

平成26年度 住宅・建築物技術高度化事業

アーチフレーム方式による木造住宅
耐震改修工法の技術開発

“アーチフレーム方式耐震改修研究グループ”

(株)ティ・エス・シー

東京工業大学坂田研究室

(株)ユー・イー・ディー研究所

技術開発の内容 1. 背景と目的

背景

都市の密集地区の防災性強化が叫ばれ助成策が拡充されながら、適切な改修工法がないため改善がほとんど進んでいない。

目的

狭間口住宅や数寄屋造家屋に実用的に使える耐震改修工法が待望されていることに応え、実用的で低廉な工法を開発する。

狙い(達成目標)

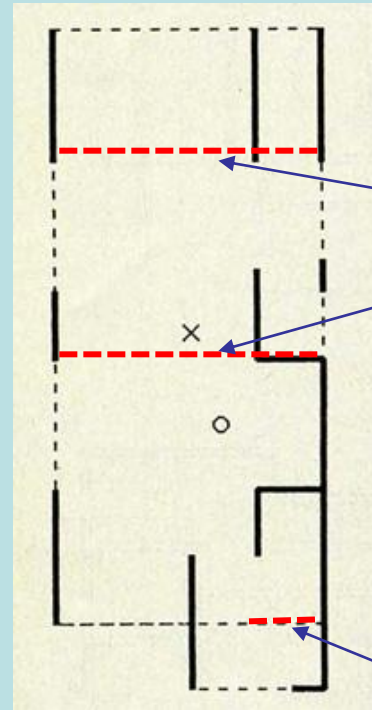
1. 空間機能や意匠性をできるだけ損ねない補強工法とする
2. 軸組構造固有の変形追従性を生かせる補強工法とする
3. 工務店等が居付き工事でも施工しやすい改修工法とする
4. 道連れ工事や取り合い・調整が少なく低廉な工法とする
5. 既存家屋の小径柱を“添柱”併用で補強できる工法とする

技術開発の内容 2 技術開発の概要

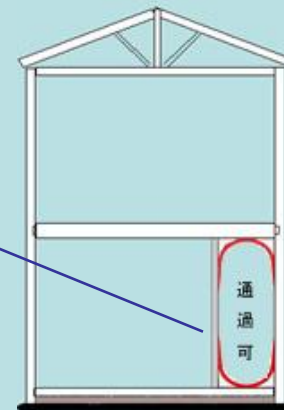
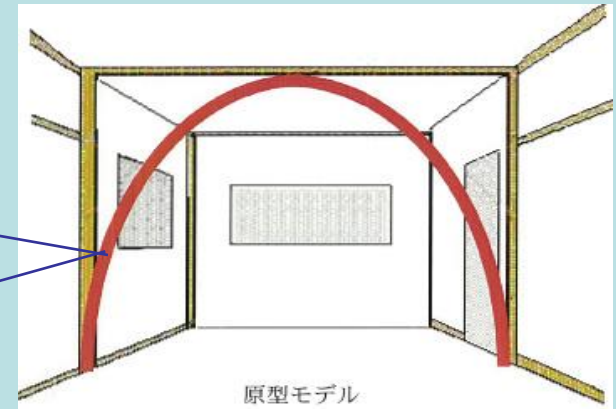
- ① アーチ型集成材フレームにより、最小限の部材数と取合い工事で効果的な補強が実現できる。 (低コスト化、短工期化)
- ② 内部動線機能や意匠性を損ねない耐震補強を可能にする。



密集した市街地の住宅の多くは、狭間口で奥行き深い建物となっており、奥行き方向の壁は十分な耐力があるものの、間口方向の耐力が不足し弱点となっている。



補強配置イメージ

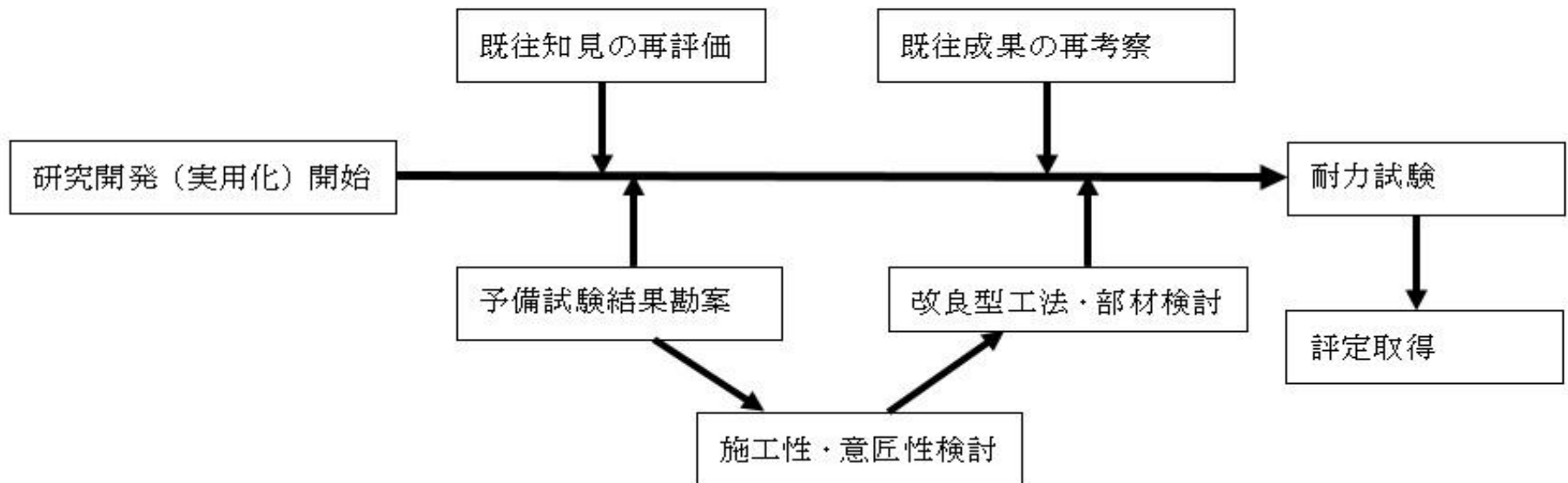


技術開発の内容 3. 技術開発と実用化プロセス

3. 技術開発・実用化のプロセス

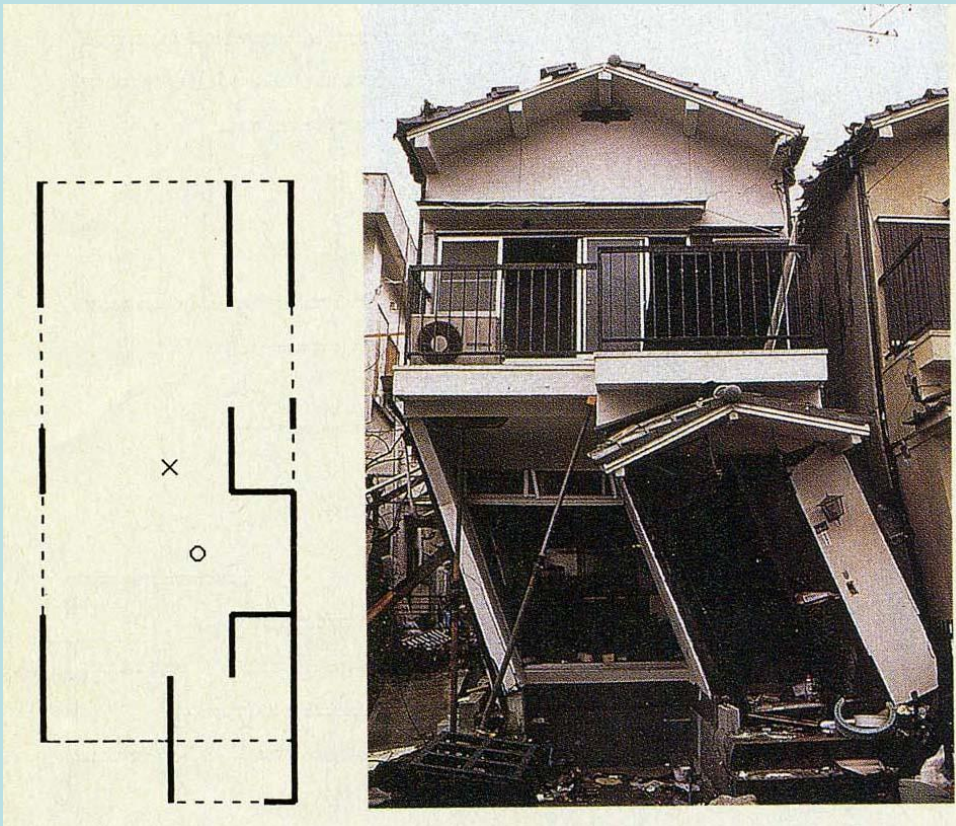
平成26年1～3月の予備実験(プロトタイプ)の成果を踏まえ、実用化部材の開発を行う。これに併行して、施工性・意匠性の検討を行う。施工性検討に際して、『墨田区・墨田区耐震補強推進協議会』(評定後の試行での連携を予定)とよく相談する。

研究開発の流れ



1. 技術開発の必要性・緊急性

都市下町の「狭間口家屋」や「数寄屋造り家屋」に使える実用的な耐震改修工法がなく、無理矢理「耐力壁や筋交い」等従来の補強方法を用いても内部機能や意匠性を損ね費用も嵩む。こうした住宅の居住者が“耐震改修”を忌避する結果を招いている。



← 筋交や耐力壁の設置は内部機能的に困難

↓ 耐震性がゼロと評価される数寄屋造家屋



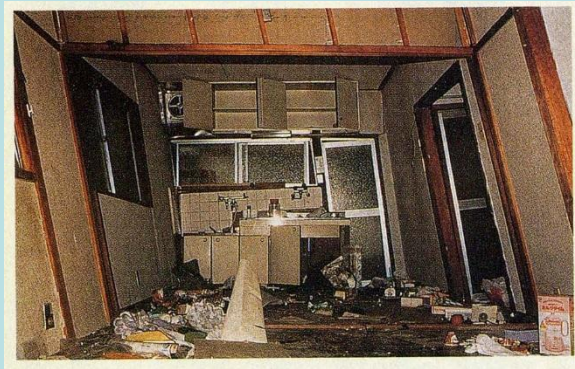
2. 技術開発の先導性(考え方の先進性)

2-1. 集成材アーチフレームを効果的に用いる耐震改修工法

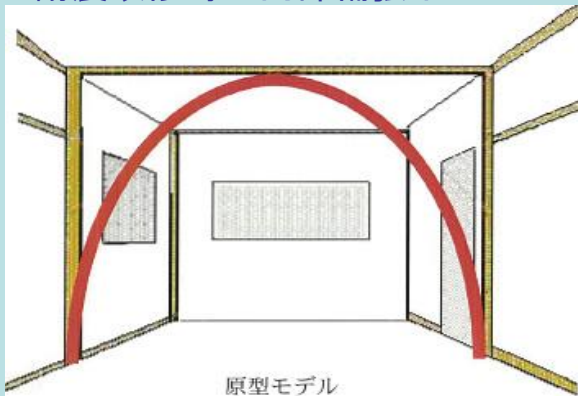
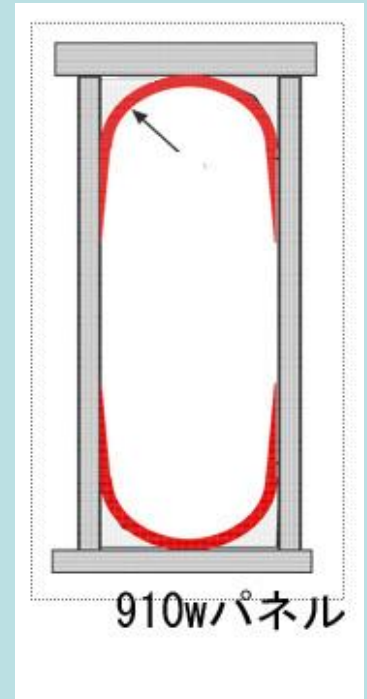
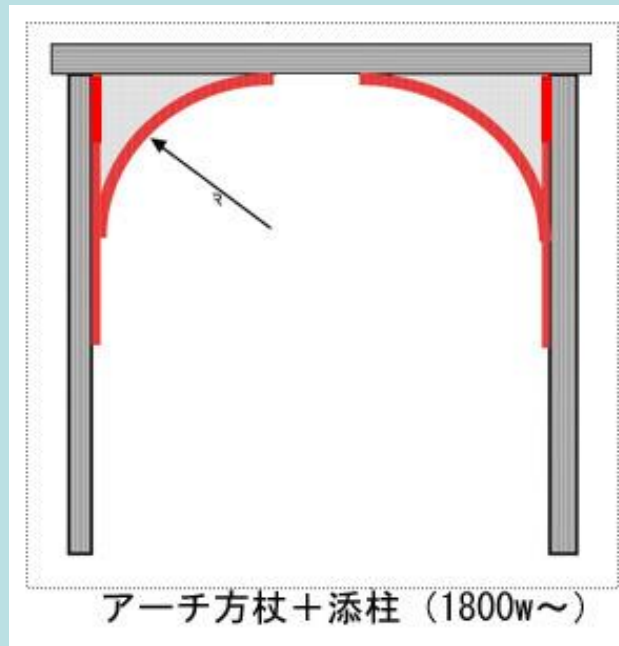
集成材アーチフレームの特性を発揮できる耐震補強であるため、軸組木造特有の層間変位追随性能を活かせ、内部空間機能や意匠性を損ねない。

2-2. 規格汎用部材化による施工性、コスト縮減の確保

量産可能な規格部材でありながら現場合わせが容易でコスト節減が可能。



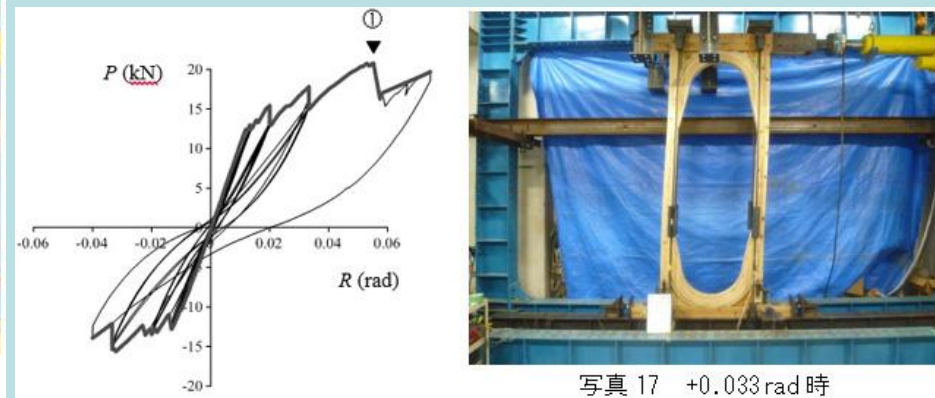
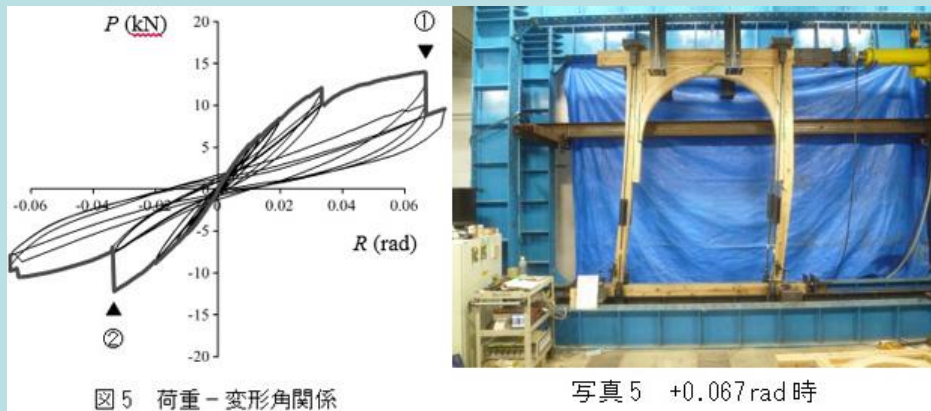
耐震改修時の内部補強イメージ



- 現場合わせで使える補強部材:
- ①アーチを2つの方杖に分割(上図)
 - ②小幅規格パネル化

3. 技術開発の実現可能性

- ①「アーチ型フレーム方杖」は1820W～の間口の両端に入れることを想定しプロトタイプを製作し予備試験を実施した。
- ②「アーチフレーム内装パネル」は、半間(910W)の柱間に嵌め込む定寸のプロトタイプを製作し予備試験を実施した。
- ③試作アーチ部材で予備実験であったが、アーチフレームの耐力性能と変位追従性、繰り返し加力の復元力が確認できた。



1820W～用のアーチ型フレーム方杖による補強では、100口柱の折断と頂部の方杖突付け部が弱点となったが、それらの改善で耐力アップが期待できる

910W用のアーチ型フレーム内装耐力パネルによる補強では、小曲率のアーチを木製の簡易治具で製作し片方向の性能が半減していたが、今回は改善可能。

3-2. 技術開発の実現可能性(追加)

面材パネル式耐力壁に比した優位性発現

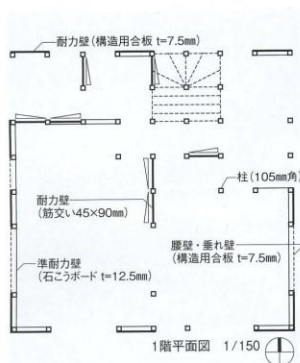
木造軸組住宅の地震時の限界変形量は、層間変位で1/20～1/10程度と言われるが、現実には、1/50程度で面材が浮き上がり、1/30程度で間柱等が破損する。



許容変形量が1/30程度の耐震補強工法ならより効果は大

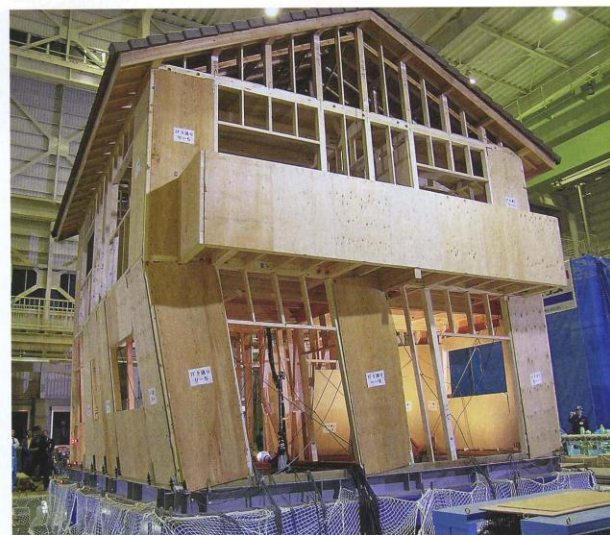
右事例より耐力壁配置の悪い家屋が圧倒的多いことに対応。

建基法ギリギリ(等級1)では隅柱が折れた



壁量計算の結果と偏心率

等級1	1階	
	X方向	Y方向
必要壁量	24.9m	
存在壁量	25.8m	25.2m
充足率	103.9%	101.1%
偏心率	0.15	0.19



等級1の実験は04年度に行われた。上の写真は実験後の姿を南面から見たもの。偏心率の大きいY方向にふられ、最大5分の1まで変形した後、実質的に倒壊した。標準試験体は内部に倒壊防止用のワイヤーを張り巡らせているためこの程度で止まっているが、ワイヤーがなければ倒壊していた可能性が高い(66、67ページの写真：建材試験センター)



南面隅の通り柱が曲げ破壊した様子。合板がパンチングシア現象(合板が割れ、くぎが合板を突き抜ける現象)を起こし、はがれている。建物全体が復元不可能なところまで変形すると、2階の荷重がのしかかるように1階を壊す



座屈した筋交い。圧縮方向に力がかかると大きく変形して折れてしまう。この部分が石膏ボードで覆われていると、ボードが座屈止めとなって座屈しにくくなるが、この実験ではボードが脱落し、筋交いの座屈を拘束する効果が得られず、こうした被害も出た

4. 実用化・製品化の見通し

- ①プロトタイプによる予備実験の到達成果と、取り付け部の検討不足の反省～改善により実用化は見通せてきている。
- ②プロトタイプのアーチ積層部材は、木製治具とクランプによる接着工程で精度や品質の安定性が不足していた。今回は、鋼製治具と油圧プレス設備導入により大きく改善が図れる。
- ③精度の高い耐力試験により、性能評定を受けることが可能になり、助成金対象の耐震改修にも安心して使えるようになる。

<実用化のための配慮を十分に検討している>

- ④ 本工法の部材は国産の杉材を前提として、積層部材の生産性の確認や予備試験等を行っており材料費が節減できる。
- ⑤ 本工法のアーチ積層材接着は、接着時間が短く品質の安定性の高いイソシアネート系であるため効率的に量産可能。
- ⑥ 開発後の普及に際し、3年前から連絡会議を重ねてきている墨田区・墨田区耐震補強工事協議会との連携を予定する。