

23. 伝統木造建築物の偏心挙動に関する研究

0910920022 堀智之
指導教員 藤井大地 教授

床剛性 壁剛性 偏心率

1. はじめに

我が国の伝統的な木造建築は、在来軸組構法を主要な構法として育まれてきたが、このような木造建築は、構法の複雑さゆえに、構造力学的な解析が難しく、詳細な構造解析がなされず、あいまいなままにされてきた。平成 19 年の改正基準法以来、伝統構法の建物は確認申請の受付や工事の着工が減少し、危機的状況に置かれている。そこで平成 20 年度「伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験」検討委員会が設けられ、伝統構法の木造建築物の設計法の確立をめざして設計法の検討がおこなわれている。現在の木造住宅と伝統木造建築物の違いとして床が剛であるかの違いがあげられる。現在の木造住宅では床がある程度、剛であるのに対し伝統木造建築物では床が安定せず地震力などの外力を受けると床が変形してしまいそれぞれの鉛直構面（柱や壁）が違う動きをしてしまう。

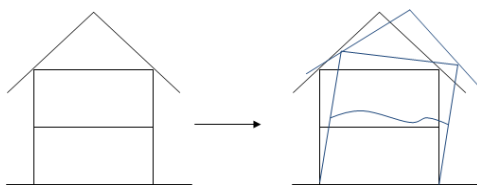


図 1 伝統木造建築物

図 1

図 2 床が動く

図 2

本研究では床と壁の剛性のバランスが建物の偏心にどのような影響があるのかを解析により把握し木造建築物の伝統的構法の新たな設計法を考案することを目的としている。

2. 解析方法

本研究の解析では、バネを有するはりの要素の曲げ剛性マトリックスおよび軸方向マトリックスを用いて、骨組み全体の剛性マトリックス $[K]$ を組み立て、質量に関しては、集中質量系とした質量マトリックス $[M]$ を組み立て、骨組み全体の運動方程式を次式のように定式化する。

$$[M]\{\ddot{\mathbf{d}}\} + [C]\{\dot{\mathbf{d}}\} + [K]\{\mathbf{d}\} = -[M]\{\mathbf{1}\}\ddot{a}_0 \quad (1)$$

ここに、 $\{\mathbf{d}\}$ は骨組の全節点の変位ベクトルを表し、 $[M]$ は集中質量系とした場合の質量マトリックス、 $[C]$ は減

衰マトリックス（レイリー型減衰）、 $\{\mathbf{1}\}$ は成分がすべて 1 の列ベクトル、 \ddot{a}_0 は地動加速度である。

3. 解析モデル

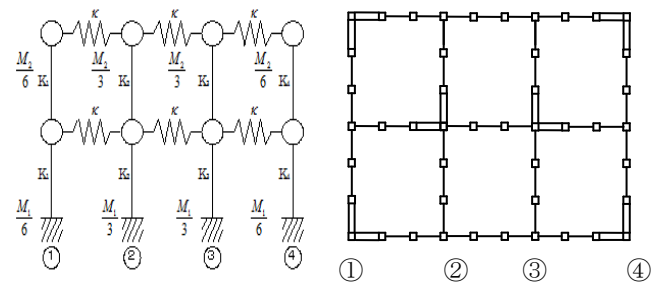
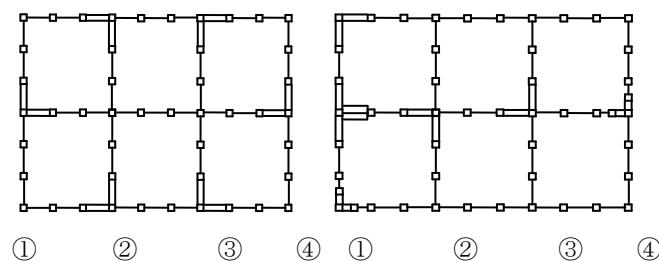


図 3 立面図

図 4 パターン 1



①

②

③

④

①

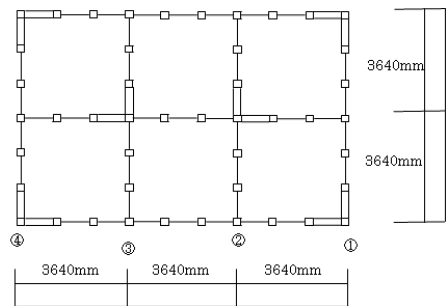
②

③

④

図 5 パターン 2

図 6 パターン 3



壁剛性は実寸の土壁実験により 1 枚につき 266.63kN/m とする。床剛性については 100kN/m を基準に、6.25 kN/m、12.5 kN/m、25 kN/m、50 kN/m、100 kN/m、200 kN/m、400 kN/m、800 kN/m、1600 kN/m、100000000 kN/m（剛床）とした時のパターン 1、パターン 2、パターン 3 をそれぞれ解析する。パターン 1 の構面①④には壁が二枚入っているため、壁剛性 $266.63\text{kN/m} \times 2 = 533.26\text{kN/m}$ となる。構面②③には一枚なので 266.63kN/m。パターン 2 の構面①④は壁が一枚のため壁剛性は 266.63kN/m。構面②③に

は二枚なので $266.63 \times 2 = 533.26 \text{ kN/m}$ 。パターン 3 は方側の構面に壁が集中しているバランスの悪いモデル。構面①に 3.5 枚、構面②③には一枚、構面④には壁が 0.5 枚入っている。よって構面①は 933.2 kN/m 。構面②③は 266.63 kN/m 。構面④は 133.3 kN/m 。層 2 階，土壁使用の木造住宅。1 階 2 階の質量 $M1, M2$ は 10.5 ton ， 12.7 ton の 1 質点系モデルとする。

4. 入力地震波

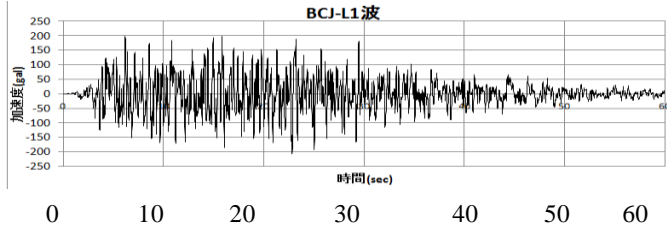
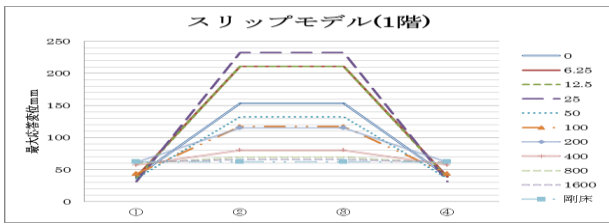


図 7 入力地震波

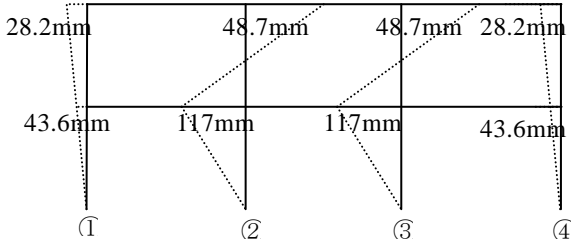
解析に用いた入力地震波を図 3 に示す。最大加速度 200 gal の地震波を 60 秒間計測。

5. 解析結果

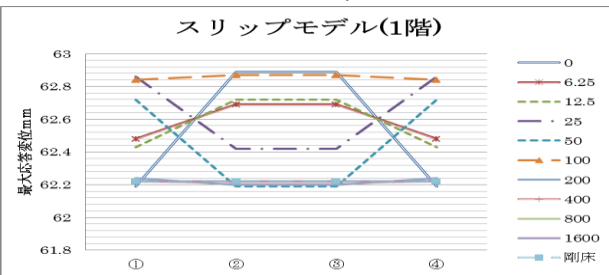
パターン 1 (偏心率 $R_{ex}=0, R_{ey}=0$)



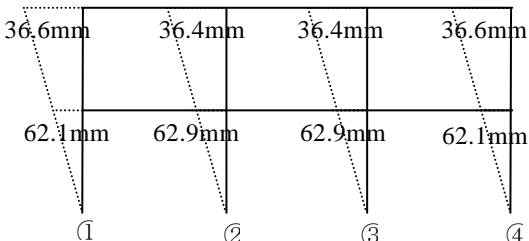
床剛性 100 の最大変位



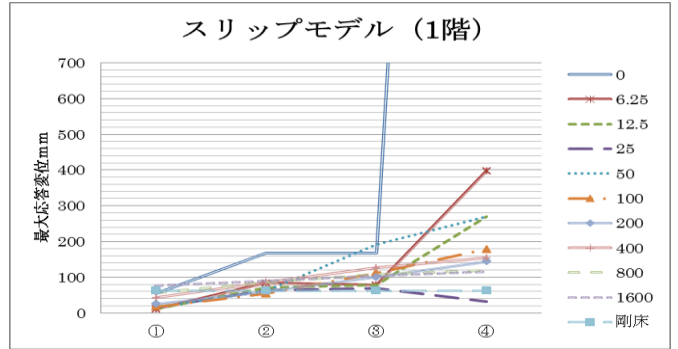
パターン 2 (偏心率 $R_{ex}=0, R_{ey}=0$)



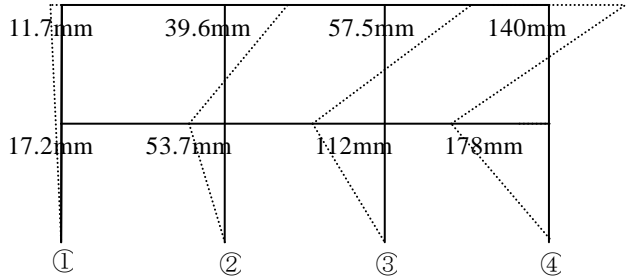
床剛性 0 の最大変位



パターン 3 (偏心率 $R_{ex}=0.08, R_{ey}=0.75$)



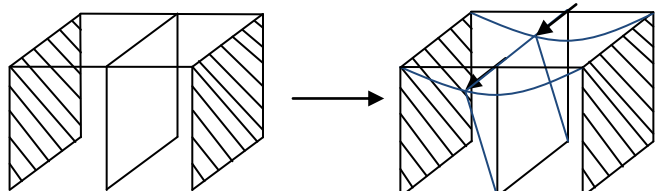
床剛性 100 の最大変位



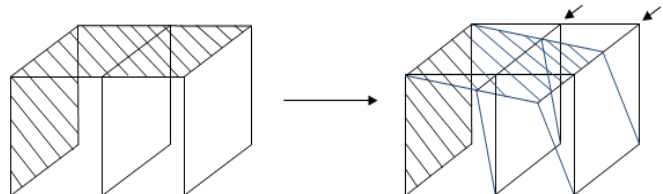
6. 結論

1. 壁の配置数が同じであれば変位は同じになる。パターン 1, 2, 3, の結果から壁，剛性があるものが多いほど床剛性が低くても建物は安定し各構面の変位は小さくなる。

2. 斜線が入っている部分が剛性の高い部分とする。下図のような床と壁の剛性バランスで地震力を与えると床と真ん中の壁が変形してしまう。このように、剛性が低い部分だけの変形が大きく高い部分の変形が小さいと床と壁のバランスが良いと言える。



逆に、左側の壁と床の剛性が高く、真ん中、右側の壁の剛性が低い。このように剛性バランスが悪ければどのような動きをするのだろうか？



この場合真ん中、右側の壁が大きく変形するだけでなく、大きく変形してしまう。剛性バランスが悪ければ、いくら剛性が高くても変形してしまう。

3. よって床と壁の剛性のバランスが偏心率に大きく影響することがわかる。

7. 参考文献

1) Excel で解く構造力学，藤井大地著，丸善出版，2003 年 8 月