

丸太組構法による3階建て建築物の開発 その3・偏心率に関する一考察

3階建てログハウス 偏心率 限界耐力計算
ねじり剛性 摩擦力 組積造

正会員 ○高岡 繭子*1 皆川 隆之*2 花井 勉*3
正会員 松下 勝久*2 大橋 好光*5

1 はじめに

前報では、丸太組構法による3階建て建築物について、実棟1棟目の設計に関して報告した。その後、実棟2棟目を設計し(図1)、その設計を通して、駐車場や南面など短いログ壁にはだぼを多く配置できないため、偏心率が0.15を超えやすいことが分かった。その場合、ねじれを考慮した安全限界時の検討を行っても、偏心率による形状係数 F_e によって外力を割増することが前提となっているため、耐力の釣り合いを成立させることが難しくなった。よって、偏心率を満足するために、短いログ壁にだぼを集中させることになり、結果、特に3連層するログ壁の引抜力が増加し、浮上り防止のための通しボルトや基礎の設計が厳しくなるという問題が生じた。

丸太組構法による建築物では、耐力壁はログ材を横積みし、ログ-ログ間をだぼで接合して構成する、いわゆる組積造である。ログ壁の水平抵抗機構は、まずログ-ログ間での摩擦力(各方向のせん断係数として0.15程度)を発揮し、ログ-ログ間が変形後、だぼのせん断抵抗が作用するため、初期では剛性が無限大となる(図2)。しかし、偏心率の計算では、直交方向の等価剛性を無限大には計算の都合上できないため、どの状態での値を用いるのかによってねじり剛性に大きく影響を与える。また、昭和55年建設省告示1792号では、「ただし、当該階の剛性率及び偏心率と形状特性との関係を適切に評価できる場合においては、当該算出によることことができる。」とある。

そこで、本報では、偏心率検討のための簡単なモデルとして、検討方向が1軸偏心で、直交方向が偏心なしとして設定し、直交方向のログ壁の等価剛性を数種類の変形角で算出して偏心率の推移を確認する。そして、固有値解析を行うことで、直交方向のねじり剛性について無限大と見なせる範囲を検討し、構造安全性を確認するとともに、丸太組構法(組積造)の偏心率について考察することを目的とする。



図1 丸太組構法による3階建て住宅

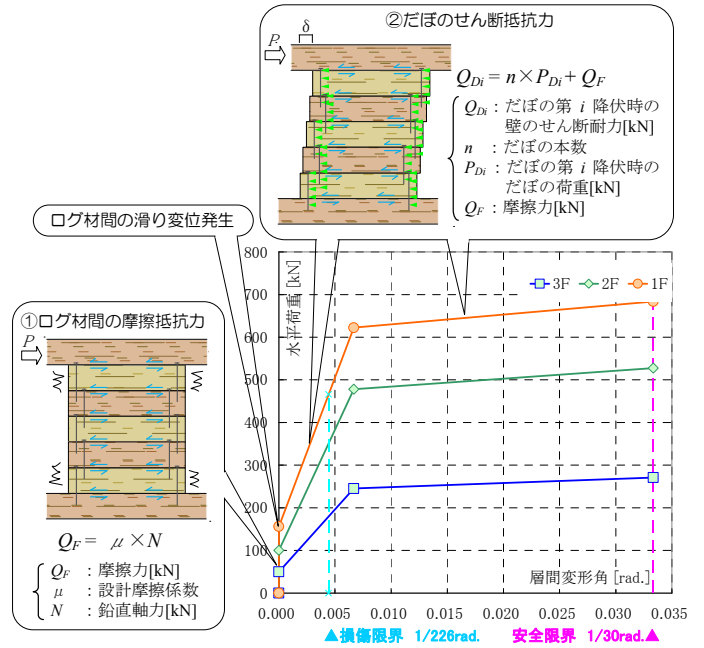


図2 ログ壁のモデル化

2 検討モデル

既往物件から南面や駐車場など偏心が大きい場合を想定した簡易な検討モデルを作成する。検討モデルのログ壁配置図を図3に示す。平面プランは、6m×6m(壁長さはノッチの出(350mm)を考慮して6.7m×6.7m)とし、重量偏心はないが、剛性はX方向(検討方向)の1軸偏心とする。高さは各階高さ3m、屋根は4寸勾配とし、各層と小屋裏には床面を配置する。固定荷重は実状に即した荷重値とし、床の積載荷重は地震力算出時及びログ壁負担軸力算出時ともに600N/m²として、各階とも $W=100$ kNとする。

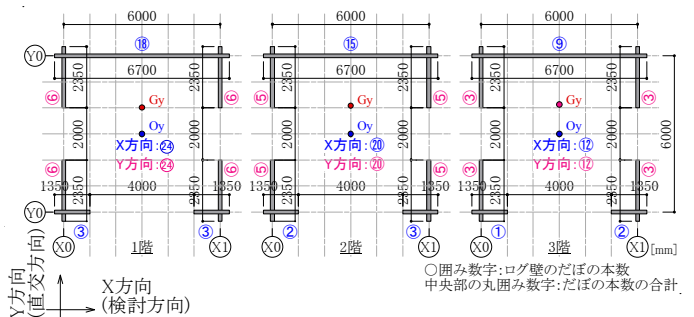


図3 ログ壁配置図

3 限界耐力計算

限界耐力計算では、損傷限界変形角 1/226rad.(だぼの許容耐力以下)、安全限界変形角 1/30rad.、地盤種別は第2種

の設計条件で行う。目標は、安全限界時には1層崩壊で、かつ、安全率が1割以上としてだぼの配置を決定する。X方向について、各層の骨格曲線と限界状態を図4に示す。安全率は、1.17となった(検定値0.86)。

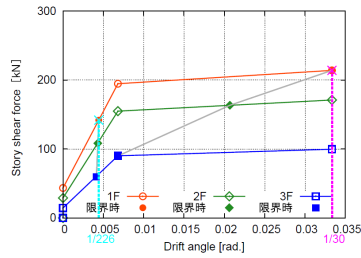


図4 層の骨格曲線と限界状態

4 解析シミュレーション

表1 検討方向の等価剛性

階	等価剛性 [kN/mm]	
	Y0	Y1
3	1.53	3.38
2	2.75	5.84
1	3.67	7.37

直交方向のログ壁の等価剛性を数種類の変形角で算出し、偏心率の推移を確認する。そして、固有値解析により、振動特性と捩れ挙動の変化を確認する。
 検討モデルの1階を図6に示す。検討方向(X方向)の1/250rad.時の等価剛性を表1に示す。また、直交方向(Y方向)の1/250rad.時から1/7000rad.時の11種類に変えた等価剛性を表2に示す。

表2 直交方向の等価剛性

階	上段:等価剛性[kN/mm] 下段:1/250rad.の等価剛性との比										
	1/250	1/500	1/1000	1/1500	1/2000	1/2500	1/3000	1/4000	1/5000	1/6000	1/7000
3	2.46	3.06	4.27	5.48	6.69	7.89	9.10	11.52	13.94	16.35	18.77
	1.00	1.25	1.74	2.23	2.72	3.21	3.70	4.69	5.67	6.66	7.64
2	4.30	5.50	7.92	10.34	12.75	15.17	17.59	22.42	27.25	32.09	36.92
	1.00	1.28	1.84	2.41	2.97	3.53	4.09	5.22	6.34	7.47	8.59
1	5.52	7.33	10.96	14.58	18.21	21.83	25.46	32.71	39.96	47.21	54.46
	1.00	1.33	1.99	2.64	3.30	3.96	4.61	5.93	7.24	8.55	9.87

4.1 偏心率

直交方向の1/250rad.時の等価剛性に対する比と偏心率の関係を図5に示す。直交方向の等価剛性が約5倍になると偏心率は0.15を下回り、10倍になると収束した。

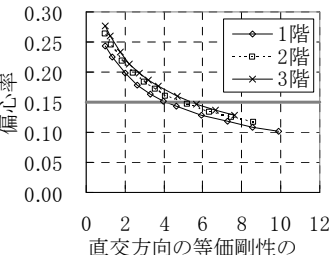


図5 直交方向ログ壁の等価剛性の1/250rad.時に対する剛性比と偏心率の関係

4.2 固有値解析

検討方向の1/3000rad.時の1次から3次までのモード図を図7に示す。1次固有振動数は1/250rad.時の1.99Hzから1/7000rad.時の2.07Hzとほとんど変化はなかった。また、有効質量比は1次で0.83~0.85、2次で0.13~0.15、3次で0.04~0.05程度であった。

1次の固有ベクトルより、1階の重心位置と縁端部の増幅率

を求め、直交方向ログ壁の1/250rad.の等価剛性に対する比と並進に対する並進+捩れの比の関係を図8に示す。曲線は並進に対する並進+捩れ($\theta \times l_{max}$)の比が1.0の漸近線に近づき、直交方向ログ壁の等価剛性が1/250rad.時の等価剛性の約10倍になると捩れの影響はほとんどなくなった。

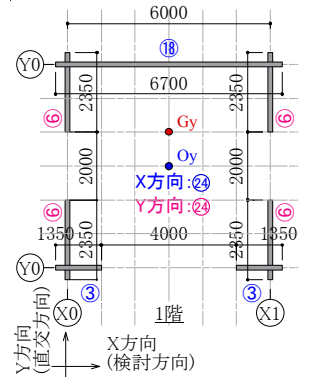


図6 検討モデル(1階)

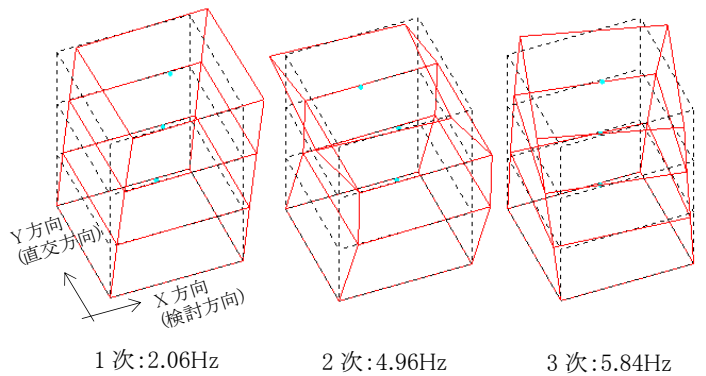


図7 検討方向(X方向)の1次から3次モード

5 おわりに

解析シミュレーションにより、直交方向の等価剛性が約5倍になると偏心率は0.15を下回り、10倍になると収束した。

固有値解析により直交方向の剛性が損傷限界時の約10

倍程度と設定すると、ねじれ挙動が小さくなった。これが実挙動を示していると考えられ、この直交方向の等価剛性をこの程度に設定するのが妥当だと思われる。ただし、剛床モデルのため、仮定が成立する床の仕様としなければならない。

また、2方向(45度)の入力については、ログ壁の摩擦係数は約0.3あり、損傷限界地震動($C_0=0.2$ 相当)では摩擦力のみで釣り合うため、問題ないと考ええる。

今後は、偏心率と形状係数 F_e の適切な設定の可能性について、平面形状のパラメータを変え、また、重量及び剛性偏心ではなく、耐力偏心についての検討が必要である。

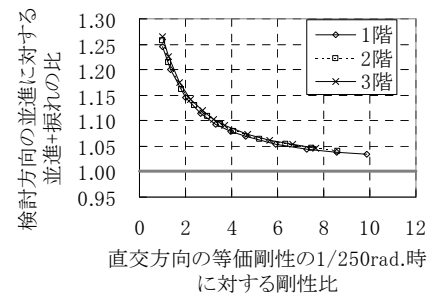


図8 直交方向ログ壁の等価剛性の1/250rad.時に対する剛性比と検討方向の並進に対する並進+捩れの関係

*1 フリーランス, 修士(工学)

*2 (株)えびす建築研究所

*3 (株)えびす建築研究所 代表取締役・博士(工学)

*4 (株)フェニックスホーム

*5 東京都市大学 教授・工博

Freelance, Mr. Eng

Ebisu Building Laboratory Co.

President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.

Phoenix home Co.

Prof., Tokyo City Univ., Dr. Eng.