

27. 形態創生手法を用いた制震建具の開発に関する研究

04168014 金政 智昭  
指導教員 藤井 大地 准教授

形態創生手法 位相最適化 制震 建具 摩擦ダンパー

1. はじめに

近年、建築基準法の改正や大地震の頻発などで、家屋の耐震補強への関心が高まっており、多くの耐震補強技術が開発されている。それに対して、藤井、原田らは、より効率のよい制震装置を開発するために、高い剛性を保ちつつ変形を拡大する骨組要素メカニズムの形態を創生する技術を開発した。それを藤井、谷澤ら<sup>1)</sup>は、連続体問題に応用し、スムーズな変形拡大をよりシンプルな形状で導きだすことに成功した。また藤井、池田ら<sup>2)</sup>は、そのプログラムで壁 900mm×900mm に対し制震機構を創生し、その解析結果を基に作成した模型による実験で、スムーズな挙動と変形拡大を確認することができた。しかし、既存建物の壁に制震装置を組み込むとすると時間や取り壊し費用がかかってしまう。

この問題に対し、川口淳ら<sup>3)</sup>は、図 1 のアルミ耐震ふすまの開発を行った。これは、激震時に被害が建物に生じても居住者に生存空間を確保するためのものである。

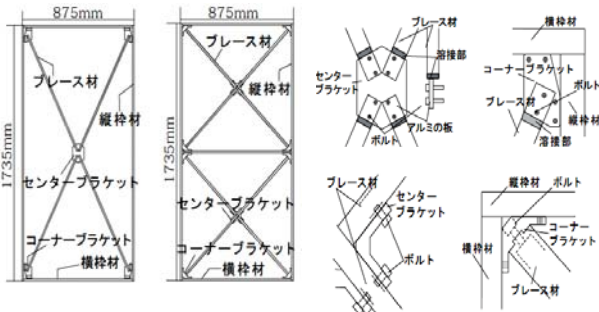


図 1 アルミ耐震ふすま

しかし、耐震構造は地震時に揺れの衝撃を直に受けてしまう。それに対し制震構造では、コスト面や性能面でバランスが良い。

そこで本研究では、高減衰を実現するシンプルで高効率な制震機構の創生を試み、これを応用した制震建具の開発を行う。

2. 機構創生ソフト

機構創生ソフトとは、制震装置の開発に利用するために開発されたものである。まず始めに、メッシュ生成機能を用いてデータを作成し、解析モデルを表示する。また、加力点、出力点の節点番号、出力点の絶対変位、加力点と出力点の相対変位等を、Excel シート上に直接入力する。

最適化計算は Fortran プログラムで行い、結果が Excel

に返される。図 2 は、結果の位相を示したものと、変位表示ボタンにより変形状態を表示した図である。



図 2 解析結果のグラフィックス表示と変位表示

3. 解析例と考察

機構の形態創生モデルとして、制震装置の開発を目的とし、図 3 左のふすま 1800mm×900mm の設計領域 A の問題について考え、制震機構を創生する。

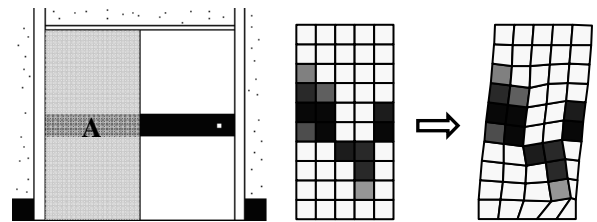


図 3 設計領域と解析例

図 3 右は解析例の一部である。このような長方形では似たような解析結果が多く、中間の変形拡大だけで効率が悪い結果となり、難しいと考えた。

そこで藤井、池田らが考案した 900mm×900mm を利用し、図 4 左の B ようにこれを 2 つ組み合わせることで建具に応用できると考えた。図 4 中と右は、解析結果と模型である。

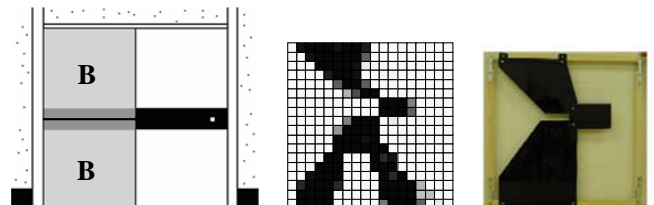


図 4 解析結果と模型

これにより、図 5 のオイルダンパーを用いた制震装置を考えた。しかし、このような装置では、リンク部分にコストがかかることと、ダンパーの減衰力を大きくすると、フレームやリンク部に過度の負担が加わることが問題となる。

そこで考えたのが図 6 の模型である。これは中央の部材をサイドの部材で挟むことによって図の丸の摩擦部分を増やし減衰させる方法である。

しかし、この状態では地震が来ても左右のどちらかにしか動かず戻ることができない。そこで考えたのが図 7 の上下にバネを取り付ける方法である。この模型では実験としてゴムを入れている。

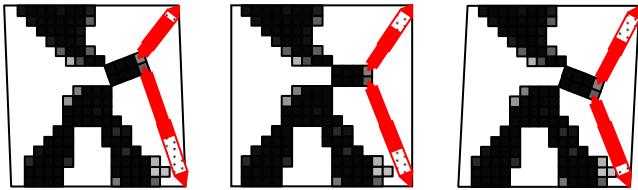


図 5 オイルダンパー

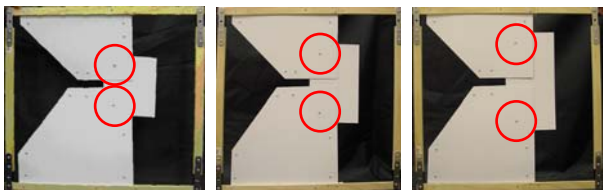


図 6 摩擦ダンパーの模型

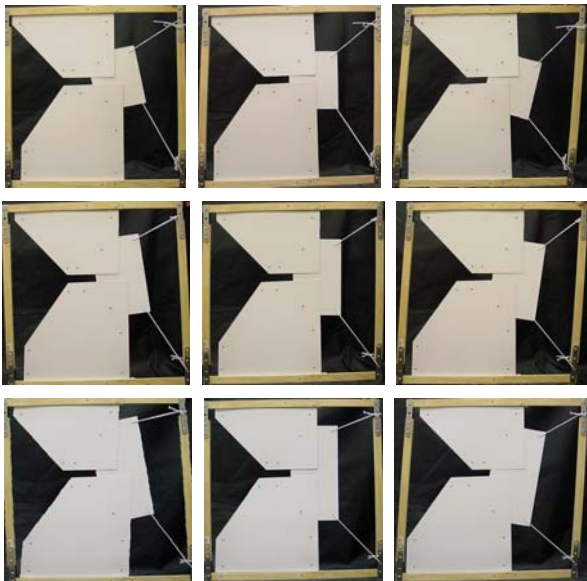


図 7 バネを取り付けた摩擦ダンパーの模型

図 6、図 7 での模型によりスムーズに挙動変形することがわかったので、中央の部材の幅や節点間距離を変えることで、2次元骨組解析により、変位量の変化を調べた。図 8 は変位倍率と節点間距離の関係を表した図である。

そして、この解析結果により変位倍率が 1.5 以上のものので、3 つの部材のバランスがよいものとして、節点間距離 125mm, 中央の部材の節点からの横の長さ 150mm, 変位倍率 1.61 のものを採用した。図 9 は、解析結果で、赤線が静止状態で青線が右に動く最大の状態である。

そしてこれらを元に作ったものが図 10 の模型である。

また、図 11 は摩擦ダンパーの部分の模型である。

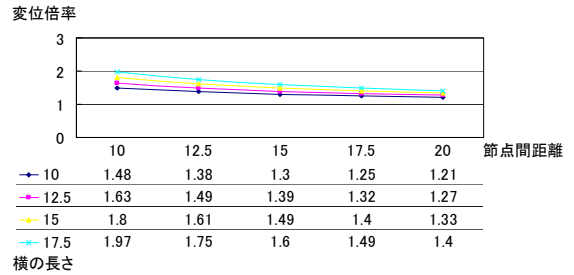


図 8 節点間距離-変位倍率関係

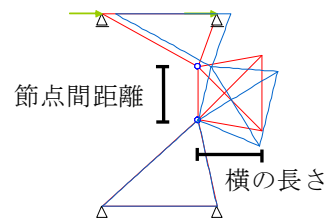


図 9 解析結果

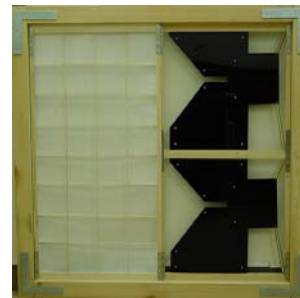


図 10 完成模型

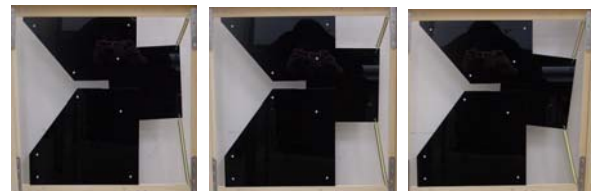


図 11 摩擦ダンパーの模型

#### 4. まとめ

本研究では、形態創生手法による制震建具の開発を行った。そして、解析結果や考案を元に作成した模型による実験で、スムーズな挙動と変形拡大が確認でき、建具に応用できることを確かめた。

#### 参考文献

- 1) 谷澤毅, 藤井大地, 連続体の位相最適化手法を用いた制震機構の創生, 日本建築学会学術講演梗概集 (関東), 構造口, p239-240, 2006, 9
- 2) 池田康助, 藤井大地, 形態創生手法を用いた制震機構の開発に関する研究
- 3) 植村朋代, 川口淳, et. al, アルミフレームを用いた建具型耐震部材の基礎的力学性状に関する実験的研究 (その 1), 日本建築学会大会学術講演梗概 (関東), p253-254, 2006, 9