



基礎 8 7 話 No.2 剛性行列と荷重項の作成

今回は、前回の続きで機械的作表法の説明を行う。表 2 を参考に、その特徴を理解しておこう。前回示した表で、節点方程式に関する剛性行列の対角項は、当該節点に連結する部材剛比の総和の 2 倍であり、これを J_i で表す。また、層方程式では、その層 k にある柱剛比の総和の $2/3$ であり、これを N_k で表す。

表 1 を参考にして、たわみ角法による係数行列、つまり全体剛性行列の特徴を説明する。この剛性は対称行列であり、規則的に各部材の剛比が並んでいる。節点方程式の対角項は、当該節点に連結している部材剛比の総和の 2 倍あり、対角項の両隣には、骨組と同じで両隣の梁の剛比が入る。骨組の左右端には梁がないので、係수에飛びが生じるので注意、また上下の柱の剛比は、上階及び下階の未知番号部分に入る。

層方程式の対角項は、その層に存在する柱剛比の総和の $2/3$ となる。非対角項では、各柱部材が所属する層で、上下の未知番号(節点番号)の位置に挿入される。この配置も順序良く配置される。また、剛性行列が対称であることから、節点方程式から係数を決めても良い。剛性行列の特徴を再度まとめて、次の表で示す。

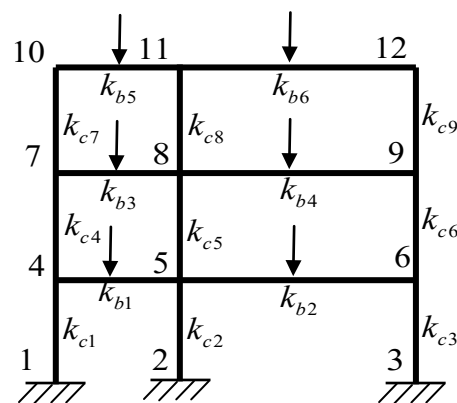


図 2 鉛直集中荷重を受ける骨組

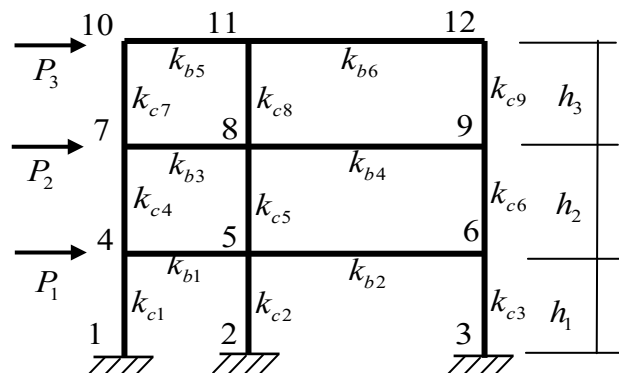


図 3 水平荷重を受ける骨組

表 2 たわみ角法による剛性行列の特徴

	2階節点	3階節点	R階節点	各層
節点方程式	\leftarrow 節点に繋がる部材剛比総和の 2 倍 \leftarrow 右梁 \leftarrow 上柱			第 1 層柱
	\leftarrow 左梁 \leftarrow 下柱			第 2 層柱
				第 3 層柱
層方程式	第 1 層柱	第 2 層柱	第 3 層柱	当該層柱剛比の総和の $2/3$

機械的作表法でも、有効剛比を使用することができる。例えば、支持点がピンの場合、第1層の柱の剛比を有効剛比に替え、また対称条件や逆対称条件も同様に有効剛比を使用する。

節点方程式における荷重項は、柱・梁に部材荷重がある場合に生じる。部材の基本応力を計算し、固定端モーメントを連結した節点で和をとることで、荷重項が得られる。その際、部材両端で固定端モーメントの正負が異なるので注意しなければならない。

層方程式における荷重項は、荷重の加わり方で異なる。ここでは、次のように分類して説明する。

- 1) 水平方向荷重が各床の節点に加わる場合
- 2) 柱に部材荷重が加わり、水平荷重となる場合

図3のように、水平荷重が各床レベルの節点に加わる場合、比較的容易に層方程式の荷重項を作成することができる。各層方程式の荷重項はその層より上の水平荷重の和をとり、当該層の階高をかける事で得られる。例えば図3の水平荷重を受ける骨組の層方程式の荷重項は表3のように得られる。

次に、図4のように柱に部材荷重が加わる場合について考えよう。ここでは、骨組の左側より、等分布荷重が加わっているものとする。まず、柱の基本応力 C, M_0, Q を計算し、せん断力に釣合う固定端外力を梁の両端の節点に割り振る。図4では、等分布荷重であるため、図5のように節点水平外力と等価となる。後は、前記の節点荷重と同様に、層方程式の荷重項は、当該層より上の荷重の総和にその層の高さを掛けて求めることになる。図4の骨組と荷重では、表4(a)のような層方程式の荷重項となる。

上記のように、柱に部材荷重がある場合、節点方程式の荷重項にも柱の固定端モーメントが加わることに注意されたい。例えば、図4の例では、表4(b)の荷重項となる。

次回では、例題を通して、機械的作表法を学ぶことにしよう。

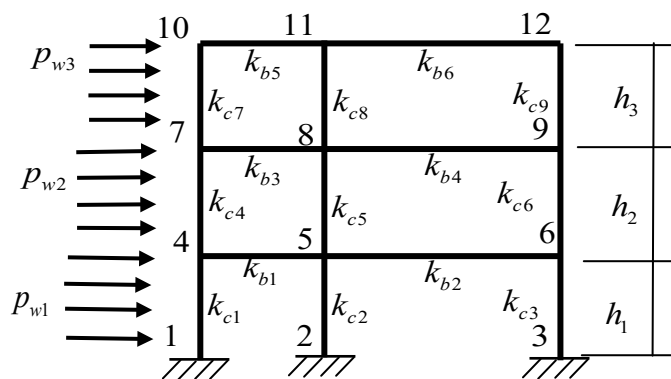


図4 水平分布荷重を受ける骨組

表3 荷重項 1

	層	荷重項
層方程式	1	$-(P_1 + P_2 + P_3)h_1/3$
	2	$-(P_2 + P_3)h_2/3$
	3	$-(P_3)h_3/3$

表4(a) 荷重項 2

	層	荷重項
層方程式	1	$-(p_{w3}h_3 + p_{w2}h_2 + p_{w1}h_1/2)h_1/3$
	2	$-(p_{w3}h_3 + p_{w2}h_2/2)h_2/3$
	3	$-(p_{w3}h_3/2)h_3/3$

表4(b) 節点方程式の荷重項

	節点番号	荷重項
節点方程式	4	$-\frac{p_{w1}h_1}{12} + \frac{p_{w2}h_2}{12}$
	5	0
	6	0
	7	$-\frac{p_{w2}h_2}{12} + \frac{p_{w3}h_3}{12}$
	8	0
	9	0
	10	$-\frac{p_{w3}h_3}{12}$
	11	0
	12	0

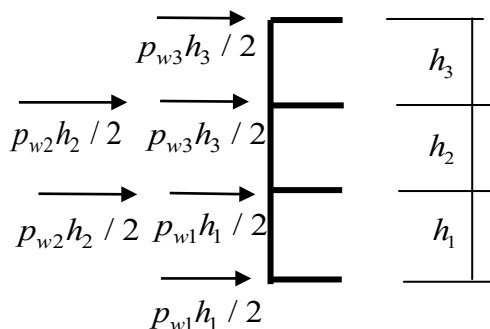


図5 分布水平荷重を等価な節点荷重に変換