

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	木造住宅制振構造標準化を目的とした減衰機能付加型筋かい制振金物の 実用検証
プロジェクトリーダー	ユニオンゴム工業株式会社
所属機関	
研究責任者	古田 智基(第一工業大学)

1. 研究開発の目的

木造住宅の耐震要素で重要となる筋かいに着目し、筋かいを軸組みに留め付けるために使用される「筋かい金物」に制振ダンパーの機能を付加し、建物を「耐震＋制振構造」とすることができる「減衰機能付加型筋かい制振金物」を開発する。できる限り簡単な仕組みにすることで、製造コストを抑え、制振構造が木造住宅に標準装備されることを目指した。既往の設計・技術(工法)で設置できるように配慮しており、既存の制振ダンパーと比較して、性能、コスト、施工性において非常に優れている。そして、ユーザーへのサービスとして、実際に住む側の目線で見えて費用対効果が確認できる性能評価ツールを提供する。

2. 研究開発の概要

①成果

「減衰機能付加型筋かい制振金物」の実用化に欠かせない、信頼性を確保するために 60 年相当の耐久性を確認するとともに、動的性能評価(振動台実験)では繰り返し载荷による動的総合性能の確認を行い、JMA Kobe 100%入力に対する応答変位 $\leq 50\%$ 、JMA Kobe 100%入力 $\times 5$ 回の耐力劣化 $\leq 30\%$ を確認した。そして、本制振金物の公的評価機関による評定取得を通して設置建物の施工性を確認し、さらには最終的な信頼性・安全性を確保するために試験棟を建設し、構造特性や損傷度の確認評価を実施して問題のないことを確認した。また、制振金物の標準化を目指すために、制振効果が確認できる AI を導入したシミュレーションソフトを開発し、幅広いユーザーが使用できる環境を整えた。

研究開発目標	達成度
① 制振金物の耐久性確認:60 年相当	① 繰り返し促進劣化評価による接着強度 $\geq 1.0\text{N/mm}^2$ 、等価剛性の変化率 $\leq +15\%$ 、等価粘性減衰定数の変化率 $\geq -10\%$ をそれぞれ達成。連続塩水噴霧試験で硫黄加硫の腐食への影響ないことも確認。【達成度 100%】
② 動的総合性能の確認(振動台実験)	② JMA Kobe 100% 入力に対する最大応答変位 $\leq 50\%$ 、最大応答加速度 $\leq 100\%$ 、5 回入力に対する耐力劣化 $\leq 30\%$ をそれぞれ達成。解析による最大応答変位は 3%の誤差に納まり、誤差 $\leq \pm 5\%$ であることも確認。【達成度 100%】
③ 公的評価機関による壁倍率認定評価	③ 壁倍率 2.0 倍以上(筋かい引張応力時 1.5 倍以

④ 制振金物設置建築物の施工性確認 ⑤ 制振金物設置建物の構造特性評価 ⑥ 制振効果が確認できるシミュレーションソフトの開発 ⑦ 試験棟による構造特性評価	上)を達成し、公的評価機関による評定を取得。最終破壊形式も目標とした接合ネジの抜け出し破壊を確認。【達成度 100%】 ④ 既存金物設置時間+20%以内をすべて達成。施工誤差$\pm 5\text{mm}$以下をすべて達成。【達成度 100%】 ⑤ 微動レベルの振動では筋かいの圧縮側の抵抗が大きく、制振金物を設置した際の振動特が反映されないことを確認。「(7)試験棟による構造特性評価」を新たに追加し、評価を実施。【達成度 100%】 ⑥ シミュレーションソフトならびにアウトプット(プリントアウト)画面を作成。試行設置建物 11 棟によるシミュレーションソフトの精度誤差はすべて$\pm 5\%$以内を達成。第三者により使用性に問題のないことを確認。応答変位に対する被害状況を把握できるように、各層間変形に伴う被災度表ならびに被災度毎の写真を公開。ソフトの修正データベースを近似する際に AI を導入し、精度誤差が$\pm 5\%$以内に納まることを達成。【達成度 100%】 ⑦ 境界条件(接合干渉)及び偏心量(建築基準法な内)に関して影響がないことを、N 値計算の適用(1.5 の適用)に関して問題のないことを確認。直下率に関しては、今回の静的載荷実験では 1 階への影響はないと判断。自由振動により制振効果(周期・減衰量)を確認し、⑤で目標とした「等価粘性減衰定数」$\geq 8\%$、「固有値解析$\leq$固有周期(振動数)$\pm 10\%$」を達成。自由振動の減衰量の比較により、既存金物の 3 倍近い減衰量を有しているため、交通振動においても 2 倍以上の効果が発揮できると判断。各層間変形時の内装・外装の損傷度を確認し、シミュレーションソフトに反映。さらには、中長期に強震モニタリングを実施し、地震等振動時の特性を把握できるようにし、構造壁内の湿度、温度を観測し、制振金物の外観並びに特性変化を観察・確認できるようにもした。そして、製造面において、品質の確保と効率的な生産工程に変更し、各工程における品質管理基準を定め、それらに対応した製造工程を構築した。【達成度 100%】
---	---

②今後の展開

本研究開発では、実用化に向けた当初の目的が達成されたため、木造住宅を対象にした制振金物(名称:DIT 制震筋かい金物)の製造・販売、制振効果のシミュレーション、技術指導などの事業を平成 29 年 10 月から開始する。

市場規模としては、販売開始後 3 年目に 10,000 棟／年間を計画しており、約 10 億円の市場を見込んでいる。これは、本研究開発による調査で妥当性の高い計画と考えている。木造住宅の制振構造標準化を可能としたデバイスであり、耐震性能の底上げを図り、良質な社会資本ストックに貢献する製品である。

事業形態としては、設計、品質確認・管理、改良開発、特許出願等を(株)DIT(第一工業大学発ベンチャー企業)により、金具(芯金)の製造を BX カネシン(株)により、ゴム成型加工(最終製品)をユニオンゴム工業(株)で実施する。販売に関しては、BX カネシン(株)のネットワークを活用し、全国に向けて販売を開始する(但し、鹿児島県、熊本県、宮崎県を除く。)(株)DIT は、地域のネットワークを活用し、鹿児島県、熊本県及び宮崎県向けに地域密着販売を開始する。

3. 総合所見

特に優れた成果が得られており、イノベーション創出が大いに期待できる。

木造住宅の耐震要素で重要な「筋かい金物」にゴム製の制振ダンパーを付加することで「耐震＋制振構造」とする新しいアイデアの制振金物を開発した。

実用化に向けて耐久性や繰り返し载荷による動的総合性能、施工性確認等を行い、公的性能評価機関による基準適合認定を取得、製品としての販売も開始しており実績も出ている。大学内に試験棟を設置して、制振効果やシミュレーション精度検証、損傷度などを丹念に評価した点は高く評価できる。

製造ラインや工程管理体制の整備とユーザーが制振効果を確認しやすいようにソフトウェアの準備なども進め、事業化に備えた。

これら定量的な理解にもとづく性能を広くアピールすることで今後の事業拡大が期待される。