

腰壁・たれ壁を有する架構の評価法について

横 店 秀 利*

On the Estimations of Frames with Spandrel-walls

HIDETOSHI YOKOMISE*

Synopsis: A frame with spandrel walls is usually assumed to be a simple structural member. In this paper, the stress, displacements and rigidity of various types of frames according to their opening ratios in which part of spandrel walls are replaced by plane elements members, and beams, columns and steels are replaced by simple structural members, have been examined by the matrix computer method. The results have been compared to general methods in which bending moment, shearing force, rigid zone ($0.25d$) and their reductions are considered, in Standard of Reinforced Concrete of the A.I. J.

要旨: 従来線材として扱われていた腰壁・たれ壁付架構を、マトリックス法により腰壁・たれ壁部分は平面部材とし柱・梁材及び鉄筋は線部材として取り扱い、開口周比を変化させた腰壁・たれ壁付架構の応力、変形、剛性について解析する。また、現在行なわれている略算法²⁾及び剛域長さ $0.25d$ を仮定した曲げ・せん断・剛域考慮による精算法²⁾の計算値と比較検討した考察を述べる。

序

新耐震設計法の施行に伴い建築物に対する設計は一段と細分化され総合的耐震性への配慮が求められるようになった。鉄筋コンクリート構造物においては従来無視されがちな腰壁・たれ壁等の雑壁によっても架構の構造特性は極めて大きな影響を受けるものと考えられている。

かつて十勝沖地震、宮城県沖地震の際崩壊した建築物では水平力に抵抗する強靱な耐震壁は少なく、腰壁・たれ壁の影響を軽視した柱の短柱化による被害が多くみられた。現在の新耐震設計法では、腰壁・たれ壁付架構の剛性評価を任意の等価柱材・梁材に縮小した架構として取り扱う略算法と、曲げ・せん断・剛域を考慮し線材に置換した架構として解析する精算法が行なわれている。腰壁・たれ壁等の平面部材が柱・梁材により拘束されている場合、その剛域長さは架構の特性により $0.25d \sim 0.5d$ (d : 柱成, 梁成) 位に変化することが既往の研究⁵⁾より報告されているが、不確定な要素が多く、応力、変形に関しても不明瞭で、これらの壁材を含む架構の特性を設計上に反映させる資料は未だ十分とは言えない。

* 工学部建築学科技手
Technical Asistant, Architectural Division

ここでは壁材、柱・梁材、鉄筋材等を要素剛性マトリックスにおき、それを基に作成されたマトリックス法を用いて開口周比を変化させた腰壁・たれ壁付架構と、無開口壁架構、無壁架構の応力、変形、剛性について解析し、先の等価に縮小された略算法²⁾による計算値、及び曲げ・せん断・剛域を考慮した精算法²⁾による計算値、と比較し検討を加える。

解析概要

a) 解析に使用するモデル及び载荷荷重

解析には階高 3.6 m, スパン 6 m の腰壁・たれ壁付架構（図 1, 表 1）を使用し壁厚 15 cm, 使用される壁筋はタテ・ヨコ D10@150 のシングル配筋とする。

外力は水平力 10^4 を载荷する。

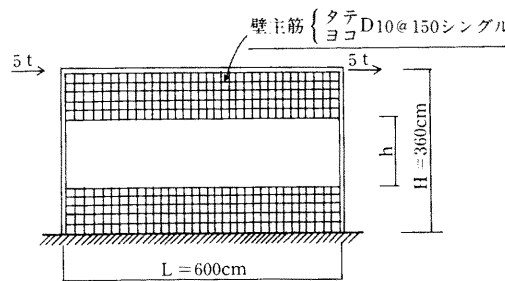


図1 架構のモデル

表 1

特性 モデル	スパン cm	階高 cm	開口周比	柱断面 B×D cm	梁成 B×H cm	壁厚 t cm	壁主筋(mm) タテ・ヨコ D10 @150シングル cm	h cm
モデル 1	600	360	壁なし	65×65	35×70	—	—	360
モデル 2	"	"	0.82	"	"	15	0.71	240
モデル 3	"	"	0.58	"	"	"	"	120
モデル 4	"	"	0.41	"	"	"	"	60
モデル 5	"	"	0.29	"	"	"	"	30
モデル 6	"	"	無開口	"	"	"	"	0

b) 解析の仮定

- (1) 解析は部材を弾性とし、ヤング係数は鉄筋： $2100^4/\text{cm}^2$ 、コンクリート： $210^4/\text{cm}^2$ 、ポアソン比はそれぞれ0.3及び0.167とする。
- (2) 荷重は静荷重一方向とする。
- (3) 基礎の支持条件は剛とする。

(4) 鉄筋の付着は完全とする。

解 析 法

解析に当っては建築物をモデル化し各々の部材剛性マトリックスを作成する。すなわち架構の柱及び梁材を両端剛な部材とし、鉄筋は両端ピンとした部材に、さらにコンクリート壁材は有限に分割した平面部材にモデル化し、その各々の要素剛性マトリックスから全体剛性マトリックスを作成し、与えられた境界条件の下に消去しその変位成分より各部材の応力を算出する。

腰壁，たれ壁付架構の全体マトリックスは以下の如く表わされる。

$$[\bar{P}] = [AK] \cdot [\bar{u}]$$

ここで $[\bar{P}]$: 架構の外力ベクトル

$[AK]$: 架構の全体剛性マトリックス

$[\bar{u}]$: 架構の変位ベクトル

なお

$$[AK] = [SK_F] + [SK_S] + [SK_W]$$

ここで $[SK_F]$: 柱，梁部材の剛性マトリックス

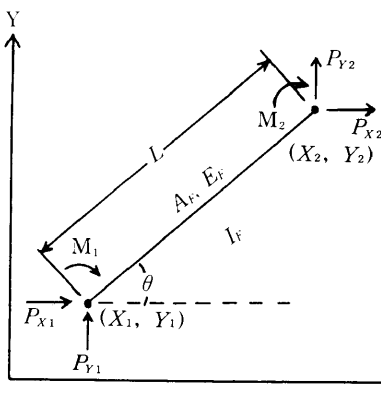
$[SK_S]$: 鉄筋部材の剛性マトリックス

$[SK_W]$: 壁部材の剛性マトリックス

さらに各部材の剛性マトリックスを求める。

a) 柱，梁部材の剛性マトリックスの作成

次の仮定で柱，梁部材の剛性マトリックスを作成する。



$$L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)}$$

$$\sin \theta = \frac{Y_2 - Y_1}{L}$$

$$\cos \theta = \frac{X_2 - X_1}{L}$$

A_F : 柱，梁部材の断面積

E_F : " ヤング係数

I_F : " 断面二次モーメント

$$\begin{bmatrix} P_{x_1} \\ P_{y_1} \\ M_1 \\ P_{x_2} \\ P_{y_2} \\ M_2 \end{bmatrix} = [SK_F] \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ \theta_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ \theta_2 \end{bmatrix}$$

u_1 : (X_1, Y_1) 座標における X 方向の変位
 v_1 : (X_1, Y_1) 座標における Y 方向の変位
 θ_1 : (X_1, Y_1) 座標における回転角
 u_2 : (X_2, Y_2) 座標における X 方向の変位
 v_2 : (X_2, Y_2) 座標における Y 方向の変位
 θ_2 : (X_2, Y_2) 座標における回転角

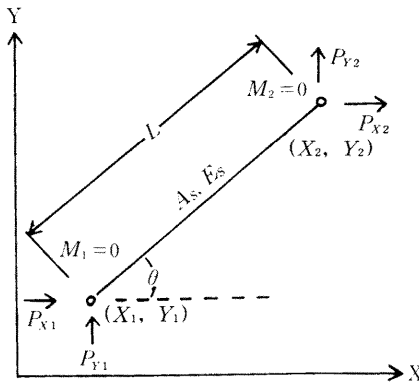
ただし

$$[SK_F] = \begin{bmatrix} \frac{E_f A_f}{L} \cos^2 \theta + \frac{12 E_f I_f}{L^3} \sin^2 \theta & \left(\frac{E_f A_f}{L} - \frac{12 E_f I_f}{L^3} \right) \times \sin \theta \cos \theta & -\frac{6 E_f I_f}{L^2} \sin \theta & -\frac{E_f A_f}{L} \cos^2 \theta - \frac{12 E_f I_f}{L^3} \sin^2 \theta & \left(-\frac{E_f A_f}{L} + \frac{12 E_f I_f}{L^3} \right) \times \sin \theta \cos \theta & -\frac{6 E_f I_f}{L^2} \sin \theta \\ \frac{E_f A_f}{L} \sin^2 \theta + \frac{12 E_f I_f}{L^3} \times \cos^2 \theta & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \cos \theta & \left(-\frac{E_f A_f}{L} + \frac{12 E_f I_f}{L^3} \right) \times \sin \theta \cos \theta & -\frac{E_f A_f}{L} \sin^2 \theta - \frac{12 E_f I_f}{L^3} \cos^2 \theta & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \cos \theta & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \cos \theta \\ \frac{4 E_f I_f}{L} & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \sin \theta & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \cos \theta & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \sin \theta & \frac{2 E_f I_f}{L} & \frac{2 E_f I_f}{L} \\ \frac{E_f A_f}{L} \cos^2 \theta + \frac{12 E_f I_f}{L^3} \sin^2 \theta & \left(\frac{E_f A_f}{L} - \frac{12 E_f I_f}{L^3} \right) \times \sin \theta \cos \theta & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \sin \theta & \left(\frac{E_f A_f}{L} - \frac{12 E_f I_f}{L^3} \right) \times \sin \theta \cos \theta & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \sin \theta & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \sin \theta \\ \frac{E_f A_f}{L} \sin^2 \theta + \frac{12 E_f I_f}{L^3} \cos^2 \theta & -\frac{6 E_f I_f}{L^2} \cos \theta & \frac{6 E_f I_f}{L^2} \cos \theta & -\frac{6 E_f I_f}{L^2} \cos \theta & -\frac{6 E_f I_f}{L^2} \cos \theta & -\frac{6 E_f I_f}{L^2} \cos \theta \\ \frac{4 E_f I_f}{L} & \frac{2 E_f I_f}{L} & \frac{2 E_f I_f}{L} & \frac{2 E_f I_f}{L} & \frac{2 E_f I_f}{L} & \frac{2 E_f I_f}{L} \end{bmatrix}$$

対 象

b) 鉄筋部材の剛性マトリックスの作成

次の仮定で鉄筋部材の剛性マトリックスを作成する。



$$L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)}$$

$$\sin \theta = \frac{Y_2 - Y_1}{L}$$

$$\cos \theta = \frac{X_2 - X_1}{L}$$

A_s : 鉄筋部材の断面積

E_s : " ヤング係数

ノート：腰壁・たれ壁を有する架構の評価法について

$$\begin{bmatrix} P_{x_1} \\ P_{y_1} \\ 0 \\ P_{x_2} \\ P_{y_2} \\ 0 \end{bmatrix} = [SK_s] \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ 0 \\ u_2 \\ v_2 \\ 0 \end{bmatrix}$$

P_{x_1} : (X_1, Y_1) 座標における X 方向の節点力

P_{y_1} : (X_1, Y_1) 座標における Y 方向の節点力

P_{x_2} : (X_2, Y_2) 座標における X 方向の節点力

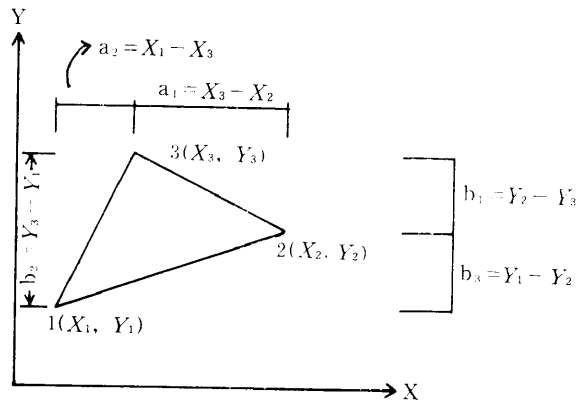
P_{y_2} : (X_2, Y_2) 座標における Y 方向の節点力

ただし

$$[SK_s] = \begin{bmatrix} \frac{E_s A_s}{L} \cos^2 \theta & \frac{E_s A_s}{L} \sin \theta \cos \theta & 0 & -\frac{E_s A_s}{L} \cos^2 \theta & -\frac{E_s A_s}{L} \sin \theta \cos \theta & 0 \\ & \frac{E_s A_s}{L} \sin^2 \theta & 0 & -\frac{E_s A_s}{L} \sin \theta \cos \theta & -\frac{E_s A_s}{L} \sin^2 \theta & 0 \\ & & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & \text{対 象} & & \frac{E_s A_s}{L} \cos^2 \theta & \frac{E_s A_s}{L} \sin \theta \cos \theta & 0 \\ & & & & \frac{E_s A_s}{L} \sin^2 \theta & 0 \\ & & & & & 0 \end{bmatrix}$$

c) 壁部材の剛性マトリックス
の作成

次の仮定で壁部材の剛性
マトリックスを作成する。



$$\begin{bmatrix} P_{x_1} \\ P_{y_1} \\ P_{x_2} \\ P_{y_2} \\ P_{x_3} \\ P_{y_3} \end{bmatrix} = [SK_w] \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \end{bmatrix}$$

P_{x_3} : (X_3, Y_3) 座標における X 方向の節点力

P_{y_3} : (X_3, Y_3) 座標における Y 方向の節点力

u_3 : (X_3, Y_3) 座標における X 方向の変位

v_3 : (X_3, Y_3) 座標における Y 方向の変位

ただし

$$[SK_w] = \iiint_V [B]^T [C] [B] dV$$

$$= A \cdot t [B]^T [C] [B]$$

ここで、ひずみ-変位マトリックス

$$[B] = \frac{1}{2A} \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & b_3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 & b_1 & b_2 & b_3 \end{bmatrix}$$

面積マトリックス

$$A = \begin{bmatrix} 1 & X_1 & Y_1 \\ 1 & X_2 & Y_2 \\ 1 & X_3 & Y_3 \end{bmatrix}$$

応力-ひずみマトリックス

$$[C] = \frac{E_w}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix}$$

である。

E_w : 壁部材のヤング係数

ν : 壁部材のポアソン比

t : 壁部材の厚さ

以上の三角形要素剛性マトリックスより四辺形要素剛性マトリックスを作成する。

任意の四辺形要素を図2とすればその剛性マトリックスは10×10のマトリックス

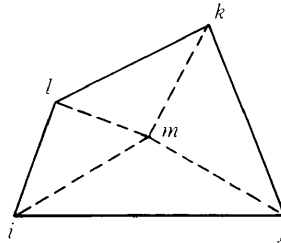


図2

$$\begin{bmatrix} F_{ix} \\ F_{iy} \\ \vdots \\ F_{ix} \\ F_{iy} \\ F_{mx} \\ F_{my} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} k_{iiXX} & k_{iiXY} & k_{ijXX} & k_{ijXY} & \cdots & k_{imXX} & k_{imXY} \\ k_{iiXY} & k_{iiYY} & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \vdots & \vdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ k_{ijXX} & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ k_{ijXY} & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \hline k_{miXX} & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & k_{mmXX} & k_{mmXY} \\ k_{miXY} & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & k_{mmXY} & k_{mmYY} \end{bmatrix}}_{10} \begin{bmatrix} u_{ix} \\ v_{iy} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \hline u_{mx} \\ v_{my} \end{bmatrix} \quad \left. \vphantom{\begin{bmatrix} F_{ix} \\ F_{iy} \\ \vdots \\ F_{ix} \\ F_{iy} \\ F_{mx} \\ F_{my} \end{bmatrix}} \right\} 10$$

で表わされる。さらに以上のマトリックスは下記の如き 8×2 のマトリックスに分解される。

$$\begin{bmatrix} F_a \\ F_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \overbrace{k_{aa} \quad k_{ab}}^{8 \times 2} \\ \overbrace{k_{ba} \quad k_{bb}}^{2 \times 2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_a \\ v_b \end{bmatrix}$$

すなわち

$$[F_a] = [k_{aa}] [u_a] + [k_{ab}] [v_b]$$

$$[F_b] = [k_{ba}] [u_a] + [k_{bb}] [v_b]$$

さらに

$$[k_{bb}]^{-1} ([F_b] - [k_{ba}] [u_a]) = [v_b]$$

$$([F_a] - [k_{ab}] [k_{bb}]^{-1} [F_b]) = ([k_{aa}] - [k_{ab}] [k_{bb}]^{-1} [k_{ba}]) [u_a]$$

これは

$$[F_a] = [k_{aa}] [u_a]$$

となり三角形要素剛性マトリックスはその節点数を増すことなく、内挿点 m を消去し四辺形要素剛性マトリックスに縮小され、要素分割は精度上、及び使用上からも簡明に表現される。

以上より作成された各々の要素剛性マトリックスをもとに全体剛性マトリックスを作成し、境界条件を考慮し解析に使用する。

結 果

a) 図3～図7は壁板の主応力度分布であり、矢印は主応力方向、及び大きさを示している。最大主応力度の位置は何れも開口の隅角部に生じ、開口が大きくなるに従い最大主応力度も大きな値となる。

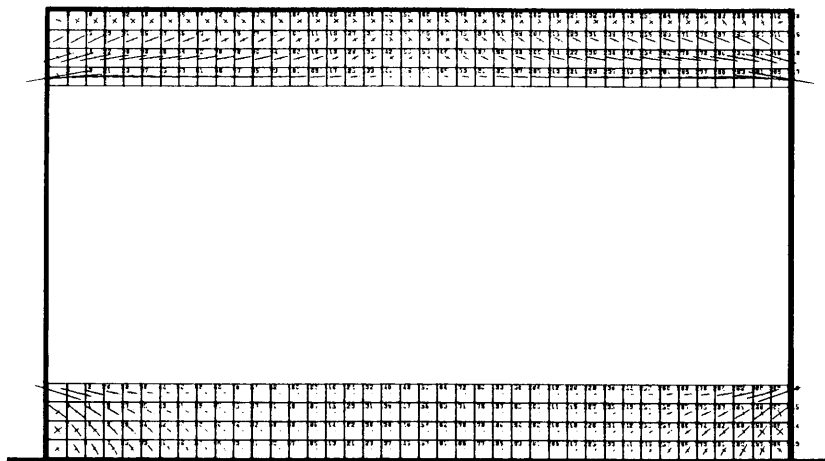


図3 モデル2 主応力図（開口周比0.82） 最大主応力度 $= 2.236 \times 10^{-2} \text{ t/cm}^2$

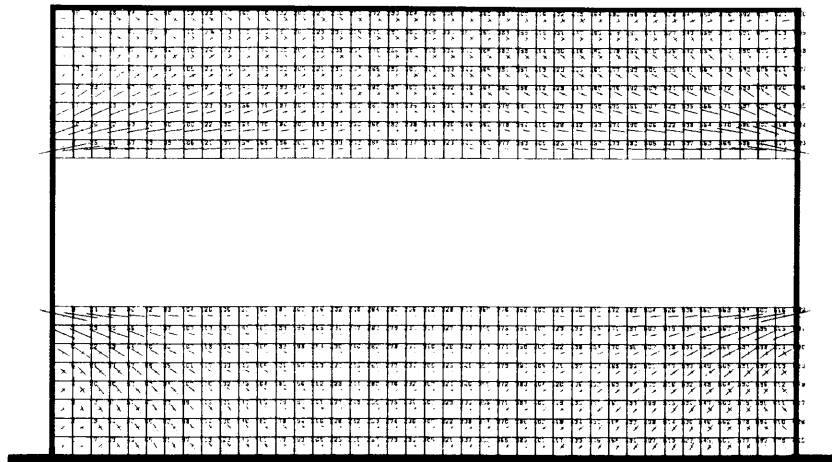


図4 モデル3 主応力図（開口周比0.58） 最大主応力度=1.742×10⁻² t/cm²

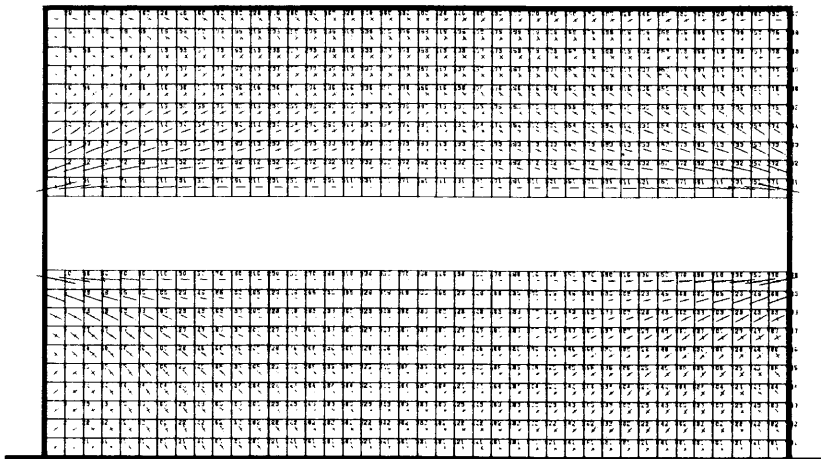


図5 モデル4 主応力図（開口周比0.41） 最大主応力度=1.362×10⁻² t/cm²

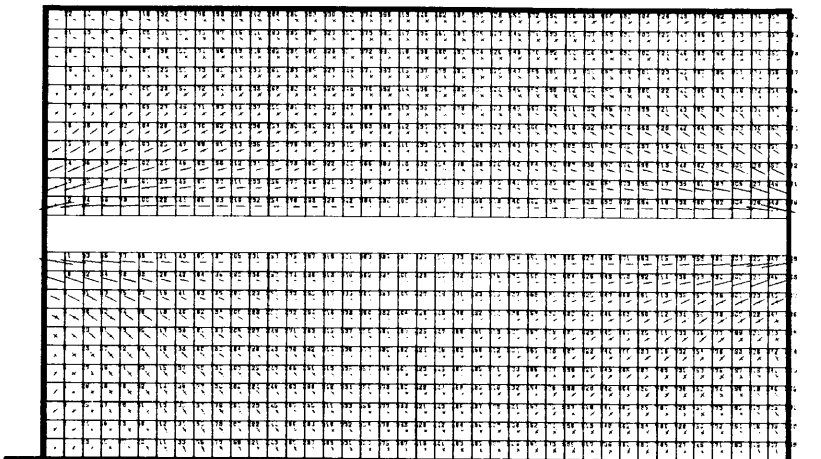


図6 モデル5 主応力図（開口周比0.29） 最大主応力度=1.173×10⁻² t/cm²

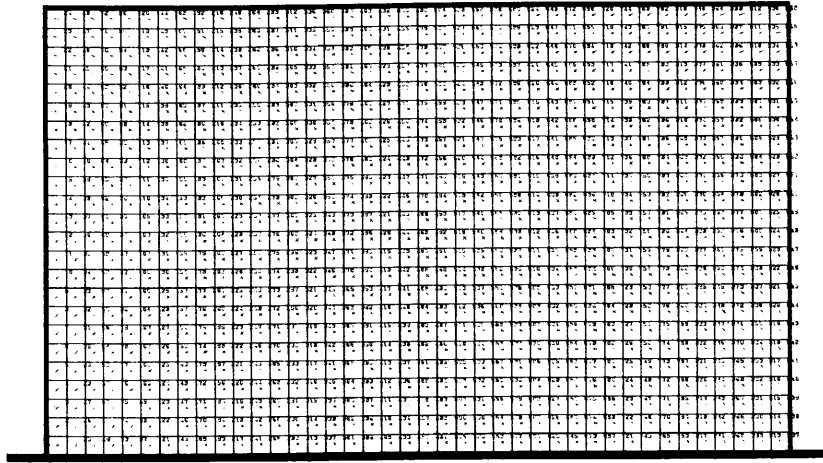


図7 モデル6 主応力図（無開口壁） 最大主応力度 $=0.164 \times 10^{-2} \text{ t/cm}^2$

b) 本解析による 腰壁・たれ壁付架構の 水平変位は図8～図12の如くとなり、柱脚及び基礎部分を剛と仮定したため、変形及び変位量を拘束しているが、開口が大きくなるに従い変位量は著しく増加する。

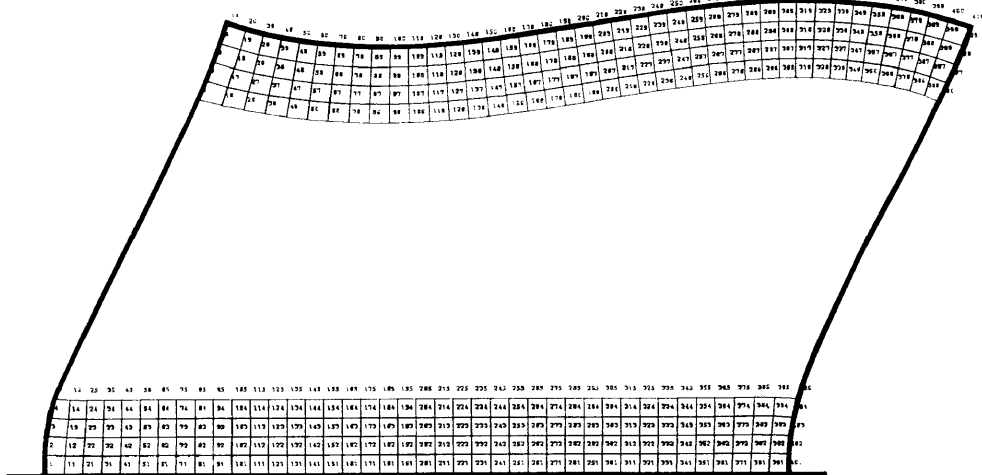


図8 モデル2 変位図（開口周比0.82） 水平変位 $u=8.641 \times 10^{-2} \text{ cm}$

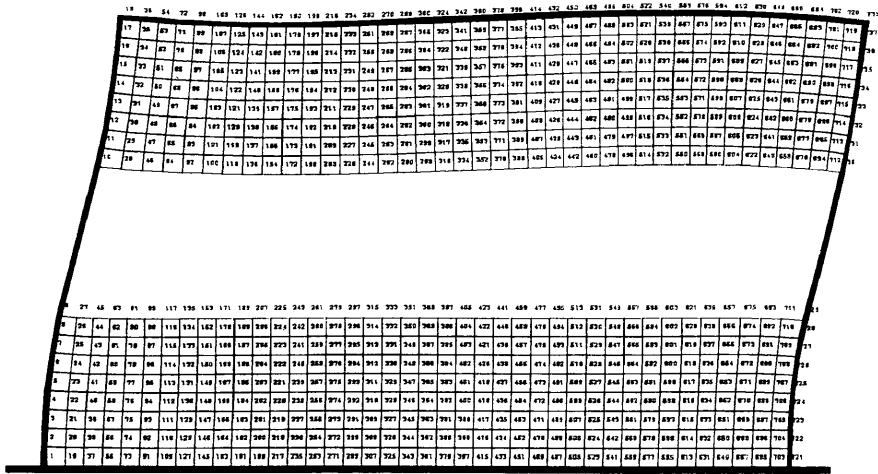


図9 モデル3変位図(開口周比0.58) 水平変位 $u = 3.549 \times 10^{-2}$ cm

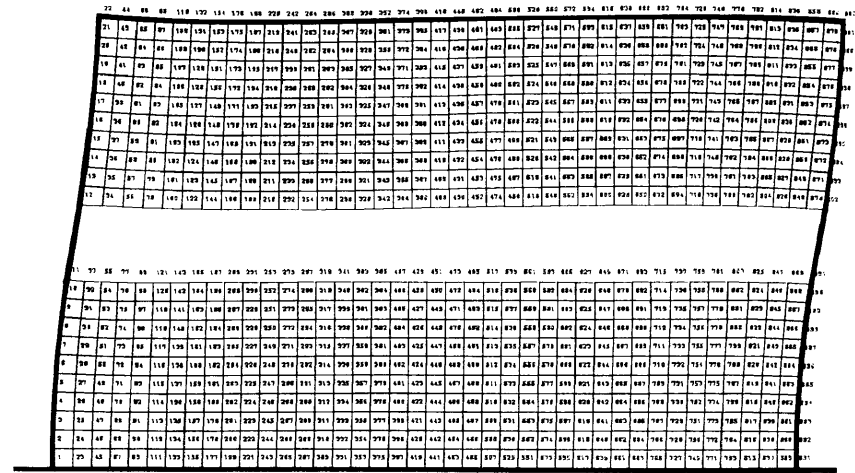


図10 モデル4変位図(開口周比0.41) 水平変位 $u = 2.132 \times 10^{-2}$ cm

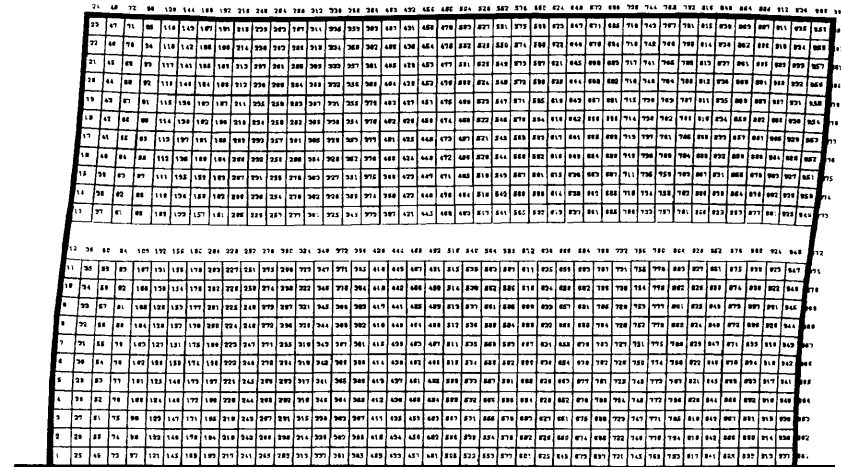
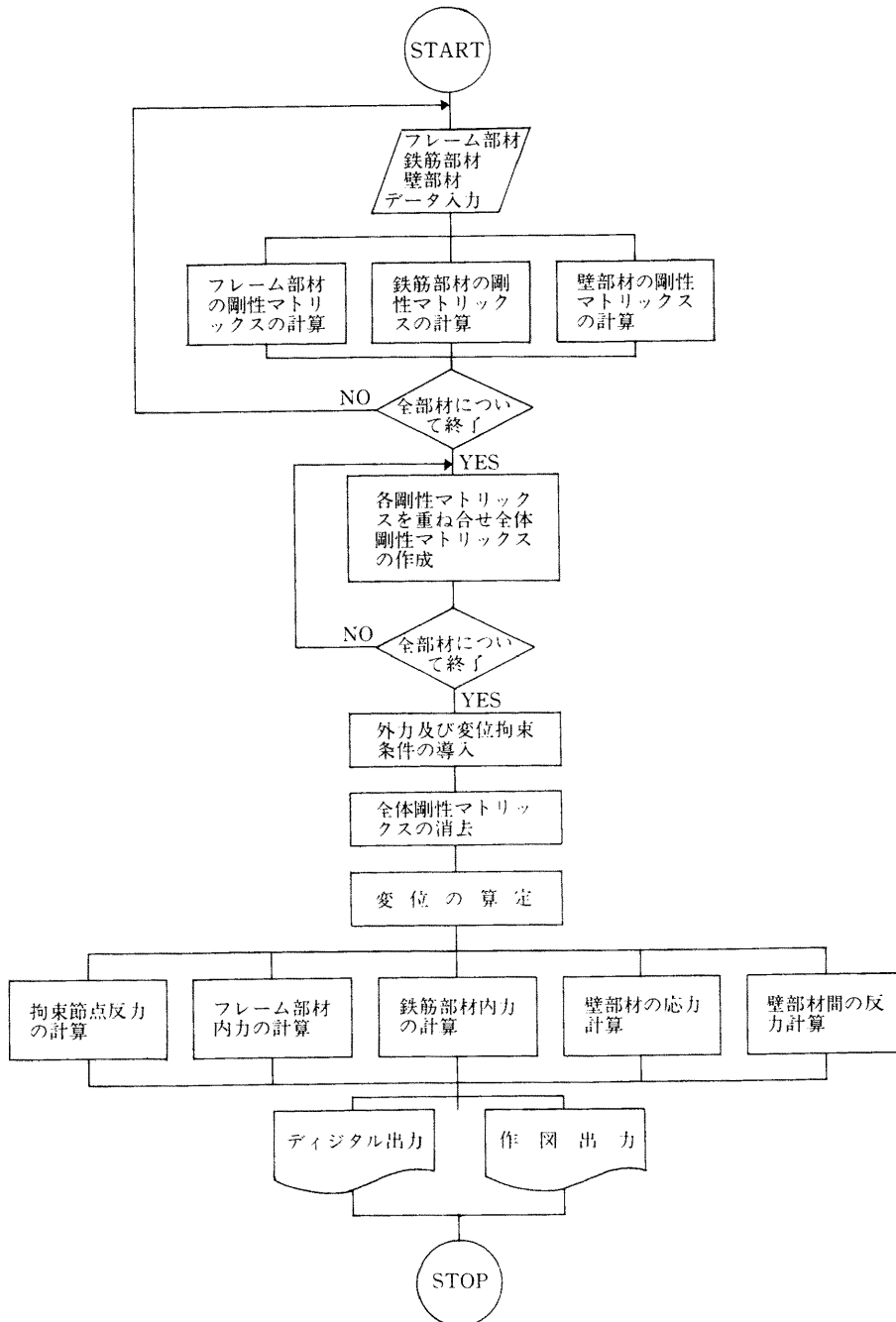


図11 モデル5変位図(開口周比0.29) 水平変位 $u = 1.660 \times 10^{-2}$ cm

ノート：腰壁・たれ壁を有する架構の評価法について

23	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975	1000	1025	1050	1075	1100	1125	1150	1175	1200	1225	1250	1275	1300	1325	1350	1375	1400	1425	1450	1475	1500	1525	1550	1575	1600	1625	1650	1675	1700	1725	1750	1775	1800	1825	1850	1875	1900	1925	1950	1975	2000	2025	2050	2075	2100	2125	2150	2175	2200	2225	2250	2275	2300	2325	2350	2375	2400	2425	2450	2475	2500	2525	2550	2575	2600	2625	2650	2675	2700	2725	2750	2775	2800	2825	2850	2875	2900	2925	2950	2975	3000	3025	3050	3075	3100	3125	3150	3175	3200	3225	3250	3275	3300	3325	3350	3375	3400	3425	3450	3475	3500	3525	3550	3575	3600	3625	3650	3675	3700	3725	3750	3775	3800	3825	3850	3875	3900	3925	3950	3975	4000	4025	4050	4075	4100	4125	4150	4175	4200	4225	4250	4275	4300	4325	4350	4375	4400	4425	4450	4475	4500	4525	4550	4575	4600	4625	4650	4675	4700	4725	4750	4775	4800	4825	4850	4875	4900	4925	4950	4975	5000	5025	5050	5075	5100	5125	5150	5175	5200	5225	5250	5275	5300	5325	5350	5375	5400	5425	5450	5475	5500	5525	5550	5575	5600	5625	5650	5675	5700	5725	5750	5775	5800	5825	5850	5875	5900	5925	5950	5975	6000	6025	6050	6075	6100	6125	6150	6175	6200	6225	6250	6275	6300	6325	6350	6375	6400	6425	6450	6475	6500	6525	6550	6575	6600	6625	6650	6675	6700	6725	6750	6775	6800	6825	6850	6875	6900	6925	6950	6975	7000	7025	7050	7075	7100	7125	7150	7175	7200	7225	7250	7275	7300	7325	7350	7375	7400	7425	7450	7475	7500	7525	7550	7575	7600	7625	7650	7675	7700	7725	7750	7775	7800	7825	7850	7875	7900	7925	7950	7975	8000	8025	8050	8075	8100	8125	8150	8175	8200	8225	8250	8275	8300	8325	8350	8375	8400	8425	8450	8475	8500	8525	8550	8575	8600	8625	8650	8675	8700	8725	8750	8775	8800	8825	8850	8875	8900	8925	8950	8975	9000	9025	9050	9075	9100	9125	9150	9175	9200	9225	9250	9275	9300	9325	9350	9375	9400	9425	9450	9475	9500	9525	9550	9575	9600	9625	9650	9675	9700	9725	9750	9775	9800	9825	9850	9875	9900	9925	9950	9975	10000	10025	10050	10075	10100	10125	10150	10175	10200	10225	10250	10275	10300	10325	10350	10375	10400	10425	10450	10475	10500	10525	10550	10575	10600	10625	10650	10675	10700	10725	10750	10775	10800	10825	10850	10875	10900	10925	10950	10975	11000	11025	11050	11075	11100	11125	11150	11175	11200	11225	11250	11275	11300	11325	11350	11375	11400	11425	11450	11475	11500	11525	11550	11575	11600	11625	11650	11675	11700	11725	11750	11775	11800	11825	11850	11875	11900	11925	11950	11975	12000	12025	12050	12075	12100	12125	12150	12175	12200	12225	12250	12275	12300	12325	12350	12375	12400	12425	12450	12475	12500	12525	12550	12575	12600	12625	12650	12675	12700	12725	12750	12775	12800	12825	12850	12875	12900	12925	12950	12975	13000	13025	13050	13075	13100	13125	13150	13175	13200	13225	13250	13275	13300	13325	13350	13375	13400	13425	13450	13475	13500	13525	13550	13575	13600	13625	13650	13675	13700	13725	13750	13775	13800	13825	13850	13875	13900	13925	13950	13975	14000	14025	14050	14075	14100	14125	14150	14175	14200	14225	14250	14275	14300	14325	14350	14375	14400	14425	14450	14475	14500	14525	14550	14575	14600	14625	14650	14675	14700	14725	14750	14775	14800	14825	14850	14875	14900	14925	14950	14975	15000	15025	15050	15075	15100	15125	15150	15175	15200	15225	15250	15275	15300	15325	15350	15375	15400	15425	15450	15475	15500	15525	15550	15575	15600	15625	15650	15675	15700	15725	15750	15775	15800	15825	15850	15875	15900	15925	15950	15975	16000	16025	16050	16075	16100	16125	16150	16175	16200	16225	16250	16275	16300	16325	16350	16375	16400	16425	16450	16475	16500	16525	16550	16575	16600	16625	16650	16675	16700	16725	16750	16775	16800	16825	16850	16875	16900	16925	16950	16975	17000	17025	17050	17075	17100	17125	17150	17175	17200	17225	17250	17275	17300	17325	17350	17375	17400	17425	17450	17475	17500	17525	17550	17575	17600	17625	17650	17675	17700	17725	17750	17775	17800	17825	17850	17875	17900	17925	17950	17975	18000	18025	18050	18075	18100	18125	18150	18175	18200	18225	18250	18275	18300	18325	18350	18375	18400	18425	18450	18475	18500	18525	18550	18575	18600	18625	18650	18675	18700	18725	18750	18775	18800	18825	18850	18875	18900	18925	18950	18975	19000	19025	19050	19075	19100	19125	19150	19175	19200	19225	19250	19275	19300	19325	19350	19375	19400	19425	19450	19475	19500	19525	19550	19575	19600	19625	19650	19675	19700	19725	19750	19775	19800	19825	19850	19875	19900	19925	19950	19975	20000	20025	20050	20075	20100	20125	20150	20175	20200	20225	20250	20275	20300	20325	20350	20375	20400	20425	20450	20475	20500	20525	20550	20575	20600	20625	20650	20675	20700	20725	20750	20775	20800	20825	20850	20875	20900	20925	20950	20975	21000	21025	21050	21075	21100	21125	21150	21175	21200	21225	21250	21275	21300	21325	21350	21375	21400	21425	21450	21475	21500	21525	21550	21575	21600	21625	21650	21675	21700	21725	21750	21775	21800	21825	21850	21875	21900	21925	21950	21975	22000	22025	22050	22075	22100	22125	22150	22175	22200	22225	22250	22275	22300	22325	22350	22375	22400	22425	22450	22475	22500	22525	22550	22575	22600	22625	22650	22675	22700	22725	22750	22775	22800	22825	22850	22875	22900	22925	22950	22975	23000	23025	23050	23075	23100	23125	23150	23175	23200	23225	23250	23275	23300	23325	23350	23375	23400	23425	23450	23475	23500	23525	23550	23575	23600	23625	23650	23675	23700	23725	23750	23775	23800	23825	23850	23875	23900	23925	23950	23975	24000	24025	24050	24075	24100	24125	24150	24175	24200	24225	24250	24275	24300	24325	24350	24375	24400	24425	24450	24475	24500	24525	24550	24575	24600	24625	24650	24675	24700	24725	24750	24775	24800	24825	24850	24875	24900	24925	24950	24975	25000	25025	25050	25075	25100	25125	25150	25175	25200	25225	25250	25275	25300	25325	25350	25375	25400	25425	25450	25475	25500	25525	25550	25575	25600	25625	25650	25675	25700	25725	25750	25775	25800	25825	25850	25875	25900	25925	25950	25975	26000	26025	26050	26075	26100	26125	26150	26175	26200	26225	26250	26275	26300	26325	26350	26375	26400	26425	26450	26475	26500	26525	26550	26575	26600	26625	26650	26675	26700	26725	26750	26775	26800	26825	26850	26875	26900	26925	26950	26975	27000	27025	27050	27075	27100	27125	27150	27175	27200	27225	27250	27275	27300	27325	27350	27375	27400	27425	27450	27475	27500	27525	27550	27575	27600	27625	27650	27675	27700	27725	27750	27775	27800	27825	27850	27875	27900	27925	27950	27975	28000	28025	28050	28075	28100	28125	28150	28175	28200	28225	28250	28275	28300	28325	28350	28375	28400	28425	28450	28475	28500	28525	28550	28575	28600	28625	28650	28675	28700	28725	28750	28775	28800	28825	28850	28875	28900	28925	28950	28975	29000	29025	29050	29075	29100	29125	29150	29175	29200	29225	29250	29275	29300	29325	29350	29375	29400	29425	29450	29475	29500	29525	29550	29575	29600	29625	29650	29675	29700	29725	29750	29775	29800	29825	29850	29875	29900	29925	29950	29975	30000	30025	30050	30075	30100	30125	30150	30175	30200	30225	30250	30275	30300	30325	30350	30375	30400	30425	30450	30475	30500	30525	30550	30575	30600	30625	30650	30675	30700	30725	30750	30775	30800	30825	30850	30875	30900	30925	30950	30975	31000	31025	31050	31075	31100	31125	31150	31175	31200	31225	31250	31275	31300	31325	31350	31375	31400	31425	31450	31475	31500	31525	31550	31575	31600	31625	31650	31675	31700	31725	31750	31775	31800	31825	31850
----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

フローチャート



最後に、日頃御指導頂いております国士舘大学工学部教授田中輝明先生に対しまして深く感謝いたします。

本解析に当たり東京大学大型計算機センターの HITAC M-280H, 及び国士舘大学電子計算機センターの HONEYWELL DPS8/70 を使用した。

(1983年 3月10日 受理)

参 考 文 献

- 1) 日本建築学会鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説.
- 2) 改正建築基準法施行令新耐震基準に基づく構造計算指針・同解説 日本建築センター.
- 3) 建築構造物の応力解析 日本建築学会.
- 4) The Finite Element Method in Engineering Science. McGraw Hill Zienkiewicz.
- 5) 武藤 清 耐震設計シリーズⅠ 耐震設計法 丸善.
- 6) 松井源吾・坪井善隆・今井三雄, 壁式架構の基礎的研究—均等曲げモーメントを受けるときの壁柱接合部の剛域, 日本建築学会大会学術講演梗概集 昭和53年9月.
- 7) 徳広育夫・佐々木昭夫, たれ壁, 腰壁付柱の弾性剛性に関する研究(Ⅰ), 日本建築学会論文報告集 昭和56年6月.
- 8) 黒正清治, 有限要素による鉄筋コンクリート部材の二次元非線型解析, 日本建築学会論文報告集 昭和46年11月.