Architectural Institute of Japan

日本建築学会構造系論文集　第495号，135-142，1997年5月
J. Struct. Constr. Eng., AIJ, No. 495, 135-142, May, 1997

鉄骨構造の供給システムに関する研究
STEEL STRUCTURE SUPPLY SYSTEMS

岩田　衛*，米田雅子**，和田　章***
Mamoru IWATA, Masako YONEDA and Akira WADA

Building production has been studied so far mainly from the standpoints of building designers and constructors, not from the standpoint of the building material manufactures. However, the utilization ratio of industrialized building materials has drastically increased and thus the role of the building material manufactures in building production has become more significant, especially in steel structures. This study looks at building production from the standpoint of a steel manufacture. We present the hierarchy of a building and cases where steel structure supply systems correspond to the hierarchy. We studied the feasibility of each of these cases by conferring with professors, designers, constructors, steel fabricators and steel manufactures.

Keywords : *Steel, Steel struture, Supply, System, Building production*
鋼材、鉄骨構造、供給、システム、建築生産

1．序論

近代建築以降、鉄は、コンクリートとともに建築構造材料の主役であり続けてきた。現在、日本においては建築物の着工床面積全体に占める鉄骨構造の割合は、鉄筋コンクリート構造や古くからの木構造よりも多くなっている。日本が世界にまれなる地震国であり、鉄骨構造の耐震性が優れていることもさることながら、鉄筋コンクリート構造や木構造に比べて、鉄骨構造は供給者であるメーカーが建築生産の効率化に大きく関与している点が主な理由と考える。メーカーは材料や部材を供給するばかりでなく、鉄骨架構までを供給している。ここでいうメーカーとは、建築製品や建築材料を製造・製作する業者をいう。

近代建築の初期の頃から、このようなメーカーの供給体制が整っていた訳ではない。当時は山形鋼や溝形鋼、ましてやH形鋼や角形鋼管などの鋼材はなく、鉄は規定度の低い材料として存在しており、それらは設計において建築の部位としての意味が与えられていた。松村秀一が述べているように[1]、建築的にみると、鉄を用いても自由度の高い建築デザインが可能であった。その頃の鋳鋼で造られた鉄骨部材は、あたかも伝統的な石造部材のような外観をしていたことからも分かる。その後、工業化の発展に伴い、材料はそのままの形で建設現場に入ることが少なくなり、いったん所定の圧延や加工が施された後に、部材や部品という形で市場に現れることが一般的になった。この場合、設計者にとっては、メーカーが供給する部材や部品が素材となり、建築デザインの可能性がメーカーの工業主義的な建築生産によって規定されたと思われる。しかしながら、メーカーにとっては、工業生産は良質で安価な素材を安定的に供給する一つの方法であり、一般的な鉄骨建築はこの大勢の中で成り立たせえるものと考えている。

建築生産には、メーカー、設計者、施工者それぞれで様々な考え方があり、異なる取り組みをしている。メーカーの立場から見た建築生産とは、部材や部品が何に使われるか、どのように生産すべきが重要であり、建築のハードを分割し、建築部品を供給しようとする。これに対して、設計者の立場から見た建築生産とは、何を建てるかが重要であり、建築としての空間を主に考え、景観も含め、作品に責任をもつことを第一に考える。また施工者の立場から見た建築生産とは、どのように建てるかが重要であり、建築を施工できるように分割し業者に発注する視点で考え、サイクル工程などにより施工の繰り返し性を高めることを目指している（図1）。

しかし、これまでの建築生産に関する研究は、設計者や施工者から見たものが主で、メーカーから見た研究はあまり積極的になされていなかった。現実には、鉄骨構造の建設現場では、建築の部品化

* 新日本製鐵建築事業部　技術開発担当部長・工博
** 東京大学建築学専攻　研究生
*** 東京工業大学建築物理研究センター　教授・工博

General Manager, Building Construction Division, Nippon Steel, Dr. Eng.
Research Student, University of Tokyo
Prof. Structural Engineering Research Center, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

が進みつつあり、工業製品の使用割合が増加し、工業製品を供給するメーカーの役割が増大している。本論は、建設業に建材を納入するメーカーの立場から見た建築生産に関する研究である。

本研究では、まず鉄骨構造の供給システムを論理的に把握するために、建築をヒエラルキー構成の観点から捉えてみる。これを鉄骨構造の供給法に対応させ、検討すべき課題を整理する。この課題に対して、大学、設計事務所、施工会社、鉄骨加工会社、鉄鋼メーカーに属するそれぞれ5人、計25人の専門家へのヒアリング調査を行い、それらの意見をまとめ、鉄骨構造の供給システムに関する考察を行う。

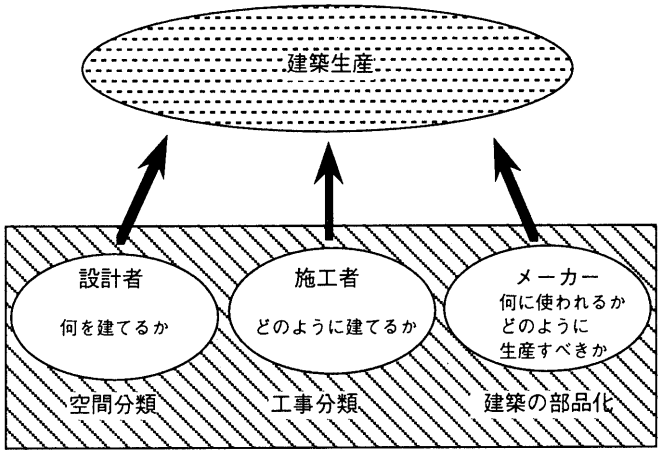

図1　建築生産に対する三者によるアプローチ

2．鉄骨構造の供給システムのケース分け

鉄骨構造の供給システムを分析するため、建築をヒエラルキー構成の観点から捉えてみる。建築は様々な部材・部品からなる複雑多岐なものであるが、幾つかのレベルから構成されるヒエラルキーをもつものとして考えることができる[2)]。ここでは、建築が、システムレベル、サブシステムレベル、部品レベル、材料レベルのヒエラルキーで構成されるとする（図2）。ここでいうシステムとは、合理的な方法によって予め規定された一連の体制をいう。サブシステムは、まとまりをもってシステムを分割したものである。

まずシステムレベルとして、建築を躯体、仕上げ、設備の独立のシステムに分割する。次に、各システムをサブシステムに分割する。例えば、躯体は基礎構造、骨組構造、床構造のサブシステムに、仕上げは外装、内装などのサブシステムに、設備は電気、空調、衛生などのサブシステムに分割する。各サブシステムは、さらに部品に分割でき、各部品は材料によって作られているとする。

本ヒエラルキーはメーカーが建築製品や建築材料を供給する立場から構成したものである。施工は、通常、仮設工事、躯体工事、仕上げ工事、設備工事に分類されるので、システムレベルにおける分類は、施工における工事分類から、建物に含まれない仮設工事を除いたものに相応している。建築製品や建築材料は工事分類毎に発注されることが多いため、結果として、工事分類に相応するものになっている。

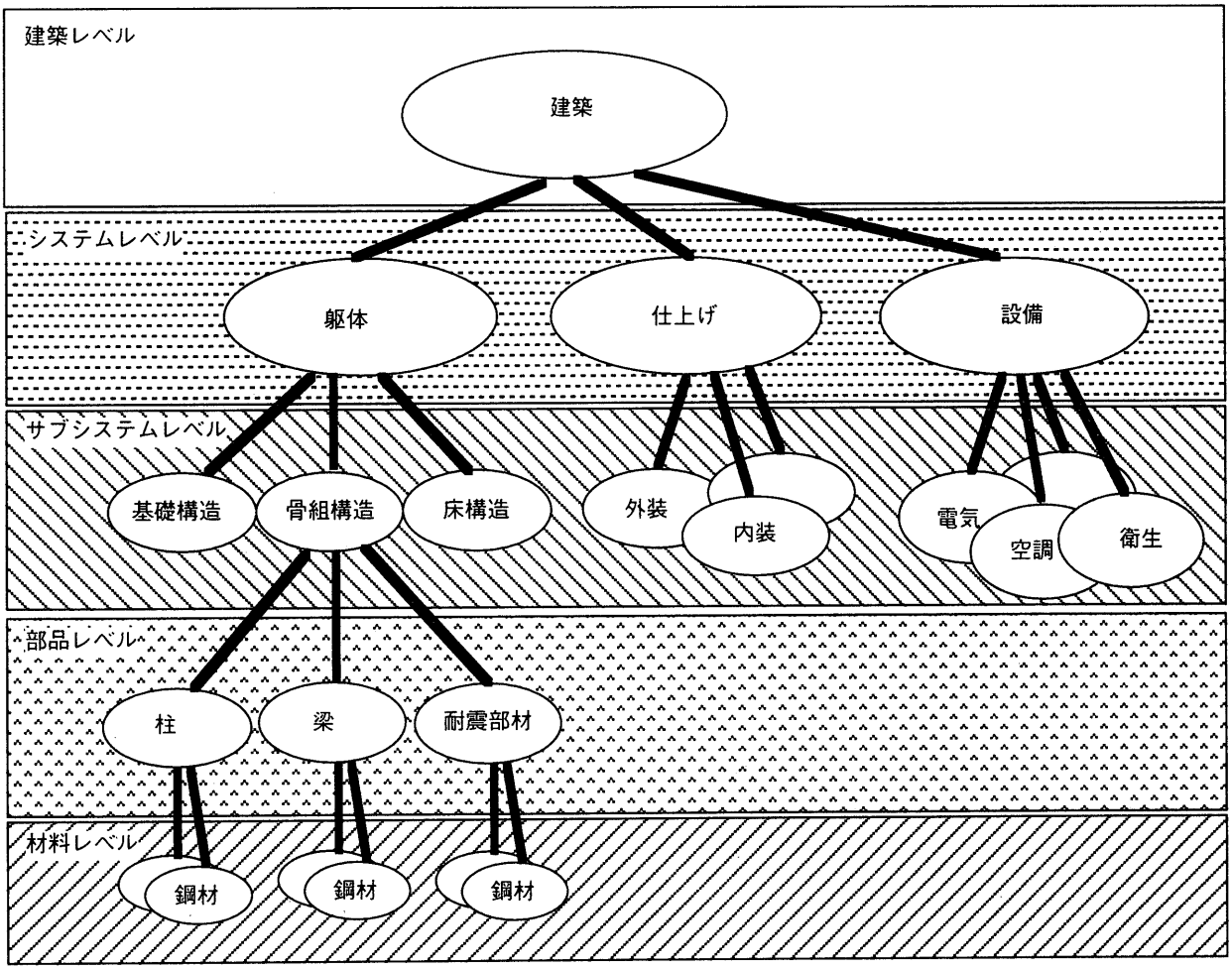

図2　建築のヒエラルキー構成

NII-Electronic Library Service

鉄骨構造をこのヒエラルキーにあてはめると、躯体は、鉄骨架構、基礎構造、床構造（デッキプレート＋スラブ）のサブシステムから構成され、さらに鉄骨架構のサブシステムは、柱、梁、耐震部材などの部品に分割される。これらの部品は、鋼材という材料から作られる。図3に材料レベルとしての鋼材の分類を示す。現在は圧延鋼材が鉄骨構造の部材として多く用いられている。

図2の建築のヒエラルキー構成に基づき、鉄骨構造に関する部分を取り出したのが図4である。この場合、建築は躯体－鉄骨架構－加工済鋼材－鋼材というヒエラルキーから構成されることになる。鉄骨構造においては、このヒエラルキーの各レベルは、ケース-0からケース-4の供給法に対応させることができる。図中の加工とは、主に工場での加工をさし、鉄骨組立は現場における加工、地組、建方をさす。

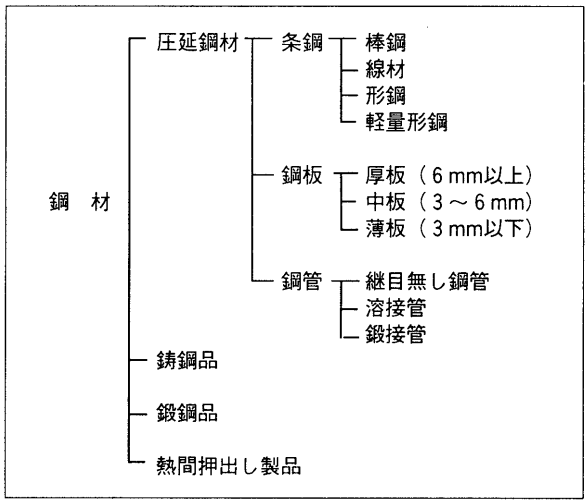

図3　材料レベルとしての鋼材

ケース-0：標準化された鋼材供給
ケース-1：加工済み鋼材の直接供給
ケース-2：鉄骨架構部分を部品で構成する鉄骨架構の供給
ケース-3：躯体部分を部品で構成する躯体の供給
ケース-4：建築全部を部品で構成する建築の供給

ケース-1、ケース-2、ケース-3は、それぞれのレベルに対して鉄鋼メーカーが躯体部品を供給することを想定したものである。以下、本論ではメーカーとは、鉄鋼メーカーとする。それ以外の場合は、何々メーカーと記述する。

ケース-0は鋼材そのものを供給するメーカー本来の機能であり、ケース-4は建築全体を扱うことになり、躯体部品のみの供給の枠を越えるため、本論の検討の対象外とする。ケース-1、ケース-2、ケース-3を建築生産のメーカーの役割の面から見直すと次のように分類できる

ケース-1：製造、流通、加工の役割を担当。加工済み鋼材を供給
ケース-2：加工済み鋼材を供給し、鉄骨組立の役割も担当
ケース-3：躯体部品を供給し、施工の躯体建設の役割も担当

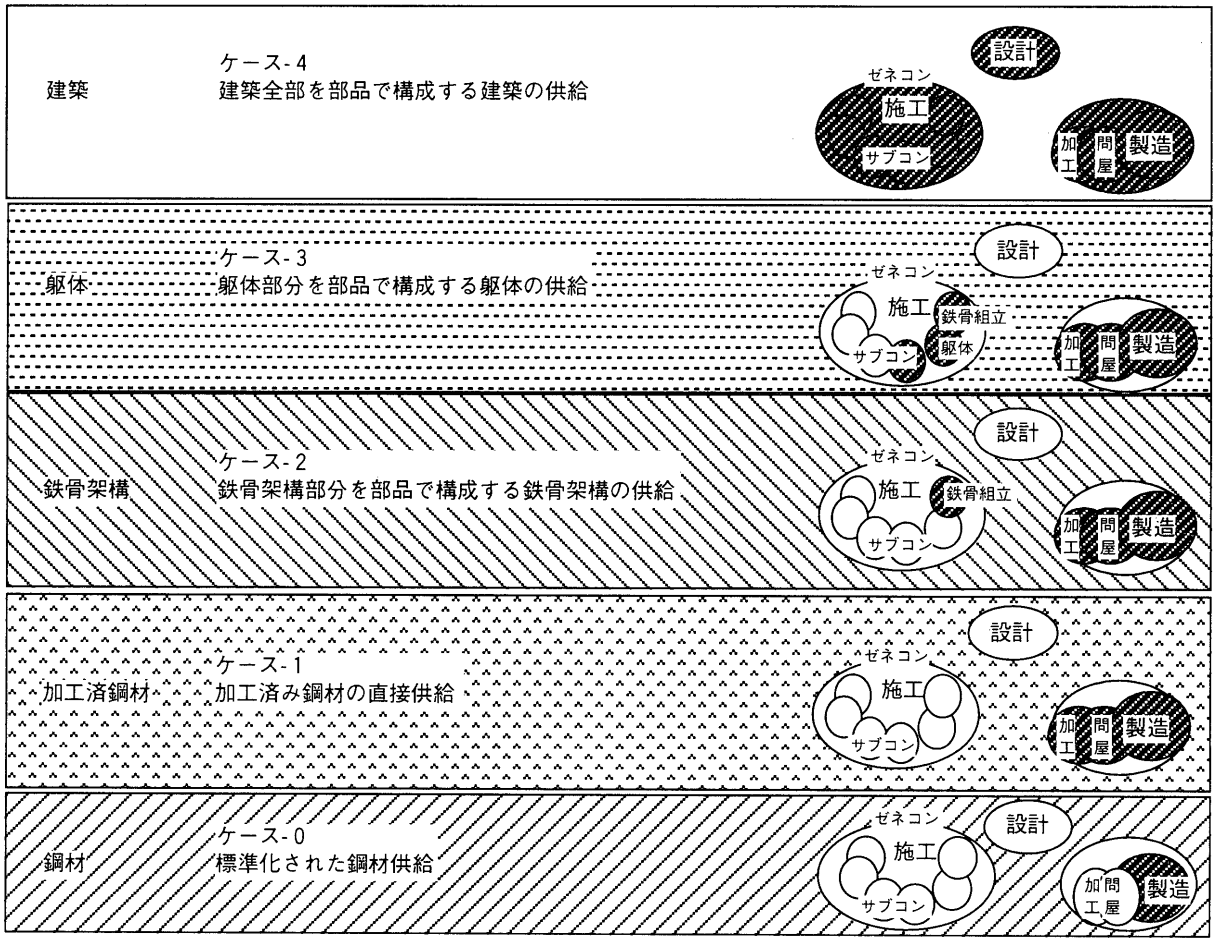

図4　鉄骨構造の供給システムのケース分け

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

3．鉄骨構造の供給システムの課題と専門家の意見

3.1　ケース-1：加工済み鋼材の直接供給

メーカーから加工済み鋼材を直接に建設現場に供給する。この場合のユーザー、体制、技術は次のようになる。

・ユーザー：施工会社
・体制　　：製造＋問屋＋加工
・技術　　：製造、加工

ケース-1の検討すべき課題としては、次のことが考えられる。

課題1）この場合のユーザーである施工会社にとっての利点は何か。
課題2）製造・流通・加工が分離している現行体制に対する優位性はあるのか。
課題3）メーカーがすべての加工を行うことができるか。
課題4）メーカーが小口流通を円滑に扱うことができるか。
課題5）簡易な加工による革新的な接合法が開発できるか。
課題6）設計者や施工者との生産情報の共有の可能性はあるか。

この課題に対する専門家の意見を、課題ごとにまとめると以下のようになる。（　）内は、専門家が属している組織である。大学（U）、設計事務所（D）、施工会社（G）、鉄骨加工会社（F）、メーカー（M）。

課題1）に対する専門家の意見

1）建築を中心に考えるべきで、鋼材の普及という面から考えるべきではない。（U）
2）細かな設計仕様変更を吸収することができない限り現実性がない。（U, D, G）
3）価格と納期を明示した加工メニュー設定が必要である。（G）
4）少額の加工料と、設計者や施工者の要望への細やかな対応に耐える必要がある。（U, G, F）

課題2）に対する専門家の意見

1）受注量を確保して、コスト削減をすることが成否の鍵になる。（G, M）
2）鉄骨加工が比較的簡単な大規模構造物に適する。ただし、ニーズの継続性に対する検討が必要である。（G）
3）一般の鉄骨加工会社との競争に価格、納期、仕様変更対処能力において優位にたつことは難しい。従来の生産と比較してコスト削減にはつながらない。（D, F, M）
4）実質的には問屋機能を取り込むだけになる。しかし、現在の問屋はすでに調達、穴あけ、部品作りを付加的に行っている。（F）

課題3）に対する専門家の意見

1）メーカーによる加工業務には限界がある。接合法を限定せざるを得ない。（U, G, F, M）
2）仕上げ部材の取付け金具のための鉄骨加工は様々な種類があり容易でない。（U, F）
3）加工工場を維持する経済的負荷が大きい。（F, M）
4）特別な鋼構造技術が必要なものを対象にすれば、成立の可能性が高まる。（D）
5）加工メニューの拡張のためには、工場に新規設備を入れる必要あるが、維持の負荷が大きい。（G, F, M）

課題4）に対する専門家の意見

1）流通における間接業者の利益率は少ない。（G）
2）流通機能が重要になる。小口需要への細やかな対応、納期順守体制が必要である。（G, M）
3）加工拠点は全国的に除々に増やす必要がある。（U）
4）メーカーに需要を取りまとめる機能を持たせることは、現段階では難しい。（G, M）

課題5）に対する専門家の意見

1）部材と部材を簡単に現場で接合できる接合法が必要である。（U, F）
2）多種の建築に適用できる簡単な接合法を開発し、設計者・施工会社への普及を図る。（U, F, M）

課題6）に対する専門家の意見

1）施工会社における生産設計との情報連動を考える必要がある。（G）
2）施工会社の生産設計が成熟し、設計段階で加工仕様が決定し途中変更がなくなれば、CAD/CAMを利用して効率良く生産できる可能性が増す。（G）

3.2　ケース-2：鉄骨架構部分を部品で構成する鉄骨架構の供給

鉄骨架構の生産・加工・建方工程を合理化し、短工期・省力化された鉄骨組立を実現する。メーカーによる部材の直接供給による流通経費削減、熟練工不足・高齢化に対処する工法の開発、溶接工事の削減に努める。最終製品である鉄骨架構をメーカーが品質保証することも考える。これまで品質にムラの見られた鉄骨造の質の向上をめざす。

・ユーザー：施工会社
・体制　　：製造＋問屋＋加工＋鉄骨組立
・技術　　：製造、加工、鉄骨組立

ケース-2の検討すべき課題としては、次のことが考えられる。

課題1）施工の生産性を大幅に向上させる鉄骨構造技術が開発できるか。例えば、耐火被覆、防錆工程、溶接などの作業をなくす革新的な接合法や建方法を考える。
課題2）一般の鉄骨加工に対し価格上で優位にたてるか。架構部分のコスト削減を建設トータルコストの低下へ反映させることは可能か。
課題3）鉄骨架構は独立したサブシステムになれるか。
課題4）品質の確保がユーザーに評価されるか。

この課題に対する専門家の意見を、課題ごとにまとめると以下のようになる。

課題1）に対する専門家の意見

1）革新的な接合法や組立方法の開発は難しい。（G, F）
2）耐火被覆のないビル架構ができれば画期的である。そうすれば、すっきりとした設計が可能になる。（D）
3）溶接をできるだけ減らす方向でシステム化を図るべきである。（M）
4）施工会社個別仕様の鉄骨架構をOEM生産的に行うと可能性はある。しかも、労務環境を著しく改善する「耐火被覆なし」、「溶接なし」のような危険な重労働から開放された鉄骨架構であれば普及していくであろう。（G）
5）鋼管柱を使った架構にロボット溶接を組み合わせる。しかし、一般ビルに普及するためには、施工指導や必要な機器類までをサポートする必要がある。（G）

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

6）可能性があるとすれば、社会ニーズの変化に合わせて短期間で建て替え可能なビルが必要とされる時である。再利用可能な建築部品によるフレキシブル鉄骨架構に対するニーズが発生する可能性がある。しかし、部品を長期に情報的に管理し、更新業務を行う組織が必要となり、長期的に安定した組織を作ることは難しい。(U, D)

課題2）に対する専門家の意見

1）現在でも鉄骨建方は比較的簡単であり、システム化の優位性が見いだせない。システム化故に冗長な部分が生じるのではないか。(U, G)

2）溶接ロボットの開発にかける費用で溶接工の待遇を改善すべきである。ロボットは人的・経済的負荷の増大につながることもある。(G)

3）鉄骨工事の施工性改善による経済効果は建築全体の予算の中では微々たるものである。(U, M)

4）システム化された鉄骨では、構造性能と価格の明示を図るべきである。(U, M)

5）単にこれまでの鉄骨架構をシステム化するのでは優位性を出しにくい。(U)

6）高齢化社会を迎えて小規模な鉄骨加工会社の後継者がだんだんいなくなってきている。この傾向が強まれば、架構をシステム化する需要が生じてくる。(U)

7）経済性が品質より重視される傾向があるため、品質を確保した上で従来より低価格のものを提供する必要がある。(G, M)

8）従来からの鉄骨架構は設計に自由に対応しているともいえる。「自由設計に対応したシステム鉄骨架構」を開発する意義は薄い。システム鉄骨架構として工場生産して、在庫を持つと、かえって費用を増大させる。(U)

課題3）に対する専門家の意見

1）ビル建設における鉄骨工事の割合からみて鉄骨サブシステムは、支配的サブシステムになれない。鉄骨だけシステム化されても、他工程で仕事が増えては意味がない。(U, G)

2）設備とのインターフェイス部は等間隔の穴あけなどで対処できる。外装とのインターフェイス部は外壁が決定するするまで、鉄骨加工仕様が決まらないので、システム化は難しい。内装は問題が少ない。(U)

3）鉄筋コンクリート造専門の中小施工会社が能力を高め、鉄骨に進出してきた場合に使われる可能性もある。(U)

課題4）に対する専門家の意見

1）鉄骨は外から見えないので、質や施工性の向上をユーザーに訴える力がない。(U, D)

2）鉄骨造の品質が安定性に欠ける現状では、定常的に品質を確保できる鉄骨架構が必要である。(U, D)

3）現状の鉄骨架構には施工精度の問題がある。施工精度を高められるような鉄骨架構が望ましい。(U, D)

4）被害レベル制御構造[3]など、従来の架構にない付加価値をもった鉄骨架構が望ましい。(U, M)

5）品質保証の問題がクローズアップされる傾向にあり、鉄骨架構も例外ではなくなるだろう。この場合、生産のプロセスがシステム化された鉄骨架構は従来品に比べて品質保証しやすい。(U)

6）品質管理の問題がでてきた時には、従来の架構より鋼材製造から建方までの責任の所在が一本化されているため、対処しやすい。(U)

7）システム化するからには、耐震性など構造性能を明示する必要がある。(U)

8）認定外の鉄骨加工会社を代替するものがよい。品質の確保につながる。(U)

3.3 ケース-3：躯体部分を部品で構成する躯体の供給

自由設計に対応した標準躯体部品によるフレキシブルなシステム躯体をめざす。中小ビル躯体のプレハブ化、最適ハイブリッド構造を模索する。

・ユーザー：施工会社、設計事務所、大口ユーザー
・体制　　：製鉄＋問屋＋加工＋鉄骨組立＋床・壁組立
・技術　　：製造、加工、鉄骨組立、躯体設計・施工

ケース-3の検討すべき課題としては、次のことが考えられる。

課題1）在来工法に対し、乗り換える動機を提供できるか。
課題2）鉄筋コンクリート構造に対する優位性をだせるか。
課題3）設計の自由度に対する追随性は確保できるか。
課題4）外装、内装、設備とのインターフェイス部の開発が必要。
課題5）望ましいシステム躯体の要件とは何か。

この課題に対する専門家の意見を、課題ごとにまとめると以下のようになる。

課題1）に対する専門家の意見

1）在来工法の方が安くて早くて自在である。(D, G)

2）施工会社による採用は、実質的な請負範囲の縮小につながるため期待できない。(U, D)

3）メーカーが開発すれば品質の良いシステム躯体になりそうであるが、高価格になり、在来工法に対し劣位にたつのではないか。(D, G)

4）施工会社との価格競争になる可能性がある。(G, M)

課題2）に対する専門家の意見

1）在来工法にプレハブ部材を適宜組み込む複合化工法が施工会社により既に鋭意開発されている。「部品によるフレキシブルなシステム躯体」は施工会社にとっても、昔から取り組んできた永遠の課題である。(G)

2）鉄筋コンクリート構造に対する優位性は型枠を省ける面にある。(U)

3）当面は、メーカーとして中小ビル向けのプレキャスト部材の開発に力を入れ、既製品の活用も考える。(D)

課題3）に対する専門家の意見

1）設計者向けのシステム躯体が求められる。ユーザーの細かな要求を設計に反映でき、設計の自由性に追随できるフレキシブルなシステム躯体は、ハードの部品化だけでは難しい。新しい方法、例えば、情報技術の活用でソフト部品（柱・梁・床・壁のCADモデルライブラリ）を提供し、設計に活用してもらうことも考えられる。(G)

2）鉄筋コンクリート構造の代替品としてプレハブ化の進んだハイブリッド構造を開発する方法がある。しかし、現時点では細かな設計仕様に合わせることのできるシステム躯体の開発の可能性は薄い。(U, G)

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

3）FMS（Flexible Manufacturing System)を活用しても、建材生産にフレキシビリティをもたせられるとは思えない。(M)
4)大口ユーザーまたはその代理人としての設計事務所が全体を主導すれば可能性が高い。(U)
5）不況の際に、大口ユーザーを探すのは難しい。(F)
6）躯体は、標準部品によりシンプルに造るが、外壁の選択で多様な要望に対処する方法がある。(U)

課題4）に対する専門家の意見

1）設備を切り離す為に生じる冗長な空間への評価が問題になる。設備工事費削減、更新性向上が期待できる反面、利用可能空間が減少する。(U, D)
2）部品のそれぞれが独立していること、インターフェイスの規定がなされていること、フレキシブルな生産ラインが構築されていることが前提条件になる。躯体設計のモジュールと部品生産のモジュールの整合性も検討する必要がある。(G)
3）需要を確保しつつ開発する。完成度の高い標準設計を採用しコストを下げる。外装、内装、設備 メーカーとの協力が必要になる。(U)

課題5）に対する専門家の意見

1）施主の細かな要求を受け入れられるか疑問である。(D)
2）PCメーカーには技術の蓄積があり、PCメーカーが部材のオープン化を進める方がいいかもしれない。鉄骨構造とPC構造とのハイブリッド構造が良い。(D)
3）更新性の高い中小ビル（メンテナンス重視）を対象にする。(D)
4）鉄骨構造＋外壁既製品 パネル工法の標準化を行う。(U)
5）ALC販工店のやり方（ALCメーカーは建材卸と技術をサポート）を見習う。(U)

4．各ケースに対する考察

課題に対する専門家の意見を横断的に考察するため、次のような検討項目を設定する。

検討項目1）従来の製品と同等のものを供給する場合
検討項目2）新しいものをめざす場合
検討項目3）建設業の情報化への対応
検討項目4）システム化

検討項目1）と2）により、現行体制と新しい体制に分けて検討することができる。検討項目3）は専門家から多くの意見をいただいた項目である。検討項目4）は本論の主要テーマである。

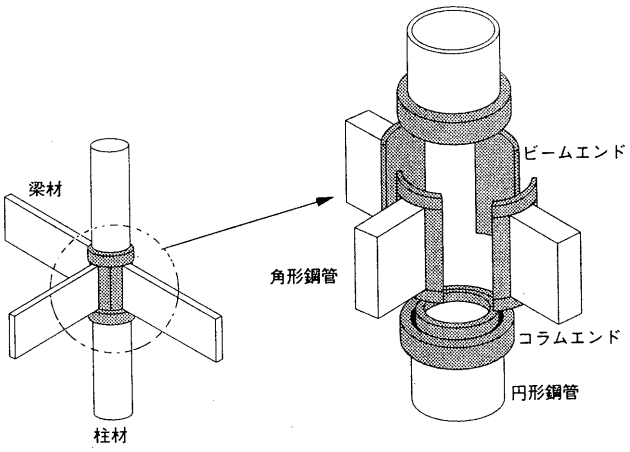

図5　かん合接合の例

4.1　ケース-1：加工済み鋼材の直接供給

検討項目1）に対する考察

加工の簡単な接合法を開発し、限定された加工メニューでも、一般の鉄骨加工会社でできるものと品質は大差ないということを設計者や施工会社に理解させることが重要である。直接供給による流通・間接経費の削減を図り、また小回りのきく商社機能をもった組織を作り、量をまとめることも必要である。既存の物流体制の抵抗も予想されるが、特定の部材から除々に部材の種類を拡大していく方向もある。

検討項目2）に対する考察

ワンタッチで接合できるような革新的接合法が開発されれば、メーカーから直接現場に鉄骨部品が運べ、すぐに組立られる。流通革命をも引き起こされよう。しかし、この研究開発は各方面で研究されているが、技術的に非常に難しい問題である。図5に著者等が開発した接合法を示す[4]。某プロジェクトで実施してみたが、現時点ではコスト高であった。

検討項目3）に対する考察

建設情報統合化の動きに連動して、プロジェクトデータベースからメーカーへネットワークを通じて発注できる情報化をめざす。発注CAD情報に連動するCAMを工場に構築する。鉄骨～建築間でプロダクトモデルの標準化が進み、メーカー～施工会社間でデータの受渡ができることが前提となる。これまでの建築方式では、発注CAD情報の確定度が低いため無理であった。しかし、確定度が高まれば成立する可能性がある。生産工場として複数の拠点を持った場合、情報の流れによる物の流れの最小限化も期待できる。長期的視野にたった検討が必要である。

検討項目4）に対する考察

発注先で既に仕様が決まっている場合、システム化の余地は少ない。ただし、メーカーの立場から、鉄骨構造の技術をあまり持たない設計者・中小施工会社に対し、鉄骨構造の技術をサポートしつつ部材を供給する場合には、システム化は有効な手段である。

4.2　ケース-2：鉄骨架構部分を部品で構成する鉄骨架構の供給

検討項目1）に対する考察

鋼は加工しやすく、鉄骨建方は比較的簡単で、接合法もよく使われるものは数種類である。システム化、標準化はかえって割高になる可能性がある。「設計の自由性に対応するフレキシブルな鉄骨架構」の開発は単なる代替品指向では意味がなくなる。従来の鉄骨架構は設計に自由に対応しているからである。ただし、システム化のメリットの可能性がでてくるのは、鉄骨加工会社の後継者が不足する時と品質管理が要求される時である。

検討項目2）に対する考察

鉄骨架構における重要な未解決問題として耐火被覆作業と溶接品質の問題があげられる。ケース-1の革新的接合法、無耐火被覆工法、溶接なし工法、ロボット溶接工法などに対応した新架構の開発が目標としてあげられる。また鉄骨架構に新しいコンセプトを持ち込むことも意義がある。大地震後にも一部の部材をとりかえることによ

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

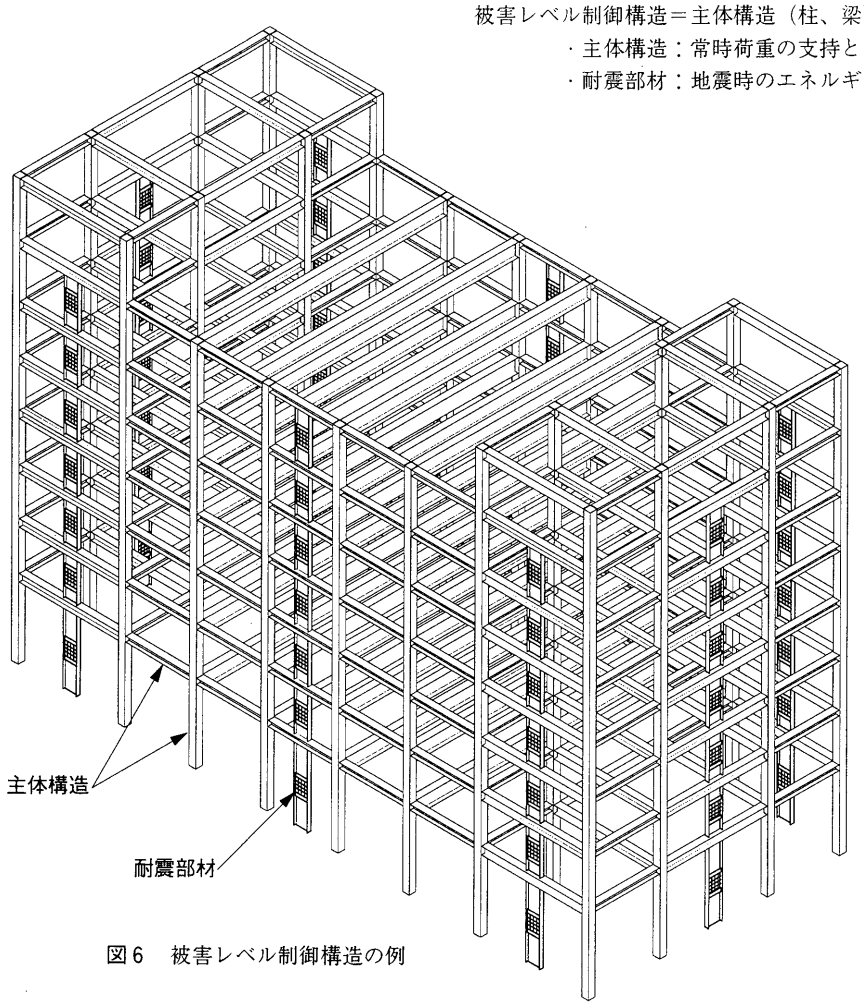

図6　被害レベル制御構造の例

り再利用可能な被害レベル制御構造が考えられる（図6）[3]。
社会ニーズの変化に合わせて短期間で建て替え可能なビルが必要とされる時には、フレキシブルな鉄骨サブシステムは、仮設構造物のように再利用可能な建築部品としての新しい価値を持つ。ただし、部品を長期に情報的に管理し更新業務を行う組織が必要となる。

検討項目3）に対する考察

コンピュータにより統合された鉄骨架構一貫生産システムをめざす。既開発の鉄骨CAD/CAMシステムを活かして、施工会社から受け取る躯体CADデータから、詳細図、加工図、施工図をおこし、CAMを使って加工、溶接ロボットなどを使って施工する。これらのデータは、プロジェクト毎に一元管理し、積算、物流、経理システムとも連動する必要がある。問題は、各施工会社とのデータの受け渡しのための標準化の進み方、施工会社の生産情報の統合化の進展状況である。

検討項目4）に対する考察

一般の架構に対して、接合部の設計において性能発注を可能にする。この場合、設計者は要求性能を指定し、メーカーは要求仕様に基づき、接合部を設計・選択する。鋼構造の専門家による判断の方が適切である場合が多いため、現実的である。特殊仕様のものに対して、技術を駆使して、鋼材選定、接合部設計を行う。

4.3　ケース-3：躯体部分を部品で構成する躯体の供給

検討項目1）に対する考察

「良質で経済的で細かな注文にある程度応じられるようなシステム躯体は存在するのか」という問いに対して、「在来工法による一品生産の方が、早くて経済的でフレキシブル」という意見が多く寄せられた。しかし、実現の難しさを訴えながらも、同時に開発の意義を認める意見も多かった。市場としての中小ビル群を把握して量を確保し、部材の工場生産化の適用可能物件を増大させることよって、工期短縮、型枠工事削減を図る可能性があるためである。施工会社の複合化工法開発が大型物件向けになりやすいのは、中小ビルにおいては、一件毎では量が確保できないことによる。

検討項目2）に対する考察

設備と躯体を切り離すことにより更新性の高い躯体を造る。生産のための躯体から脱却して、外壁のとりかえ、設備のとりかえの容易さなどライフサイクルの視点にたった躯体にする。一方、基礎の鋼構造化という案もある。現在、基礎の鉄筋使用量は相当量あり、型枠工事の負荷も大きい。比較的合理化の進んでいない地下構造部分に鋼管コンクリートを使う新しい方法もある。

検討項目3）に対する考察

柱、梁、床、壁などのソフトおよびハード部品をCADデータライブラリィに入れて提供し、設計に採用してもらう方法も考えられる。前提条件として、各部品が独立し、部品のインターフェイスのルールづけが明確になされている必要がある。ワンタッチ接合法がもし開発されていれば理想的である。ここでは全体の構造計算を行う必要もある。

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

検討項目４）に対する考察

「躯体にグレードはあるか」という問題がある。これは「構造設計はマニュアルから脱却できるか」ということでもある。建築の計画段階で、この躯体は短期で建て替えることも予想されるので予算はこれ位で納めて欲しいとか、この躯体は長期にわたって使用したので少々高くても丈夫な躯体が良いといった要望がある。これに対して、適切な躯体を適正な価格で提供する必要がある。躯体にも品質の差というのはあるが、それを正確に提示できないところに問題がある。最近、取り組まれている性能評価型設計[5]は、建てたいものの要求性能にあった設計をめざす動きであり、今後が期待される。

5．結論

ケース-１、２、３の考察をまとめると次のようになる。

１）ケース-１

革新的で簡単な接合法が開発されれば、メーカーから直接現場に鉄骨部品が運べ、すぐに組立られる。専用の鉄骨加工工場の工程を省くことができ、流通革命も引き起こされよう。しかし、現段階では、技術的に可能性は薄い。建設業全体で接合法の標準化運動を進め、外壁とのインターフェイスにおいても標準化を進め、メニューそのものを限定してしまうことが考えられる。

２）ケース-２

現状で従来の鉄骨架構をシステム化する必要性はあまりない。しかし、生産を取り巻く環境変化によっては、システム化する必要が増大する。鉄骨加工工場の後継者が減少する時、厳しい品質管理が要求される時、ユーザー側が鉄骨架構に対する品質保証を要求する時、ユーザーの価格低減の圧力から流通経費の削減を進める時などである。この場合のシステム化は、情報技術を活用して、製造から製図、加工、建方までの工程とプロセスを一貫して標準化する必要がある。鉄骨架構の著しい施工改善、大地震後も部分的補修で再利用可能にする新しい機能の付加、建て替え可能な架構などの新しいコンセプトに基づく開発なども必要になってくる。

３）ケース-３

現時点では在来工法に対する優位性はだしにくいが、３つの方向が考えられる。躯体は外から見えないので多様化対応は外装の選択ですると割切る方法、メーカーとして中小ビル向けプレキャスト部材の開発を進める方向、情報技術を活かして新しい部品化建築に挑戦する方向である。メーカーとしての利点は、どの施工会社でも使用可能になるよう部材を供給できることと、躯体コストを明確化できることである。

ここで示したケース-１、２、３に分類した供給方式は、建設資材を供給しているメーカーが建築の躯体部品を供給しようとする試みである。最終的にはどのような建築にも適用できるフレキシブルな組立躯体部品の提供をめざしている。

メーカーには、建設現場全体を横断的に眺め、共通部品を開発するという基本姿勢がある。個々の事例毎に違う設計条件に適用できる躯体部品を作り上げることは、現実には大変難しいであろうが、努力をする価値のある目標である。また、メーカーが実際に建築生産にアプローチすることは、最終ユーザーの意向を製品開発に生かせるメリットがある。ユーザーニーズのフィードバックによる連続的な改良は、建築に、より良い製品を供給することにつながると考える。従来の建築では、最終ユーザーとメーカーの間に大きな隔たりがあったが、その距離を縮めることができる。

建築は一品受注生産ではあるが、実際には工業製品の利用が増え、工程においてもサイクル工程など、非一回性（繰り返し）の部分が増えつつある。メーカーによるアプローチは、非一回性の生産システムで建築生産を行うことを目標にしているともいえる（図７）。ここでは、部品を使いながら、仕事の進め方、役割分担、情報の流れ、組立ての仕方など生産のプロセスを決め、さまざまな建築を供給していくことができる。デザイナーではなくプロデューサーの視点を持ち、一品指向ではなく汎用指向の態度をとるのは、メーカーの特徴である。

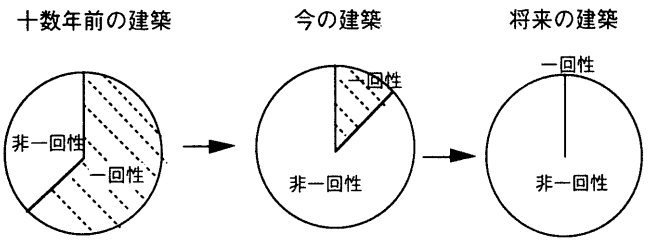

図７　非一回性の増加傾向

謝辞

本研究を進めるに際しご指導を頂いた東京大学の松村秀一助教授に深く感謝致します。

また、ヒアリング調査におきましては、大学、設計事務所、施工会社、鉄骨加工業、鉄鋼メーカーなどに属する専門家に多大なご協力を頂きました。ここに深く感謝いたします。

参考文献

１）松村秀一：現代の「旧素材」と「新素材」の展開、建築雑誌、Vol.111、No.1389、pp24-27、1996年５月

２）岩田衛：システム構造体による建設生産システムの変革、第21回建設業情報システム研究会、pp271-278、1993年２月

３）岩田衛・黄一華・川合廣樹・和田章：被害レベル制御構造に関する研究、日本建築学会技術報告集、第１号、pp82-88、1995年12月

４）岩田衛・矢崎光彦・川合廣樹・和田章：Jointing Method for Use in Automated Building-Frame Erection、14th Congress of IABSE、New Delhi、pp359-364、1992年３月

５）設計体系小委員会（主査：秋山宏）：動的外乱に対する設計の展望、日本建築学会シンポジウム、1996年11月

６）郵政大臣官房建築部企画調査室・大野建築アトリエ：施設構成要素のシステム化に関する研究、1993年

（1996年９月３日原稿受理，1997年１月21日採用決定）

NII-Electronic Library Service