

一本柱橋脚の電子計算機による自動設計について

中央復建コンサルタンツ(株) 第一設計部 上 原 基 也

" " ○山 尾 弘 昌

要 旨

このプログラムは、高速道路の高架構造物にみられる一本柱橋脚の設計を、自動的に行なうものである。

荷重、許容応力等の基本的な設計条件をインプットすれば、断面、鉄筋、本数、断面力、応力度、くい配置、数量等が計算され、結果を図示することができる。

このプログラムにより、種々な荷重条件下における一本柱橋脚の諸元を容易に求めて、経済性の比較を迅速に行なうことができるので、非常に有効と考えられる。

§ 1 プログラムの概要

本自動プログラムの作成にあたって、特に次の点に注意をはらった。

- 1) 構造物各部の断面を、設計諸基準を満足しつつ、自動的に計算機が計算すること。
- 2) 基礎くいの配置を、設計諸基準を満足しつつ、自動的に決定すること。
- 3) インプット、アウトプットを、できるだけ扱いやすい形にまとめること。
- 4) アウトプットを図示する。
- 5) 数量計算をおこなう。

なお、使用した電子計算機は、日本電子計算機(株)の *Burroughs B*

5500である。

1-1 プログラムの基本構成

この、一本柱橋脚の自動設計で、最初のデータが与えられてから、最終的に結果が得られるまでの過程をブロックダイアグラムで示したのが図-1である。

1-2 計算手順

図-1のブロックダイアグラムによる自動設計の計算手順を、具体的に示すと大略図-2-1～図-2-3のフローチャートに示すとおりである。

1-3 プログラムの要点

プログラムについて、設計上問題にしたことの要点は次のとお

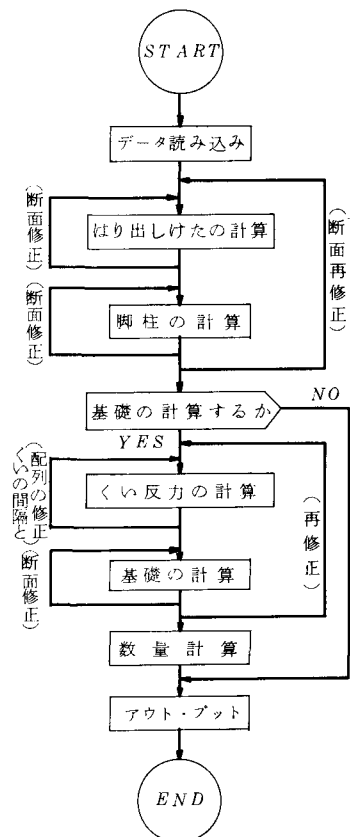


図 1 ブロックダイアグラム

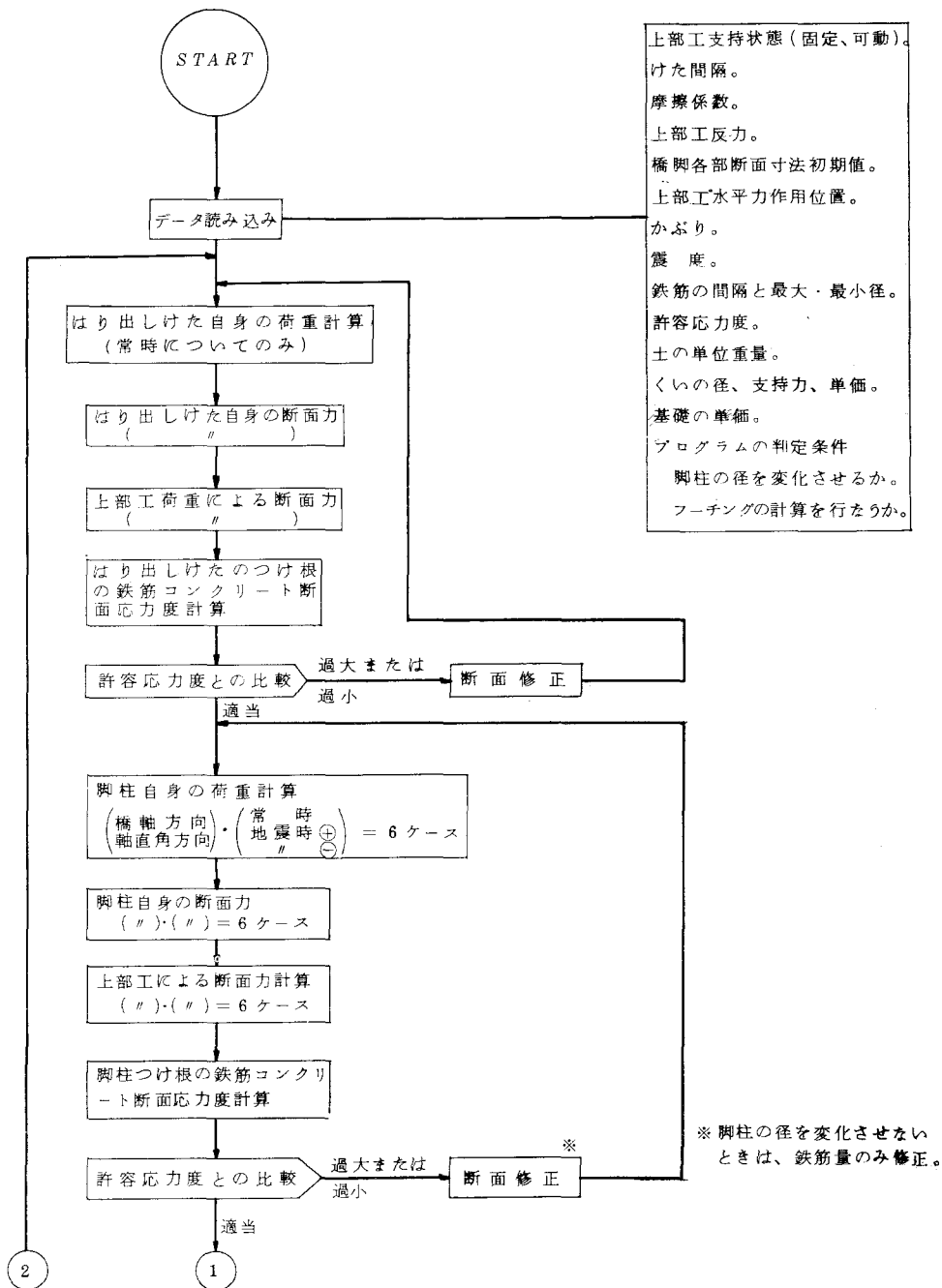


図 - 2 - 1 フローチャート (1)

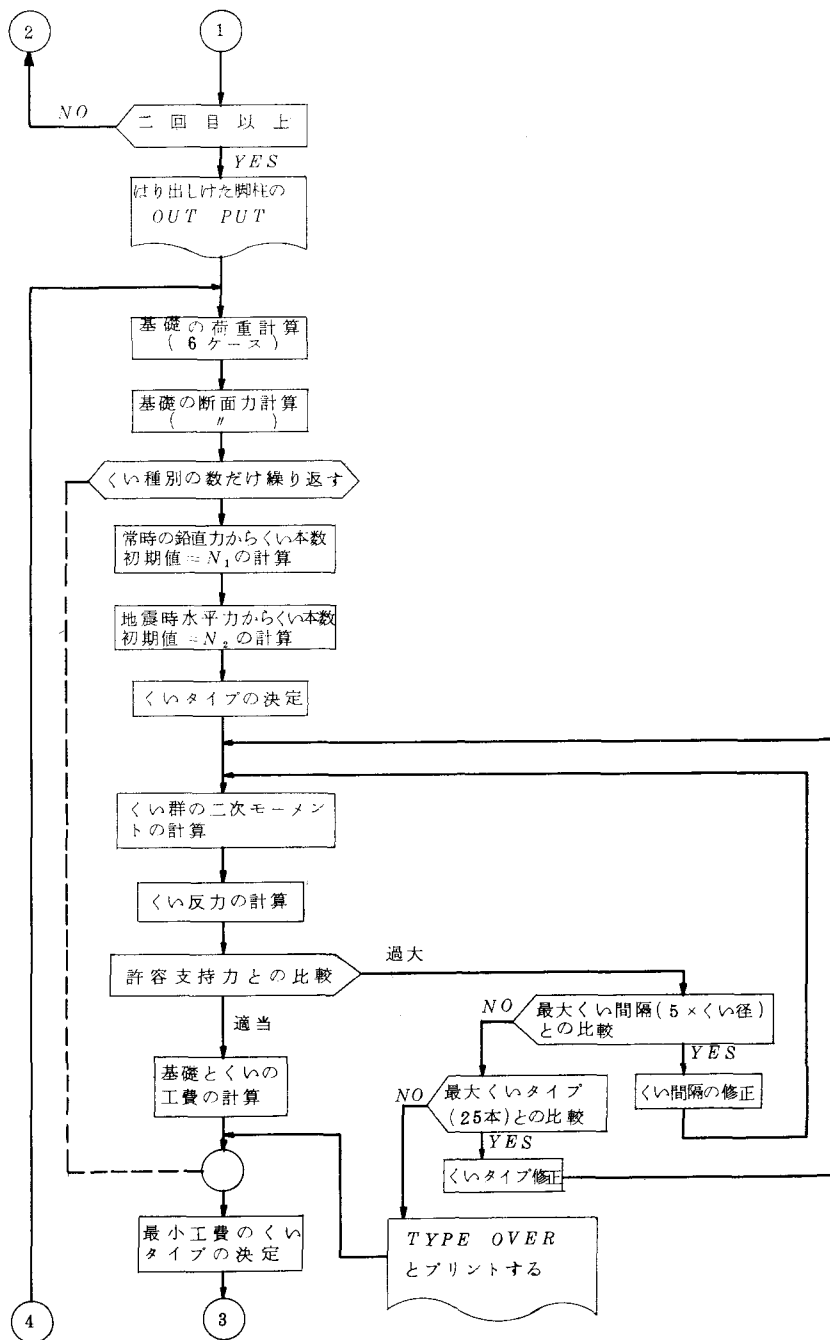


図 - 2 - 2 フローチャート (2)

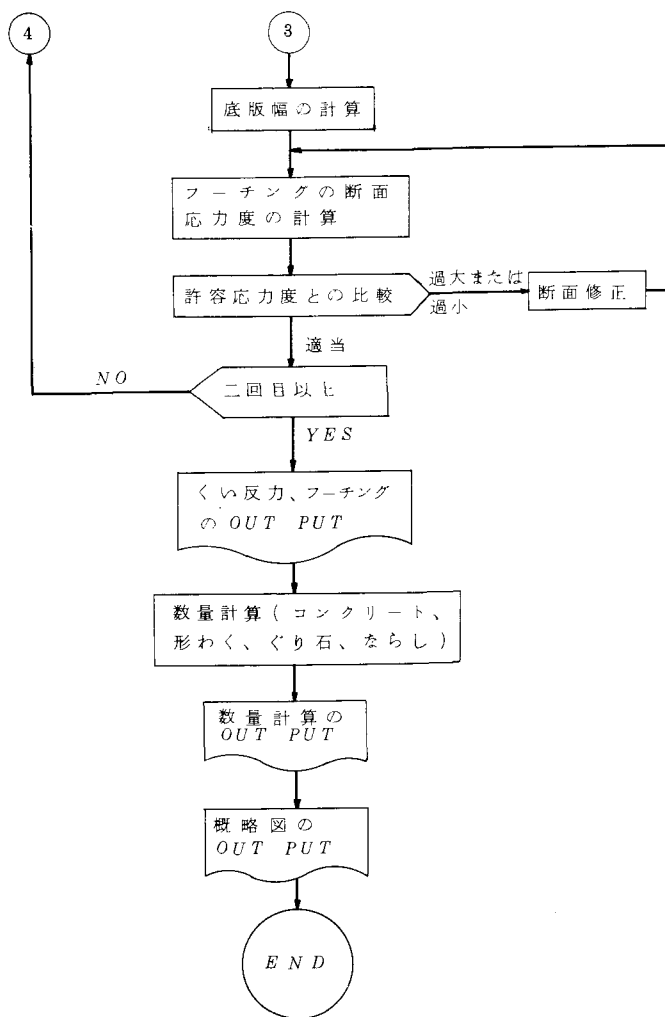


図-2-3 フローチャート (8)

よう自由に選ばせうる場合と、建築限界等で径が制限される場合とを考えた。

- (5) くいの配置は、最大最小の問題として解析的に解き得るが、ここでは、あらかじめ用意された 4 本～25 本のくい配列のパターンの中から自動的に選び、次に間隔を計算するようにした。ここで、くいの間隔 P は $2.5G \leq P \leq 5G$ (G はくい径) とした。
- (6) くいは必要なら、あらかじめインプットで与えた数種の異なったくい径と、許容支持力をもつくい群の中から、基礎をも含めて最も経済的な組合せを選べるようにした。
- (7) 基礎の曲げモーメントに対する有効幅は、図-8 のごとく、柱から 45 度こう配をとる有効幅のとり方とすることにした。
- (8) 上部工荷重は、死荷重、活荷重の鉛直応力のみを与えれば、橋脚に対する各種の作用力は計算機内で計算されるようにした。この場合、上部工は単純けたを対象としているものとし、連続け

りである。

(1) 形状に関する寸法は、実際の場合を考え、適当にまるめた値を採用するようにした。

(2) 鉄筋の配置は、各部材につき、鉄筋および部材寸法の最大・最小量、鉄筋のピッチを与え、これらの制限内で許容応力度を満足する最小の断面を選ばせた。

表現は、鉄筋本数と径とで表わした。

(3) 曲げ直応力度は、せん断応力度に対する影響も考え、部材に応じて適当な余裕をとらせた。

(4) 脚柱は円形のみを考えたが、その径は、応力度が圧縮側と引張り側とで、できるだけバランスをとる

たには一般的に適用できない。

(9) 荷重作用状態として、常時、地震時を考慮した。

その他プリントアウトされたものが、設計計算書として、なるべく、転記の必要のないよう手計算で表わす計算書の様式、および項目にできるだけ従った。

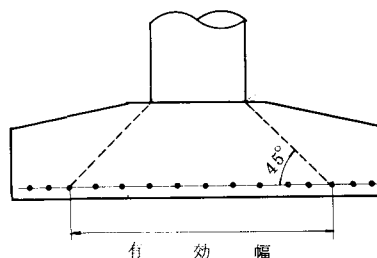


図 3 フーチング有効巾

1-4 インプットデータ

インプットは図-2-1のフローチャートのデータ読み込みの所で示したものである。記入事項は約100程度である。

主なものについて説明すると、上部工反力は鉛直力のみ与える。(このため連続桁に対して一般的に適用できない。) また基礎およびくいに単価を与えたのは最適のくい径、くい配置を決定する規準にするためである。

1-5 アウトプット

張り出し桁、柱および基礎について最終の断面寸法、鉄筋量(径、配置)、断面力(荷重状態、 x 、 y 方向)、応力度、数量等をプリントする。

数量はコンクリートボリューム、型枠、栗石、くいについて計算する。

くいについては、最も経済的なくいについて、径、本数、配置および反力(荷重状態、 x 、 y 方向)をプリントする。

§ 2 計 算 例

このプログラムを用いて設計した一本柱橋脚の計算例を以下に掲げる。

この橋脚は、幅員 9.75 m の道路橋単純合成けた、片側は支間 5.0 m で固定支承、反対側は支間 8.6 m で可動支承に対するものである。建築限界の関係で、橋脚の直径は 2.4 m 以下に制限されている。くいとしては、直径 1.0 m の場所打ちコンクリートくいを用いるものとする。

計算結果は紙面の都合上、図 1 ~ 6 までのアウトプットの中で図 1 (図-4) のみを示す(計算例 A)。このアウトプットに従って脚柱の構造図を描けば、図-5 のようになる。

次に、脚柱の直径を自由に選ばせることにして、同じインプットデータで計算した(計算例 B)ところ、表-1 の結果が得られた。

この二つの計算結果を比較すると、脚柱

表-1 計算例 A と B の比較

			A	B
条 件			脚柱の径を制限	脚柱の径を自由
計 算 結 果	脚 柱 径		2.4 m	2.7 m
	脚柱鉄筋配置	一段目	63- ϕ 25	73- ϕ 29
		二段目	42- ϕ 25	—
	張 出 し け た 厚		1.20 m	1.15 m
果	フ ー チ ン グ 厚		2.00 m	1.80 m
	コ ン ク リ ー ト 量		262.1 m ³	262.5 m ³
	く い 本 数		16本	16本

の径を自由に選ばせ、つり合い鉄筋比に近い状態となる断面を採用した方が経済的であることが数値的に確かめられた。

このほか、ここでは紙数の関係で省略したが、数種のくい径（たとえば、径 1.0 m の場所打ち R.C. くいと、径 45 cm の P.C. 打込みくい）と、それらの許容支持力をインプットして、フーチングとくい群とが全体として最も経済的になるようなくいの種類、配列と、フーチングの大きさを定めることもできる。

§ 3 結論および問題点

以上、われわれが行なった一本柱橋脚の自動設計のあらましを説明し、具体例によってプログラムの使い方の一例を紹介した。

このプログラムは、最近、設計業務の中で重要性を増している概略比較設計に用いると、いろいろなケースについてすみやかに、容易に求めることができるので非常に有効である。

また、計算時間について述べれば、今のところ、計算の都度コンパイルを行なっているにもかかわらず、1 ケース当りの所要時間は 1 分程度であり、じゅうぶん経済的であるものと思われるが、ライブラリーに入れて、オブジェクト・プログラムをテープに記録すれば、カード読み込みおよびコンパイルの時間が節約になるので、所要時間をさらに減少できると考えている。

なお、このプログラムの、将来改良すべき問題点は次のようなものである。

(1) 単純けた以外の上部工に対する適用

上部工が連続けたの場合などにも適用できるようにしたい。

(2) 脚柱の断面形状の一般化

現在のプログラムでは、円形の場合だけにしか適用できないが、さらに他の種類の断面形状についても考えてみたい。

(3) 非対称橋脚への適用

現在のプログラムは、上部工荷重、張出しけた、基礎とも対称な場合であるが、これらが非対称な場合も一般的に考えてみたい。

(4) くいの配列の一般化

パターンで規制せず、一般的に配列を決定できるようにしたい。

(5) 配筋方法の多様化

* 3=SYUGETA *

PIER NO. P20

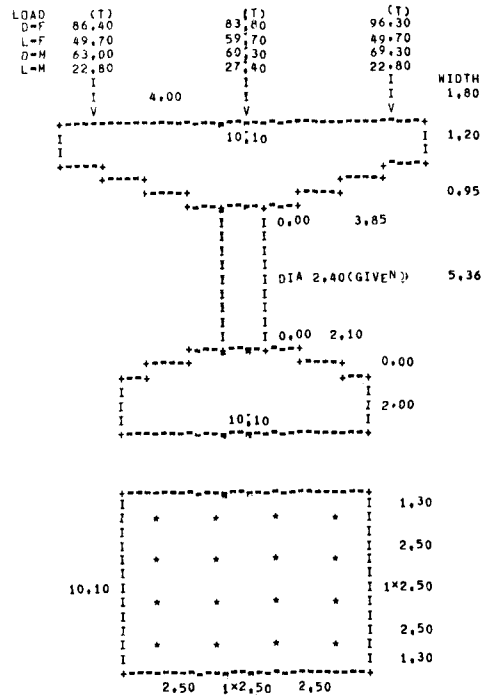


図-4 構造図 (アウトプット)

現在のプログラムは、配筋はインプットしたピッチによって決定されてしまいが、鉄筋のピッチも変えられるようにしたい。

(6) せん断力に対する配筋の設計

一応、せん断応力度に対する部材断面の検討を行なっているが、さらにせん断力に対する鉄筋の配置も決定できるようにしたい。

設計業務における自動設計の要求は、今日ますます強くなりつつある。

この研究を足がかりにして、さらに便利な自動設計のプログラムを完成するように努力したいと考えている。

また、このプログラムのコーディングは、日本電子計算機(株)の植野孝雄氏が担当された。ここに感謝するものである。

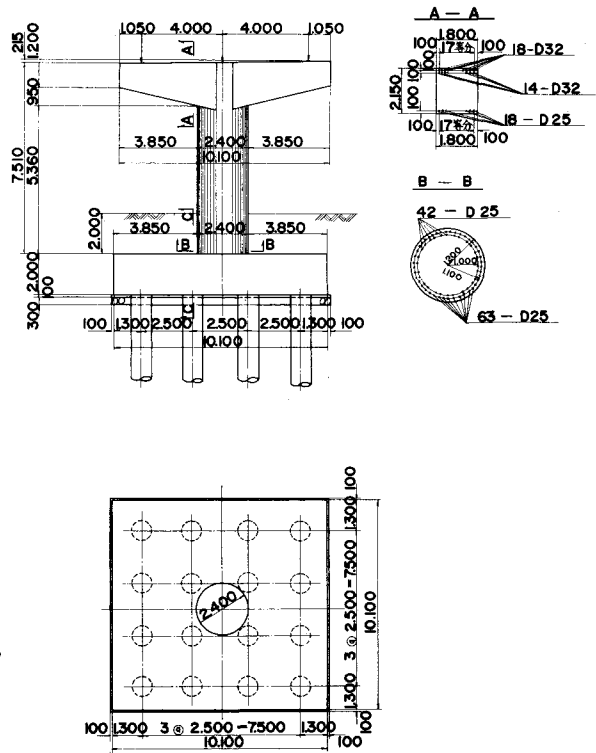


図 - 5 構 造 図

参 考 文 献

1. 鉄筋コンクリートの断面算定について

土木学会制定：コンクリート標準示方書（昭和42年版）

神山一：鉄筋コンクリート

2. 計算機言語について

Burroughs B 5500 EXTENDED ALGOL (1965)

3. 計算法について

中村慶一ほか：電子計算機によるボックスカルバート、擁壁類の自動設計計算（土木技術資料7-8、1965）

丸山隆和ほか：鉄筋コンクリート構造物の自動設計、自動製図（コンクリートジャーナル、6-1、1965）

丸山隆和ほか：土木構造物の自動設計（土木学会誌52-8、1967）

W.ウィーバー、山本善之訳：構造物解析のプログラム（共立出版 1968）