

構造解析における Digital Computer の応用 (1)

成 岡 昌 夫*

1. ま え が き

著者は、松縄 勉氏とともに、土木学会誌、第 42 巻第 9 号 (昭 32.9) に、「継電器式計数型電気計算機と応用力学問題への応用」と題して、一文を書いたことがある。そこでは、relay 型式の digital computer の一般的な説明をし、digital computer が応用力学の問題の解法にいかに応用されているかを紹介した。その後、わが国でも computer への関心は逐次たかまりつつある。

アメリカの、MIT、イリノイ大学、カリフォルニア大学などは大規模な electronic digital computer をもっており、また、各州の道路局は UNIVAC 120, IBM 650 などを備えており、Atlantic City, New Jersey や Los Angeles, Calif. における AASHO の会議には electronic computer を利用した論文が発表されている。また、New York における ASCE の大会 (1957.10.14~18) には、Application of analogue and digital computer to structural engineering and engineering mechanics という特定題目の下に、多くの研究が発表され、そのなかには、N.M. Newmark, A.S. Velesztos, R.W. Clough 教授らの名前が見られる (Civil Engineering (米), 1957. 10 参照)。また、ASCE のなかに electronic computer に関する committee が設けられ、N.M. Newmark がその chairman となつている (Proc. ASCE, 83 (1957), No. ST. 6 参照)。

このように、アメリカでは、土木工学の方面においても、digital computer の応用はめざましいものがあり、多くの困難な問題が digital computer の力を借りて解かれている (土木学会誌、第 42 巻第 9 号参照)。

これに反して、わが国で実用に供せられている digital computer は、relay 式の Fuji Automatic Computer (Facom) のみであるが、parametron や transistor を利用した digital computer が研究されており、数年後にはこれらの computer が各所に設けられ、計算革命の時代がくるとと思われる。この意味において、構造解析の分野においていかに computer を応用するかを知っておくのも、むだではないと思う。

digital computer が最も威力を発揮するのは、連立多元一次方程式の解法、逆マトリックスの解法、step by step calculation、行列式の値の計算などであろう。

ここでは、われわれが通常取り扱っている構造物、た

とえば、トラス、ラーメン、フィレンデル桁、平板などを対象として、これらの static stress analysis に、連立多元一次方程式、逆マトリックスの解法を通じて、いかに digital computer が応用されるかを述べたいと思う。爾余の応用については、稿を改めて述べよう。

2. トラスの解析

平面トラスの部材応力の解法としては、節点法、切断法、モーメント法などがあり、変位の解法としては、仮想仕事の原理による方法、弾性荷重による方法、Williot-Mohr の変位図による方法などがある。すなわち、従来の方法では、部材応力の解析と変位の解析とが互いに独立して取り扱われている。しかし、このトラス

の解析法は digital computer 向きでないので、computer analysis では次のようにする。

図-1 のトラスの一部材 ik において、適合条件は、 i, k 節点の変位を、 $(u_i, v_i), (u_k, v_k)$ として、

$$\Delta l = (v_k - v_i)(y_k - y_i)/l + (u_k - u_i)(x_k - x_i)/l$$

である。これと弾性条件とを組みあわせると、部材 ik の部材応力は、温度変化を無視すると、次のようになる。

$$S_{ik} = (EA/l) \{ (v_k - v_i)(y_k - y_i)/l + (u_k - u_i)(x_k - x_i)/l \} \quad (1)$$

上式は部材応力を両節点の変位で表わしたもので、曲げを受ける部材の撓角法式に対応するものである。 $(EA/l)(y_k - y_i)/l, (EA/l)(x_k - x_i)/l$ を stiffness influence coef. と呼ぶ。

この式 (1) と節点における力の釣合条件式とを組みあわせると、節点の変位を未知数とする連立方程式を得る。節点に作用する荷重が与えられている場合には、連立方程式を digital computer で解いて、節点の変位を求め、この結果を式 (1) に代入して、節点の変位、部材力を求めることができる。また、節点の変位、部材力の影響係数を求める場合には、stiffness influence coef. よりなる stiffness matrices の逆マトリックス、すなわち、flexibility influence coef. よりなる flexibility matrices を求めるとよい。この逆マトリックスを求めるのは、digital computer の独壇場であろう。

この問題は、故三瀬博士が早くから研究され、すぐれ

* 正員 工博 京都大学教授、工学部土木工学教室

た論文があるから、これから計算例を引用しよう。もつとも、三瀬博士は逆マトリックスを計算するのに筆算による消去法を用いたが、今日では digital computer による (K. Mise : Elastic Distortions of Framed Structures, 九大工学部紀要, 2.4 (1922), p.175 参照)。

(a) 内の一次不静定トラス

図-2 の内の一次不静定トラスの節点に、図のように番号をつける。斜材の断面積を $30\sqrt{2}\text{ cm}^2$, 弦材の断面積を 30 cm^2 とする。ヤング係数を $E=2 \times 10^6\text{ kg/cm}^2$ とすれば, EA/l の値は各部材とも 10^5 kg/cm となる。

未知数である節点の変位は $(u_2, v_2), (u_3, v_3), (u_4, v_4), (u_5, v_5), u_6$ の 9 つである。これに対して, 節点 2, 3, 4,

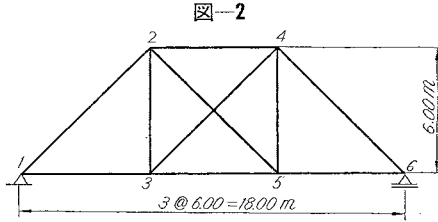


表-1 節点の変位を未知数とする方程式

u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	v_2	v_3	v_4	v_5	=右辺 (10^{-5})
-2.0	0	1.0	0.5	0	0	0	0	0.5	$-P_2$
0	-2.5	0.5	1.0	0	0	0.5	-0.5	0	$-P_3$
1.0	0.5	-2.0	0	0.5	0	-0.5	0	0	$-P_4$
0.5	1.0	0	-2.5	1.0	0.5	0	0	-0.5	$-P_5$
0	0	0.5	1.0	-1.5	0	0	0.5	0	$-P_6$
0	0	0	0.5	0	-2.0	1.0	0	0.5	$-Q_2$
0	0.5	-0.5	0	0	1.0	-1.5	0.5	0	$-Q_3$
0	-0.5	0	0	0.5	0	0.5	-2.0	1.0	$-Q_4$
0.5	0	0	-0.5	0	0.5	0	1.0	-1.5	$-Q_5$

表-2 表-1 の方程式の解すなわち節点の変位の影響係数の表

左辺 (10^5)	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
u_2	1.6667	0.6667	1.1667	1.1667	1.5000	1.0000	0.8333	1.0000	1.1667
u_3	0.6667	1.0000	0.6667	1.0000	1.0000	0.6667	0.6667	0.3333	0.3333
u_4	1.1667	0.6667	1.5416	1.0416	1.3750	0.5000	0.2083	0.5000	0.5416
u_5	1.1667	1.0000	1.0416	1.8750	1.8750	1.1667	1.0416	0.8333	0.7083
u_6	1.5000	1.0000	1.3750	1.8750	2.8750	1.5000	1.3750	1.5000	1.3750
v_2	1.0000	0.6667	0.5000	1.1667	1.5000	2.3333	2.1667	1.6667	1.8333
v_3	0.8333	0.6667	0.2083	1.0416	1.3750	2.1667	2.8750	1.8333	1.8750
v_4	1.0000	0.3333	0.5000	0.8333	1.5000	1.6667	1.8333	2.3333	2.1667
v_5	1.1667	0.3333	0.5416	0.7083	1.3750	1.8333	1.8750	2.1667	2.8750

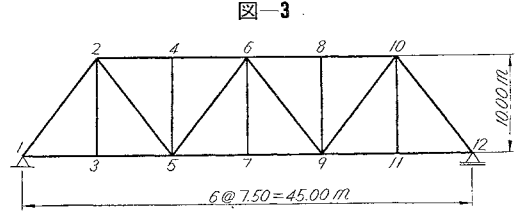
表-3 部材応力の影響係数の表

荷重 部材力	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5
S_{12}	0.471 405	0	0.471 405	0	0	-0.942 809	-0.942 809	-0.471 405	-0.471 405
S_{13}	0.666 667	1.000 000	0.666 667	1.000 000	1.000 000	0.666 667	0.666 667	0.333 333	0.333 333
S_{23}	-0.166 667	0	-0.291 667	-0.125 000	-0.125 000	-0.166 667	0.708 333	0.166 667	0.041 667
S_{24}	-0.500 000	0	0.375 000	-0.125 000	-0.125 000	-0.500 000	-0.625 000	-0.500 000	-0.625 000
S_{25}	-0.235 702	0	-0.058 926	0.176 777	0.176 777	-0.235 702	-0.058 926	0.235 702	0.412 479
S_{34}	0.235 702	0	0.412 479	0.176 777	0.176 777	0.235 702	0.412 479	-0.235 702	-0.058 926
S_{35}	0.500 000	0	0.375 000	0.875 000	0.875 000	0.500 000	0.375 000	0.500 000	0.375 000
S_{45}	0.166 667	0	0.041 667	-0.125 000	-0.125 000	0.166 667	0.041 667	-0.166 667	0.708 333
S_{46}	-0.471 405	0	-0.471 405	0	0	-0.471 405	-0.471 405	-0.942 809	-0.942 809
S_{56}	0.333 333	0	0.333 333	0	1.000 000	0.333 333	0.333 333	0.666 667	0.666 667

5, 6 において, 釣合条件式 $\sum X=0$ から, 5 つの方程式を得る。また, 節点 2, 3, 4, 5 において, 釣合条件式 $\sum Y=0$ から, 4 つの方程式を得る。 (P_i, Q_i) は, 節点 i に作用する外力の x, y 軸方向の分力を示し, 座標軸の正の方向に向うものを正とする。これをまとめ, 表-1 のようになる。これを解いて 表-2 を得る。表-1 の左辺の係数よりなるマトリックスの逆マトリックスを求めたわけである。現在では, この計算は, digital computer によれば, 簡単にできる。

この 表-2 の (u, v) の値と式 (1) を用いると, 表-3 のような部材応力の式が得られる。

以上のようにして, 節点の変位, 部材応力の影響係数



が同時に得られる。一般に, 鉛直方向の単位荷重によるものを影響線と称しているが, この場合には, 鉛直力と水平力の双方の影響を含む式が得られ, きわめて便利である。

(b) 静定ワレントラス

図-3 のようなワレントラスを解こう。未知数は, 節点 2~11 の 10 コ節点の (u, v) および節点 12 の u_{12} の計 21 コである。これに対し, 節点 2~11 に対して $\sum X=0, \sum Y=0$ が, 節点 12 に対して $\sum X=0$ がそれぞれ成立する。表-1 に相当する stiffness matrices をつくりその逆マトリックスすなわち flexibility matrices を求めると, 節点変位の影響係数が求められ, これと式 (1) とを組みあわせると, 部材応力の影響係数が得られる。この 21 元の逆マトリックスを求めるのに, 三瀬博士は筆算による

消去法を用いられたが、今日では digital computer によつて簡単に求めることができる。Relay 式の Facom-128 でも約 220 分しか要しない。

さらに改良された Facom-128 B では、この時間の約 6 割となつている。

3. ラーメン・連続バリ・フィレンデルール桁の解析

(a) ラーメンの解法

ラーメンの解法には、周知のとおり、応力法と変形法がある。前者の代表例は弾性方程式による解法であり、後者の代表例は撓角法による解法である。ともに多元連立一次方程式を取り扱わなければならない。この連立一次方程式をとく方法として、消去法、行列式法、繰返試索法などが考えられ、また、これを図上で解く方法として、固定法、撓角分配法、弛緩法などが提案されている。しかし、computer の最も威力を発揮するのは、連立方程式の解法であつて、荷重を与えて、すなわち、方程式の右辺を既知項として与えて、方程式を解くことはきわめて簡単であり、また、右辺を既知項として与えずにおいて、影響係数を求める場合には、左辺の係数よりなるマトリックスの逆マトリックスを求めるとよい。

i) 応力法 応力法の代表例である弾性方程式について述べる。弾性方程式の基本形は次のようである。

$$\delta_{i1}X_1 + \delta_{i2}X_2 + \dots + \delta_{ii}X_i + \dots + \delta_{in}X_n = K_i$$

$$K_i = \sum R_j r - \delta_{io} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

記号の説明は省略する。 δ_{ik} を性状係数、 K_i を荷重項という。

上式を $i=1, 2, \dots, n$ についてたてると、 n 元連立一次方程式が得られる。

ii) 変形法 変形法の代表例は撓角法である。たとえば、矩形ラーメンを撓角法で解く場合、未知数が撓角、撓度であり、この未知数にかかる係数は、節点定数、層定数、剛比、であり、右辺には与えられた荷重による固定モーメント、層モーメントがくる。このようにして、連立一次方程式が得られる。

以上二つの方法において、一般的な表現を用いることとして、 v を変位、 S を力、 f を flexibility influence coef., k を stiffness influence coef., $[f]$, $[k]$ をそれぞれ、flexibility matrices, stiffness matrices とすれば

$$[f][S] = [v] \quad (2)$$

$$[k][v] = [S] \quad (3)$$

の形にて表わされる。 $[]$ はマトリックス記号である。

いずれの場合においても、荷重が与えられると、式(2)における v 、式(3)における S がきまるので、これを computer で解いて、 S あるいは v が求められる。また、荷重をきめないで影響係数を求める場合には、式(2)では、 $[f]$ の逆マトリックス、式(3)では、 $[k]$ の

逆マトリックスを求める。この逆マトリックスを計算する操作は、一般には大変厄介であるが、digital computer によれば、きわめて簡単である。

式(2)の場合には $[f]^{-1}$ を求めると $[S] = [f]^{-1}[v]$ となり荷重の位置によつて v を与えると、 S の影響線が得られる。式(3)の場合には、 $[k]^{-1}$ を求めると、 $[v] = [k]^{-1}[S]$ となり、荷重の位置によつて S を与えると、 v の影響線が得られる。 v の影響線が求められると、力と変形の基本式(たとえば、撓角法の基本式)から、力 S の影響線が得られるのである。

横山建築構造設計事務所においては、東京都体育館の室内プールのスタンドのラーメン(建築界、昭 33. 2, p. 34 参照)の計算において、11 元の連立一次方程式の解法に Facom-128 を利用している。わずか 13 分で解けたそうである。

(b) 連続バリの解法

連続バリは一層多スパンラーメンの特別な場合と考えることができる。連続バリの場合は、応力法に属する三連モーメント法によるのが便利である。等断面・等スパンの連続バリの場合には、クラペイロンの定理により、

$$M_{k-1} + 4M_k + M_{k+1} = -K_k$$

となる。両端単純支持の場合の上式の左辺の係数よりなるマトリックスの逆マトリックスの求め方については、平井教授の著書にくわしく説明されており、また、両端固定の影響についても考察されている。等断面・等スパンの場合には、逆マトリックスの計算には、便利な方法がすでに確立されており、容易に計算できるようになっている(平井 敦: 鋼橋, III, p. 38 参照)が、一般には必ずしも等断面、等スパンというわけにはいかず、この場合には上記のような簡単な計算法がないので、逆マトリックスの計算には、digital computer を利用すればよい。

(c) フィレンデルール桁の解法

フィレンデルール桁においても、a) 荷重はすべて節点に集中して作用するものと仮定する、b) 柱材の長さの変化を無視する、c) $\bar{I}/I = \sec \bar{\alpha}/\sec \alpha$ と仮定する、d) 同一パネルにおける上弦材および下弦材の部材回転角を θ_u, θ_c とすれば、上下両弦材のタワミが等しいから、十分近似的に $\theta_c = \theta_u$ とすることができる、とするならば、図-4 に対して、最終的に次式が得られる(福田武雄, 構造力学, 昭 17, p. 431 参照)。

$$k'_{x-1}h_{x-1}X_{x-1} - \{k'_{x-1}h_{x-1} + 3k_x(h_{x-1} + h_x) + k'_x h_x\}X_x + k'_x h_x X_{x+1} = -3k_x(M_{x-1,0} + M_{x,0})$$

ここに、

$$k_x = I_c s_x / I_x s_c = I_c \bar{s}_x / I_x s_c, \quad k'_x = I_c h_x / I'_x s_c$$

X_x : $x-\bar{x}$ の左(すなわち、第 x 格間)における弦材の切断面に作用すべき水平力

$M_{x,0}$: フィレンデルール桁を単純バリにおきかえた場合

の $x-\bar{x}$ の位置における曲げモーメントである。

フィレンデル桁の解法は、要するに、各節点について上記の式をたて、この連立方程式を解くことにある。荷重が与えられてこれを解くこと、あるいは、 X_x の影響線を求めるには、digital computer を用いて、さきと同様にすればよい。

等断面・等スパンの連続バリ、一層連続ラーメン、弦材および柱材の断面がそれぞれ異なる平行弦フィレンデル桁の場合の方程式の解法については、差分方程式の理論が適用できるわけである(福田武雄, 構造力学, 昭17, p.397, 福田武雄, 岩波講座 現代応用数学, No. 6(1957.9) 参照)。しかしながら、現在では、digital computer を利用することによつて、方程式が極めて便利に解けるようになったので、実際的には差分方程式の理論を使わなくてもよいと思われる。

4. 矩形板の解法

digital computer は四則演算ができるのみで、微分方程式を解くことができない。厚さが他の寸法にくらべて薄い等方性板の曲げの問題——タワミは板の厚さにくらべて小さいと仮定する——は、偏微分方程式

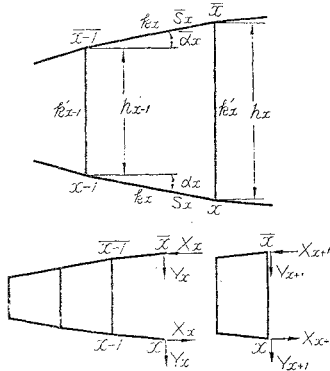
$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{p}{N}$$

を、与えられた境界条件のもとに解くことにある。この問題の解析的な解法は、S. Timoshenko, K. Girkmann らの名著に出ているが、解析的な解法を応用するのは若干の単純な荷重状態および簡単な境界条件の場合に限られており、また、このような方法をとるときには、computer は積分常数の決定に用いられるにすぎない。

等方性矩形板の解析に digital computer を応用するには、上記の基礎微分方程式を階差方程式に変えて、連立多元一次方程式を解けばよい。階差法についての詳細は、成岡：階差法とその構造力学への応用, 土木学会誌 第43巻第7号(昭33.7)を参照されたい。

与えられた荷重状態のもとで、タワミを求めるには、上のようにして得られた連立方程式を解けばよく、また、タワミの影響係数を求めるには、階差方程式の左辺の係数(stiffness influence coef. にあたる)よりなるマトリックスの逆マトリックスを求めるとよい。曲げモーメン

図-4



トの値または曲げモーメントの影響係数を求めるには、タワミの二次微係数を階差法で表わした式を用いればよい。

たとえば、三辺固定、一辺自由の矩形板が水圧荷重を受ける問題は、ケーソン壁の設計に関して、最近注目されているようである。この境界条件の等方性板の解法は、等分布荷重の場合に限り、解析的方法も提案されているが、非常に複雑であり、階差法によるのがよい。しかし、この場合固定辺を含むから、固定辺に平行な方向には、network はできるだけ細かいことが望ましい。従つて、方程式の数が非常にふえることになるが、digital computer によれば、極めて簡単に解ける。

直交異方性矩形板の場合は、偏微分方程式

$$B_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + B_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p$$

を階差方程式にかえて、上述のようにすればよい。これには著者の提案した式を、斜角の特別な場合として用いるとよい(5. 参照)。

5. 平行四辺形板の解法

等方性矩形板で荷重状態および境界条件が簡単な場合は解析的にも解けるが、平行四辺形になると、解析的にはほとんど不可能である。この場合には階差法によればよい。等方性平行四辺形板の問題は、RCおよびPCの斜スラブ橋、あるいは、斜プレートガーダー橋(桁と桁との間の床板を等方性平行四辺形板とみなす)に、また、直交異方性平行四辺形板の問題は、斜プレートガーダー橋(斜桁橋全体を直交異方性板とみなす)に適用できる。平行四辺形板に適用する階差法公式については、等方性板に対しては、上述の著者の階差法に関する解説において、triangular network, skew network の場合について、また、直交異方性板に対しては土木学会論文集 第55,59号(昭33.5,11)において skew network の場合について与えてある(等方性板にも適用できるのもちろんである)ので、参照されたい。

次に、図-5のような斜合成格子桁の模型橋に対して、両縁桁間を8等分し、またスパン方向をも8等分し、 $7 \times 9 = 63$ の点を設けた図-6の skew network についてたてた階差方程式を示す。計算の基礎となる数値は $B_y/B_x = 0.134026$, 幅/スパン = $120/312$, $H/\sqrt{B_x B_y} = 1$, $\varphi = 60^\circ$, 縁桁の曲げ剛性 $EI_R = 30 \cdot B_x$ である。

この場合の未知数は $7 \times 9 = 63$ の点のタワミであるが、

図-5

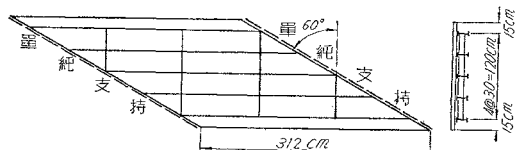
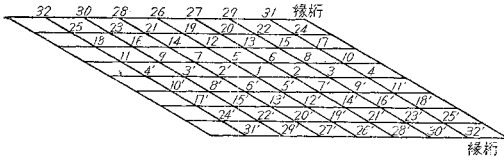


図-6



どんな digital computer でも、63 元の逆マトリックスを解くのは容易でない。従つて、対称荷重・逆対称荷重の二つの場合にかけて、32 元、31 元の連立方程式をたてる。表-4 は、この場合の 32 元の連立方程式の左辺の係数の表である。すなわち stiffness matrices の表である。この係数よりなるマトリックスの逆マトリックスを求めるのに R.R. 社の UNIVAC-120 を利用した。得られた結果を、表-5 に示す。これが flexibility influence coef. である。

さて、表-5 から対称荷重の場合のタワミの影響係数が得られる。ここでは、紙数のつごう上、逆対称荷重の場合に対する 31 元の連立方程式、および、その解を省略したが、これらの対称荷重および逆対称荷重の場合のタワミの影響係数を加減することにより、点 1~32 のタワミの影響係数がすべて求められる。これをもとにして、曲げモーメントの影響係数も求められる。

この計算は、斜合成格子桁橋の模型について載荷実験を行なつて得られた実測値に対応する理論値を求めるために行なつたものであるが、紙数のつごう上、ここでは、32 元のマトリックスおよびその逆マトリックスの元素の表のみを掲げるとどめ、実測値とこれに対応する理論値との比較は、別に稿を改めて論ずるつもりである。

一般に、板の問題において、タワミを $w(x,y)$ これに作用する荷重強度を $Z(x,y)$ とするとき、

$$w(x,y) = \iint_s C(x,y,\xi,\eta) Z(\xi,\eta) d\xi d\eta$$

で表わされる。 $C(x,y,\xi,\eta)$ は一般にグリーン関数といわれるものであつて、点 (ξ,η) に作用する単位荷重による点 (x,y) のタワミを表わす。これがすなわちタワミの影響係数すなわち flexibility influence coef. である。

6. むすび

以上、簡単ではあるが、トラス、ラーメン、連続バリ、フィレンデル桁、等方性および直交異方性の矩形板あるいは平行四辺形板の static stress analysis に digital computer をいかに応用するかについて、概説した。これらの解法において、第 1 回目の programming さへ慎重にやつておけば、後から仮りに断面を変更した場合でも、単に係数をかえるだけで、programming そのものを変えるわけでないで、第 2 回目以降は、計算は早くできる。これが、高次不静定構造物の設計に digital computer がつごうのよい点である。

なお、本文では、方程式の解法および逆マトリックスの解法のみを対象として述べた。なお digital computer は step by step calculation や固有値の計算などでも威力を発揮するが、これらについては、稿を改めて述べたいと思う。

なお、上述の 32 元、31 元の階差方程式の誘導には、神戸大学助教授 大村 裕氏をわずらわした。また、この逆マトリックスの UNIVAC-120 による計算は、KK 播磨造船所 相生工場研究部長 北野広雄氏の御援助を得た。この計算は、わが国に輸入されている UNIVAC-120 にとつては始めて経験する元数の多いものであり、多大の困難があつたが、見事にとれたものである。ここに記して謝意を表する次第である。

なお、最近の digital computer の応用およびマトリックス計算に関しては、R.W. Clough 教授のまとめられたものがあるので、参照されたい (R.W. Clough, Proc. ASCE, No. 84, ST. 3 (1958.5)). (33. 5. 14)

追記

1) ASCE の Structural Division Committee on Electronic Computation の目的は、次のとおりである (Civil Eng. 1958, 2, (米), p. 132)。

1. Programming and coding of structural problems, development of standard terminology, and exchange of information.
2. Review and development of mathematical methods best suited to highspeed computation.
3. Investigation and development of statistical applications, such as reduction of field performance, cost, and test data.
4. Presentation and publication of technical papers.
5. Establishment of a Program Directory and a central library on computer applications.

2) Federal Highway Administration は、Bureau of Public Roads に Electronic Computer Program Library を設けるそうである。また、各州の道路局、コンサルタントおよびこの方面に興味を有するものの便宜をはかつて、memoranda の series が発行されるそうである (Civil Eng. (米), 1958.2, p. 144)。1958 年 7 月に No.3 が発行されている。著者は個人的にこの series を送ってもらっている。

3) Civil Eng. (米), 1958. 5 は computer 特集号となつており、参考になる記事が多い。

4) 科学朝日の本年 6 月号には、わが国の電子計算機の現状が紹介されている。 (33. 7. 25)

5) ASCE の Committee on Electronic Computation は Conference on Electronic Computation を 1958, 11, 20, 21 の両日 Kansas City で開いている。この会議のプログラムは Civil Eng. (米), 1958, 10, p. 769 に出ている。また、この会議の Proc. は追つて刊行されることになつている。

6) 科学朝日の本年 12 月号には、わが国の電子計算機のその後の進歩が紹介されている。また、科学新聞第 763 号 (33. 12. 5.) にも、同様の記事がでている。

(33. 12. 8)

表-4 対称荷重の場合の stiffness influenc coef. の表—stiffness matrix の元素の表 (a)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1.175 399	-0.839 928	0.066 607	-	-0.990 644	-0.102 702	0.557 242	0.075 701	-0.075 701	-	-	0.104 286	0.089 285	-0.089 285	0.014 870	0.014 870
2	-0.839 928	2.417 404	-0.839 928	0.066 607	0.454 540	-0.914 943	-1.066 845	-0.102 702	0.557 242	0.075 701	-0.075 701	-	0.119 156	-0.119 156	0.089 285	-0.089 285
3	0.066 607	-0.839 928	2.350 797	-0.839 928	-	0.557 242	-0.102 702	-0.990 644	-0.990 644	-0.102 702	0.557 242	0.029 740	-0.089 285	0.089 285	0.104 286	0.104 286
4	-	0.066 607	-0.839 928	2.224 711	-	-0.075 701	0.075 701	0.557 242	-0.102 702	-0.990 644	-0.990 644	-	0.014 870	0.014 870	-0.089 285	0.089 285
5	-0.990 644	0.454 540	-	-	2.455 083	-0.750 643	-0.929 213	0.081 477	0.081 447	-	-	-0.990 644	-0.102 702	0.557 242	0.075 701	-0.075 701
6	-0.102 702	-0.914 943	0.557 242	-0.075 701	-0.750 643	2.365 667	0.170 893	-0.839 928	-0.839 928	0.066 607	0.014 870	0.557 242	-0.990 644	-0.075 701	-0.102 702	0.557 242
7	0.557 242	-1.066 845	-0.102 702	0.075 701	-0.929 213	0.170 893	2.365 667	0.089 285	-0.839 928	0.014 870	0.066 607	-0.102 702	0.075 701	-0.990 644	-	-
8	0.075 701	-0.102 702	-0.990 644	0.557 242	0.081 477	-0.839 928	0.089 285	2.350 797	0.104 286	-0.839 928	-0.839 928	0.075 701	0.557 242	-	-	-
9	-0.075 701	0.557 242	-0.990 644	-0.102 702	0.081 477	-0.066 607	0.014 870	-0.839 928	2.350 797	0.089 285	-0.839 928	0.075 701	0.557 242	-0.102 702	-0.990 644	-0.990 644
10	-	0.075 701	-0.102 702	-0.990 644	-	0.014 870	0.066 607	-0.089 285	-0.839 928	2.224 711	0.119 156	-	-0.075 701	-0.102 702	0.557 242	-
11	-	-0.075 701	0.557 242	-0.990 644	-	-	-	-0.089 285	-0.839 928	0.119 156	2.224 711	-	-	0.075 701	-	-0.102 702
12	0.104 286	-	0.029 740	-	-0.990 644	0.557 242	-0.102 702	0.075 701	0.075 701	-0.075 701	-	2.350 797	-0.839 928	-0.839 928	0.066 607	0.066 607
13	0.089 285	0.119 156	-0.089 285	0.014 870	-0.102 702	-0.990 644	0.075 701	0.557 242	-	-0.075 701	-	-	2.350 797	0.066 607	-0.839 928	-
14	-0.089 285	0.119 156	0.089 285	0.014 870	0.557 242	-0.075 701	-0.990 644	-	-0.102 702	0.557 242	0.075 701	-	-	2.350 797	-	-0.839 928
15	0.014 870	0.089 285	0.104 286	-0.089 285	0.075 701	-0.102 702	-	-0.990 644	-	0.557 242	-0.102 702	0.066 607	-0.839 928	-	2.350 797	-
16	0.014 870	-0.089 285	0.104 286	0.089 285	-0.075 701	-	0.557 242	-	-0.990 644	-	-0.102 702	0.066 607	-0.839 928	-	-	2.350 997
17	-	0.014 870	0.089 285	0.119 156	-	0.075 701	-	-0.102 702	0.557 242	-0.990 644	-	-	0.066 607	-0.839 928	-	-
18	-	0.014 870	0.089 285	0.119 156	-	-	-0.075 701	-	0.557 242	-	-0.990 644	-	-	0.066 607	-	-
19	-	-	-	-	0.104 286	-0.089 285	0.089 285	0.014 870	0.014 870	-	-	-0.990 644	0.557 242	-0.102 702	-0.075 701	0.075 701
20	-	-	-	-	0.089 285	0.104 286	0.014 870	-0.089 285	-0.089 285	0.014 870	-	-	-0.990 644	0.075 701	0.557 242	-
21	-	-	-	-	-0.089 285	0.014 870	0.104 286	-	0.089 285	-	0.014 870	-	-	-0.990 644	-	-0.102 702
22	-	-	-	-	0.014 870	0.089 285	-	0.104 286	-	-0.089 285	-	-	-	-	-0.990 644	-
23	-	-	-	-	0.014 870	-	-0.089 285	-	0.104 286	-	0.089 285	-	-	-	-	-0.990 644
24	-	-	-	-	-	0.014 870	-	0.089 285	-	0.119 156	-	-	-	-	-0.102 702	-
25	-	-	-	-	-	-	0.014 870	-	-0.089 285	-	0.119 156	-	-	-	-	0.557 242
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.119 156	-	-	-	-	0.014 870
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.104 286	-	-	-	0.089 285
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.014 870	-	-	0.089 285
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.104 286	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.104 286	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.089 285
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.089 285

表-4 同 上 (b)

	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1																
2	0.014 870	0.014 870														
3	0.089 285	-0.089 285														
4	0.119 156	0.119 156														
5			0.104 286													
6	0.075 701	-0.089 285	0.014 870	0.089 285	0.014 870	0.089 285	0.014 870	0.014 870								
7		-0.075 701	0.104 286	0.104 286	0.104 870	0.089 285	-0.089 285		0.014 870							
8	-0.102 702	0.557 242	0.014 870	-0.089 285	0.089 285	0.104 286	0.104 286		-0.089 285							
9	-0.990 644		0.014 870													
10		-0.990 644		0.014 870	0.089 285	-0.089 285	0.089 285	0.119 156								
11		-0.990 644			0.014 870	0.089 285	0.089 285	0.119 156	0.119 156							
12			-0.990 644	-0.102 702	0.557 242	0.075 701	-0.075 701			0.104 286	0.089 285	0.014 870	0.014 870	0.014 870		
13	0.066 607		0.557 242	-0.990 644	-0.075 701	-0.102 702	0.075 701	0.075 701	-0.075 701	-0.089 285	0.104 286	0.014 870	0.089 285	0.014 870		
14		0.066 607	-0.102 702	0.075 701	-0.990 644	-0.990 644	0.557 242	-0.102 702	-0.075 701	0.089 285	0.014 870	0.104 286	0.104 286	-0.089 285		0.014 870
15	-0.839 928		-0.075 701	0.557 242	-0.102 702	-0.990 644	-0.990 644	-0.102 702	0.557 242	0.014 870	-0.089 275	0.089 285	0.104 286	0.104 286	0.089 285	
16		-0.839 928	0.075 701	-0.075 701	-0.102 702	0.557 242	-0.990 644	-0.990 644	0.557 242	0.014 870	0.014 870	0.089 285	-0.089 285	0.104 286	0.119 156	-0.089 285
17	2.224 711			-0.075 701	0.075 701	0.557 242	-0.102 702	-0.990 644	-0.990 644		0.014 870	0.014 870	-0.089 285	0.089 285		
18		2.224 711		-0.839 928	0.075 701	0.557 242	-0.102 702	-0.990 644	-0.990 644			0.014 870	0.014 870	0.089 285		0.119 156
19			2.187 032	-0.839 928	-0.839 928	0.081 477	0.081 477		-0.990 644	-0.603 634	-0.033 272	0.368 854	0.055 889	-0.055 889		
20	-0.075 701		-0.839 928	2.187 032	0.081 477	-0.839 928	0.081 477	0.081 477		-0.603 634	-0.603 634	-0.055 889	0.055 889	-0.055 889	0.055 889	
21		0.075 701	-0.839 928	0.081 477	2.187 032	-0.839 928	-0.839 928	0.081 477	0.081 477	0.368 854	0.055 889	-0.603 634	-0.603 634	0.368 854	-0.033 272	-0.055 889
22	0.557 242		0.081 477	-0.839 928	2.187 032	2.187 032	-0.839 928	-0.839 928	0.081 477	-0.055 889	0.368 854	-0.603 634	-0.603 634	-0.603 634	-0.033 272	0.368 854
23		-0.102 702	0.081 477		-0.839 928	2.187 032	2.187 032	2.187 032	-0.839 928	0.055 889	0.055 889	-0.033 272	-0.603 634	-0.603 634	-0.583 822	0.368 854
24	-0.990 644			0.081 477	-0.839 928	-0.839 928	-0.839 928	2.075 815	-0.839 928	0.055 889		0.055 889	0.368 854	-0.603 634	-0.583 822	0.368 854
25		-0.990 644			0.081 477	-0.839 928	-0.839 928	2.075 815	2.075 815		-0.055 889	0.055 889	0.368 854	-0.603 634	-0.583 822	0.368 854
26			-0.603 634	0.368 854	-0.033 272	-0.055 889	0.055 889		2.075 815	0.852 839	-0.423 278	-0.423 278	0.063 871	-0.033 272	-0.623 446	-0.623 446
27	0.014 870		-0.033 272	-0.603 634	0.055 889	0.368 854	0.055 889	-0.055 889		0.852 839	0.852 839	0.063 871	0.063 871	0.063 871		
28		0.014 870	0.368 854	-0.033 272	-0.603 634	0.368 854	0.368 854	-0.055 889	-0.055 889	-0.423 278	0.852 839	0.063 871	-0.423 278	0.063 871	0.063 871	0.063 871
29	-0.089 285		0.055 889	-0.033 272	-0.603 634	-0.603 634	-0.603 634	0.368 854	0.055 889	-0.423 278	-0.423 278	0.852 839	0.852 839	-0.423 278	-0.423 278	-0.423 278
30		0.089 285	-0.055 889	-0.033 272	0.368 854	-0.603 634	-0.603 634	0.368 854	-0.033 272	0.063 871	-0.423 278	-0.423 278	0.852 839	0.852 839	-0.423 278	-0.423 278
31	0.119 156			0.055 889	-0.055 889	-0.033 272	-0.033 272	-0.583 822	-0.033 272	0.063 871	0.063 871	-0.423 278	-0.423 278	-0.423 278	0.795 302	-0.423 278
32					-0.055 889	-0.033 272	0.368 854		-0.623 446			0.063 871	-0.423 278	-0.423 278		0.723 146

表-5 対称荷重の場合の flexibility influence coef. の表-flexibility matrix の元素の表(表-4 の解)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	34.677 241	30.008 235	20.779 761	10.005 231	32.381 704	30.612 794	26.828 004	22.508 141	18.016 324	11.321 893	8.550 930	28.812 441	28.850 883	23.369 493	22.605 418	15.610 732
2	30.088 285	27.607 620	19.614 568	9.595 292	28.744 502	27.474 226	25.000 182	20.762 604	17.161 748	10.669 815	8.227 067	26.201 160	25.932 195	22.010 442	20.524 237	14.929 442
3	20.779 761	19.614 568	15.793 237	8.224 852	20.340 911	19.189 788	18.844 423	15.508 909	14.277 337	8.568 128	7.121 768	19.399 055	18.468 112	17.398 531	14.811 783	12.607 267
4	10.005 231	9.595 292	8.224 852	5.390 617	10.033 673	9.266 561	8.790 724	7.606 101	6.377 881	4.818 645	4.752 880	10.106 662	9.689 678	7.213 179	7.659 801	7.659 801
5	32.381 704	28.744 502	20.340 911	10.033 673	31.812 808	29.445 724	26.910 263	21.500 467	18.441 821	11.001 184	8.450 196	29.335 057	28.662 956	24.230 430	22.070 151	16.459 709
6	30.612 794	27.474 226	19.189 788	9.266 561	29.445 724	28.665 413	24.782 281	21.146 473	17.146 473	10.602 158	7.972 873	26.605 504	27.092 363	21.752 301	21.460 313	14.585 153
7	26.828 004	25.000 182	18.844 423	9.790 724	26.910 263	24.782 281	25.113 412	18.882 034	18.210 505	10.047 268	9.162 740	26.417 840	24.634 723	23.679 503	18.876 483	16.781 618
8	22.508 141	20.762 604	17.161 748	14.277 337	18.441 821	16.746 316	18.210 505	13.309 739	15.306 516	7.621 122	8.290 512	19.236 198	17.137 216	18.703 361	13.052 999	11.416 327
9	18.016 324	17.161 748	14.277 337	8.177 881	18.441 821	16.746 316	18.210 505	8.906 665	7.621 122	5.659 083	3.937 643	10.289 101	10.002 560	9.131 113	8.328 570	6.636 943
10	11.321 893	10.669 815	8.550 930	7.121 768	11.001 184	10.602 158	10.047 268	8.906 665	7.621 122	5.659 083	3.937 643	10.289 101	10.002 560	9.131 113	8.328 570	6.636 943
11	8.550 930	8.227 067	7.121 768	4.752 880	8.940 196	7.972 873	9.162 740	6.366 151	8.290 512	3.937 643	3.837 643	9.886 224	9.886 224	27.861 783	20.656 985	18.802 416
12	28.812 441	26.201 160	19.399 055	10.106 662	29.335 057	26.605 504	26.417 840	19.714 364	19.236 198	10.289 101	9.886 224	30.399 521	27.861 783	26.433 573	20.656 985	18.802 416
13	28.850 883	25.932 195	18.464 122	9.188 116	28.662 956	27.092 363	24.634 723	19.834 549	17.137 216	10.002 560	8.456 361	27.861 783	27.927 290	23.131 575	21.222 646	15.885 923
14	23.369 493	22.010 442	17.398 531	9.689 678	24.230 430	21.752 301	23.679 503	18.703 361	17.137 216	10.204 462	10.204 462	26.433 573	23.131 575	25.890 963	17.026 429	19.577 193
15	22.605 418	20.524 237	14.811 783	7.213 179	22.070 151	21.460 313	18.876 483	16.560 465	13.052 999	8.328 570	6.281 012	20.656 985	21.222 646	17.026 429	17.781 269	11.568 791
16	15.610 732	14.929 442	12.607 267	7.659 801	16.459 709	14.585 153	16.781 618	11.416 327	14.769 911	6.636 943	8.871 090	18.802 416	15.885 923	19.577 193	11.568 791	17.074 233
17	11.995 016	11.068 730	8.354 349	4.272 479	11.619 915	11.389 795	10.128 677	9.279 538	7.211 917	5.202 291	3.523 818	10.704 252	10.928 297	8.995 054	9.449 079	6.216 591
18	7.475 766	7.192 685	6.216 470	4.117 826	8.009 011	7.002 479	8.363 487	5.479 833	7.695 976	3.316 913	5.323 109	9.547 639	7.847 576	10.325 238	5.601 158	9.619 498
19	25.739 742	23.354 121	18.471 525	10.229 027	26.974 707	23.998 554	25.684 428	17.903 220	20.059 482	9.630 279	11.075 678	30.406 672	26.513 563	28.649 625	19.057 382	21.864 257
20	26.587 144	24.205 279	17.907 075	9.405 907	27.311 788	25.000 978	24.644 457	18.332 841	18.169 884	9.471 709	9.543 279	29.156 647	27.345 354	25.649 230	20.006 824	18.597 290
21	20.784 707	19.717 917	16.100 233	9.483 851	22.097 174	19.454 199	22.287 368	14.845 774	18.728 318	8.350 706	11.022 307	25.884 464	21.751 940	26.619 473	15.515 190	21.943 595
22	21.825 514	19.793 610	14.381 226	7.254 723	21.963 748	20.746 046	19.216 615	15.507 203	13.690 254	7.814 998	6.909 120	22.248 169	22.041 046	18.844 542	17.282 522	13.227 830
23	14.013 500	13.429 207	11.424 592	7.167 866	15.081 690	13.144 490	15.659 514	10.163 620	14.090 553	5.942 288	8.976 089	18.238 410	14.950 343	19.595 482	10.559 756	17.791 125
24	12.111 917	11.046 068	8.104 260	4.068 098	11.979 619	11.572 151	10.378 868	8.995 476	7.321 853	4.701 171	3.611 087	11.615 751	11.823 992	9.685 992	9.856 957	6.701 066
25	6.859 208	6.597 104	5.687 116	3.733 209	7.456 288	6.444 040	7.854 229	4.978 474	4.978 474	2.970 422	2.953 100	9.253 100	10.760 606	10.165 515	5.203 947	9.593 662
26	23.916 913	22.462 139	18.026 430	10.517 797	25.669 799	22.446 133	25.468 870	16.807 943	21.065 934	9.277 462	12.390 119	30.814 671	25.860 316	30.857 325	18.114 498	25.148 703
27	25.111 544	23.912 518	17.904 028	9.966 617	26.597 351	23.690 941	25.251 402	17.447 647	19.823 312	9.282 275	11.118 933	30.845 653	29.007 053	29.007 053	19.279 615	23.393 764
28	19.382 523	18.475 178	15.391 502	9.421 925	20.970 464	18.207 991	21.608 064	13.853 729	18.876 599	7.913 647	11.727 080	25.761 416	21.076 350	27.363 188	14.686 316	23.842 665
29	21.360 250	19.552 990	14.657 034	7.829 034	20.336 774	20.397 774	20.397 774	14.978 709	15.374 879	7.718 905	8.291 536	24.814 214	23.115 198	22.248 318	17.040 945	16.516 733
30	13.258 384	12.719 742	10.861 006	6.925 938	14.442 001	12.464 256	15.150 048	9.563 838	13.788 353	5.601 411	9.054 120	16.029 191	14.594 023	19.692 013	10.085 472	18.242 938
31	12.413 140	11.330 817	8.395 651	4.369 835	12.761 203	11.904 862	11.421 941	8.914 176	8.394 989	4.573 227	4.398 029	13.694 486	13.253 147	11.923 454	10.265 438	8.630 609
32	6.636 661	6.380 784	5.492 343	3.585 112	7.258 278	6.241 687	7.672 646	4.794 490	7.083 856	2.840 143	4.839 427	9.157 400	7.325 709	10.120 541	5.059 464	9.594 935

表-5 同上 (b)

	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	11,995 016	7,475 766	25,739 742	26,587 144	20,784 707	21,823 514	14,013 500	12,111 917	6,859 208	23,916 913	25,111 544	19,382 523	21,360 250	13,258 384	12,413 140	6,635 661
2	11,066 780	7,492 685	23,854 121	24,205 279	19,719 917	19,793 610	13,425 207	11,046 668	6,597 104	22,462 139	23,212 518	18,473 178	19,552 990	12,719 742	11,330 817	6,380 784
3	8,354 349	6,218 470	18,471 525	17,907 075	16,100 233	14,381 226	11,424 592	8,104 260	5,687 116	18,026 430	17,904 028	15,391 502	14,657 034	10,861 006	8,395 651	5,492 343
4	4,272 479	4,117 826	10,229 027	9,405 907	9,483 851	7,254 723	7,167 866	4,063 098	3,733 209	10,517 797	9,966 617	9,421 925	7,829 005	6,925 938	4,369 835	3,585 112
5	11,619 915	8,009 011	26,974 707	27,311 788	22,097 174	21,963 748	15,081 690	11,979 619	7,456 288	25,659 799	26,597 351	20,976 484	22,280 463	14,442 001	12,761 203	7,258 278
6	11,389 795	7,002 479	23,998 554	25,000 978	19,454 199	20,748 046	13,144 490	11,572 151	6,444 040	22,446 133	23,690 940	18,207 991	20,336 774	12,464 256	11,904 882	6,241 687
7	10,128 677	8,363 487	25,684 428	24,644 457	22,237 368	19,216 615	15,653 514	10,378 868	7,854 229	25,465 870	25,251 402	21,608 064	20,397 681	15,150 048	11,421 941	7,672 646
8	9,279 538	5,479 833	17,903 220	18,332 841	14,845 774	15,807 203	10,163 620	8,995 216	4,978 474	16,807 943	17,447 647	13,853 729	14,978 709	9,568 838	8,914 176	4,794 490
9	7,211 917	7,695 976	20,059 482	18,169 884	18,728 318	13,690 254	14,090 553	7,321 853	7,248 577	21,065 934	19,823 312	18,876 599	15,374 979	13,788 553	8,394 989	7,083 856
10	5,202 291	3,316 913	9,630 279	9,471 709	8,350 706	7,814 998	5,942 288	4,701 171	2,970 423	9,277 462	9,282 275	7,913 647	7,718 905	5,601 411	4,573 227	2,840 143
11	3,523 818	5,323 109	11,075 678	9,543 279	11,022 907	6,909 120	8,975 089	3,611 087	4,980 392	12,390 119	11,118 993	11,727 080	8,291 536	9,054 120	4,395 029	4,839 427
12	10,704 252	9,547 639	30,406 672	29,156 647	25,884 464	22,248 169	18,238 410	11,615 751	9,253 100	30,814 671	27,238 292	21,076 350	24,814 214	18,029 191	13,694 486	9,157 400
13	10,928 297	7,847 576	26,513 563	27,345 354	21,751 940	22,041 046	14,950 343	11,823 992	7,460 606	25,860 316	27,238 292	21,076 350	23,115 198	14,534 023	13,253 147	7,325 709
14	8,995 054	10,325 238	28,649 625	25,649 230	26,619 473	18,844 542	19,595 482	9,695 992	10,165 715	30,857 325	29,007 053	27,363 188	22,248 318	19,692 013	11,923 454	10,120 541
15	9,449 079	5,601 158	19,057 382	20,006 824	15,515 190	17,282 522	10,559 756	9,856 957	5,203 347	18,114 438	19,279 615	14,696 316	17,040 945	10,065 472	10,265 438	5,059 464
16	6,216 591	6,024 364	21,864 257	18,597 290	21,943 595	13,227 830	17,791 125	6,701 066	9,593 662	25,148 703	22,393 764	23,842 665	16,516 753	18,242 938	8,630 609	9,584 935
17	6,024 364	3,012 391	9,746 409	9,746 409	8,065 213	8,785 389	5,541 704	5,574 454	2,724 834	9,162 422	9,591 922	7,540 204	8,404 549	5,214 259	5,285 220	2,618 125
18	3,012 391	6,599 200	11,794 297	9,669 043	12,464 508	6,675 318	10,970 409	3,305 847	6,656 584	14,405 678	12,314 789	14,428 356	8,807 398	11,835 318	4,497 819	6,647 674
19	10,996 103	9,669 043	31,252 242	31,252 242	31,552 277	22,473 718	23,231 191	11,169 289	12,210 756	39,035 125	37,104 114	33,643 404	28,275 682	24,058 502	14,916 881	12,393 893
20	8,065 213	12,464 508	31,252 242	26,594 865	31,629 664	18,582 791	24,664 967	9,139 544	13,379 784	37,639 511	33,384 145	35,306 024	24,366 439	26,242 855	12,548 402	13,749 226
21	8,785 389	6,675 318	22,473 718	23,278 889	18,582 791	19,628 806	12,927 964	10,392 583	6,533 961	22,776 926	24,321 629	18,536 072	21,608 448	12,824 725	12,692 901	6,490 443
22	5,541 704	10,970 409	23,231 191	18,917 224	24,664 967	12,927 964	21,696 113	6,282 591	12,467 280	29,279 938	24,818 039	29,497 025	17,597 576	24,020 420	8,900 692	13,028 723
23	5,574 454	3,305 347	11,169 289	11,769 092	9,139 644	10,392 583	6,282 591	6,598 949	3,128 877	10,905 804	11,718 039	8,841 717	10,647 545	6,087 765	7,014 415	3,085 062
24	9,162 422	14,405 678	39,035 125	33,020 651	37,639 511	22,776 926	29,279 938	10,905 804	16,056 536	49,382 101	43,815 129	44,158 909	31,663 707	14,895 147	14,586 621	9,059 064
25	9,591 922	12,314 789	37,104 114	34,099 012	33,384 145	24,321 629	24,818 039	11,718 039	13,226 684	43,815 129	43,841 349	16,927 391	9,195 977	14,895 147	4,586 621	16,964 564
26	7,540 244	14,428 356	38,643 404	27,370 255	35,306 024	18,536 072	19,497 025	8,841 717	16,927 391	44,158 909	43,841 349	37,157 903	33,400 440	26,505 144	17,368 056	13,695 069
27	8,404 549	8,507 398	28,275 682	27,789 972	24,366 439	24,366 439	24,366 439	24,366 439	9,195 977	31,663 707	33,400 440	26,127 500	29,191 760	18,342 248	16,016 943	9,394 545
28	5,214 259	11,835 318	24,065 502	19,166 658	26,242 855	12,824 725	24,020 420	6,087 765	14,895 147	32,375 709	33,400 440	16,016 943	18,342 248	30,534 482	9,106 877	17,346 220
29	5,285 220	4,497 819	14,916 881	15,225 670	12,548 402	12,692 901	8,900 692	7,014 415	4,586 621	16,081 664	17,368 056	13,090 476	16,016 943	9,106 877	10,805 273	4,637 686
30	2,618 125	6,647 674	12,393 893	6,490 443	13,749 226	6,490 443	13,028 723	3,065 062	9,059 084	16,964 564	13,695 089	18,504 283	9,394 435	17,346 220	4,637 686	12,008 825