

技術開発成果報告書

事業名 住宅等の安全性の向上に資する技術開発	課題名 樹脂含浸繊維シートを用いた住宅の基礎及び 柱脚補強工法の開発
---------------------------	--

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

阪神淡路大震災，東日本大震災 など頻発する大地震に対し，既存の木造住宅はかなりのものが耐震性不足の状況であり，その対策は緊急を要する。木造住宅の耐震補強に関しては，これまでも多くのメーカー，研究者によって開発が進められてきたが，その多くは耐力壁を中心とするものであり，基礎補強や接合部補強については，改修をターゲットにした工法はあまり多く存在していない。

そこで本開発では基礎補強や接合部補強工法として，繊維シートに樹脂を含浸させたものを現場において，離型紙等を剥がして張るだけで，基礎補強，接合部補強ができるローコスト，短工期，さらに品質が安定する耐震補強工法の開発を目指すものである。

「材料開発」

含浸繊維シートについては，強度，コスト，施工性等を考慮した結果，ガラス繊維に決定した。接着剤については，含浸シートとの相性，コスト，作業性等を考慮した結果，1成分型ウレタン樹脂系接着剤に決定した。

「性能評価」

基礎補強については，無筋コンクリートを樹脂含浸シートで補強することにより，健全な鉄筋コンクリート同等の耐力になる仕様を目標とする。ガラス繊維，1成分型ウレタン樹脂系接着剤の組合せでは，片面張り，両面張り仕様いずれの場合も靱性が高く，一定の補強効果が確認された。有筋 H400（高さ 400mm）との比較では，両面仕様ではむしろ有筋の強度を上回る値を示し，有筋同等以上の補強効果が得られ，目標を達成することができた。

柱脚補強については，T 字（中柱）部はホールダウン金物 1t 用以上の耐力を目指す。ガラス繊維，1成分型ウレタン樹脂系接着剤の組合せを用いて（T 字，隅柱，十字）の試験体を作製し，単調加力により評価した。予め接着剤を含浸させた繊維シートを張り付けた試験体は，ガラス繊維を接着剤で直接張付けたものと同等の結果が確認された。

今回得られたシート化 T 字型試験体での P_y 16.3kN は，目標としているホールダウン金物（ P_y 10kN 用）と同等，もしくはそれを超えた結果が得られた。

柱脚補強の各種仕様における P_y （降伏耐力）値を表 1 に示す。

表 1 柱脚補強工法における技術開発に関する結果（各種仕様）

仕様	施工方法	P_y (kN)	目標
T 字	現場塗布	12.7	ホール ダウン金物 P_y (10kN) 以上
T 字	シート張付け	16.3	
隅柱	現場塗布	18.1	
隅柱	シート張付け	17.0	
十字	現場塗布	18.7	
十字	シート張付け	21.2	

現場塗布：接着剤を塗布した後，ガラス繊維を張付け

シート張付け：予め接着剤を含浸させたガラス繊維シートを張付け

(2) 実施期間

(平成 22 年度～平成 24 年度)

(3) 技術開発に係った経費 (3 年間の合計)

(技術開発に係った経費 27,444 千円 補助金の額 13,429 千円)

(4) 技術開発の構成員

セメダイン株式会社 営業本部第二事業部部長 秋本 雅人
工学院大学 建築学部非常勤講師 西村 彰敏

(5) 取得 (出願) した特許及び発表した論文等

取得 (出願) した特許

1. 繊維強化接着剤シート, 繊維強化接着剤シート包装体及び繊維強化接着剤シートを用いた建築物補強方法 (出願日: 平成 24 年 7 月 30 日, 特許出願公開番号: 特開 2013-49844)

2. 建築物補強方法及び繊維強化接着剤シート

(出願日: 平成 25 年 1 月 10 日, 特許出願公開番号: 特開 2014-134029)

2. 評価結果の概要

(1) 技術開発成果の先導性

既存木造住宅の耐震化に極めて重要な接合部補強, 基礎補強について, 従来行われている 2 成分系エポキシ樹脂系接着剤を用いて炭素繊維・アラミド繊維等を含浸接着する工法を簡素化し, 現場での品質管理, 施工等の効率化を目的として, トータルコストダウンとばらつきの少ない補強工法の実現を目指す。具体的には, 予め湿気硬化型 1 成分系接着剤をコストの安価なガラス繊維に含浸塗布し工場でシート状に加工し, 現場では補強箇所に加工したシートを絆創膏のように張り付け, 補強する。接着剤の計量, 混合という作業をなくすことにより, 品質のばらつきが低減し, 常に一定の強度が期待されるとともに, 作業工程の大幅な短縮が可能となる。また, 接着剤の強靱性を向上させることにより, 従来の高価な炭素繊維から比較的安価なガラス繊維への変更にし, 合わせて材料としてのコスト削減を目指す。

本研究では, 予め繊維に樹脂を含浸させた (接着剤付) シートを開発することで, 現場作業の大幅削減と品質の安定を目指すこれまでにない補強工法を開発する。

(2) 技術開発の効率性

実物大の試験体を用いて 3 年間にわたって選定した組合せ (接着剤及び繊維) について, 特に柱脚補強工法で考えられるケースについて性能確認を行い, 広範囲の部位について適用可能な技術として検証でき, 新工法としての基礎技術が確立できた。

ラボレベルではあるが, 予め接着剤を繊維シートに含浸させたシート安定性についても確認でき, 性能評価を計画的に遂行できた。

(3) 実用化・市場化の状況

2013 年 7 月に建築再生展にて, 市場ニーズを再確認すべく新たな柱脚補強工法として提案し, サンプルワークを実施。接着剤新聞, 化学工業日報にも取り上げられ, 高評価を頂きました。

耐震補強については, 社会的にも重要な課題であり, 国, 市町村なども助成金を増やして耐震化を進めており, 商品化が出来れば潜在的なニーズは確実にあると考える。

(4) 技術開発の完成度、目標達成度

接着剤及びシートの選定については、目標は100%達成したと考える。

柱脚補強（中柱・隅柱・十字柱）について、降伏耐力（Py）は1.0t以上を有し、ホールダウン金物（10kN用）と同等、もしくはそれを超えた結果が得られた。

また、予め接着剤を繊維シートに含浸させたシートの性能についても、従来の工法と比較しても遜色ない結果が得られた点については、100%達成したと考える。

基礎補強については、無筋コンクリートを樹脂含浸シートで補強することにより、健全な鉄筋コンクリート以上の補強効果が得られることが確認できた事については成果である（目標達成度100%）。

(5) 技術開発に関する結果

・成功点

- 技術開発を進める上で適正かつ比較的安価な接着剤（1成分型ウレタン樹脂系接着剤）ならびにシート（ガラス繊維）の選定が出来た点。
- 柱脚（各種仕様）について、目標としていた降伏耐力を有する事が出来た点。
- 基礎について、無筋コンクリートを樹脂含浸シートで補強することにより、健全な鉄筋コンクリート以上の補強効果が得られた点。
- ラボレベルとして、予め接着剤を含浸させたシートを用いて、柱脚・基礎ともに十分な補強効果が得られた点。

・残された課題

- シート化の効率的な自動生産ラインの確立。
- 実現場によるモニタリングの実施、ならびに施工マニュアルの作成

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

本工法について、基本物性については十分な有効性が確認できており、今後、下記点にさらに注力し、本年度中に事業化の目途付を目指す。

- 従来工法との差別化におけるシート化について、より効率的な自動化、コストの汎用化について取り組む（本年度）。
- 量産化の目途が立った時点で、実現場によるモニタリングを実施し、実際の現場使用時の問題点等を抽出し、施工マニュアル化を行う（本年度～次年度）。
- 実施工として取り組んでいける組織作りの検討を行うとともに、マーケティング調査を実施し、ターゲットを決めて市場展開を行う（次年度）。