

技術開発成果報告書

<p>事業名 ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発</p>	<p>課題名 エネルギーの効率利用等に資する伝統的木造住宅の普及型生産システム・保存システムに関する技術開発</p>
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要 地球環境・建築憲章 2000 に謳われている、長寿命、自然共生、省エネルギー、省資源・循環、継承の諸条件を総合的に満たす伝統的木造住宅の普及型基本モデルを構築し、更にこれらの生産・保存システムを開発する。</p> <p>(2) 実施期間 平成19年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費 技術開発に係った経費 33,390 千円 補助金の額 16,500 千円</p> <p>(4) 技術開発の構成員 学校法人関西大学（環境都市工学部建築学科 教授 八尾眞太郎） 株式会社現代計画研究所（藤本昌也） 有限会社山辺構造設計事務所（山辺豊彦） NPO 法人日本伝統建築技術保存会（西澤政男）</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等 取得した特許 該当なし</p> <p>発表した論文</p> <ol style="list-style-type: none"> 平成 20 年 8 月、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)（関西大学建築学科 専任講師宮崎ひろ志、准教授木下光）タイトル：瓦屋根における葺き土の熱性能測定調査—八女市の伝統的町屋を事例として（瓦研究その 1） 平成 20 年 8 月、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)（関西大学建築学科 准教授木下光、専任講師宮崎ひろ志）タイトル：瓦屋根における葺き土に代わる通気工法—八女市の伝統的町屋を事例として（瓦研究その 2） 平成 21 年 3 月、空気調和・衛生工学会近畿支部（関西大学建築学科専任講師宮崎ひろ志）タイトル：南丹市美山町茅葺き民家の冬季熱環境実測調査 平成 21 年 3 月空気調和・衛生工学会近畿支部（関西大学建築学科 准教授木下光、専任講師宮崎ひろ志）タイトル：瓦下地に設けた野地板空気層の熱的効果に関する調査研究 平成 21 年 3 月、空気調和・衛生工学会近畿支部（関西大学建築学科 教授八尾眞太郎、准教授榊井健、専任講師宮崎ひろ志）タイトル：伝統的内装材の特性測定と実験住宅を用いた熱環境測定調査 平成 19 年 11 月、日本地震工学会大会（関西大学建築学科 教授鈴木三四郎）タイトル：床剛性を考慮した偏心を有する木造長屋建物モデルの地震応答特性と直交壁効果について 平成 19 年 11 月、日本地震工学会大会（関西大学建築学科 教授鈴木三四郎）タイトル：E-ディフェンス震動台モデル実験の解析シミュレーション 平成 20 年 6 月、日本建築学会構造系論文集第 628 号（関西大学建築学科 教授鈴木三四郎）タイトル：床剛性を考慮した軸組木造長屋モデルの直交壁効果に関する考察—1 方向の地震入力を受ける場合— 平成 20 年 6 月、日本建築学会近畿支部研究報告集第 48 号構造系（関西大学建築学科 教授鈴木三四郎）タイトル：伝統木造建物を対象としたモデルの地震応答特性に関する研究 2008.6. 	

10. 平成 20 年 9 月、日本建築学会大会学術講演梗概集 構造Ⅲ（関西大学建築学科 教授鈴木三四郎）タイトル：床剛性を考慮した偏心を有する木造長屋建物モデルの地震応答特性と直交壁効果について－2 方向の地震入力を受ける場合－
11. 平成 20 年 9 月、日本建築学会大会学術講演梗概集 構造Ⅲ（関西大学建築学科 教授鈴木三四郎）タイトル：柱脚固定と非固定の木造建物の地震応答特性について
12. 平成 20 年 10 月、14WCEE（関西大学建築学科 教授鈴木三四郎）Study on Earthquake Response Characteristics and Effects of Orthogonal Walls of Japanese Traditional Wooden Apartment called Nagaya
13. 平成 20 年 11 月、日本地震工学会大会（関西大学建築学科 教授鈴木三四郎）タイトル：水平 2 方向の地震入力を受ける軸組木造長屋モデルの直交壁効果について
14. 平成 20 年 12 月、日本建築学会構造系論文集, 第 634 号（関西大学建築学科 教授鈴木三四郎）床剛性を考慮した軸組木造長屋モデルの直交壁効果に関する考察－2 方向の地震入力を受ける場合－
15. 平成 20 年 9 月、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)（関西大学建築学科 教授八尾眞太郎、准教授榊井健）タイトル：伝統木造平ホゾ型仕口の力学特性 その 1：平ホゾ型仕口を有する T 型架構の静的曲げ実験
16. 平成 20 年 9 月、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)（関西大学建築学科 教授八尾眞太郎、准教授榊井健）タイトル：伝統木造平ホゾ型仕口の力学特性 その 2：木材のめり込みを考慮した平ホゾ型仕口の解析モデル

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

地球環境に適合した建築の設計・施工するとはいかなるものであるか、個々の要素技術については評価手法が存在するが、総合的に評価する方法についても定見がない。とくに文化の継承、自然との共生などについては定量的評価が困難である。

このような状況のもと、本技術開発の革新性は以下のとおり挙げられる。

- 1) 伝統的木造住宅としての構造性能技術・温熱性能技術
- 2) 伝統的木造住宅のリノベーションと長寿命化技術
- 3) 伝統的木造建築の集合としての生産と保存に関する技術
- 4) 伝統的木造住宅として総合的性能を兼備した構法開発

(2) 技術開発の完成度

19 年度は伝統木造住宅の普及型基本モデル構築のための試験・実験を行い、データを収集した。

1) 伝統的木造建物の構造設計システム開発

架構のあり方の検討、基本的仕口の耐力試験の一部を行い、引き続き仕口評価のための試験を行うとともに、この技術開発仕様に採用予定の耐力壁等の評価を中心とした一連の試験を行った。現在も引続き試験・定量評価データの蓄積を続けている。

2) 伝統的木造建物のリノベーションモデル、長寿命化技術の開発

リノベーションモデル、保存修復技術の仕様化と定量的評価手法の開発では構造耐力の向上と建物の魅力向上という両面から評価した。構造耐力向上については強度試験後の壁体に日本伝統建築技術保存会会員が補修・修復を行い加力試験により定量評価を行った。建物の魅力向上については事例調査結果より多世代利用、高齢者への配慮、歴史文化の継承、利用については検討を行った。

3) 伝統工法を活かした夏冬適合型住宅構法の開発

伝統的木造住宅の持つ温熱性能を実測等による定量化と周辺環境に適合した建築技術、伝統的木造住宅仕様を開発することを目的として、伝統的木造住宅の温熱性能定量化と総合的環境評価の技術については課題とされる冬季の熱環境実態調査を行った。また伝統的木造建築の現代的生産・保存技術開発では東京・東村山に建設された「民家型工法」住宅を本研究での成果と想定し、熱性能測定と居住者らの協力による調査、および LCA 評価を行った。現在も引き続き現代的蓄熱材の導入と環境改善効果等について検討を続けている。

4) 環境負荷総合評価向上に資する伝統に学ぶ建築材料開発

伝統技術に学び現代技術を活かした環境負荷総合評価の向上、環境的合理性を持つ建築材料・工法の開発、地域技術・知恵の伝承と発展を目的として、伝統的木造住宅に用いられる土壁、瓦屋根の熱性能実測等を実施した。現代建築に用いる場合を想定して、実験・実測によりこれらの特性を活かす工法開発に必要なデータ収集を行った。現在も実験家屋を用いる等により引き続きデータ収集と工法改良の提案を行っている。

5) 総合的なエネルギーの効率利用と伝統的意匠性に適合した木造住宅の普及型基本モデル開発

伝統的木造建築による経済性、施工性、エネルギーの効率追求を目的として、(株)現代計画研究所が東京・東村山に設計建設した民家型木造住宅について、材木等効率利用を目的とした構法の再検討、自然素材利用可能性について検討を行った。現在も継続中である。

(3) 実用化・市場化の状況

我が国の戸建住宅産業はプレハブ住宅産業と在来工法による小規模生産業者の集積とから成り立ち、プレハブ住宅産業による近年の住宅生産の傾向は、高気密高断熱性能と免振装置等を使用した耐震性能の強化を主としている。構造材としては国産木造無垢材を使用したものはほとんどなく、その結果、自然エネルギーの利用、自然との共生に問題が生じている。また、文化の継承を意図した伝統的意匠性に対する配慮はほとんど行われていない。在来工法住宅については木質軸組であること以外はプレハブ住宅と同様の傾向を有している。

本技術開発による普及型基本モデルは、住宅市場の現状に本技術開発の目的を加味して改善することに主眼を置いたものである。このモデルの社会化を実現させるためには、生産者側の問題だけでなく、消費者の意識を変革することも必要であり、生産体制の改良も必要である。このようなことが一朝一夕に実現できるわけではないが、地球環境問題の重要性から考えて住宅産業界に対して緊急に要求される事柄である。

3年計画のうち、初年度のみ補助対象となったため、計画を見直さざるをえないが、開発された基本モデルは開発者が専有するのではなく、優良な社会資産を形成するための技術として広く一般に発表公開して、普及させていきたい。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

本研究の成功点は個々の技術分野での取り組みに留まらず、伝統的木造建築の定量的評価技術の確立に向け、伝統的木造建築技術に携わる伝統技術者のみならず、構造、計画、環境研究者、施工技術者の間で、住宅型式性能認定に向けた総合的取組みの必要性、定量評価とその蓄積、それぞれの分野における具体的目標の確認ができた。

・残された課題

伝統的木造住宅の耐震性については、近年大型振動実験等の研究成果もあるが、梁柱仕口部と土壁の力学特性を明らかにした有効な解析手法の確立を急ぐ必要がある。

また、熟練技術・手間を要しない簡便かつ性能保証可能な左官工仕様、仕口・壁仕様等技術開発の重要性を認識した。さらにこれらの性能保証には整備すべきデータが膨大であり、多くが未整備のまま取り残されているため、(社)日本木造住宅産業協会を中心として、(社)日本建築士会などと協調しながらデータベース構築整備に努めていきたい。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

伝統的木造住宅の構造と環境に関する品質確保について、伝統的木造建築関係者の悲願である現法制下において、日本の風土の中で形成されてきた住文化と技の継承が可能な住宅型式性能認定取得等の実現をめざしている。

技術開発成果報告書

<p>事業名</p> <p>・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発</p>	<p>課題名</p> <p>既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上によるインフィル価値向上のための要素技術開発</p>
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>既存のRC造集合住宅において、住戸単位で断熱・気密改修を行う際に必要な要素技術として、「断熱性能、気密性能の簡易測定手法の開発」、「断熱・気密性能向上メニューの開発」、「断熱・気密改修レベル毎消費エネルギー削減効果予測法の開発」に分け、それぞれを同一物件における室内条件を異ならせた住戸を用い、実証実験によるデータ取得を行いながら技術開発を行った。</p> <p>①断熱性能、気密性能の簡易測定手法の開発</p> <p>既存住宅のレンジフードファンを利用した気密性能簡易測定法の開発を行った。住戸の相当隙間面積は、気密測定器の結果とほぼ同様の値になることを検証した。測定精度や測定器具のさらなる検討が必要であるが、提案した気密性能簡易測定法は、既存住戸の気密性を簡易に評価する方法として有効であることがわかった。</p> <p>②断熱・気密性能向上メニューの開発</p> <p>冬期および夏期それぞれの季節における、断熱・気密改修の効果を検証し、メニュー化の基礎データを取得した。冬期の気密性能、断熱性能、熱的快適性、構造熱橋部の断熱補強の効果、戸境壁断熱の効果、平成17年12月から平成18年度3月にかけての測定結果から検討した。</p> <p>③断熱・気密改修レベル毎消費エネルギー削減効果予測法の開発</p> <p>暖房設備の違いが室内環境に及ぼす影響を把握するため、平成19年10月から平成20年2月にかけてエアコンと床暖房を用いた実験を行い、室内環境の熱的挙動を測定した。暖房設備別（エアコン、床暖房）に運転を行い、形成される温熱環境および消費エネルギーを取得した。</p> <p>(2) 実施期間</p> <p>平成18年度～平成19年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <p>技術開発に係った経費 71,062千円 補助金の額 31,189千円</p> <p>(4) 技術開発の構成員（所属は実施期間当時）</p> <p>東京ガス株式会社（商品開発部 浅輪泰久，鍵屋慎一） 大阪ガス株式会社（リビング開発部 西尾雄彦，リビング技術部 平岡哲也） 東邦ガス株式会社（リビング営業部 高木博司） 西部ガス株式会社（営業設備部 井上勝之） 東急建設株式会社（建築エンジニアリング部 中村聡，阿部菜穂美） 株式会社JSP（開発部 小浦孝次） トステム株式会社（ビル技術部 樋口豊，ビル改装営業部 大澄達郎） 大信工業株式会社（営業部 小林輝彦）</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <p>取得した特許</p> <p>なし</p> <p>発表した論文</p> <p>①平成19年8月 日本建築学会大会（九州，福岡大学） タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究 その1 実証実験の概要</p> <p>②平成19年8月 日本建築学会大会（九州，福岡大学） タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究 その2 気密性能向上効果、熱損失低減効果の実測</p>	

- ③平成20年8月 空気調和・衛生工学会大会（草津，立命館大学）
 タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究
 断熱改修による暖房時室内環境改善およびエネルギー消費低減効果
- ④平成20年9月 日本建築学会大会（中国，広島大学）
 タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究
 その3 19年度研究概要及び実証実験内容
- ⑤平成20年9月 日本建築学会大会（中国，広島大学）
 タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究
 その4 夏期日射遮蔽効果定量化のための実証実験計画
- ⑥平成20年9月 日本建築学会大会（中国，広島大学）
 タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究
 その5 夏期日射遮蔽効果定量化のための実証実験結果及び考察
- ⑦平成20年9月 日本建築学会大会（中国，広島大学）
 タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究
 その6 簡易気密性能測定装置の開発と検証
- ⑧平成20年9月 日本建築学会大会（中国，広島大学）
 タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究
 その7 戸境壁および開口部の断熱・気密改修が空気音遮断性能に及ぼす影響
- ⑨平成20年9月 日本建築学会大会（中国，広島大学）
 タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究
 その8 断熱改修による暖房時室内環境改善効果
- ⑩平成20年9月 日本建築学会大会（中国，広島大学）
 タイトル：既存RC造集合住宅における断熱・気密性能向上に関する研究
 その9 断熱改修による暖房用エネルギー低減効果検証

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

本技術開発は、同一物件の横並びの4住戸を用い、断熱仕様、設備仕様を異ならせて同時（同一環境下）に実証実験を行い、改修効果を定量的に把握したものである。膨大なストックのあるRC造集合住宅を住戸単位に断熱・気密性能を向上させることを目的とし、対策効果を実在する物件を用いて実証実験により評価した事例は極めて少ない。

(2) 技術開発の完成度

本技術開発は、既存住宅改修を行う際の効果を定量化するための基礎データを取得したものである。成果は学会大会等を通じ、公開に努めているが、今後完成度を高めるためには、以下の課題があると認識している。

- ①今回取り上げた手法以外の断熱・気密材料を用いた実証実験。
- ②シミュレーション手法を用いた断熱・気密性能の推定と確認実験。
- ③改修効果予測の簡易計算手法の確立、及び改修レベル別改修メニューの総合評価チャートの確立。

(3) 実用化・市場化の状況

本技術開発により、普及促進のための基礎データが得られているが、本研究の成果は最終的に「一般の居住者にわかりやすい表現」で「営業段階で断熱・気密改修の効果や費用が概算可能」という効果予測法確立に供することの出来るものである。現在の断熱・気密改修に対する居住者のニーズは、投資に対する効果が見えにくいいため、市場が形成されている状況では無い。断熱・気密性能を向上させる技術は実用可能であるものがほとんどであるが、居住者の意識向上（断熱・気密改修は光熱費低減のほかに室内環境を向上させること）、区分所有法などの法整備（共有部である開口部断熱改修手続きの簡素化）、本技術開発成果をベースに作成する、営業段階に用いるツールの活用を図ることで、断熱・気密改修市場が顕在化し、室内温熱環境の向上と暖房用エネルギーの削減を両立させることが可能となると考える。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

a. 既存住宅の気密性能把握手法の確立

1. (5) ⑥の論文に記載したとおり、台所に設置されているレンジフードを用いて既存住戸の気密性能(C値)を測定する手法を確立した。C値の測定は、通常専門家が専用測定装置を用いて行うが、専門家でなくても簡易な測定装置でほぼ正確な値を求めることが可能となった。

b. 断熱・気密対策の定量化

各種の断熱・気密対策毎の効果を実証実験により把握し、定量化することが出来た。その結果、既存のRC集合住宅の個別対策で平成11年基準を達成できることを確認した。また、冬期の暖房用エネルギー消費削減効果についても、断熱仕様、設備仕様ごとに確認が出来た。

c. 断熱対策が住戸間の遮音性能に及ぼす影響の確認

1. (5) ⑧の論文に記載したとおり、住戸間の壁面に断熱対策を行うと、当該住戸間の遮音性能が低下する可能性があることを確認した。これまでは実験室内実験で確認されていたが、実物件において実証された事例は無い。

・残された課題

本技術開発を通じ認識している残された課題は、2.(2)に記載した以下の課題である。

①今回取り上げた手法以外の断熱・気密材料を用いた実証実験。

②シミュレーション手法を用いた断熱・気密性能の推定と確認実験。

③改修効果予測の簡易計算手法の確立、及び改修レベル別改修メニューの総合評価チャートの確立。

これら3点は、本技術開発を中心として捉えた際の継続性および応用性に関する課題である。一方、上記以外に、全国の集合住宅の使われ方に起因する、以下に記す重要な課題も認識している。

既存集合住宅の改修において重要な点は、「未入居住戸の存在」である。集合住宅は全住戸に入居することが前提であり、住戸間の戸境壁は通常断熱は行わない(断熱補強部分は除く)。そのため、経年の既存集合住宅において隣接住戸が長期間未入居の場合、断熱されていない戸境壁から熱損失が発生する。対策としては、戸境壁に断熱対策を行うことだが、前述のとおり住戸間の遮音性能が低下する恐れがあることが判明した。

省エネルギーの観点からも、遮音性能を低下させない、住戸間の断熱対策手法の確立と普及が必要であると考えられる。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

2.(3)に記載したとおり、現状では既存集合住宅の断熱・気密改修市場が顕在化していない。そのため、単独の企業で技術開発や普及のための投資を行うには限界があり、対策の進展が遅くなってしまう。

今後は機会を捉え、産学連携での検討会(省エネ住宅普及促進手法開発委員会 など)に参画し、本技術開発成果も提供しながら技術開発を展開させるとともに、補助制度の有効活用による改修事例の推進などによる市場の顕在化を目指していく。

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発 以上の中から選択してください。	課題名 環境と安全を考慮した、建物の断熱パネル工法に関する技術開発
--	--

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

本技術開発は、建物の省エネと火災安全の問題を考慮して、新聞紙の古紙を再び繊維状に加工し防燃処理を施し、ボード状に成形した再生パルプ繊維に塗装鋼板を張った断熱パネルを構築、リサイクル・省エネ・防火の技術を盛り込んだ建物の断熱工法の技術開発を目指した。また、それらで構成した建物の区画開口部からの熱エネルギーロスを低減する為に、アルミ製で軽量化を図り高速開閉する、防火性能を有するアルミ合金製高速開閉式シャッターの技術開発を併せて実施、「人に、環境に優しい建物の次世代断熱工法」の技術開発を行った。

(2) 実施期間

平成18年度 ～ 平成19年度

(3) 技術開発に係った経費

技術開発に係った経費 40,342 千円

補助金の額 20,171 千円

(4) 技術開発の構成員

【構成員】

株式会社フジタ エファフレックスジャパン株式会社

王子製袋株式会社 株式会社アイジー技術研究所

【主任技術開発者】(技術開発項目ごとの責任者)を下記に示す。

- ・建物の区画を構成する鋼板張再生パルプ繊維断熱パネル工法に関する技術開発
株式会社フジタ(技術センター カスタマープロジェクト室 エグゼクティブコンサルタント 高橋一郎)
- ・再生パルプ繊維断熱材の製造方法に関する技術開発
王子製袋株式会社(営業本部 ダンパック販売部長 橋谷幸夫)
- ・断熱パネル工法の区画開口部に適用するアルミ合金製高速開閉式防火シャッターの技術開発
エファフレックスジャパン株式会社(技術部 部長 山田浩道)

(5) 技術開発成果の刊行又は掲載、開発成果の国土交通省大臣認定取得及び技術開発成果表彰等

【新聞掲載】

- ・2008年3月28日 日刊工業新聞 建設産業新聞 建設通信新聞 建設工業新聞
- ・2008年3月31日 日経産業新聞
- ・2008年4月11日 電機新聞
- ・2008年4月28日 建設技術新聞 他多数掲載

【雑誌掲載】

- ・2008年4月14日 物流 Weekly
- ・2008年9月5日 建築設備と配管工事 日本工業出版

【技術開発成果の表彰】

- ・2008年10月2日
「世界初のアルミ合金製高速開閉式防火シャッターの技術開発」により
2008年度「超ものづくり部品大賞」を受賞 日刊工業新聞 経済産業省他協賛

【国土交通省大臣認定取得】

- ・認定番号 EB-0330 アルミニウム合金製巻上げシャッター(遮炎性能を有する防火設備)
- ・認定番号 EB-0362 アルミニウム合金製巻上げシャッター(遮炎性能を有する防火設備)
- ・認定番号 NM-1726 セルローズ亜鉛めっき繊維充填鋼板張パネル(不燃材料)



倉庫、工場、店舗、事務所ビル等に適用

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

1) 防火性能を有するアルミ合金製高速開閉式シャッターについて

アルミ製のシャッターは、軽量化が可能となりシャッターの高速開閉性には優れているが、アルミは熔融温度が低く防火性能を確保することが困難で、世界的にも技術開発の報告例が無かった。そこで、防火性能を有し建物の区画開口部からの熱エネルギーロスの低減を目指した、アルミ合金製の高速開閉式防火シャッターの技術開発を行い、その実現に成功した。

2) 再生パルプ繊維鋼板張断熱パネルについて

従来の断熱材の代替として環境と火災安全の問題を考慮して、不燃性能を有し地球資源の有限を考慮したリサイクル材料の再生パルプ繊維による断熱材を用いた、建物の次世代断熱工法の技術開発を目的とし、薄型化粧鋼板を張り構成した鋼板張断熱パネルの技術を構築し、「人に、環境に優しい断熱工法」の実現を目指した。

従来の建物に適用する断熱材には、下記の問題点があった。

- ・発泡樹脂系断熱材の施工時のフロンガス使用による地球環境破壊の問題
- ・発泡樹脂系断熱材の火災時の有害ガス発生の問題
- ・鉱物繊維系断熱材の粉塵（ハウスダスト等）発生懸念に関する問題
- ・発泡樹脂系および鉱物繊維系断熱材の製造時CO₂排出量の増大による環境破壊問題

上記の課題を解決するために、再生パルプ繊維断熱材による鋼板張断熱パネル工法の技術開発の提案を行った。

鋼板張再生パルプ繊維断熱パネル工法の開発により、問題の解決を可能にしたこととは…？

- ・再生パルプ繊維断熱材の施工時にはフロンガスを使用しない。（ノンフロン工法）
- ・防燃処理を施した鋼板張再生パルプ繊維断熱パネルは、不燃材料としての性能を有し火災時に有害ガスの発生を低減した。（国土交通省 不燃材料大臣認定取得）
- ・再生パルプ繊維は、新聞紙等の古紙を再び繊維状、綿状にしたものを主原料とし、地球資源の有限を考慮した高環境対応型の断熱材料である。（リサイクル材料）
- ・鉱物繊維系のような粉塵の発生が少ない。（VOC4☆☆☆☆取得、エコマーク取得）

以上、本提案の再生パルプ繊維断熱材による断熱パネル工法は、環境問題と火災安全を考慮した技術革新性の高い付加価値を有する技術開発である。



再生パルプ繊維



再生パルプ繊維ボード



鋼板張パネル耐火性能評価試験

(2) 技術開発の完成度

1) 防火性能を有するアルミ合金製高速開閉式シャッターについて

本技術開発は、すでに製品化されており自動車生産工場などに適用され始めている。

2) 再生パルプ繊維鋼板張断熱パネルについて

現在、内装用の不燃断熱パネルの製品開発を進めており、2010年度末までに建物への適用が可能になるように製造・販売・施行体制を構築しつつ、製品化が進められている。

(3) 実用化・市場化の状況

1) 防火性能を有するアルミ合金製高速開閉式シャッターについて(目標 800セット/年間)

本開発技術は、2008年4月に製品化され市場に投入され始めた。既に、当初適用を予定し



遮炎性能性能評価試験

高速開閉耐久性能評価試験

アルミ防火シャッター完成品

ていた、自動車生産工場などに適用され始めている。開口部の適用面積については、最大開口5m×5mの国土交通省の防火設備大臣認定を取得済みで、当初は3m×4mでスタートし、最終的には5m×5mの開口に適用する製品の投入を目指している。これらの技術開発成果により、従来のように防火区画の開口部に防火シャッターを併設する必要がなくなりデッドスペースが減少し、設計・施工の省力化および建設コストの縮減が可能となる。

2) 再生パルプ繊維鋼板張断熱パネルについて（日本市場は、750万㎡/年間 2006年調べ）

現在、本開発技術を、原油高、資源の有効利用などのリサイクル志向の省エネの動向の中で、従来の発泡樹脂系断熱材などの代替となる次期断熱材および断熱工法の商品化、市場投入に向けて製品化を進めている。そのために、内装用不燃断熱パネルを製品化する為に国土交通省の防耐火大臣認定を取得、製造、販売、施工体制などの構築を進めており2010年4月から市場への投入に向け準備中である。この不況下、鋼板張断熱パネルはALC板などに替わる高機能&軽量で、現場施工がし易く工期短縮が可能となる為に需要が拡大している。

(4) 技術開発に関する結果

【成功点】

1) 防火性能を有するアルミ合金製高速開閉式シャッターについて

アルミの熱的弱点となる低温での熔融および熱膨張の大きさなどを制御する技術を、コストパフォーマンス等を考慮して、如何に効率的にシンプルな構造で克服するかが大きな技術的課題であった。その解決策は、どのように火災時の受熱をシャッターの裏面に放熱させアルミの温度上昇を制御し、さらに熱によるアルミパネルの大きな膨張を吸収する機構を備えてパネルの加熱側への大変形を防止して、アルミ製の防火シャッターの技術開発に成功した。

2) 再生パルプ繊維鋼板張断熱パネルについて

再生パルプ繊維を建物の火災時の安全を考慮し、不燃化する技術を開発した。さらに、パルプ繊維をボード化し、軽量化、熱伝導性能、強度の向上および品質安定性の確保を如何に図るかが重要な技術的課題となった。そのために、再生パルプ繊維ボード強化のためにハニカムコア材との複合化、ハイブリッド化が図られた。それにより、上記の問題点を解決し、製品化のために必要な大幅な性能向上が図られることとなった。

【残された課題】

1) 防火性能を有するアルミ合金製高速開閉式シャッターに関する技術的な課題は特になし

2) 再生パルプ繊維鋼板張断熱パネルについて

耐火性能を有するパネルについては、その性能を満たす為にパネル厚150mmが必要となる。製品化するためには100mm程度の厚さにする必要があると考えている。そのために、現在不燃ボード（石膏ボードなど）との複合化を図り、その性能の向上を試みる予定である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

1) 現在、アルミ防火シャッターの製造は、独国のエファフレックス社において行われている。現状では、納期等の問題があり日本国内での製造・販売体制の構築が検討されている。

2) 現在、日本の鋼板張断熱パネルの市場の7割を占める内装用不燃断熱パネルの製品化を優先して、今年度末には、建物への適用を可能にすることを目指し製品開発を進めている。

技術開発成果報告書

事業名 住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発	課題名 超高速情報通信ネットワークで結ばれたギガハウスタウンを新たなソリューションによりギガビット・エコタウンとする技術開発
1. 技術開発のあらまし (1) 概要 住宅・ビル・地域にギガビットレート以上の光ネットワークを構築し、センサ・情報家電・情報ツール、さらに遠隔サービス等の技術開発を行なうことにより、移動に係るエネルギーの有効活用を行ない、地域内住宅群のエネルギー消費量の削減を図る。 (2) 実施期間 平成 17 年度～平成 19 年度 (3) 技術開発に係った経費 実施期間の合計：技術開発に係った経費 317,278 千円（うち補助金の額 150,000 千円） 【内訳】 17 年度：技術開発に係った経費 103,963 千円（うち補助金の額 50,000 千円） 18 年度：技術開発に係った経費 107,911 千円（うち補助金の額 50,000 千円） 19 年度：技術開発に係った経費 105,404 千円（うち補助金の額 50,000 千円） (4) 技術開発の構成員 統括：慶應義塾大学工学部 物理情報工学科 教授 小池 康博 ① 超高速情報通信ネットワーク用端末ギガビットネットワークディスプレイの開発、並びに超高速省エネ情報通信ネットワークの構築及び超高画質リアルタイムコミュニケーションシステムの開発： 慶應義塾大学 工学部物理情報工学科 教授 小池 康博 慶応工学会 常任理事 慶應義塾大学名誉教授 研究員 清水 眞佐男 ② ギガハウスタウンで可能な遠隔コンテンツサービスに関する技術開発、並びに一般住宅用光ネットワークインフラ技術の開発： 積水化学工業株式会社環境・ライフラインカンパニー リーダー 池本 陽一 副主任技術員 末吉 博樹 慶應義塾大学 工学部物理情報工学科 教授 小池 康博 慶応工学会 常任理事 慶應義塾大学名誉教授 研究員 清水 眞佐男 ③ ハウスモニタリングによるハウスセンシング技術、並びにハウスモニタリングによるエネルギー効率化技術の開発： 大成建設株式会社技術センターニューフロンティア技術開発室 室長 森川 泰成 慶應義塾大学 工学部物理情報工学科 教授 小池 康博 慶応工学会 常任理事 慶應義塾大学名誉教授 研究員 清水 眞佐男 ④ ハウスモニタリングによるエネルギーの有効活用技術、並びにハウスモニタリングによるエネルギー有効活用技術の開発 パナソニック電気株式会社設備ネットワークシステム開発部 グループ長 大野 正己 パナソニック電気株式会社情報機器戦略企画推進室 課長 桐畑 慎司 パナソニック電気株式会社情報機器開発部 広石 昭彦 パナソニック電気株式会社設備ネットワークシステム開発部 西川 誠 慶應義塾大学 工学部物理情報工学科 教授 小池 康博 慶應義塾大学 工学部システム統合工学専修 准教授 西 宏章 慶応工学会 常任理事 慶應義塾大学名誉教授 研究員 清水 眞佐男	

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許：特になし

発表した論文：

1. 平成 19 年 9 月 16th International Conference on Plastic Optical Fibers
(積水化学工業株式会社 谷口 輝行、川上 貴志、末吉 博樹)
タイトル：The ultimate easy-wiring methods and its experiment results with GI-POF
2. 平成 19 年 9 月 16th International Conference on Plastic Optical Fibers
(積水化学工業株式会社 谷口 輝行、川上 貴志、末吉 博樹)
タイトル：Requirements and wiring methods for POF in existing houses, and their experimental results.

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

民生分野のエネルギー消費量をいかにしてトータライズに抑制するかという目的に対し、IT 技術に着目し臨場感溢れるリアルタイムコミュニケーションツールを開発して人的移動の抑制を図ると同時に、各家庭におけるエネルギー使用量をきめ細かくコントロールすることによって相乗的に省エネ効果を発揮することを目指し、ブロードバンド時代を見据え IT 技術によってソリューションを提示したことに革新性がある。

また、その実現ため、以下のように IT に関わる 4 つの技術開発項目を取り上げ相互に連携して開発を推進することとした。それぞれの革新性は下記の点にある。

- ① 超高速情報通信ネットワーク用端末ギガビットネットワークディスプレイの開発、並びに超高速省エネ情報通信ネットワークの構築及び超高画質リアルタイムコミュニケーションシステムの開発：

インターネットを利用した既存のテレビ会議システムに比べて、本開発はハイビジョンクラスの動画質が得られ、PC のアプリケーション上で容易に操作が可能である。

- ② ギガハウスタウンで可能な遠隔コンテンツサービスに関する技術開発、並びに一般住宅用光ネットワークインフラ技術の開発：

GI 型 POF ネットワークは既存のネットワークメディアに比べ圧倒的なビットレートを送れるため、今後普及が予想されるハイビジョン（以上）の画質の伝送に極めて有利である。また、家庭内に普及を図るためには、安全に使用ができて接続が容易なことが絶対的な必要条件であるが、GI 型 POF はこれらをクリアしている。

- ③ ハウスモニタリングによるハウスセンシング技術、並びにハウスモニタリングによるエネルギー効率化技術の開発：

温度・湿度・風速などの環境パラメータ情報を VR 上に構築した住宅空間に仮想的に可視化することにより、複雑な気流解析、温熱解析の理論的解釈を伴わずに直感的にリアルタイムに省エネ効果を把握できる。

- ④ ハウスモニタリングによるエネルギーの有効活用技術、並びにハウスモニタリングによるエネルギー有効活用技術の開発：

IP 接続ソフトを搭載した家庭用配電盤は、収納した 20 回路以上の系統についてリアルタイムに詳細な電力使用量をモニタリングすることができるため、従来に比べより広範囲な家電を対象に、柔軟な ON/OFF 制御が容易に行える基盤が整った。また、IP 接続を利用すると各家庭間をまたがる協調的な家電の制御が容易に可能となるので、複数の家庭にまたがって使用電力を協調的に制御することが可能になる。

(2) 技術開発の完成度

個別の技術開発項目においては、それぞれ当初の開発目標に達している。家庭内の家電をトータルに制御して総合的な省エネ効果を得ることに関しては、使用電力を抑制するための ON/OFF するアルゴリズムがしっかりできておれば実現が可能であり、モデル実験でその効果を確認した。リアルタイムコミュニケーションツールとしての、HDVTS システムの技術的な完成度に関しても問題なく十分実用レベルに達しているが、当初の目的の一つである移動の

抑制による省エネルギー効果について有用性を示すためには、医療コンテンツ、教育コンテンツ、テレショップなどの商業コンテンツの充実を待つ必要がある。

実用化に向けての大きな問題点は、家電側にコントロールされるインタフェースが実装されていないことである。そのために、現状では電源を強制的に ON/OFF する状態である。一方、居住者の快適性に目を瞑れば省エネ効果を上げること自体はさほど困難な命題ではないため、省エネ効果を適切に評価するためには、快適性と折り合いをどう設定するかということも、実用化に向けて考慮すべき問題である。

(3) 実用化・市場化の状況

個別の技術開発の成果としては、①HDVTS システムは現時点で実用レベルの達しており、今後の普及が見込まれる。②積水化学のプレファブ集合住宅については、POF ネットワークのテスト販売を実施のちオプション販売することを予定している。③住宅省エネ性能の評価に関して、VR を利用した可視化技術は研究開発の手法として十分実用化レベルに達した。④IT プロトコルを送出するソフトウェア搭載した家庭用配電盤を既に商品化しており、今後普及することにより家庭内ネットワーク (LAN) に組み込まれていくものと思われ、それぞれ一定の市場性を有するものであると考える。しかし、トータルシステムとしての商品性を上げるためには、HDVTS 操作用ハードウェア・ソフトウェア、高速ネットワーク対応のコンテンツ開発、セキュリティ対応、家電自体の情報化等への技術的な改良開発がさらに必要であり、あるいは商取引慣の P to P 化や、社会の成熟化、高速ブロードバンドの普及、コンテンツの豊富な供給など外的要因についても環境の整備を待つ必要がある。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

技術的な開発要素に関しては、概ね計画に沿って進めることが出来た。将来的に家電が情報化することが容易に予想されるため、リアルタイムの電力情報を IP プロトコルで送出できる配電盤が商品化されたことは、将来複数の家庭を統合的に制御する技術的可能性を切り開くものである。また、将来の家庭内ネットワークとして最も優位性を持つ POF に関して、施工性の容易性と、性能の両立を図ったことが大きい。

・残された課題

当初計画にあった、2 地点のリアルタイムコミュニケーションシステムによる臨場感の評価と、同時に双方の家電を統合的にコントロールする実証実験は、専用のネットワーク回線の確保が難しいためモデルによる実験に頼らざるを得なかった。また、個別の家庭については、今後も統合的な家電の省エネルギー技術開発を進めると同時に、これから普及が見込まれる太陽光発電パネル、ガスコジェネ、自然エネルギーなどと組み合わせ、さらに効率的な省エネ住宅の開発に対応する柔軟性を担保することも必要であろう。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

HDVTS を含め全体をトータルしたシステムとしては相対的に高額商品という位置づけになるため、10%程度の普及率が見込めれば市場性があると思われる。実際に家庭において省エネ効果を上げるためには、システムは各居住者の特質や行動パターンに応じて、柔軟に対応可能であるべきである。また、居住者の省エネルギーを志向した行動に対して、省エネルギー運転を進めることによる快適性の低下とどのようにバランスさせるか、あるいはいかにして快適性を損なわないような手法あるいは運転方法を取るかという柔軟性を保持する必要がある。同時に、実効性を伴う商品開発という視点からは、居住者の省エネ的行動に対してどのようなインセンティブをつけてあげることができるか、システム開発者が設計的な工夫を盛り込む必要がある。

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発	課題名 「ヒートポンプを利用した住宅等の省エネルギー設備の評価・設計手法と応用性向上に関する技術開発」
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>近年、家庭用エアコンのエネルギー効率の向上や、高効率給湯器の実用化など、建築用の熱供給に関するヒートポンプ（以下、HP）技術の進歩は著しい。HPは外気等の集熱源から効率的に熱を改修することで高い効率を発揮できるが、その効率は外気条件の変化や使用状況により大きく変化する。暖冷房に用いられるエアコンでは、低効率となる部分負荷での運転が行われがちであり、高断熱・高气密を有する建物においても建物性能に適合する小容量の機器が選定されず、さらなる低負荷運転に陥る場合が多い。また、床暖房や放熱パネルに冷温水を供給して冷暖房を行う冷温水HPも登場してきているが、その効率評価はまだ規格化されていない。給湯機では、深夜電力利用のために貯湯を行う場合が一般的であるが、貯湯量の予測・判断ロジックにより効率が大きく変化する。このように、HPの高効率発揮のためには、地域ごとの気象や実使用を反映した評価が不可欠となる。</p> <p>こうした背景の下、ヒートポンプを利用した住宅等の省エネルギー性の確保や、設計・評価手法の確立、および応用性の向上を果たすべく、以下の①～③の技術開発を行った。</p> <p>①HPの各種特性と実使用効率に関する評価方法の開発</p> <p>HP利用による各種暖冷房方式の評価（エアコン方式、冷温水HPによる放射冷房方式、冷温水HPによる床暖房方式）、HP利用暖冷房方式における快適性と省エネ性を考慮した機器容量決定法の検討、実使用環境におけるCO₂ヒートポンプ給湯機の評価方法の確立を行った。</p> <p>②HPを利用した省エネルギー設備の設計ツールの開発</p> <p>住宅の熱的性能を定量的に評価するための暖冷房負荷計算プログラムおよびその入出力インタフェースを開発し、さらにHP機器を暖冷房・給湯等に使用した際の消費エネルギー量や光熱費、室内温熱環境を評価・提示するソフトウェアを開発した。</p> <p>③HPの応用性向上に関する技術開発</p> <p>実測とシミュレーションによる評価結果を踏まえ、一日を通してベース暖房として有効なスラブ蓄熱、加工性に富み機能性とインテリア性を兼ね備えた透明な放射パネル、そして地中熱を熱源として利用したヒートポンプ、これらの3つの技術を組み合わせることにより、省エネで快適な全館放射暖房システムが実現できる見通しが得られた。</p> <p>なお、以下「2. 評価結果の概要」以降の報告は、上記の①～③の項目に従って行うこととする。</p> <p>(2) 実施期間 平成17年度～平成19年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費 技術開発に係った経費 289,991.592 千円 補助金の額 138,710 千円</p> <p>(4) 技術開発の構成員 東京大学大学院工学系研究科 東京電力株式会社 株式会社山内設計室</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取得した特許 なし ・発表した論文 <ol style="list-style-type: none"> 1. 平成20年8月 空気調和・衛生工学会学術講演論文集、(金秀耿, 金田一清香, 赤嶺嘉彦, 井田浩文, 小川智広, 前真之, 坂本雄三) タイトル: 温水ヒートポンプ床暖房システムの適用可能性に関する研究(第1報)床暖房パネルの放熱特性 2. 平成20年8月 空気調和・衛生工学会学術講演論文集、(小川智広, 井田浩文, 金田一清香, 金秀耿, 赤嶺嘉彦, 前真之, 坂本雄三) タイトル: 同題(第2報)機器の部分負荷特性 3. 平成20年8月 空気調和・衛生工学会学術講演論文集、(金田一清香, 金秀耿, 赤嶺嘉彦, 井田浩文, 小川智広, 前真之, 坂本雄三) 	

タイトル：同題（第3報）定常時システム性能の予測

4. 平成20年8月 空気調和・衛生工学会（東京電力株式会社 技術開発研究所 商品開発第二グループ 梶井 浩史）

タイトル：高断熱住宅におけるヒートポンプを熱源としたスラブ蓄熱に関する研究—二棟の実験住宅を用いたシステム性能評価—

5. 平成20年9月 The 29th AIVC Conference (S. Kindaichi, S. Kim, Y. Akamine, M. Mae and Y. Sakamoto)

タイトル：Energy Efficiency and Thermal Environment of Floor Heating System Using Heat Pump

6. 平成21年8月 日本建築学会環境系論文集, (金秀耿, 金田一清香, 赤嶺嘉彦, 前真之, 坂本雄三)

タイトル：温水ヒートポンプを用いた省エネルギー型床暖房システムに関する研究 第1報 床暖房パネルの放熱特性の評価

7. 平成21年8月 空気調和・衛生工学会学術講演論文集, (舘 景士郎, 前真之, 赤嶺嘉彦, 高瀬幸造)

タイトル：省エネ性と温熱環境に配慮した暖冷房機器の評価に関する研究 ヒートポンプを熱源とする放射パネル・床暖房を導入した住宅の実測調査および評価方法の検討

・一般誌への情報発信

1. 平成20年10月 住宅特集 2008年10月号（新建築社）, pp.76

タイトル：「箱の家124」の通風性情と放射冷房パネルによる室内環境

2. 平成21年3月 住宅建築 2009年3月号（建築資料研究社）, pp.118

タイトル：第2特集 光、風、熱をデザインする

3. 平成21年3月 マテリアルデザイン 2009-2010 2009年3月号, pp.48

タイトル：「箱の家」の環境性能の検証

・専門誌・学会基準等における知見の公開

1. 平成21年3月 住宅事業建築主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説, (財団法人 建築環境・省エネルギー機構)

タイトル：6章 給湯設備のエネルギー消費量に関する算定方法

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

①従来、ヒートポンプが導入された場合においても、実際の省エネ効果に関する検証例は少なく、その性能が十分生かされていない問題点があった。本技術開発においては、こうした問題を解決するため、各要素について従来の研究の枠を超えて新たな技術・評価手法の開発を行った。とりわけ、エアコン・冷温水 HP・CO₂ HP 給湯機はいずれも使用状況により効率が大きく変化することを把握し、高効率を発揮する建築・設備設計と使い方の条件を明示したことは、実使用での効率改善に有効と期待される。

②現在普及している暖冷房負荷計算ソフトウェアと比較した場合、入出力インタフェースの簡便さに優れている。また、住宅用暖冷房負荷計算に温水配管・床暖房パネルからの放熱を組み込んだ点や室内放射熱伝達を精度よく計算している点に革新性がある。

③住宅において現在普及している HP 暖房である空気熱源のエアコンや床暖房に対して、地中熱源とすることによる熱源効率の向上、および低温送水の利用による（特に既存の HP 床暖房に対する）熱源効率の向上、放射方式による快適性の向上の面で先導性がある。

(2) 技術開発の完成度

①補助事業期間内では、「エアコン方式」、「冷温水 HP による放射冷房方式」、「冷温水 HP による床暖房方式」について、東京大学人工環境実験室内に設置された実住宅を模擬した空間での性能検証を行った。また、機器容量決定法の検討、CO₂ ヒートポンプ給湯機の評価方法についても実験からの検証データのもと構築した。本成果は、平成21年04月01日より施行されている省エネルギー基準「住宅事業建築主の判断の基準」の策定に寄与している。

②基本的な暖冷房負荷計算部分に関してはほぼ完成している。温水配管・床暖房パネル部分のモデル化に関してはより高い精度での計算を行うため実験データとの比較検証を行っており、インタフェースに関しても引き続き使い勝手の向上を目指して開発を続行している。また、最終的な販売方法および想定ユーザーによっては今後入出力項目の調整が必要となる。

③スラブ蓄熱 HP システムに関しては20年度も継続してスラブ構成の最適化検討のためのシミュ

レーションを独自に実施し、スラブの厚みや配管の埋設深さが放熱性状に与える影響について更に検討をした。

(3) 実用化・市場化の状況

①「東京大学 建築環境エネルギー計画学寄附講座（東京電力） 第4回公開セミナー、2008年7月」を開催し、同セミナーにおける住宅におけるヒートポンプ利用の将来動向に関する議論を通して、本助成事業より得られた「ヒートポンプの評価方法」に関する知見の建設設備業界の関係者への周知・普及を行った。とりわけCO₂ヒートポンプ給湯機について構築された評価方法は、前述の省エネ基準の給湯部分に反映され、他の燃料の給湯機の効率と直接的に比較することが可能となった。また、研究開始時には出荷台数が限られていた冷温水HPがその後本格的な普及局面に入ったため、統一した評価方法についての議論の進展について好影響を与える結果となった。

②床暖房計算機能やインタフェースに関して一定の完成度を達成した時点で販売を検討している。販売方法に関しては不特定多数への市販はサポート・メンテナンス等の観点から難しい面もあり、各種ライセンス方式などを含めて検討中である。

③地中熱利用設備のインシヤルコストが現状ではまだ高く、実用化・市場化については検討中。スラブ蓄熱HPシステムに関しては、実用化・市場化に向けて設計施工マニュアルを検討中。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

①本技術開発において、温水HPを用いた床暖房システムは、均質で安定した質の高い温熱環境を形成でき、かつエアコンと同等の省エネ性を発揮できるポテンシャルがあることが明らかにするとともに、それに必要な床パネル等を含めた設計条件や推奨される使い方を整理できた。CO₂ヒートポンプ給湯機についても使用状況を反映した上で、他の燃料の給湯機の効率と直接的に比較することが可能となった。

②暖冷房負荷計算の計算精度の向上・計算対象となる暖房方式等の拡大を達成するとともに、入出力の簡易化を達成できた。

③二次側システムでは、HPの更なる効率化を図るため、低温水での暖房に着眼して技術開発を行った。スラブ蓄熱においては、低温水で蓄熱しても圧縮機が断続運転となる程の低負荷領域にならずHPの高い効率を十分に生かせることがわかった。アクリル製放射パネルに関しては、低温送水時、同等の大きさの既存スチール製パネルと比較して放熱量は20%程度低下するが、アクリルは加工性が高く大面積化が可能であり、機能性とインテリア性を兼ね備えた放射パネルとしての可能性が確認できた。地中熱利用に関しては、地中採熱部分の基礎的な設計ノウハウを構築できた。

・残された課題

①寒冷地はHPにとってデフロスト（除霜）の問題等から効率低下を招きやすいが、実験室等の制約から検討の余地が残ることとなった。今後さらなる省エネのためには寒冷地におけるHPのさらなる普及が期待されることから、今後も検討が必要であろう。

②住宅仕様や住まい方と条件とした際に、エネルギーコスト的に最適となる暖冷房機器を選定するプログラムや、吹き抜け等の空間において上下温度分布を計算するプログラムの完成度が低く、販売するソフトウェアに実装するためにはアルゴリズム等にさらなる検討が必要である。

③地中熱利用やスラブ蓄熱におけるインシヤルコストの低減につながる合理的な施工方法や、潜熱蓄熱材の適用による省スペース、軽量化が挙げられる。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

①本技術開発により、温水HPが高効率を発揮するには、温水往・還温度を低く抑え負荷率を適正に維持することが不可欠であり、システムを構成する熱源・床暖房構造・建物をトータルに設計することが極めて重要であることも判明した。また、床・壁に蓄熱体（特に潜熱）を封入し熱容量を増加させることで、室内温度の時間変化を抑え、かつCO₂原単位の小さい深夜電力や窓から入射する日射熱を有効に利用することが可能と思われる。今後は平成20年度～住宅・建築関連先導技術開発助成事業を通して、設計に資する更なる知見を確立していく。

②潜熱蓄熱パネルや放射冷房パネルとの組合せなど、各種省エネ手法のモデル化と組み込みを行うほか、前項で懸案とした最適暖冷房機器選定などのサブプログラムの導入を行う。

③HP熱源単体の更なる高効率化、及びスラブ蓄熱の適用住宅を広げる為の潜熱蓄熱材や太陽熱等の自然エネルギーと組み合わせた蓄熱式HP暖冷房システムの開発。（現在実施中）

技術開発成果報告書

<p>事業名</p> <p>・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発</p> <p>・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発</p> <p>・住宅等の安全性の向上に資する技術開発</p> <p>以上の中から選択してください。</p>	<p>課題名</p> <p>木造軸組工法における省エネルギー及び快適性能の向上手法に関する技術開発</p>				
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>本技術開発は、木造軸組工法住宅において省エネルギーと快適性向上を図るための住宅工法と技術・設備とを統合的に開発し、実務レベルでの基礎の確立と普及促進のためのノウハウの蓄積を図ることを目的として実施した。</p> <p>実施内容は、①技術開発計画の策定及び機能構成の検討、②住宅設計・設備開発、③実証住宅の建設・普及促進、④実証住宅における省エネルギー効果の検証、⑤技術開発成果のとりまとめと普及促進の5項目である。</p> <p>(2) 実施期間</p> <p>平成17年度～平成19年度 (3カ年)</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <table border="0"> <tr> <td>技術開発に係った経費</td> <td>109,307千円</td> </tr> <tr> <td>補助金の額</td> <td>54,653千円</td> </tr> </table> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <p>関西電力株式会社 (お客さま本部 地域プロジェクトグループ 板倉正和 他)</p> <p>三菱電機株式会社 (電材住設計画部 システムエンジニアリンググループ 佐藤 務 他)</p> <p>阪急不動産株式会社 (彩都事業推進部 植松宏之 他)</p> <p>三菱地所ホーム株式会社 (専務執行役員 子安 誠 他)</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <p>発表した論文等</p> <ol style="list-style-type: none"> 平成19年6月 「住まいと電化」(日本工業出版株式会社) (三菱地所ホーム株式会社 川本聖一) タイトル: 省エネルギー・快適な「彩都エコ住宅」の開発 平成19年8月 日本建築学会 (三菱地所ホーム株式会社 川本 聖一 他) タイトル: ダクト式全館空調を導入した環境共生住宅に関する研究 (その1) 実証住宅の建設と概要 平成19年8月 日本建築学会 (三菱電機株式会社 電材住設計画部 佐藤 務 他) タイトル: ダクト式全館空調を導入した環境共生住宅に関する研究 (その2) 換気量及び通風量測定と通風シミュレーションの検討 平成20年8月 空気調和・衛生工学会 (三菱電機株式会社 電材住設計画部 佐藤 務 他) タイトル: 住宅用ダクト式全館空調システムのエネルギー評価 		技術開発に係った経費	109,307千円	補助金の額	54,653千円
技術開発に係った経費	109,307千円				
補助金の額	54,653千円				

5. 平成20年9月 日本建築学会（三菱電機株式会社 電材住設計画部 佐藤 務 他）
タイトル：ダクト式全館空調を導入した環境共生住宅に関する研究（その3）
シミュレーションによる実証住宅の通風性能評価
6. 平成20年9月 日本建築学会（三菱電機株式会社 電材住設計画部 佐藤 務 他）
タイトル：ダクト式全館空調を導入した環境共生住宅に関する研究（その4）
実証住宅の実測結果
7. 平成21年5月 別冊家庭画報「きれいに暮らす」関西版2（世界文化社）
タイトル：「おうち de ECO」特集

2. 評価結果の概要

（1）技術革新性

木造軸組工法の住宅において、工法、設備・機器に関するさまざまな要素技術を統合的に組み込むことにより、高い断熱・気密・通風性能、快適性能、省エネルギー性能を実現している点で、先導的、革新的な成果をあげている。

本技術開発により建設した実証住宅では、建物規模50坪程度の住宅を対象とし、小容量（定格能力5kWクラス）のヒートポンプシステム1台での全館空調を実現できた。

（2）技術開発の完成度

本件では、技術開発成果を導入した実証住宅に実際に居住者が入居し、測定・シミュレーション等の検証を行っており、統合的な設計・施工パッケージとして高い完成度を達成している。

（3）実用化・市場化の状況

前述のとおり、実証住宅に実際に居住者が生活し、実用に耐えるレベルを達成している。

市場化については、要素技術や個別機器については市場化しているものもあるが、統合的な設計・施工パッケージとしては現時点では本格的な市場化はできていない。

（4）技術開発に関する結果

・成功点

本技術開発では、木造軸組工法の住宅を対象に、地域工務店でも対応可能な手法で、住宅工法（断熱・気密・通風）及び全館ダクト空調機器を統合的に導入することがポイントであった。この点について、実証住宅では当初目的どおりに実現でき、木造軸組工法ながらプレハブ住宅と同等以上の断熱・気密性能を実現し、全館空調による快適性・省エネ性も発揮し、居住者にも高い評価を得ることができた。

また、従来は個別に進められることが多かった住宅建築技術と空調設備技術とを、統合的に開発するアプローチをとったことにより、本技術開発の目標を達成できた。

・残された課題

本技術開発では、十分な省エネ・快適性や施工性を実現、検証できたが、普及方策の検討において、コスト面や居住者の理解度、認知度、ニーズ等の面から、地域工務店の十分な理解・参画を得るまでに至っていない。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

今後は、作成した普及コンテンツ等を活用して、地域工務店への普及促進を図ることによる実用化推進が期待される。

さらに、コンソーシアム構成企業の経営資源を活かした事業展開や、環境・エネルギー分野の先進都市（彩都）における拡大展開、工法・設備の統合コーディネート事業の展開などを進めることにより、今後、実用化・市場化を実現することができると考えられる。

技術開発成果報告書

事業名 住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発	課題名 集合住宅における水素供給燃料電池コージェネレーションシステムに関する技術開発												
1. 技術開発のあらまし													
(1) 概要 集合住宅は国内の新築物件の半数以上を占めており、民生分野における二酸化炭素排出量を削減するためにも、集合住宅におけるより一層の省エネルギーが要請されている。 本技術開発は、 <ol style="list-style-type: none"> ① 都市ガスインフラを利用し集合住宅オンサイトにおいて水素を製造する ② 住棟内水素配管を使用して各住戸に水素供給を行う ③ 各住戸に設置した水素供給燃料電池コージェネレーションにより熱電併給を行う 等を開発コンセプトとして、省エネルギーで集合住宅への設置が容易なコージェネレーションシステムを開発するものである。 主な技術開発課題を以下に示す。 <ol style="list-style-type: none"> ① 住棟において使用する水素を製造する小型水素製造装置の技術開発 ② コージェネレーションを構成する高効率水素供給燃料電池ユニットの技術開発 ③ ②の高効率水素供給燃料電池ユニットと組合せる高効率排熱利用ユニットの技術開発 ④ 集合住宅における本システムに適用する統合学習制御ソフトの技術開発 ⑤ 集合住宅の8住戸を使用した居住実証試験 													
(2) 実施期間 平成17年度～平成19年度													
(3) 技術開発に係った経費 実施期間の合計 243,729,527 円 (うち補助金の額 117,018,255 円) <内訳> <table style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 20%;">平成17年度</td> <td style="width: 30%;">63,227,289 円</td> <td style="width: 30%;">(うち補助金の額</td> <td style="width: 20%;">31,200,000 円)</td> </tr> <tr> <td>平成18年度</td> <td>145,566,418 円</td> <td>(うち補助金の額</td> <td>69,318,255 円)</td> </tr> <tr> <td>平成19年度</td> <td>34,935,820 円</td> <td>(うち補助金の額</td> <td>16,500,000 円)</td> </tr> </table>		平成17年度	63,227,289 円	(うち補助金の額	31,200,000 円)	平成18年度	145,566,418 円	(うち補助金の額	69,318,255 円)	平成19年度	34,935,820 円	(うち補助金の額	16,500,000 円)
平成17年度	63,227,289 円	(うち補助金の額	31,200,000 円)										
平成18年度	145,566,418 円	(うち補助金の額	69,318,255 円)										
平成19年度	34,935,820 円	(うち補助金の額	16,500,000 円)										
(4) 技術開発の構成員 大阪ガス株式会社 家庭用コージェネレーションプロジェクト部・エンジニアリング部・リビング開発部 東芝燃料電池システム株式会社 開発部・製品部 株式会社長府製作所 技術部													
(5) 取得した特許及び発表した論文等 <u>取得した特許</u> なし <u>発表した論文等</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. 平成18年9月 日本エネルギー学会誌 (東芝燃料電池システム株式会社 松田昌平・田中和久) タイトル: 水素燃料電池の現状と課題 2. 平成18年10月 大阪工研協会 (大阪ガス株式会社 大倉良一) タイトル: 燃料電池発電設備の動向と展望 ～材料技術・実用化の最前線～ 3. 平成18年12月 イワタニ水素エネルギーフォーラム (東芝燃料電池システム株式会社 松田昌平) タイトル: 水素エネルギー普及のために今何をなすべきか ～定置用水素燃料電池の開発状況から～ 4. 平成19年2月 東芝レビュー (東芝燃料電池システム株式会社 岩崎和希・金子隆之・坂田悦朗) タイトル: 1kW級家庭用燃料電池の大規模実証と水素機開発の現状 5. 平成19年8月 建設設備と配管工事 (大阪ガス株式会社 大倉良一) タイトル: 集合住宅向け水素供給燃料電池コージェネレーションシステム 6. 平成20年6月 日本化学会 関東支部 (東芝燃料電池システム株式会社 松田昌平) 													

タイトル:未来を担うエネルギー技術～水素エネルギーと太陽エネルギー～

7. 平成20年10月 日本冷凍空調学会 (大阪ガス株式会社 上殿紀夫・東芝燃料電池システム株式会社 松沢和幸・株式会社社長府製作所 宮本 伸)

タイトル:集合住宅における純水素駆動 PEFC コージェネレーションシステム

8. 平成20年10月 International Gas Research Conference 2008 (大阪ガス株式会社 上殿紀夫・東芝燃料電池システム株式会社 松沢和幸・株式会社社長府製作所 宮本 伸)

タイトル:Hydrogen-fueled PEFC cogeneration for multi-unit housing complex

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

都市ガス等を燃料電池とする家庭用固体高分子形燃料電池コージェネレーションが、平成21年度に商品化される。このコージェネレーションは、容量 200L 程度の貯湯タンクを搭載する排熱利用ユニットが必要であり戸建住宅への適用が主であり、集合住宅への適用は困難と考えられる。また、集合住宅において熱源機をセントラル設置する、いわゆるマンション・コージェネレーションはシステムコストが高いことや放熱損失が大きいこと等の課題から、その普及が進んでいない。

本事業では、小型水素製造装置のセントラル設置による効率的な運用、住棟内水素配管を用いた水素供給、各住戸に設置した水素供給燃料電池コージェネレーションによる熱電併給、住棟全体に対する最適制御システムの採用等、従来にない革新的なコージェネレーションの開発を目指した。

(2) 技術開発の完成度

都市ガス(天然ガス)を原料とする水蒸気改質装置と圧力スィング吸着装置(PSA)を組合せることで、水素製造能力 1.5 m³/h の小型水素製造装置を製作し、製品圧力 0.75 MPa、製品水素純度 99.999%以上、CO 濃度 1 ppm 以下という目標を達成できた。また、機器や制御ソフトの改良等小規模な保守が必要であったものの平成19年度1年間の実証試験において水素製造を行うことができた。

製作された水素供給燃料電池ユニットは46%(燃料水素のHHV基準)という高い発電効率と、冷起動において4分以内という短時間起動特性が実証され、集合住宅等での応用に適した燃料電池ユニットであることが確認された。

本事業のために新たに開発された排熱利用ユニットと組合せたコージェネレーションは、外形寸法幅700mm×奥行き450mm×高さ1250mmとコンパクトに構成され、集合住宅の標準パイプシャフトに格納できる大きさで試作し、本事業における1年間の実証試験において、優れた性能と信頼性を示すことができた。また、安全性、耐久性の面からも実用化に近いレベルであることが検証された。

居住実証試験において、季節ごと、住戸ごとの需要データ、各設備の運転データを取得した。各設備については、実証試験中細かな保守は必要であったものの不具合なく運転することができた。

(3) 実用化・市場化の状況

都市ガス等を燃料とする家庭用固体高分子形燃料電池コージェネレーションは平成21年度に商品化を達成した。

本事業により開発を進めた水素供給燃料電池ユニットは、先行して市場化を果たした家庭用固体高分子形燃料電池コージェネレーションの共通化された部品や低コスト部品としての開発品等技術転用可能な部分を可能な限り取り入れ、より実用化に近いシステムへの改善が進められている。

また、補助事業者の内、製造事業者2社は、大規模実証事業やその後の量産実績において家庭用固体高分子形燃料電池コージェネレーション生産に係る知見とノウハウを蓄積しており、これらは水素供給燃料電池コージェネレーションの生産にも有益であると考えられる。

本システムの実用化のためには、水素ステーション等の水素製造拠点、及びその拠点と集合住宅等の水素需要地を結ぶ水素供給インフラ等ハードの整備と水素供給インフラに係る法的規制の整理と緩和、住棟内の水素供給配管や水素計量方法に係る技術基準の整理等ソフトの整備が必要となる。

(4) 技術開発に関する結果

- ① 水素供給燃料電池ユニットと排熱利用ユニットの一体化に向け、ガス事業者が保有する機器設置や運転に関するノウハウにもとづき、製造事業者が協調して開発活動を推進した。その結果、標準的なパイプシャフトスペースに設置可能なパッケージングが可能となった。
- ② 実居住の集合住宅において、ステンレス鋼管を使用した水素供給配管を設計・施工した。常温、

ゲージ圧力10kPa以下の条件で水素を供給した1年間の実証試験において、溶接部や継手部分における水素漏洩がなく、水素供給が安全にできることが検証された。

- ③ 水素供給燃料電池ユニットは、先行する都市ガス等を燃料とする家庭用固体高分子形燃料電池の技術を活用することにより、システムとしての完成度を短期間で高めることができた。一方、電池本体をはじめ、水素駆動に適した要素開発を行ったことにより、高い効率と優れた運転制御性を実現できた。
- ④ 集合住宅への設置面から排気中への水素漏れ出しのない開発を進め、低濃度の水素燃焼が可能な触媒燃焼／熱回収器を開発した。これにより、残留水素を排気中に漏出することなく、広い出力範囲において高い発電効率と熱回収効率が実現できた。
- ⑤ 8住戸全体での省エネルギー率は年間で7.2%、冬季で9.9%、中間季で6.4%であった。住戸別では年間で10.5%を示す住戸もあった。

なお、省エネルギー率は以下により計算した。(HHV)

$$\text{省エネルギー率} = 1 - ((\text{水素供給量(MJ)} / \text{水素製造効率}) / (A + B))$$

A = 燃料電池熱供給量(MJ) / ガス給湯器効率

B = 燃料電池電力供給量(kWh) × 3.6 / 電力換算係数(0.369)

・残された課題

- ① 水素供給燃料電池ユニットは、技術的には実用化に近いレベルにあるが、実用化を実現するためには、社会的な認知、安全基準の整備等が必要であり、実証事業等による長期的な運転評価が課題となる。また、より高い信頼性を確立することも必要であり、継続的な研究開発も望まれる。
- ② 貯湯槽が50Lと小容量であったこと、放熱器を装備していなかったことから、短い時間に蓄熱容量が100%となり燃料電池が停止した。このため、燃料電池の稼働時間が伸びず省エネルギー率が抑制された。放熱器の有無や貯湯槽容量等の排熱利用ユニットの最適設計が課題となる。
- ③ また、水素製造効率により省エネルギー率が大きく左右される。本システムの実用化のためには、水素製造効率の向上が課題となる。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

本事業の実証試験結果から、集合住宅における水素供給燃料電池コージェネレーションの技術的可能性を確認することができた。

同時に、水素製造装置の効率改良、排熱利用ユニットの貯湯槽容量の最適化、統合学習制御ソフトの最適化等、実用化に向けて開発課題を抽出することができた。

家庭用固体高分子形燃料電池コージェネレーションは平成21年度から商品化されるとともに、そのコストダウン開発や次世代機の技術開発が継続して進められている。また、発電効率がより高く、機器がコンパクトになる固体酸化物形燃料電池コージェネレーションも、数年以内での商品化を目指して技術開発が行われている。

当面、家庭用燃料電池コージェネレーションについては、上述の技術開発が主となるが、将来、水素供給ステーションや副生水素の応用等水素供給に係るインフラが整備される場合を想定して、本事業で抽出された課題を長期的な課題として把握し検討を継続する予定である。



水素供給燃料電池コージェネレーション

技術開発成果報告書

<p>事業名</p> <p>・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発</p>	<p>課題名</p> <p style="text-align: center;">住宅等における地熱利用・ヒート&クールチューブシステムに関する技術開発</p>
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>1) 技術開発の目的</p> <p>建築基準法の改正により、住宅では居住域を対象として0.5回/時以上の換気能力を有する換気設備の設置が義務付けられるようになった。本技術開発では、住宅や小規模建築物に、地中熱を利用するヒート&クールチューブシステムを適用することにより、外気負荷の削減を図り、冷暖房時に省エネルギー効果が得られる技術を開発することを目的としている。具体的には、北陸地域に立地する住宅等の新規ならびに既存のシステムを用いて実証実験を行い、その効果を定量的に明示するものである。</p> <p>2) 実測対象とした住宅等</p> <p>①開が丘住宅 (富山県富山市、平成19年3月竣工)</p> <p>②上野医院 (富山県富山市、平成19年2月竣工)</p> <p>③室木歯科医院 (石川県七尾市、平成17年12月竣工)</p> <p>3) 技術開発の実施状況</p> <p>①ヒート&クールチューブ住宅・建築に関する地中熱利用データ実測調査(平成18・19年度)</p> <p>②ヒート&クールチューブシステムの地中熱温度利用面からみた有効性評価</p> <p>③ヒート&クールチューブシステムの省エネルギー性評価</p> <p>(2) 実施期間</p> <p style="padding-left: 20px;">平成18年度 ~ 平成19年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <p style="padding-left: 20px;">(技術開発に係った経費 31,085千円 補助金の額 14,802千円)</p> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <p>1) ㈱高屋設計環境デザインルーム 代表取締役 高屋 利行 (石川県金沢市瓢箪町12-47)</p> <p>2) 鈴木管工業株式会社 専務取締役 鈴木 啓泰 (石川県金沢市尾張町2-9-1)</p> <p>3) 金沢工業大学 環境・建築学部 教授 垂水 弘夫 (石川県石川郡野々市町扇ヶ丘7-1)</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <p>取得した特許</p> <p style="padding-left: 20px;">1. (出願中)「住宅換気システム」</p> <p>発表した論文</p> <p style="padding-left: 20px;">1. 平成19年8月 日本建築学会(金沢工業大学大学院 松井朝美、垂水弘夫、高屋利行、鈴木啓泰) ヒート&クールチューブシステム建築における地中採熱温度の解析、日本建築学会大会学術講演梗概集</p>	

2. 平成 20 年 8 月 日本建築学会（金沢工業大学大学院 簗原由紀、垂水弘夫、高屋利行、鈴木啓泰）

ヒート&クールチューブシステムによる省エネルギー効果に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集

3. 平成 21 年 8 月 日本建築学会（金沢工業大学大学院 簗原由紀、垂水弘夫）

北陸のヒート&クールチューブ住宅における取得・除去熱量と運転モードの関係、一地域防災環境科学研究所における環境建築研究 その5一、日本建築学会大会学術講演梗概集

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

地中配管延長が約 100m で塩化ビニル素材のヒート&クールチューブを、常時 0.5 回換気を行っている開が丘モデル住宅に適用した結果、加熱能力は月平均でみて 1 月に最大値が得られ約 540W、冷却能力は 8 月に最大値が得られ約 -380W であることなどが明らかとなった。計画換気運転の下、100m 級のチューブによる加熱・冷却能力が実大モデル住宅で提示されたのは、他にほとんど例を見ない。

(2) 技術開発の完成度

補助対象事業では、住宅や小規模建築の基礎内側の地盤面において、出来る限りヒート&クールチューブの配管延長を確保し、地中熱利用の最大化を図ることに主眼を置いた。その結果、冬期の月平均加熱能力が 500W を超えることなどを提示したものであるが、一般の多くの住宅においてヒート&クールチューブシステムを用いた地中熱利用が進むためには、より一層短い配管で、多くの取得・除去熱量を得るための工夫が必要と判断された。

(3) 実用化・市場化の状況

(補助対象技術開発の現在における実用化・市場化にむけた状況、又はすでに実用化・市場化している場合は、展開状況等を記載してください。)

補助対象として頂いた技術開発の成果に基づき、次段階として、金沢工業大学八東穂キャンパス内に付設温室ヒートチューブ住宅換気システムを有する断熱気密住宅試験棟を建築した（平成 21 年 4 月竣工）。これは、特に冬期の取得熱量増加に着眼した住宅であり、住宅に付設した温室上部からチューブ内に加熱空気を導入して地中を通過させることで、1) 冬期でも日射に応じた高温の外気を換気空気とできること、2) 熱容量の大きい地盤による蓄熱・放熱機能により、日射の無い夜間や翌日以降の曇天・雨天時においても、外気を直接地盤に導入するケースと比べて屋内吹出し空気の高温化が期待できること、などを特徴とする。ヒート&クールチューブの配管長は住宅の基礎周りを利用する 20m 程度とする一方、配管の素材としては熱伝導率が土よりも大きいステンレス製のスパイラルダクトを採用した。上記の出願特許「住宅換気システム」は、以上の内容に基づくものである。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

補助対象の技術開発では、住宅を含むヒート&クールチューブシステムの建築に 1 年を要しており、実測期間は 1 年間であった。システムを春・秋の中間期も連続で運転した結果、取得・除去熱を電力に換算した数値よりも、ヒート&クールチューブ用のファンの消費電力の方が上回る時期（主に中間期）や外気温度・気象条件などを把握することが可能となった。

・残された課題

実測期間が1年間と限られたため、開発した制御システムを複数の運転モード（チューブ側・バイパス側設定時間帯変更、設定温湿度変更など）により、年度ごとに切り替えて運転し、それがシステムの加熱・冷却能力に与える影響を比較検討するには至っていないことが、残された課題の一つである。中間期には換気空気をヒート&クールチューブシステム側を通過させず、地中熱の温存を図る方が得策と思われ、今後、こうした面からの検討を継続することが重要と考えられる。

また、ヒート&クールチューブの配管素材としては、施工性や調達の容易さなどから塩化ビニル樹脂が一般的と思われたが、塩化ビニル樹脂は土よりも熱伝導率が小さく（土の熱伝導率 0.5~1.5W/mK に対し、塩化ビニルは 0.15W/mK 程度）、取得・除去熱の大きさに影響したことも考えられる。今後は、金属製の配管素材を用いた場合の効果なども検討していく必要がある。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

補助対象技術開発を引き継ぐ形で、上述のごとく金沢工業大学において付設温室ヒートチューブ住宅換気システムを有する断熱気密住宅試験棟を建築し、フィールドテストを開始した。平成 21 年度の冬には、付設温室とヒートチューブシステムの組合せ効果を、計画換気における外気負荷削減の点から明示できる見込みである。

なお、この付設温室ヒートチューブ住宅換気システムの効果は、北陸よりも冬期に日射が多い太平洋岸の地域で大きいと予想され、実用化された場合の市場も広いといえる。

技術開発成果報告書

事業名 ○・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発 以上の中から選択してください。	課題名 新照明システムの開発
1. 技術開発のあらまし (1) 概要 <p>照明に使用されている蛍光灯について、その電子放射の基本を変えて消費電力の低減を図る。電圧を上げて電流値を限りなくゼロに近づける事により消費電力と発熱を少なくした。</p>	
(2) 実施期間	
平成19年8月31日～平成20年3月31日	
(3) 技術開発に係った経費	
技術開発に係った経費 24,515千円 補助金の額 11,300千円	
(4) 技術開発の構成員	
(株) シナジー総合研究所 泉屋 亨、石川 正造、西脇 淳子 (株) メック 野友 卓 (独法) 建築研究所 坊垣 和明 (財) 総合科学研究機構 横山 桂	
(5) 取得した特許及び発表した論文等	
取得(出願)した特許 1. 照明装置 特願2007-193022	

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

現状の物は、電圧を変えずに電流を如何に瞬時に大きなもので供給するかという方式が多い。従って輝度は上がっても発熱が大きく、消費電力はそれほど削減されない。後は周波数を商用電源の50Hzよりも高くして（インバータ、高周波点灯）輝度を上げて電力を削減すると云った方式である。

今回のシステムは流す電流を僅かにずらした位相で重ね合わせて共振させることにより高電圧を発生させてフィラメントを必要としない方式とした。この共振は電流がゼロの時に発生させているので、消費エネルギー（電圧×電流）は大幅に削減され、かつ電流値が限りなく少ないので熱も発生しない。

従って消耗箇所が大きく長寿命化する事に成功した。

また、昨今取り沙汰されているLEDは、発熱が大きな問題になっており、放熱が必要でそれが適切でないと輝度が下がり、かつ寿命も短くなる。また設置の初期費用も高価で当方も含めた既存の照明装置の数倍もかかる。

(2) 技術開発の完成度

大きく分けると、量産の手前が量産試作であり、その前の段階である確認、評価の試作の段階である。量産までの内容から見ると現状は70%のレベルと考える。施設農業用光源であれば、量産試作の手前の段階で約80%程度である。

(3) 実用化・市場化の状況

一般照明では、大手メーカーを除いてLED照明が今後の主流、という触れ込みで展開しているが、それは解決すべき課題がまだ多いという事である。云うほど良いわけではないという意見である。しかしながらとにかくLEDが時流であればその問題点が明るみに出て速度が落ちる時期を見計らう必要もあろうか、とも考える。

このような時に、最も適切なマーケットとしては、施設農業における光源としてかなりの優位に立てると考える。例年、福井市で開かれている北陸テクノフェアに農業用光源として建築研のブースより参考出品したが、やはり無発熱、という点で興味の対象になっていた。当面は施設農業用ということに特化して展開する予定である。

この場合は、輝度のレベルは現段階程度でも充分である。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

電極の構造では単純なメタルプレートでは管外に放射する電場が多かったが、グリッドを設けることにより電子の加速度が上がり管外へのリークは激減した。

また、従来の水銀ガスのみならずアルゴンガスでも点灯を確認した。

このことはネオンサインも点灯可能ということになるので、蛍光管からの発光スペクトラム（波長）がガスの分圧制御により変えられる、ということにつながる。

そうすると、農業用に必要な3波の光を個別に作成出来るので、成長期に合わせた適切な光源になりうる事になる。

照明は、技術的には比較的単純な構成であり、ポイントとしては電極の形状と材質、表面処理と電源回路に尽きる。

それだけに画期的なブレークスルーをもたらすのは難しいとも云える。

今回は高電圧低電流という組み合わせなので容易に電力の削減が可能となった。

・残された課題

電極の材質と表面処理

表面に単結晶のナノシリコンを蒸着すると電子の放射が画期的に増加して、従来の50%以上増加することが云われているが、その製造法が難問となっている。

これはキャリアに打ってつけのものがあることが判っているのでその試作を進めたいと考えるが、それを試作して貰える相手がほとんど無い。

中小の独特の技術を持っているところはほとんど壊滅状態であり、やむを得ず社内に試作用の設備（大体3千万程度）を作る事も視野に入れている。

また蛍光管も水銀だけではなく他のガス体の封入は従来の蛍光灯メーカーでは出来ないので製法が確立するまでは社内で設備（約1000万円程度）しなければならないと考えている。

従来、中小企業が開発の後押しをして発展してきたが、現在は大手は海外にシフトし、国内における開発能力は大きく損なわれているのは、この案件に限らず全てについて大きな課題である。（当社と同様な他の開発企業の共通の課題）

3. 対応方針

（1）今後の見通し

上記の課題をクリアするためには相応の資金と開発要員が必要となる。

昨年1年間に亘り資金調達を図ったが、金融不安により全てのファンドは停止状態にある。特に日本の金融機関は、設備には資金を出しても人的投資には出さないと云う日本独特の考え方があって、交渉は進まない。アメリカの投資家とは数回交渉したが、さすがにすぐには難しいという回答であった。それで農業用光源装置としてはある程度短期間に圧縮出来るのとすぐにはレベルアップの必要もないと考え、この分野に対して参入していくこととする。

技術開発成果報告書

事業名 住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する 技術開発	課題名 型枠材兼用多機能断熱パネルに関する技術開発
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>本技術開発課題にある「型枠兼用多機能断熱パネル」とは、コンクリート用型枠材として使用した後においては、躯体をはさむ断熱層として機能し、住宅等の冷暖房エネルギーの削減に貢献する、その廃棄を必要とせず、木質材料を使用しない型枠材料である。従って、住宅等に係わる省資源、廃棄物削減にも貢献する。又、型枠兼用多機能断熱パネルは、軽量で実用強度を持ち気密・水密性接合構造を有し心材に長尺の波型金属板を使用しているため、大型パネルとして供給出来る。更に、軽量かつ大型パネルで寸法精度に優れるため、型枠を地組みして施工するシステムが採用できる。</p> <p>本技術開発においては、このような型枠兼用多機能パネルを用いる場合の型枠工法の仕様詳細、型枠地組み仕様、パネル自体の材料構成、コンクリート打設状況確認システムなどについて検討し、実用性のある型枠兼用多機能断熱型枠パネル並びにそれを用いる型枠工法を確立するものである。</p> <p>(2) 実施期間 (平成19年度) 平成19年6月～平成20年3月末</p> <p>(3) 技術開発に係った経費 (技術開発に係った経費 4,334千円 補助金の額 2,167千円)</p> <p>(4) 技術開発の構成員 日本大学工学部 (建築学科建築化学第二研究室 教授・工博 出村克宣) 株式会社創建社 (代表取締役 伊藤孝一)</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等 取得した特許 1. 断熱パネルの製造方法 (審判番号 不服2008-6649) 審判中</p>	

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

現在実用化されている既存技術に比べて、型枠兼用多機能断熱パネルは、軽量でありながら、力学的性質にも優れる特徴を有している。このパネルの使用によって、低温下コンクリートの打設が可能、コンクリートと断熱層の一体化実現、居住時温湿度遮断性能の向上及び省エネルギー化の実現、雑音・騒音に対する遮断性の向上、有害電波の遮蔽効果の期待などが可能となる。

(2) 技術開発の完成度

型枠材兼用多機能断熱パネルについては、その製造法も含めて周辺技術を完成するに至っている。

先導技術開発助成補助終了後においては、当該パネルへの充電機能付加などの技術開発に取り組んでいる。

(3) 実用化・市場化の状況

型枠兼用多機能断熱パネル及びそれを用いる型枠工法については、実用化レベルにある。その市場化に向けては、従来のような建設材料の販売ルートのみではなく、新しいマーケティング手法を構築すべく検討している。なお、現時点において、当該パネル製造拠点を韓国とすることやその販売について、某商社と協議中である。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

補助対象技術開発においては次のことを目的とした。

「型枠として使用した後においては、躯体をはさむ断熱層として冷暖房エネルギーの削減に貢献する、その廃棄を必要としないコンクリート型枠用合板に代わる新規なコンクリート型枠兼用多機能断熱パネル、並びにこれを用いる鉄筋コンクリート造建物の新規な施工システムの開発」

このような目的については、ほぼその目的を達成できる技術が完成し、その施工性の向上も確認できた。

・残された課題

型枠兼用多機能断熱パネルの利用時の大きな問題点としては、打設するコンクリートの型枠内での充填状況を的確に把握することが重要である。このことについては、本技術開発の期間中においてもいくつかのアイデアが試案されたが、更に実用的な技術開発に取り組む必要がある。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

上述の通り、型枠兼用多機能断熱パネル及びそれを用いる型枠工法については、実用化レベルにあると考えられる。そのため、早急なる販売開始の実現のためのマーケティング手法の確立と実績の創造に取り組みたい。

技術開発成果報告書

<p>事業名</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発 <p>以上の中から選択してください。</p>	<p>課題名</p> <p>環境配慮型セメントを用いたコンクリート充填鋼管造に関する施工技術の開発</p>															
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>耐久性上の理由から現在建築分野での普及が滞っている環境配慮型セメント（エコセメント）の有効利用先として、コンクリートが鋼管で被覆され劣化しにくいという特長を持つコンクリート充填鋼管造（CFT 造）への適用を図るため、材料・施工上の諸性能を明らかにし実用的な施工計画および管理手法を確立する。</p> <p>(2) 実施期間</p> <p>平成18年度および平成19年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">平成18年度</td> <td style="width: 40%;">技術開発に係った経費</td> <td style="width: 20%;">24,886,902 円</td> <td style="width: 25%;">補助金の額</td> <td style="width: 10%;">11,000,000 円</td> </tr> <tr> <td>平成19年度</td> <td>技術開発に係った経費</td> <td>24,671,223 円</td> <td>補助金の額</td> <td>11,000,000 円</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>技術開発に係った経費</td> <td>49,558,125 円</td> <td>補助金の額</td> <td>22,000,000 円</td> </tr> </table> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <p>清水建設株式会社（生産技術本部 建築技術部 香田伸次） 大成建設株式会社（技術センター 建築技術研究所 陣内浩） 株式会社長谷工コーポレーション（技術研究所 大倉真人） 株式会社浅沼組（技術研究所 高見錦一） 安藤建設株式会社（技術研究所 立山創一） 株式会社大林組（東京建築事業部 生産技術部 大野耕太郎） 株式会社奥村組（技術本部 技術研究所 起橋孝徳） 鹿島建設株式会社（技術研究所 依田和久） 北野建設株式会社（技術研究所 森多毅夫） 株式会社熊谷組（技術研究所 金森誠治） 株式会社鴻池組（技術研究所 住学） 五洋建設株式会社（建築エンジニアリング部 竹内博幸） 株式会社竹中工務店（東京本店 建築技術部 井上孝之） 鉄建建設株式会社（エンジニアリング本部 建設技術総合センター 唐沢智之） 戸田建設株式会社（技術研究所 梅本宗宏） 株式会社ナカノフドー建設（技術研究所 森浩之） 西松建設株式会社（建築部 計画課 西浦範昭） 株式会社ピーエス三菱（技術研究所 中瀬博一） 株式会社フジタ（技術センター 西田浩和） BASF ポゾリス株式会社（混和剤営業技術部 山宮浩信） 前田建設工業株式会社（技術本部 技術研究所 梶田秀幸） 三井住友建設株式会社（建築本部 建築技術部 菅谷泰之）</p>		平成18年度	技術開発に係った経費	24,886,902 円	補助金の額	11,000,000 円	平成19年度	技術開発に係った経費	24,671,223 円	補助金の額	11,000,000 円	合計	技術開発に係った経費	49,558,125 円	補助金の額	22,000,000 円
平成18年度	技術開発に係った経費	24,886,902 円	補助金の額	11,000,000 円												
平成19年度	技術開発に係った経費	24,671,223 円	補助金の額	11,000,000 円												
合計	技術開発に係った経費	49,558,125 円	補助金の額	22,000,000 円												

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許

特になし

発表した論文

1. 平成 19 年 8 月 (社)日本建築学会 大会学術講演梗概集 (清水建設(株)香田伸次 他)
タイトル:「環境配慮型 CFT 造に関する研究 (その 1~10)」
2. 平成 19 年 8 月 (社)日本コンクリート工学協会 コンクリート工学 (大成建設(株)陣内浩 他)
タイトル:「エコセメントを用いた環境配慮型 CFT 造に関する基礎的研究」
3. 平成 19 年 12 月 (社)日本建築学会 技術報告集 (環境配慮型セメントを用いたコンクリート充填鋼管造に関する施工技術の開発コンソーシアム)
タイトル:「エコセメントを用いた高強度・高流動コンクリートに関する基礎的研究」
4. 平成 20 年 6 月 (社)セメント協会 セメント・コンクリート (環境配慮型セメントを用いたコンクリート充填鋼管造に関する施工技術の開発コンソーシアム)
タイトル:「エコセメントを用いた高強度・高流動コンクリートによる環境配慮型 CFT 造の研究」
5. 平成 20 年 6 月 (社)日本建築学会 技術報告集 (環境配慮型セメントを用いたコンクリート充填鋼管造に関する施工技術の開発コンソーシアム)
タイトル:「エコセメントを用いた高強度・高流動コンクリートのポンプ圧送性と金属腐食に関する基礎的研究」
6. 平成 20 年 9 月 (社)日本建築学会 大会学術講演梗概集 (戸田建設(株)梅本宗宏 他)
タイトル:「環境配慮型 CFT 造に関する研究 (その 11~22)」
7. 平成 21 年 2 月 (社)日本建築学会 東海支部研究発表会 (名城大学 工学部 山田一徳 他)
タイトル:「CFT 柱内部のコンクリートのひずみ分布)」

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

本技術開発の提案するコンクリート1m³あたり都市ごみ約3トンを利用するという効果は、これまで提案されてきた環境配慮型コンクリートにおける産業廃棄物 (例えばフライアッシュ) 再利用量がコンクリート1m³あたり数百キロ程度であることに比して、環境への貢献度が高いと考えられる。また、本技術開発が再利用することを考えている廃棄物は、処理が難しいとされる都市ごみであり、利用できる廃棄物の種類という点においても優位性が高い。

一方、CFT造における充填コンクリートは鋼管に被覆された状態であるため、RC造に比べて外部からの劣化要素の影響を受けにくく、乾燥なども起こりにくいと考えられている。この考え方の応用により、従来同様の課題を持つ環境配慮型コンクリート (例えば再生骨材コンクリート) の普及も促進されるものと期待される。

また、今回対象とするコンクリート充填鋼管造は、近年建築物の長寿命化構法としても着目さ

れており、これに本技術開発が進める環境優位性が加われば、今後未来型構造システムとして定着していくものと考えられる。

(2) 技術開発の完成度

環境配慮型セメントを用いたコンクリートは JIS A 5308「レディミクストコンクリート」には適合するものの、指定建築材料としては対象範囲外であるため、これを実際の建築物における充填鋼管造に使用するためには、手続き上建築基準法第 37 条二項に基づく国土交通大臣の認定を取得する必要がある。認定取得に際しては、品質に関する技術基準を満たしていることを確認する必要があるが、そのために必要となるデータは本技術開発によって得られている（通常、大臣認定に必要なデータを得るためには、数ヶ月に及ぶ実験の実施を要する）。

また、環境配慮型セメントを用いたコンクリート充填鋼管造に対する、施工計画の立案や施工管理の実施にあたって手引となるガイドラインを完成させており、これを運用することで本技術を用いた施工を、適切かつ容易に行うことが可能となっている。

以上のように、現時点において実用化に対する手続き的、技術的な課題は解決されている。

一方、補助終了後は、コンクリート調合設計の合理化などを通じてコスト面での優位性を高め、市場化を推進するための活動に取り組んでいる。

(3) 実用化・市場化の状況

上述のように、実用化に対する手続き的、技術的な課題は解決されている。

具体的な実施例はまだないが、各構成会社単位で実際の建設プロジェクトへの採用について検討を行っている。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

本開発技術の市場化を進めるためには、材料である環境配慮型セメントの供給量を増やす必要があり、その前提として需要量の確保も条件となる。その点、本技術開発には業界主要会社のほぼ全ての参画を得ることができ、実用化が軌道に乗れば、加速度的な需要量の増加に結び付けることが可能な体制となっている。

・残された課題

建築市況の停滞の煽りを受けて受注競争が激化する中、新規技術の採用に当たっても、実体的なメリットを今まで以上に求められる傾向にある。その点、本開発技術の実用化・市場化を推進するには、主眼である環境問題への貢献をより具体的・定量的にアピールするとともに、コスト等についても更なる改良が必要となっている。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

環境問題に対する意識が高まる中、環境配慮型セメントを土木構造物用コンクリートへ使用する事例が最近急増している。その反面、製造能力や原材料の物流体制は改善されていないため、現時点では環境配慮型セメントが品薄状態となっている。材料の需給バランスから見たとき、このような状況は、本開発技術の実用化・市場化にとって逆風となっている感がある。

材料供給の問題は、本開発の構成会社が直接関与しにくい課題であるため、根本的な解決は他力本願にならざるを得ない部分があるが、関係各方面への働きかけを進め打開を図りたい。

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

海外においてステンレス鋼鉄筋は、沿岸橋梁、栈橋など塩害損傷の著しい土木構造物に適用され始めているが、国内ではRC構造物の耐久性向上を目的としたステンレス鋼鉄筋の利用は進んでいない。その理由は、鉄筋規格や設計施工規準などの利用技術が整備されていないことと、ステンレス鋼鉄筋を利用することによる構造物全体としてのメリットが認識されていないことであった。

本技術開発によりステンレス鋼鉄筋の基本的な利用技術データ（設計・施工）が蓄積され、一般建築物にも応用可能となったことに加え、超高耐久建築物の構造躯体に利用することによるLCCおよびLCAメリットが明らかになった。特に、耐久性・コストの両面で有利なコム系ステンレス鋼鉄筋（SU S410-SD）に関して、指定建築材料の大臣認定取得時の基礎データとなるとともに、実用化の可能性が確認されたことは大きな成果であり、超高耐久建築物実現の有力なハード技術として技術先進性は非常に高いといえる。

(2) 技術開発の完成度

ステンレス鋼鉄筋を利用した超高耐久建築物実現のための基盤データが収集でき、実用化のための基盤技術としての完成度は高いと考える。但し、普通鉄筋のように広く普及するための一般的な規準を作成できるまでには至らなかった。規準作成のための精緻な技術的検証、ステンレス鋼鉄筋の特長を最大限利用した効率的な設計法などさらなる技術の高度化は必要である。

(3) 実用化・市場化の状況

- ・本技術開発の成果を活用し、平成20年度の国土交通省超長期住宅モデル事業の一案件としてステンレス鋼鉄筋を利用したRC造分譲住宅が採択され、新日鉄都市開発により着工が予定されている（仮称：グランビオ高見式番館）。
- ・超高耐久を要求される神社・仏閣建築物（例：根津神社神橋、東長寺五重塔の基礎構造物）、かぶり厚の薄いビル外装用プレキャストコンクリートパネル（例：新経団連会館）への適用が進んだ。
- ・ステンレス鋼鉄筋のJIS規格化（JIS G 4322：平成20年3月制定）、土木学会の設計施工指針（案）作成（平成20年9月発刊）に本技術開発の成果が反映された。

(4) 技術開発に関する結果

- ・成功点
 - ・耐久性は高いが高価な材料との認識から脱却し、建築物の超高耐久化のためにステンレス鋼鉄筋をいかに現実的に利用していくかに集中し、性能・コストの両面からステンレス鋼鉄筋を2種類に限定し、耐久性向上効果、設計・施工に最小限必要な検討に集中した。
 - ・鉄筋メーカー、総合建設業、大学及び協会関係者がそれぞれ得意とする専門分野を分担し実施成果を共有できたこと、及び土木関係者で進められたJIS規格化、施工指針案作成の動きとも連動することができたことが本開発推進に役立った。
- ・残された課題
 - ・予算・規模の点から、ステンレス鋼鉄筋を利用した超高耐久住宅実現のための最小限のデータ収集、検討となったため、耐久性やLCCメリットでさらなる向上、設計・施工技術の高度化の余地（接合方法、フープ等の2次部材、鉄筋素材の高強度化など）は残された。さらに現行RC規準への反映など一般化のための検討、高耐久性を活かすための設計規準への検討（例：必要かぶり厚さの精査など）も今後の課題である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

- ・国土交通省超長期住宅モデル事業（平成20年度、新日鉄都市開発㈱応募のRC造分譲住宅）に、本技術開発を活用する。

技術開発成果報告書

<p>事業名</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発 <p>以上の中から選択してください。</p>	<p>課題名</p> <p>国産杉三層クロスパネルによる準耐火構造仕様の開発</p>									
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>都市部市街地で、狭小宅地においてもある程度の住宅の広さを確保するために、木造3階建てにするケースが少なくない。また、良好とは言えない都市環境において、住宅内部だけでも良好な住居環境を保持したいという要望が高い。特にシックハウス症候群について心配する消費者は、自然素材を求め、木材を多用した住居環境を求める傾向がある。</p> <p>そこで、国産杉材の活用を目的として開発された国産杉3層クロスパネルに代表される杉板使用の厚板落とし込み構法は、耐震性能も確保され木造3階建ての設計が可能であり、柱梁が現れる真壁構法、壁・床・野地板に構造面材として厚板が使用されることで、維持管理の面からも耐久性に優れ、良好な室内環境を作り出すことが可能である。</p> <p>しかし、都市部市街地は多くが準防火地域に指定され、3階建て住宅を建てるためには、準耐火構造以上の耐火性能を要求される。現在の仕様規定では、前述のような真壁の厚板落とし込み構法は準耐火構造には当てはまらず、準防火地域においては建設できない。</p> <p>本開発では、3階建て住宅における真壁の厚板落とし込み構法に対し、実大試験体を使った加熱実験により、法令上、準耐火構造に認められる床・屋根の仕様を明らかにすることを目的とする。</p> <p>(2) 実施期間 平成18年度～平成19年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費 技術開発に係った経費 14,471千円 (14,471,522円) 補助金の額 7,135千円 (7,135,650円)</p> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <table border="0"> <tr> <td>協同組合 レングス</td> <td>理事</td> <td>岩坂 将</td> </tr> <tr> <td>有限会社 エムズ建築設計事務所</td> <td>代表取締役</td> <td>三澤 康彦</td> </tr> <tr> <td>岐阜県立森林文化アカデミー</td> <td>教授</td> <td>三澤 文子</td> </tr> </table> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <p>取得した特許</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建築基準法第68条の26第一項（同法第88条第1項において準用する場合を含む）の規定に基づき、同法第2条第八号並びに同法施行令第108条第一号及び第二号（外壁（耐力壁）：各30分間）の規定に適合する構造の国土交通省大臣認定を取得 認定番号 PC030BE-1041 <p>発表した論文</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 平成20年9月 日本建築学会学術講演会（中国） （早稲田大学理工学総合研究センター客員研究員 安井 昇 他） 国産杉三層クロスパネルによる準耐火構造仕様の開発（その1） 2. 平成20年9月 日本建築学会学術講演会（中国） （有限会社エムズ建築設計事務所 田中 貴之 他） 国産杉三層クロスパネルによる準耐火構造仕様の開発（その2） 		協同組合 レングス	理事	岩坂 将	有限会社 エムズ建築設計事務所	代表取締役	三澤 康彦	岐阜県立森林文化アカデミー	教授	三澤 文子
協同組合 レングス	理事	岩坂 将								
有限会社 エムズ建築設計事務所	代表取締役	三澤 康彦								
岐阜県立森林文化アカデミー	教授	三澤 文子								

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

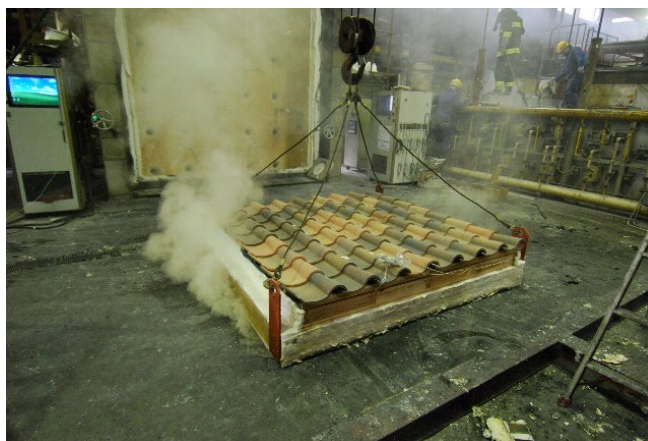
CO₂削減のための森林の役割は大きく、国産杉材の活用が求められている。国産杉三層クロスパネルは住宅の壁、床、屋根（野地板）において面材として大量に使用することが可能であることから、国産杉材の活用に直結する。

国産杉三層クロスパネルは面材として、耐震性能に優れ、木造3階建て住宅の耐震性も十分に確立されている。壁倍率についても、2.5倍→3.2倍・3.6倍の構造認定試験を終了し、準耐火性能も含めて有する構造耐力壁として、国土交通大臣認定申請中である。

また、木部を現す厚板落とし込み構法は、化学物質を有さない極めて安全な内部を作ることができる。この落とし込み構法により工期が短縮され、高性能でありながらローコスト住宅が実現可能となる。

(2) 技術開発の完成度

前年度、予備実験によって確立した準耐火構造仕様については、20年度内に、財団法人日本建築総合試験所において、床（45分）・屋根（30分）についての性能評価試験を受けており、試験において、それぞれ準耐火性能を確認し、現在、国土交通大臣認定の申請中である。



(3) 実用化・市場化の状況

前年度、国土交通大臣認定を取得した、国産杉三層クロスパネルによる防火構造仕様（外壁）については、幅広い方々に使用していただくために、東京・名古屋・大阪にて講習会を行い、周知をはかっている。また、エムズ建築設計事務所にて、この国土交通大臣認定仕様を利用した住まいに、積極的に取り組み、見学会の開催など行っている。



準耐火構造仕様についても、同様に周知のための講習会なども行いながら、実設計に取り入れ普及に努める。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

開発に先立ち、防火専門家への意見聴取を行い、防火専門家の立ち会いにより予備実験・性能評価試験を行えたことで、試験体の挙動がある程度予想でき、目的に向けた、目標を絞ることができスムーズに認定までたどり着くことができた。また、講習会等での反響もとても大きく、この仕様を利用した住まいが、早くも全国各地に次々と誕生している。

・残された課題

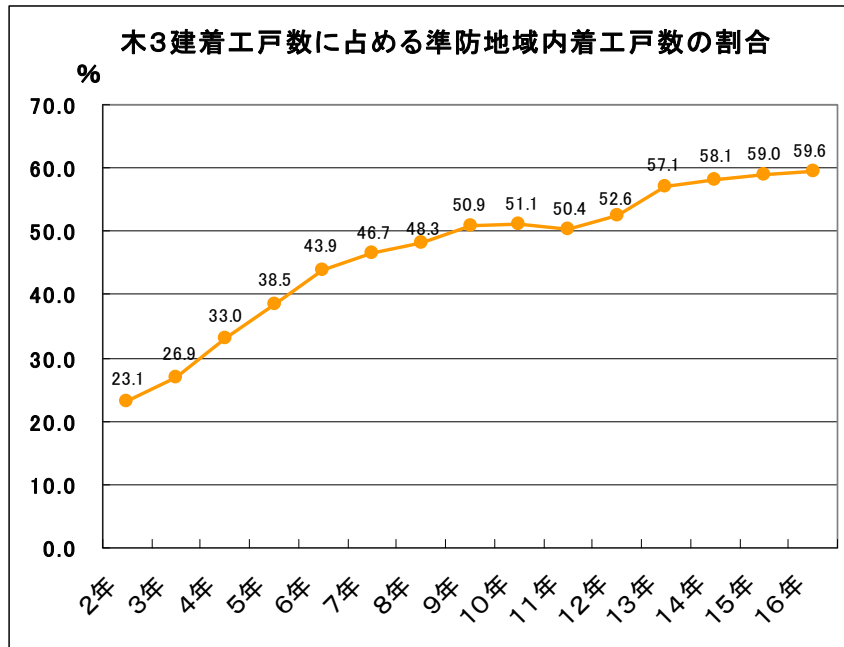
防火仕様の国産杉三層クロスパネルは、現在普及している国産杉三層クロスパネルと異なる仕様で製作する必要がある。そのため、工場での製作における生産性と、それに伴うコストの増加を、どれだけ抑えることができるかが今後の課題である。木材を利用できる他の認定よりもコスト高になってしまうと、国産杉三層クロスパネル利用の防火構造・準耐火構造の普及にも影響を与えることになる。

また、新築においては、本技術開発の開発者の中でも、数件の実績をあげているが、伸びてくるであろう改修工事においても、耐震性・耐久性と共に、防火性能の確保のための活用も検討していきたい。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

木造3階建ての着工戸数に占める準防火地域内の着工戸数の割合は増加している。同時に、エコ社会・エコ生活が本格的に推奨され始め、住まいについても国産材を使用し、室内環境へも重視したいと考える都市部消費者も増えてくると考えられる。また、国土交通省告示により、住宅における火気使用室の内装制限緩和されたことにより、木材の防火上の安全性を消費者へ周知させることで、さらなる木材利用の促進につながると考えている。



出展：国土交通省

技術開発成果報告書

事業名 住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する 技術開発	課題名 住宅及び構成材に係わる品質・履歴情報の自主管理支 援システムの開発
------------------------------------	---

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

本技術開発では、「住宅及び構成材に係わる品質・履歴情報は、本来そこに居住する住まい手や、その所有者のものである」という理解のもとに、住まい手・所有者自身が、各所のデータ源に散在するこれらの情報を収集・集約して閲覧し管理するための支援システムの開発を行った。具体には、住まい手・所有者自身が、自分が居住もしくは所有する、住宅及びその構成材に係わる品質・履歴情報を、各所に散在するデータ源から収集・集約して閲覧し、管理していくための支援システムのプロトタイプ的设计・実装を行っている。

この支援システムのユーザー・インターフェースは、住まい手・住宅所有者それぞれにカスタマイズされたポータルサイト（略称 My Page）であり、ここから住宅及び構成材に係わる品質・履歴情報を収集し閲覧することを可能としている。

(2) 実施期間

平成 17 年度～平成 19 年度

(3) 技術開発に係った経費

	技術開発に係った経費	助金の額
平成 17 年度	98,169 千円	49,084 千円
平成 18 年度	61,866 千円	30,933 千円
平成 19 年度	30,030 千円	14,300 千円
合 計	190,065 千円	94,317 千円

(4) 技術開発の構成員

東京大学（生産技術研究所 野城研究室 野城智也、西本賢二）

東京ガス株式会社（技術戦略部 技術戦略グループ 石井啓）

有限責任事業組合住生活マネジメントシステム企画

（中里壮也、杉浦英一、石橋敦之、大塚久美子、澤田敏実、玉田正樹、坂上公一）

(5) 取得した特許及び発表した論文等

【知的財産権の内容】

1. 「著作権法」及び「プログラムの著作物に係る登録の特例に関する法律に基づく、コンピュータープログラムの著作物の登録／プログラム著作物の登録 P 第 9297 号-1（出願日 2007. 11. 21）

【発表した論文等】

1. 自動認識情報敷設による建築のライフサイクル価値向上のための枠組に関する基礎的考察、日本建築学会計画系論文集 no. 588、pp. 119-125 日本建築学会（東京大学生産技術研究所 野城智也）
2. すまいろん、2005 夏号、すまいの経歴書＝家歴書を整えることで、住宅にまつわる貧困

- トランプから抜け出そう、pp. 4-5 住宅総合研究財団（東京大学生産技術研究所 野城智也）
3. 第 21 回建築生産シンポジウム 2005、ユーザー指向型建築生産情報管理システムの開発研究、pp. 61-66 （東京大学生産技術研究所 河岸、野城、西本他）
 4. 住宅 vol. 55、住宅金融を通じた質誘導のあり方、pp. 36-40（東京大学生産技術研究所 野城智也）
 5. 情報未来 Info Future no. 22、“量”から”質”への転換 新しい発想で豊かな住生活を目指す、pp. 4-11（東京大学生産技術研究所 野城智也）
 6. 日経アーキテクチュア 2006 3-27、第三者性や消費者目線を要に耐震性への不安を信頼に変える、pp. 62-66（東京大学生産技術研究所 野城智也）
 7. Urban Housing Sciences 都市住宅学 54、住まいの豊かさ再創造のための既存住宅市場整備、pp. 23-28（東京大学生産技術研究所 野城智也）
 8. 2006 年度日本建築学会大会（関東）地球環境部門 パネルディスカッション（3）資料、「家歴書」システムは如何なる可能性を持つか—情報ビジネスモデルの例として、pp. 33-40（東京大学生産技術研究所 野城智也）
 9. 第 22 回建築生産シンポジウム 2006、住生活情報を共有することに対するインセンティブモデルに関する研究、pp. 203-208（東京大学生産技術研究所 竹内、野城、西本、他）
 10. 第 23 回建築生産シンポジウム 2007、ライフサイクル管理のための多主体間の建築情報の共有化に関する研究、pp. 115-120（東京大学生産技術研究所 伊藤、野城、西本、他）
 11. 不動産経済 FAX-LINE no. 611、家歴書 居住者のエージェントとして資産価値を保全～サステナブル社会の実現を担うシステム～、pp. 3-4（東京大学生産技術研究所 野城智也）
 12. 新建ハウジングプラス 1 no. 411、住宅×IT 活用最前線「家歴書」家・暮らしの情報を一元管理、pp. 86-88（東京大学生産技術研究所 野城智也）
 13. 2007 年度日本建築学会大会（九州）情報システム技術部門 研究協議会資料、住宅の生産・履歴情報管理システム[SMILE システム]の開発、pp. 89-92（東京大学生産技術研究所 西本賢二）
 14. 住まいと電化 vol. 19、住まいの安心安全は情報から、pp. 1-4（東京大学生産技術研究所 野城智也）
 15. 住まいと電化 vol. 19、I C タグの可能性—建築セクターにおける利用局面について—、pp. 27-31（東京大学生産技術研究所 西本賢二）
 16. 週刊ダイヤモンド 2008. 3. 1 通巻 4218 号、耐久性があり、多世代が利用できるサステナビリティのある住宅とは、pp. 112-113（東京大学生産技術研究所 野城智也）

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

本技術開発によって開発された SMILE システムは、財団法人ベターリビングで進められている「住宅履歴書情報整備検討委員会」（平成 19 年度～）において、先行事例として取り上げられ、住宅履歴書のあり方やその項目の検討における多くの場面において参考とされている。また、国土交通省で実施されている長期優良住宅先導的モデル事業において採用された事業のうち、住宅履歴書の管理をテーマにあげている複数の事例で SMILE システムが利用されており、本技術開発の先導性が高いと言える。

(2) 技術開発の完成度

SMILE システムは補助期間中にモニター実装をスタートさせ、その操作性や利便性についてヒアリングを実施し、改善点の抽出を行っている。補助終了後は、独自の開発を進めることによりこれらの改善を実施し、H20 年度から一般に向けたサービスを開始している。実用化を果たしているという意味で、一定の完成度を有していると評価できる。

(3) 実用化・市場化の状況

平成 20 年度より工務店や一般居住者に向けた事業を開始している。

具体にはアプリケーションのライセンス提供を行い、必要に応じてカスタマイズを行うといった形でのサービス提供を行っている。前述したとおり、長期優良住宅先導的モデル事業においても応募・採択された事業の幾つかで本システムの採用が予定されており、徐々にではあるが実用化・市場化が進みつつある

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

住宅履歴書の電子システムとしてのあり方の先鞭をつけ、その必要性について広く社会に発信することができた。また、システムの改編を通じて、住宅履歴書システムが持つべき機能とそのレベルについて、フィージビリティスタディを繰り返し、完成度を高めることによって、実運用を開始することができた。

・残された課題

住宅履歴情報の入力にあたっては、情報が電子化されて居住者（情報の入力者）に引き渡されない限り、打ち込みやスキャニングといった入力手間が発生するため、現状では入力に多くの時間と手間を費やす必要があるため、効率化を図る仕組みが求められる。

また、今後、住宅履歴書の電子システムが複数登場してくるにあたり、住宅履歴の仕組みを社会システムとして機能させるための、システム間連携のあり方を決めていく必要がある。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

2. (4) で示した課題を解決すること目的として、研究開発を進めていく。

入力手間の軽減については、IC タグなどを用いた住宅履歴書への生産情報の取り込み手法（逆に生産者から見ればトレーサビリティの確保）のあり方の検討を行っている。

システム連携に関しては、現在、住宅履歴書の電子システムを検討している複数の主体に対し、データコンバートを可能にする共通ファイル形式のあり方の研究会を立ち上げる準備を進めている。また、データ構造については、ものの「意味」や「性質」といったメタ情報から情報を結びつけ相互認識していく仕組み（セマンティックモデル）の構築が有効であると想定され、YRP ユビキタスネットワークング研究所と共同研究により、u-code を用いた情報表現フレームワークである「UCR Framework」を活用した仕組みの検討を進めている。

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発	課題名 共同住宅の上部増築制震構造に関する技術開発
--	-------------------------------------

1. 技術開発のあらまし

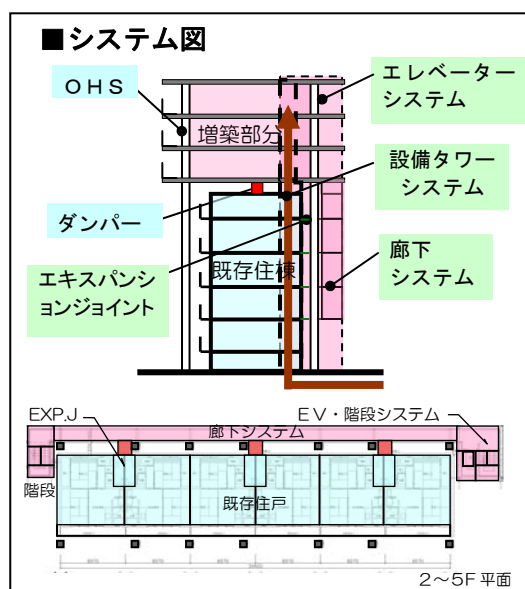
(1) 概要

高度成長期に数多く供給された中層階共同住宅は、現代的な住要求に合わなくなりつつあるが、在来のスクラップ&ビルドによる再生では対応が困難となっている。このため本研究では、既存住棟の余剰容積を活用して上部に独立棟を増築し新たな居住空間を供給、新設エレベータ等により既存棟動線をバリアフリー化することで、事業性を確保しつつ既存住棟全体を再生する、構造システムの開発を目的とした。

自立する増築住棟の構造フレームは、既存棟から独立しており、既存建物の棟頂部とのみダンパーを介して連結する。これにより、2棟の地震応答を減少させ、特に増築棟は免震構造並みの良好な地震応答特性を得ることができる。この構造システムにより、建設コストの削減を図りながら一体の建物として耐震性能を満たすことのできる構造システムを実現した。併せて、意匠・設備計画や、既存棟を居着きでの再生を実現するための施工法についても、計画例を整備している。また、実際の再生事業を推進する際の手引きとしてもらうため、大規模団地再生や付加価値型再生などでの本構造の活用方法、地域の需要状況動向を反映したエリア別展開方法など、公営を含む共同住宅再生事業における活用法を作成した。



▲外観イメージ



(2) 実施期間

平成18年度 ～ 平成19年度

(3) 技術開発に係った経費

(技術開発に係った経費 44,298 千円 補助金の額 21,000 千円)

<内訳>

H18年度：23,100 千円 補助金の額 11,000 千円

H19年度：21,198 千円 補助金の額 10,000 千円

(4) 技術開発の構成員

新日鉄エンジニアリング 株式会社 (技術開発研究所 構造商品開発室)
 株式会社 市浦ハウジング&プランニング (住宅技術室)

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許

1. 建物、その増築構造および増築方法 (出願中：平成19年5月)

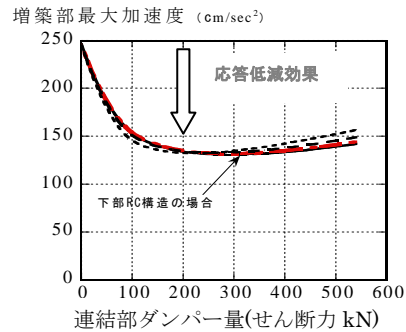
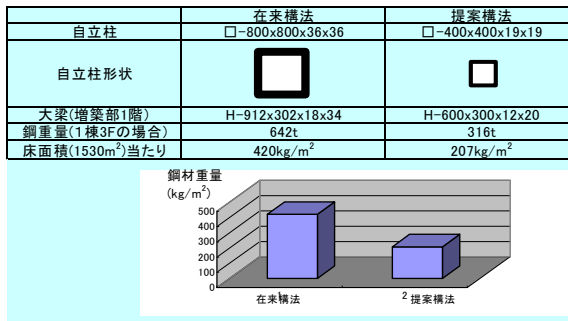
発表した論文

1. 平成19年6月 日本建築学会技術報告集 (新日鉄エンジニアリング 佐伯、他)
 既存建物付加型免震構法の応答特性

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

従来、既存棟を覆う形での増築構造は、耐震構造を用いて実用化されていた。しかし、増築部柱を既存棟と一体化させる場合は、既存棟にも大規模な補強が必要となり、また増築部柱を既存棟と完全に分離すると、増築部が高層となるため増築棟の構造を頑強にせざるを得ないなどの問題があった。今回開発した構造システムでは、低剛性の独立長柱を持つ長周期の自立増築棟と、短周期の既存棟の頂部とをダンパーで連結し、地震エネルギーを当該部で処理している。これにより、既存棟への負荷を増大することなく、従来よりも軽量で経済性に勝り、免震構造並みの応答特性をもつ上部構造を実現した。

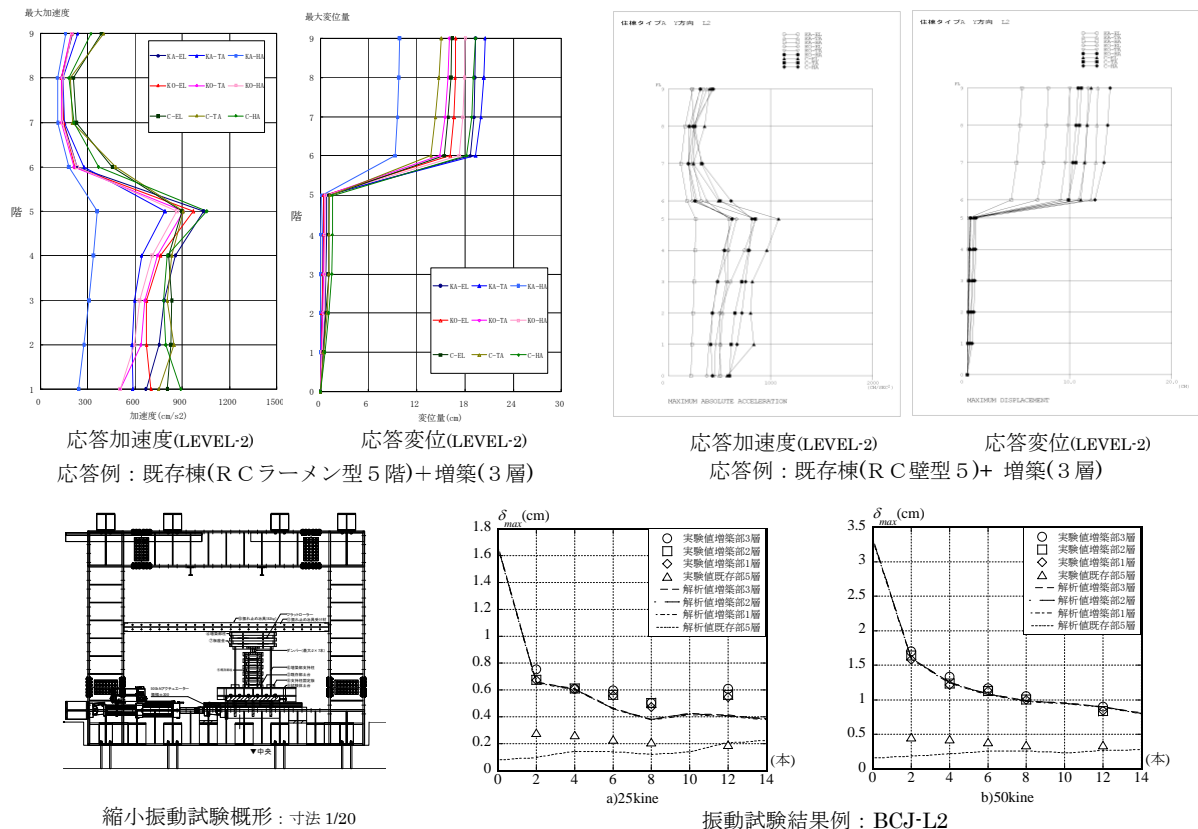


在来型構法（耐震型）と本構法の比較

(2) 技術開発の完成度

① 構造システム

基本構造システムについて個別案件での実施設計が可能となるよう、対象事例数が多く最も規模が大きくなる、階段室型RC5階建の既存住棟に対し、試設計および数値解析モデルによる振動応答性状分析、縮小モデル実験（寸法 1/20、加速度 1/1）による解析モデル化の検証を行い、構造システムの具体化およびその効果について確認している。

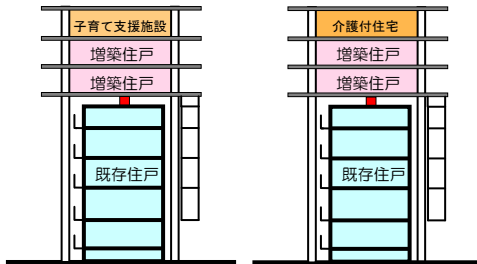


②再生事業での活用方法

大都市近郊の実在規模の団地を事例に、余剰容積の活用方法／建替住戸のローリング法などの検討を行い、団地レベルでの再生事業における本技術の有効性について検証した。

また、建替が困難な店舗付きの住棟再生、改善型長期優良住宅としての再生、子育て支援施設や介護付き住宅など付加価値型再生など、上部増築の事業活用イメージを整理した。

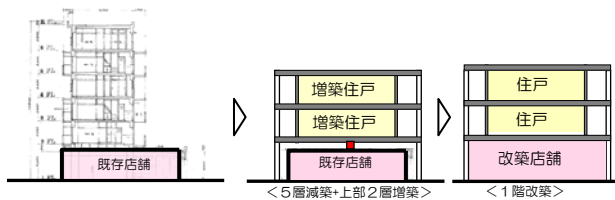
<付加価値型再生>



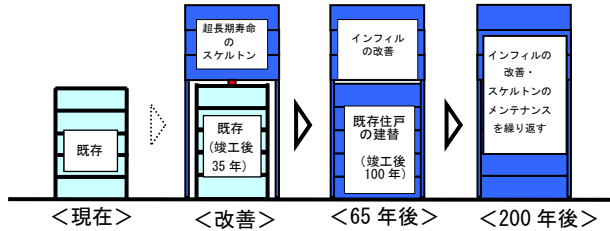
<大規模団地再生のリロケーションとしての再生>



<建替が困難な店舗付きの住棟再生>



<改善型長期優良住宅としての再生>



(3) 実用化・市場化の状況

本技術の方向性、有用性について主要な利用者となる公共事業者などから一定の評価を受けることができた。更に、システムの有用性を高める検討を行うと共に、法的取り扱いについて検討および関係各課との調整が必要となることがわかった。また、既存住棟の再生利用を促進させるための法的環境整備などの検討が別途進行中である。このため、本開発は今年度までの開発段階で一旦中断し、周辺環境の動向を踏まえたうえで改めて実用化のための細部ブラッシュアップ、市場化を図ることとする。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

構造面…一次固有周期が大きく異なる2棟を、ダンパーを介して連結することで、大きな制震効果が得られることを期待したが、増築部（鉄骨造）については架構も合理化され、地震応答も免震構造並みとなるなど、期待通りの制震効果が得られた。

再生事業面…経済面等から再生が困難な住棟に対して、本システムが新たな再生手段となることを目指したが、既存棟部をほとんど改変することなく住棟再生が可能であること、大規模団地再生におけるリロケーションに活用することで団地レベルの再生に対しても有効であることを明らかにすることができた。

・残された課題

法的な課題…既存RC棟部が現行法の遡及適用対象となる場合、比較的耐力の高い壁式構造についても、基礎部水平耐力補強／コンクリート基準強度／あと施工アンカー使用範囲等の課題が想定される。実際の取扱については個別事案で、具体例での協議として対応する。

構造システムの課題…既存棟の地盤、構造、規模等、個別案件毎に構造条件が大幅に異なるため、構造システム細部の合理的な精査は、具体的な案件のなかで対応を図る。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

現状、本技術を実際に採用するに当たっては、既存棟に対する現行法の遡及適用状況が、特にコスト面で大きな影響を与えることが判明している。既存住棟の再生利用を促進させるための、法的環境を含めた環境整備が進行している状況を踏まえ、整備の方向性が明らかになったところで、具体的な案件をベースに本技術の細部ブラッシュアップを図ることとしたい。

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 繊維補強コンクリートを用いたCES部材を活用した既存RC造共同住宅の耐震補強工法に関する技術開発
1. 技術開発のあらまし	
(1) 概要 1995年の兵庫県南部地震以降、建築基準法で定められた耐震性能を満たさない既存不適格建物に対する耐震改修の必要性が指摘され、その建物の耐震化が国や自治体を中心に進められている。また、こういった耐震性など、建物の安全性の確保は、恒久的な社会的な要求でもある。これまでに様々な耐震補強工法が開発され、実用化されてきたが、それらの中には建物使用者（保有者）の要望を満足しないものや、補強費用が高価なものも少なくなく、必ずしも耐震補強が順調に進んでいるとは言えない。特に住宅等に関しては、居住者問題、工期や費用等の問題からその耐震化が遅れている。したがって、建物使用者の要望に答えるべく、施工性にも優れ、廉価で、かつ外側補強が可能な耐震補強工法の開発は、有効かつ重要な課題であると考えられる。 このような観点から、新しい耐震補強工法の開発が必要と考えられ、施工性・経済性に優れた鉄骨コンクリート合成構造部材（以下、CES部材）を活用した、既存RC造共同住宅向けの外側耐震補強工法を開発することとした。特に、本工法は既設建物の耐震補強工法の中でも外側からのみ施工するものであり、建物を使用しながら耐震補強が行えるといった特長を有している。また、従来の外側耐震補強工法では必要であったブレース材の必要性がないため、動線制限による使用性の低下がなく、すっきりとした外観を保つことも可能であるといった革新的な技術である。そのため、事務所建物、集合住宅等の多層多スパン建物といった、多岐多様な建物への適用が可能である。 この工法の実用化に向けて、CES外側耐震補強工法の実験を行うとともに設計・施工方法の確立に向けた技術データを蓄積することを目的とした。	
(2) 実施期間 平成19年度	
(3) 技術開発に係った経費 技術開発に係った経費 16,800千円 補助金の額 8,000千円	
(4) 技術開発の構成員 矢作建設工業株式会社（地震工学技術研究所主席研究員 田口孝） 国立大学法人豊橋技術科学大学（工学部建設工学科准教授 倉本洋） （現：国立大学法人大阪大学 大学院工学研究科地球総合工学専攻教授）	
(5) 取得した特許及び発表した論文等 取得した特許 1. 既設建物の耐震補強構造及び耐震補強工法，特願2005-185111，2005.4.6（出願中） 発表した論文 1. 倉本洋，芳賀亮介，松井智哉，田口孝：「CES外付耐震補強RCフレームの動的載荷実験」，（社）日本建築学会，日本建築学会構造系論文集，Vol.73，No.630，pp.1265-1272，2008年8月 2. 田口孝，芳賀亮祐，佐藤美郷，溝淵博己，深津尚人，神谷隆，松井智哉，倉本洋：「CES外付耐震補強フレームの開発研究（その6）」，（社）日本建築学会，日本建築学会大会学術講演梗概集，Vol.C2，pp.73-76，2008年9月	

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

RC 増設耐震壁工法や鉄骨ブレース工法に代表されるような既往の一般的技術や、矢作建設の保有技術である外側耐震補強工法「ピタコラム工法」では、架構内にブレースを必要とするような構面閉鎖型のものが多く、ベランダ側構面の補強には不向きなものが多い。従って、これらの工法は学校建築等には適しているが、住宅等には不向きなものであった。

開発を目指す既存建物の耐震補強工法は、鉄骨と繊維補強コンクリートのみから構成される鉄骨コンクリート合成構造部材（以下、CES 部材）を利用した、外側からのみで施工できる極めて革新性の高い工法である。この CES 部材は、鉄骨部材の周りに繊維補強コンクリートを打設しただけのシンプルな構造であり、鉄筋が無いことから施工性にも優れ、経済的、工期的な効果も期待できる。

本研究で開発する耐震補強工法は、図に示すように、CES 部材の内蔵鉄骨をアンカーで既存躯体に取付け、繊維補強コンクリートを打設することによって既存建物と一体化を図り、耐震性能の向上を目指した工法である。特に、本工法は外側からのみ施工する工法であるため、建物を使用しながら耐震補強が行えるといった特長を有している。更に、鉄骨には H 形鋼等を用いているため、CES 部材自体に十分な剛性及び耐力を期待できるため、従来の外側耐震補強工法では必要であったブレース材の必要性がなく、すっきりとした外観を保つことも可能である。したがって、他の耐震補強工法と比較しても革新的技術であると考えられる。

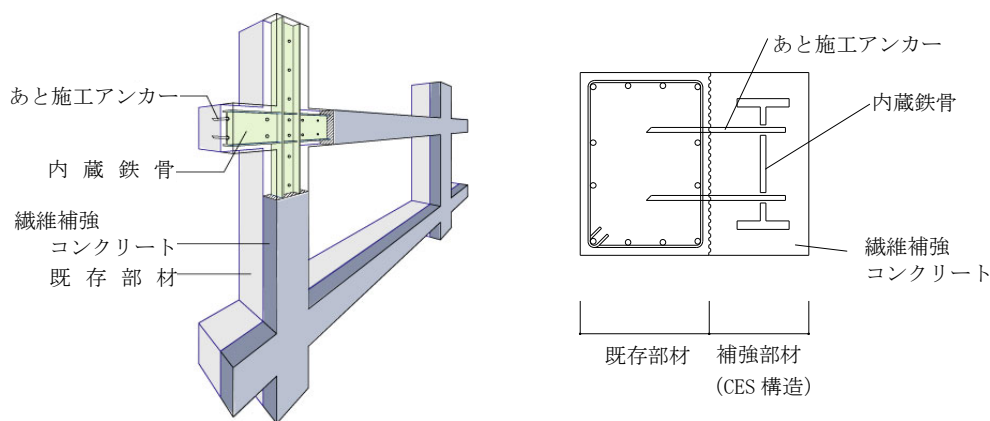


図 工法概要

(2) 技術開発の完成度

既往の研究開発の成果に加え、本事業で行った技術開発の成果を基に、平成 20 年 10 月には、(財) 日本建築防災協会にて防災技術評価を取得した。

(3) 実用化・市場化の状況

(実用化)

本工法は、事務所建物、集合住宅等ではないが、豊橋技術科学大学にて 3 棟の校舎で採用・実施（平成 20 年、21 年度）されており、これを基に今後の実用化が期待できる。



豊橋技術科学大学での採用例（B 棟，管理棟）

(市場化)

既存不適格建物の耐震補強は、今後も大きな市場を形成する可能性が高い。

特に、現在主に行われている学校建築、官庁建築の耐震補強の大半が終了し、民間建築や住居建築の需要が増加していくことが予測されるため、今後は民間・公団を問わず、集合住宅や事務所ビル等の多層多スパン建物といった、多岐多様な建物へ対応できる本工法のような耐震補強工法は、極めて有効な工法であり、その市場性は充分見込まれ、社会的なニーズも高く、また、社会への貢献度も非常に高いと考えられる。

さらに、矢作建設の位置する東海地域は、東海地震・東南海地震等による災害ポテンシャルが高い地域であり、当該地震による災害や関連する経済損失を軽減するために建築物の耐震化促進が強く求められている地域である。本工法は、特に人口密度の高い都市部に多く建設されている RC 造共同住宅の耐震化の促進に有効なものであるため、その普及が見込まれる。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

(使用性) 従来の外側耐震補強工法で多く用いられていたブレース材の必要性がないため、出入り口や採光を妨げることが無く、すっきりとした外観を保つことも可能。

(費用) 従来工法に比べ、鉄筋分のコスト削減が可能であるが、繊維補強コンクリートを用いるため、少し割高の費用になると考えられる。

(工期) 鉄筋工事を必要としないため、工期の短縮が図られる。

(作業環境) 室内での作業を必要としない完全外側施工が可能。

(メンテナンス) 繊維補強コンクリートを用いているため、ひび割れも少なく、メンテナンスフリーである。

(性能) CES 構造は、SRC 構造と同程度の性能を有するため、本工法も高い構造性能が期待できる。

・残された課題

(材料) 使用する繊維補強コンクリートの改善(繊維量、繊維種等)を行い、コスト削減、施工性の改善を図る必要がある。

(性能) 補強部材の鉄骨量やかぶり厚さ等の影響について、更なるデータ蓄積が必要である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

本工法を展開するために、ピタコラム工法協会内に事務局を置き、工法の適正な運用および普及に努める。同協会は、設計事務所、施工会社、材料供給会社および専門工事会社等で構成されており、その技術委員会にて、本工法の施工および施工指導等、普及および広報活動を行うと共に、本工法の改良改善のための技術研究および施工品質の向上のための施工研究を行う。矢作建設はこの技術委員会を通して協会内での技術指導を行う。

技術開発成果報告書

<p>事業名</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発 <p>以上の中から選択してください。</p>	<p>課題名</p> <p>集合住宅向けソフトランディング型耐震補強の実用化に関する研究開発</p>
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>本研究で提案する耐震補強工法（以下、本補強工法）は、地震時の被害が最弱層（ピロティ層）に集中する現象を利用し、積極的に最弱層に被害を制御しながら集中させ、他の階の被害を回避しようとするものである。具体的には、建築物の高さ方向の剛性・耐力分布を調整して最弱層をつくり、最弱層には免震装置を設置した新設柱を設置する。その際、柱頭部は上部の既存躯体と連結させずにおく。そして、地震時に最弱層に被害が集中し、層が崩壊すると同時に上部構造を新設柱にソフトランディングさせ、上部構造の被害を回避しようとするものである。したがって、本補強工法ではこれまでの耐震補強工法のように建物全体を地震で被害が生じないようなレベルにまで補強する必要はないため、低コスト、短工期で効果的な補強が可能になる。</p> <p>本補強工法実現のために、(1) ソフトランディング補強の実現可能性に関する振動台実験（並進実験、ねじれ実験、単層 RC 構造物の捩れ応答性状に関する研究）、(2) 既存柱の水平耐力のばらつきに起因するねじれ応答に関する実験・解析、(3) ソフトランディング補強における柱頭柱脚への鋼材圧着による既存 RC 柱の破壊性状制御実験、(4) 新設柱と既存柱の圧着面での応力伝達機構に関する実験、(5) ソフトランディング補強免震装置の開発、(6) ソフトランディング装置を設置した柱の性能確認実験、(7) RC 造建物の累積強度指標の高さ方向の分布が損傷集中に及ぼす影響に関する解析、を行い「ソフトランディング工法設計・施工要項」を取りまとめた。</p> <p>(2) 実施期間</p> <p>平成 17 年度～19 年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <p>技術開発に係った経費 59,978,969 円 補助金の額 29,301,733 円</p> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <p>名古屋大学 （環境学研究科教授 勅使川原正臣） 名古屋大学 （環境学研究科助教授 古川忠稔） 名古屋大学 （環境学研究科助教授 田川 浩） 独立行政法人 建築研究所（上席研究員 福山 洋） 独立行政法人 都市再生機構（住宅経営部ストック活用技術チーム 谷口政和） オイレス工業株式会社 （第三事業部 技術統括 鈴木明雄） オイレス工業株式会社 （第三事業部 技術部 加地孝敏）</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <p>取得した特許</p> <p>1.特願 2005－324763 「建物の耐震改修装置及び耐震改修方法」</p> <p>発表した論文</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 平成 17 年 日本建築学会（オイレス工業(株) 第三事業部 技術部長 川口澄夫 他 5 名） タイトル：集合住宅向けソフトランディング補強の実用化に関する研究(その 1) 2. 平成 17 年 日本建築学会（バンドー化学(株) 運搬建設資材事業部 古田智基 他 5 名） タイトル：集合住宅向けソフトランディング補強の実用化に関する研究(その 2) 3. 平成 17 年 日本建築学会（オイレス工業(株)第三事業部技術部 石橋 恵 他 5 名） タイトル：集合住宅向けソフトランディング補強の実用化に関する研究(その 3) 4. 平成 18 年 9 月 日本建築学会（名古屋大学環境学研究科教授 勅使川原正臣 他 5 名） タイトル：集合住宅向けソフトランディング補強の実用化に関する研究 	

5. 平成 18 年 9 月 日本建築学会 (名古屋大学大学院 渡邊友雄 他 5 名)
タイトル: 集合住宅向けソフトランディング補強の実用化に関する研究 (その 4)
6. 平成 19 年 コンクリート工学会 (名古屋大学大学院 渡邊友雄 他 2 名)
タイトル: せん断スパンの調整による既存 RC 柱の破壊性状制御実験
7. 平成 19 年 コンクリート工学会 (名古屋大学大学院 渡邊友雄 他 3 名)
タイトル: 柱頭・柱脚部への鋼材圧着による既存 RC 柱の破壊性状制御
8. 平成 19 年 7 月 コンクリート工学会 (横浜国立大学大学院 渋井 久 他 3 名)
タイトル: ソフトランディング補強における新設柱部と既存柱の圧着面での水平力伝達機構とその性能に関する実験的研究
9. 平成 19 年 8 月 日本建築学会 (名古屋大学大学院 渡邊友雄 他 5 名)
タイトル: 集合住宅向けソフトランディング補強の実用化に関する研究 柱頭・柱脚への鋼材圧着による既存 RC 柱の破壊性状制御に関する考察
10. 平成 19 年 8 月 日本建築学会 (横浜国立大学大学院 梶 慎也 他 3 名)
タイトル: ソフトランディング補強における新設柱部と既存柱の圧着面での応力伝達機構とその性能に関する実験的研究 その 1 実験計画
11. 平成 19 年 8 月 日本建築学会 (横浜国立大学大学院 渋井 久 他 3 名)
タイトル: ソフトランディング補強における新設柱部と既存柱の圧着面での応力伝達機構とその性能に関する実験的研究 その 2 実験結果とその検討
12. 平成 19 年 11 月 日本地震工学会 (名古屋大学大学院 日比野陽 他 3 名)
タイトル: RC 造建物の累積強度指標の高さ方向の分布と層崩壊の確率の関係 (その 2)
13. 平成 19 年 11 月 日本地震工学会 (名古屋大学大学院 菊池 大 他 2 名)
タイトル: RC 造建物の累積強度指標の高さ方向の分布と層崩壊の確率の関係 (その 1)
14. 平成 20 年 コンクリート工学会 (名古屋大学大学院 渡邊友雄 他 3 名)
タイトル: 柱頭・柱脚部への鋼材圧着による既存 RC 柱の破壊性状制御, No.4
15. 平成 20 年 日本建築学会 (名古屋大学大学院 渡邊友雄 他 1 名)
タイトル: ソフトランディング耐震補強における RC 柱破壊性状制御に関する実験的研究
16. 平成 20 年 3 月 日本建築学会 (名古屋大学大学院 日比野陽 他 2 名)
タイトル: RC 造建物の累積強度指標値の高さ方向の分布が損傷集中の確率に及ぼす影響
17. 平成 20 年 3 月 日本建築学会 (横浜国立大学大学院 梶慎也 他 3 名)
タイトル: ソフトランディング耐震補強実用化に関する実験的研究 新設柱部と既存柱部の圧着面での応力伝達機構と性能
18. 平成 20 年 7 月 コンクリート工学会 (横浜国立大学大学院 渋井久 他 3 名)
タイトル: ソフトランディング耐震補強における圧着面での応力伝達機構に関する実験的研究
19. 平成 20 年 9 月 日本建築学会 (名古屋大学大学院 中村聡宏 他 2 名)
タイトル: 単層 RC 構造物の捩れ応答性状に関する研究その 1 振動台実験の応答解析
20. 平成 20 年 9 月 日本建築学会 (名古屋大学教授 勅使川原正臣 他 2 名)
タイトル: 単層 RC 構造物の捩れ応答性状に関する研究その 2 捩れ振動の最大応答値の推定
21. 平成 20 年 9 月 日本建築学会 (横浜国立大学大学院 渋井久 他 3 名)
タイトル: ソフトランディング耐震補強における圧着面での応力伝達機構に関する実験的研究
22. 平成 20 年 9 月 日本建築学会 (横浜国立大学大学院 梶慎也 他 2 名)
タイトル: ソフトランディング耐震補強における柱破壊順序をパラメータとした振動台実験
23. 平成 21 年 3 月 日本建築学会 (名古屋大学大学院 中村聡宏 他 5 名)
タイトル: ソフトランディング耐震補強実用化に関する実験的研究-ソフトランディング補強用免震装置を設置したときの柱の性能確認実験

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

地震時の被害が最弱層（ピロティ層）に集中する現象を利用し、積極的に最弱層に被害を制御しながら集中させ、他の階の被害を回避しようとするものである。したがって、通常の耐震補強に必要とされる強度、変形能を確保する必要がなく、また最弱層への集中的な補強により構造物全体の耐震性の確保が可能になる。

(2) 技術開発の完成度

最弱層の柱に対するソフトランディング工法の適用は実験により確認できた。また、縮小模型によるソフトランディング工法の実現可能性の検証も行った。しかしながら、実構造物に適用するに際して、柱の破壊順序制御の確実性や階段、エレベータ、設備系の鉛直シャフト処理に対する検討が必要である。

(3) 実用化・市場化の状況

市場における免震建築物は不況の影響もありその市場は低迷している。しかしながら既存建築物の耐震補強を免震や制震に頼る設計、工事も行われ、本工法の適用可能な建築物も少なくはない。

一方本工法の免震装置、既存柱の破壊後の荷重支持構造等基本的な知見は十分得られた状況にあるが、具体的な建築物に適用した場合のディテール設計にまだ解決しなければならない問題点がある。実際の建築物での工事等が解決の早道であるが実施できる建築物が見当たらない。トータルコストについても他工法に比べ改善すべきところがある。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

柱が支える鉛直力の迂回方法として鋼材を圧着する方法を選択した。この方法により柱単体の破壊制御、強度の制御はある程度可能になった。また、この方法を応用して、曲げ強度が不足する柱の曲げ補強、せん断補強の可能性を提示した。

・残された課題

最弱層におけるねじれ振動制御のため、柱の破壊順序制御の確実性や階段、エレベータ、設備系の鉛直シャフト処理に対する検討が必要である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

オイレス工業株式会社は、本補強構法に必要な免震装置を従来免震積層ゴムの生産ラインを一部修正・転用して生産可能である。現装置はコスト面の問題もあり、更なるコストダウンのアイデアが必要である。現在画期的なアイデアはないが鋼板等をどこまで減少できるか引き続き検討する。都市再生機構は、耐震改修が必要な集合住宅の補修に本機構の採用条件等を検討する。最弱層に変形が集中するので、他の層と比較してその階の使用条件に制限が設けられて、居住性が悪くなる事も考えられるが、一番危険な階を周知し、避難など対策を講ずることも重要であろう。また、新設柱の柱頭部に設置した免震装置は、既存構造躯体と連結されていないため、地震が発生して建物が免震化されるまでは対象建築物は、ほぼ現状のまま存在することとなり規制の対象にはならないものと考えられる。

本工法を実物件に適用する場合初期段階では、未経験の細かな問題点解決のため、かなりの出費が予測される。今後の開発投資と現在の経済状態からの市場性についても議論している。

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 ポリマーセメントモルタルによる耐震補強工法の技術開発
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>I) 技術開発の目標</p> <p>本研究開発は、既存集合住宅に数多く存在する RC 造そで壁付柱の新たな耐震補強方法の確立を目標としている。具体的には、今まで2次部材として耐力評価されていないそで壁を耐震的に活用し、ポリマーセメントモルタル(PCM)を用いて鉄筋(構造計算に用いることが可能な溶接組立鉄筋)を塗り付けて補強する手法によって、「強度」と「靱性」を制御可能な耐震補強技術の確立を目標としている。</p> <p>II) 技術開発項目</p> <p>本研究開発では、以下の(1)～(4)の項目について技術開発を進めることで、新たな耐震補強工法を確立することとした。</p> <ul style="list-style-type: none">(1) ポリマーセメントモルタル材料の基本的特性の評価(2) ポリマーセメントモルタルの接着面の特性に関する評価(3) RC造そで壁付柱の補強効果に関する部材実験(4) 高性能耐震補強工法の設計法の確立 <p>III) 技術開発の成果</p> <p>(1) ポリマーセメントモルタル材料の基本的特性の評価</p> <p>本開発では、PCMを構造補強材料として利用するために必要な基本的材料特性の評価について実施した。具体的には、①圧縮・引張等の材料の機械的特性に関する基本特性、②横補強筋により拘束された条件下の圧縮特性、③鉄筋とPCM間の付着特性、④PCMの接着力、に関して各種材料試験・実験を実施し、得られた材料特性を基本指標値として、設計・施工要項の取りまとめに反映することとした。</p> <p>(2) ポリマーセメントモルタルの接着面の特性に関する評価</p> <p>部材の構造性能(補強効果)の評価に必要な、部材レベルでの材料特性の効果・影響を明確した。具体的には、単筋梁要素に対する曲げせん断実験を実施し、PCMの良好な接着特性を要素実験においても確認するとともに、コンクリートと同様な手法でPCMを構造材料として扱うことが可能であることを検証した。</p> <p>(3) そで壁付RC造柱の補強効果に関する部材実験</p> <p>実用化に対応した補強工法の構築を目指し、本補強工法のせん断補強効果および軸力保持能力を明らかにするため、実建物の柱部材を模擬した耐震実験を実施して開発を進めた。実験は、以下の3段階(3年次)に分けて計画し、総計32体のRC造そで壁付柱部材実験を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none">1年目：多様な要求性能に対応する補強手法(ディテール)を確立するため、基本データを取得2年目：1年目で確立した補強手法をもとに、靱性型部材におけるせん断補強効果を検証し、曲げ・せん断耐力評価を検討する資料を得る実験を実施3年目：2年目までに未実施のせん断補強効果の評価に必要な資料、および、実建物を想定した複合的に壁が接合する場合の補強効果を検証する実験を実施 <p>以上より、設計手法を構築するための実験資料を蓄積した。</p> <p>(4) 高性能耐震補強工法の設計法の確立</p> <p>(1)～(3)の成果を受けて、「強度」と「靱性能」を制御可能な設計手法(構造</p>	

性能評価手法)の構築を行うとともに、建物全体の補強効果を把握する数値解析(耐震診断)を実施して、設計手法の検証を行った。

以上、(1)～(4)の開発を実施して、PCMを用いたそで壁付柱の新たな耐震補強工法を確立した。

(2) 実施期間

平成17年度～19年度

(3) 技術開発に係った経費

技術開発に係った経費 82,680千円 補助金の額 40,300千円

(4) 技術開発の構成員

マグネ株式会社(代表取締役社長 内海大樹)
東京理科大学(工学部建築学科松崎研究室教授 松崎育弘)
建築研究開発コンソーシアム(会長 村上周三)

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許

基本特許は、すでに出願・取得しており、実施段階においても、必要に応じて申請・取得を行う予定である。

発表した論文(計10編)

1. 平成18年9月 日本建築学会年次大会(東京理科大学工学部建築学科 教授 松崎育弘, 助教 杉山智昭): 3編
タイトル: ポリマーセメントモルタルにより補強されたそで壁付柱の構造性能に関する実験的研究-その3-, -その4-, -その5-
2. 平成19年7月 日本コンクリート工学協会年次大会(東京理科大学工学部建築学科 教授 松崎育弘, 助教 杉山智昭): 1編
タイトル: ポリマーセメントモルタルを用いて耐震補強されたRC造そで壁付柱の構造性能に関する実験的研究
3. 平成19年8月 日本建築学会年次大会(東京理科大学工学部建築学科 教授 松崎育弘, 助教 杉山智昭): 3編
タイトル: ポリマーセメントモルタルにより補強されたそで壁付柱の構造性能に関する実験的研究-その6-, -その7-, -その8-
4. 平成20年9月 日本建築学会年次大会(東京理科大学工学部建築学科 教授 松崎育弘, 前助教 杉山智昭): 2編
タイトル: ポリマーセメントモルタルにより補強されたそで壁付柱の構造性能に関する実験的研究-その9-, -その10-,
5. 平成20年10月 第14回世界地震工学会議(14th WCEE) (東京理科大学工学部建築学科 教授 松崎育弘, 前助教 杉山智昭): 2編
タイトル: SHEAR STRENGTHENING USING POLYMER-CEMENT MORTAR FOR EXISTING REINFORCED CONCRETE COLUMNS WITH SIDEWALL,

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

開発した耐震補強工法は、これまで、主に仕上げ材に使用されてきた高性能な PCM を構造材料として用いて補強鉄筋(せん断補強筋)を塗り付け補強する工法であり、PCM の接着力のみで既存部と補強部を一体化させる簡便な工法である。また、使用する補強鉄筋は、溶接部せん断強度がせん断補強筋の規格降伏強度以上であることを保証した『全強度溶接型』の組立鉄筋であり、せん断補強筋を構造計算に用いる事が可能である。そして、施工は、住居外周面(片面)のみの補強を選択することで、居住者が住まいながらの施工にも対応可能である。

さらに、提案の工法は、「非構造壁」とされている「そで壁」を耐震的に活用した手法であり、「補強部位」と「補強量」を選択することで「強度向上型」と「靱性向上型」を選択して、既往の建物の「耐力」、「破壊モード」と「靱性能」をコントロール可能な耐震改修技術である。

この様に、開発した工法は、既存の工法では不可能な事項に対応した革新的な技術である。

(2) 技術開発の完成度

本研究開発は、1) PCM 材料を構造材料として使用するための基本特性の蓄積、2) 各種ディテールを含めた補強詳細について、部材実験より補強効果について明確化・検証、3) 設計・施工要項の作成に向けて、1), 2) で得られた実験の知見について検討を行い、補強効果の評価および設計手法の構築、を予定通り進められた。実施適用レベルに対応する設計・施工要項としては、若干の再整理が必要であるものの、実用段階に達する成果を得られた。

(3) 実用化・市場化の状況

本研究開発により、工法の実用化に必要な各種資料および構造的評価手法を得た。現在、作成した評価手法について整理・検討を実施し、日本建築防災協会の評価取得へ向けた設計・施工要項の最終的な取りまとめを行っている。平成 21 年度上期中の評価取得を予定しており、実物件への適用・市場化へ段階を進める予定である。また、本工法に対して、各所より問い合わせがあり、評価取得後、速やかに実建物への適用・市場化を進める予定である。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

本研究開発は、①PCM の構造材料への適用のための資料作成、②そで壁付柱部材における補強工法の確立、③補強設計手法の確立と実建物における検証、と各レベルで開発項目を分類したこと、また、各項目を順序たてると共に、関連付けて開発を進めたことにより効率的に成果を得ることが出来た。また、研究開発の実施にあたり、構造実験および構造的評価について多くの知見を有するメンバーにより検討会議を多数実施することで、貴重な実験資料の蓄積および評価方法の構築について開発を進める事ができた。

・残された課題

現在、本研究開発の成果を受けて、設計・施工要項の最終的な取りまとめを行っており、評価取得が当面の課題である。さらに、今後は、実施・展開段階における設計・施工手法の問題点抽出とその対応が必要となる。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

上記のように、本工法は、実施に向けて、平成 21 年度上期中に日本建築防災協会の評価取得を目指して、設計・施工要項の最終的な取りまとめを行っている。この一環として、複数の施工会社の協力を得て、協会化を視野に入れた実施体制の整備を進めており、市場化を進めている。技術開発に関しては、①実施レベルにおける課題の抽出、②当該課題の解決、③実施展開の拡大、のサイクルを繰り返し、工法の合理化・高度化の対策を進める予定である。

技術開発成果報告書

<p>事業名 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発</p>	<p>課題名 構造安全性と生産合理性の融合を目指した鉄筋コンクリート造事務所ビル建築の開発</p>
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>従来の鉄筋コンクリート造建物の構造技術が、特に中高層や超高層の集合住宅向けに進化してきた中で、次の4つのポイント、(a) 軽量化、(b) 大スパン化、(c) 生産性・改修性・解体性能の向上、(d) 地震時の損傷制御などの要素はあまり重視されてこなかった傾向がある。本研究では、特にこれらの4つの付加価値を研究対象に選び研究開発を行い、それらのメリットが特に享受できる鉄筋コンクリート造建築物として事務所ビルへの適用を目指した。そのため、本技術開発では全体降伏形のPCアンボンド圧着工法を採用する典型的なモデル建物の試設計と構造実験を通じて、地震時の損傷を防止しかつ施工の合理化を図るための実用化のための技術的に共通で一般的な問題点を抽出しそれらの解決を図ることを目標とした。以下に、それらのうち主な技術開発成果の概要について述べる。</p> <p>a. 柱梁接合部部分架構等の実験</p> <p>繰り返し一方向外力を受ける十字型の柱梁接合部およびスラブ付立体隅角部柱梁接合部部分架構試験体の静的繰返し載荷実験を行い、接合部及びスラブの損傷状態の確認、圧着用緊張材の長さの影響、復元力特性の推定式の妥当性の確認、大変形領域での復元力特性の安定性の確認を行った。また、柱にPC梁を受ける鋼製ブラケットを配し、そのブラケット部分で長期せん断力の大部分を負担し、端部圧着力は主として水平力による曲げモーメントにより決定する接合方法を提案し、外柱梁接合部の実験を行い提案する接合方法の性能確認を行った。さらに、長期圧縮力を受ける柱の水平静的繰返し載荷実験を行い、復元力特性の確認を行った。</p> <p>b. 実大架構の施工・解体実験</p> <p>材軸直交方向はローラー機構となる新しい床スラブ-梁接合部を提案し、床スラブ-梁接合部の試験体を作成して、梁材軸直交方向の開閉機構、および、材軸方向のせん断力伝達性能に関する静的繰返し載荷実験を行い性能の検討を行った。さらに、実大規模のスラブ付き2層1×2スパン、高さ5.4メートル、最大スパン長さ12メートルの立体架構試験体の試設計と施工実験を行い、新構造システムの施工性・アンボンドPC鋼材の交換性・部分交換・施工精度・施工効率等の検討を行い、新構造システムの生産合理性についての検証を行った。</p> <p>c. 新工法による架構システムの試設計</p> <p>本研究で実施した柱、梁部材実験結果を踏まえて、部材の設計手法について検討した。柱、梁部材の曲げ、せん断耐力、接合部耐力評価、およびブラケット周辺の耐力評価と各限界状態の設定について提案を行った。さらに、架構の耐震性を検証するにあたって、部材の復元力特性の評価手法について検証を行った。</p> <p>アンボンド圧着接合柱梁骨組架構による典型的な事務所ビルを想定し、限界耐力計算法により建物の試設計を行い、必要となる部材寸法や鋼材量の試算を行った。これにより、新構造システムが一般的な建築計画と整合した上で、在来型建物と同程度の所要の耐震性能を保持し得ることを立証した。さらに、設計上の課題を抽出することにより、構造安全性と生産合理性の融和のためのさらなる技術開発項目を洗い出した。</p> <p>新構造システムに対応した弾塑性骨組地震応答解析プログラムをMATLABにより開発し、試設計建物の損傷制御性能や終局耐震性能などの検証を行うことを目標とし、新構造システムで用いられる部材の非線形復元力特性や履歴ダンパーの復元力特性を組み込んで、骨組の弾塑性地震応答解析を実施して、試設計した新構造システム架構の性能検証を行った。また、アン</p>	

ボンド圧着接合部を持つ架構の特性把握や入力地震動による影響、ダンパー設置の効果等を検討した。

d. ヘルスモニタリング等

新構造システムは構造部材がアンボンドプレストレス圧着接合され、部材交換・リモデリング・リユースが可能なサステナブル性能を備えている。その性能を活かして維持管理するためには、耐久性、耐火性、耐震性を適切に判定する必要がある。そこで構造ヘルスモニタリングに着目して調査研究を行い、事務所ビルにおける新構造システムへのヘルスモニタリング導入計画を提案した。

(2) 実施期間

平成18年度 ～ 平成19年度

(3) 技術開発に係った経費

技術開発に係った経費 480,000千円 補助金の額 240,000千円

(4) 技術開発の構成員

東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 助教授
(社)建築業協会 共同研究部会長 (戸田建設(株)技術研究所長)

(東京大学と建築業協会(参加企業22社)の共同開発による技術開発を実施するため、建築業協会内に研究推進委員会(委員長:千葉 脩)と研究実施委員会(委員長:塩原等)を設けて研究を実施したものである。)

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許
なし

発表した論文

1. 平成20年9月18～20日 日本建築学会大会講演梗概集(塩原等:東京大学他)
「構造安全性と生産合理性の融合を目指した鉄筋コンクリート造事務所ビル建築に関する研究(その1～その11)」
2. 平成21年8月26～29日 日本建築学会大会講演梗概集(塩原等:東京大学他)
「構造安全性と生産合理性の融合を目指した鉄筋コンクリート造事務所ビル建築に関する研究(その12～その25)」(投稿中)
3. 平成21年10月29・30日、第18回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム(塩原等:東京大学他)「アンボンドPC圧着プレキャストコンクリート造実大2層骨組の施工実験及び水平載荷実験(その1～その9)」(投稿中)

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

アンボンド圧着によるプレキャストコンクリート造が建築物の工法として平成19年6月に建築基準法令に始めて位置づけられ、適法な工法として認知されるようになったが、その積極的かつ効果的な活用方法については十分な技術開発は進んでおらず、まだまだ新しい可能性を秘

めている。アンボンド圧着工法には、さまざまな応用に関する技術開発のシーズがあるものであり、さらに実用化にむけた技術開発を進めなければならない技術である。本研究で検討した工法は、アンボンドPC鋼材の交換、損傷限界設計を取り入れ、寿命が長く高品質で、しかも、建築構造部材の解体性・部材の再利用を可能とするために、この技術を活用しようとするものであり、かつ、従来は鉄骨造が主体であった大スパンを有する事務所ビル向けの、鉄筋コンクリート構造によるソリューションを目指した総合的な架構技術である点で、先導性がある。

(4) 技術開発の完成度

実験結果に基づいた設計法と地震応答解析手法を提案できておりある程度完成している。また、実大骨組施工実験により建築物の解体性を確認しており、1つの解体方法は完成している。

(5) 実用化・市場化の状況

鉄骨市価が高騰した一昨年は、鉄骨造の代替工法として鉄筋コンクリート構造およびプレストレスト構造を事務所ビルに適用する検討がされていた時期があった。しかし現在の不況化では一転して鉄骨の値下げにより、鉄筋コンクリート事務所ビルのコスト高感が高まっている。現時点では、本技術による建築物の初期建設費は既存技術によるものより若干高くなると思われるが、将来益々不透明な建設資材の需要と供給ならびに経済変動によるコストの変動下においても一定の建築ストックの供給をしていく必要性を考慮すれば、鉄骨事務所ビルの代替技術として十分に実用化が期待でき、そのニーズにある程度応えるレベルの技術に達したと考える。

(6) 技術開発に関する結果

・成功点

通常の鉄筋コンクリート建物の耐震設計における短期許容応力度設計に相当する、中小地震時の部材の損傷限界設計のクライテリアを明確にすることができた。また、終局状態の崩壊機構を確認することができた。実大骨組の実験で、架構とした場合の構造システムとしての構造性能が確認できた。また、構造性能のみならず、実大骨組の施工・解体実験において、施工工期・施工品質・施工容易性・解体性などに関して、実施工に際して必要となる実験データが得られた。

・残された課題

軽量で大スパンの床が耐震設計上現場打ち同等の剛床とみなせる接合部や板の必要な性能に関する知見はまだ十分にはできなかった。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

本技術は、耐震設計上の重要なポイントについて、設計資料として必要な実験データと試設計が行われ、実用化の見通しがついたものといえる。現状では既存技術に比べ初期建設費は高いと思われるが、高品質、工期の短縮、容易に解体性、再利用が可能な建築物を提供できる点を建築主に訴えていく。さらに関連技術の開発を進める。

技術開発成果報告書

<p>事業名</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 <p>○住宅等の安全性の向上に資する技術開発</p>	<p>課題名</p> <p>都市に多数立地するペンシルビルを対象とした建物外部から施工可能な耐震補強技術の開発</p>
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大都市中心部には間口方向に1スパンで塔状の、いわゆるペンシルビルが数多くみられる。ペンシルビルの耐震補強を考える場合の特徴として、(1)奥行き方向は妻壁によって十分な耐震性があるため間口方向だけの耐震補強ですむこと、(2)柱が外部に面しているため外部から柱の補強工事が可能なことがあげられる。この特徴を利用して、従来工法よりも安価で建物を使いながら施工可能な（外部からのみで施工可能な）耐震補強技術を開発した。 ・ペンシルビルのRC柱に建物外部から削孔し、定着部を持つ補強筋を挿入してグラウトするタイプの低騒音、低振動の耐震補強方法、およびその設計技術を構築した。 <p>(2) 実施期間</p> <p>平成18年度 ～ 平成19年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <p>技術開発に係った経費 34,600千円 補助金の額 16,483千円)</p> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <p>大成建設株式会社（技術センター 副センター長 藤井俊二） 首都大学東京大学院（都市環境科学研究科□建築学専攻教授 芳村学）</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <p>取得した特許</p> <p>1. 躯体の補強構造（主筋に丸鋼を用いた柱の補強方法）</p> <p>発表した論文</p> <p>1. 平成19年8月 日本建築学会（技術センター 建築技術研究所 藤井俊二 ほか） タイトル：ペンシルビルを対象とした建物外部から施工可能な耐震補強技術の開発 その1～その3</p> <p>2. 平成20年9月 日本建築学会（首都大学東京 大学院 芳村学教授 ほか） タイトル：ペンシルビルを対象とした建物外部から施工可能な耐震補強技術の開発 その4～その6</p> <p>3. 平成20年7月 コンクリート工学協会（首都大学東京 大学院 芳村学教授 ほか） タイトル：建物外部から施工可能な定着型補強筋工法によるRC柱のせん断補強実験</p> <p>4. 平成20年9月 SB08（技術センター 建築技術研究所 藤井俊二 ほか） タイトル：SEISMIC RETROFIT METHOD OF TALL-NARROW BUILDING WHICH CAN BE APPLIED FROM OUTSIDE OF BUILDINGS</p>	

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

- ・本開発技術は、柱の耐震補強として一般に利用されている炭素繊維補強、鋼板巻き補強より簡便であり、耐震補強のために内装を解体、再構築することが不要なこともあって、従来技術よりも安価な耐震補強技術として提供できる。また、建物を使用しながら、外部だけから施工できる耐震補強技術として提供できる。

(2) 技術開発の完成度

- ・技術は実用に供するレベルに完成している。
- ・地下階に適用した場合、掘削孔から室内側に漏水がないことを担保するため、グラウト材の構成成分を改良した。

(3) 実用化・市場化の状況

- ・一件実施工中：東京都下の建物で柱の耐震補強工事として実施中。約1100本の補強鉄筋挿入工事がほぼ終了している。本件を実績として、市場展開する予定。

(4) 技術開発に関する結果

- ・成功点
- ・期待した通りの耐震補強効果、狭隘な空間での騒音振動の少ない施工技術、競争力のあるコストが実現できた。
- ・残された課題
- ・公的な技術評価を得るには至っていない。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

- ・開発技術の実施実績ができたので、今後は市場展開を進めていく。その過程で必要に応じて追加実験などを行い、公的な技術評価を得ることを考えている。

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 ガラスと他素材による ハイブリッド耐震システムに関する技術開発																								
1. 技術開発のあらまし (1) 概要 本技術開発は、ガラス、プラスチック、エポキシ樹脂といった今まで耐震要素としては未使用であった素材の性能に着目した異種素材によるハイブリッド耐震システム (ISGW) を、耐力不足のRC造のニーズに合わせた本システムの形状、ユニット接合方法及びその諸性能を検討し、本システムの一般化に向けた技術開発を行う。																									
(2) 実施期間 平成17年度～平成19年度																									
(3) 技術開発に係った経費 <table style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 20%;">平成17年度</td> <td style="width: 30%;">技術開発に係った経費</td> <td style="width: 15%;">22,000千円</td> <td style="width: 15%;">補助金の額</td> <td style="width: 20%;">11,000千円</td> </tr> <tr> <td>平成18年度</td> <td>技術開発に係った経費</td> <td>28,600千円</td> <td>補助金の額</td> <td>14,300千円</td> </tr> <tr> <td>平成19年度</td> <td>技術開発に係った経費</td> <td>30,550千円</td> <td>補助金の額</td> <td>15,275千円</td> </tr> <tr> <td></td> <td>技術開発に係った経費の合計</td> <td>81,150千円</td> <td>補助金の合計</td> <td>40,575千円</td> </tr> </table>		平成17年度	技術開発に係った経費	22,000千円	補助金の額	11,000千円	平成18年度	技術開発に係った経費	28,600千円	補助金の額	14,300千円	平成19年度	技術開発に係った経費	30,550千円	補助金の額	15,275千円		技術開発に係った経費の合計	81,150千円	補助金の合計	40,575千円				
平成17年度	技術開発に係った経費	22,000千円	補助金の額	11,000千円																					
平成18年度	技術開発に係った経費	28,600千円	補助金の額	14,300千円																					
平成19年度	技術開発に係った経費	30,550千円	補助金の額	15,275千円																					
	技術開発に係った経費の合計	81,150千円	補助金の合計	40,575千円																					
(4) 技術開発の構成員 個人の場合：今川 憲英 (東京電機大学大学未来科学部 建築学科教授) 組織の場合：株式会社ア・ファクトリー																									
(5) 取得した特許及び発表した論文等 <u>取得した特許</u> <table style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 15%;">1. 面ガラス固定構造</td> <td style="width: 55%;">特願 2004-221826</td> <td style="width: 30%;">出願中</td> </tr> <tr> <td>2. 壁構造</td> <td>特願 2004-340401</td> <td>出願中</td> </tr> <tr> <td>3. 壁構造</td> <td>台湾特許出願特願 094141326</td> <td>審査申請中</td> </tr> <tr> <td>4. 壁構造</td> <td>特許協力条約に基づく国際出願 PCT/JP2005/0021540</td> <td>審査申請中</td> </tr> <tr> <td>5. 壁構造</td> <td>アメリカ特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 US. serial No. 11/791.66</td> <td>審査申請中</td> </tr> <tr> <td>6. 壁構造</td> <td>ヨーロッパ特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 05809727.0</td> <td>審査申請中</td> </tr> <tr> <td>7. 壁構造</td> <td>中国特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 200580040549</td> <td>審査申請中</td> </tr> <tr> <td>8. 壁構造</td> <td>香港特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 08103508</td> <td>審査申請中</td> </tr> </table> <u>発表した論文</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. 平成17年 8月 日本建築学会 (東京電機大学建築学科 教授 今川 憲英 他6名) タイトル：ガラスと他素材によるハイブリッド耐震システムの研究 2. 平成19年 8月 日本建築学会 (東京電機大学建築学科 教授 今川 憲英 他8名) タイトル：ガラスと他素材によるハイブリッド耐震システム (ISGW) の研究 3. 平成20年 9月 日本建築学会 (東京電機大学建築学科 教授 今川 憲英 他6名) タイトル：ガラスと鋼製格子と非線形素材による ハイブリッド耐震システム (ISGW) の研究 		1. 面ガラス固定構造	特願 2004-221826	出願中	2. 壁構造	特願 2004-340401	出願中	3. 壁構造	台湾特許出願特願 094141326	審査申請中	4. 壁構造	特許協力条約に基づく国際出願 PCT/JP2005/0021540	審査申請中	5. 壁構造	アメリカ特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 US. serial No. 11/791.66	審査申請中	6. 壁構造	ヨーロッパ特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 05809727.0	審査申請中	7. 壁構造	中国特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 200580040549	審査申請中	8. 壁構造	香港特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 08103508	審査申請中
1. 面ガラス固定構造	特願 2004-221826	出願中																							
2. 壁構造	特願 2004-340401	出願中																							
3. 壁構造	台湾特許出願特願 094141326	審査申請中																							
4. 壁構造	特許協力条約に基づく国際出願 PCT/JP2005/0021540	審査申請中																							
5. 壁構造	アメリカ特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 US. serial No. 11/791.66	審査申請中																							
6. 壁構造	ヨーロッパ特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 05809727.0	審査申請中																							
7. 壁構造	中国特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 200580040549	審査申請中																							
8. 壁構造	香港特許出願 PCT/JP2005/0021540 特願 08103508	審査申請中																							

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

- ・ガラスを使用することで、在来工法に比べ、採光性と視界を確保できる。
- ・厚さ約100ミリであるため、在来工法に比べ、薄い耐震壁を可能とする。
- ・インテリア、エクステリアの両方に適用可能な為、内装・外装工事の手間とコストが削減できる。
- ・建物を使用しながらの改修工事が可能な為、仮移転による業務ミス、仮設費用、従業員の負担、情報流出リスクの削減が可能となる。
- ・建物利用状況に応じた動線や開口部の設定が可能。
- ・ユニット工法により、搬入経路が自在であり一般エレベータを活用できる。また、大型重機による揚重が削減できる。



高い採光性を実現したデザイン



使いながらの改修工事



既存エレベータでの搬入



ユニットによる搬入で大型重機を必要としない

(2) 技術開発の完成度

本技術は、現在までに、既存不適格とされるRC造のオフィスビル2棟、幼稚園、大学などに既に適用され、その有効性を確認している。

また、平成20年においては、既存不適格とされるRC造建築物における建築防災協会の個別耐震評定(DPA-R 診-236)を取得し、本システムはほぼ完成をしたといえる。

平成21年においては、本技術の最終的な技術開発を進めており、平成21年1月～3月に、明治大学と共同の性能確認実験を終了している。2月には、公開実験も実施している。

その実験データを基に本システムの一般化の完成を試みる。



公開実験の様子

(3) 実用化・市場化の状況

平成19年度までの技術開発により、本技術の標準化が完成している。

平成20年度においては、建築防災協会の個別耐震評定を取得したことにより、本技術の完成の見通しを立てることができた。

現在までには、既存不適格とされるRC造のオフィスビル、幼稚園、大学などに適用されており、非常にクライアントからは好評を得ている。

また、従来の鉄骨ブレースやコンクリート増し打ち壁といった重厚感があり、空間を邪魔する工法の概念を覆したデザインであるため、新領域のデザインとして、2008年度のグッドデザイン賞を受賞することができた。

新規プロジェクトについては既に数件進んでおり、オフィスビルを中心に展開している。



2008年度グッドデザイン賞受賞



店舗空間への実施例

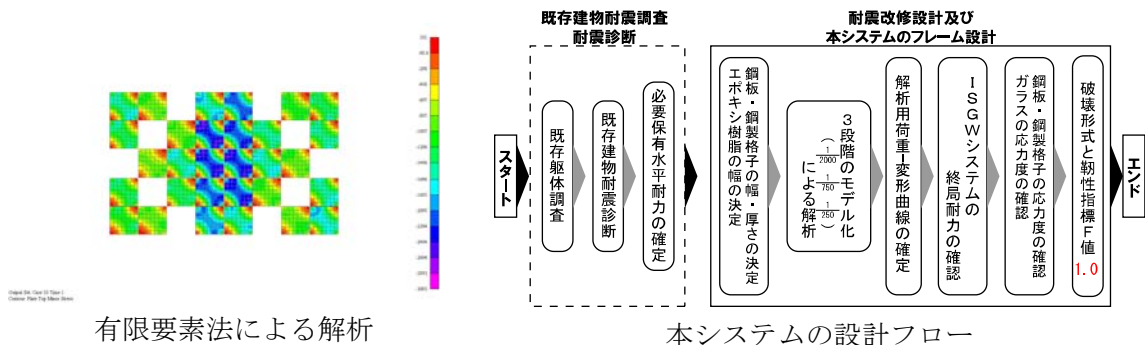


幼稚園の実施例

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

本技術開発において使用しているガラス、エポキシ樹脂、緩衝材といった素材の持つ性能を把握することができ、その結果に基づいた本システムの有限要素法による解析方法を確立することができた。また、実施設計における本システムの設計フローの確定できた。



・残された課題

今後の課題としては、設計及び製作方法の整備、適正なコスト・工期の検討など、市場化の完成に向けた検討が必要となっている。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

本技術開発の今後の展開として、平成21年1月～3月において実施した明治大学と共同の性能確認実験のデータを基に、本システムの最終的な完成を試みている。

本技術は、従来の耐震壁（鉄骨ブレース・鉄筋コンクリート壁増設）の概念を覆し、従来は耐震要素として用いられなかった素材を用いているデザイン性と耐震性が融合した耐震システムであるため、非常に高い関心を得ており、高い需要がある。

今後も、大学・研究機関と設計者、施工者の相互に協力しながら適正な設計・製作。施工を行う体制を整備し、より適正なコスト・工期を検討し市場化の完成を目指す。

技術開発成果報告書

<p>事業名</p> <p>住宅等の安全性の向上に資する技術開発</p>	<p>課題名</p> <p>住宅等既存構造物の耐震性向上のための連結制御システムの実用化</p>
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>既存構造物を隣接する既存或いは新築の構造物と繋ぐ連結制御システムの開発を目的としている。従来の耐震性向上技術では、構造物全体に補強工事を施す方法が主流であった。連結制御システムでは、補強工事の大半を連結部に集約することが出来るため、建物を使用したままの補強工事が可能となる。歴史的建造物等、構造物自体への補強工事を極力少なくしたい場合に有用である。本技術開発では、特に連結制振の適用範囲を従来よりも拡大させるため、構造物の非線形性を考慮すると共に、可変減衰ダンパーを利用して、制御性能の向上と適用範囲の拡大を実現した。</p> <p>技術開発内容は以下の通りである。</p> <p>(1) 最適連結特性の誘導</p> <p>従来の最適連結特性に関する研究は、線形構造物同士の連結を想定したものが大半であったが、既存建物の連結制御では、大地震時の非線形化が予想される。非線形化する既存建物と線形の新築建物の連結を想定して、連結制振効果を発揮するような新築建物の特性と連結特性をパラメータスタディにより導いた。本検討により、既存建物の連結にも適用出来る有用な成果が得られた。</p> <p>(2) 可変減衰ダンパーを利用した連結制御システムの開発</p> <p>連結制御用の可変減衰ダンパーと制御コントローラを開発し、設計通りの性能を発揮することを要素実験及び振動台実験により確認した。また、低コスト化も実現した。既存構造物が非線形化する場合にも対応出来るように、可変減衰ダンパーの切換え方法を検討した。</p> <p>(3) 縮小モデルによる連結制御システムの検証</p> <p>線形と非線形の 1 質点振動系同士を連結して小規模振動台実験を実施し、(1)で検討した塑性歪エネルギーを低減させるような連結特性により、構造物に非線形化が生じても連結効果が得られる事を実証した。また、既存建物を想定した 1 層フレームと新築建物を想定した 3 層フレームを可変減衰ダンパーで連結して振動台実験を実施した。可変減衰ダンパーによる制御の有効性を実証し、今後連結制御システムを実際に適用する上で有用な成果を得た。</p> <p>(4) 連結部の試設計</p> <p>既存構造物として SRC 造の 6 階建て歴史的建造物（官公庁の建物）を想定し、新設の 36 階建て超高層建物と屋根架構を介してオイルダンパーで連結するシステムを検討し、連結制御効果の検討と連結部の試設計を行った。制振効果を低下させないために必要な屋根架構の必要剛性を算定して、その剛性を実現するために必要な屋根架構部材も試算した。</p> <p>以上より、連結制御を実際に適用する上での通常の耐震補強と比べた優位性、必要なダンパー容量、具体的な連結部の試設計を行うことが出来た。歴史的建造物等、構造物自体への補強工事を極力少なくしたい場合に、有用な技術であることを確認した。</p> <p>(2) 実施期間</p> <p>平成 18 年 8 月 1 4 日 ～ 平成 19 年 3 月 3 1 日 平成 19 年 6 月 1 日 ～ 平成 20 年 3 月 3 1 日</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <p>技術開発に係った経費 33, 159 千円 補助金の額 15, 400 千円</p> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <p>国立大学法人東京大学総長 小宮山宏 代理人工学系・情報理工学系等事務部長 尾越和博(当時) 大成建設株式会社 代表取締役社長 山内隆司</p>	

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許

1. 出願中 1 件

発表した論文

1. 平成 18 年 7 月 日本建築学会構造系論文集 (東京大学 楊貴君・岩崎良二・高田毅士)
タイトル: 連結構造物における定点理論に基づく質量比一周波数比空間の領域分類と最適パラメータの誘導
2. 平成 18 年 8 月 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (東京大学 友澤裕介・岩崎良二・高田毅士)
タイトル: 多質点系の伝達関数を用いた最適化連結特性 (その 1)
3. 平成 19 年 9 月 日本建築学会構造系論文集 (東京大学 友澤裕介・岩崎良二・高田毅士)
タイトル: 制震効果を最大化する連結特性の特定
4. 平成 18 年 8 月 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (東京大学 高田毅士・岩崎良二・友澤裕介, 大成建設 長島一郎・欄木龍大・糸井達哉・新居藍子)
タイトル: 多質点系の伝達関数を用いた最適化連結特性, その 1 研究概要
5. 平成 18 年 8 月 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (東京大学 友澤裕介・岩崎良二・高田毅士)
タイトル: 既存構造物の耐震性向上のための連結制御システムの開発, その 2 制振効果を最大化する連結特性
6. 平成 18 年 8 月 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (大成建設 長島一郎・欄木龍大・糸井達哉・新居藍子)
タイトル: 既存構造物の耐震性向上のための連結制御システムの開発, その 3 制御システムの開発と制御法
7. 平成 18 年 8 月 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (大成建設 新居藍子・欄木龍大・長島一郎・糸井達哉)
タイトル: 既存構造物の耐震性向上のための連結制御システムの開発, その 4 歴史的建造物と新設超高層建物との連結制御
8. 平成 18 年 8 月 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (大成建設 欄木龍大・新居藍子・長島一郎・糸井達哉)
タイトル: 既存構造物の耐震性向上のための連結制御システムの開発, その 5 振動台実験による連結制御効果の検証
9. 平成 18 年 8 月 日本建築学会大会建築デザイン発表会 (大成建設 豊田祥之・長島一郎・欄木龍大・糸井達哉・新居藍子・西川泰弘・鈴木裕美)
タイトル: 超高層新築建物と制震ダンパーで連結した歴史的建築物の耐震改修計画
10. 平成 19 年 11 月 大成建設技術センター報 41 号 (大成建設 新居藍子・欄木龍大・長島一郎・糸井達哉・西川泰弘・鈴木裕美・豊田祥之)
タイトル: 歴史的建築物補強のための連結屋根制震システムの開発

掲載記事

1. 平成 21 年 4 月 日経アーキテクチュア 2009/04/13 号 (大成建設)
タイトル: テクノロジー 歴史的建物を超高層と連結制振補強
2. 平成 21 年 4 月 市街地再開発第 468 号 (大成建設)
タイトル: 歴史的建築物と高層新築建物の補強構法 (大屋根で連結制震)

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

本技術は、対象とする構造物を、隣接する既存或いは新築の構造物と繋ぐ連結制御システムである。従来の耐震性向上技術では、構造物全体に補強工事を施す方法が主流であった。連結制御システムでは、補強工事の大半を連結部に集約することが出来るため、建物を使用したままの補強工事が可能となる。歴史的建造物等、構造物自体への補強工事を極力少な

くしたい場合に有用である。連結部の交換も容易であり、保守性にも優れている。連結制御に関する研究はこれまでも行われているが、本技術では、特に連結制御の適用範囲を従来よりも拡大させるため、構造物の非線形性も考慮した最適な連結特性をパラメータスタディにより明らかにしている。また、屋根架構と言う汎用性のある構造要素を利用して、実際の建物への適用性が高い技術を開発した。更に、可変減衰ダンパーを利用して制御性能を向上させると共に、構造物の非線形性にも対応出来るような減衰力切換え方法により、適用範囲の拡大を実現している。

以上の成果により、従来技術よりも連結制御システムの制御性能の向上と適用範囲の拡大を実現した。

(2) 技術開発の完成度

屋根架構を用いた連結制御システムは、具体的な建物を想定した試設計を実施し、ほぼ技術的に完成している。可変減衰ダンパーも技術開発はほぼ完了している。これらの技術は、物件があれば適用検討が可能な状況である。

(3) 実用化・市場化の状況

耐震改修促進法の強化により、今後は多くの建物が耐震補強工事を必要とすると考えられる。本技術は、現時点での適用実績はないが、補強工事の大半を連結部に集約出来るため、戸建住宅や集合住宅は勿論、歴史的建造物等、構造物自体への補強工事を極力少なくしたい様々な対象に有用であり、環境負荷低減上も有効であるため、市場性は広がると考えられる。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

非線形化する既存建物と線形の新築建物の連結を想定して、連結制御効果を発揮するような新築建物の特性と連結特性をパラメータスタディにより導いた。本検討により、既存建物の連結にも適用出来る有用な成果が得られた。

屋根架構と言う比較的汎用性のある構造要素を利用した連結制御システムを試設計し、既存構造物の耐震改修への適用性を高める事が出来た。

可変減衰ダンパーと制御コントローラの低コスト化を実現した。中小地震に対する機能維持から大地震時の耐震安全性向上まで、より高い制御性能が求められる構造物に対して適用可能性を高めることが出来た。

・残された課題

連結屋根架構を利用したパッシブダンパーによる連結は直ぐに実施可能であるが、可変減衰ダンパーを実際の建物へ適用場合、現状ではコンピュータ制御が停止した場合を想定して設計検討する必要がある。今後は、開発した可変減衰ダンパーの切換えをコンピュータ無しで実現するパッシブな切換えメカニズムの開発や、一方でコンピュータ制御の信頼性を更に高める事が課題である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

耐震改修促進法の強化により、今後は多くの建物が耐震補強工事を必要とすると考えられる。まずは、歴史的建造物を保存し、近接した場所に超高層ビル等の新設建物を建築するプロジェクト等に対して、本技術で検討した屋根架構を利用した連結制御システムの提案と適用を進める予定である。

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:高強度鋼等を用いた超耐震「新構造システム」の開発
1. 技術開発のあらまし	
(1) 概要	
[1] 超耐震設計法に関する技術開発	
1) 設計用入力地震動に関する検討	
想定する建設サイト(検討例として「日本橋地区」、「高円寺地区」を設定)で発生し得る最強地震動として、中央防災会議から公開されている首都圏直下型地震および海洋型地震における工学的基盤地震動データと地表の地盤モデルから、地表および建物基礎下での地震動を作成し評価した。その結果「日本橋地区」、「高円寺地区」にて、それぞれ、東京湾北部地震(M7.3)、都心西部地震(M6.9)を想定した場合、地表面で震度7(計測震度 6.5 以上)の地震動波形が得られた。設計用入力地震動に関しては、震度7設計用入力地震動に関する検討結果に基づき、以下の2種類の地震動を採用することとした。	
①告示極稀スペクトルを工学的基盤で1.5倍以上とし、表層地盤の増幅特性Gs(限界耐力計算に準拠)を加算した標準設計スペクトル(レベル3)	
②想定建設サイトにおける地震波(中央防災会議の公開データに基づき作成)	
2) 無損傷設計法の提案	
「新構造システム建築物」に用いる革新的構造材料(800N/mm ² 以上の高強度鋼等)は従来鋼の2~3倍の強度を保有しているが、設計外力は、1.5~5倍程度になるため、地震エネルギーを吸収するダンパー材は不可欠である。従って、無損傷設計法は「主架構を弾性に留める制震構造設計法」と言い換えられる。本研究では、限界耐力計算における検証法に笠井らの等価線形化法に関する最新の研究成果を採り入れた設計法を提案し、現行法との連続性に配慮する位置付けとして整理した。「新構造システム建築物」の火災安全設計に関して、想定される火災をフェーズ(火災性状)ごとに整理し、火災時の状態と、その状態に留めるための耐火性能に関する基本的な考え方を整理した。また、供用期間200年を想定している「新構造システム建築物」の耐久性設計について、設計指針に盛り込む内容を整理した。	
3) 社会資産建築モデルの試設計	
「新構造システム建築物」として、二つの社会資産建築モデルの検討を行った。一つは、中心市街地再編を目的に中央区日本橋地区を想定した「複数型多層基盤建築」であり、内蔵されるインフィル等を含めた設計クライテリアを提案した。もう一つは、木密地域改良を目的として杉並区高円寺地区に想定した「基盤階型多層基盤建築」であり、一定期間での移設・リユースを想定した柱・梁接合システムや床システムを提案した。これらの建築モデルについて、それぞれ「無損傷設計法」に準拠した試設計を行い、想定建設サイトにおける震度7入力地震動に対して主架構が無損傷(弾性保持)であることを検証した。	
4) 高強度鋼を用いた既存ストックの耐震補強法の検討	
高強度鋼の耐震補強への適用性について、既存の中層、高層のRC集合住宅に関する鋼材を用いた耐震補強の検討を行い、高強度鋼の有用性を確認した。	
5) 高強度鋼を用いた新構造システムの設計指針、設計マニュアル整備	
上記に基づき、「革新的構造材料を用いた新構造システム建築物」設計・施工指針(案)の概要をまとめた。次年度に設計例を含めて整備する予定である。	
[2] 高強度部材に関する技術開発	
新構造システム架構を実現するためには高強度鋼材を使用することが効果的である。スケルトンは弾性域のため降伏比など塑性域での厳しい条件が不要となり、高強度により鋼材量の低減、軽量化が図れ、コストの低減となる。高強度鋼材と高強度コンクリートを用いたCFT柱の現行標準領域外での特性を検証するために性能確認実験を行ない、実験結果を基に設計法を提案した。	
1) 高強度鋼と高強度コンクリートを用いたCFT柱の構造性能	
①短柱圧縮実験	
円形鋼管は一般化幅厚比ランクの性能を確保しており、幅厚比の評価は従来の方法に準拠できる。CFT部材は充填コンクリートのせん断破壊より耐力が決まり、単純累加強度耐力を確保できる。冷間成型、溶接組立柱の鋼管角形柱は軸降伏耐力を確保し、一般化幅厚比FCランク程度の性能を示す。	
②曲げせん断実験	
円形鋼管柱の降伏耐力、最大耐力の評価は概ね従来の方法に準拠できる。部材角 1/150 以内では弾性挙動、1/50 まで概ね安定した挙動を示し、高強度鋼材と高強度コンクリートを組み合わせることにより弾性剛性と耐力を高めることができ、局部座屈の発生を遅らせることができる。	
③CFT柱の構造性能	
基本的にはCFT造技術指針(新都市ハウジング協会)の適用が可能であるが、以下の点に留意する必要がある。	
・角形CFT柱の拘束効果は溶接組立柱のみに適用。・過酷な条件下(幅厚比が大きく高軸力)では、コンクリート強度の低減などを考慮。・短期、終局耐力の発現時期は、層間変形角 1/200、1/100 を超える場合がある。・冷間成型柱では幅厚比が大きい場合や 45° 方向載荷の場合、コーナーR部分の形状・材質を考慮。	
2) 高強度CFT鋼管柱の高サイクル疲労性能	
長期の供用が想定されていることから、中小地震・強風での多数回繰返し応答による弾性域の構造性能の変動について実験的に調べた。建物全体の水平剛性・軸剛性への影響は少ないと考えられる。	
3) 中小容量分散型ダンパーの構造性能	
「震度7 無損傷」の実現にはダンパーが不可欠である。	
中小容量分散型ダンパーとして方杖型ダンパーの構造性能確認実験を行った。最大層間変形角 1/70(ひずみ振幅±0.5%相当)に対して必要繰返しサイクルに十分な余裕がある。最大層間変形角 1/70 を越える場合には、座屈補剛方法の改善などにより塑性変形能力を向上させることが可能。	
[3] 合理的接合部に関する技術開発	
高強度鋼材を用いたスケルトンは骨組みを弾性範囲に留めることが要求され、接合部は厳しい応力状態になることが予想される。柱・梁接合部の解析、性能確認実験により接合部の構造性能を把握し、実用化のための提案を行った。また、新構造システムでは可変性への対応、資源の再利用としてリユース、リサイクルが求められる。現場溶接を用いないリングソケット柱継手について耐力評価式の提案、リユース性の確認を行った。	
1) 溶接型柱梁接合部の構造性能	
①性能確認実験	
・部材角 1/60 程度までは弾性的挙動を示す。・ストレート梁では、溶接部近傍より破断し、急激な荷重低下。・ハンチ梁では、ハンチ端での局部座屈、破断より最大耐力となり、荷重低下は緩やか。・高力ボルト接合部ではすべりにより急激な荷重低下を生じるが、支圧状態により最大耐力を示す。・降伏規格値を若干超えた非弾性域での定サイクル繰返し、部材に相当なダメージを与える。	
②構造性能	
初期剛性、接合部や部材の降伏、すべり、局部座屈、破断耐力などは従来鋼材を基にした既往の計算式で概ね評価できる。実用に当っては、以下の点に留意する必要がある。	
・ストレート梁の場合には、降伏比の高さ、伸び能力の低さなどにより溶接部で破断することもあり、耐力評価、変形能力などに注意が必要。・水平ハンチを設けることにより変形能力は改善される。・高力ボルト接合部では弾性範囲を超えて使用する場合、対処が必要。繰返しを受ける接合部では疲労に対する検討が必要。・エンドタブは、ガス切断しアール加工することにより、変形能力は改善される	
2) リングソケット柱継手の構造性能	
・性能確認実験では、いずれも耐力評価式と概ね一致しており、設計手法を提示。引張軸力が作用する場合でも有効に応力伝達することができ、耐力評価式が適用できる。	
・柱偏心の影響は小さく、無偏心の場合と同等の構造性能を有する。柱継手部の解組は容易に短時間ででき、柱を傷つけないことを確認。	
[4] 用途可変対応型小梁・床システムに関する技術開発	
新構造システムでの小梁・床システムは構造耐力上の性能だけでなく建築計画、設備計画を含めたインフィルとの適合性が必要となる。可変・長寿命に配慮し、規格化された部材、接合とし、インフィルの変更、解体・リユースが可能なシステムを開発した。また、インフィルへの入力低減、居住性の改善を目的に簡易な床免震システムの開発を行った。	
1) 床版接合部実験	
・接合部の耐力式を提示。床版にプレストレスを導入することで、ひび割れを抑えることができ、リユース性を高めることができる。	
2) 接合部せん断実験	

- ・床版-梁接合部のせん断耐力の評価式を提示。
- 3) 面内せん断実験
- ・床版-床版の面内せん断実験では、床版相互の相対ずれが生じる性状が見られ、床版の配置計画などの配慮が必要。
- 4) 曲げ実験:床荷重に対して健全であり、損傷も軽微。
- 5) 床版振動試験:床剛性は十分であり、居住性に対する問題は無い。
- 6) 施工性確認実験:床版、2次スケルトン基礎の着脱は容易。
- 7) 合成効果確認実験
- ・剛性は正・負加力にて概ね等しく、鉄骨梁のみの場合の1.4~1.5倍程度。・耐力は不完全合成梁の弾性域に概ね対応する。・正加力時の耐力は完全合成梁の計算値の0.78であった。(梁のみの場合の約1.3倍)。・負加力時の耐力は、鉄骨梁のみの場合と同程度。・部材角1/50まで版の損傷は軽微であり、リユース可能を確認。
- 8) 簡易床スラブ免震構法
- ・地震応答解析により、床応答加速度が非免震の1/2程度に低減できることを確認。・振動台実験では、概ね設計摩擦係数に対応した最大加速度に抑えられることを確認。
- ・震度7レベルの地震時には、スケルトンと免震床とのクリアランスが大きくなるため、適用のためには納まりなどの配慮が必要。

[5] 合理的施工法に関する技術開発

- 1) 中心市街地の段階的再開発を実現するための施工法
先行構築された人工地盤への干渉が少ない複数階型多層基盤建築の構築方法として以下の内容を実施した。
・走行式クレーン・搬送経路と揚重方法を考慮した仮設計画の立案・評価。・ゴンドラクレーン+ガイドレール+走行台車+荷取構台、によるインフィル資材揚重方法の検討。・上記システムを特許出願。
- 2) 木密地域の段階的再開発を実現するための施工法
段階的再開発のシナリオ実現に求められる合理的施工法の検討を行った。
人工地盤上から従来の杭打ち機械で基礎を施工することが困難なため、杭打ち機の小型化を図るとともに、杭打ち時の機械反力を処理しながら施工を進めることができる合理的な施工方法を提案した。本提案工法も特許出願し、小型杭打ち機を試設計した。
- 3) 建物の維持管理や部材のリユースを支援するモニタリング技術
 - ① 躯体モニタリングシステム
 - ・既存モニタリング技術の調査。・モニタリング目的とモニタリング項目の整理。・短スパン型新基盤建築の施工時モニタリングイメージ構築。・市販センサー利用可能なマルチセンサー付きI/Fタグの試作。・実験棟でデータ転送の有効性確認。
 - ② 漏水位置検知システム
 - ・屋防水層内部の漏水位置を、数十年の間、定期的に点検できる安価なシステムを目標とした。
 - ・本システムは、防水欠陥を減らすため、躯体や防水層を貫通する電源供給配線を無くし、長期間の使用に耐えるためにバッテリーなしで作動することも目標とした。
 - ・システム試作と実験室での基本機能確認。・現場実験による漏水位置とセンサー配置、システム有効性確認。
- 4) 従来型架構のリユース調査
 - ・一般的なリユース事例の調査、問題点の整理を実施。・在来工法による解体工事の調査を実施。
- 5) 新構造システムのリユース検討
 - ・高円寺プランを対象とした従来解体工法とリユース型精密解体工法の比較による解体工法の検討を実施

[6] 用途可変型インフィルシステム架構に関する技術開発

インフィルの可変性を確保するためには、インフィルが容易に解体できることが重要である。同時に、その際に発生する混合廃棄物量が抑制できる構法が望まれる。これを背景として、現状の集合住宅のインフィル構法の調査を実施し、分別解体を阻む要因を把握した。

この調査を基に、在来と比較して解体性に優れた住宅間仕切壁の新構法を提案した。この提案構法は上下のランナーにプラスターボード取付ブラケットをはめ込みプラスターボードをケント式でブラケットに落とし込むものである。プラスターボードとスタッドの接合はマジックテープにより固定し、解体の容易性を確保している。

18年度は、この提案構法の特徴を把握するため、組立および解体実験を実施した。この実験を通じ、複数の改善点を把握すると同時に、解体性において、在来と比較し大幅な優位性を確認した。19年度は提案構法を実際の住宅に適用することを想定して、集合住宅の1室を想定した組立・解体および再施工の実験を実施し、住宅内装の主要な納まりについて、提案構法の適用性を実験的に確認した。さらに、提案構法の遮音性能の確認実験を実施した。この実験を通じ、間仕切壁、表層壁とも在来壁と比較して同等の遮音性能を確保しており、遮音については実用上問題がないことを確認した。19年度活動では、新素材の1つであるCFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)の活用検討を実施した。CFRPの高強度、軽量、長大部材の製作建込が可能という特性を生かした活用方法の一つとして、オフィスビルを対象としたCFRPによるダブルスキンカーテンウォールの試設計を行った。

(2) 実施期間 (平成17年度～平成19年度)

(3) 技術開発に係った経費	技術開発に係った経費	補助金の額
平成17年度	120,000千円	60,000千円
平成18年度	120,000千円	58,000千円
平成19年度	120,000千円	58,000千円
合計	360,000千円	176,000千円

(4) 技術開発の構成員

社団法人新都市ハウジング協会、株式会社大林組、鹿島建設株式会社、清水建設株式会社、大成建設株式会社、株式会社竹中工務店、株式会社鴻池組、戸田建設株式会社、西松建設株式会社、三井住友建設株式会社、大和ハウス工業株式会社、ジオスター株式会社、株式会社ピーエス三菱、東レ株式会社、株式会社日建設計、株式会社日本設計
(1団体+15社)

(5) 取得した特許及び発表した論文等

- ・取得した特許 なし
 - ・発表した論文
1. 平成19年8月29～30日 建築学会大会(福岡大学)

1	超高強度鋼を用いた無損傷設計法の提案(その1～2)	中村豊(清水建設)他7名
2	超高強度鋼を用いた柱梁接合部実験(その1～3)	竹中啓之(戸田建設)他2名
3	リングネット構法を適用した超高強度鋼柱継手の構造性能(その1～2)	坂本真一(清水建設)他2名
4	リユース対応型のフルPCa床システムの開発(その1～2)	小坂英之(三井住友建設)他3名
5	超高強度鋼を用いたコンクリート充填鋼管柱の構造性能に関する実験的研究(その1～4)	藤井睦(鴻池組)他4名
6	座屈拘束ブレースに関する実験的研究(その5)	成原弘之(大成建設)他1名
7	住宅内装構成部材の施工・解体性に関する研究(その1～4)	柳隆(清水建設)他8名
8	新構造システム建築物による社会資産建築の供給と運営方式に関する研究(その1～4)	山本理(長谷工コーポレーション)他9名

2. 平成20年9月18～20日 建築学会大会(広島大学)

1	超高強度鋼を用いた無損傷設計法の提案(その3)	浅井英克(大林組)他3名
2	超高強度鋼を用いたコンクリート充填鋼管柱の構造性能に関する実験的研究(その5～7)	平出了(竹中工務店)他9名

3	超高強度鋼を用いた柱梁接合部実験(その4~6)	鈴木康正(大林組)他5名
4	リングソケット構法を適用した超高強度鋼柱継手の構造性能(その3)	劉銘崇(清水建設)他3名
5	リユース対応型のフルPCa床システムの開発(その3~4)	森田隆司(大和ハウス工業)他3名
6	住宅内装構成部材の施工・解体性に関する研究(その5~7)	柳隆(清水建設)他8名
7	維持管理やリユースを支援するモニタリング技術の開発(その1~4)	岩波光一(戸田建設)他6名
8	新構造システム建築物による社会資産建築の供給と運営方式に関する研究(その5~7)	荒井一弘(市浦ハウジング&プランニング)他8名

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

近年、震度7クラスを記録する大規模地震が頻発しており、建築物に多大な被害が発生し、耐震安全性への関心が高まるとともに、その要求は人命保護から機能維持、資産価値保全、事業継続の確保へと高度になりつつある。また、2006年から2009年住宅に関する検討が開始され、2007年からは住宅の長寿命化に向けたさまざまな取り組みが開始されるとともに、2008年からは京都議定書で義務付けられた温室効果ガス排出削減の履行が始まり、低炭素社会の実現に向けた先導的な取り組みの重要性が高まっている。

このような社会情勢の中で、社会が求める高い安全・安心を実現し、かつ超寿命で地球環境に最大限配慮する「新構造システム建築物」は、他に類例のない革新的な取り組みである。

1) 阪神淡路大震災級大規模地震に対して機能維持する建築物

震度7クラス大規模地震においても損傷しない構造システムを経済的に実現するため、新しい高強度鋼が開発されている。この鋼材の特性は、従来鋼に比べて、強度は2倍以上であるが、ヤング率は同等、塑性変形能力および溶接性は劣る。この鋼材を利用して大規模地震時に弾性範囲に留め、塑性化させない建築構造物を実現するためには、革新的な架構法、現場溶接を用いない革新的な非溶接接合法、革新的な設計法および革新的な施工法が必要である。

要求性能を満足する架構法としては、新鋼材を用いた主架構と地震エネルギーを吸収し応答を低減する制震ダンパーを併用したシステムが合理的である。

これまでの開発で、新構造システムの試設計を行い、要求性能を満足する架構が実現可能なことを確認している。また、高度な検証法(地震応答解析)を用いない簡易型設計法の目的も立っている。

新構造システムの構成要素についても、高耐力CFT柱、工場溶接による柱梁接合法、柱の非溶接接合法、鋼材ダンパーの性能も実験により検証が済んでいる。

2) 用途機能変化等への幅広い受容性

新構造システム建築物は供用年限として200年を想定しているが、長い期間の間には社会情勢、経済情勢および生活様式も変化していき、建築空間に対するニーズも変化していく。また、建築物を構成する要素、躯体(スケルトン)、内外装材等のインフィル、あるいは建築設備等それぞれ寿命が異なり、更新する必要がある。

これらに柔軟に対応できるように、空間構成、インフィルや建築設備を柔軟に変更できるシステムを考えている。この際には、一度使用した部材のリユースも可能なシステムとする。この開発には革新的技術が要求される。

これまでの開発では、組立・解体・リユースの容易なフルプレキャストの床スラブシステムについて、力学的性能を含めた性能評価試験を行っている。また、住宅を対象に、リユース性を考慮した間仕切りの組立て、解体実験を行い、施工性、機能性および廃棄物の削減効果を実証している。

3) 資源の循環を基本とする新構造システム建築物

地球環境への負荷低減を目指し、循環型社会に適合するため、改修や解体の際にリユースを前提とし廃棄物を極力出さない構造部材および非構造部材の組立・解体・再築方法も革新性が要求される。

長寿命型超耐震建築システムでは、従来の一品生産による一回限りの特注品とは異なり、モジュール化され高品質な規格品として製造する部品を要求性能に合わせて組立て、一定期間使用されると解体し、別のストックに再投入する。したがって、廃棄物を極力低減し、資源の有効利用が最大限可能な長寿命建築システムとした。

スケルトン架構は高耐久、長寿命であるが、スケルトンより短寿命であるインフィルは内部用途・機能の変化に合わせて容易に更新かつ再利用可能なシステムとした。

(2) 技術開発の完成度

1) 阪神淡路大震災級大規模地震に対して機能維持する建築物

新構造システムの設計法に関しては、試設計を介し時刻応答解析結果と同等の性能を有することを確認しており、この設計法の完成度の高さを立証している。新構造システムの構成要素についても、高耐力CFT柱、工場溶接による柱梁接合法、柱の非溶接接合法、鋼材ダンパーの性能も実験により検証が済んでいる。

2) 用途機能変化等への幅広い受容性

これまでの開発では、組立・解体・リユースの容易なフルプレキャストの床スラブシステムについて、力学的性能を含めた性能評価試験を行っている。また、住宅を対象に、リユース性を考慮した間仕切りの組立て、解体実験を行い、施工性、機能性および廃棄物の削減効果を実証している。

(3) 実用化・市場化の状況

新構造システム建築物で使用する新鋼材については、本技術開発と並行して実施されている(社)日本鉄鋼連盟における鋼材開発において性能検証が進められており、平成21年度には複数企業から供給可能な状況にある。

また、平成18年度までの新構造システムの開発において、架構システム・接合部・鋼材ダンパー等の構成要素について、部分モデルで実験によりその性能を検証しており、高度な検証法をもとづく大規模地震対応の設計法やICタグ等を利用した性能保証型施工法についてもその目処がつつあるなど、要素技術レベルでの技術的確認が進んでいる。

なお、建築物としての性能評価法・検証法については、国土技術政策総合研究所がその研究開発を進めており、本技術開発はこと緊密に連携しながら進める計画としている。以上の状況からして、本技術開発の実用化は十分可能な状況にあると考える。

一方、市場化については、立地条件を設定した具体的プロジェクトでの試設計、用途の特性を捉えた計画指針の作成、事業推進者を交えた事業化上の環境整備等の諸課題の調査研究を行い、現在、重要庁舎及び超長期耐用住宅を中心に具体的検討を進めている。これらの適用用途は、社会資産として特に高い耐震安全性と環境性能を要求されるものであり、長寿命型超耐震建築システムの活用が期待されている成長性の高い市場である。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

震度7クラスの地震に対し、主要構造部材を弾性に留める無損傷設計法は、限界耐力計算法に基づく簡易的なもので、その精度は時刻応答計算結果に匹敵することから、合理的な設計法が考案できたと考えている。

柱梁接合部、柱柱接合部、CFT部材、フルプレキャストスラブなど開発した部材は、鉄骨材料の認定が取得できれば、直ちに実用化が可能となる。

・残された課題

無損傷設計法に関しては、これを合理的に活用するためには、制振部材を稀に発生する地震動(レベル1)レベルから有効に働かせる必要がある。しかし、このためには、現状では制振部材を鋼材履歴系ダンパーとし、設計法もエネルギー法とせざるを得ない。また、新構造システムではレベル2を上回るレベル3の地震に対して部材の健全性を確認することとしているが、現状では、レベル1、2、3の全ての地震に対して設計を行うことになり、不合理である。将来的には、このような制約を緩和し、現在考案している設計法をより合理的に活用できるようにする必要がある。

CFT部材に関しては、耐震性能は十分に把握し、設計法も考案した。しかし、現状のままでは、厚い耐火被服を施工しなければならない。実際には、充填コンクリートにより、耐火被服材を緩和できる可能性が高く、今後、CFT部材をより合理的に活用するためには、耐火性能の検討が必要である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

無損傷設計法の合理化に関しては、今後も継続して検討を進め、より合理的に設計法を活用する道を模索していく。現状、直ちに活用できる部分に関しては、講習会等を開催し、水平展開を図っていく。

現状開発している柱梁接合部、柱柱接合部、CFT部材、フルプレキャストスラブなど開発した部材は鉄骨材料の認定を取得次第、シンポジウム等の開催により、水平展開を図り、実建物に適用していきたい。CFT部材に関しては、耐火性能を検査し、より合理的な活用を目指したい。

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 歴史的煉瓦造住宅・建築物のステンレスピン挿入耐震補強に関する技術開発															
<p>1. 技術開発のあらまし</p> <p>(1) 概要 歴史的煉瓦造住宅・建築物の耐震性補強の汎用技術としてステンレスピン挿入耐震補強法を取上げ、(1) 実施物件でこれまでに採用されたステンレスピン挿入耐震補強法の補強効果の定量的評価、(2) 安定した補強効果が得られるピン挿入形式の提案、(3) 信頼性の高い補強効果評価法と補強設計フローの提示の3点を目的として、ステンレスピン挿入を施した煉瓦壁試験体の面外曲げと面内せん断に関する静的載荷実験を実施した。</p> <p>(2) 実施期間 平成18年度、平成19年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">平成18年度</td> <td style="width: 35%;">技術開発に係った経費</td> <td style="width: 15%;">8190千円</td> <td style="width: 15%;">補助金の額</td> <td style="width: 20%;">3900千円</td> </tr> <tr> <td>平成19年度</td> <td>技術開発に係った経費</td> <td>6688.607千円</td> <td>補助金の額</td> <td>3250千円</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>技術開発に係った経費</td> <td>14878.607千円</td> <td>補助金の額</td> <td>7150千円</td> </tr> </table> <p>(4) 技術開発の構成員 国立大学法人京都大学大学院建築学専攻 荒木慶一 株式会社 構造総研</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <p>取得した特許 該当無し</p> <p>発表した論文</p> <ol style="list-style-type: none"> [1] 多幾山法子, 長江拓也, 前田春雄, 喜多村昌利, 吉田亘利, 荒木慶一: ステンレスピン挿入による歴史的煉瓦造建築物の耐震補強—その1: 補強煉瓦壁の繰返し面外曲げ実験, 日本建築学会構造系論文集, 第635号, pp. 167-176, 2009. [2] 多幾山法子, 長江拓也, 前田春雄, 荒木慶一: ステンレスピンにより耐震補強された組積壁の面内曲げせん断特性, コンクリート工学年次論文集, Vol. 30, pp. 1621-1626, 2008. [3] N. Takiyama, T. Nagae, N. Yoshida, H. Maeda, M. Kitamura, Y. Araki: Cyclic Out-of-Plane Flexural Behavior of Masonry Walls Rehabilitated by Inserting Stainless Pins, Proceedings of the 14th WCEE, Beijing, China, October, 2008. [4] 荒木慶一, 吉田亘利: ステンレスピン挿入補強された歴史的煉瓦造壁体の単調載荷面外曲げ耐力, 日本建築学会技術報告集, 第25号, pp. 147-152, 2007. [5] 多幾山法子, 長江拓也, 前田春雄, 荒木慶一: ステンレスピンにより耐震補強された組積壁の面外曲げ特性, コンクリート工学年次論文集, Vol. 29, No. 3, pp. 1567-1572, 2007. [6] 多幾山法子, 長江拓也, 前田春雄, 喜多村昌利, 吉田亘利, 荒木慶一: 歴史的煉瓦造の保存・再生に向けたステンレス鋼挿入耐震補強, 歴史都市防災論文集, Vol. 1, pp. 203-208, 2007. [7] N. Takiyama, Y. Araki, M. Kitamura, H. Maeda, T. Nagae, N. Yoshida: Seismic rehabilitation of historic brick buildings by inserting stainless pins, Proceedings of the 3rd Structural Engineers World Congress, Bangalore, India, pp. 117, October, 2007. 		平成18年度	技術開発に係った経費	8190千円	補助金の額	3900千円	平成19年度	技術開発に係った経費	6688.607千円	補助金の額	3250千円	合計	技術開発に係った経費	14878.607千円	補助金の額	7150千円
平成18年度	技術開発に係った経費	8190千円	補助金の額	3900千円												
平成19年度	技術開発に係った経費	6688.607千円	補助金の額	3250千円												
合計	技術開発に係った経費	14878.607千円	補助金の額	7150千円												

- [8] Y. Araki and N. Yoshida, Flexural tests of historical brick walls reinforced by stainless-pin insertion, Proceedings of the 6th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia, Vol. II, pp. 1081-1084, Daegu, Korea, October, 2006.
- [9] 多幾山法子, 吉田亘利, 長江拓也, 前田春雄, 喜多村昌利, 荒木慶一: ステンレスピンにより耐震補強された組積壁の繰返し面内曲げせん断特性 (その 1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, 発表予定, 2008
- [10] 吉田亘利, 多幾山法子, 長江拓也, 前田春雄, 喜多村昌利, 荒木慶一: ステンレスピンにより耐震補強された組積壁の繰返し面外曲げ特性 (その 3), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, 発表予定, 2008
- [11] 多幾山法子, 吉田亘利, 長江拓也, 前田春雄, 喜多村昌利, 荒木慶一: ステンレスピンにより耐震補強された組積壁の繰返し面外曲げ特性 (その 1, その 2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, C-2, pp. 885-888, 2007
- [12] 多幾山法子, 長江拓也, 吉田亘利, 前田春雄, 喜多村昌利, 荒木慶一: ステンレスピン両面挿入による組積壁繰返し面外曲げ特性の載荷方向依存性解消, 日本地震工学会大会 2007 梗概集, pp. 364-365, 2007

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

ステンレスピン挿入を施した煉瓦壁の崩壊メカニズムを明らかにし, 補強による耐力や靱性などの耐震性能の向上を定量化する研究や, 安定した補強効果を得られるステンレスピン挿入形式を提案し, ステンレスピン挿入による耐震補強効果を的確かつ簡便に評価できる手法を提案するような研究開発は, 申請者らの知る限り, 国内外を通じてこれまでに行われていなかった. 本研究開発により, 意匠性, コスト, 施工性に優れた耐震補強法であるステンレスピン挿入耐震補強法の普及へ向けて, 貴重な資料を提供できた.

(2) 技術開発の完成度

歴史的煉瓦造建築物の耐震補強で最も重要である面外曲げに関しては, 従来より安定した効果が得られる補強方法, 簡易補強効果評価式, 補強設計法を提案できた. このため, 技術開発の完成度は高いといえる. 一方, 面内曲げせん断については階段状の目地の斜めひび割れが発生して, 必ずしも期待した補強効果が得られない場合があることがわかった.

(3) 実用化・市場化の状況

ステンレスピン挿入補強は既に実用化されている技術であるが, その補強設計法が確立されていなかった. 本研究開発により面外曲げの補強方法が確立できたため, 今後, 実施設計で広く用いられることが期待される.

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

面外曲げについては, 従来の壁の片面から平行に挿入する形式では繰返し載荷時に急激な耐力劣化が生じる可能性があることを指摘し, 壁の両面から交差して挿入することでこの問題点を回避できることを示した. また, 交差挿入法では安定した補強効果が期待でき, 平面保持を仮定した簡易補強効果評価式により補強効果を的確に評価できることを示した. また, ピンニング補強は特に煉瓦壁の靱性向上に有効であることに着目して, D_s 値の概念に基づく補強設計法を提案した. この設計法によれば, 耐力型の設計法と比較して, ピンの挿入本数を大幅に減らすことが可能となる.

・残された課題

面外曲げせん断については、上記の交差挿入補強を用いたとしても面内方向に階段状の目地の斜めひび割れが発生して、必ずしも期待した補強効果が得られない場合があることがわかった。そのため、水平方向の補強材を導入することで、斜めひび割れを抑制する手法について、現在検討を行っている。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

今後の課題は以下のとおりである。

- 水平目地の外側の一部をカッターで切断し、接着剤と共にステンレスピンを挿入する補強法を提案し、実験を通じてその有効性を確認する。
- これまではエポキシ樹脂を接着剤として用いて来たが、耐久性や耐火性の観点から無機系接着剤の使用が望まれる。しかし、無機系接着剤をピンニング補強法に用いるには施工性の面から課題がある。そこで、ポリマーセメントモルタルなど、ごく一部に有機系を含む接着剤の使用を検討する。
- 振動台実験と時刻歴応答解析を通じて、提案補強法と提案設計法の有効性を確認する。