

ラーメン構造のシステムフローチャートに関する研究

平井 由土

1 まえがき

ラーメン応力の算定には、主に①準備計算、②鉛直荷重によるラーメンの応力計算、③水平荷重によるラーメンの応力計算、があり、各計算の手計算は、多大な労力を要している。これらをプログラムシステムと化して、算定計算の適応に付することは、労力を低減し、正確さと、高速化をもたらす。建築基準法の求める所に従い、これらを、システム化した概要を記す。

勿論、ラーメンの応力算定だけではなく、ラーメン各部の断面計算、その他各部の断面計算にあたっては、容易に、プログラムが完成されており、すべてをメインシステムへと統合するのがふさわしい。この場では、主に、ラーメンの応力算定システムを形成する基礎であるコード化と、それに供するシステムの解析とその観察に主力をおいている。

この場では、

A 固定モーメント法

B 武藤清博士の耐震略算法

の2つについてのシステムの解析を行い、又成功を認めた。

鉛直荷重による効果が、各ラーメン部材にどのような力をもたらすかを求めるシステムが一貫として追求されている。

耐震略算法は、コード化が、やや異なるが同様な手法によって解決された。

なおフローチャートは、具体的な建築物を想定して、その観察にもとづくものである。

固定モーメント法の場合には、そのまま、実務で使用される。

2 耐震略算法

(1) はりと柱の剛比関係より柱のせん断力分布係数(D)を求める。

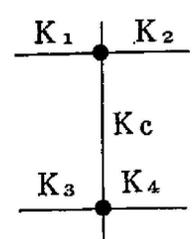
$$D = akc$$

a : F で定まる剛性係数

F : 柱に対する上下左右のはりの平均剛比

kc : 柱の剛比

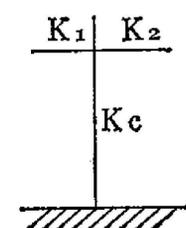
一般階



$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}{2Kc} \\ a = \frac{K}{2 + K} \end{array} \right.$$

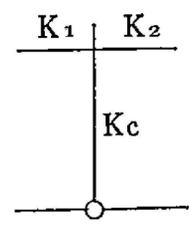
最下階

固定



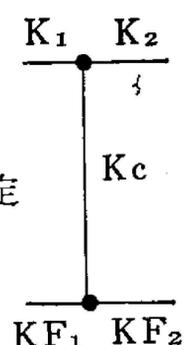
$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{K_1 + K_2}{Kc} \\ a = \frac{0.5 + K}{2 + K} \end{array} \right.$$

ピン



$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{K_1 + K_2}{Kc} \\ a = \frac{0.5K}{1 + 2K} \end{array} \right.$$

半固定



$$\left\{ \begin{array}{l} K = \frac{K_1 + K_2 + KF_1 + KF_2}{2Kc} \\ a = \frac{K}{2 + K} \end{array} \right.$$

(2) 各種の分担せん断力(Q)と層モーメント(Qh)を求める。

$$Q = (\text{各層のせん断力}) \times \frac{D}{\sum D}$$

$$Qh = Q \times (\text{層の高さ})$$

(3) 柱の反曲点高比yを求める。

$$y = y_0 + y_1 + y_2 + y_3$$

y₀: 標準反曲点高比

y₁: 上下はりの剛比変化による修正値

y₂: 上層の層高変化による修正値で、最上層については考えない。

y₃: 下層の層高変化による修正値で、最下層については考えない。

(4) 柱、はりの曲げモーメント(M)とせん断力(Q)を求める。

○ 柱脚の $M = Qh_y$

○ 柱頭の $M = Qh(1 - y)$

○ はり端の $M = (\text{柱頭の} M + \text{柱脚の} M)$

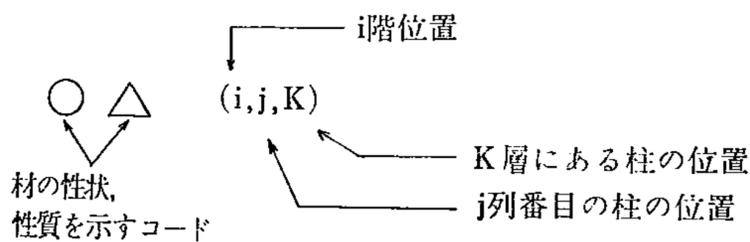
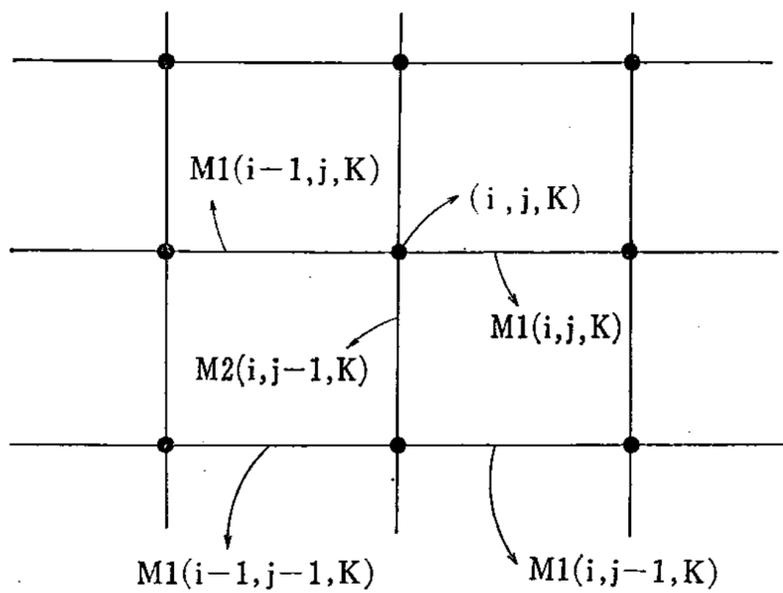
$$\times \frac{\text{そのはりの剛比}}{\text{左右のはりの剛比の和}}$$

○ 柱のせん断力 $Q = \frac{\text{その柱の}(\text{柱頭} M + \text{柱脚} M)}{\text{柱の高さ}}$

○ はりのせん断力 Q

$$= \frac{\text{そのはりの}(\text{左端の} M + \text{右端の} M)}{\text{はりのスパン}}$$

以上の解析のもとに次の様にコード化をする。



材の性状、位置を示す。

なお、Fig1を参照されたい。

3 固定モーメント法

Fig2では、手計算による固定モーメント法を例示したが、これをシステム化する為の手續きにつき述べる。

この場合には、耐震略算法とは、異ったコード法をとったが、その解析の仕方によって当然、異なってくるものである。それが、Fig3、に示されており、それにもとづいて、Fig4に於てのDetail Flow chartが完成している。

なお、chartは、ある建築ビルのラーメン構造において、手續きがとられており、いずれの構造物に対しても容易に適応しうる。

参考文献

- (1) 谷資信 (早大・工博) 建築構造力学演習1・2, オーム社
- (2) 内藤多伸 (早大・工博) 構造力学II 鹿島出版
- (3) 日本建築学会 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説

(1974. 12. 1. 受付)

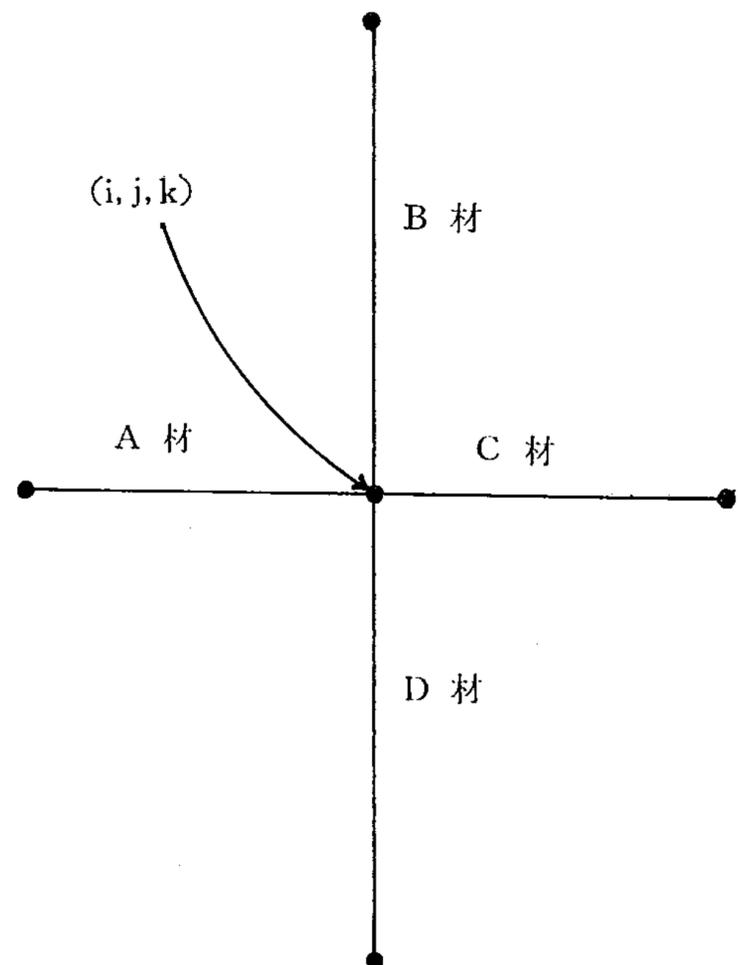
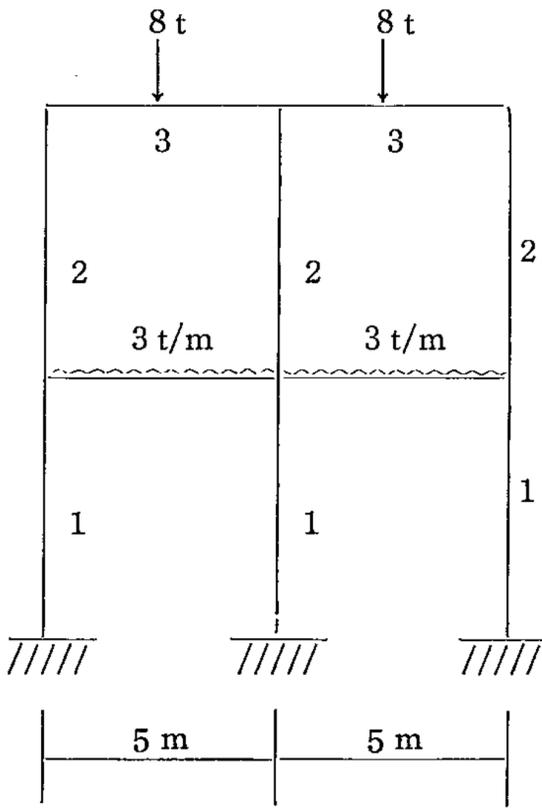


Fig. 2

手計算による固定モーメント法の計算



仮想荷重

		3			
DF	0.4000		0.600		*
FEM	0		-5.000	-5	5.000
D ₁	2.000		3.000		0
C ₁	1.041		0	1.041	1.500
D ₂	-0.416		-0.625		0
C ₂	-0.167		0	-0.167	-0.313
D ₃	0.067		0.100		0
C ₃	0.035		0	0.035	0.050
D ₄	-0.014		-0.021		0
Σ	2.546		-2.546		6.237
		2			
			3		
DF	0.167	0.333	0.500		*
FEM	0	0	-6.250	-6.250	6.250
D ₁	1.044	2.081	3.125		0
C ₁	0	1.000	0	1.000	1.563
D ₂	-0.167	-0.333	-0.500		0
C ₂	0	-2.208	0	-0.208	-0.250
D ₃	0.035	0.069	0.104		0
C ₃	0	0.034	0	0.034	0.052
D ₄	-0.006	-0.011	-0.017		0
Σ	0.904	2.632	-3.538		7.615
		1			
DF		*			
FEM		0			
D ₁		0			
C ₁		0.522			
D ₂		0			
C ₂		-0.084			
D ₃		0			
C ₃		0.018			
D ₄		0			
Σ		0.456			

Fig. 3

	A材右端 ↓ (P. 133 の図参照)	D材上端 ↓	B材下端 ↓	C材左端 ↓
DF	DF2Y (i-1, j, k)	DF1Y (i, j-1, k)	DF1X (i, j, k)	DF2X (i, j, k)
FEM	FEM2 (i-1, j, k)	FEM (i, j-1, k)	FEM1 (i, j, k)	FEM2 (i, j, k)
D1	D12Y (i-1, j, k)	D11Y (i, j-1, k)	D11X (i, j, k)	D12X (i, j, k)
C1	C12Y (i-1, j, k)	C11Y (i, j-1, k)	C11X (i, j, k)	C12X (i, j, k)
D2	D22Y (i-1, j, k)	D21Y (i, j-1, k)	D21X (i, j, k)	D22X (i, j, k)
C2	C22Y (i-1, j, k)	C21Y (i, j-1, k)	C21X (i, j, k)	C22X (i, j, k)

準備

$$S = K2Y(i-1, j, k) + K1Y(i, j-1, k) + K1X(i, j, k) + K2X(i, j, k)$$

$$DE2Y(i-1, j, k) = K2Y(i-1, j, k) / S$$

$$DF1Y(i, j-1, k) = K1Y(i, j-1, k) / S$$

$$DF1X(i, j, k) = K1X(i, j, k) / S$$

$$DF2X(i, j, k) = K2X(i, j, k) / S$$

第1STEP

$$S1 = FEM2(i-1, j, k) + FEM1(i, j-1, k) - FEM1(i, j, k) - FEM2(i, j, k)$$

$$D12Y(i-1, j, k) = (-S1) * DF2Y(i-1, j, k)$$

$$D11X(i, j-1, k) = (-S1) * DF1Y(i, j-1, k)$$

$$D11X(i, j, k) = (-S1) * DF1X(i, j, k)$$

$$D12X(i, j, k) = (-S1) * DF2X(i, j, k)$$

$$C12Y(i-1, j, k) = 1/2 * D12X(i-1, j, k)$$

$$C11Y(i, j-1, k) = 1/2 * D11X(i, j-1, k)$$

$$C11X(i, j, k) = 1/2 * D11Y(i, j, k)$$

$$C12X(i, j, k) = 1/2 * D12X(i, j, k)$$

第2STEP

$$S2 = C12Y(i-1, j, k) + C11Y(i, j-1, k) + C11X(i, j, k) + C12X(i, j, k)$$

$$D22Y(i-1, j, k) = (-S2) * DF2Y(i-1, j, k)$$

$$D21Y(i, j-1, k) = (-S2) * DF1Y(i, j-1, k)$$

$$D21X(i, j, k) = (-S2) * DF1X(i, j, k)$$

$$D22X(i, j, k) = (-S2) * DF2X(i, j, k)$$

$$C22X(i-1, j, k) = 1/2 * D22X(i-1, j, k)$$

$$C21Y(i, j-1, k) = 1/2 * D21X(i, j-1, k)$$

$$C21X(i, j, k) = 1/2 * D21Y(i, j, k)$$

$$C22X(i, j, k) = 1/2 * D22X(i, j, k)$$

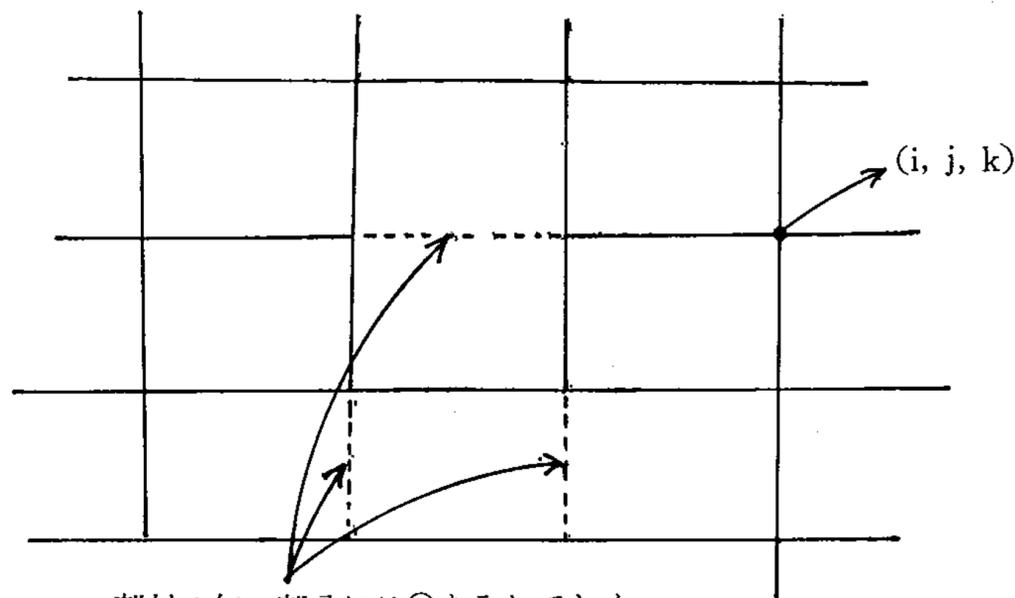
総和モーメント

$$M2Y(i-1, j, k) = FEM2(i-1, j, k) + D12Y(i-1, j, k) + C12Y(i-1, j, k) + D22Y(i-1, j, k) + C22Y(i-1, j, k)$$

$$M1Y(i, j-1, k) = FEM1(i, j-1, k) + D11Y(i, j-1, k) + C21Y(i, j-1, k) + D21Y(i, j-1, k) + C21Y(i, j-1, k)$$

$$M1X(i, j, k) = FEM1(i, j, k) + D11X(i, j, k) + C11X(i, j, k) + D21X(i, j, k) + C21X(i, j, k)$$

$$M2X(i, j, k) = FEM2(i, j, k) + D12X(i, j, k) + C12X(i, j-1, k) + D22X(i, j, k) + C22X(i, j, k)$$



部材の無い部分には○を入れておく

Fig. 1

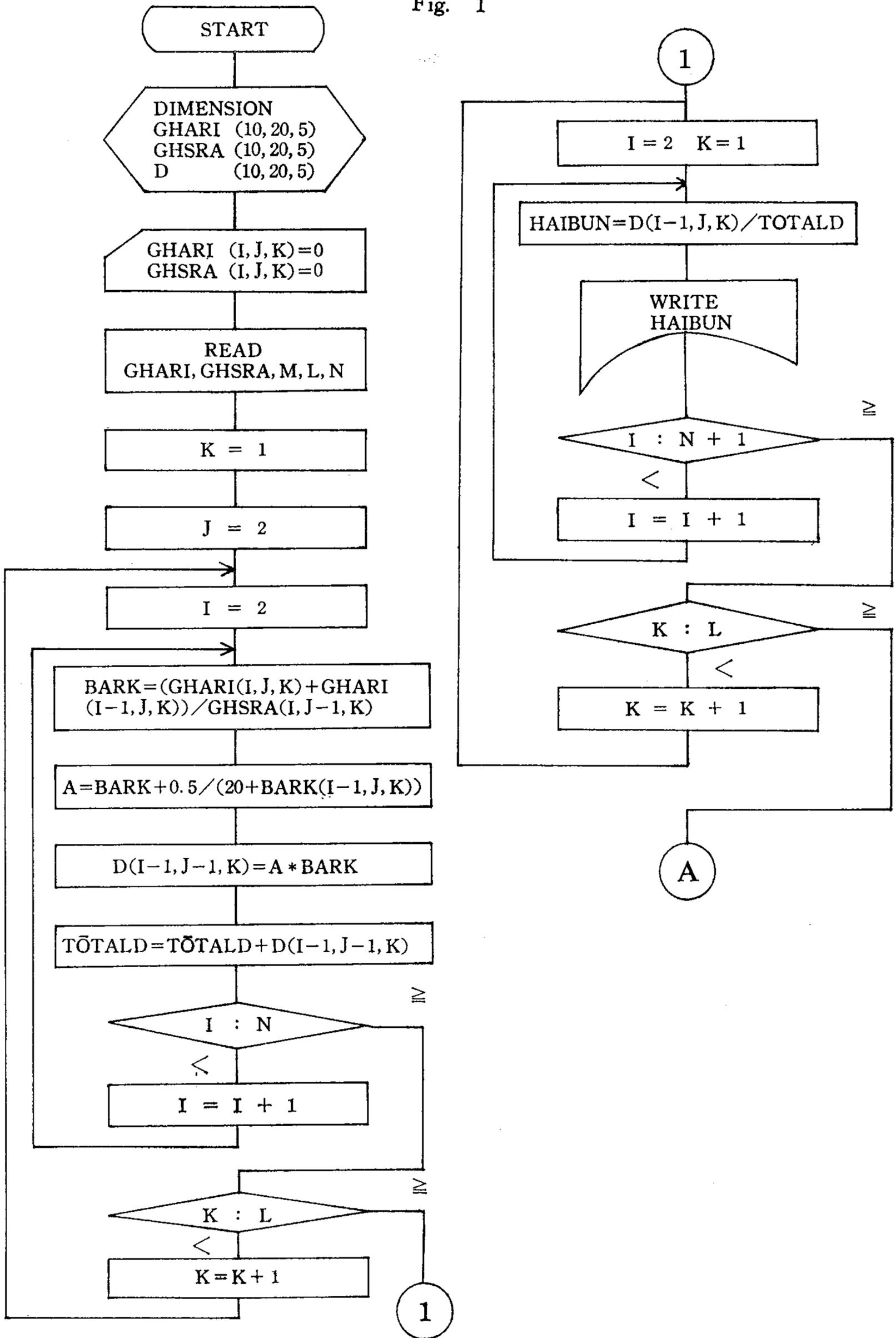


Fig. 4

固定モーメント法
Petail Flow chart

