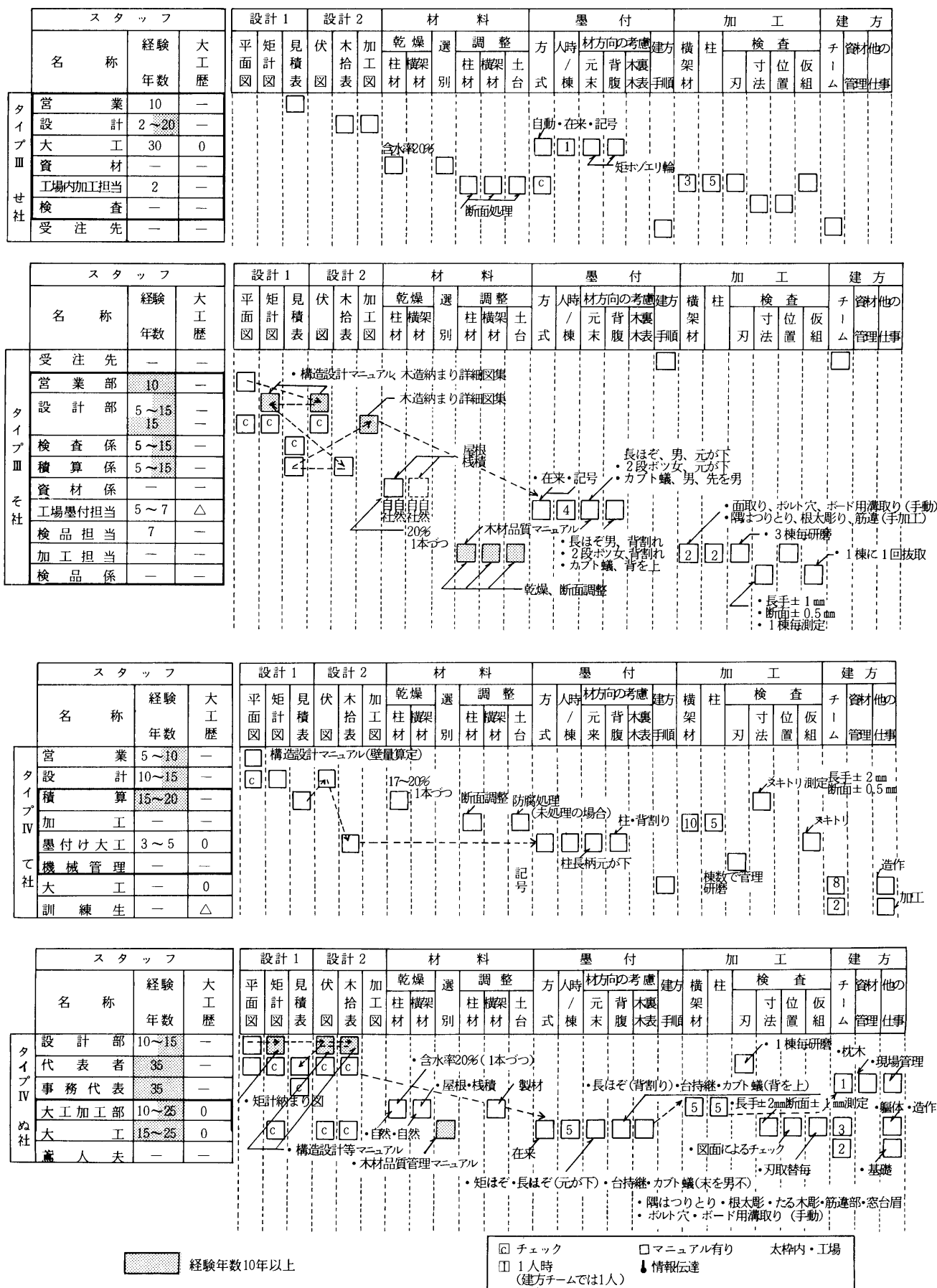
タイプⅣ：工務店型プレカット工場

従来小規模地域ビルダー或いは工務店である者、又は木材流通業からそうした業種に参入した者が、自社の生産管理体制の強化を目的としてプレカットを導入。自社の営業規模に応じて生産規模は比較的小さい。従って、稼働状態の安定しないケースも多く、部分的に他の大工・工務店等に納入している者も見受けられる。

●タイプⅡ 地域ビルダー型 - 目的：自社の生産管理体制強化 - 納入先：自社100%、構造設計機能を持つ工場ではサブシステムメーカーとして他社への販売、納入を開始するケースもある。 - 問題点：構造設計機能の充実、現場施工管理体制の整備	●タイプⅠ 大手下請型 - 目的：木材の販路拡大 - 納入先：大手住宅供給業1、2社 - 問題点：資材管理体制(木材の選別、乾燥)の強化、構造設計、建て方との連動、フィードバック機構
●タイプⅣ 工務店型 - 目的：ケガシ作業の省力化を主とする生産の合理化 - 納入先：自社100%、一部他社への納入を行なっているケースも見られる - 問題点：稼働状態の不安定、個人の経験、資質の連続性確保(職人教育等)	●タイプⅢ 材木店型 - 目的：木材の販路拡大、数社の生産合理化(協同形式) - 納入先：地域ビルダー、工務店、大工数社 - 問題点：稼働状態の不安定(過剰設備)、構造設計との連動、フィードバック機構、資材管理体制の強化

図表3-3 プレカット工場の類型化





図表 3-4 プレカット工場の分業体制・例（その2）

第4章 躯体の部品化、その工程技術要素

4-1 構造設計、生産設計

(1) 設計計画におけるプレカット

プレカットシステムの導入目的は、単純な加工工数の合理化から、木材の販売促進、品質管理や生産システムの合理化まで様々であるが、現在最も有効に機能しているのは、軸組材の品質管理と生産システムの合理化手法としてプレカットを位置づけている例であろう。その意味でプレカットの効果を追求してゆくと、生産システムの分割と再統合、それらをトータルに動かすためのルールの統一や規格化、コンピューター利用による様々なレベルでのCAD-CAM化といった方向が、ひとつの解として見えてくる。これは、一般解としての低価格高品質の本造住宅を生産供給する手法として位置付けられるが、その実現は大規模な組織に有利であり、一方では、伝統的な技術を単純化し、小規模な大工工務店を圧迫する危険性をも併わせ持っている。小規模な大工工務店がプレカットをいかに機能させるか、伝統技能をプレカットといかに融合させるかは、これからの大きな課題として残されている。

(2) プレカット工場における設計の分業化

平面図から、伏図や加工図の作成、墨付け、加工までの、構造設計・生産設計にかかわる各要素に対して、各プレカット工場はどの範囲をどのように分業化し統合化して運営しているかをタイプ別別に示す。

タイプⅠは、納入先主導であるために、プレカット工場としては最小限の機能である、木拾い、積算、墨付け、加工のみをおこなっている。様々な合理化がおこなわれるものの、サブシステムとしての独立性は持ちにくい。

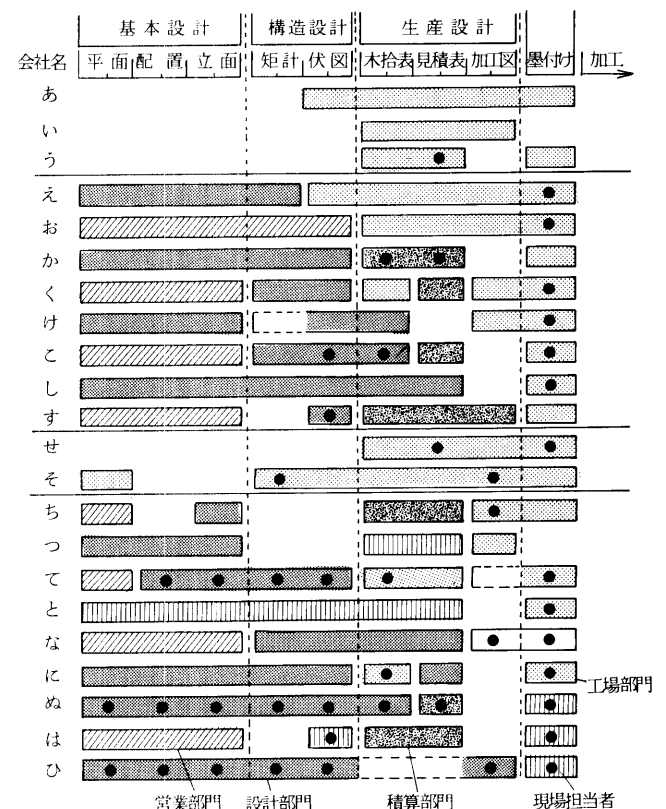
タイプⅡは、設計から加工建方まで一貫しておこなうために、生産システム全体のなかでプレカットを有効に機能させている例が多い。分業化の進行とそれらをつなぐルールの存在、CAD-CAMなどの既存の技術にとらわれない積極的な合理化がその特徴となっている。クローズドながら独自の生産供給システムを展開してゆく例が多くみられるものの、プレカットサブシステムとしてオープン工場と成り得る可能性も持っている。

タイプⅢは、木材販売促進のための付加価値としてプレカットを位置付けており、システムとしての合理化は部分的なものに終わりがちである。小規模な大工工務店等をグループ化している例もあり、この場合元請に対して主導的立場を持つ傾向にある。サブシステムとしてのオープン工場の可能性ももっているとと言える。

タイプⅣは、受注から、設計、加工、建方まで一貫して全てをおこなうものの、小規模なために現時点ではプレカットのメリットを生かしにくいと言える。大工職等の熟練者が広い範囲の業務を担当しており、合理化システム化へのモメントも小さい。

タイプⅡ：地域ビルダー型プレカット工場	タイプⅠ：大手下請型プレカット工場
①設計から、加工、建方まで一貫しておこなう。	①親会社で、設計、伏図をおこない、木拾い、積算、加工図、墨付け、加工の工場機能のみをもつ。
②分業化が進んでおり、工場部門の担当域が比較的広い。	②生産量が多くて安定しており、特殊解としての様々な工夫が可能。
③大工職等の熟練者は比較的少ない。	③大工職等の熟練者は少ない。
④トータルシステムとしての合理化、システム化としてのCAD-CAM化も可能。	④納入先会社先行型で、CAD-CAM化を始めとしたシステム化が進んでいる。
タイプⅣ：工務店型プレカット工場	タイプⅢ：材木店型プレカット工場
①受注、設計から伏図、墨付け、加工、建方まで全てをおこなう。	①工場機能が中心ではあるが、大工、工務店等がグループ化し、設計等もおこなうことも多い。
②分業化が未発達で、現場担当者が設計等を担当している例もある。また小規模なために生産計画が成立しにくい。	②主導的立場で、複数の小規模元請をグループ化してゆくケースも見られる。
③大工職等の熟練者が全てをおこなう。	③大工職等の熟練者が少ない。
④CADへの取り組みは殆んど見られない。	④伏図、加工図レベルからのCAD化が一般的である。

図表4-1-1 タイプ別構造設計・生産設計の概要



(●は大工経験者を示す)

図表4-1-2 プレカット工場における設計の分業化

(3) CAD-CAM システム

現在相当な勢いでCAD-CAM システムが普及しつつあるが、その内容は企業によって異なる。図表 4-1・3 では、今回調査した 4 タイプについて報告する。

A 社は、各部材別のシートを出力するという最も単純な利用方法であるが、板図全体を確認しなくてもシートを読み取るにより部材別に墨付け加工が可能となる。パソコンやプログラムも簡単なものですむ。

B 社、B' 社は、平面図あるいは伏図レベルで入力し、見積書、部材表、バーコード等を出力する。横架材に添付したバーコードをセンサーで読み取り、フロッピーディスクに出力した情報をもとにプレカット機械が自動的に加工する。但し、柱材については、墨付けをし、手動機械でプレカットすることになる。

C 社は、伏図情報で入力したのちに、生成されたフロッピーのデータにもとづき、柱・横架材とも、全て機械により自動的に加工されるシステムとなっている。

D 社、D' 社では、プレカット工場を持たないものの、現在、軸組工法では最も高度な CAD システムを使用している。配置図、屋根伏図、仕上リスト、平面図の入力で、各種設計図書や見積書をはじめ、パースや自動生成による伏図、加工図も出力する。断面寸法は、柱や梁位置の入力で構造計算にもとづいて自動的に決定されるかなり汎用性の高い CAD システムである。

(4) 構造設計上のルール

プレカットを軸として CAD-CAM 化が進む時、軸組架構をどのようにして構成してゆくかというルールが必要不可欠となってくる。最終的には、その内容が問われるべきであるが、図表 4-1・4 では、構造設計上どのようなルールをどの程度意識して実行しているかを調べている。

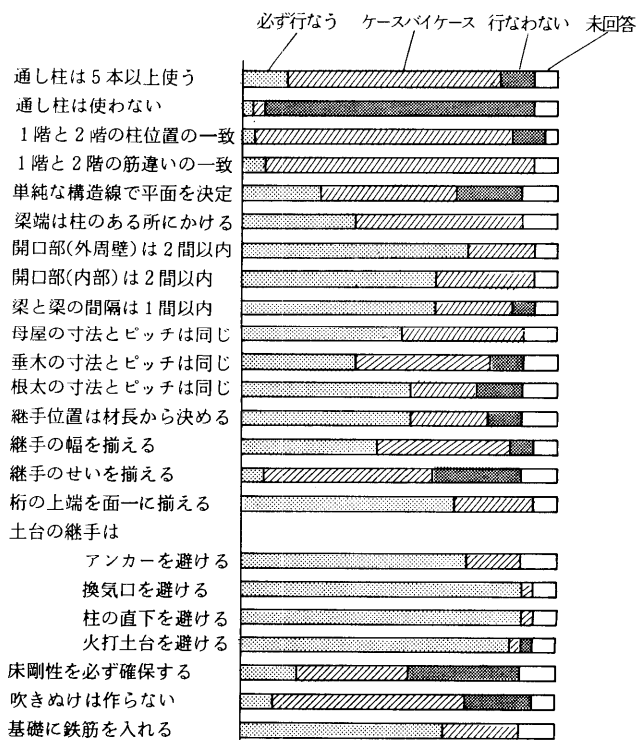
「必ずおこなう」と答えている割合が大きいものは、土台継手の位置として避けるものとして①アンカーボルト、②換気口、③柱の真下、④火打土台、それから⑤基礎の上に鉄筋を入れる、⑥桁の上を画一に揃える、といった公庫仕様上での各論が多いと言える。

それに対して、「ケースバイケース」「行なわない」と答えている割合が大きいものは、①通し柱を 5 本以上使う、②2 階の柱を 1 階の柱位置と一致させる、③2 階の筋違いは 1 階の筋違いのうえにつける、④単純な構造線で平面を決定する、⑤梁端は柱のあるところにかける、⑥継手のせいを揃える、⑦吹き抜けを作らない、⑧床剛性は必ず確保するなど、プランニングの時点で考慮しなければならぬ総合的な構造計画が多いと指摘できる。

すなわち、好し悪しは別として、間取りはかなり自由に制約をそれほど受けずに決定されており、構造計画に乗った平面計画、あるいは、情報のフィードバックによる修正システム等は、これからの課題となっている。

	A 社	B 社	B' 社	C 社	D, D' 社
入力情報	伏図	伏図	平面図	伏図	配置図 屋根伏図 仕上リスト 平面図
入力内容	・手入力	①土台伏図手入力 ②小屋伏図手入力 ③2階床伏図 自動発生 一部手修正	①間取り手入力 ②伏図入力 ・形位置手入力 ・長さ梁せい 自動発生 ③積算用部位量 手入力	・手入力	・手入力 ・自動発生
入力時間	3～4時間	1時間	1～2時間	2～3時間	2～3時間
計算	—	4時間	5～6時間	1～2時間	0.5時間
出力	8時間 (計)	4時間 (5時間)	5～6時間 (6～8時間)	1～2時間 (4～7時間)	2.5時間 (5～6時間)
出力情報	部品図	見積書 部材表 フロッピー バーコード	見積書 伏図 加工図 部材表 フロッピー バーコード	伏図 部材表 フロッピー	見積書 伏図 加工図 部材表
墨付け	柱 梁	柱	柱		柱 梁
加工機械	手動機械	手動 自動	手動 自動	自動機械	

図表 4-1・3 CAD・CAM システムの例

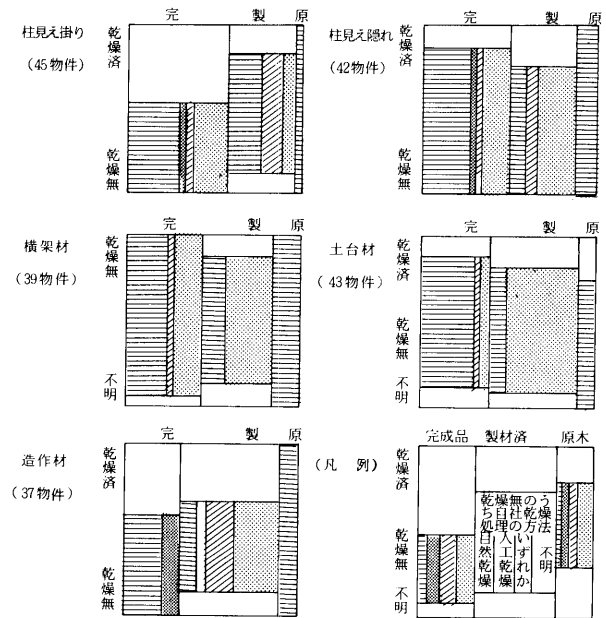


図表 4-1・4 構造設計のルール

(2) 品質管理とその体制

木材は完成品、製材済みの半製品、原木のいずれかの形で購入され、また乾燥処理をすでに施した後に工場に納入されることもある。乾燥処理を施してない場合に工場内でどのような乾燥処理を施すのかを含めて、これらの実態を整理したのが、図表4-2・3である。原木購入の割合は横架材において最も高いがその比率は僅かである。完成品の割合は見え掛りの柱材において最も高く、造作材において最も低い。また乾燥なしで入荷してくる材の自社乾燥の方法は、「自然乾燥」または「いずれか」の2つの回答が過半数を占め、人工乾燥単独のケースは比較的少ない。人工乾燥を行なう材は見え掛りの柱と造作材にほぼ限られる。柱材は完成品、半製品のいずれを問わず、乾燥済みの割合も少なくないが、横架材は未乾燥のまま入荷しており、品質管理上問題がないとは言えない。図表4-2・4は工場タイプ別に自社乾燥設備の整備状況をみたものである。人工乾燥設備については生産されたプレカット材のほとんどを自社使用し、しかも年間生産棟数の多いタイプIIにおいてのみ充実しており、他のタイプでの整備状況はよくない。特に製品を他社に供給する割合が大半を占めるタイプI・IIIにおいて乾燥設備が保有されていないということは、乾燥済み製品を購入して加工するのでない限り、品質管理上問題があると言ってよい。図表4-2・5はいくつかの品質チェック項目の実施の有無を部位別、工場タイプ別にみたものである。全体的には見え掛りの柱材と造作材のチェック項目が類似しており、また見え隠れの柱、横架材および土台材のそれらが類似している。見え掛りの柱材と造作は人の目に触れる部位であるため、チェック項目の3（目まわり）が多く挙げられている点などが共通している。タイプIIは全体的にチェック項目の1～8をその対象として挙げる傾向にあるが、これは前述の結果とも一致している。特にチェック項目の5、6をチェックする工場の大半はタイプIIに占められる。もう一つ、タイプIIの工場が他のタイプの工場と比較して格段に品質管理体制が行き届いていることを示すデータとして、マニュアル、専任者の有無に対する回答がある（図表4-2・6）。回答率、回答内容のいずれについても、タイプIIの工場のみがマニュアル類を整備し、品質管理の専任者を抱えているという結果になっている。

以上のように、品質管理体制がよく整備されているのは専ら自ら生産したプレカット材を自ら施工し、しかも大規模なタイプIIの供給者である。住宅建設の最終的な責任の担い手であるということ以外に施工・入居後のトラブルの情報が直接フィードバックされやすいという事情もあろうが、製品に対する責任はいずれの場合も同じである。とくに他社に納める場合は品質管理責任の所在をより明確にすべきであろう。今後の重要な課題である。



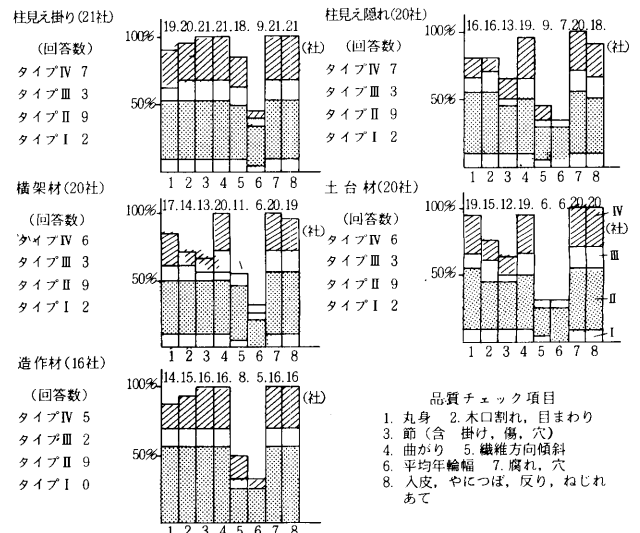
図表4-2・3 材の納入条件(加工内容と自社乾燥方法)の分布割合表

	I (3社)	II (10社)	III (3社)	IV (12社)
自1	2	5	2	4
然2	1	7	3	4
乾3	1	7	2	5
燥4	0	3	1	0
No	1	0	0	4
*				3
人1	1	5	1	1
工2	0	6	1	1
乾3	0	3	1	1
燥4	0	4	1	0
5	0	1	0	0
No	1	1	1	6
*	1	2	1	5

自然乾燥 1. 屋根がある
2. 棧橋する
3. 風通しの良い所に置く
4. 排水の良い所に置く
人工乾燥 1. 送風調整付き
2. 加熱調整付き
3. 増湿調整付き
4. 換気調整付き
5. 低温除湿付き

No やらない
* ノーコメント

図表4-2・4 工場タイプ別に見る自社乾燥設備状況



図表4-2・5 工場タイプ別に見る材の品質チェック項目

	柱見え掛り	柱見え隠れ	横架材	土台材	造作材
タイプI マニュアル (2社) 専任者	0	1	1	1	0
タイプII マニュアル (6社) 専任者	6	4	4	3	3
タイプIII マニュアル (1社) 専任者	1	1	1	1	0
タイプIV マニュアル 専任者	0	0	0	0	0

図表4-2・6 工場タイプ別に見るマニュアル、専任者の有無

4-3 墨付け・加工

躯体の部品化は新たな主体の関与や、ビルディングプロセスに分節をもたらし、在来の木造住宅生産の生産体制といくつかの点で差異を生み出している。プレカット工法が部材加工の合理化を主目的として成立する以上、本節で扱う墨付け・加工は全体の生産体制の変化において主導的な位置づけとなる。

本節ではアンケート及び実測調査を基にプレカット工場における木材加工の実態を明らかにした上で、ラインをモデル化してコスト構成、採算稼働率のシミュレーションを行なった。

図表4-3・1は墨付け・加工における工場類型毎の特徴をまとめたものである。ここに示した結果の基になった調査結果について以下に示す。

(1) プレカット工場のライン構成

図表4-3・2は各類型から2工場、計8工場の加工ラインの構成を図示したものである。図表は縦軸に工場をとり、生産規模(年間生産実績)、ラインの稼働に必要な人員数、墨付け工程の自動化度のランクを付した。横軸はラインを構成する機械一台に当て、枠内にそれぞれの機械の加工内容を記号で表わした(凡例参照)。さらに横架材欄外には継手・仕口加工以外の付随的工程の加工方法について示した。

ラインは生産効率の点から柱材と横架材で分離して構成される場合が多い。ラインの構成については生産規模の差異が強く作用していると考えられ、タイプIとII、及びタイプIIIとIVがそれぞれ似た傾向を示している。以下、柱材と横架材に分けてタイプ毎の特徴をまとめる、

①柱材ラインの主要加工工程はクロスカット、材端ほぞ加工、ほぞ穴加工、鉋仕上げであり、工場間の加工種類

の差も殆どない。

②横架材は加工箇所、加工種類ともに柱材に比べて多い。部材重量が大きく搬送部の自動化等ラインの構成に各工場とも力を入れている。

タイプI(大手下請型)=機械の自動化、複合化が進んでおり、付随的加工もラインに取り込む。また人員が多いこともあり、作業分担も明確になっていて、マニュアル類の整備もすすんでいる。

タイプII(地域ビルダー型)=ほぼタイプIと同様であり、墨付けもバーコード、簡略記号化などかなり合理化されている。

タイプIII(材木店型)=継手・仕口等の基本的な加工ではタイプI、IIと同様であるが、I、IIに比べ全体的に

タイプII：地域ビルダー型プレカット工場	タイプI：大手下請型プレカット工場
①加工ラインは、ほぼタイプIと同様であるが、複合機の使用が少なくラインは比較的長い。	①加工ラインは機械の加工能力の自動化、複合化が最も進んでいる。
②付随的加工もかなりライン化されている。	②付随的な加工もラインに取り込み完全加工に近い。
③墨付けは熟練者数人で行ない、工数を抑えている。	③墨付けは、バーコード、記号化等によってかなり合理化されている。
タイプIV：工務店型プレカット工場	タイプIII：材木店型プレカット工場
①加工ラインは、集約度の低い工程を省いたり、材の移動を手動化している。	①加工ラインはタイプIIとIVの中間的な形態である。
②付随的な加工はほとんどライン外で行なわれる。	②付随的加工は集約度の低いものはライン外で行われる。
③墨付けは熟練者による在来方法で工数も大きい。	③墨付けは、熟練者による在来方法で工数も大きい。

図表4-3・1 類型別、墨付け・加工の特徴

柱 材													横 架 材																			
タイプ	生産 棟数	人員 人	墨付け ランク	1	2	3	4	5	6	7	8	9	人員 人	1	2	3	4	5	6	7	8	9	面 取	はり	根太	垂木	筋 連	窓台	ボ 穴	溝 取	生産 棟 数	タイプ
Ⅰ	あ 975	4	D 3.5 0										16																		あ 975	Ⅰ
	う 395	2	B 2 100										10																		う 395	Ⅰ
Ⅱ	え 587	3	B 3 50										6																		え 587	Ⅱ
	く 398	5	A 1 50										4																		く 398	Ⅱ
Ⅲ	せ 182	3	C 1 50										4																		せ 182	Ⅲ
	そ 66	1	C 4 50										2																		そ 66	Ⅲ
Ⅳ	て 75	4	D 4.5 100										4																		て 75	Ⅳ
	ぬ 33	5	C 5 100										4																		ぬ 33	Ⅳ

反転台

カマ加工

かんな

鉋削仕上げ

手動

部分的墨付け

機械加工(自)

カマ加工(オス)

鉋り繰加工

重木欠き

アリ加工

追掛継ぎ

凹欠き類

機械加工(手)

加工箇所

カマ加工(メス)

トラップルーター

鉋削かい

ローラー移動

アリ加工(オス)

はそ

根太彫り

手加工

加工箇所

▲ ▲ クロスカット

検査へ

火打ち彫り

リフト移動

アリ加工(メス)

ほぞ穴加工

隅木欠き

現場加工

図表4-3・2 プレカット工場のライン構成

単能機が多くなり、付随的加工も外で行なうものがみられる。墨付けも熟練者による在来的方法で行なわれている。

タイプIV(工務店型)＝大工の下小屋の発展的形態であり、加工工程の主要部分を機械に置き換えただけのものが多い。従って付随的加工及び墨付けは、建方担当大工が行なうことが多い。

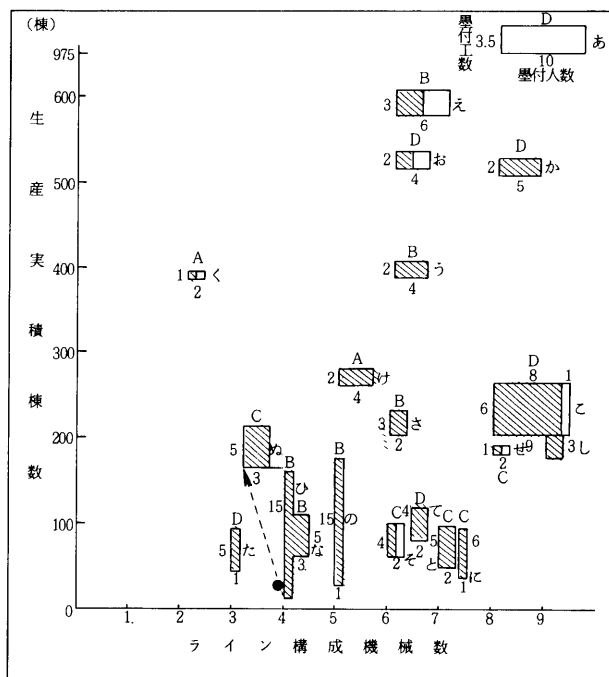
図表4－3・3は生産規模と墨付け工数、人数の関係をみたものである。プレカット工法は従来の大工による設計・加工一貫のシステムと違い、設計と加工で主体が異なるため、生産情報としての墨付けの意味も自ら異なったものになっている。各工場では加工ラインの能力に応じて、バーコードによるコンピューター制御、または単純記号化するなどの合理化を図っている。傾向として、生産規模の大きいものでは記号化等の合理化と人員の投入によって全体の工数を抑えている。しかしながら、小規模なものでは少数の熟練者による在来的な墨付けが中心である。規模の大きい工場では先にもあげた合理化や人員を増やすことで工数を抑えているが、これはラインの加工可能棟数と墨付け可能棟数の開きをなくして、墨付け手加工を含めたライン全体の生産能力をあげようということである。

図表4－3・4は継手・仕口以外の付随的な加工項目についてその加工方式をみたものである。既に述べたように付随的な加工は集約度が低く、ラインの規模によって差が出やすい。誤差調整や加工が複雑な、はつり、筋違い、窓台眉を除いて殆どが工場内での加工である。逆に自動度が高いのは、根太彫り、ボルト穴で、量が多く加工が単純なことからライン化されている。また面取り、溝取りは加工数も少なく、工場内の大工による検査工程で同時に行なわれることが多い。

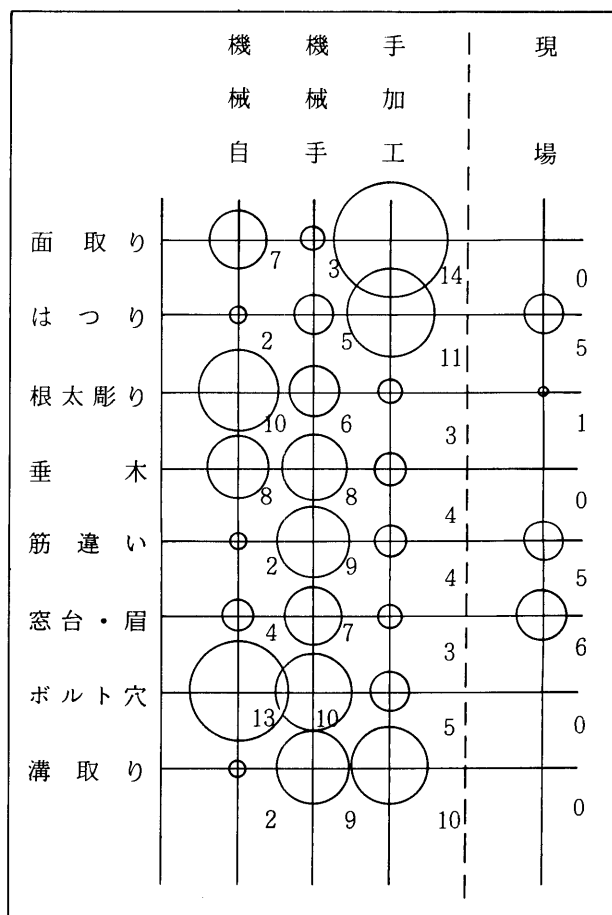
(2) プレカット工場のモデル化

既に述べたように、プレカット工法は大手住宅メーカーの下請けを行なうものから工務店の下小屋の発展的形態をとるものまであり、そこで実現される生産体制にも相当の幅が存在している。そこでライン構成、墨付け方式、付随的加工レベルの差異が、プレカット工場の生産効率にどのような影響を与えるか、またプレカット工法はどの程度の生産規模で健全な効果を期待できるかをより正確に把握するためにモデルシミュレーションを行なう。即ち、本節①で確認されたプレカットラインの構成方法と年間生産棟数の関係をベースに6つのモデルラインを設定し、各モデルの一棟当たりのコスト構成及び採算稼働率についてシミュレーションを行なった。

まず稼働率を100%と仮定した時の一棟当たりのコスト構成について分析する。労務費の占める割合についてみると、Aタイプ＝年90棟ラインとBタイプ＝年180棟ラインの間では45%から39%と約6%の低減が可能になった



図表4－3・3 生産規模と墨付方式



図表4－3・4 付随的加工の機械化度

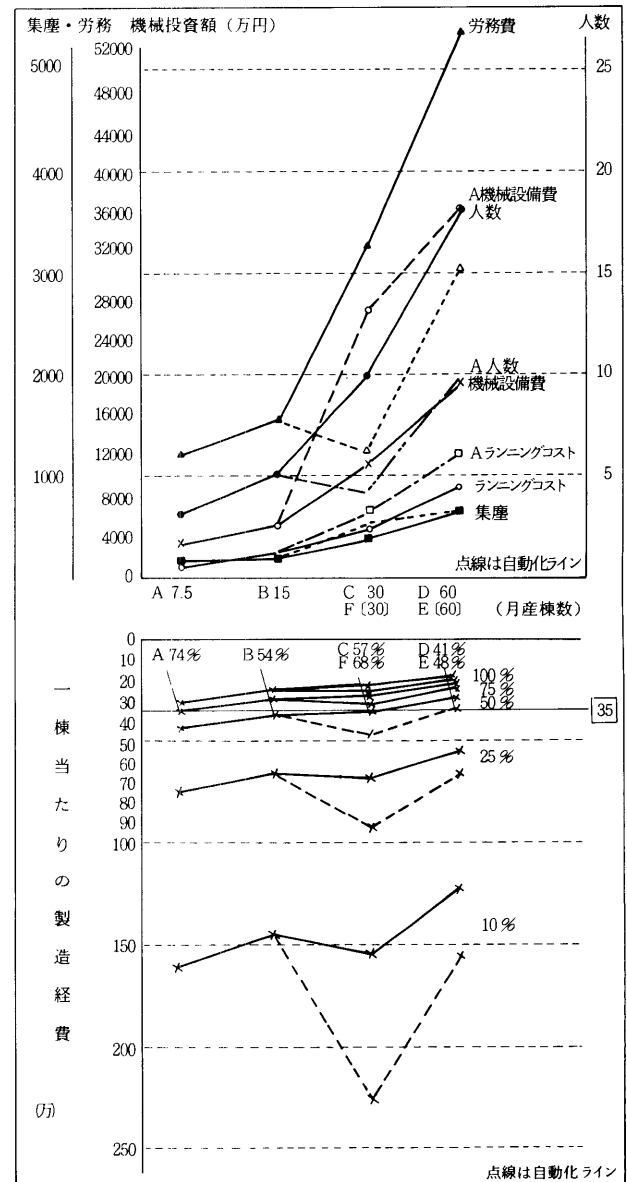
ているが、更に生産規模を大きくしたCタイプ=年360棟ライン、Dタイプ=年780棟ラインでも約39%の労務費がかかり、労務費低減の効果はない。またラインを自動化し、ライン人員を減らしたEタイプ=720棟ライン、コンピューター化したFタイプ=360棟ラインでは固定費の比重は増加するが、同じ生産規模をもつDタイプ、Cタイプに比べて労務費はそれぞれ約18%、14%と大幅に低減している（図表4-3・5）。

次に、モデル毎の採算稼働率を算出したのが図表4-3・6である。稼働率の低下に伴って、労務費およびランニングコストは低減するが、機械等の固定費は低減しないので、当然一棟当たりの製造単価は上昇する。ここでは一棟当たりの採算製造単価を35万円として、各タイプの採算稼働率を算出してみた。AタイプからDタイプまでは生産規模の増大に伴って採算稼働率は低下するが、Eタイプ及びFタイプでは同じ生産規模のDタイプ、Cタイプに比べて採算稼働率は上昇している。即ち、人員削減を狙いとした自動化ラインの2タイプでは、固定費比率の大きさからかなり良好な稼働状態が効果発揮の前提となることがわかる。

(3) まとめ

以上の調査分析から、

- 1, 新しい軸組加工方式としてのプレカット工法は、生産規模が大きくなるほど期待される効果の発揮が容易になるという傾向は認められるものの、ライン構成によっては年間100棟以下の規模でも健全な効果発揮が期待できること、
- 2, 機械化による加工時間上の効果は生産規模の大小にかかわらず期待し得るが、その健全な発揮には墨付け方式・付随的加工の処理法を含めたライン構成が大きな影響を及ぼすということ、
- 3, こうしたライン構成は、現状では大規模な工場ほど効率のよいものとなっている等が確認された。



図表4-3・5 規模別採算稼働率

数字は稼働率100%時 (単位:万円)

タイプ	A	B	C	D	E	F	設定条件
労務費	900.0	900.0	1350.0	1800.0	900.0	450.0	ラインによって熟練大工、未経験工、パートの三者を設定し、その稼働率によって低減されることにした。
熟練大工	300.0	600.0	1500.0	3000.0	1800.0	900.0	
未経験工		180.0	360.0	720.0	360.0		
電気基本料	32.1	78.5	120.3	169.8	216.7	113.0	ラインに用いられる動力機の総W数から算出。電気料は稼働率によって変化するものとした。集塵電気料も稼働率によって変化するものとした。消耗費は機械設備費の1.5%とし、修理費は設備費の2%として算出した。
機械電気料	27.2	50.9	102.1	147.9	196.8	99.4	
集塵電気料	71.0	90.0	123.1	161.0	179.9	109.0	
機械消耗費	25.8	50.5	84.7	144.3	270.0	195.0	
機械修理費	39.4	73.4	122.0	208.4	376.0	272.0	
ランニングコスト	206.5	343.3	552.2	831.4	1239.4	788.4	ランニングコストの合計
機械減価償却費	796.7	1455.2	2439.7	4154.0	7772.4	5613.4	設備費を金利年8%複利で10年返済として算出。
建物減価償却費	489.4	839.0	2097.0	3496.0	2097.0	1398.0	ライン位置に必要な面積に6万円/㎡で建設し、金利年8%複利で20年返済として算出。
製造費合計	2692.6	4317.5	8298.9	14001.0	14168.8	9149.8	製造費合計
一棟当製造費	29.9	24.0	23.0	19.4	19.7	25.4	以上のような設定で一棟当製造費を算出。

図表4-3・6 コスト試算設定条件とシミュレーション結果

4-4 出荷・建方

躯体の部品化という観点から見た場合、プレカット工場におけるキザミ加工のみではなく、最終組立作業として位置付けられる建方、そしてこれと工場加工のインターフェース機能として位置付けられる出荷も、極めて重要な要素である。プレカット工場の最終製品の品質を決定するのはその最終工程にあたる出荷であり、躯体としての品質は建方工程を経て初めて確定するからである。

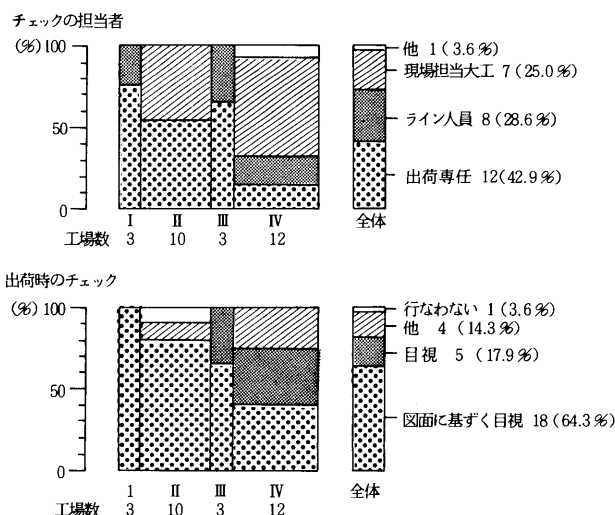
従来の一般的な木造軸組工法に於いては、構造設計・墨付・キザミ加工を行なう大工が、建方を担当していたが、プレカット工法を導入した場合には建方を全く別の人間或いは組織が行なうようになると考えられる。こうした分業化は一方で生産効率を向上させることに繋がる（本研究では建方作業の効率に及ぼす影響を見極めるため次頁に示した実測調査を行なっている）が、他方で工程の人的連続性の中で保証されていた品質等を欠落させる危険性を有する。（次頁の図表に示したように現場でのトラブルが、この危険性を示唆する）

こうした視点から工場類型毎に建方・出荷の特徴をまとめたのが図表4-4・1である。

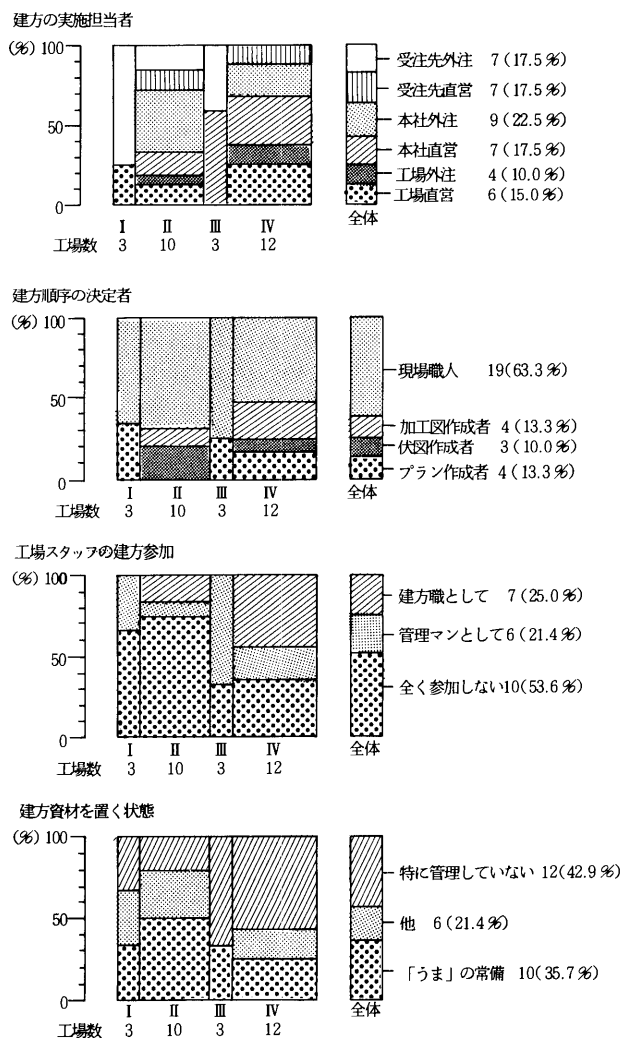
タイプⅠ＝大手下請型プレカット工場とタイプⅡ＝材木店型プレカット工場は、ほぼ共通した特性を示している。この2タイプは、殆どのプレカット材を他社に納入することによって他の2タイプと区別される者であり、建方以降の工程は受注先企業に一任されるのが一般的である。従って、工場出荷が他の2タイプに比してより明解な切れ目になる。そうした背景から、生産規模に拘らず出荷の責任者を置き、図面による数量、加工箇所をチェックを徹底していると考えられる。勿論、後述する如く加工に起因する建方時のトラブルが皆無という訳ではなく、トラブル等の情報を前工程である工場加工にスムーズにフィードバックすべく工場スタッフを建方現場

タイプⅡ：地域ビルダー型プレカット工場	タイプⅠ：大手下請型プレカット工場
①造作材、下地材は殆どの工場が出荷。合板、住設機器を出荷する者も見られる。 ②チェックは、専任スタッフが図面に基づいて行うことが多い。チェック項目の多い所が見られる。 ③建て方は、本社或いは工場の外注によることが多く、その場合一般的に工場スタッフは参加しない。	①構造材以外は造作材を出荷する工場が見られる程度。 ②チェックは殆ど、専任スタッフによる図面との比較チェックである。数と加工箇所のチェックが主。 ③建方は、受注先企業に一任されるのが一般的である。
タイプⅣ：工務店型プレカット工場	タイプⅢ：材木店型プレカット工場
①造作材は殆どの工場が出荷。下地材、合板、住設機器を出荷する者も見られる。 ②チェックは、建方を行う大工が行うことも多く、その場合目視のみによるチェックが一般的である。 ③建方は、本社或いは工場の直営であり、墨付や手加工を担当する大工がチームの中心となることが多い。	①構造材以外は造作材を出荷する工場が見られる程度。 ②チェックは殆ど、専任スタッフによる図面との比較チェックである。数と加工箇所のチェックが主。 ③建方は、受注先企業に一任されるのが一般的である。

図表4-4・1 類型別建方・出荷の特徴



図表4-4・2 出荷時のチェック（全28工場）



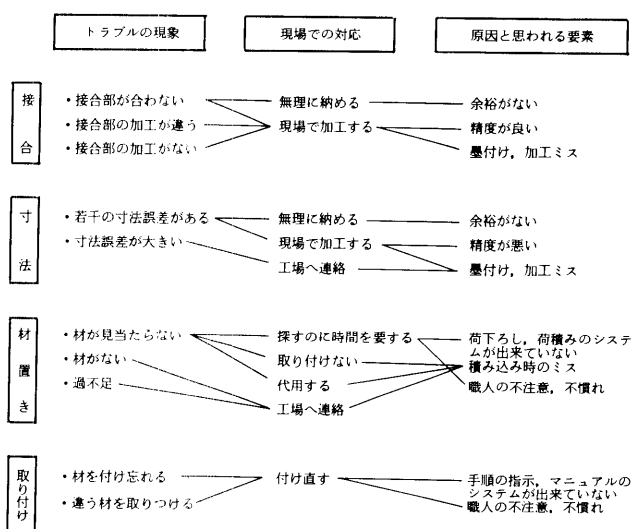
図表4-4・3 建方作業の実態（全28工場）

に管理マンとして参加させるケースも見られるが、それは一部の例にすぎない。しかし、企業としてのプレカット工場の最終製品と木造軸組としての最終製品が異なる所に特徴のあるこの2タイプに於いては、それが品質管理体制の欠点となり易い特性もあり、こうしたアプローチも重要であると判断される。

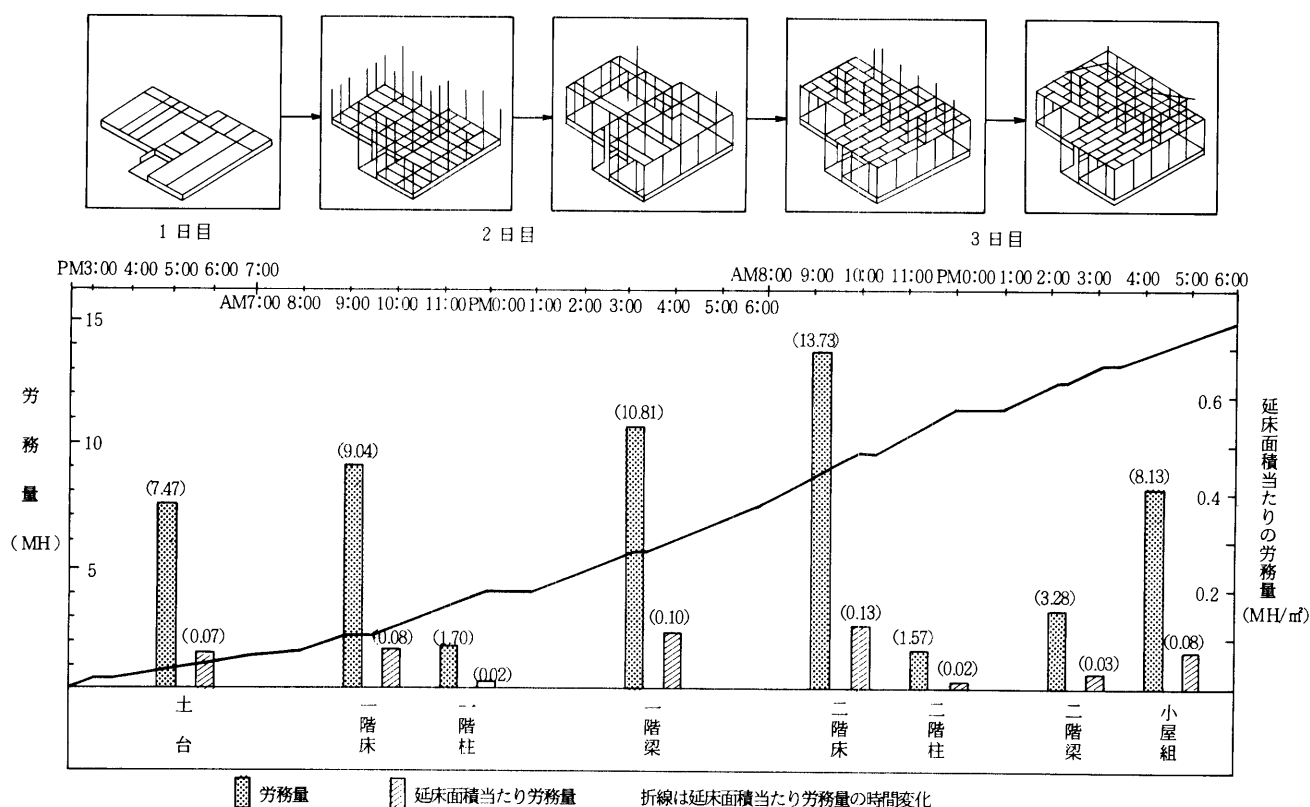
タイプII＝地域ビルダー型プレカット工場の場合は、自社加工部門として位置付けられるが、建方工程に工場スタッフが参加しないという点においては前2タイプと同様であり、責任体制の一本化が図り易いものの実質的には同様の問題が生じ易い。しかし、そもそも自社の最終製品である住宅の品質向上、生産性向上策の一貫としてプレカット工法を導入していることの多いこのタイプでは、出荷について、プレカット材の販売を業とする前2タイプよりも充実したチェック体制を敷いているケースが多い。又、他の3タイプと比較して工場から出荷する部材が多岐にわたる点も特徴的であり、このタイプの工場が単に軸組加工作業の合理化のみにその役割を限定されず、より広い範囲での生産合理化の拠点として位置付けられていることが窺える。

タイプIV＝工務店型プレカット工場は、他の3タイプに比してかなり異なる位置付けにあり、建方工程との間の人的連続性が保持されているケースが多い。従来の構造設計から建方までを一人の大工が担当する形態の中

で、キザミ作業のみがライン化された機械群に置換えられただけの変化に止まるケースも少なくない。それだけに、他のタイプに見られたような品質管理上の出荷チェックなどの情報類の整備は見られない。すなわちこのタイプでは、他のタイプとは逆に人的要素が品質を大きく左右する点がその特性であり、優れた品質の確保には、有能な人材が不可欠である。



図表4-4-4 建方時のトラブルとその原因



図表4-4-5 プレカット工法による建方作業の労務量実測データ

おわりに

本報告の構成の要旨をもって、まとめとしたい。

1章では、木材加工の機械化技術の流れを振りかえりながらプレカット工法の技術特性と木造軸組工法の生産システムに及ぼした影響について考察、概観し、本調査の視点となる要素を抽出した。

2章では、限られた地域で比較的まとまった戸数の木造軸組工法住宅を生産供給している「地域ビルダー」の業態調査の結果である。生産規模が比較的大きい（百戸以上）のビルダーほどプレカット工法の導入に積極的であるが、業態が注文主体か、建売主体かによってプレカット部材の扱いが内製化と外注化に分かれる傾向がみられた。また、小規模な採用例もみられた。

3章では、プレカット工場について調査し、その業態から、4つのタイプ（Ⅰ．大手下請型、Ⅱ．地域ビルダー型、Ⅲ．材木店型、Ⅳ．工務店型）に類型化し、その特

徴について普遍化させた。

4章では、プレカット工場とその前後工程—構造・生産設計、木材の流通・管理、墨付け・加工工程、出荷・現場建方—の各段階について、工場Ⅰ～Ⅳ類型ごとに生産管理の状況と工程・組織上の分担関係、情報伝達など関連する技術要素について現状分析を行った。

全般的には、Ⅰ・Ⅱの生産規模が大きなラインでは、工程が細分化されるに従って、品質管理をはじめとする管理技術が浸透する方向にあり、ロットとのバランスを見出しつつ、企業努力によって生産システムとして安定化の方向にあるとの印象をうけた。

一方、Ⅳを中心とするタイプでは、生産効率という側面だけではなく、生産システム統合化のための有力な支援手段としての期待も大きい。それを裏付ける資料の提示は、今回の調査範囲では充分とはいえない。今後の重点的な研究課題として継続発展させたい。

関 連 研 究 リ ス ト

No.	研 究 題 目	発表形式—年月	研究メンバー
1	木造住宅の部品化に関する研究	住宅建築研究所No.8213, 昭和58年	大野, 松村, 遠藤
2	木造軸組構法に於ける躯体の部品化に関する研究(1), (2)	日本建築学会学術講演梗概集 昭和59年	大野, 安藤, 松留, 松村, 西山明博, 佐々木勝之
3	同上(3), (4)	日本建築学会関東支部研究報告集 昭和59年	同上
4	住宅をつくる部品たち(4)—プレカット部品—	建築知識 昭和58年8月号	大野, 安藤, 松留, 松村
5	住宅をつくる職人たち —大工—	建築知識 昭和60年10月号	藤澤, 松留, 松村, 遠藤, 猪田雅裕
6	プレカットの現状(1), (2)	木材工業Vol.40—2, 4 昭和60年	大野, 安藤, 松留, 松村,
7	伝統技能に対する新技術の位置づけ	日本建築学会大会協議会資料 「建築生産におけるロボット技術導入をめぐる諸問題」 昭和59年	藤澤
8	木造軸組部材のプレカット化と管理体制	第1回「建築生産と管理技術」シンポジウム論文集, 日本建築学会 昭和60年	藤澤, 松村
9	伝統工法住宅合理化への方向と機械化ラインの効率	木工機械グラフ, 146号, 147号 昭和56年	熊沢孝司
10	国産材高度利用開発調査事業報告書	静岡県 昭和58年	鈴木寧, 有馬孝禮他

〈研究組織〉

主査 藤澤 好一 芝浦工業大学
委員 大野 勝彦 大野建築アトリエ
安藤 正雄 千葉大学
松留慎一郎 東京大学
松村 秀一 東京大学
遠藤 和義 東京大学

協力

熊澤 孝司 宮川工機(株)
工藤 剛 鈴木 保弘 芝浦工業大学
小泉 雅生 森尻 謙一 東京大学
猪田 雅裕 杉崎 文昭 千葉大学