

第Ⅴ部門 炭素繊維シートによる骨組構造の耐震補強

○京都大学大学院 学生員 川添 雅弘 京都大学大学院 学生員 田中 耕一郎
坂田建設株式会社 波澤 照久 京都大学大学院 正会員 小野 紘一

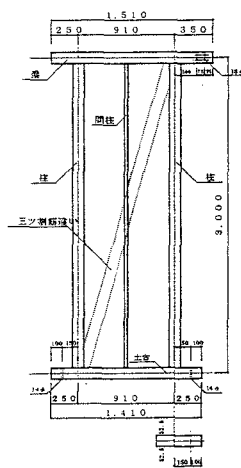
1.はじめに

兵庫県南部地震では建築年代の古い家屋の被害率が高く、耐力壁部分の接合部不良および筋かい不足が指摘されており、早急に補強する必要がある。しかし、既存家屋を耐震補強する際、工事が大掛りになれば工事期間中は家屋の使用停止や使用規制が生じたり、一時退避しなければならない場合もあり、規制の少ない簡易な補強方法も検討されなければいけない。本研究は、実物大木製骨組構造供試体に対して、炭素繊維シートを樹脂含浸させた CFRP を補強筋かいとして用いた様々な補強方法を実験し、得られた水平耐力(以下、壁耐力とする)や変位性能、破壊性状および施工性から最も適した補強方法を提案する。

2.実験概要

(1)供試体形状・寸法および使用材料

木製骨組構造供試体の形状および寸法を図-1 に示す。また実験供試体は合計 6 体とし、一般木造住宅に用いられている「べいつが」を使用した。各供試体の補強方法を図-2 に、特徴を表-1 に示す。補強筋かいとして炭素繊維シートにエポキシ樹脂を含浸させたもの(以下、CFRP 筋かいと呼ぶ)を使用した。



断面寸法
柱 : 105 mm × 105 mm
梁 : 105 mm × 105 mm
土台 : 105 mm × 105 mm
筋かい : 35 mm × 105 mm (三つ割)
間柱 : 35 mm × 105 mm (三つ割)

図-1 供試体形状・寸法

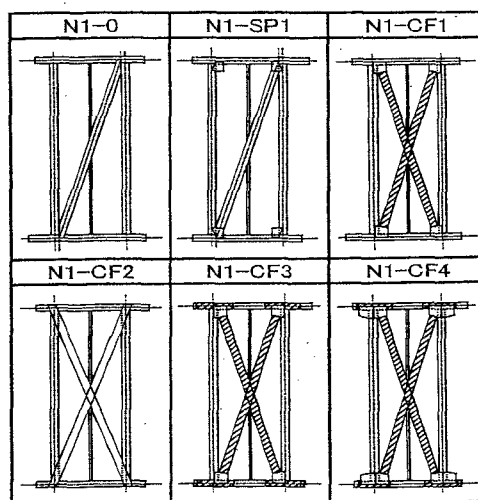


図-2 供試体補強方法

表-1 供試体特徴

供試体No.	特徴・位置付け
N1-0	在来軸組構法。金物の重要性が認知されていないころの施工で、施工不良を想定した供試体。
N1-SP1	在来軸組構法。接合部に建築基準法に規定されているZマーク表示金物「BP」を使用。
N1-CF1	CFRP筋かい補強。端部に金物を介し、接合部に木ネジ止めで補強。
N1-CF2	CFRP筋かい補強。端部に金物を介さず、接合部に直接接着して補強。
N1-CF3	CFRP筋かい補強。N1-CF1木ネジの打込み部から土台繊維方向の割れを防止するために、梁および土台金物取付け部の裏表2面にCFRPを貼付。
N1-CF4	CFRP筋かい補強。土台割れ防止のため、金物取付け部の梁および土台にCFRPを巻付け。柱ほぞ引抜け防止のため、接合部の金物の数量を増加。

Masahiro KAWAZOE, Koichiro TANAKA, Teruhisa SHIBUSAWA, Koichi ONO

(2) 載荷方法

載荷方法は、土台を固定した骨組構造供試体に、加力治具を介して左上に取り付けた油圧ジャッキにより正負方向に加力した。第1サイクルを層間変形角 $R=\pm 1/400(\text{rad})$ とした変位制御で行い、以降 $R=\pm 1/200(\text{rad})$ 、 $R=\pm 1/100(\text{rad})$ 、 $R=\pm 1/50(\text{rad})$ 、 $R=\pm 1/30(\text{rad})$ で2回ずつ繰り返し、 $R=\pm 1/20(\text{rad})$ で1回繰り返した後、破壊まで至らせることを基本とする。

3. 実験結果および考察

破壊性状を表-2、実験結果を図-3、水平荷重-水平変位曲線から得られた包絡線を図-4に示す。なお、図-3の壁倍率とは、建築基準法による壁耐力評価基準である。

表-2 破壊性状

供試体No.	破壊形式
N1-0	柱-梁-筋かい接合部のほぞ止め釘より梁割裂
N1-SP1	柱-土台-筋かい接合部のほぞ止め釘より土台割裂
N1-CF1	CFRP筋かい取付け金物を止めている木ネジ打込み部分から土台割裂
N1-CF2	CFRP筋かいと木材の接着部分から剥離
N1-CF3	柱-土台接合部の柱ほぞ抜け。CFRP取付け金物を止めている木ネジが土台から抜出し
N1-CF4	CFRP筋かい破断

(1) 壁耐力

N1-0に対して、N1-SP1は壁耐力が約3倍となり接合部を固定することで壁耐力が向上することが確認できた。また、CFRP筋かいで補強したN1-CF1はN1-SP1とほぼ同等の壁耐力を有したが、両者の破壊状況が土台割裂であり、土台割裂を防ぐことでさらに大きな補強効果が得られると考えられる。N1-CF2は土台割裂はみられなかったが、CFRP筋かい端部の接着面剥離で破壊し、接着時の施工および接着面積の検討が必要である。さらに、N1-CF3およびN1-CF4の実験結果より、土台割裂を防ぐだけでなく柱ほぞ抜けも防ぐことで壁耐力がさらに向上することが確認できた。

(2) 変位性能および剛性

N1-SP1の実験結果より、接合部を固定することで変位性能および剛性が増加することが確認できた。また、N1-CF1~4の実験結果よりCFRP筋かいで補強することで剛性がさらに増加、N1-CF3~4の実験結果より土台割裂および柱ほぞ抜けを防ぐことで変位性能もさらに向上することが確認できた。

4. まとめ

(1) CFRP筋かいを用いて骨組構造の壁耐力、変位性能および剛性が増加することが確認できた。

(2) 木製骨組構造の場合、接合部の固定、土台割裂および柱ほぞ抜けの防止が重要であることが確認できた。

最後に、CFRPを用いた簡易な耐震補強方法として、本工法を「CFRP筋かい工法」として提案する。しかし、実施工するにあたり、CFRP端部の接着方法や接合部補強の提案など、施工方法の検討が今後の課題である。

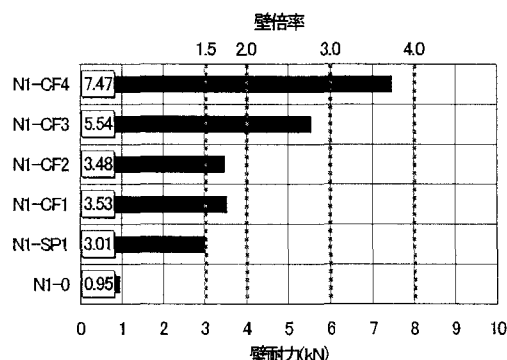


図-3 実験結果

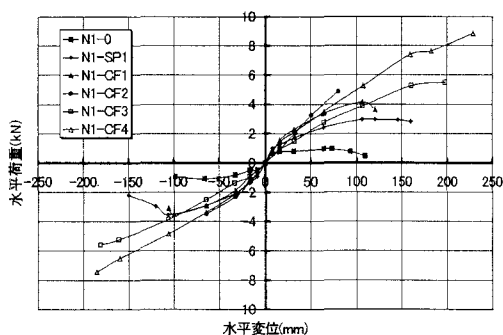


図-4 水平荷重-水平変位包絡線