

〔電算システム紹介〕

鈑桁の自動設計・生産システムの紹介

吉 村 文 達¹⁾ 山 岸 徹 也³⁾
鷺 尾 修 一²⁾

当社では、全社的な取り組みとして設計部門の業務の効率化・生産部門における自動化や省力化を進めてきた。そのなかで、昭和58年秋に設計生産部門の電算利用による効率化を目的とした「鈑桁の自動設計・生産トータルシステム (I.D.GRACE)」が誕生した。本システムは、稼動後1年を経過したが、現在までに実工事7工事12橋、さらに設計検討資料作成のために7工事10橋、合計14工事22橋に使用し社内外で評価されている。ここに、その概要を紹介する次第である。

まえがき

近年、設計部門においては、

- ① 検討業務の複雑化および多様化
- ② 後工程のための資料作成

等のため、多大な時間が費やされるようになってきた。そのため、設計業務は電算の力を利用しなければ処理できなくなってきたのが現状である。

そこで、当社においても、設計業務の電算化を行ってきたわけであるが、今回紹介する「鈑桁の自動設計・生産システム(I. D. GRACE)」は、その先兵的な役割をもつシステムである。

以下に、当社の橋梁に対する電算システムの歴史と本システムの概要を説明する。

ないため、他部門次工程へのデータリレーがなされていない。

- ③ 自動製図については、線形図と断面力図が出図されるのみであり、設計図については従来通り手書きであったため、描画パターンが一定であるにもかかわらず図面作成にかなりの時間を費やさなければならない。

等の効率の悪さがあった。

そこで、昭和56年の秋にこれまでの電算センターの端末利用から、電子計算機(NEC ACOS-350)を導入したのを契機に、当社でも本格的な電算システム開発が行なわれるようになった。開発は各部門だけではなく他部門との関連を考え、しかもユーザーの立場にたったシステムの構築という形で進められた。そして、橋梁部門で誕生したのが「鈑桁の自動設計・生産システム(I. D. GRACE)」である。

1. I. D. GRACE誕生までの背景

橋梁の設計計算における電子計算機の利用の歴史は古く、当社でも、昭和40年頃より、電算センターの線形計算・格子計算および構造解析プログラムを利用していた。また同時に、設計計算プログラム(断面決定・現場継手・横組計算等)や材料計算プログラム等は自社開発にて利用していた。しかしながら、

- ① 設計計算プログラムにおいては、プログラム間でのデータの受け渡しが行なえるシステムとしていないため、前処理での結果を次処理の入力とする時はマニュアルで行なわなければならない、入力ミスが生じるなど時間的ロスが多い。
- ② 各々の計算結果がデータベース化されてい

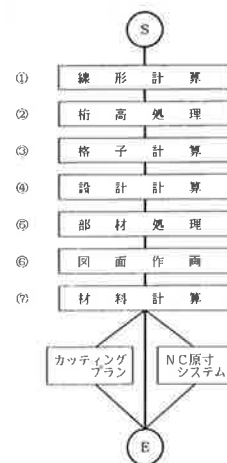


図-1 I.D.GRACEのフローチャート

1)設計部電算課副課長

3)設計部電算課

2) " 係長

2. I. D. GRACEの概要

本システムは、図—1に示すように、線形計算・桁高処理・格子計算・設計計算・部材処理・作画処理・材料計算の7単位のモジュールから構成される鉄桁専用の設計・製図システムである。そしてこれらのモジュールは合計30本のプログラム群で運用されている。また本システムは一連のシステムとして実行できるとともに、各単体としての実行もできるものである。

I. D. GRACEをシステムとして利用する場合の大きな特徴は、データベースの思想が強く生かされている点である。すなわち、全プログラムがファイル管理プログラムの制御で1本のマスターファイルとデータの入出力を行なっているため、

- ① ユーザーには、重複の無い最少限のデータ作成で実行可能である。同時に、マスターファイルが1本という考え方は、煩雑になるJCL記述をも簡素化できる。
- ② 電算システムには、必要最少限のデータのみファイルに格納することで、資源の有効利用あるいは、ディスクの節約ができる。

などの効率化を図っている。これらの点が、単に既存のプログラムを結合させたものとは、大きく改良されているところである。

また、上記の特徴の他にマスターファイルを利用することから他部門へのデータリレーが可能となり、カッティングプランへの連動、あるいは、NC原寸システムへの連動も行なえる。

以上が、I. D. GRACEの概要および大きな特徴である。

3. 各モジュールの説明

つぎに、実際の工事への適用を参考にしながらシステムとしての各モジュール機能を紹介する。

(1) 線形計算 (IDG/LINER)

本モジュールは、平面的に見た道路形状である平面線形と道路中心線の高さなどの縦横断線形から、主桁・横桁等の設定を行なう。そして路面主要点のX・Y座標と路面高および平面長(追加距離等の計算)を求めるものである。また、自動設計・製図のための骨組を認識することができ、ハンチ高入力により主桁腹板上縁高を算出する。

計算結果は、線形計算書として印字するとともに後続する各処理のために、マスターファイルに必要データが蓄えられる。また、必要に応じてプロッターにより線形図の作画も行なえる。

本モジュールは、現在開発中の箱桁トータルシステムなど、全ての橋梁に適用可能である。

適応範囲

ライン数	50
測線数	4
ライン要素数	10
縦横断種類数	4
縦横断変化数	10

(2) 桁高処理 (IDG/KETADAKA)

本モジュールは、線形計算から格子計算および設計計算への仲介プログラムである。その機能は、線形計算で出力したデータと新たに入力する桁高データより腹板下縁点を求めるものである。

すなわち、線形計算で求めた腹板上縁高、および桁端からの水平距離より上縁点を再定義し、それらの点列を結ぶ直線または曲線を設定し桁縦横配置を設定する。また、高さ方向については、入力データで与えられた桁高や、桁高が変化する場合には、変化位置の水平距離および変化方法から変曲点と各格点での腹板下縁点を決定することができる。

なお、桁高変化の他に桁端ウェブ切り欠き構造も処理できるようになっている。

(3) 格子計算 (IDG/GRID)

任意格子桁の影響線を計算し、この影響線を用いて死・活荷重を載荷して、部材の設計用の断面力・反力・変位を求めるモジュールである。なお解析には変形法を用いている。

本プログラムは、従来の格子計算プログラムと大差ないが、トータルシステムとしての機能から下記の特徴を有している。

- ① 格点座標や骨組認識は、線形ファイルより自動的に入力される。
- ② 計算結果は、ファイルを介して設計計算の入力になる。
- ③ 設計計算を行なえば、2回目以降の実行では設計ファイルより剛度を入力できるため、剛度入力(パンチ)の手間や入力ミスがなくなる。

その他にも、支点沈下や荷重の組み合わせ、および任意荷重の載荷ができる。

格子計算だけの単独実行を行ないたい場合には、従来通りの座標値入力をすれば処理できる。また、これらの線形～桁高～格子の連動ステップは、箱桁システムにも適用できるものである。

適応範囲

節点数	300	・	支点数	50
部材数	600	・	支間数	6
主桁本数	12	・	横断本数	100

形計算だけを実行し、格子・設計計算を省略しても
部材形状全てを入力データとして与えれば、次処理
の作画や材料計算に連動することもできる。

一方、次処理の作画処理で誤りが発生しないよう
にするため、部材取り合わせの照査等を出力リスト
で簡単にできるようにしている。

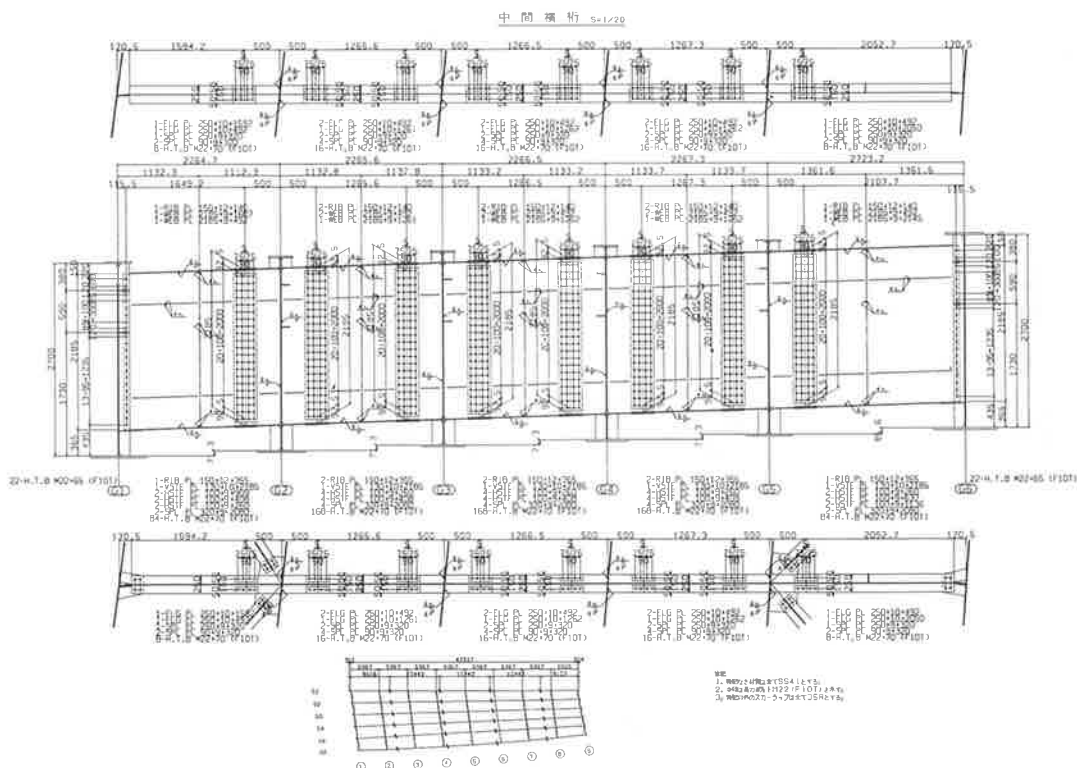


図-3 横桁図

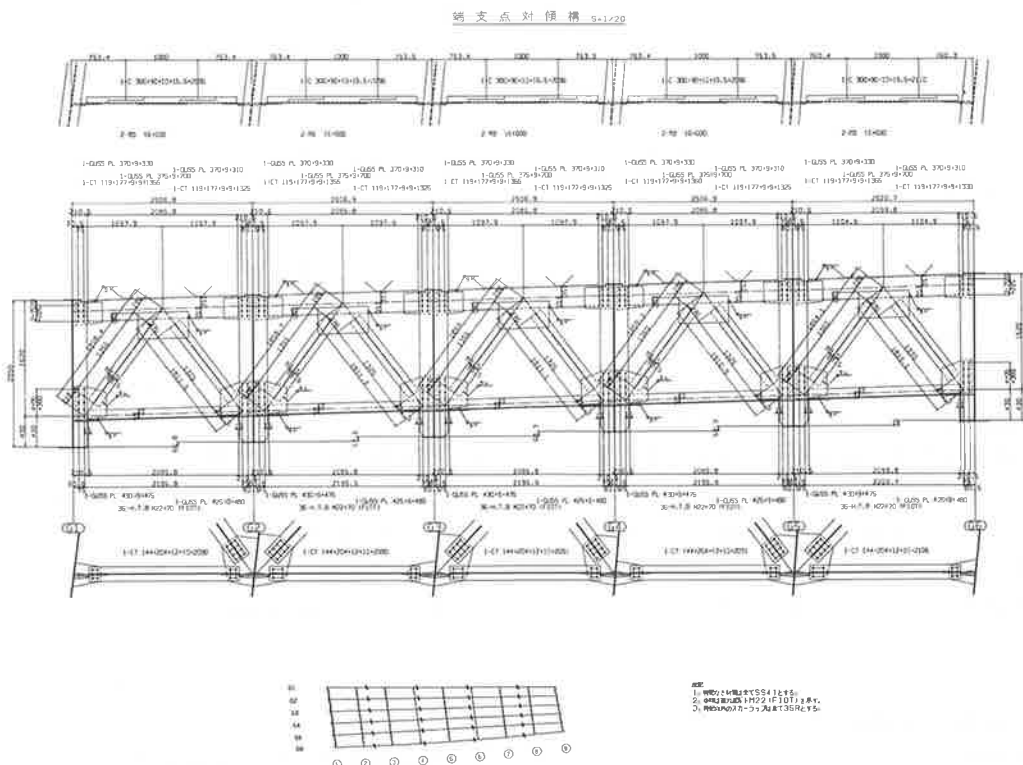


図-4 対傾構図

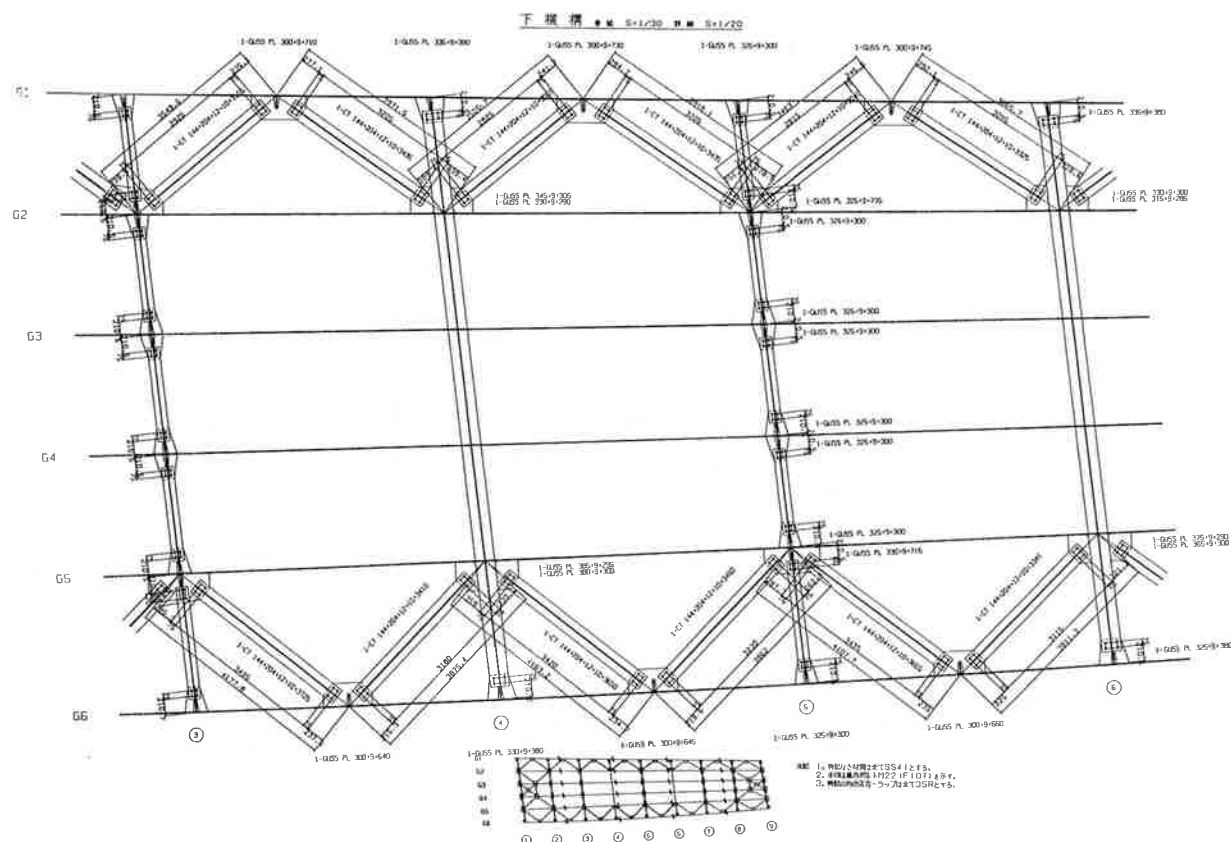


図-5 横構図

(6) 作画処理(IDG/PLOT)

本モジュールは

- ① 主桁
- ② 横桁
- ③ 対傾構
- ④ 横構

の作画プログラムより構成されるが、機能としては、部材処理で決定した完成形状での部材データを基本にして、設計図の作画を行なう。

本モジュールの特徴としては、従来の自動製図では、図面1枚あたりの作画量が少なく枚数が増えがちであったが、本システムにおいては図面枚数を少なくできる点があげられる。すなわち、本モジュールのもつ機能としては、1枚の用紙に入れるブロックの範囲や配置が自由に設定することができ、主桁の2段書き・横桁の2、3列書きおよび対傾構の表書き等を利用して、手書き図面と同様なレイアウトで図面を構成することができる。

作画処理結果は、図-2～5に示す。

(7) 材料計算(IDG/ZAIRYO)

- ① 重量算出
- ② 塗装面積算出
- ③ 溶接延長算出

という3本のプログラムより構成されるモジュールである。

特徴としては、重量のネット率・塗装の連結部合わせ面・溶接のタイプやサイズ等のデータは全て部材処理で作成されているため、新たにデータ作成をすることが全くないということがあげられる。本モジュールは、単独で実行できるので、当社で設計する全ての橋梁に使用している。

(8) その他の作画プログラム

以上説明してきたモジュールが、I. D. GRACEの基本部分であるが、次に、各々のモジュールをサポートする作画プログラムを紹介する。

① 線形図(IDG/LINEPL)

線形計算の結果から、平面骨組図と座標表を作画する。(図-6 参照)

② 断面力図(IDG/GRIDPL)

格子計算で算出した断面力(曲げモーメント・せん断力・ねじりモーメント)を、作画する。

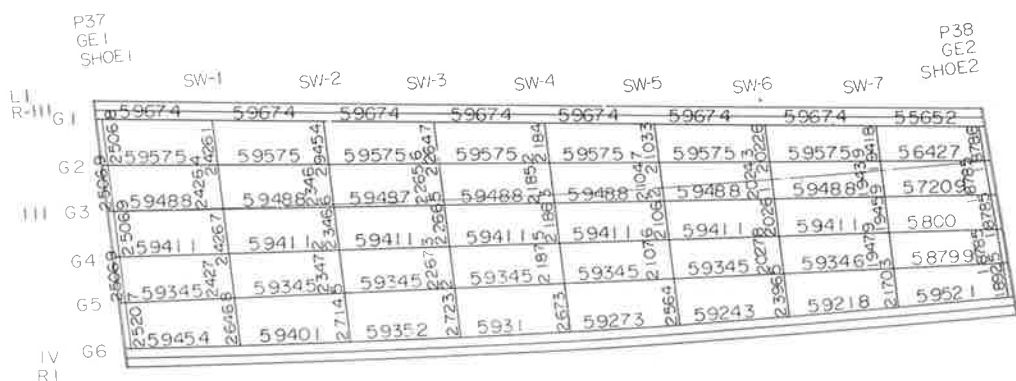
③ 断面構成図(IDG/DESIGNPL)

格子計算で算出した断面力に加えて、設計計算で算出した主要寸法・断面形状・材質および応力照査表(応力表)を作画する。(図-7 参照)

④ キャンバー図(IDG/CAMBER)

差と製作キャンバーを作図する。

線形計算と格子計算の結果より、縦断による高低



	P37	GE1	SHOE1	SW-1	SW-2	SW-3	SW-4	SW-5	SW-6	SW-7	SHOE2	GE2	P38
L1	59674	59674	59674	59674	59674	59674	59674	59674	59674	59674	59674	59674	59674
R-III	59575	59575	59575	59575	59575	59575	59575	59575	59575	59575	59575	59575	59575
G1	59488	59488	59488	59488	59488	59488	59488	59488	59488	59488	59488	59488	59488
G2	59411	59411	59411	59411	59411	59411	59411	59411	59411	59411	59411	59411	59411
G3	59345	59345	59345	59345	59345	59345	59345	59345	59345	59345	59345	59345	59345
G4	59454	59454	59454	59454	59454	59454	59454	59454	59454	59454	59454	59454	59454
G5	59401	59401	59401	59401	59401	59401	59401	59401	59401	59401	59401	59401	59401
G6	59352	59352	59352	59352	59352	59352	59352	59352	59352	59352	59352	59352	59352
IV	5931	5931	5931	5931	5931	5931	5931	5931	5931	5931	5931	5931	5931
R1	59273	59273	59273	59273	59273	59273	59273	59273	59273	59273	59273	59273	59273

図-6 線形図

(9) 関連プログラム

I. D. GRACE のマスターファイルを利用することで他部門へのデータリレーが行なえることを前述したが、ここで連動している2つのシステムを紹介する。システムの詳細については、今後の抜報で掲載する予定であるので、ここでは概要のみを説明する。

① カuttingプラン(KOCUS)

材料計算で計上された材料(切板)の母材設計を行なうシステムである。ロス率の良い設計が行なえると同時に、Cutting用のパラメータを豊富に用意していることおよび出力形式が道路公団様式になっているのが特徴である。

② NC原寸システム

マスターファイルのデータより、製作に必要な情報のみを抽出し、NC原寸システムの入力データを生成する。そのデータを利用して、NC原寸(電子計算機を使用して定規や型板を作成する)を行なう

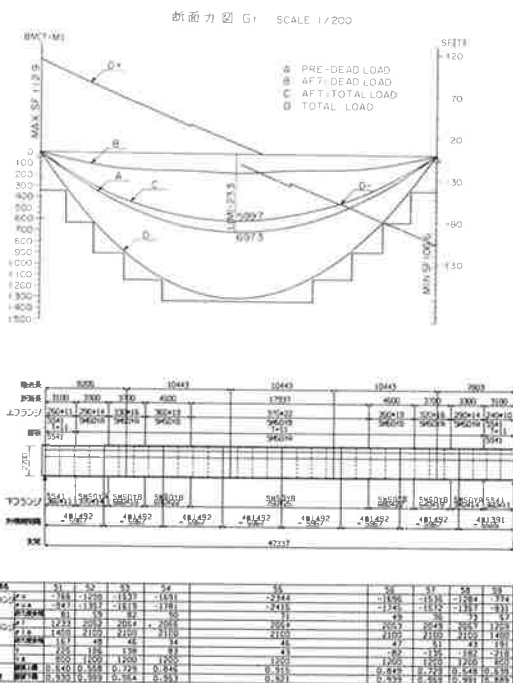


図-7 断面構成図

ものである。NC原寸システムは、当社で製作するほとんどの工事に、連動あるいは単独で使用されている。

あとがき

今日、橋梁のファブリケーターのほとんどが、「鉄桁の自動設計・生産システム」を保有していると考えられる。しかしながら、当初期待したほど設計の効率化や短期化が図れないのが実状であると思われる。また、ユーザーの設計経験やコンピューターに関する知識の豊富さによって、効率が大きく異なってくるようでもある。これらのことをふまえて、本システムでは、以下の点に留意している。

- ① コンピューターの専門知識は必要とせず、簡単なオペレーションさえ習得すれば使用できる。
- ② 設計経験の差によるミス等を防止するため、主要点に **check-point** を設けており、設計の早い段階で考え方の誤りや単純ミスを発見できるようにしている。

実際には、本システムが稼動して1年余りしか経過していないが、設計部員がシステムに慣れるにつれて、大きな効果をもたらしていると考えられる。

今後は、橋梁のパターン化を考えてデータ入力のより一層の簡略化を図るとともに、グラフィック等を用いて対話処理機能を高めて、設計者の意図を容易に反映させる、いわゆるCAD化を進めたいと考えている。