

密集木造建物同士を特殊ダンパーで接合した場合の耐震補強効果

社会システム工学科 中田研究室 4年 1070508 笹岡信利
指導教員 中田慎介

1. はじめに

1-1. 研究の背景及び目的

1995年に発生した兵庫県南部地震では、甚大なる被害が報告されている。地震による死者の9割が、建物の倒壊による直接被害だった。また、死者が発生した建物の構造は、約9割が木造であり、特に建築基準法が改正される前（昭和56年以前）の木造家屋で被害が大きかった。

高知県でもマグニチュード8クラスの地震が30年以内に40%程度、50年以内には80%程度の確率で起こると予想されている。

以上を受け、本研究では密集木造地域での家屋の倒壊を防ぐことを目的とした。密集木造建物同士を特殊なダンパーで繋げた場合と単体での木造建物の場合とでは応答量の違いを調べた。

1-2. 研究の方法

まず特殊ダンパー（写真1）の圧縮、引張、せん断実験を行い材料強度を求める。そして隣接した二つの木造建物を特殊なダンパーで繋げて、二つの建物を一体化させた場合と、それぞれ単体の建物で動的解析した場合の応答量を比較するため既存の木造建物を質点系に置き換え動的解析を行う。

2. 特殊ダンパー

2-1. 材質

このダンパーは性質がゴムでできており、主に廃材となったタイヤなどを加工してできたものである。そのため加工性に優れており形大きさを自由に変えることができる。また廃材を使っているためコスト削減にもつながる。

2-2. 実験

圧縮試験（写真2）を三本 10×10×19cm、引張試験（写真3）三本 4×9×39cm、せん断試験（写真4）三本 10×10×50cmを行った。



写真1 特殊ダンパー

2-3. 実験結果

圧縮試験では図1のように50KNの時4.35cm縮むことがわかる。その後荷重を0に戻すのだが弾性体なため0KNの時縮みは約0.35cmだった。引張り試験では図2のようになり2.5KNの時6.2cm伸び、壊れた。そしてせん断試験では図3のように4.75KNの時8.9cm伸びせん断破壊が起きた。すべての平均強度として表1に示す。

表1 平均強度 (KN/cm)

		強度	平均強度
圧縮試験	試験体1	9.173	9.76
	試験体2	9.866	
	試験体3	10.245	
引張試験	試験体4	0.403	0.40
	試験体5	0.395	
	試験体6	0.39	
せん断試験	試験体7	0.534	0.46
	試験体8	0.408	
	試験体9	0.435	

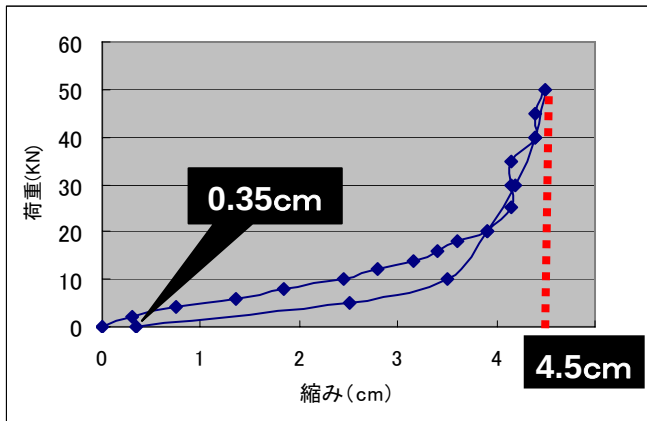


図1 圧縮実験グラフ

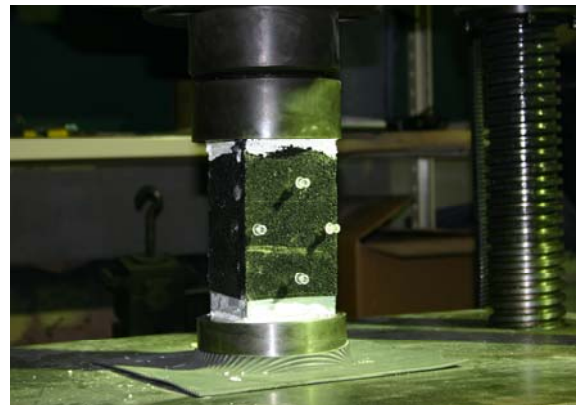


写真2 圧縮試験

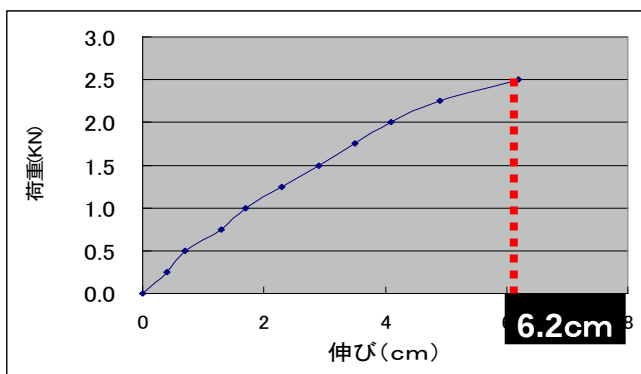


図2 引張試験グラフ

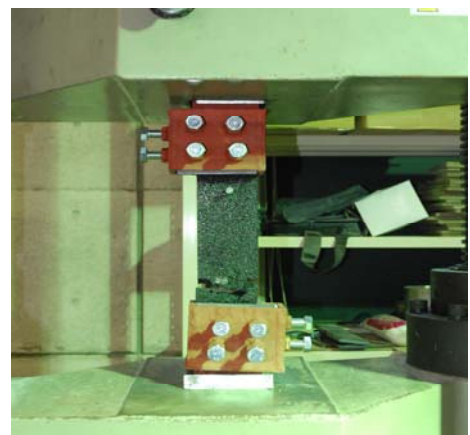


写真3 引張試験

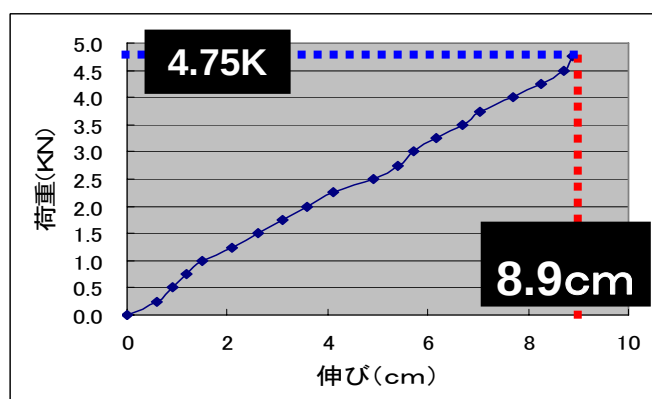


図3 せん断試験グラフ

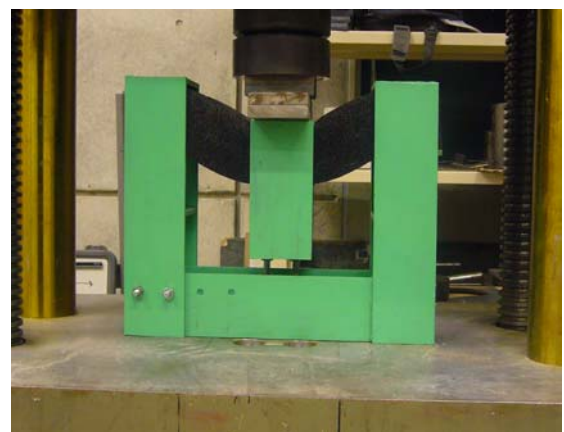


写真4 せん断試験

3. 動的応答解析

3-1 動的応答解析の準備

木造建物の復元力モデルはバイリニアとし重量を 25 トンとした。降伏せん断力係数 $Q_y/W=0.3$ の場合 $Q_y=7.5$ トンとなる。階高 300cm の場合、層間変形角が $1/120$ なので $\delta y=300 \div 120=2.5$ cm となる。そして剛性 $K=Q_y/\delta y$ なので $7.5 \text{ t}/2.5 \text{ cm}$ で $3.0 \text{ t}/\text{cm}$ となる。これは木造建物の動的応答モデルの簡易計算法である。図 4, 5 に示す。

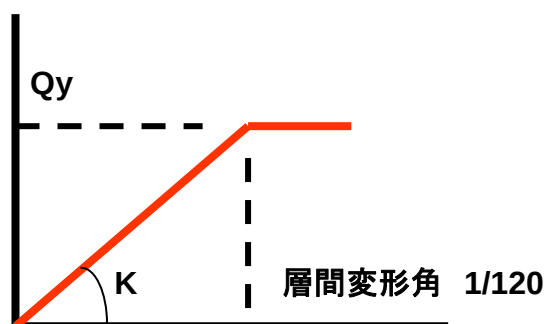


図 4 木造のバイリニア

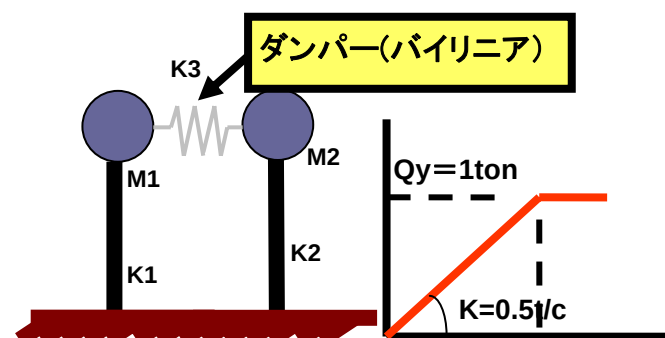


図 5 モデル化、バネのバイリニア

3-2 両木造建物個々の応答

動的応答解析をするにあたって、それぞれの地震波 ELCENTNS, TAFTNS, HACHINS, の L 2 レベルで動的応答解析を行った。解析の結果 TAFTNS で木造建物 A、木造建物 B (右側を A、左側を B とおく) とともに最大応答を示したのでこれ以降は TAFT のみについて論じる。既存の木造建物を動的応答解析すると木造建物 A は最大変位が 7.32cm であった (図 6)。木造建物 B 最大変位は 6.48cm であった (図 7)。今回最大の変位が起きたのが木造建物 A だったのでこれ以降は木造建物 A の最大変位 7.32cm にのみに着目する。

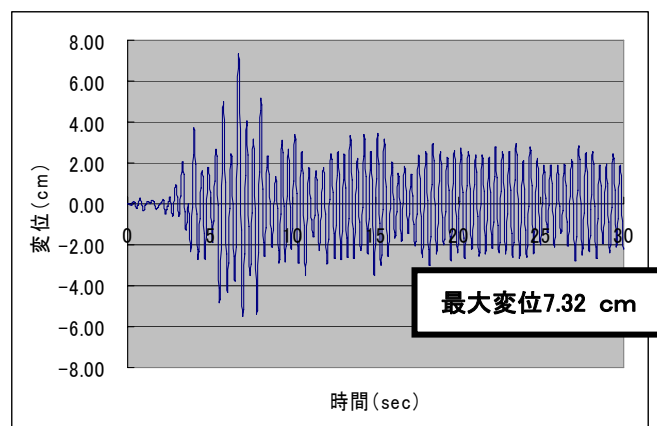


図 6 木造建物 A の最大変位

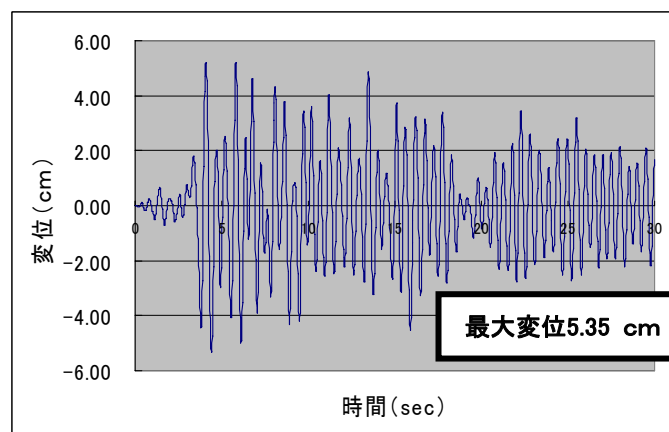


図 7 木造建物 B の最大変位

3-3 両木造建物の応答

特殊ダンパーで繋ぎ二つの木造建物を一つの木造建物とした場合の解析を行う (図 8)。この時の最大変位は建物 A で 6.43cm、建物 B で 6.48cm であった。グラフを図 9.10 に示す。

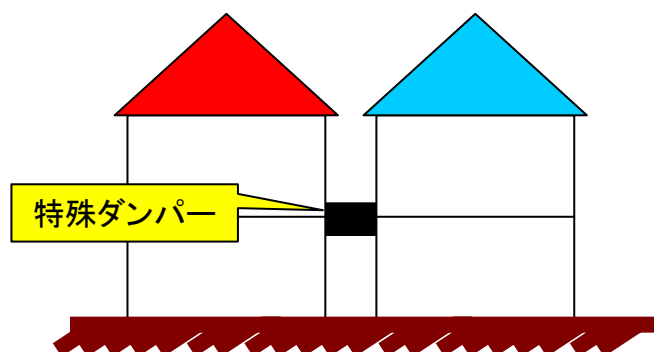


図 9 二つの建物を一つの木造建物とした場合

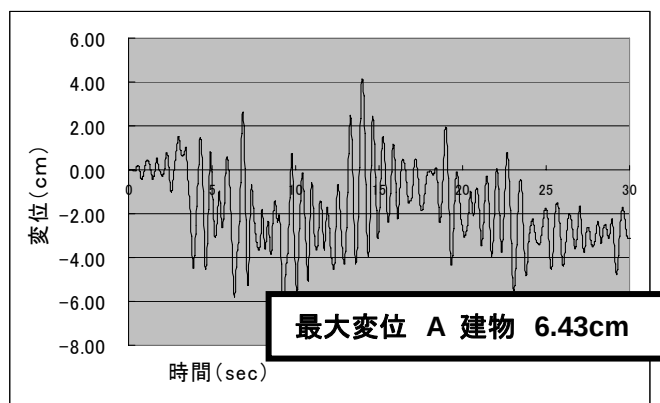


図9 ダンパーで繋いだ場合の建物Aの最大変位

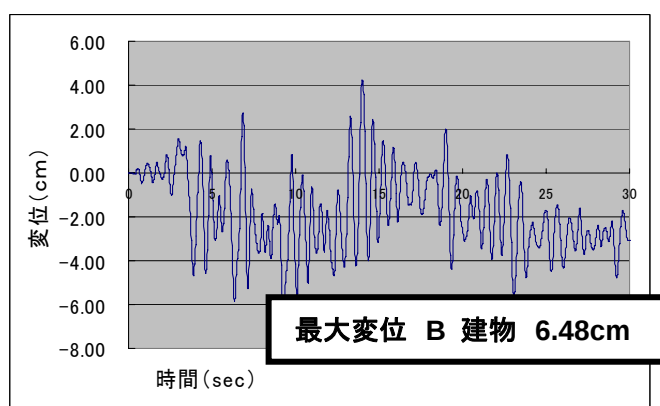


図10 ダンパーで繋いだ場合の建物Bの最大変位

4. 動的解析結果

動的解析結果の例(図11)。特殊ダンパーで建物を繋げた場合1cmと、わずかではあるが単独の場合より連結により最大応答を少なくすることができた。

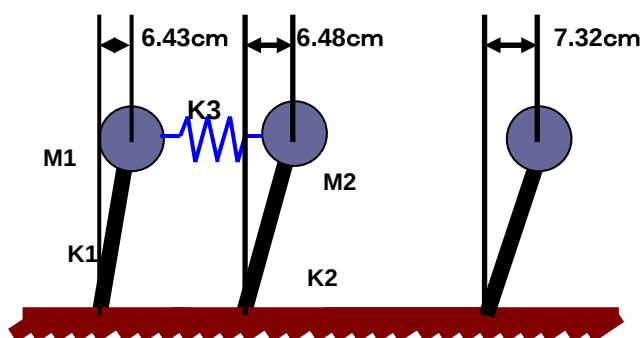


図11 動的解析結果

当初は左右のモデルの固有周期を勘違いしてほぼ同じの復元力モデルとしたためにK3バネがあまりきかず単独の場合と同じだった。これからもう少し検討してどのような場合にもっとも有効的にK3がきき大幅に応答を減らせるのか調べて行きたいと思う。

5. まとめ

密集木造地域で特殊なダンパーを使い木造建物同士を繋ぐと動的応答量を減らせる可能性がある。応答解析のケーススタディを多くして、どのようなパラメータの組み合わせの場合に応答低減効果があるのかさらに検討を進める予定である。今回は特殊ダンパー1種類を採用したが、今後の解析を重ねてより効果のあるダンパーを開発する必要がある。

6. 質疑、応答

- ・ダンパーの引張り、圧縮の耐力の違いはなぜ。

ダンパーの大きさが圧縮に比べ引張りの断面がおおよそ1/3だったためこの様な違いになったと考える。また引張り試験の際、完全な引張りだけの力ではなく、端の方に圧縮力を受けていたこともあるのではないかと考える。

- ・動的解析で引張りと圧縮の剛性は変えたか。

今回一律に剛性は同じものとして考えたためそこまでの考慮はしていない。しかし引張りと圧縮での剛性も今後、考えなくてはならない課題の一つである。

- ・二つ連なることで一つ壊れたらもう一つも壊れてしまうのではないか。

そのような場合も想定される。しかしそれも含めバネの位置、バネの大きさを今後検討していく必要がある。

7. 参考文献

- ・日本建築学会 木造計算基準・同解説
- ・日本建築学会 木質構造限界状態設計指針(案)・同解説