

住宅・建築物技術高度化事業

靱性のあるスクリューによる耐震補強工法の検討

(平成27年度～平成28年度)

若井ホールディング株式会社	(開発本部長 萱野雅樹)
株式会社タツミ	(常務取締役 小池浩司)
株式会社榊住建	(代表取締役 千代岡栄一)
アイホーム株式会社	(専務取締役 宜野座俊彦)
飯島 泰男	(秋田県立大学名誉教授)
大橋好光	(東京都市大学工学部建築科教授)
一般社団法人YUCACOシステム研究会	(理事 櫻井良一)

背景・目的

背景

耐震改修促進法に基づく国の基本方針の制定から、「日本再生戦略」においては、住宅の耐震化率を平成32年までに95%とする新たな目標を定めている。国土交通省が取りまとめたこれまでの耐震化率は、平成25年時点で住宅が約82%、多数の者が利用する特定建築物が約85%となっているが、耐震化がなかなか進まない状況がある。また、大都市では耐震化されない空き家が増加しており、**地震時の倒壊により防災上の障害になる可能性があるため、耐震化の促進は喫緊の課題になっている。**

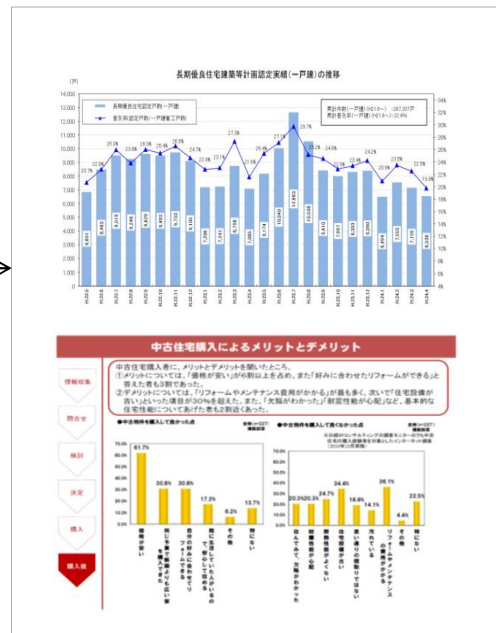
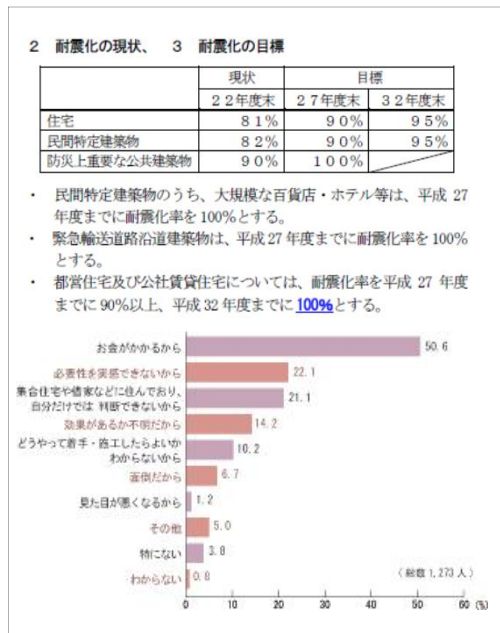
耐震化が進まない主な原因として

- ・ 耐震化のために大掛かりな改修工事等が必要となる。
- ・ 上記に伴い、多大な施工日数と費用がかかる。

などの理由が挙げられ、上記の課題を解決する工法等の開発が急務となっている。

目的

上記背景から、主な原因となっている大がかりな改修工事と、それに伴う施工日数と費用を削減できる補強方法(=スクリューを主に利用した補強方法)の検討から、必要とする部材と工法の開発を行った。



簡易な施工で少ない日数と費用で耐震改修できる耐震補強工法の開発と普及

耐震化の促進により地域社会における安全の確保が行える

技術開発の概要

技術開発は以下の内容で実施した。

1、靱性のあるスクリーウの開発(27年度～:一部改良を継続中)

・目標としたスクリーウの性能

①降伏点:60KN程度②引張り強度:700～750N/mm²程度、③伸び:10%程度、

④長さ:240～340mm程度、⑤径:φ10～12

・開発プロセス

①基本設計、②線材の選定、③試作と性能確認、④設計変更 ⑤試作と性能確認、⑥設計変更＝スレッドの形状を改良、⑦試作と性能確認、⑧設計変更＝線材の再選定と中央部径の検討を実施、⑨試作と性能確認、⑩最終形状の確認とプロトタイプ
の試作、⑪プロトタイプによる最終確認試験の実施と検証、⑫実用化するスクリーウの形状と性能を決定、⑬量産のための金型やラインを整備(実用化のための準備)



※線材の選定



※試作のための製造状況



※性能試験



※試作スクリーウの試験状況



※量産型金型の準備



※実用化するスクリーウ



※実用化スクリーウの性能試験状況

2、耐震補強工法の検討

①スクリーウ単体のデータ＝基本性能データ(径、長さ、板目、小口、斜め等)の整備を実施、継続

②軸組構法をメインとする各接合部位の補強(せん断や引抜)を目的として、スクリーウ単体での補強効果を立証するための性能確認試験を行い、性能データの整備を実施

③壁耐力の補強の検討から、壁耐力補強方式と簡易接合金物とフレームとの組合せによる2種類の補強方法を検討。検討から、各仕様の性能試験を実施。試験結果と施工性の検証から、添木方式の最適な仕様と施工方法を検討を継続。簡易型接合金物との組合せは、補強工法として認定の取得のために、仕様の絞り込みと性能試験を実施、継続。



※スクリーウ単体の性能試験状況



※接合部位(柱・梁)のせん断試験状況



※簡易接合金物による補強方法の性能確認試験状況

3、工法の実用化に向けた基盤整備

①技術検討に必要とするスクリーウの基本性能データ(引抜、せん断等)のまとめと公表の継続

②スクリーウ単体で、各接合部における接合性能の補強を可能とさせる方法＝仕様とデータの整備の継続

③壁耐力の各補強方法の検討から、補強工法として認定等の申請に向けたデータ等の整備

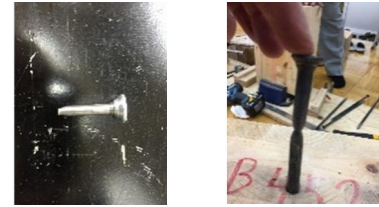
④設計者と施工者のための手引きの作成と公表及び講習会の準備

技術開発成果の先導性

先導性

1、靱性のあるスクリューの開発

- ・スクリューの脆性的な破断(頭切れ又は断裂)を少なくし、接合における安定的で高い性能を保持させる。
- ・安定的な性能の保持は、安全で適正な設計の検討を可能とさせる。
- ・補強方法による各接合部位に求められる要求性能(例えば接合部位の変形量:4cm以上又は10%以上)に対応できるようになり、多様な接合方法への利用を可能とさせる。



※通常のスクリューと靱性スクリューとの破壊状況

2、耐震補強工法の検討

- ・補強が必要とする部位ごとに、補強を行うことを可能とする。
- ・床下や小屋裏などから補強が行える。=内部からの施工も可能となる。=大がかりな改修を少なくすることが出来る。
- ・特殊な機材や機具を必要としないため、通常の機材で施工が出来る。
- ・改修で要求されるいろいろな補強性能に対して、フレキシブルに対応できる。
- ・複雑又は重層な接合方法から、簡易な接合方法を可能とさせる。
- ・簡易な接合方法は、加工と施工の簡略化=費用と日数の削減を可能とする。
- ・接合方法=施工の簡易性から汎用技術としての普及が図れる。



※現場施工例(梁の補強)



※土台・柱接合部の補強(引抜)

3、指摘事項についての対応

試験等で実施したデータ等について、設計及び施工等で広範囲に利用できるように、学会等などで発表し、公知のデータとして利用できるようにしており、今後もデータの整備が出来次第。逐次公表する予定にしている。

・2017年建築学会大会:論文発表

論文名:ロングスクリューの引き抜き耐力のデータ収集について



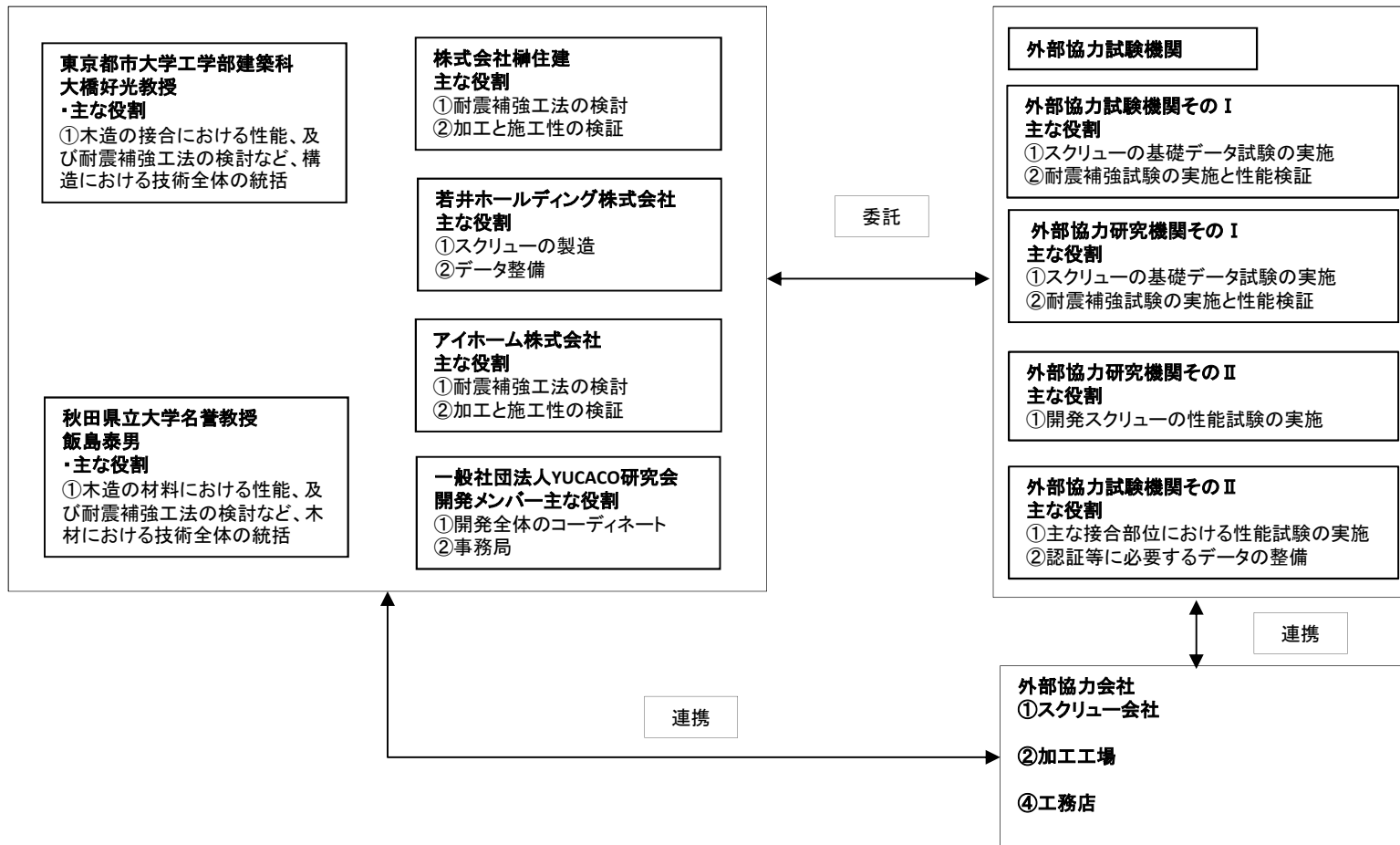
※2017年建築学会発表論文

技術開発の効率性

開発は、技術の利用促進から、耐震補強技術だけではなく、汎用技術として確立し、他の工法への利用も可能とすることを基本として行った。

開発資金は、各開発項目の重複を避け、検証等を行う試験機関を絞り込み、開発経費を効果的かつ重点的に配分した。その結果、検証等の費用は当初設定した予算より削減することが出来たため、費用の効果的、効率的な利用を行った。

開発体制は下記に示す体制で行い、技術的な統括を大橋教授、木質材料にかかる総合的な検討を飯島名誉教授、性能等のデータの整備と検証を若井ホールディングとタツミ、加工と施工等の検証を榊住建が行い、開発全体コーディネートをYUCACO研究会が担うことで、開発の役割分担を明確にし、効率的な開発を行った。



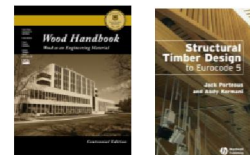
実用化・市場化の状況

1、靱性のあるスクリューの開発

- ・実用化するスクリューの基本的形状と仕様を決定
- ・量産型の金型の準備と製造ラインの整備を実施



※実用化するスクリューの設計図とラインの整備状況



※設計、施工マニュアルの例(アメリカ、イギリス)

2、耐震補強工法の検討

- ・スクリュー単体での使用を実用化するための性能データの整備の継続と公表の実施

①30年度中に基礎的な性能データの整備(単せん断、1面せん断)の完了とデータの公表を実施

②31年度に接合部位の耐力補強方法(土台・柱:引抜、柱・梁、梁・梁:引抜とせん断)のための性能データの整備と公表

- ・壁耐力補強方式

①仕様と施工方法の検討の継続

- ・簡易型接合金物による壁耐力補強方式

①30年度までに工法の絞り込みと基本性能の確認及びデータ整備を完了

②31年度に工法として公表＝実用化を予定

- ・実用化に向けて(31年度実施)

①設計者と施工者向けの手引きの作成と公表

②技術サポート体制の整備

②講習会等の実施



※スクリュー単体の性能試験とデータの整備



※接合部位ごとの補強性能の確認

3、安定的な施工方法の確保

スクリューのせん断性能や引張性能において、安定的に性能を発揮させるためには、高い施工精度と施工の容易性が必要となる。また、施工方法としてスクリューに角度を持たせて施工することが多くなっているため、施工精度を保持による安定的な性能を確保できる治具(仮称:スクリューガイド)の開発を行い、31年度中のスクリューの実用化に合わせて利用できるようにする方法を検討し、実用化を目指している。

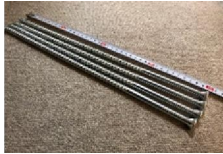


※安全かつ簡易に施工できる接合金具の検討

技術開発の完成度・目標達成度

1、靱性のあるスクリューの開発

- ・基本となる性能を有した実用化タイプまで完成しており、量産型に移行できる状態になっている。
- ・製造方法におけるノウハウから、必要性能に応じた多種類のスクリューの設定と製造を可能としている。



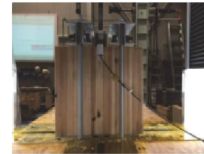
※実用化するスクリュー



※多様なスクリューの製造の検討



※製造ラインの整備



※実用化するスクリューの試験状況



2、耐震補強工法の検討と完成度と目標達成度

- ・単体の利用を検討するための性能データ(引抜、せん断)の整備を実施(※一面せん断のデータは、整備を継続中)
- ・主な接合部位(柱・梁、梁・梁等)の補強性能(せん断、引張)の整備を実施
- ・壁耐力補強工法の検討を継続
- ・簡易型接合金物とフレームの組合せによる補強工法に整備を継続

上記、耐震補強工法で検討した3種類の方法から、スクリューによる主な接合部位における補強方法は、整備したデータからいつでも利用できる状況になっている。添木方式は実用化のための簡略化された施工方法と仕様について検討を継続。簡易型接合金物とフレームの組合せによる補強方法は、2種類の仕様で検討し、1種類は試験結果から簡易的かつ安定的に補強が行える工法として確認ができたため、31年度までに性能認定などの申請を行い、実用化できる工法として整備を行うことにしている。

上記内容から、スクリューの開発の完成度は高いが、補強工法の検討の目標に関しては、スクリュー単体以外は、データ整備や工法の検討と絞り込みが残っている。



※スクリュー単体の性能試験(引抜)



※接合部位の性能試験(せん断)



※簡易型接合金物との性能試験

技術開発に関する結果(成功点と残された課題)

1、成功点

・靱性のあるスクリーウの開発

- ①スクリーウの弱点である破断を少なくし、安定的に評価できる性能の確保と簡易な施工方法の検討を可能とした。
- ②安定的な性能は、接合部の設計を容易に行うことを可能とする。
- ③簡易な接合方法は、多様な接合部位での接合方法の検討と利用を可能とさせる。

・耐震補強工法の検討

- ①スクリーウ単体の利用による補強方法(既存の接合部位でのせん断や引抜性能の向上)や壁耐力補強方式、簡易型接合金物とフレームとの組み合わせ(壁耐力の向上)など、多様な工法の検討を可能とした。
- ②スクリーウをメインとすることで、補強方法における簡易な加工(プレカットの削減や現場での簡易加工)や施工(電動ドライバーによる簡易な施工)を可能とする。

2、残された課題

・靱性のあるスクリーウの開発

- ①性能と施工性の向上のための改良(形状等の改良)の継続
性能の向上と施工性の改善による利用範囲の拡大の検討
- ②必要性能に応じたスクリーウの設定と製造
- ③製造コスト削減＝実用化による量産化の実現

・耐震補強工法の検討

- ①単体利用、壁耐力補強方式、簡易接合金物との組合せによる補強性能の認証等の取得
- ②加工と施工のコスト削減に関する検討の継続
- ③技術者を対象とした、わかりやすい設計と施工の手引き等の発行と配布
- ④普及させるために、設計者と施工者のための技術センターの設置と技術講習会等(実技を伴う)の実施

今後の見通し

1、靱性のあるスクリューの開発

- ・スクリューの性能と施工性の向上のための検討と改良の継続
- ・必要性能に応じられるスクリューの設定と製造(31年度までに実施)

2、耐震補強工法の検討

- ・軸組構法をメインとしたスクリュー単体による補強方法の整備
 - ①主要な接合部位の補強性能の整備の継続(31年度までに実施)
 - i、土台と柱:引抜
 - ii、柱と梁、梁と梁の接合性能の向上:せん断と引抜
 - iii、火打ち:せん断と引抜
 - ②補強方法の性能認証の申請と取得(31年度)
- ・壁耐力補強工法の検討の継続
 - ①仕様(強度と寸法及び取付位置)による補強データの整備
 - ②施工の効率化を考えたパネル仕様の検討
 - ③工法の仕様とデータの公表(31年度予定)
- ・簡易型接合金物とフレームの組合せによる補強工法の整備
 - ①性能確認試験の実施と施工検証の実施(30年度実施)
 - ②工法申請のためのデータの整備と施工マニュアルの整備(31年度実施)
 - ③工法認証の申請と実用化(31年度)

3、全体として

- ・情報の公表と技術サポートの設定及び講習会の実施
 - ①性能データや工法に関する情報(仕様や施工方法)などの公表(30年度から逐次実施)
 - ②設計者や施工者のための技術サポートセンターなどを設置(31年度予定)
 - ③手引きなどの作成と講習会等の継続的な実施(31年度から実施)



※設計用の手引きの例(ハンドブックなどの作成)

