

## 論文の内容の要旨

論文題目 木質構造住宅の偏心が応力分布に及ぼす影響

氏名 腰原 幹雄

木質構造住宅では、南側に開口部が集中し、北側に便所、浴室など壁面が多く配置される傾向にある。また、間口の狭い住宅では、1階部分を店舗や車庫に利用し耐力壁を配置できない建物が多い。これらの建物は、耐力壁の配置が極端にアンバランスになっており、その結果、偏心によるねじれから倒壊にいたることになる。

こうした、偏心建物では、剛性の低い構面に応力が集中することにより、予想外の大変形を生じさせることになる。本研究では、こうした偏心が、建物の各構面への応力分布に及ぼす影響を考察する。

図1のような、並進入力を受ける一層一軸偏心系 ( $L_x=364\text{cm}$ ,  $L_y=455\text{cm}$ ) を考える。このモデルを用いて、偏心建物に影響を及ぼす因子をパラメータとした、静解析、実大静加力実験、動解析、実大振動台実験を行い、偏心建物の応力分布を明らかにする。

評価の指標としては、剛性の低い構面への応力集中の度合を示す応力集中度  $\alpha_x$ 、両壁構面の荷重-変形曲線からそれぞれの構面の応力分布を算出する応力分布係数  $R$  を用いた。これらの係数が、弾性・弾塑性といった壁構面の履歴、静的・動的な効果の違いによって、どう変化するかによって、偏心が応力分布に及ぼす影響を評価する。

木質構造の壁構面の特徴として、剛性と耐力が比例関係にあり、壁構面では加算則が成立することがあげられる。このとき、それぞれの構面の荷重-変形曲線は、図2のような関係になる。

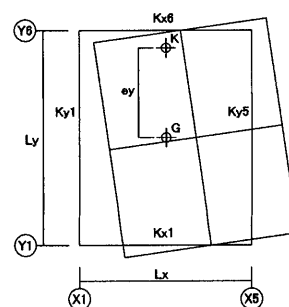


図1 一層一軸偏心系

このとき、応力集中率  $ax$  は、

$$ax = 1 + \frac{\sum Kx \cdot ey \bar{Y}}{K_R}$$

ここで、

$Kx$  : X方向の各耐力壁の剛性

$ey$  : 偏心距離

$K_R$  : ねじり剛性

と表される。

静的には直交方向壁構面が降伏しない範囲では、剛性の低い構面の応力集中率  $ax1$  は、加力方向両構面が降伏すると、弾性時の応力集中率より小さい塑性時応力集中率  $axy1$  に収束する。この応力集中率の低下率は、加力方向構面の降伏による並進剛性の低下に対する、ねじり剛性の低下の比に依存し、加力直交構面の剛性が高い場合には、応力集中率の低下率は大きくなる。

さらに、直交方向構面も降伏する場合、剛性の低い構面の応力集中率  $ax1$  は、塑性時応力集中率  $axy1$  から再び増加し、弾性時の応力集中率に収束する。

動的には、剛性の低い構面の、弾性時の静的弾性応力集中率  $ax$  に対する動的弾性応力集中率  $axd$ 、塑性時の静的塑性時応力集中率  $axy$  に対する動的塑性時応力集中率  $axyd$  の比は偏心率に比例し、以下のように表せる。

実地震波の入力に対して

弾性モデル  $axd1/ax1=0.5Rex+1.0$

弾塑性モデル  $axd1/axy1=1.0Rex+1.0$

よって、剛性の低い構面の応力集中率は、加力方向の塑性化に伴い減少し、動的効果により増加する。よって、本解析モデルの各応力集中率は、図4のようになる。

また、剛性の高い構面の応力集中率は、静的にも、動的にも  $ax6=axy6=axd6=axyd6=1.0$  を上限とする。

一方、応力分布係数は図5の勾配  $R$  にあたり、加力方向両構面が弾性域、塑性域、同じ状態であれば、

$$R = -\frac{Lx^2}{Ly^2} \cdot \frac{K}{2}$$

ただし、 $K/2=Ky1=Ky5$

と表せ、建物縦横比と直交方向構面の剛性だけで決まる。

静的応力分布係数  $R$  は、図6のように加力直交方向構面が降伏しない場合、加力方向壁構面が、両構面とも同じ状態にある場合（両構面とも弾性域、両構面とも塑性域）には、一定値を示す。

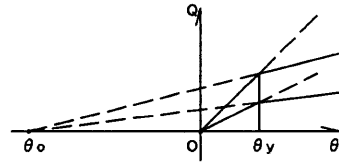


図2 加算則が成立する履歴

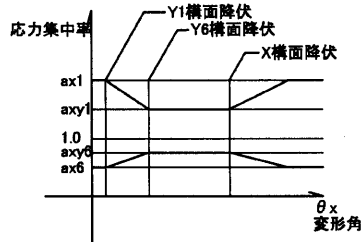


図3 応力集中率(静的弾塑性)

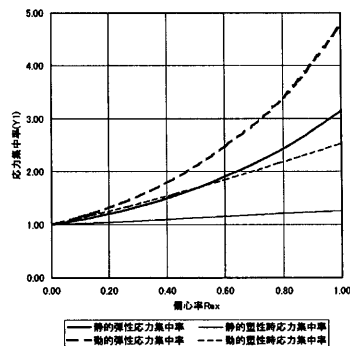


図4 応力集中率(動的弾塑性)

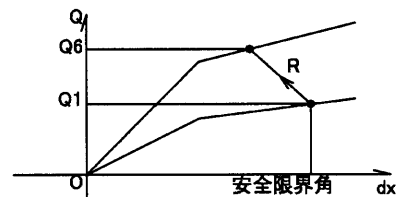


図5 応力分布係数

加力直交方向構面が降伏する場合には、応力分布係数は直交方向壁構面の剛性低下により急激に増加する。

動的応力分布係数  $R_d$  は、図 7 のように偏心率  $R_{ex}$  が大きくなるにつれ低下し、弾性モデルで

$$R_d = R_{ex} / 1.5 \times R$$

ただし、 $R$ ：静的応力分布係数

弾塑性モデルで

$$R_d = R_{ex} / 1.25 \times R$$

となる。また、動的にも、直交方向壁構面の剛性に比例する応力分布係数は、直交構面の降伏により急激に増加する。

このように偏心率の大きさによる応力集中度  $ax$ 、応力分布係数  $R$  の弾塑性の影響、動的効果が明らかになった。

さらに、偏心建物の剛性の高い構面への補強、直交方向壁構面への補強が偏心建物に及ぼす影響、床剛性、減衰が、偏心建物に及ぼす影響を考察した。

剛性の高い構面への補強は、静的には補強によって、剛性の低い構面の荷重負担率が低下し、補強の有効性が示されたが、動的には、入力波、補強前の建物の偏心率により、必ずしも有効に働かず、むしろ剛性の低い構面への応力集中を促進する可能性がある。

直交方向壁構面への補強によるねじり剛性の増加は、剛性の低い構面への応力集中を低下させるのに有効で、動的には、加力方向の 2 倍程度の補強で効果が大きく現れる。逆に、直交方向壁構面の降伏などによる剛性の低下は、剛性の低い構面への応力集中を急激に増加させる。

床面のせん断剛性が小さい場合には、回転変形に比べ、せん断変形が大きくなり、各壁構面の負担荷重は、負担床面比に近くなる。これは、静的にも、動的にも同じ傾向がみられた。

建物の減衰の大きさが、偏心建物の応力分布に及ぼす影響は少なく、通常範囲内ではほとんど変化しない。

このように、加力方向 364cm×加力直交方向 455cm の一層一軸偏心モデルの静解析、実大静加力実験、動解析、実大振動台実験を通して、木質構造住宅の偏心が応力分布に及ぼす影響を考察した。主なパラメータによる影響は明らかになったが、偏心建物に影響を及ぼすパラメータは、まだ数多く残されている。本研究と同様に、これらのパラメータの影響をひとつひとつ解明していくことにより、建物の偏心が応力分布に及ぼす影響を正確に推定することが可能となるであろう。

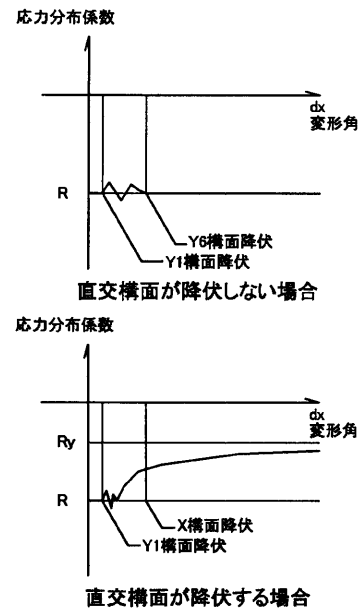


図6 応力分布係数(静的弾塑性)

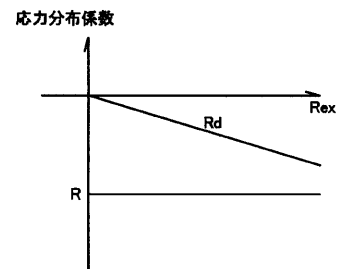


図7 応力分布係数(動的弾塑性)