

が当該階の剛性率 R_s である。式で表現すれば、

$$\begin{cases} r_s = \frac{h}{\delta} \\ \bar{r}_s = \frac{\sum r_s}{n} \\ R_s = \frac{r_s}{\bar{r}_s} \end{cases} \quad (6.2-1)$$

ここで、 h ：当該階の階高

δ ：一次設計の地震力の作用時に当該階に生じる層間変位

n ：地上部分の階数

- 5 剛性率は各階の水平方向への変形のしにくさが、建築物全体のそれと比べてどの程度大きいか、小さいかを示す。この値が1.0より大きくなるほど、その階は建築物全体からみて変形しにくい(相対的に剛性が大きい)階であり、1.0より小さな値になるほど変形しやすい(相対的に剛性が小さい)階であることを示す。剛性率の特に小さい階を含む建築物の地震時の振動性状は、その階に地震のエネルギーが集中し過大な水平変形が生じる(図6.2-3)。本規定では、これまでの地震被害の事例を勘案し、階ごとの相対的な変形のしやすさを一定の範囲に抑えるために剛性率0.6以上としている。

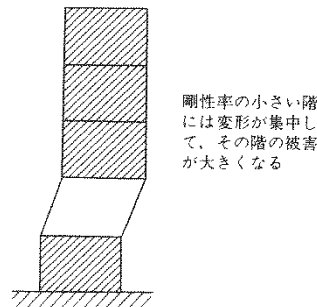


図6.2-3 剛性率の特に小さい階への損傷の集中

- 20 剛性率の計算に当たっては、令第82条の2で計算した層間変形角の数値を用いることとされているが、この数値は部材ごとに求めることとされているため、どの数値を用いるかが問題となる。この基準は、平19国交告第594号第3第二号において定められている(4)参照。

- (3) 建築物の各階において、耐震上有効な要素である壁、柱等の平面的な配置が悪いと、地震時にねじれ振動を生じ、大きな損傷を受けるおそれがある。そこで、第二号ロでは、そのねじれ振動の生じやすさを表す指標として、各階の e (偏心距離)を r_e (弾力半径)で除した値を偏心率 R_e と定義し、ねじれ振動を生じにくくするために偏心率0.15以下とすることを定めている。

1) 偏心率の意味

図6.2-4に示すように、地震力は階の重心に作用する。

このため、重心と剛心の位置が一致しないと、建築物は水平方向に変形するほか剛心周りに回転する。重心と剛心との距離の大きい(偏心の大きい)建築物にあつては、建築物の隅部で部分的に過大な変形を強いられる部材が生じ、それらの部材に損傷が生じる可能性が高くなる。

偏心率は、重心と剛心の偏りのねじり抵抗に対する割合

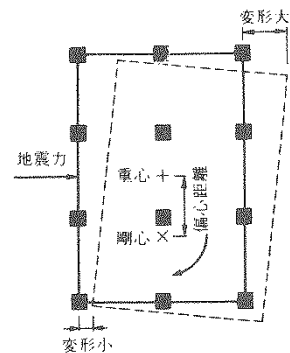


図6.2-4 偏心の大きい建築物

として定義され、その数値が大きいほど偏心による影響が大きいことを表している。

2) 偏心率の計算方法

偏心率 R_e は、建築物の各階各方向別にそれぞれ考える。その計算方法を以下に説明する。まず、建築物の一つの階について、その方向及び偏心距離を図6.2-5のようにとる。座標の原点はどのようにとってもよいが、ここでは平面の左下隅を原点にとる。なお、剛節架構や耐震上有効な壁等の鉛直部材は、 X 、 Y 直交グリッド上に配置されているものとする。

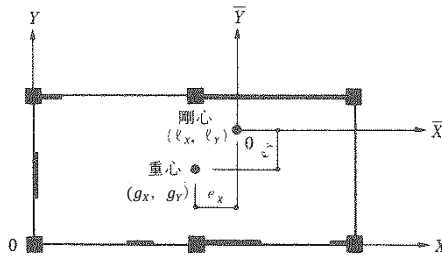


図6.2-5 ねじれに関する記号

① 重心

重心は、地震時においてその層に作用する層せん断力の合力点として求めるべきであるが、略算的には以下に示す方法によることができる。

各階において、鉛直力を支持する柱等の構造耐力上主要な部材に生じる長期荷重による軸力 N 及びその部材の座標 X 、 Y から計算する。重心の座標を g_x 、 g_y とすると、

$$\begin{cases} g_x = \frac{\sum(N \cdot X)}{W} \\ g_y = \frac{\sum(N \cdot Y)}{W} \\ W = \sum N \end{cases} \quad (6.2-2)$$

と得られる。ここで、記号 Σ は鉛直荷重を支持する柱等についての和をとる。

ただし、各階とも、固定荷重、積載荷重等が平面的に偏りがなく一様に分布している場合には、重心は図心と一致することとしてもよい。

② 剛心

剛節架構、耐力壁等の耐震要素の計算方向 (X 方向及び Y 方向) の水平剛性を K_x 、 K_y 、その座標を X 、 Y とすれば、各階の剛心座標 l_x 、 l_y は下式より得られる。

$$\begin{cases} l_x = \frac{\sum(K_y \cdot X)}{\sum K_y} \\ l_y = \frac{\sum(K_x \cdot Y)}{\sum K_x} \end{cases} \quad (6.2-3)$$

ここで、記号 Σ は X 方向又は Y 方向に有効な耐震要素について和をとる。各耐震要素の座標 X 、 Y はそれらの要素の図心の座標をとってよい。

また、 D 値法による場合は、各部材の D 値 (D_x 、 D_y) より、水平剛性を $K_x = D_x$ 、 $K_y = D_y$

として求めることができる。

③ 偏心距離 e

偏心距離 e は、重心及び剛心の座標から次式のように計算される。

$$\begin{cases} e_x = |\ell_x - g_x| \\ e_y = |\ell_y - g_y| \end{cases} \quad (6.2-4)$$

④ ねじり剛性

5 各階の剛心周りのねじり剛性は階ごとに一つ求められる。剛心周りに計算を行うので、座標の平行移動により剛心を座標原点とすることにする。新しい座標系を \bar{X} 、 \bar{Y} とすれば、各耐震要素の座標は、

$$\begin{cases} \bar{X} = X - \ell_x \\ \bar{Y} = Y - \ell_y \end{cases} \quad (6.2-5)$$

と表示される。剛心周りのねじり剛性 K_R は、

$$K_R = \sum (K_X \cdot \bar{Y}^2) + \sum (K_Y \cdot \bar{X}^2) \quad (6.2-6)$$

10 により求められる。記号 Σ は、 X 方向及び Y 方向それぞれに有効な耐震要素について和をとる。なお、この (6.2-6) 式がねじり剛性の計算の方法として、平19国交告第594号第5において定められている ((5)参照)。

⑤ 弾力半径 r_e

X 、 Y 方向検討時の弾力半径 r_e (r_{ex} 及び r_{ey}) は、次式で与えられる。

$$\begin{cases} r_{ex} = \sqrt{\frac{K_R}{\sum K_X}} = \sqrt{\frac{\sum (K_X \cdot \bar{Y}^2) + \sum (K_Y \cdot \bar{X}^2)}{\sum K_X}} \\ r_{ey} = \sqrt{\frac{K_R}{\sum K_Y}} = \sqrt{\frac{\sum (K_X \cdot \bar{Y}^2) + \sum (K_Y \cdot \bar{X}^2)}{\sum K_Y}} \end{cases} \quad (6.2-7)$$

⑥ 偏心率 R_e の計算

15 X 、 Y 各方向に対する偏心率 (R_{ex} 及び R_{ey}) は、

$$\begin{cases} R_{ex} = e_y / r_{ex} \\ R_{ey} = e_x / r_{ey} \end{cases} \quad (6.2-8)$$

によって求められる。偏心距離 e_x 、 e_y の添字が検討方向と逆になっていることに注意する。

告 示 平19国交告第594号第3・第5

第3 地震力によって各階に生ずる水平方向の層間変位の計算方法

一 (略)

二 前号の規定にかかわらず、令第82条の6第二号イの規定に従って剛性率を計算する場合における層間変形角の算定に用いる層間変位は、各階において当該階が計算しようとする方向のせん断力に対して一様に変形するものとして計算した水平剛性の数値に基づき計算するものとする。ただし、特別な調査又は研究によって建築物の層間変位を計算した場合にあっては、この限りでない。

第5 各階の剛心周りのねじり剛性の計算方法

令第82条の6第二号ロの各階の剛心周りのねじり剛性は、当該階が計算しようとする方向のせん断力に対して一様に変形するものとして計算した水平剛性の数値に基づき、次の式によって計算した数値とする。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき各階の剛心周りのねじり剛性を計算した場合にあっては、この限りでない。

$$K_R = \sum(k_X \cdot \bar{Y}^2) + \sum(k_Y \cdot \bar{X}^2)$$

この式において、 K_R 、 k_X 、 \bar{Y} 、 k_Y 及び \bar{X} は、それぞれ次の数値を表すものとする。

K_R 剛心周りのねじり剛性（単位 ニュートンメートル）

k_X 令第82条の2に規定する構造計算を行う場合における各部材の張り間方向の剛性（単位 1メートルにつきニュートン）

\bar{Y} 剛心と各部材をそれぞれ同一水平面上に投影させて結ぶ線をけた行方向の平面に投影させた線の長さ（単位 メートル）

k_Y 令第82条の2に規定する構造計算を行う場合における各部材のけた行方向の剛性（単位 1メートルにつきニュートン）

\bar{X} 剛心と各部材をそれぞれ同一水平面上に投影させて結ぶ線を張り間方向の平面に投影させた線の長さ（単位 メートル）

(4) 本告示第3第二号では、剛性率を求める際に必要な層間変位の計算方法を規定している。(2)に示すとおり、剛性率は階ごとの変形のしやすさに着目した制限であるので、剛性率を求める際には、各階における平均的な剛性として並進架構(各階が水平力作用時にねじれを生じず、かつ、構面の水平変形がそれぞれ同一となるような架構をいう)を想定した数値を採用することを規定している。床の一部に大きな吹き抜けがある場合や床の面内剛性が小さく剛床仮定が成立することが確認できない場合など、この仮定により難しい建築物については、特別な調査又は研究によるものとして立体解析その他の各部材又は構面の変形を独立に計算できる方法（「立体解析等の方法」という。）に基づいて計算した剛心位置の層間変位を用いることができる。このときの剛性率は令第82条の2の層間変形角を計算した状態、すなわち一次設計の地震力作用時の応力を算定した状態で計算することができる。

鉄筋コンクリート造の場合、一次設計の地震力作用時の応力を求める際には、コンクリートのひび割れ等による剛性低下を考慮しない初期剛性を用いて求める場合と、剛性低下を考慮した剛性を用いて求める場合があるが、一次設計において前者により応力を求めた場合、剛性率も前者により計算し、一次設計において後者により応力を求めた場合、剛性率も後者により計算しなければならない。ただし、平19国交告第594号第1第二号に従い、構造耐力上安全となることを複数の仮定に基づき確認するような場合にはこの限りではない（例えば、一次設計の応力はひび割れ等を考慮しない初期剛性を用いて算出したが、剛性率の算定において、ひび割れ等を考慮しない初期剛性を用いて算出する値よりひび割れ等による剛性低下を考慮した剛性を用いて算出した値の方が小さいときに、小さい方の値を採用することは差し支えない）。

同様に、一次設計の地震力作用時に構造耐力上主要な部分と判断した部材からなる架構について剛性率を算定することが原則であるが、構造耐力上主要な部分でないと判断した部分についてもその剛性を無視することで危険を生ずるおそれのある場合にはそれを考慮して計算しなければならない。また、耐力壁下の基礎の回転変形についても、回転変形を考慮する場合と考慮しない場合の両者を検討することで、構造耐力上より安全側の計画とすることができる。なお、ピロテ

ィ階を有する建築物の場合、ピロティ階において直上の耐力壁を支持する柱の脚部に地盤のばねを設けると、階の剛性の差を実際より小さく評価してしまうおそれがあることから、そのような場合には地盤のばねを設けない状態で剛性率を検討する。

- (5) 本告示第5では、偏心率を求める際に必要なねじり剛性の計算方法を規定している。偏心率は、
5 (4)の、剛性率の計算に用いる層間変位の計算と同様に、並進架構を想定した計算方法を用いることが原則であるが、立体解析等の方法による場合など、剛床仮定が成り立つか否かによらず、一次設計の地震力の作用時の応力を算定した状態で計算することもできる。なお、剛床仮定が成り立たない場合であっても、ルート2を適用するためには偏心率を求め、0.15以下となることを確かめなくてはならない。(4)で例示されたコンクリートのひび割れ等による剛性低下の適用や、構造耐力上主要な部分でない判断した部分の扱い、基礎の回転変形なども同様に、必要に応じ複数の仮定を設けて検討する。

告示の式は(6.2-6)式と同じであり、剛節架構や耐力壁等の鉛直部材が直交グリッド上に配置されていることを前提としている。部材ごとの水平剛性は次の式によって計算してもよい。このとき、剛心の計算にもこの数値を用いる。ただし、立体解析の結果、ねじれ回転の影響により、
15 層間変位が0に近い値となる鉛直部材のあることが確認された場合には、部材の水平剛性を過大に評価するおそれがあることから、並進架構を想定した計算等によることとする。

$$\begin{cases} K_x = Q_x / \delta_x \\ K_y = Q_y / \delta_y \end{cases}$$

ここで、 Q_x 、 Q_y ：それぞれ当該鉛直部材の張り間方向及びけた行方向の負担せん断力

δ_x 、 δ_y ：それぞれ当該鉛直部材の張り間方向及びけた行方向の層間変位

なお、上述のとおり、(6.2-3)式による剛心及び(6.2-6)式のねじり剛性は、鉛直部材が直交グリッド上に配置された場合を考えている。剛心の定義はその点に層せん断力を作用させた場合にねじれ回転が生じず一様な水平変位が生じる点であり、剛心周りのねじり剛性の定義は剛心周りに単位の回転角を与えた場合のねじりモーメントである。斜め構面がある場合等で、鉛直部材
25 が直交グリッド上に配置されていない場合であっても、剛心及び剛心周りのねじり剛性は、前述の定義に合致するものでなければならない。この場合、斜め構面等では検討方向に層せん断力を作用させた場合に直交する方向にも応力が生じることに留意する。

6.2.4 保有水平耐力

政令 第82条の3

(保有水平耐力)

第82条の3 建築物の地上部分については、第一号の規定によつて計算した各階の水平力に対する耐力（以下この条及び第82条の5において「保有水平耐力」という。）が、第二号の規定によつて計算した必要保有水平耐力以上であることを確かめなければならない。

一 第4款に規定する材料強度によつて国土交通大臣が定める方法により保有水平耐力を計算するこ