

電子計算機利用の手びき (続)

河原畑良弘*

1. まえがき

前回に紹介されたものに引き続き、特に土木関係に焦点を合わせて、計算機利用のためのよりくわしい情報を提供しよう。

計算サービスを業務としている計算センターは全国に散在しており、手軽に委託計算を引き受けてくれる。それぞれ主として計算機のメーカーが自社の計算機のPRを兼ねてサービスを提供しているものである。

なにか新しい問題のプログラムを開発して計算を依頼する場合、どういう手順をとるかは前回にくわしく述べたので、今回は、各計算センターにすでに開発されて備えつけてあるもの(これを「プログラム・ライブラリ」という)、およびすでに手がけた経験のあるものを中心にリスト・アップしてみよう。ここに選んだ計算センターは一応東京所在の一部のものだけにしているが、これは前回に全国の計算センターの所在が列挙してあることと、ここに述べる計算センターは大抵地方に支店なり、出張所をもっているから、地方で依頼の希望がある場合はそれぞれに照会すればやってくれるからである。

プログラム・ライブラリの内容を一応つぎの3つに分けて紹介する。

- 1) サブルーチン
- 2) 一般計算用ルーチン
- 3) 技術計算用ルーチン

各計算センターに設置してある電子計算機は、それぞれ性能、規模がちがうので、準備されたライブラリの項目などは同様でも各計算にとまなういろいろの制限条件はちがうものである。しかし、1)のサブルーチンという名前が整理されたものは大体同様であるので、これは一括して列挙し、各計算センターについての詳細は2)、3)を中心に述べる。

以下のリストの中につぎの新しい言葉が出てくるので、これをまず説明する。

- a) 固定小数点数 Fixed Point Number (略号 Fx)
 - b) 浮動小数点数 Floating Point Number (略号 Fl)
- a) の固定小数点数というのは、われわれの日常の言葉でいえば「整数」のことである。小数点があるものと考えてれば常にけたの最後の右端にあるような数で、これを省略した形をしているものである。たとえば、先月の工事決算額は円単位で325 647円とか、橋梁のスパン12mのものが18連あるとかいうように、すべて整数で表わされる数である。b) の浮動小数点数は主として技術計算用の数値の表わし方で、任意の位置に小数点をもっているものや、10の幅(べき)乗で表わされる形をもっている数である。たとえば、基礎の載荷力は 9.8 t/m^2 、コンクリートのワーキング・ストレスは 58.4 kg/cm^2 など、あるいは鋼の弾性係数は $2.1 \times 10^9 \text{ kg/cm}^2$ 、線膨張係数は $0.12 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$ などである。後者の場合、計算機用の表現としては一般にそれぞれ有効数字が小数点のすぐ右にくる正規化された形で小数部と指数部に分けて、 $0.21 \text{ E}+7$ 、 $0.12 \text{ E}-4$ と表わされる。このEという記号は10を底とする指数(Exponent)のEを表わす。

以下の説明では、特にことわらない限り浮動小数点数のみを扱うものとする。

2. 計算センターの紹介 (順不同)

(1) 日本ビジネス・コンサルタント KK

- 設置機種: HITAC-3010 (略号 3010)
HITAC-201 (略号 201)
HIPAC-103 (略号 103)

(2) 日本建設コンサルタント KK

- 設置機種: FACOM-128 B (略号 128 B)
(場合により IBM-7090 を借用)

(3) 日本電子計算 KK

- 設置機種: Burroughs B 205 (略号 B 205)
Burroughs B 220 (略号 B 220)
Burroughs B 5000 (略号 B 5000)
(Burroughs B 5000 は昭和 40 年 4 月より稼動予定)

(4) 三菱電子計算機東京センター KK

- 設置機種: MELCOM-1101 (略号 1101)
MELCOM-1530 (略号 1530)
(MELCOM-1530 は昭和 39 年 11 月より稼動予定)

(5) ファコム KK・FACOM 東京センター

- 設置機種: FACOM-128B

* 正会員 国鉄審議室

FACOM-222 (略号 222)

FACOM-231 (略号 231)

(6) 沖電気計算センター KK

設置機種: OKITAC-5090 (略号 5090)

(7) ユニヴァック計算センター

設置機種: UNIVAC-III (略号 III)

USSC

(8) 日本 IBM KK データ・プロセッシング・センタ

—

設置機種: IBM-7090 (略号 7090)

IBM-1401

(9) 伊藤忠電子計算サービス KK

設置機種: CDC-G-20 (略号 G 20)

3. サブルーチン

(1) 角度: ラジアン (Fl) へ度・分・秒 (Fx)

(2) 順列・組み合わせ (Fx)

(3) 階乗 (n!) (Fx)

(4) 平方根・立方根・n乗根: \sqrt{a} (Fx), $\sqrt[n]{a}$ (Fx), \sqrt{x} (Fl), $\sqrt[n]{x}$ (Fl), $\sqrt[n]{x}$ (Fl)

(5) 三角関数: $\sin x$, $\cos x$, $\tan x$ (Fx, Fl), $\sin(\pi/2) \cdot x$, $\cos(\pi/2) \cdot x$, $\tan(\pi/2) \cdot x$ (Fl)

[例] $\sin(\pi/2) \cdot x = c_1 x + c_3 x^3 + c_5 x^5$

$$c_1 = +1.5706268 \quad c_3 = -0.6432292$$

$$c_5 = +0.0727102$$

誤差 $|\epsilon(x)| \leq 10^{-4}$, 範囲 $-1 \leq x \leq +1$

(6) 双曲線関数: $\sinh x$, $\cosh x$, $\tanh x$ (Fl)

(7) 逆三角関数: $\sin^{-1} x$, $\cos^{-1} x$, $\tan^{-1} x$ (Fl)

[例] $\tan^{-1} x = \pi/4 + c_1 ((x-1)/(x+1))$

$$+ c_3 ((x-1)/(x+1))^3 + c_5 ((x-1)/(x+1))^5$$

$$c_1 = +0.995354 \quad c_3 = -0.288679$$

$$c_5 = 0.079331$$

誤差 $|\epsilon(x)| \leq 10^{-4}$, 範囲 $0 \leq x < \infty$

(8) 逆双曲線関数: $\sinh^{-1} x$, $\cosh^{-1} x$, $\tanh^{-1} x$ (Fl)

[例] $\tanh^{-1} x = 1/2 \cdot \log((1-x)/(1+x))$

範囲 $-1 < x < +1$

(9) 対数関数: $\log_e x$, $\log_{10} x$, $\log_2 x$ (Fl)

$$\log_e x = \log_{10} x \cdot \log_e 10 = \log_{10} x / \log_{10} e$$

$$= \log_{10} x / 0.43429$$

[例] $\log_{10} x = 1/2 + c_1 ((x - \sqrt{10})/(x + \sqrt{10}))$

$$+ c_3 ((x - \sqrt{10})/(x + \sqrt{10}))^3$$

$$c_1 = 0.86304 \quad c_3 = 0.36415$$

誤差 $|\epsilon(x)| \leq 10^{-4}$, 範囲 $1 \leq x \leq 10$

(10) 指数関数: e^x , 2^x , 10^x , a^x , e^{-x} (Fl)

$$e^x = 10^{x \log_{10} e}, \quad a^x = 10^{x \log_{10} a}$$

[例] $10^x = [1 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4]^2$

$$a_1 = 1.1499196 \quad a_2 = 0.6774323$$

$$a_3 = 0.2080030 \quad a_4 = 0.1268089$$

誤差 $|\epsilon(x)| \leq 10^{-5}$, 範囲 $0 \leq x \leq 1$

(11) 特殊関数 (Fl): ベッセル関数, ガンマ関数, ベータ関数, 円筒関数, 球関数, 誤差関数, 逆誤差関数, だ円積分, 正弦積分, 余弦積分, etc.

4. 一般計算用ルーチン ([] 内は使用機種)

m, n (整数) は元数または次数を表わす。

(1) 連立一次方程式 (掃き出し法)

[1101]: $n \leq 50$, 7けた短精度

$n \leq 26$, 14けた長精度

[1530]: $n \leq 45$, 14けた, 磁気コアのみ

$n \leq 500$, 磁気テープとも

[III]: $n \leq 60$

[B 205, B 220]: $n \leq 60$

[B 5000]: $n \leq 160$, 12けた短精度

$n \leq 100$, 24けた長精度

[G 20]: $n \leq 1,000$, 磁気テープとも

[7090]: $n \leq 300$, 12けた短精度, 磁気コアのみ

$n \leq 150$, 24けた長精度, 磁気コアのみ

[103]: $n \leq 26$, 磁気コアのみ

$n \leq 87$, 磁気テープとも

[5090, 231, 201, 128 B, 3010]

(2) 連立一次方程式 (Gauss-Seidel法)

[1530]: $m \leq 1,300$, 磁気コアのみ, mは整数で非零要素数を表わす

[222]: $n \leq 87$

[G 20]: $n \leq 1,000$, 磁気テープとも

[1101]: $n \leq 50$

[1530]: $n \leq 1,000$, 磁気テープとも

[231, 103, 201, 3010]

(3) 連立一次方程式 (共役傾斜法)

[1101]: $n \leq 65$

[1530]: $n \leq 500$, 磁気テープとも

[G 20]: $n \leq 1,000$, 磁気テープとも

(4) 連立一次方程式 (Crout法)

[1101]: $n \leq 52$, 7けた短精度

(5) 逆行列 (消去法)

[1101]: $n \leq 36$

[1530]: $n \leq 40$, 磁気コアのみ

$n \leq 500$, 磁気テープとも

[III]: $n \leq 60$

[B 205, B 220]: $n \leq 40$

[B 5000]: $n \leq 100$, 12けた短精度

$n \leq 80$, 24けた長精度

[G 20]: $n \leq 1,000$

[231, 222, 103, 201, 3010]

(6) 行列の固有値および固有ベクトル (Power 法)

- [1101] : $n \leq 31$, 14 けた
- [1530] : $n \leq 40$, 磁気コアのみ
 $n \leq 500$, 磁気テープとも
- [G 20] : $n \leq 100$
- [7090] : $n \leq 100$
- [103] : $n \leq 57$
- [5090, 231, 3010]

(7) 対称行列の固有値および固有ベクトル (Jacobi 法)

- [III] : $n \leq 30$, [103] : $n \leq 30$
- [222] : $n \leq 70$, [7090] : $n \leq 80$
- [G 20] : $n \leq 100$
- [5090, 231, 3010]

(8) 複素係数連立一次方程式 (消去法)

- [1101] : $n \leq 34$
- [1530] : $n \leq 20$, 磁気コアのみ
 $n \leq 250$, 磁気テープとも
- [5090]

(9) 複素係数行列の逆行列 (消去法)

- [1530] : $n \leq 20$, 磁気コアのみ
 $n \leq 250$, 磁気テープとも

(10) 複素数四則演算

- [1101] : 範囲 $10^{-38} \sim 10^{+38}$, 7 けた
- [5090]

(11) 行列の積

$$c_{ij} = \sum_{k=1}^m a_{ik} \cdot b_{kj} \quad (i, j=1, 2, \dots, m)$$

- [1101] : $m \leq 25$, 14 けた
- [1530] : $m \leq 25$, 磁気コアのみ
 $m \leq 500$, 磁気テープとも
- [III] : $m \times n \leq 3,000$
- [5090, 231, 103, 201, 3010]

(12) 行列とベクトルの積

$$c_i = \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot x_k \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

- [1101] : $(m+1) \times n \leq 2,700$, $n \leq 1,000$

(13) 行列式の計算

- [1530] : $n \leq 40$, 磁気コアのみ
 $n \leq 500$, 磁気テープとも
- [5090, 231, G 20, 103, 201, 3010]

(14) 高次代数方程式 (Hitchcock 法)

- [1101] : $n \leq 48$, 14 けた
- [1530] : $n \leq 50$, 磁気コアのみ
- [231, 222, 3010]

(15) 高次代数方程式 (Newton 法)

- [5090, 231, 103, 3010]

(16) 高次代数方程式 (Milne 法)

- [G 20] : $n \leq 500$, 磁気テープのみ
- [7090] : $n \leq 30$, 磁気コアのみ

(17) 非線型連立方程式 (Secant 法)

- [III] : $n \leq 30$

(18) 常微分方程式 (Runge-Kutta-Gill 法)

- [1101] : $0 < n \leq 50$
- [1530, III, 5090, 231, 222, G 20, 103, 201, 3010]

(19) 常微分方程式 (Predictor-Corrector 法)

- [1101] : $0 < n \leq 50$
- [1530]

(20) 放物型偏微分方程式 : [1101, 1530]

(21) ラプラス型偏微分方程式 : [1530]

(22) 数値積分 (Simpson 1/3 則) :

- [1101, 1530, 5090, 231, 222, 3010]

(23) 数値積分 (Simpson 3/8 則) :

- [1101]

(24) 数値積分 (Gauss) :

- [231, 222, 7090, 103, 3010]

(25) 調和解析

- [1101] : データ個数 ≤ 400
データ個数 $2N+1$, $2N \leq 2,000$, 7 けた
- [1530, 5090, 231, 222]

(26) 回帰分析

- [1101] : 変数 ≤ 8 , データ個数 (1 変数) ≤ 200
- [G 20] : 変数 ≤ 100 , データ個数 $\leq 10^4$
- [103] : 変数 ≤ 85 , データ個数 $\leq 10^6$
- [III] : 変数 ≤ 50
- [1530, 222, 231, 3010]

(27) 分散分析

- [1101] : 2^k 型, $k \leq 11$
- [222] : 一元, 二元, 三元配置
- [103] : 二元配置 (繰返し), 水準数 $A \times B \leq 7,864$
三元配置 (繰返し)
- [1530, III, 231, 3010]

(28) 共分散分析 : [III, 222]

(29) 時系列分析 : [1530, III]

(30) 因子分析 : [1530, 231, 222]

(31) 相関分析

- [1101] : 各変数のデータ数 ≤ 45
- [5090, 222, 3010]

(32) 線型計画法 (シンプレックス法)

- 条件式個数 : m , 変数個数 : n
- [1101] : $0 < m \leq 19$, $0 < n \leq 48$
- [1530] : $m \leq 150$, 磁気コアのみ
- [III] : $m \times n \leq 4,300$
- [103] : $m \times n \leq 6,954$

[3010, 7090]

(33) 線型計画法 (改良シンプレックス法)

条件式個数: m , 変数個数: n

[1101]: $0 < m \leq 100, 0 < n \leq 100$

[1530]: $m \leq 150$, 磁気コアのみ

[G 20]: $m \leq 1,000, n \rightarrow \infty$, 磁気テープとも

[103]: $2 \leq m+1 \leq 50, 2 \leq n+1 \leq 40$

[B 220]: $m \times n \leq 60 \times 60$

[B 5000]: $m \times n \leq 100 \times 100$

[3010, 7090, III]

(34) 線型計画法 (輸送型一飛び石伝い法)

[G 20]: Source 数 ≤ 350 , Demand 数 ≤ 350 ,

$$S + D \leq 400$$

[103]: $1 \leq m \leq 40, 1 \leq n \leq 40$

[3010, 7090, III]

(35) 乱数発生

[1101]: 一様乱数, 2けた4個同時発生

[5090]: 擬似乱数 [222]: 一様乱数

[7090]: 一様乱数, 正規乱数

[G 20]: 一様乱数

[1530, III, 231, 3010]

(36) χ^2 検定: [1101, 1530, III, 7090]

(37) ラグランジュ補間法: [5090, 231, 7090, 103]

(38) 最小二乗法による多項式のあてはめ:

[1101, III, 5090, 231, 7090, 103, 3010]

5. 技術計算用ルーチン ([] 内は使用機種)

(1) 一般構造物関係

a) 各種ラーメン構造の応力計算 (たわみ角法):

[128 B, 222, 231, G 20, 1101, 103, 3010]

b) 平板の応力計算: [128 B]

c) 版のモーメント計算: [III, 103, 3010]

d) はりの振動計算: [III, G 20]

e) 等断面連続はり計算 (3連モーメントの定理):

[222, 231]

f) 変断面連続はり計算 (仮想仕事の原理):

[B 220, 222, 231]

g) 弾性支持2径間連続はり計算: [222, 231]

h) 単純はり計算 (曲げモーメント, ねじりモーメント, 応力): [222, 231, G 20]

i) 塔状構造物振動計算: [222, 231]

j) ドーム応力計算: [222, 231]

k) 連続けた振動計算: [128 B]

l) 鉄筋量計算: [128 B, 222, 231]

m) 塑性設計計算: [103, 3010]

n) 強震応答解析: [103, 3010, 1101]

o) シェル設計計算: [103]

(2) 測量関係

a) 三角測量平均計算: [128 B]

b) 多角・水準網の平均計算: [128 B]

c) 平面・球面・円柱面座標の相互の変換計算: [128 B]

d) 境界測量表 (野帳より作表まで): [222, 231]

e) 面積計算 (野帳より作表まで): [222, 231]

f) 航空三角測量計算: [G 20]

g) 座標変換 (ゾルドネル座標より公共測地座標) [231, 222]

(3) 土質および基礎関係

a) 圧密沈下計算: [III]

b) 矢板壁計算: [III]

c) 円弧すべり計算 (格子点法一各モーメントおよび安全率): [III, 222, 231]

d) 円弧すべり計算 (Box-Wilson 法一各モーメントおよび安全率): [222, 231]

e) 鉄筋コンクリート杭の打込み時における挙動計算: [222, 231]

f) 鋼管杭計算: [222, 231]

g) 土中杭解析 (横抵抗): [222, 231]

h) 岩盤内部応力計算: [222, 231]

i) 斜壁の受働土圧計算: [222, 231]

j) コンクリートよう壁計算: [222, 231]

k) ケーソン解析計算: [222]

l) アンカー ブロック基礎の応力, 安定計算: [128 B]

m) ベノトパイルのモーメント解析計算: [1101]

(4) 橋梁関係

a) 直線, 曲線連続けた (等断面, 変断面, 箱型) の応力, たわみ計算: [128 B, B 220]

b) 直線格子けた設計計算 (小松氏法): [128 B, 222, 231, B 220, G 20]

c) 斜め格子けた設計計算: [128 B, G 20]

d) 曲線格子けた設計計算 (小松氏法): [222, 231, B 220, G 20]

e) 吊橋のワイヤ, 補剛構の応力計算: [128 B, 222, 231, G 20, 7090]

f) 吊橋主塔の応力計算: [128 B, 222, 231, G 20, 7090]

g) 単純支持曲線けた橋計算 (小松氏法): [222, 231, B 220]

h) 斜スラブ橋設計計算: [222, 231]

i) 箱けた断面, 重量計算: [222, 231]

j) 箱けた設計計算 (せん断流法): [222, 231]

k) ワーレン トラス 橋設計計算 (仮想仕事の原理): [B 205, B 220, 222, 231, G 20]

- l) 連続トラス設計計算 (部材応力, 支点反力, たわみ, 影響線): [B 205, B 220, 222, 231]
 - m) ランガー ガーダーたわみ影響線計算: [222, 231]
 - n) バランスト ランガー ガーダー設計計算: [222, 231]
 - o) 合成けた断面決定計算: [222, 231, B 205, B 220, G 20]
 - p) 中空スラブ橋設計計算: [222, 231]
 - q) 吊橋ケーブルバンド計算 (傾斜角, 応力, すべり安全率): [222, 231]
 - r) 合成けた応力計算 (死荷重合成, 活荷重合成): [B 205, B 220, G 20]
 - s) 鋼床版応力計算: [B 205, B 220]
 - t) 箱型格子けた設計計算 (格子点数 20 まで): [B 205, B 220]
 - u) ローゼけた設計計算: [G 20]
- (5) 道路関係
- a) 路線線形計算 (クロソイド座標計算を含む): [128 B, 222, 231, G 20]
 - b) 道路交通量配分計算 (フレーター法): [128 B, 222, 231, 7090, 103, 3010]
 - c) 道路交通量推定計算: [128 B, 222, 231, 7090, 103, 3010]
 - d) 転換交通量計算: [128 B, 7090, 103, 3010]
 - e) OD 表計算 (ゾーン数増減可能): [128 B, 7090, 103, 3010]
 - f) 最適ルート選定 (最適および次位のルート選定): [222, 231, 7090, 103, 3010]
 - g) 最適ルート計算 (最小距離, 最小時間, 最小費用): [222, 231, 7090]
 - h) インターチェンジの方向別流入交通量計算: [222, 231, 7090, 103, 3010]
 - i) 交通量再配分計算 (容量調節): [222, 231, 7090, 103, 3010]
 - j) 交通現象シミュレーション (モンテカルロ法) [G 20]
 - k) トラフィックカウンター解析: [103, 3010]
- (6) 水理および河川関係
- a) 不等流計算 [128 B]
 - b) 不定流計算 [128 B]
 - c) 降雨および流出量計算: [128 B]
 - d) 利水計算: [128 B]
 - e) 河道貯溜計算: [128 B]
 - f) 流砂量計算: [128 B, 222, 231]
 - g) 水位, 流量年表作表: [128 B]
 - h) 非正常地下水計算: [128 B]
 - i) 地下水二次元ポテンシャル計算: [128 B]
 - j) 配水管網流量計算: [Ⅲ, 222, 231]
 - k) 河川流量計算: [222, 231]
 - l) 開水路バックウォーター計算: [222, 231]
 - m) 遊水池水位計算: [222, 231]
 - n) 水源流況表作表: [222, 231]
 - o) 洪水調節計算 (連立常微分方程式): [222, 231, 7090]
 - p) 河川濁度計算 (回帰分析): [222, 231]
 - q) 流出係数計算 (貯溜関数法): [222, 231]
 - r) ダム調節計算: [128 B]
 - s) ダムの堆砂計算: [128 B]
 - t) 貯水池運用計画 (ダイナミックプログラミング): [222, 231]
 - u) 排水路水理計算: [7090]
 - v) サージタンク容量計算 (連立常微分方程式): [222, 231]
- (7) ダム構造関係
- a) アーチダム (クラウンカンチレバー法) の応力, たわみ計算 (対称, 非対称, 等厚円形, 不等厚円形, 等厚三心円形, 不等厚五心円形): [128 B, 222, 231, G 20, 7090]
 - b) アーチダム (半径方向調整法) の応力, たわみ計算: [128 B, G 20, 7090]
 - c) 重力ダムの応力, 安定計算: [128 B]
 - d) 中空ダムの応力, 安定計算: [128 B]
 - e) アースダムの応力, 安定計算: [128 B]
 - f) 砂防ダムの応力, 安定計算: [128 B]
 - g) アーチダムの型わく座標計算: [128 B, 222, 231]
 - h) ダムコンクリートの温度計算: [128 B, 222, 231]
 - i) 各種ダム設計計算: [Ⅲ]
 - j) ストレインゲージのデータによるアーチダムのひずみ解析: [222, 231]
 - k) ダム基準位置算定計算: [222, 231]
 - l) ダイヤモンドヘッドの温度応力計算: [222, 231]
 - m) ダム挙動解析計算: [222, 231]
- (8) 港湾関係
- a) 防波堤 2 次元計算 (偏微分方程式): [222, 231]
 - b) 最適バース数算定計算 (待ち合わせ理論): [222, 231]
- (9) トンネル関係
- a) トンネルコンクリート覆工の応力計算: [222, 231]
 - b) シールド解析計算: [222, 231]
 - c) トンネルの自然換気計算: [222, 231]

(10) 計画, 施工関係

- a) 工事管理 PERT・CPM 計算: [222—Activity 2000 まで, B 220—Activity 200 まで, B 5000—Activity 30000 まで, 1530—Activity 1500 まで, III—Activity 12000 まで, G 20—Activity 10000 まで, 7090—Activity 30000 まで]
 - b) 土工量その他工事量計算: [128 B]
 - c) 土工歩掛り算定計算 (回帰分析): [222, 231]
 - d) 切盛土工量計算: [7090]
- (11) その他
- a) 台風モデルの計算: [III]

6. あとがき

筆者の手許に入った情報は以上の通りである。計算センターはこの他にも数多くあるし、全部つきとめてしまうことは、数の上で困難であることと、この世界では依頼を受けて開発されたプログラムは原則として依頼者に帰属するというルールがあるので、未公開となることが多いことから、以上にリストアップされたものが、今までにすでに土木関係として開発されたプログラムのすべてもしくは完全なものであるとはいえない。しかし、以上のことから全般的にいえることは、われわれが従来頭脳の限りをふるって、わずらわしい手計算を通じなければ獲得できなかったあらゆる分野の問題処理が、電子計算機の助けをかりていとも簡単にできるようになったことであろう。

今後は、道具としての電子計算機についての理解と知識は、土木技術者にとっても最少の必要条件にならないと思われる。早速手近の問題に使ってみたいという場合には、どれでもかまわないが、各計算センターが待機しているからよく相談のうえ、その恩恵を早く受けられるよう望みたい。さらに、できれば十分条件として、自分の身のまわりに1台欲しいものである。「百聞は一見にしかず」で、ほんとうに手足なり、頭脳の補助として活用するためには、自分で計算機と話し合えることが最も望ましいからである。

以上で本講座が終るが、全編を通じて「電子計算機というものは、案外われわれに近いものである」ということを感じとられたとすれば、本講座の使命はその大半を全うしたといえよう。なお、以上は主として国内における利用状況であるが、名古屋大学の成岡教授が諸外国における情勢を調査整理されているので、これを添付させて頂くことにしたい。これによって、イギリス、ドイツ、アメリカにおける利用状況がどの程度であるかということがわかると同時に、先進国の一員としてわが国においてもますますその利用開発を推進しなければならないことに対する重要な参考資料となろう。

諸外国における状勢

成岡昌夫*

1. イギリス

イギリスでは、Institution of Structural Engineers より、イギリス国内で完成されたプログラムのリストが発行されている。これによると、次のようなものがある。学会の性質上、構造関係に範囲が限定されている。

Programme Machine

(1) Aircraft and Ships

Stressing of a helicopter fuselage	Pegasus
Curved grillage analysis	Pegasus
Axi-symmetric stress analysis	Pegasus

(2) Arches

Influence lines and stiffness coefficients for fixed-ended arches	Ferranti Pegasus Mk. I or II
Elastic analysis of symmetrical fixed-ended arch	Ferranti Pegasus
Elastic centre analysis of fixed or pinned arches	Deuce

(3) Bridges

Calculation of Sag and Tension of Suspended Cables	Deuce
Moment and Reaction influence line ordinate for symmetrical 3-span or 4-span continuous girder bridges	I.B.M. 650
Suspension Bridge Analysis	I.B.M. 650
Curved Bridge Programme	I.B.M. 650
Georgia Skewed Bridge programme	I.B.M. 650
Free suspension cable mainspan	Mercury-Autocode
Free suspension cable sidespan	Ferranti-Mercury Autocode
Suspension bridge mainspan interaction programme	Ferranti-Mercury Autocode
Suspension bridge sidespan interaction programme	Ferranti-Mercury Autocode
Suspension Bridge-erection programme	Mercury
Continuous bridge analysis	I.B.M. 650
Straight-line bridge grid system	I.B.M. 650
3-span curved concrete slab bridge programme	I.B.M. 650

* 正会員 工博 名古屋大学教授

(4) Chimneys			
Chimney Design	Ferranti "Sirius II"	torsion problems	
Frequency of lateral oscillation of a tall chimney	"Pegasus"	The solution of a large number of simultaneous linear algebraic equations	Deuce
(5) Composite Action		Multiple regression	LEO II
Problems of Composite Action between beams and slabs	Pegasus	Strain gauge rosette calculations	Deuce
Three Problems of Composite Action between beams and slabs	Pegasus	Simultaneous linear algebraic equations	Pegasus
(6) Continuous Beams		(8) Jetties	
Composite Action between Beams and Slabs under transverse load	Pegasus	Berthing Beam Analysis	Deuce
Composite Action between Beams and Slabs under transverse load	Ferranti Pegasus	Shipping impacts on e.g. gravity fender	Ferranti Sirius
Composite Action of Slabs and Beams	Pegasus	Analysis of a berthing beam	Deuce
Composite Beam	I.B.M. 650	(9) Piles	
Analysis of beam sections	Sirius and Pegasus	Analysis of pile groups	Sirius
(7) General Mathematical		Wave transmission in piles	Sirius
Hardy-cross relaxation method for continuous beams	Pegasus	Analysis of laterally loaded piles	I.B.M. 650
Continuous beam under transverse and axial loadings	Pegasus	(10) Piping	
Computer analysis of continuous beams and frames	I.B.M. 650	Water network analysis - flows and pressures	Deuce
Continuous Beams	Ferranti Pegasus	Flow in pipe networks	Sirius
Continuous Beam design programme	I.B.M. 650	Calculation of forces and moments at the anchors of a redundant pipework system	Elliott 803
Continuous beam stressing programme	Elliott 803	Stresses and Deflections in Piping Systems	Deuce
Flexural characteristics of beams with varying cross-sections	Sirius	Programme for stressing of multiple-anchor three-dimensional pipework systems	Pegasus
Calculation of bending moments and shear forces in a continuous beam	Elliott 803	(11) Plane Frame Structures	
(7) General Mathematical		Analysis of single plane structural frames (Livesley's method)	Pegasus
The solution of simultaneous linear equations	Pegasus	Plane structural frames M.K. 2	Pegasus 2
Tabular interpretive scheme	Ferranti MK. 1	Structural grids	Pegasus
Matrix Interpretive scheme	Ferranti MK. 1	Three-dimensional frames	Pegasus 2
Texas engineering subroutines	I.B.M. 650	Single-bay frames	Sirius
Harmonic Analysis	Deuce	Framework analysis (Kani's method)	Elliott 803
Simultaneous Linear Ordinary Differential Equations	Deuce	Structural analysis of a plane framework	Elliott 803
The solution of second-order partial differential equations with particular reference to	Deuce	Structural analysis of a grid	Elliott 803
		Moments of Inertia	Pegasus
		Stress distribution in a sheet stringer frame combination	Pegasus
		Influence line computations for 7-times Redundant Structure	Ferranti Pegasus
		Influence line computations for structures with members of varying flexural rigidity	Mercury

Structural analysis by Matrix Displacement Method	Mercury	Partitioned grid frameworks	Ferranti Pegasus MK. II
Moment distribution and influence line calculation	I.B.M. 650	Partitioned plane frameworks	Ferranti Pegasus MK. II
Moment Distribution	I.B.M. 650	Elastic Stability Analysis	Ferranti Mercury Conventional Coding
Moment Distribution	I.B.M. 650	Elastic critical loads for plane-frame works	Ferranti Mercury Conventional Coding
Analysis of Linear Pin-Jointed Frames	Pegasus	Elastic stability analysis for plane frameworks	Mercury
A Single Plane Structural Programme	Pegasus	Plastic Analysis of Rigid Rectangular Frame	Ferranti Mercury Autocode
Elastic Analysis of Rigid-Jointed Plane Structures	Edsac II	Framework Analysis-2	Elliott 803
Structural Analysis : (i) Plane Frames, (ii) Grillage, and (iii) Space Frames	Deuce	Framework Analysis-1	Elliott 803
Grillage Analysis	Edsac II	Building Frameworks	Deuce
Elastic Torsional - Flexural Buckling of Rigid-Jointed Plane and Space Frames	Edsac II	Structural Analysis (Matrix displacement method)	Deuce MK. IIA
Frame Constants	I.B.M. 650	Portal Frame Design by factor on ultimate load	LEO II
Stress analysis of open-web structures	I.B.M. 650	SPORF (Stability in the Plastic Range of Rectangular Frames)	Ferranti Mercury
Automatic minimum weight design of steel frames	I.B.M. 650	Calculation of Influence Lines of Parabolic Vierendeel Girders	I.B.M. 650
Structures (Plane Frames)	Pegasus	(12) Plates and Slabs	
Connector and Redundancy Programmes for indeterminate truss analysis	I.B.M. 650	The Calculation of the Influence Coefficients of a Symmetrically Supported Plate	Deuce
Truss Analysis	I.B.M. 650	The deformation of a rectangular Slab with Free Edges under Transverse Load	Ferranti Pegasus
The Analysis of Moments of Vierendeel Frames and Girders with Non-Prismatic Members	Ferranti Pegasus	Elastic Skew Slabs	Pegasus
Analysis of Plane Frameworks	Elliott 402 F.	Analysis of skew slabs by finite difference methods	Elliott 402 F.
Single Plane frameworks including for curved members	Ferranti Pegasus MK. I or II	(13) Properties of Sections	
Single plane frameworks	Ferranti Pegasus MK. I or II	R.M. of Slabs Reinforced with various BRC fabrics	Elliott 803
Two-dimensional frameworks with elastic beam/column connections	Ferranti Pegasus MK. I or II	Moments of Inertia	Pegasus
Two-dimensional frameworks with elastic restraints in x, y and θ directions at joints	Pegasus, MK. II or I, Ferranti	The Design of Prestressed Concrete Sections	Elliott 402 F.
Single grid frameworks Programme	Ferranti Pegasus MK. II	A Method of Calculating the Fundamental Properties of Beams of Varying Section	Pegasus
Single grid frameworks	Pegasus Mark II or I	Prestressed Concrete Beams	I.B.M. 610
Partitioned grid frameworks	Pegasus MK. II or I with magnetic tape storage	R.M. of R.C. tee sections	Pegasus
		Calculation of properties of rectangular hollow sections in steel	LEO II

Calculations of Tubular Properties	LEO II
Properties of P.S.C. sections	Ferranti Pegasus
Analysis of short prestressed concrete end blocks	Pegasus
(14) Shells	
Cylindrical shell and plate programme	Sirius
Membrane Stresses in Elliptical Paraboloids	1. Pegasus 2. Deuce
General Multi-Shell	Ferranti Mercury
Practical Multi-Shell	Mercury
Cylindrical Shell Analysis	Pegasus
Calculation of stresses and displacements in cylindrical shell roofs	Pegasus
(15) Soil Mechanics	
Earth Rressures	Pegasus
Slip Circle Analysis of the Stability of earth dams	Deuce
Analysis of the stability of earth dams using non-circular slip surfaces	KDP 9
Preliminary earthwork calculations	Deuce
Final earthwork calculations	Deuce
Cut and fill	Sirius
Calculation of earthwork quantities	Elliott 803
(16) Stairs	
Structural analysis of helical staircases and bow girders	Pegasus
Spiral stairs	Sirius
(17) Tanks	
Circular tank (1)	Mercury Computer (Manchester University)
Circular tank (2)	Mercury Computer
(18) Vibration	
Cantilever Vibration	Mercury
Calculation of natural frequencies and normal modes of vibration of a free-free beam	Pegasus
Dynamic response of simply supported beam to a rolling load	Elliott 402 F.
(19) Miscellaneous	
Rivet Groups	Pegasus
Strain Energy Coefficients for Bending	Pegasus
Fixed end moments and shears	Pegasus

Structural analysis of helical staircases and bow girders	Pegasus
Beam on Elastic Foundation	Mercury
Add and Subtract Structures	Pegasus
Safe Loads Programme	LEO II
Programme for System Optimization	I.B.M. 650
Surveying by quadrilaterals	Deuce
Closed traverse surveys (theodolite or compass)	Deuce
Backwater curve of a river	Deuce

なお末尾に記した文献 a) の中には, Cement and Concrete Association から発行されている “Specifications for the Use of Programmes” の DC/1 から DC/18 までのタイトルをのせてあり, 文献 c) の中には, DC/19 ~DC/29 のタイトルをのせてある。このあとの分は入手してない。

2. ド イ ツ

Der Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen e.V., Köln, Deutscher Ring 17 が Elektronisches Rechnen なる委員会をもって研究を行なっているが, これには

- “Allgemeines” (一般)
- “Entwurfsbearbeitung” (設計)
- “Verkehrsuntersuchungen” (交通問題研究)
- “Brücken- und Ingenieurbau” (橋梁および工業構造)
- “Prüfung” (検査)

の5つの小委員会を設けて, 活動してある。その成果は Informationen über elektronisches Rechnen im Strassenwesen, Heft 1~9 に発表されている。この題目を列記すると, 次のようである。

- Heft 1. Fahrkostenermittlung von Kraftfahrzeugen mit Hilfe elektronischer Rechenmaschinen, 1961. (電子計算機による自動車の運転コストの調査)
- Heft 2. Die elektronische Berechnung des Durchlaufträgers, 1961. (電子計算機による連続ばりの計算)
- Heft 3. Die elektronische Berechnung des Zeitwegverfahrens, 1961. (電子計算機による時間交通量の計算)
- Heft 4. Die elektronische Berechnung des durchlaufenden, rechtwinkligen, drehsteifen Trägerrostes nach einem Iterationsverfahren, 1961. (繰返法を用いる連続直格子桁の電子計算機による計算)
- Heft 5. Die Anwendung elektronischer Rechenverfahren in der Strassenverkehrstechnik, 1961. (街路

交通技術における電子計算機による計算法の応用)

Heft 6. Die elektronische Berechnung ebener Stabwerke unter beliebiger statischer und dynamischer, in der Ebene wirkender Belastung, 1961. (面内に作用する静的, および, 動的荷重を受ける平面骨組構造の電子計算機による計算)

Heft 7. Die elektronische Berechnung von Schrägseilbrücken, 1962. (斜張桁橋の電子計算機による計算)

Heft 8. Elektronisches Rechnen im Strassenbau und Brückenbau, 1962. (街路構造, および, 橋梁構造における電子計算機による計算)

Heft 9. Die elektronische Berechnung des Durchlaufträgers mit Zugbandern, 1962. (支点上で Zugband をもつ連続桁の電子計算機による計算)
なお, 最近発行の分はつぎのようである。

Heft 10. Die elektronische Berechnung von Querschnittswerten für Stahl Hohlkasten-Querschnittswerten für Beton Belastungsgrößen aus Vorspannung (Spannbeton), (1962)

Heft 11. Die elektronische Berechnung des Zeitwegverfahrens II. Teil Die Methode und ihre Programmierung, (1963)

Heft 12. Automatische Verauchswertermittlung und ihre Bedeutung für die Strassenverkehrstechnik, (1963)

Heft 13. Die rechnerische Ermittlung des Verkehrsaufkommens mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitungsanlagen, (1963)

これらのうちで橋梁構造物の設計に関係のあるのは, 2,3,4,6,7,9 でもっとも多い。これらの研究において用いられている方法は, すべて, S. Falk の提唱した“Reduktionsverfahren”(還元法)である。これは, R. Kersten: Reduktionsverfahren für Baustatik-Verfahren der Übertragungsmatrizen, Springer-Verlag, 1962 に詳しく説明されているが, 6,7,9 では, さらに, 軸方向力, および, 軸方向の変位まで考慮した Feldmatrix および Punktmatrix が述べられて, 解析に用いられている。なお, プログラムする者にとって都合のよいことは, 還元法の Flow Chart がついている点である。この方面に関心のある方には見逃し得ない文献であると思う。

このような文献が発表されているせいか, ドイツにある計算センターの連続桁, 格子桁, 斜張桁橋などの解析に関するプログラムは, すべて, 上記の方法を用いている。末尾文献 c) 参照)

3. アメリカ合衆国

この国では Bureau of Public Roads の中の Office of Research and Development (研究企画部)の一部門として Electronics Branch が設けられ, 道路工学, 道路工事に関係のあるすべての分野における電子工学への応用を取り扱ってきたが, 最近の状況にかんがみ, この Branch を昇格して Electronics Developments Division を設けた。ここでは, Electronic Computer Program Library を発行しているが, 本年3月には, その Memorandum No. 10 が出されている。この Library は, 道路の分野における使用を目的として開発されたプログラムを受理して配布するための中心機関として, また, 同一のものを再びつくることを最小ならしめ, 電子計算機の応用の発展を促進せしめるために情報を普及せしめるための中心機関としてのサービスを目的として設けられたものである。

文献 a) の中に Electronic Computer Program Library, Bureau of Public Roads として, Memorandum No. 7 (1960. 1) の分を記載しており, その内容がくわしく述べられている。ここでは, 上記の No. 10 (1964. 3) から, プログラムの項目のみを羅列したいと思う。新しく追加された分には○印をつけてある。

Bureau of Public Roads, Department of Commerce
Electronic Computer Programs Available in BPR Library Form

Program BPR A-1: Analysis of Equipment Costs and Rentals-BPR, Electronic Development Divisionにて開発 (Developed directly in library form)

Program BPR A-2: Sufficiency Rating—Wisconsin州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)

Program BPR A-3: Bid Tabulation—Colorado州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)

○Program BPR A-4: Critical Path Method Reports—BPR, Electronic Development Divisionにて開発 (Developed directly in library form using FORTRAN)

BPR Program E-1: Earthwork Quantities—Illinois州道路局にて開発 (Originally developed for Bendix G-15)

Program BPR E-2: Earthwork Quantities—Missouri州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)

- Program BPR E-3: Borrow Pit Quantities—BPR, Electronic Development Divisionにて開発(Developed in directly in library form)
- Program BPR E-4: Reconnaissance Earthwork (Digital Terrain Model System)—MITにて, BPRと協力して, Massachusetts 州道路局の援助の下に開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR E-5: Preliminary Earthwork (Digital Terrain Model System)—MITにて, BPRと協力して, Massachusetta 州道路局の援助の下に開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR HA-1: Spiral Coordinates—Vogt, Ivers, Seaman & Associatesにて開発 (Originally developed for Bendix G-15)
- Program BPR HA-2: Digital Terrain Model System Horizontal Alignment Programs—MITにて, BPRと協力して, Massachusetts 州道路局の援助の下に開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR HY-1: Hydraulic Analysis of Circular Culverts—BPR, Electronic Development Division, Bridge Divisionが協力して開発 (Developed directly in library form using FORTRAN)
- Program BPR HY-2: Hydraulic Analysis of Pipe-Arch Culverts—BPR, Electronic Division, Bridge Divisionが協力して開発 (Developed directly in library form using FORTRAN)
- Program BPR HY-3: Hydraulic Analysis of Box Culverts—BPR, Electronic Development Division, Bridge Divisionが協力して開発 (Developed directly in library form using FORTRAN)
- Program BPR HY-4: Hydraulics of Bridge Waterway—BPR, Electronic Development Division, Bridge Divisionが協力して開発 (developed directly in library form using FORTRAN)
- Program BPR M-1: Polynominal Curve Fitting by Least Square—BPR, Electronic Development Divisionが開発 (Developed directly in library form using FORTRAN)
- Program BPR S-1: Reduction of Triaxial Test Data—Texas 州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR S-2: Maximum Desnsity of Granular Materials—Washington 州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR ST-2: Computation of Continuous Beam Characteristics—Nebraska 州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR ST-3: Skewed Bridge Geometry (Straight Alignment)—Texas 州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR ST-4: Analysis of Rectangular Reinforced Concrete Columns—Richardson, Gordon & Associates, Consulting Engineers, Pittsburgh, Pa.にて開発 (Originally developed for Bendix G-15)
- Program BPR ST-5: Composite Beam Analysis and Design—Michael Baker, Jr., Inc. Consulting Engineers, Rochester, Pa.にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR ST-6: Moment Distribution and Influence Line Calculation—Washington 州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR ST-7: Analysis of Fixed Arch, Frames and Rings—Bucknell Universityにて開発 (Originally developed for Burroughs E-101)
- Program BPR ST-8: Bridge Pier Analysis—Rummel, Klepper and Kahl, Consulting Engineers, Baltimore, Md.にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR ST-9: Analysis and Design of Welded Steel Girders—BPR, Electronic Development Division, Dridge Divisionが協力して開発 (Developed directly in library form using FORTRAN)
- Program BPR SU-1: Right-of-way Traverse and Area Computation—Nebraska 州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR SU-2: Traverse Computation—California 州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR SU-3: Bearing from Polaris—Michael Balker, Jr., Inc.にて開発 (Originally developed for IBM-650)
- Program BPR T-1: Forecasting Interzonal Traffic Movements (Frater Method)—BPR, Electronic Development Divisionにて開発 (Originally developed for IBM-705)
- Program BPR T-2: Preparation of Data for A Trip Desire Contour Chart—California 州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)

program BPR T-3 : W-6 Loadometer Truck Weight Table—California 発州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)

Program BPR T-4 : Traffic Assignment—Edwards and Kelcey, Engineers and Consultants, Newark, New Jersey にて開発 (Originally developed for IBM-650)

Program BPR T-5 : Speed Check Analysis—Washington 州道路局にて開発 (Originally developed for IBM-650)

○Program BPR T-6 : Assignment of Traffic to Street and Freeway Systems—BPR, Electronic Development Division にて開発 (Originally developed for IBM-704)

Program BPR VA-1 : Digital Terrain Model System Vertical Allignment Program—MIT にて, BPR と協力して, Massachusetts 州道路局の援助の下に開発 (Originally developed for IBM-650)

なお, この他に, Library にて受領はしているが, BPR Library Form の形では利用しえない多くのプロ

グラムのリストがあるが, これは省略する。

以上, 3つの国の状況を最近入手した資料によって説明した。わが国でも, 土木学会に「電子計算機の土木工学への応用に関する研究委員会」が設けられて, イギリスの ISE のように, とりあえず, リストを発表するとともに, C. & C.A. のように「使用のための示方書」)Specification for the Use of Computer)を機種別につくって, 広く利用されるようにしてほしいと思う。また, 建設省道路局に高速道路調査室ができ, 土木研究所に技術監理室ができたので, アメリカの BPR の Electronic Development Division のように活動してほしいと思う。(成 岡)

参考文献

- a) 土木学会関西支部篇: 「高速度計算機の土木工学への応用」テキスト, 資料篇, 昭和 36 年 2 月
- b) 電子計算機の土木工学における応用に関するシンポジウムに出席して, 土木学会誌, 48.5 (昭38.5), pp. 80~85
- c) 欧州の計算センターを視察して, 土木学会誌, 48.8 (昭38.8), pp. 66~69

付記: 本年 5 月から 8 回にわたって掲載した電子計算機の常識は本号をもって終了します。執筆者各位に厚くお礼申し上げます。【編集部】

1965

土木技術者の手帖

道路手帖

各 ¥300

- ☆ 技術便覧の部分が 300 ページに及ぶ、森北出版独特の日誌です。
- ☆ 御贈答用にとくに喜ばれております。
- ☆ 300 冊以上の御注文には社名入りのサービスを行なっています。
- ☆ 売切れないうちに至急お申込み下さい。

同時発売 建築家の手帖 280円
建築設備手帖 280円

土木界に賛嘆の話題を

巻き起した 3 大図書

世界の橋

A 4 変形判 豪華本 250頁
定価 4000円 円 200円

土木設計データブック

B 5 判 豪華本 780頁
定価 4000円 円 160円

土木施工データブック

B 5 判 豪華本 1100頁
定価 4800円 円 160円

◎ 目録呈 ◎

東京都千代田区神田小川町 3 の 10

森北出版株式会社

振替東京 3 4 7 5 7 電話 (291) 4 5 1 0