

川崎製鉄技報

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.4 (1972) No.2

川鉄のHフレーム構造設計システムについて

The Structural Design System for Kawatetsu H-Frame

山口 修一(Shuichi Yamaguchi) 平岩 研三(Kenzo Hiraiwa) 金田 伸一(Shinichi Kaneda) 辻野 武彦(Takehiko Tsujino)

要旨：

本論文は、川鉄のHフレーム（H形鋼を用いたプレハブ鉄骨）の構造設計システムについて述べる。Hフレームは山形タイプ、ビルタイプの標準タイプのほか、2連棟3連棟タイプ、2階建山形タイプ、そのほかの応用タイプがある。これらの構造計算は、本社（神戸）にある UNIVAC 494 で行なうが、主フレーム、二次部材および基礎までの設計も一貫して行うプログラムと主フレームの応力解析のみを行うプログラムを用意している。構造設計の迅速化のため、計算結果は伝送回線で東京、名古屋および広島の各営業所に送られる。また、迅速かつ経済的な製図作業ができるようくふうも行われている。

Synopsis：

This paper reports on the structural designs system for Kawatetsu H-frames which are prefabricated steel frames made with Kawasaki H-shapes. The structural types of H-frames are the gable type and the flat roof building type. Besides these, there are various types such as the double or triple gable types, the two-storied gable type, etc. The structural computation for each of the H-frame types is performed by the computers "UNIVAC 494," installed at the Head Office of Kawasaki Steel Corporation in Kobe. We have two kinds of programs, one for the serial design of main frame, secondary members and foundation, and the other for the analysis of frame structure stress. For the purpose of speed-up, the calculated results are conveyed through transmission circuits from Kobe Head Office to each office at Tokyo, Nagoya and Hiroshima. Also, certain devices have been introduced to do the structural drawings more rapidly and economically.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

川鉄の H フレーム構造設計システムについて

The Structural Design System for Kawatetsu H-Frame

山 口 修 一*

Shuichi Yamaguchi

平 岩 研 三**

Kenzo Hiraiwa

金 田 伸 一***

Shinichi Kaneda

辻 野 武 彦****

Takehiko Tsujino

Synopsis :

This paper reports on the structural design system for Kawatetsu H-frames which are prefabricated steel frames made with Kawasaki H-shapes.

The structural types of H-frames are the gable type and the flat roof building type. Besides these, there are various types such as the double or triple gable types, the two-storied gable type, etc.

The structural computation for each of the H-frame types is performed by the computers "UNIVAC 494," installed at the Head Office of Kawasaki Steel Corporation in Kobe.

We have two kinds of programs, one for the serial design of main frame, secondary members and foundation, and the other for the analysis of frame structure stress.

For the purpose of speed-up, the calculated results are conveyed through transmission circuits from Kobe Head Office to each office at Tokyo, Nagoya and Hiroshima.

Also, certain devices have been introduced to do the structural drawings more rapidly and economically.

1. ま え が き

当社では、H形鋼の市場拡張のため、すでに、昭和41年に、H形鋼に曲げ加工をした“リバーアーチ”を発表したが、その後、工場、倉庫、体育館などのいわゆる上屋構造を対象にしたプレハブフレームの需要が増大し、各社が競ってこの方面に乗り出してきた。当社も、川鉄建材工業（株）

の“テーパースチール”との競合を考慮し一時H形鋼によるプレハブフレームへの進出をためらっていたが、昭和43年4月“川鉄のHフレーム”（以下Hフレーム）と名づけて、普通タイプ、ホイスト（片吊り、両吊り）、クレーンタイプを発表した。その後、商店、事務所など中層のビルを対象としたHフレームビルタイプを昭和44年5月に、また大スパンまたは多雪地域の上家に適用して有利となるHフレーム・LSタイプを昭和45年10月

* 本社建材開発部建築開発室掛長

*** 本社システム部第二システム課掛長

** 本社東京建材部建材技術室掛長

**** 千葉製鉄所システム課

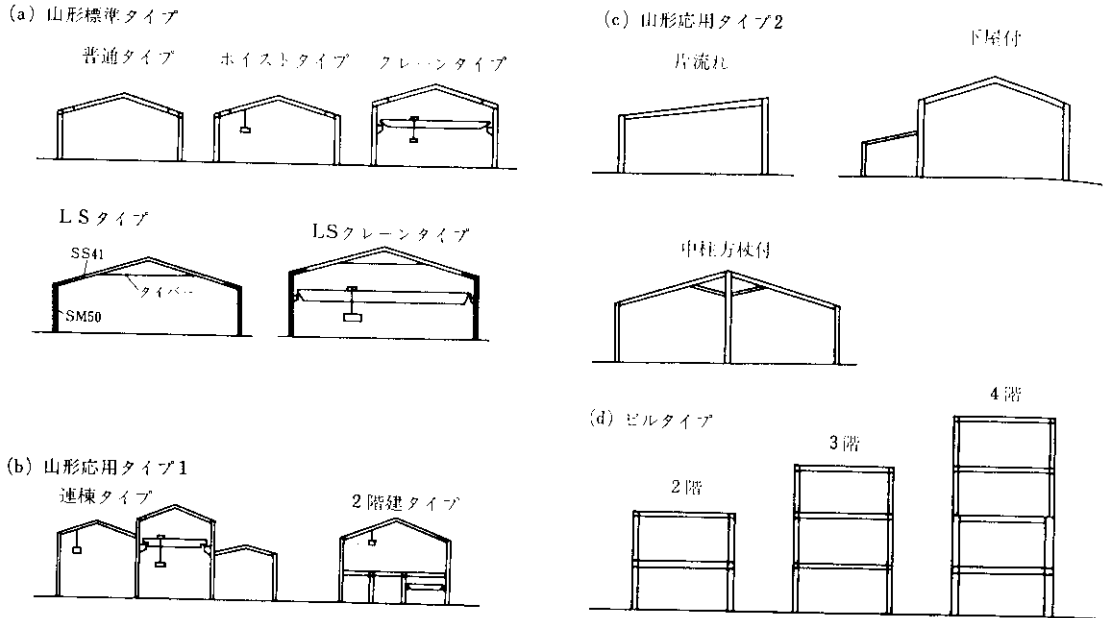


図1 Hフレーム各タイプ

にそれぞれ追加発表したHフレームの各タイプを図1に示す。

最近では経済成長の鈍化、ドルショックなどのため、販売実績は、かなり下っているが、昭和45～46年は、月平均5,000tも販売してきた。これらのうちには、上記標準タイプのほかに、図1(b)、(c)に示したような、Hフレームの応用型とも称すべきものも受注されており、受注競争の激化にしたがって、タイプの種類は増加してきた。建物はそれぞれ使い方、敷地条件などの特殊性をもつ以上、限られた範囲での標準タイプ、規格品ではすべてをカバーできないことは当然で、この現象は当社が需要家の要望に応じてHフレームの標準タイプを拡張してきたと考えるべきであろう。

一方プレハブフレームの特長として、規格、標準化による加工費の低減、納期短縮、品質（強度、精度）の保証、設計費の削減、などが、あげられているが、Hフレームの場合は、これが必ずしも、少品種多量生産とは結びつかず、むしろHフレームは本質的には、多品種少量生産である。この点をはっきりと認識した上で、規格化標準化のメリットを生かすような受注、生産、販売の体制を作るべきである。

さて、Hフレームの受注販売にあたっては、通

常の鉄鋼製品と異なり、膨大な販売用技術資料（各タイプ、サイズごとの部材表、鋼材重量表など）を必要とするほか、需要家の設計意図や要求に迅速に応答できるきめの細かな技術サービス体制が不可欠である。

Hフレームの技術サービスは、構造計算、構造図作成、鋼材重量の積算、施工要領書の提示などを含んでいる。また構造設計も販売するHフレーム（主フレーム）のみならずもや胴縁などの二次部材および基礎についても要求される。これは、次に述べるように、工事予算用資料、建築確認申請における図書などに用いられるからである。構造設計は大きく略設計と本設計との2段階に分けられる。

略設計は、需要家側での予算作成、ほかの構造型式や競合品との比較、経済設計の追求などの目的で行なわれるので、早い時期に短い期間で1件の建築について、数種類の構造設計を行なう必要がある。しかも、鋼材重量の積算精度も要求される。

本設計は、施工用、入札見積り用、建築確認申請図書として用いられるが、略設計に比べ、精細な設計が必要となる。

Hフレームが、数種類の規格品で間に合うなら

ば、構造計算書や設計図、積算書などをあらかじめ準備しておくことができるが（実際に規格品の種類を少くし、これらに関する設計図などを印刷して販売に臨んでいるメーカーもある）、当社では前述のように骨組架構のタイプも多く、しかも、スパン、軒高、勾配などは、自由に選んでもらえるような営業方針をとっているため、設計図書を完成して用意することはむずかしい。

現在当社では、多種多様な需要家からの設計条件に短期間に応答するため、

- ①電算機による構造計算、重量計算のシステム
- ②伝送回線を利用し計算結果の伝送システム
- ③設計図作成における省力化、合理化のシステムの3つからなるHフレーム設計サービスシステムを用意している。これらのシステム開発は本社システム部第2システム課、千葉製鉄所システム課、東京建材部建材技術室、神戸建材部建材技術室および、建材開発部建築開発室が、それぞれ作業を分担し協力して行なった。

以下に各システムの概要と問題点を述べることにする。

2. 構造計算のシステム

2-1 プログラムの種類

Hフレームの構造計算プログラムには、主フレ

ーム、二次部材、基礎までの一貫設計のプログラムと、主フレーム、架構の応力解析に用いるプログラムの2種類に大別できるが、一貫設計プログラムは、その対象構造物によってGEY 01、(山形標準タイプ) GEK 15 (ビルタイプ)、およびHFRAME (山形応用タイプ) の3つのプログラムがある。応力解析プログラムは節点数45までの任意の2次元骨組構造の応力計算が行なえるプログラム GHK 02 がある。これらのほかに、Hフレームを特に対象として開発されたプログラムではないが、H形鋼をはじめ山形鋼、角パイプなどによる2次元骨組構造物の応力解析、および断面設計を行なう汎用プログラム FRAD (Frame Design Program) も、変形Hフレームの計算に用いられる。これらの特性と適用範囲を表1にまとめて示した。

一貫設計プログラムは、①データ読み込みおよびチェック(データプリント)、②準備計算、③主フレーム応力変位計算、④主フレーム断面設計(鋼材量計算)、⑤二次部材計算(鋼材重量計算)、⑥基礎部分設計の各部分からなっている(図2, 3, 4参照)。

HFRAMEは、設計適用範囲が広く規模が大きいので4つのTASKにわかれ、HFRAME/1で上記計算の①、②を、HFRAME/2で③、④を、HFRAME/3でフレームの鋼材量計算、アウトプットおよび二次部材の計算を、HFRAME/4で

表1 Hフレームの構造設計プログラム一覧

	プログラム名	適用構造範囲	計算範囲					伝送システム	フレーム 応力解法	特 徴	備 考
			フレ ーム 応力	フレ ーム 断面	2次 部材	基礎	鋼材 量				
標準型	GEY 01	山形タイプ; 普通, ホイスト, クレーン, タイプ, L Sタイプ, タイバー付	○	○	○	○	○	○	マトリックス変位法	インプット簡明構造計算書	新規準に合せ改訂(S46.12)
	GEK 15	ビルタイプ; 2~4階(5階可能)	○	○	○	○	○	○	たわみ角法	同 上	同 上
応用型	HFRAME	連棟型; 3連棟まで, タイバー, クレーン等任意	○	○	○	○	○		マトリックス変位法	同 上	同 上
	GHK 02	2階建山形; 1階3スパンまでクレーン等任意 任意の2次元(平面)骨組構造	○					○	同 上		
	FRAD	同 上	○	○			○		同 上		
	SAFS	任意の3次元(立体)骨組構造	○						同 上		

○印は可能を示す。

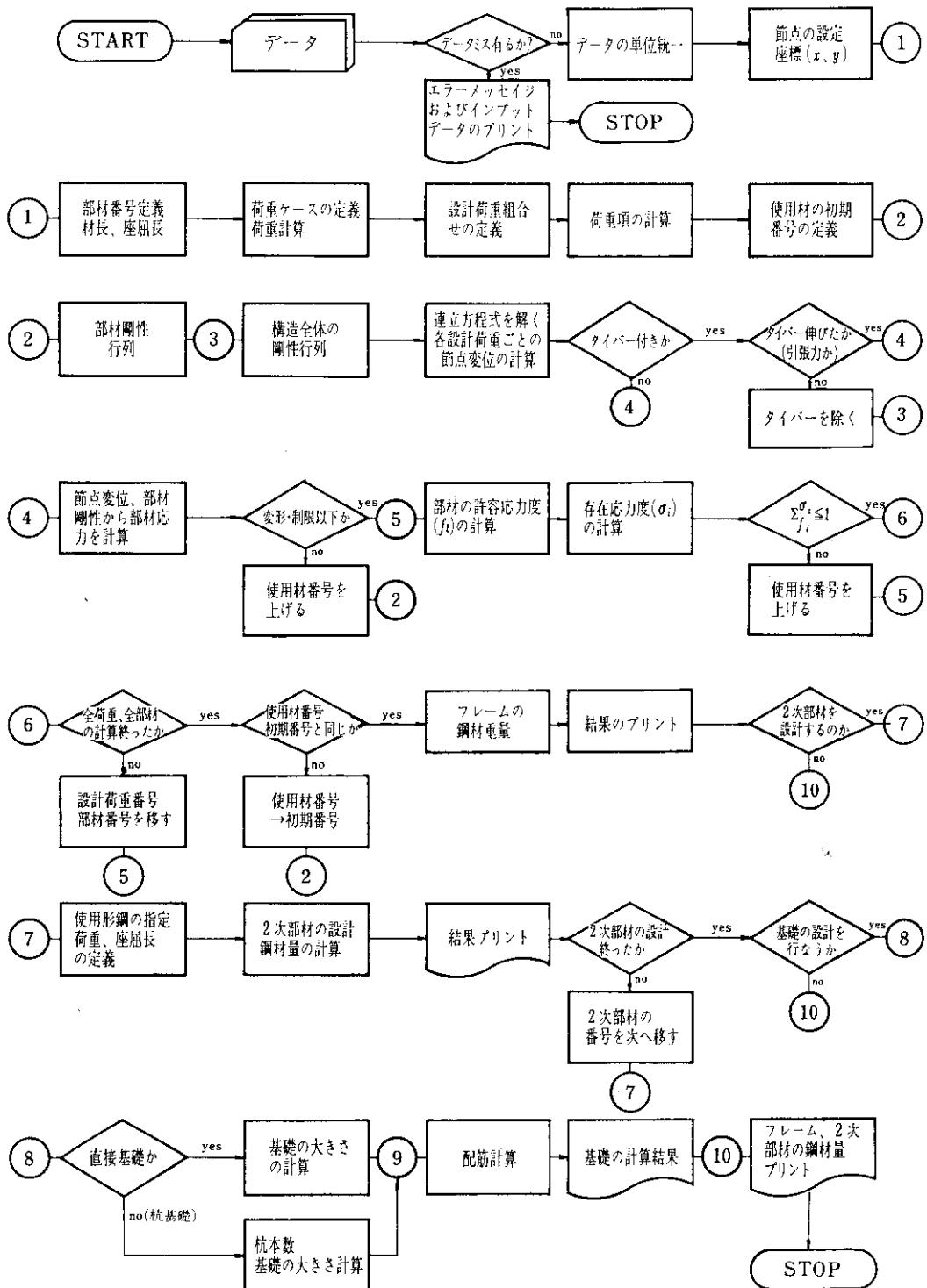


図 2 GEY 01 ブロックチャート

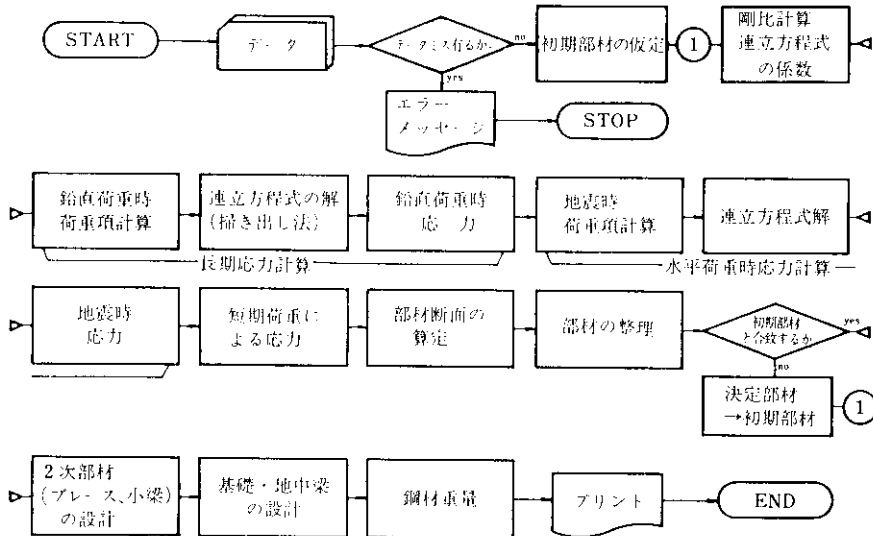


図 3 GEK 15 (ビルタイプ) フロー

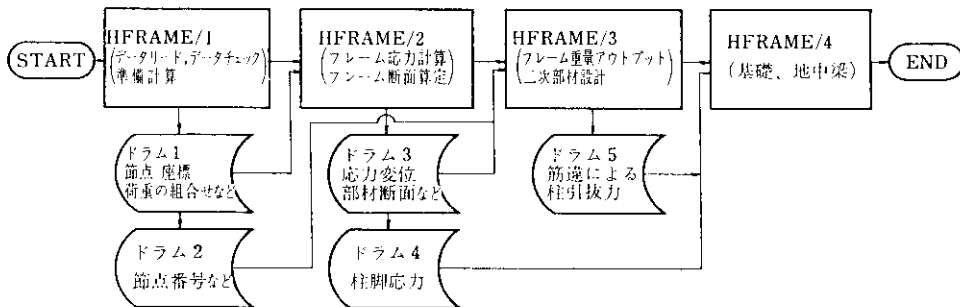


図 4 HFRAME TASK 関係図

基礎設計をそれぞれ行なう。なおこのプログラムの主要部分である HFRAME/2 は前述の FRAD が母体となっている。

一貫設計のプログラムは、昭和46年12月にそれぞれ大改訂を行なっている。それは、日本建築学会の鋼構造設計基準の改正によるもので詳細については 2.2 に後述する。この改訂に際し、従来はタイバーの付かない山形標準タイプにだけ適用できた GEY 01 を、タイプ付きタイプ、LS タイプまで含めた山形標準タイプ全体に適用できるように拡張した。これと HFRAME で、通常考えられる山形標準タイプの組合せはほぼカバーできるが、これらを外れたものについては一貫設計は行わず、構造計算で最も面倒な、手計算では困難な、主フレームの設計または主フレームの応力変位計算だけを行なわせることが良策である。この

目的に、GHK 02, FRAD の両プログラムが用いられる。ただこの両プログラムは、汎用プログラムであるためインプットが若干煩雑で、アウトプットも多量に出てくるのはやむをえないことである。

2.2 主フレームの応力解析法

表 1 に各プログラムで用いるフレームの応力解析法を示したが GEK 15 はたわみ角法（広義の変位法）を用い、ほかはすべてマトリックス変位法を適用している。なお修正以前の GEY 01 は Kleinlogel による 2 鉸山形ラーメンの公式を用いていた。この方法では、適用範囲は 2 鉸山形ラーメンに限られ、また変形の計算には、仮想仕事の定理を適用した積分計算を行なう必要があり、また設計荷重の組合せによる応力計算が煩雑である

などの欠点があるが、簡単な公式によって、柱脚反力が与えられるので、変位法のように多元の連立方程式を解く必要がなく、メモリーの容量、計算時間の節約になると考えたからである。

前述のプログラム修正に当たり GEY 01 にタイパ付きタイプの計算を包含させることになった。Kleinlogel の公式と、仮想仕事の定理の組合せでタイバー引張力を算出することもできるが、煩雑なので、HFRAME などと同様マトリックスによる変位法を用いることにした。マトリックスによる変位法については、長くなるので省略する。

マトリックスによる変位法を用いた場合、最終的には、多元の連立一次方程式を解く形になる。コンピュータによって、この連立方程式を解くときに、多量の記憶容量と計算時間を必要とするので、この問題の解決がなければ、実際にコンピュータによる計算サービスの遂行上支障をきたすわけである。この辺の問題についての研究は、いろいろなところで行なわれているが、ここ数年の動きから見ると、数萬元の連立方程式の解法に焦点が集まり、100 元ほどの連立方程式をいかに速く解くかの研究は、重視されていない。しかし、変

位法による応力解析が、ルーチン・ワークに移った現在、数多い計算をいかに速く解くかは、コンピュータ負荷の問題として、大きなものである。このような問題意識のもとで、連立方程式の新しい解法が研究され、開発された。この解法は、特に、剛性マトリックスの特徴を生かし、さらに、節点番号の付け方に工夫をほどこした。これについては、他の機会に報告されるであろう。プログラム HFRAME, FRAD, GYK 12 では、この解法が用いられ、十分な成果を上げている。

HFRAME, GEY 01 に共通の問題は、タイバーの扱い方で、通常タイバーは、山形鋼の 2 ヶ合わせて用いるが、引張材としてのみ用い、圧縮力には効かないものと考えている。このため各設計荷重時においてタイバー応力の正負により、タイバーを考慮したり、無視したりして応力を解く必要が生ずる(図 2)。

次に、応力算出に用いた假定部材と、断面算定後の部材が、一致しないことがある。タイバーのない山形標準タイプで、柱と小屋梁の断面の等しい場合は、剛比の変化がないから問題はないが、一般には断面設計に用いた応力は、その架構の正

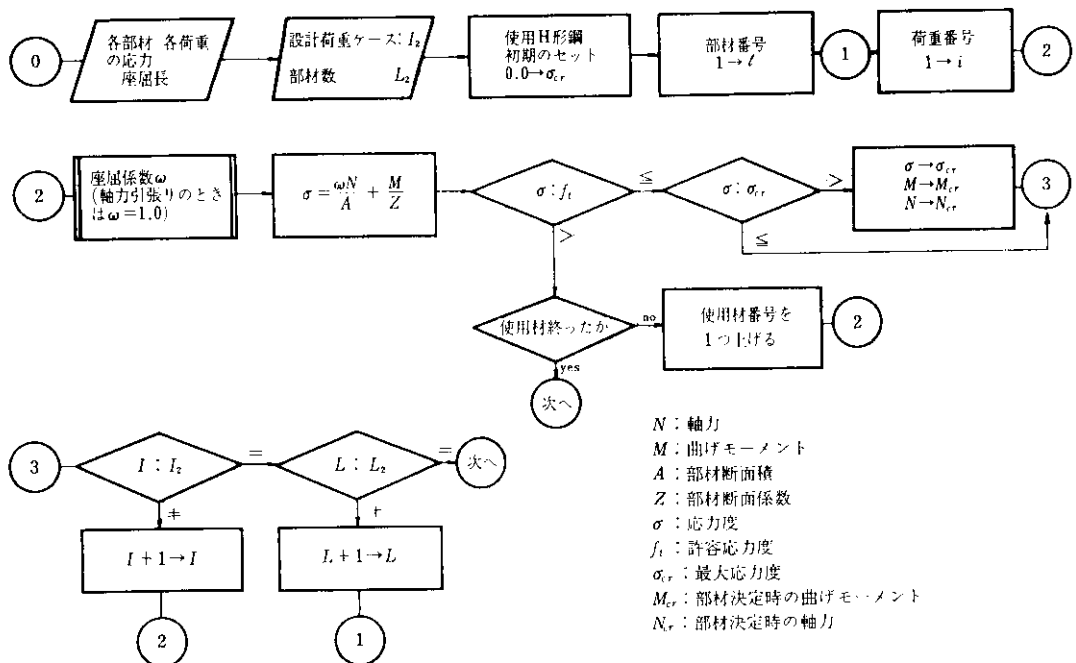


図 5 旧標準によるフレーム断面算定フロー

限している。

2.4 二次部材の設計

現在当社では、主フレームだけを販売しているが、設計図書としては二次部材の設計まで行なう必要のあることは、前に述べたとおりである。二次部材は、山形標準タイプにおいては胴線、もや、サブビーム、サブ受梁、軒桁、間柱、クレーンガーダー、バックガーダー、小屋面筋違、壁面筋違を、ビルタイプでは、床小梁、桁梁、壁筋違いなどを含む。これらの部材はすべて直線材であるし、支点条件、荷重状態も単純で応力計算は容易であるが、各部材ごとに、荷重種類、使用材料（許容応力度）、座屈長、応力組合せが異なるのでプログラム自体は、あまり簡単にはならない。

2.5 基礎部分の設計

Hフレームの構造に付属する基礎は、鉄筋コンクリート造で、敷地状況、地盤条件に応じて設計しなければならないので、Hフレームの技術サービスから外したい部分であるが、構造設計図書として省略できず、需要家からも基礎を含めての設計が要望されてきた。このため一貫設計プログラム（GEY 01, GEK 15, HFRAME）では、基礎の設計が行なえるようになっている。またビルタイプおよび山形応用タイプのある種のタイプにおいては、スパン方向の地中梁を設けるので、GEK 15, HFRAME の2つのプログラムでは地中梁の設計も合わせて行なえる。

基礎は地盤の状況により直接地盤で支持する直

接基礎と、杭を打って支持する杭基礎があるが（図7参照）、上記プログラムでは、インプットの指示により、どちらの基礎でも設計できる。インプットデーターは、基礎の種類（直接基礎か杭基礎か）、底版の深さ、ベースプレート高さ、地中梁を設ける場合は、幅と丈、直接基礎については地耐力、杭基礎については、杭径と杭支持力、などである。なお、鉄筋コンクリート部分の設計は、日本建築学会の「鉄筋コンクリート構造計算規準」（昭和46年）によった。

2.6 鋼材量積算

Hフレームの構造設計では、その建物の使用鋼材量を積算し、需要家に知らせなければならない。このため、一貫設計プログラム GEY 01, GEK 15, HFRAME では、主フレームのみならず二次部材の鋼材重量をそれぞれの部分ごとに積算するようになっている。各部材の重量計算は、部材の断面が決定した直後に行なっている。鋼材量の積算で問題となるのは、積算精度で

- (1) 材料の歩止まりを考慮した扱い重量によるか、完成後のいわゆる製品重量によるか
- (2) 部材の取合いが標準化出来ないための誤差
- (3) 窓、出入口などの大きさ位置が胴縁、胴差の鋼材量に及ぼす影響
- (4) ガセットプレート、スプライスプレートなどのうち、一般に構造計算では決定できないものの扱い

などの事項が積算の精度に影響を及ぼす。上記プログラムでは、(1)については、製品重量により、(2)の問題については、全重量で考えれば、大きな誤差は出ないと割り切っている。(3)に関しては、開口部は、一切無視していわゆる盲壁の状態で計算している。(4)に関しても、多少の誤差を覚悟して、板厚、大きさを決定している。

当社では目下のところ主フレームだけを営業品目としているので、主フレーム以外の鋼材量については、参考値として需要家に提出しているのが現状の精度で一応満足してもらっている。なお主フレームについても、規格外タイプはベースプレート、スプライスプレートなどの重量に若干の誤差が生ずるが、それは上記(2)、(4)の理由によるも

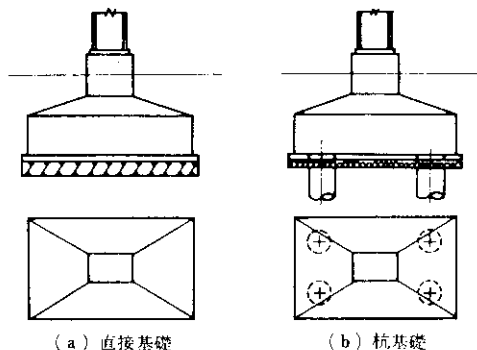


図7 Hフレーム基礎の種類

のである。なお、GEY 01, GEK 15 で設計される山形標準タイプと、ビルタイプは、架構が単純で、使用部材も、単位重量の小さいものから順次選定しているの、設計基本方針の範囲での最適設計（最少鋼材量を与えるもの）になっていると考えられる。

2.7 データインプット

データは各プログラム所定のフォームにしたがってデータシートに必要事項が記入される。データシートは本社（神戸）に送られカードにパンチされ、機械に読みとられる。データはHEADER CARD(1枚)と構造計算データ(プログラム構造により量は異なる)からなる。HEADER CARDは各構造計算を1件ごとに区切るためのもので、各計算データの最初にくる。HEADER CARDは、プログラムの選定、計算結果の送り先の指示や、プリント、伝送テープへの変換、計算依頼者の照合、統計資料の作成などの目的に用いられる。記入事項は、インプット年月日、インプット元のコード、アウトプット先のコード、プログラム名、設計 No. インプット者のコードなどである。ここでインプット者は、各部課よりあらかじめ各インプット者のコードが登録されており、登録されていない者のインプットデータは計算されない。また、エラー発生時の検討と責任の所在が明確になるようになっている。

構造計算のインプットデータは、プログラム、構造物によって当然異なるが、特に使用頻度の高いGEY 01, GEK 15, GHK 02については、インプットミスを防ぐため、インプット事項、単位などを印刷したインプットシートを用い、前者は、データの保存、後者でのチェックのため、ノーカーボン紙で複写している。図8にGEY01のインプット例を示した。

2.8 インプットデータのチェック

データのインプットは、上記のようにデータシートに定められたフォーマットにしたがって記入されるが、記入違い、記入漏れが生じないとはいえない。また各プログラムが想定している範囲外の構造物、荷重条件がインプットされることも有

りうる。このような場合、計算は可能だが結果は無意味であるか、途中で計算が遂行不能となる、かのいずれかであるが、機械使用上無駄をしていることになる。このため、インプットデータをチェックして間違いと判定できるものは、計算を行わずにエラーメッセージをプリントするようにした。

表2に HFRAME のインプットチェックの項目と、そのエラーメッセージを示した。ただし、このチェックにかからない間違いもある。たとえば GEY 01, または HFRAME で計算する山形タイプにおいて、屋根勾配は正接 ($\tan \theta$) で記入することになっているが、建築で通常用いている何寸勾配という表わし方の寸の値を記入すると10倍の値が入ることになる(3寸勾配 $\rightarrow \tan \theta = 0.3$)。しかしこの値が誤りか否かはチェック不可能である。また荷重や架構寸法などの単位間違いも、チェックから漏れる場合がある。これらについては、データ作成者の注意によらねばならない。各プログラムでは、インプットデータをそのままプリントアウトすることになっている。

2.9 アウトプット

Hフレームの構造計算プログラムが他の一般の構造物解析プログラムと異なる点の一つに、計算結果のアウトプットがある。これは、構造計算書が建築基準法上の確認申請用の設計図書として不可欠のものであることに起因する。通常の技術計算では、必要とする計算結果だけをプリントすればよいのであるが、Hフレームの一貫設計プログラムで、部材断面またはその応力度だけをアウトプットしたのでは、構造計算書として認められず中間結果のアウトプットも必要となる。従来、構造計算書は、手計算で行なわれた途中計算の手順、結果を逐一記録したもので、建築主事が構造物の安全性を確認する場合も、容易に計算過程をトレースすることができた。電算機による計算でも従来の方法にならうことができるであろうが手計算と同一の手順で行ない、同一量のアウトプットを行なうことは、計算機の本質を無視したものであり、また、当社ではアウトプットが伝送回線を利用して送られているため、伝送のコストを節

減するためにも、アウトプット量を少なくしたいという要求がある。しかし一方、現実に建築規準法上構造計算書が必要となり、慣行の計算書のスタイルが存在する以上、これらにしたがわねばならない。このため、確認申請図書として最少限必要と思われる計算結果を、従来の構造計算書のスタイルにあまりかけ離れないようにプリントするようにした。

なお、計算假定、材料許容応力度、計算手順の説明はひとまとめにして印刷したものを別途用意し、これにアウトプットのプリントを添付して構造計算書としている図9、図10に GEY 01 (山

形普通タイプ) のアウトプット例と構造計算書の二頁を示した。

一貫設計プログラムは、略設計の段階では、構造計算書としてではなく部材の決定断面と鋼材重量だけが必要であるから、アウトプット指標により、必要なものをプリントさせている。

応力解析のプログラム GHK 02 は、応力変形の計算が最終結果であるから、これを各荷重、部材ごとにプリントアウトする。

2.10 プログラム作成上の問題点

以上のように一見非常に簡単にみえる構造物の

図 8 山形標準タイプインプット例

表 2 山形標準タイプデータチェック一覧表

架 構 関 係 デ ー タ			荷 重 関 係 デ ー タ		
項 目	データの範囲	範囲を外れたときの処理	項 目	データの範囲	範囲を外れたときの処理
ス パ ン	$l > 0$	エラーメッセージを出し stop	屋 根 白 重	$Rw_1, Rw_2, Rw_3 > 0$	エラーメッセージを出し stop
軒 高	$h > 0$	"	壁 白 重	$w_1w_1, w_1w_2 > 0$	"
勾 配	$20m > a > 0$	"	雪 荷 重	$sw_1, sw_2, sw \geq 0$	"
タイバー高さ	$\tan \theta > 0$	"	風 速 変 圧	$0 < q_1 \leq q_2 \leq q_3$	q_1 が与えられていなければ左の関係に直す
ホイスト位置	$l/2 \geq d_H > 0$ (ホイスト・サスペンションについて)	"	ホイスト荷重 (ホイスタタイプ)	$P_H > 0$ (吊荷) $P_{H0} > 0$ (自重)	エラーメッセージを出し stop
クレーン位置	$h > dc > 0$ (クレーンタイプ)	"	クレーン荷重 (サスペンションタイプ, クレーンタイプ)	$P_c > 0$ (吊荷) $P_{c0} > 0$ (自重) $P_{cmax} > 0$ (最大車輪圧) $Sd > 0$ (サドル距り)	"
ブラケット持出長さ	$100cm > bc > 0$ (クレーンタイプ)	"			
サブ受(つなぎ)本数	$n_B \geq 1$, 奇数本	"			
フレーム本数	$m \geq 2$	$m=9$ で設計			
も や 間 隔	$2,000mm > p_m > 0$	もや, サブビームなどを設計しない	基礎底版深さ	$800mm \leq d_0 \leq 1,500mm$	$d_0=800$ で計算又は $d_0=1,500$
胴 縁 間 隔	$2,000mm > p_D > 0$	胴縁, 間柱を設計しない	地 耐 力 (直接基礎)	$f_c > 0$	直接基礎を設計しない
			杭支持力 (杭基礎)	$f_p > 0$	杭基礎を設計しない
			杭 径 (杭基礎)	$500mm > \phi > 100mm$	同 上

§ 1 一般事項

1.1 建物概要

- 名 称 高橋倉庫
- 建設場所 東京都 足立区
- 構 造 川崎製鉄のHフレームによる鉄骨平家建築
- 仕 上 屋根 波形スレート
- 外壁 波形スレート

○ 小屋伏図, フレーム骨組図, 妻面骨組図

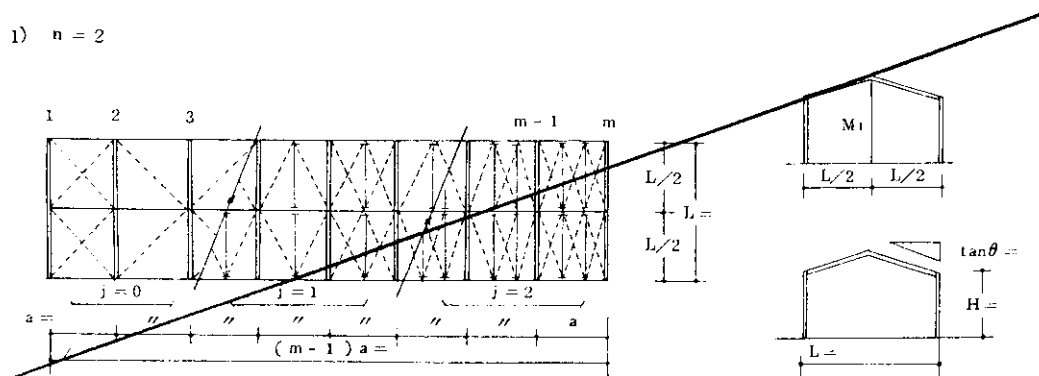
m フレーム本数

n サブ受梁又は繫材で区分される張間方向の区間数

j 1 フレームの間にあるサブビーム本数

(下図の該当するものに○印をつけ必要な部分に数値を記入する)

1) $n = 2$



2) $n = 4$

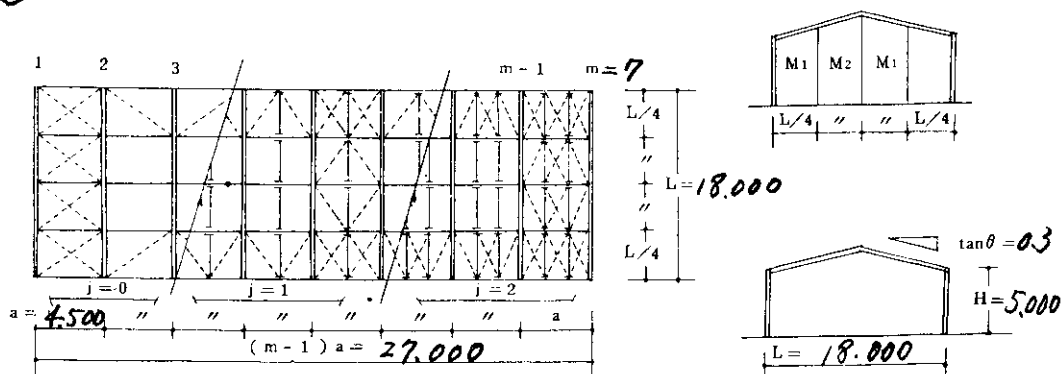
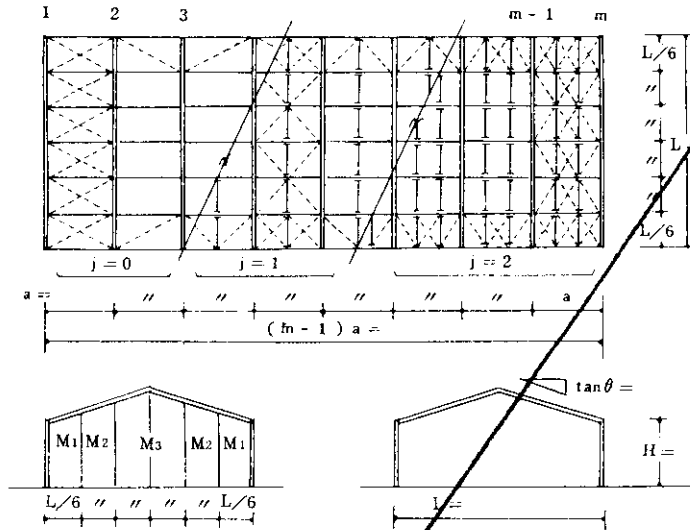
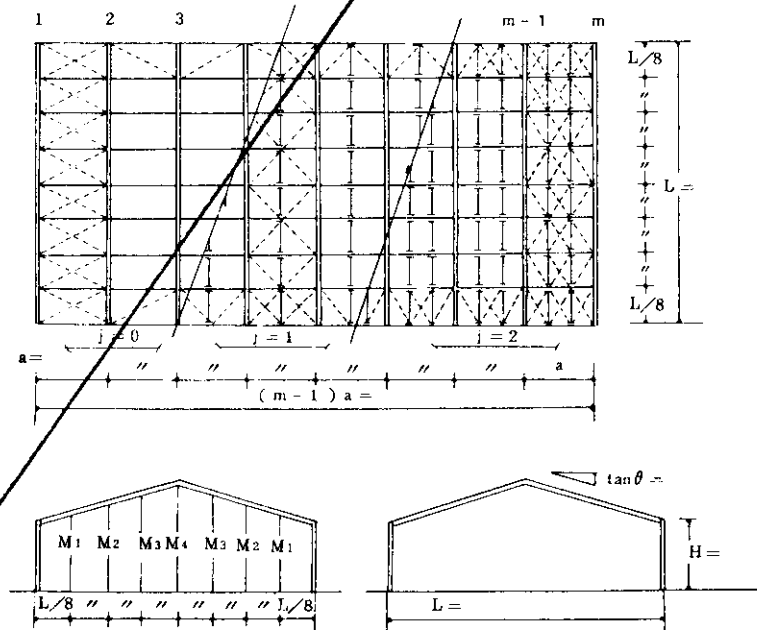


図 10 山形普通タイプ構造計算書の1～2頁例

3) $n = 6$ 4) $n = 8$ 

の拡張したタイプも設計できる汎用性のあるものを計画した。これが、HFRAME で、本来 GEY 01 の範囲も包含するものであるが、計算可能範囲を広くしているため図 4 に示したように 4 つの TASK からなる大規模なプログラムとなり、磁気ドラムも使用しているので計算時間も長くなっている。またインプットデータの量もできるだけ少く、フォームも簡単になるように努力したが、GEY 01 に比し、やはり複雑となっている。もし、この大きなプログラムで、山形普通タイプの設計を行なったとすると、かなり無駄が生ずる。また先に述べた FRAD は、さらに適用範囲の広い一貫設計プログラムであるが、インプットデータは相当多量になる。このようにプログラムの汎用性と、使い安さとは、一致しないことがわかった。今後プログラムの開発、作成に先立ち、プログラムの適用範囲をどこまで広げるか、逆に何に重点をおくかを十分に検討すべきであると思われる。

3. 伝送システム

H フレームの受注販売に際してはすでに述べたように、きめの細い設計サービスが、しかも迅速に要求される。H フレームの引合が商社取り扱い店になされてから、設計図書を需要家に渡す期間は通常 1 週間未満である。しかも、受注競争が激化するにつれて、この期間はさらに短くなる傾向にあった。昭和 45 年 1 月までは、東京担当の設計は、千葉製鉄所の電算機を利用してしたが、データー、計算結果の送付のための連絡便、計算機管理側の受け入れ態勢などの理由により、データー発送から結果入手まで最低 3 日間を要しており、しばしば、需要家の要望に応えられない事態が発生した。

このため、すでに述べた各種プログラムの利用度も低く、勢い構造設計の多くは外部設計事務所への外注で処理され、販売経費の増加をもたらした。これを解決するため、本社（神戸）の計算機で構造計算を行ない伝送回線を用いて、データー、計算結果を送受することが計画検討された。システム部第二システム課により「KONBAS」

(Kawatetsu On-line Batch System for Scientific) が作られた。これは、東京神戸間の 2,400 bps* の伝送回線を使用し、オーダーセンター（東京）の U1004 によりプリントするものである。これにより計算結果の入手は、データー発送後 24 時間以内に可能となり、H フレームの販売活動に貢献している。また電算機の利用度も従来よりも倍加した。

本システムではデーターの送付は通常連絡便で行なっているが、これは

- ① 伝送コストを少くする
- ② 東京側で、人的にデーター伝送が不可能
- ③ データーを伝送しても、計算時間帯の割り当ての関係上あまり時間の短縮にはならない
- ④ 技術サービスの性格上 24 時間以内の結果入手で、一応満足できる

という理由による。また現在伝送システムに載っているプログラムは前述の GEY 01, GEK 15, GHK 02, であるが、他のプログラムは、設計期間が多少長くとも、かつアウトプット量が膨大になる可能性があるという理由から伝送システムから外してアウトプットも連絡便で返送している。

東京への伝送システムの成功により、H フレームの扱い量の増大している名古屋営業所、広島営業所に同様な伝送システムを完成し、前者は昭和 46 年 3 月より、後者については同年 6 月より使用している。伝送回線は 200bps でアウトプットは、OKITYPER で行なっている。図 11 に現在の伝送システムにおけるデーターなどの流れの関係を、図 12 に本システムの概要を示した。

本システムは

- (1) カードをテープにしカード No. 順に並べる
- (2) 各種構造計算を行なう
- (3) 伝送のためのコードに変換し伝送する

の 3 段階からなっている。神戸建材部に対しては、伝送の必要がないので、(3) の段階は省略される。なお名古屋営業所への伝送導入に際し、従来の伝送システムを改良し、本社システム部内での

*bps(bits per sec): 伝送のスピードで、1 sec に送る情報量を bits 値で表したものの。1 字送るのに 10bits 要するので 2400bps でに約 240 字/sec 伝送できる。

業務の簡素化を行なった。従来複数の計算件数があつて、ある計算過程でエラーが発生した場合、それ以後の全ての件の計算が実行されなかったものを、エラー発生件の件以外はすべて計算実行するようにした。さらに今後の新しいプログラムの追加と、端末機をもつ他の営業所の編入が容易に行なえるようにした。

今後 KONBAS をさらに充実させるために以下の事項を考慮していきたい。

- (1) インプットの伝送化
- (2) システムに編入されていないプログラムの追加
- (3) 必要に応じ他営業所も編入する

4. 設計の規準化

Hフレームがプレハブフレームとしての特長、すなわち加工費の低減、納期短縮、品質保証および設計などに関する経費の節減を発揮するためには、Hフレームおよびこれに関連する部分の規準化、標準化を徹底して行なう必要があるが、一

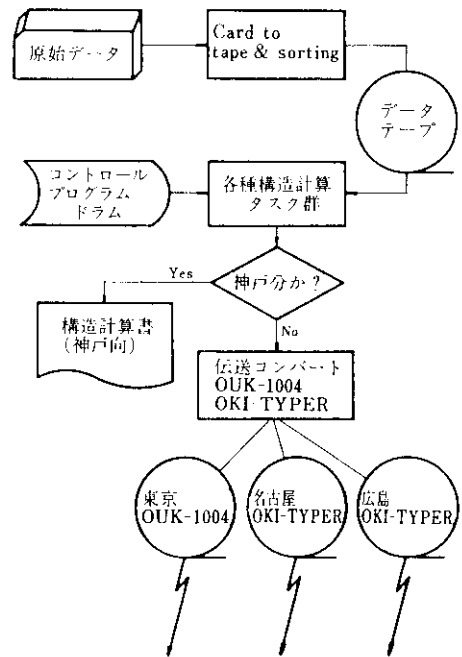


図 11 KONBAS のフロー

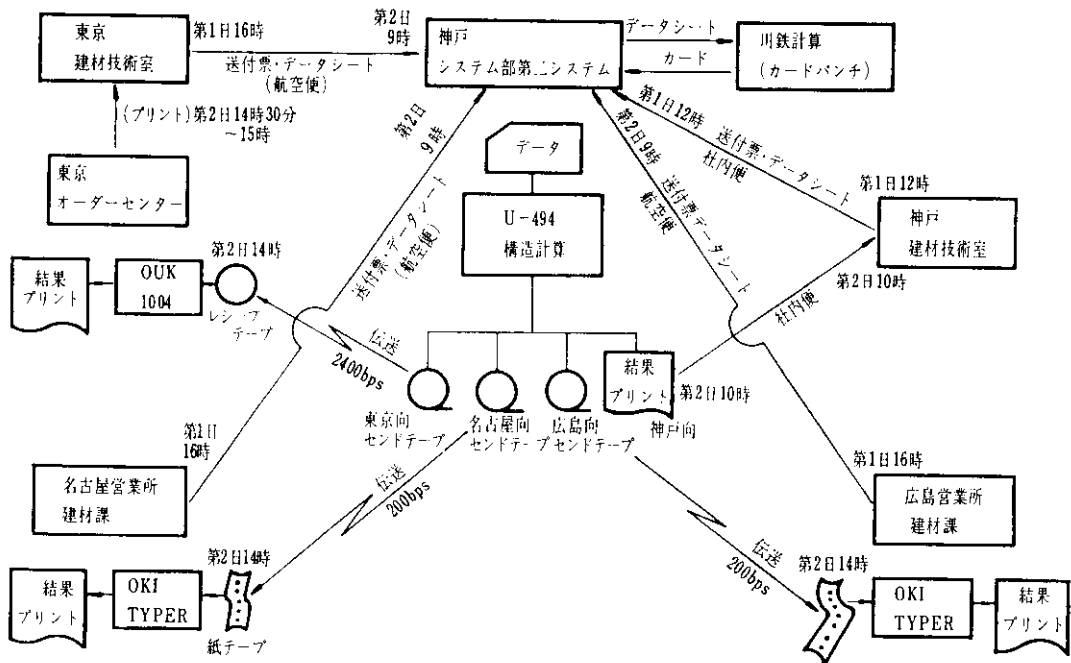


図 12 Hフレーム構造計算システムの概要

方、現実にはHフレームの扱う範囲が広汎にわたっており、需要家の多様な要求にも応じなければならないため、この実現が非常に困難であることはすでに述べたとおりである。また、構造計算に関しては、これまでに述べたような、システム、Hソフトウェアを用いて、迅速に処理できる態勢にあるが、これを図面化する段階では建築技術者の判断と設計製図の作業が必要となるため、Hフレームの扱い件数が増加するにつれて技術者に対するオーバーロード、外注費の増加という型で、このHフレームのもつ矛盾が現われてきた。

しかし、徹底した規格化は不可能であるとしても、プレハブフレームである以上可能な限り規格化し、設計の規準を定めるべきことは当然である。これに関してはすでに

- (1) 規格タイプの設定
- (2) 各タイプごとの建物のスパン、軒高、勾配の基準の設定
- (3) これらに対する使用部材、鋼材重量の早見表作成
- (4) 部材の仕口継手の基準化と標準詳細図の作成
- (5) Hフレーム全体に対する、加工仕様書、検査規準の作成

などを行なってきた。

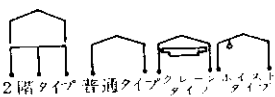
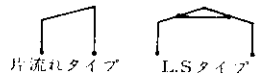
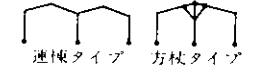
また設計作業の合理化のため、上記標準詳細図はトレーシングペーパーに印刷し、原図として用意している。ディテールの組合せの変化が予想されるものは、接着可能な透明紙（スティックフィルム）にそれらの詳細図を印刷した「ディテールシート」を上記原図の所定位置に貼付して図面を完成させるなどのくふうを行なっている。なお2・9で述べたように、構造計算書も、計算假定、手順などは印刷し、プリントアウトされたアウトプットを添付する方法をとっている。

表3に各タイプの図面標準化の程度を示した。この図面の標準化によって具体的には

- (1) 簡単なものは専門技術者でなくても設計図書を作成できるので社内の処理可能量が増えた
 - (2) 外注処理の場合これら標準図を使用させることにより外注費を低減できる
- などのメリットがあがっている。

今後さらにこの構造図作成段階での合理化を推進しなければならないが、電算機と結びつけた自動製図のシステム利用は十分検討に値する。ただ今までに発表されている自動製図機は、製図の精度、速度、明確さなどの点で、Hフレームの製図

表3 Hフレーム設計の標準化の程度

タイプ	軸組図	詳細図	ディテールシート	加工仕様
 2階タイプ 普通タイプ クレーンタイプ ハイタイプ	○	○	●	○
 片流れタイプ LSタイプ	○	●	●	●
 連棟タイプ 方柱タイプ	○	●	●	●
 ビルタイプ	○	○	○	○

●印 現在準備中のもの ○印 標準化完了

に適用するには問題がある。自動製図システムの導入を行なう場合には、主フレーム、2次部材の組み方や、ディテールについて、さらに徹底した標準化を行ない、あいまいさを残さないようにすることはもちろんであるが、構造図の表現方法にも検討を加え合理的なものにする必要がある。

自動製図システムと、前述の構造計算システムが結びつけられると、全く一貫した設計システムが完成するわけであるが、その際、サブシステムとしてチェックシステム、Man-Machine の対話システムなど新たな問題が生ずるであろう。

5. ま と め

Hフレームの販売のための構造設計システムは

以上述べたとおりで、現在の要求は一応充足していると考えている。しかし販売競争が激しくなるにつれて、Hフレームとしての取り扱い範囲も広がることが予想され、さらにこのシステムの充実、すなわち、プログラムの増加、伝送システムの強化、あるいは、自動製図システムの開発などが必要となるかも知れない。

また、今まで述べたシステムは、単に、構造設計のレベルに止まって、その結果が営業情報として処理されておらず、工場への製造、出荷命令などにも結びつけられていない。非常に困難な問題ではあろうが、今後これらを包含したHフレームのトータル・システムへの発展を期待したい。

最後に、本システムの開発にご尽力を頂いた、関係部課の担当者に深く感謝いたします。