

ALCブロックを用いた組積体の材料特性と組積壁の面内せん断性状に関する実験的研究
その8. モード合成法による柔床建築物の挙動

正会員 ○高島 健史^{1*} 同 皆川 隆之^{2*}
同 中田 信治^{3*} 同 中村 亮太^{2*}
同 飯田 秀年^{2*} 同 花井 勉^{4*}

組積造 ALC 木造床
柔床 固有値解析 モード合成法

1. はじめに

現在筆者らが想定している ALC ブロック組積体を用いた建物は、既往の組積造のように頑強な臥梁や水平構面を有するものではない。例えば壁頂部に木材 (120mm 角) の頭つなぎを配し、床面は一般的な木造住宅に用いられる構造用合板床である。ここで懸念されるのは、頑強な臥梁を有しないため臥梁による曲げ戻し効果が期待できず、耐力壁は基礎からの片持ち壁となることと、剛床仮定の成立がほぼ期待できないということである。剛床が成立しない建物の簡易な設計法として、通り間に存在する重量を両通りに分配し、各通りの耐力壁剛性から各々の変位量を求めることが考えられる (以下、「簡易分配法」という)。本報では、鉛直構面に比べて面内剛性の小さな水平構面を有する建物 (柔床建物) の 1 層多質点平面モデルにて、床及び偏心の有無をパラメータとした解析モデルを設定し、固有値解析を行いモード合成法 (SRSS) により各質点の変位を求める。結果より、簡易分配法の妥当性について考察する。

2. モード合成法による応答解析

2.1 検討モデルの構成要素

検討モデルを図 1 に示す。

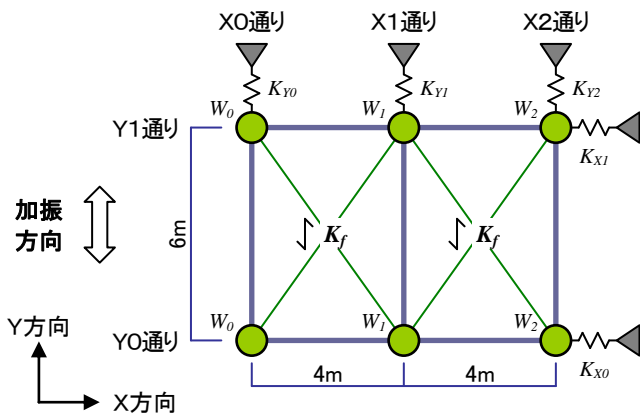


図 1 検討モデル

検討モデルは X 方向 2 スパン、Y 方向 1 スパンの 1 層平面モデルで、各通りの交点に質点を、各通りの端部に鉛直構面の水平剛性に相当する軸ばねを、水平構面の水平剛性に相当するブレース要素を配置した。加振方向は

Y 方向とした。解析のパラメータとしては、鉛直構面の剛性に対する水平構面の剛性の比 (以下、「床剛性比 α 」又は「 α 」) と偏心率とした。

2.2 床剛性比 α の設定について

想定する建物の床は構造用合板床である。文献²⁾では、厚さ 28mm の構造用合板による根太なし、床長さ 1.82m、川の字打ち床面の面内剛性 (実験による平均値) は $K_r=0.70 (\times 10^3 \text{ kN/rad})$ と示されている。Kr を長さ 6m 奥行き 4m の床の場合の水平剛性に直すと $K=600/182 \times 0.70 \times 10^3 / 400 = 5.77 \text{ kN/cm}$ となる。例えば、高さ 3m、長さ 2m の水平剛性が小さい壁で構成された場合、壁の水平剛性は 118kN/cm なので $\alpha=0.05$ となる。

検討モデルでは 2 つの床面を設定しており、各々の床の水平剛性 k_f は鉛直構面の水平剛性合計値の $0.5 \times \alpha$ 倍 ($K_f = 0.5 \cdot \alpha \cdot \sum K_{Yi}$) とする。

α は、柔床及び一般的に剛床と考えられるもの¹⁾に加え、完全剛床と考えられるものを設定した (表 1)。

表 1 床剛性比 α

タイプ	柔床	一般的に剛床	完全剛床相当
α	0.01, 0.05, 0.10	1, 3	100

2.3 質点の重量、軸ばね及び偏心率について

質点の重量は平面 4 隅に各 1kN、残り 2 箇所各 2kN の計 8kN とした。想定建物は中地震時 ($C_0=0.2$) における設計クライテリアとして層間変形角 $\gamma \leq 1/1500 \text{ rad}$ を設定しているが、実際のプランでの耐力壁の剛性を踏まえ、本検討モデルでは $\gamma=1/3000 \text{ rad}$ (階高 300cm で水平変位 $\delta=0.1 \text{ cm}$) となるよう、各方向軸ばねの合計値 16kN/cm を設定したものである (1 次周期 0.14 秒)。

なお、偏心率については偏心なし及び偏心率 0.3 (剛性偏心及び重量偏心) の計 3 種類を考えることとした。

質点重量、軸ばね及び偏心率の一覧を表 2 に示す。

2.4 節点変位算定の概要

設定したモデルにて固有値解析を行った。算定次数は累積有効質量比が十分な 5 次までとし、SRSS により節点変位を求めた。変位応答スペクトルは、告示稀地震時の応答スペクトルとした (各モード共に $h=3\%$)。

2.5 解析結果

偏心率の違いごとに、X0, X1, X2 通りのモード合成法

Experimental Study on Material Properties and In-plane Shear Behavior of Masonry Walls Using ALC blocks
(Part8: Behavior of soft floor building by SRSS)

TAKASHIMA Kenji, MINAGAWA Takayuki,
NAKATA Shinji, NAKAMURA Ryota,
IIDA Hidetoshi, HANAI Tsutomu

による最大応答変位を図 2 に示す。なお、値は $C_0=0.2$ の場合の応答に相当するように基準化している。併せて簡易分配法によって算定した変位も示している。

1) 偏心なしモデルの場合

完全剛床モデル ($\alpha=100$) では、全ての通りがほぼ同じ最大変位となった。最大変位は小さく、2.3 で設定した通りの約 0.1cm (1/3000rad) であった。

柔床モデル ($\alpha=0.01\sim 0.1$) では、床面によるせん断力の伝達が殆どないため、X1 通りの負担せん断力は X0、X2 通りの 2 倍程度になっているものと考えられる。その結果、建物平面は矩形を保てず、 $\alpha=100$ モデルの変位に対して、X2 通りの変位量が 1.5 倍程度、X0、X1 通りの変位は半分程度となった。

一般的な剛床モデル ($\alpha=1, 3$) は、文献¹⁾ の記述と整合した完全剛床に近い挙動であった。

2) 重量偏心モデルの場合

床面の剛性に関わらず、各通りの変位は概ね直線状に並んでおり、柔床モデルも完全剛床モデル良く似た変位だが、床の面内応力状況には違いがあると考えられる。

3) 剛性偏心モデルの場合

完全剛床、一般的剛床モデルは、各通りの変位が直線状に並んでおり、剛床の挙動をしていることが確認できた。柔床モデルでは、各通りの変位が直線状に並ばないという柔床の特徴が現れる結果となった。

4) 床面の面内せん断変形角

最も通り間の変異差が大きかったのは剛性偏心 $\alpha=0.01$ の Y0-Y1 間で、各変位は 0.026cm、0.169cm である。両通りが逆位相で前記変位となった場合の床面のせん断変形角は、 $(0.026+0.169)/400=1/2051$ rad となり、一般の木造床の許容変形角 (1/150rad 程度) に比べて非常に小さい。

2.6 簡易分配法との対応

図 2 に示すように、簡易分配法とモード合成法 (柔床) の変位の傾向はよく一致する。今回の想定建物では、床が $\alpha=0.05$ 程度までは偏心の影響も小さく、設計に簡易分配法を用いることは妥当といえる。

3. まとめ

- ALC 組積造のような壁に対して床が十分柔らかい場合の設計法として簡易分配法を用いることの妥当性を、床剛性等をパラメータとした解析により検証し以下の知見を得た。
- 柔床の場合、通り間の変形の差=床面のせん断変形角が過大になることが懸念されるが、各通りの層間変形角を 1/1500rad 以下に抑える設計では床面に生じるせん断変形角は非常に小さい。
- 柔床建物においては、概ね各通りの負担重量と壁剛性の関係により実用的な精度で変位が推測できるため、偏心率は重要な指標ではない。
- $\alpha=0.05$ 程度までの範囲は偏心の影響も小さいため、設計に簡易分配法を用いることは妥当である。
- 検討建物のような柔床モデルにて時刻歴応答解析を行うと、床のせん断変形による減衰の付加や高次モード間の減衰により応答変位が小さくなることが期待できる。今後は、実験及び解析により床-壁接合部特性を考慮して、レベル 2 地震動までの挙動を確認していく所存である。

1) 飯星他：Seismic Shear Response of Slab with Distributed Mass, 2012 年建築学会大会梗概集, B-3, pp973-974

2) 日本住宅・木材技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (2008 年版)

表 2 質点重量、軸ばね及び偏心率

	通り	壁剛性 (kN/cm)	通り負担重量 (kN)	偏心率
偏心なし	X0	$K_{Y0}=5.3$	$2 \cdot W_0=2.0$	0.0
	X1	$K_{Y1}=5.3$	$2 \cdot W_1=4.0$	
	X2	$K_{Y2}=5.3$	$2 \cdot W_2=2.0$	
重量偏心	X0	$K_{Y0}=5.3$	$2 \cdot W_0=3.9$	0.3
	X1	$K_{Y1}=5.3$	$2 \cdot W_1=2.8$	
	X2	$K_{Y2}=5.3$	$2 \cdot W_2=1.3$	
剛性偏心	X0	$K_{Y0}=8.0$	$2 \cdot W_0=2.0$	0.3
	X1	$K_{Y1}=5.0$	$2 \cdot W_1=4.0$	
	X2	$K_{Y2}=2.9$	$2 \cdot W_2=2.0$	
共通	Y0	$K_{X0}=8.0$	-	0.0
	Y1	$K_{X1}=8.0$		

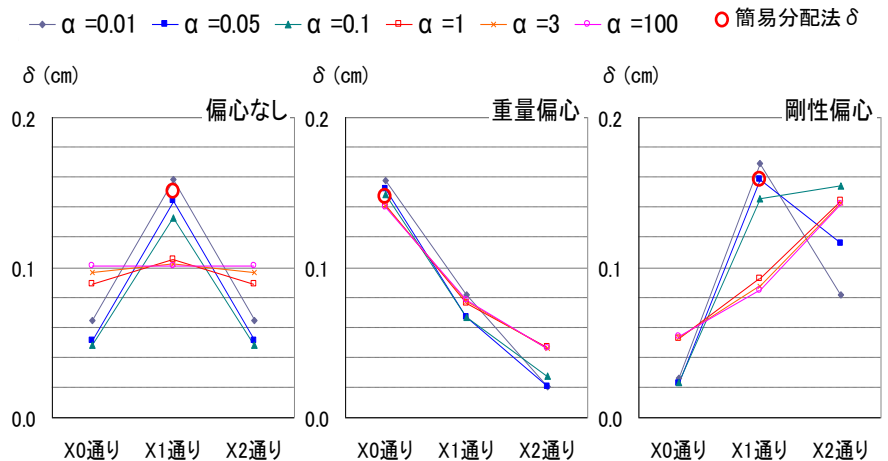


図 2 最大応答変位

1* 旭化成ホームズ 工修

2* えびす建築研究所

3* 旭化成ホームズ 工博

4* えびす建築研究所 工博

1* Asahi Kasei Homes, M. Eng.

2* Ebisu Building Laboratory

3* Asahi Kasei Homes, Dr. Eng.

4* Ebisu Building Laboratory, Dr. Eng.