

技術開発成果報告書

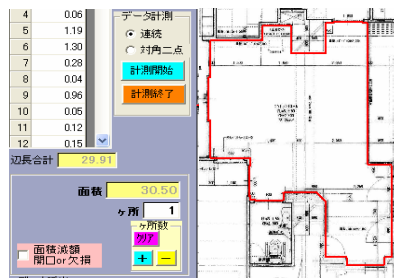
事業名 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発	課題名 タイル業界における廃棄物削減及び製品履歴管理に関する技術開発
---------------------------------	---------------------------------------

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

1) 積算精度の向上と標準化に関する技術開発（タイル工事用の専用積算システムの開発）

- ① 図面から寸法を読み取って算出した面積、長さの数値データに部位、材料名といった分類項目を加えてデジタルデータ化。
- ② 図面読み取り方法
 - ・紙図面 : i) デジタイザーを用いて直接計測
ii) スキャニングにより J P E G に変換し、モニター上で計測
 - ・CAD 図面 : J P E G に変換し紙図面 - ii) と同様にモニター上で計測
- ③ 伸縮補正機能により、計測自体が困難だった縮小図面なども正確に計測
- ④ 拡大機能により、三角スケール以上の精度を実現
- ⑤ 計測軌跡表示機能により、今まで困難だった積算範囲の検証が可能になり、積算データに対する信頼性が高まった。
- ⑥ デジタルデータ化したことにより分類、集計、検索、修正などが効率化された。
- ⑦ システム化により作業手順、分類、表現など積算作業が標準化された。



	1階	2階
A000 4.5二丁平	275.29 -18.64 256.65	274.36 -10.79 263.57
A010 4.5二丁出隅曲がり	50.70 (7.61)	22.50 (3.38)
A020 4.5二丁抱き曲がり	49.20 (4.93)	38.90 (3.88)
A030 4.5二丁出隅マガサ	43.80 (4.38)	2.25 (0.23)
A040 4.5二丁抱きマガサ	34.35 (1.72)	65.65 (3.29)

2) 発注精度の向上に関する技術開発（タイルの電子発注システム）

- ① 積算データを元にWEB上の電子カタログから商品を選択して発注を行なう。
- ② メーカー間、あるいは工事店との呼称の違いは共通コードを考案して解決した。
- ③ 商品写真を選択して商品コードが自動入力されることで、商品コードの手入力や手書き伝票で起きている転記ミスを防止した。
- ④ 頻繁する廃番や新商品の追加も即時に反映され、勘違い等による誤生産が防止される。
- ⑤ 発注データが電子化されることから、メーカー側でも転記ミスなどが防止される。



選	行	商	材料名称	メーカー名	シリーズ名	色CD	商品コード	数量	扱い単位
<input type="checkbox"/>	1	A	二丁掛け平	KYタイル	きぞ	1017	KS2-1017	123,218	枚
<input type="checkbox"/>	2	A	標準曲り(168*50) (1/5)	KYタイル	きぞ	1017	KSH-1017	22,814	個
<input type="checkbox"/>	3	A	小口曲り(108*50) (1/5)	KYタイル	きぞ	1017	KSC-1017	3,625	個
<input type="checkbox"/>	4	A	鈍鋭角標準曲り(168*50) (1/5)	KYタイル	きぞ	1017		362	個
<input type="checkbox"/>	5	A	鈍鋭角曲り(108*168) (1/5)	KYタイル	きぞ	1017		75	個
<input type="checkbox"/>	6	A	鈍鋭角小口曲り(1/5)	KYタイル	きぞ	1017		127	個
<input type="checkbox"/>	7	A	二丁マガサ(1/5)	KYタイル	きぞ	1017	KSA-1017	4,435	個
<input type="checkbox"/>	8	A	標準BOX(168*50*50) (1/5)	KYタイル	きぞ	1017		72	個
<input type="checkbox"/>	9	A	標準鈍鋭角曲りBOX(168*50*50) (1/5)	KYタイル	きぞ	1017		21	個
<input type="checkbox"/>	10	A	標準鈍鋭角マガサBOX(168*50*50) (1/5)	KYタイル	きぞ	1017		12	個
<input type="checkbox"/>	11	A	異型BOX(1/5)	KYタイル	きぞ	1017		7	個

(2) 実施期間

平成17年度

平成17年8月5日～平成18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 60,233 千円 補助金の額 30,000 千円

(4) 技術開発の構成員

株式会社セラトン 代表取締役 古賀義明 取締役 新地裕昭
システム開発担当 井餘田健二、内橋太郎、丸田浩美
KYタイル株式会社 代表取締役 山田吉康
システム開発室 松浦 誠

(5) 取得した特許及び発表した論文等

なし

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

1) 積算精度の向上と標準化に関する技術開発

既存の技術は現時点でも三角スケールを使った手作業と CAD での積算であり、当技術のように以下のような特徴を持った技術は他にはない。

- ① 紙図面、CAD 図面いずれでも積算が可能。
- ② 図面の伸縮を補正する機能を持つ。
- ③ 図面計測や寸法などの入力機能とデータベースをリンクさせていることによる特徴。
 - ・ 積算作業中のデータのコピーなど、様々な作業支援機能により作業負担を軽減。
 - ・ ニーズに合わせた自由度の高い検索、分類、活用が出来る。
 - ・ その一つとして 2) の電子受発注へデータがそのまま移行できる。
- ④ 個別の数量データが図面あるいは寸法など元の積算データと結びついており、変更や検証が容易である。

2) 発注精度の向上に関する技術開発

- ① 受注者側からは、いわゆる買い物かご方式で WEB 上でタイルを販売しているところがあるが、発注者側の既存の技術は手書き、あるいはパソコンなどで活字化した注文書を FAX で送るもので、当技術のように発注者側からシステム化したものはない。
- ② さらに、当技術は積算データをそのまま利用出来るので、手書きなどで発生する転記ミスがなく、人為的な発注ミスの発生を押さえ、不用材の生産を未然に防ぐことができる。

(2) 技術開発の完成度

1) 積算精度の向上と標準化に関する技術開発

- ① 完成度：当初計画通り
- ② 補助終了後に独自の開発等により進展したもの
 - ・ PDF を J P E G に変換することで、元データが PDF でも計測できるようにした。
 - ・ CAD データも D X F ではなく J P E G にしての計測にすることで CAD ソフトでの前捌きが不要となるとともに、プラットフォームが統一された。
また、写真データからの計測も可能になるなど、汎用性が高まった。

2) 発注精度の向上に関する技術開発

- ① 完成度：当初計画通り
- ② 補助終了後に独自の開発等により進展したもの：特になし

(3) 実用化・市場化の状況

1) 積算精度の向上と標準化に関する技術開発

- ① まず、スキャナーが不要で、J P E Gデータの扱いなどの特殊技術を必要としない紙図面を直接計測するデジタイザーを使っての積算システムの販売を開始した。
- ② 販売にあたってはパソコン導入率が低い業界事情と、利用者側の負担を下げるために最低料金 2 万円/月、ハード・ソフト一式のレンタル方式とした。
- ③ 一方でパソコンに不慣れな工事店などへは無理に販売するのではなく、代わって当社が積算する代行サービスも開始した。

2) 発注精度の向上に関する技術開発

協力開発者のK Yタイルの商品を元に開発し、その範囲で実用化が可能なものになっているが、前提となるデータ引渡し側の積算システムの利用が進んでいないため、実用化、市場化にはいたっていない。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

積算システムは 23 社に設置し、当社が代行して積算したものを含めて昨年度は 600,000 m²の積算が当社システムで行なわれた。

手作業による積算に比して精度向上は最低 5 %程度と想定されるので、理論的には 30,000 m² (390 t) の産業廃棄物の発生を未然に防ぐことが出来たことになる。(13kg/m²として)

・残された課題

- ① 積算範囲の検証は、計測部分の図面を呼び出して個別に確認する多少時間のかかる作業であるため、実用上の利便性からは全体をおおまかにチェックできる機能が必要で、今後の開発課題である。
- ② 予想以上に工事業の I T化が後れており、コンピューターの操作方法からの説明が必要であったり、システム以外の質問なども多く、ユーザー教育の負担が大きい。
- ③ 導入した顧客からは追加機能やデータを活用した見積書や予算作成のアプリケーションの要望があるが資金負担の面からすぐには困難である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

1) 積算精度の向上と標準化に関する技術開発

積算システムのプレゼン時、また既に導入した顧客からも積算代行を頼まれることが多く、タイル工事業者が必要としているのは『積算精度が上がるシステム』ではなく、『積算範囲が明示され、正確かつ検証された積算結果』だということに気づいた。

当技術開発の本来の目的が積算精度を上げることにあることから、顧客工事店の実情に合わせて販売・積算代行いずれにも対応し、結果的に精度が高く、各種管理にも使える積算データを提供して早期の産業廃棄物の軽減を目指すこととしたい。

2) 発注精度の向上に関する技術開発

発注者側からはメーカー数社から選べる必要があるため今後各メーカーに働きかける。ただ、その際には積算データの蓄積が説得力を持つと思われるので当面は積算システムの販売及び積算代行に力を注ぐこととする。

3) 流通履歴管理システムに関する技術開発

共通コードを作成するため、商品に関する情報量の確保が必要であり、多数のメーカーへの参加の働きかけをする。

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 建築物解体時に生じる天井下地及び仕上げ材の再資源化技術の開発
--	--

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

本技術開発の目的は、解体系天井の複合板（石膏ボード+岩綿吸音板）や軽鉄下地を解体現場内で可搬式機械を用い破碎、分離、選別、圧縮処理をし、複合板は紙や石膏、岩綿などの原材料として、軽鉄下地はスクラップとして、それぞれ建材メーカーや再資源化工場へ持ち込むことにより、廃棄物の運搬費及び処理費の削減とリサイクル率の向上を図る事にある。それが最終的には循環型社会に適した再資源化システムの確立に繋がると考えている。

具体的な開発内容は、また複合板については、破碎、分離、選別することにより石膏粉、岩綿粉、紙に分離して、それぞれを再生原料として直接建材メーカーや再生資源化施設へ持ち込むことを目的とした。また、軽鉄下地については、現場内で破碎、圧縮処理して容積を 1/5 以下にし、スクラップとして持ち込むことを目的として、現場内での実験等を行なった。

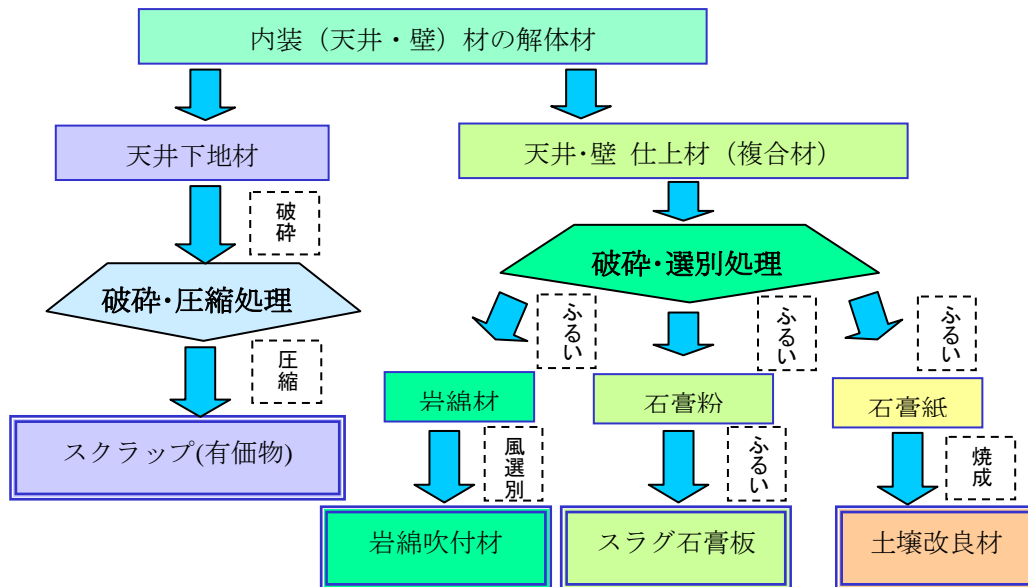


図-1.現場内破碎・選別・圧縮処理の概要図

(2) 実施期間

平成17年度
 平成17年8月5日～平成18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 9,400 千円 補助金の額 4,200 千円

(4) 技術開発の構成員

株式会社竹中工務店 生産本部 環境担当課長 橋谷勇治、地球環境室 高崎英人
 株式会社プラントシステム 取締役社長 木内智之

(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：なし

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

現時点では再資源化処理（リサイクル）が全くなされていない複合板のリサイクルが可能となる。更に、ビニールクロスを貼ったものやGLボードなど、単体の石膏ボードに不用物がくっついているボードでも、簡単に不用物を分離できるので、中間処理施設が困っている問題を、現場からの排出段階で、それぞれの再生品を受け入れ可能な形にすることが出来る。

次に、一般的な再資源化処理は、中間処理施設へ持ち込んで処理した後、再生原料を再資源化工場へ持ち込むため、2回の運搬が必要であるのに対して、本開発では現場内（発生した原位置）で処理して、直接再資源化工場へ持ち込むために1回の運搬で済むことになり、運搬効率が2倍に向上し、CO₂発生量が半減する。また処理費用も、中間処理施設へ持ち込む費用に比べて割安で、2/3～1/2となる。

(2) 技術開発の完成度

解体した天井材を現場内で再生処理する技術は、今回の開発でほぼ完成している。軽鉄下地については、可搬式破砕機で破砕し、容積を1/5以下にできることにより運搬効率は5倍以上になった。更に、運搬費込みの処理費用も、約4,500円/m³かかっていたものが、逆にスクラップとして、1,500円/m³で処理できるので、産業廃棄物として取り扱う必要がなく、画期的な技術と言える。

複合板については、石膏粉、岩綿粉、紙に分離して、再生原料として利用する事が、一部可能になった。石膏粉は、石膏ボードや石膏スラグ板の建材メーカーへ持ち込むことが可能となり、紙は、焼成してできた灰を土壌改良材として利用が可能となった。また今回の実験で分離率を確認したところ、石膏粉は95%と高い分離率だったのに対して、岩綿粉は85%～95%と高い分離率でありながらもばらつきがあった。このままで利用できる建材などの分野もあるが、岩綿吸音材としての利用を考えると、90%以上できれば95%まで純度を向上させる必要がある。

(3) 実用化・市場化の状況

解体天井材の再資源化技術としては、まず天井下地材を破砕・圧縮処理してスクラップとして処理する技術については既に実用化の段階に来ている。既に、実験を含めて4つの現場で実施しており、今後は、より小型で可搬性のある破砕・圧縮機を市販することにより市場化に対応できる。現在の時点では、解体工事業者、収集運搬会社などに所有させる形で、建設市場への普及に努めたい。

また複合板は、破砕、分離・選別して、石膏粉、岩綿粉、紙の3つの再生原料に分離でき、95%以上の純度で分離できた石膏粉と紙についてはそれぞれ、建材メーカーと共同開発した耐火被覆用新建材、土壌改良材として利用できることを確認した。岩綿粉は耐火被覆用新建材に利用できるが分離精度のばらつきを改善する必要があり、現段階での利用方法、及び精度が向上した段階の利用方法を併せて、建材メーカーとの共同開発をすすめている。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

上記のように、解体系天井材の軽鉄下地については、現場内での破砕、圧縮処理の結果、容積を1/5に圧縮できて運搬効率が向上し、運搬・処理費用が4,500円/m³かかっていたものが、逆にスクラップとして1,500円/m³で売れるために、差額はプラス6,000円/m³となった。更に、圧縮機械を改造することで、圧縮比を1/8にすることも可能なことが分かった。この結果、近い将来、破砕・圧縮機械を市販する可能性が大きくなった。

また、複合板については、現場で、破砕・選別することで、再生原材料として直接、建材メーカーへ持ち込むことができる為に、2回の運搬が1回で済み運搬効率が2倍になった。更に、運搬・処理費用は、約8,000～12,000円/m³かかっていたものが、約4,000～6,000円/m³となり、約1/2になった。特に、石膏粉については、再生原材料としての利用が可能となったので、現時点では、二社の建材メーカーと共同開発を続けており、材料も有価物として持ち込み、有料で販売できる状況になっている。なお、石膏紙は、現時点では、焼成すれば、地盤改良材として利用できる。

・残された課題

石膏ボードと岩綿吸音板の複合板については、破碎・選別した石膏粉と紙の純度は95%以上であったが、岩綿粉の純度が85~95%とばらつきがあり、95%以上の純度を達成すべく風選別機（写真-1）の送風機や集塵機の風量調整などの実証実験を続けていく。更に石膏紙については、紙に付着している石膏粉を、2次的に除去するなど、純度を向上することにより固形燃料（RPF）としての利用の道が見えてきたので、トロンメルなどの選別装置を利用して、紙の純度を向上させる必要がある。



写真-1.岩綿粉の風選別装



写真-2.風選別装置全景

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

今後の技術開発についての課題は、破碎、選別、圧縮の工程での効率を、更に向上させて、処理費用の低コスト化を図る予定である。

また、複合板の破碎・分離、選別精度を向上させることにより、複合板の処理コストの低減とリサイクル率の向上を図るとともに、分離した再生原料を利用できる製品をより多く開拓することで、多くの作業所で利用できる技術としたい。そのためにも、各建材メーカーとの共同開発で新建材の開発を進めるなど、さらなる実用化、市場化への道をすすめていく見通しである。

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 ①住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ・住宅等の耐震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 「既存杭の再利用可能性調査試験機器の開発」
--	-------------------------------------

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

資源を有効利用し、二酸化炭素排出量を削減する一助ともなる既存杭の再利用を推進するためには、建築物が存在する状態で、再利用が可能か否かの大まかな判断を行なうことが業務をスムーズに遂行する上で極めて重要である。現状では、調査手法の問題（写真1参照）から効率的な既存杭の再利用が図られていない。この問題点を解決する方法として、既存建物の周囲を出来るだけ機械的に迅速かつ安全に調査する特殊試験機の開発が非常に有効である。

既存杭の再利用を促進するために、上部構造物が存在する状態で、構造物の周辺地盤を掘削し、杭の健全性を調査できる掘削装置（図1参照）および調査のための試験装置を開発した。

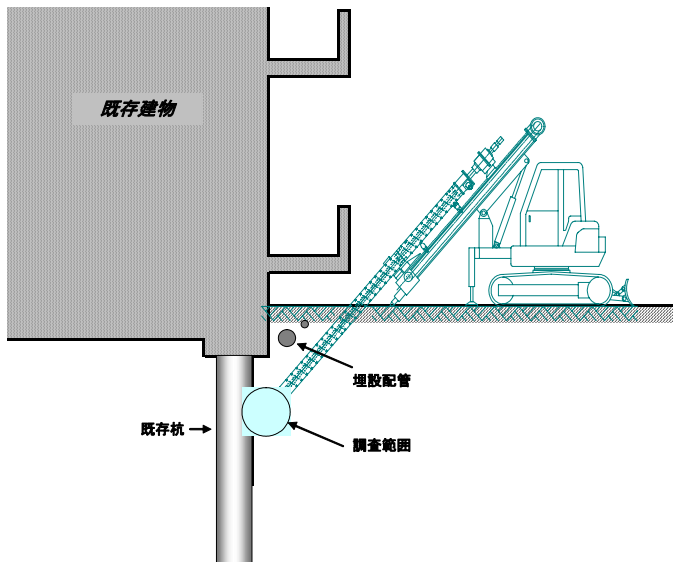


図1 開発した掘削装置の概念



写真1 解体時に実施した調査例

技術開発の成果を以下に示す。

- ①半自動式で自由度の高い、地盤の掘削装置を製作（開発）した（写真2参照）。
- ②上部構造物があっても測定が可能な弾性波を用いた杭の健全性試験装置を開発した（写真3, 4参照）。



写真2 掘削装置と調査状況



写真3 杭と試験装置の接触



写真4 孔内の健全性試験装置

(2) 実施期間

平成17年度

平成17年8月5日～平成18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 45,000千円 補助金の額 22,500千円

(4) 技術開発の構成員

財団法人 ベターリビング／筑波建築試験センター 理事／所長 二木 幹夫

財団法人 ベターリビング 筑波建築試験センター 構造・材料試験部 菅谷 憲一

株式会社 東京ソイルリサーチ 技術本部 つくば研究室 室長 阿部 秋男

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許（出願中）

杭の健全性診断方法、掘削装置、杭の損傷検出装置（特願 2006-101077）

発表した論文（投稿中）、＜機関誌掲載＞

1. 平成19年8月 日本建築学会大会（九州）（共著：財団法人ベターリビング／筑波建築試験センター 理事／所長 二木幹夫、構造・材料試験部 菅谷憲一、久世直哉 他）
既存鉄筋コンクリート造基礎杭の再利用技術 その6 歴史的建築物への適用

2. 平成19年10月 基礎工；総合土木研究所（財団法人ベターリビング筑波建築試験センター 構造・材料試験部 菅谷憲一）
既存既製コンクリート杭の再利用における品質管理（調査と評価）例

3. 平成19年5月 BLつくば＜機関誌＞（財団法人ベターリビング筑波建築試験センター 構造・材料試験部 菅谷憲一）
既存杭利用の調査と評価

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

既存杭の再利用は、平成16年度に終了した国土交通省総合技術開発プロジェクトである「社会資本ストックの管理運営技術の開発」において、小課題「既存杭の再利用技術の開発」として実施終了している。本研究の構成員2名は、当該技術開発プロジェクトの研究委員会に参加している。

既存杭の再利用のためには、劣化状況などを含めた調査・試験を実施することになる。既存杭が再利用できる品質・性能を保有しているか否かを、上部構造物解体前に把握し評価する事前調査は、既存建物の解体計画及び新設建物の構造計画に大きな影響を与える。この事前調査には、以下に示すような問題点があった。

①トレンチングマシーンなど大型の装置は存在するが、小型で掘削自由度の高いものは存在しない。

②現状の杭のインテグリティ試験装置では、上部構造が接合された状態での杭の健全性評価は、試験員の作業環境を確保するための地盤掘削及び周辺地盤の安全性を確保した上で行なうことが必要であり、杭頭位置が深い場合、地下水位が高い場合には試験が困難であることなどが、一般的には、大きな阻害要因となっている。

これらの問題点を解決する方法として、①既存建物の周囲を出来るだけ機械的に安全に調査可能な特殊試験機（掘削機）の開発、②上部構造物がある状態で正確な評価が可能な健全性試験装置の開発を行い、①と②を組み合わせることで実現させたことが、技術革新であると考えられる。技術開発の成果を以下に示す。

①半自動式で自由度の高い、地盤の掘削装置を製作（開発）した。

②上部構造物があっても測定が可能な弾性波を用いた杭の健全性試験装置を開発した。

(2) 技術開発の完成度

既存杭の再利用を促進するために、上部構造物が存在する状態で、構造物の周辺地盤を掘削し、杭の健全性を調査できる掘削装置および調査のための試験装置を開発した。

また、実際の現場及びテストフィールド3カ所において、施工・調査試験を行った。そのうえで、各装置の改良を行って実用的な調査・試験手法を確立した。

地盤の掘削装置については、ケーシングのジョイント方法の簡素化など、施工工期の短縮を図る改良を継続している。

また、掘削装置のケーシング内で実施できる杭の健全性試験装置は、従来の試験装置とのデータ比較のための実績とデータの蓄積を継続している。

(3) 実用化・市場化の状況

既存杭の再利用による建設事例の多くは、既存建物の解体後に杭頭部を露出させて調査・試験を実施している。これは、構造設計図書（構造図、構造計算書）、杭の施工記録などの情報があった場合に有効である（竣工後、あまり時間が経過していない建物など）。現在、建て替えが行われつつある建物で既存杭の再利用を計画する建物は、これらの情報（構造設計図書、施工記録、変更記録など）を有していないことが多いようである。このように、情報が不足している建物の既存杭を再利用する計画を検討する場合に、今回の開発技術の成果が有効になる。既存杭の再利用は、今後さらに促進されることが想定されるため、できるだけ速やかに市場化したい。

「既存杭の再利用可能性調査試験機器」の実用化を促進するために、今回の開発技術の成果を機関誌で紹介すること、設計者やデベロッパーへの説明会を開催することなどにより、その展開を図っている。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

上部構造がある状態で、既存杭を調査するための掘削を安全に実施することができる装置の開発とともに、掘削時のケーシング内部を利用した健全性調査（カメラによる目視とIT試験）が可能になる試験装置を開発できた。

・残された課題

半自動で掘削する装置は、テストフィールドにおいても地中障害などによる掘削効率低減が見られた。掘削時のケーシング内部を利用した健全性調査（カメラによる目視とIT試験）が可能になる試験装置は、杭体との接触状態などによってデータが安定しないことがあった。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

既存杭を再利用して、新設構造物を支持する基礎構造の需要は、構造物の老朽化に伴う解体工事の増加とともに、今後、さらなる増加傾向を示すと考えられる。これは、既存杭調査の増加と直結すると考えられる。今回の開発技術の成果を一層発展させ、さらに安全性、調査精度、工期短縮を目指していきたい。具体的には、掘削装置（機械）の小型化、健全性調査装置の接触状態管理システム及び実績とデータの蓄積が必要になる。

技術開発成果報告書

事業名
住宅等の耐震性の向上に資する技術開発

技術開発名
木造住宅の耐震性向上接合金物に関する技術開発

1. 技術開発のあらまし

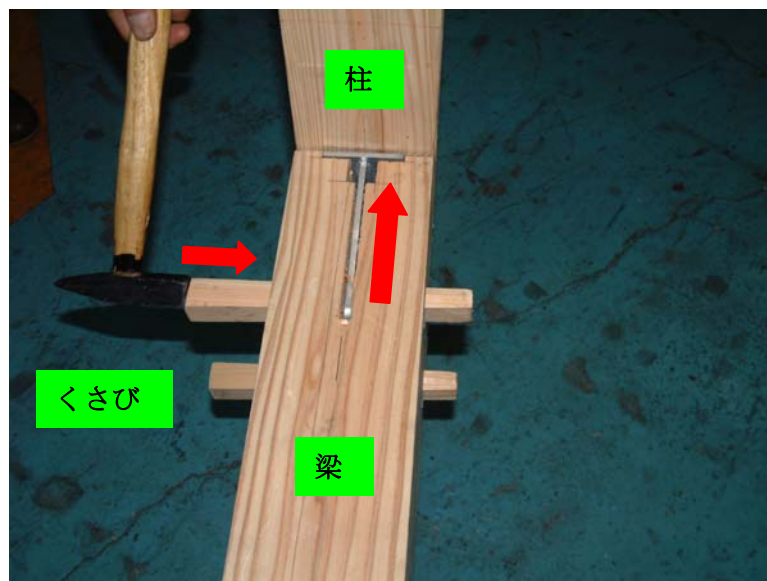
(1) 概要

くさび工法を利用した、高耐震性の梁受け金物

- ・くさび工法を用いて柱-梁結合部、梁-梁結合部がお互いに引きつけ合い、構造体としての強度をアップし、住宅の耐震性能が向上する。
- ・乾燥による木痩せで柱-梁結合部、梁-梁結合部に隙間が生じても、くさび工法の調整機能により隙間を埋めることが出来る。この効果を利用して、国産の無垢材を使った金物工法が可能となる。
- ・従来品梁受け金物（ドリフトピンを打ち込むタイプ）よりも施工性が向上する。



梁受け金物の部品構成



くさびを打ち込むことにより梁が柱に引き付けられる

(2) 実施期間

平成17年度

平成17年8月5日～平成18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 31,500千円 補助金の額 9,800千円

(4) 技術開発の構成員

小松 幸平 (京大生存圏研究所生活圏構造機能分野教授)

タカヤマ金属工業株式会社 (研究室室長 玉岡 富彦)

(5) 取得した特許及び発表した論文等

取得した特許

1. 木造建築物における接合連繫構造 特許第3755139号

2. 木造建築物における接合連繫構造 特許第3755140号

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

既存の金物工法は梁のピン穴と金具のピン穴に芯ずれが生じるとドリフトピンによる施工に問題が生じることがあり、狂いが少ない集成材の柱・梁を使用するが前提であった。また、木痩せにより柱と梁の間に隙間が生じても対応は出来なかった。

くさび工法を用いたマルチジョイントは多少の柱・梁加工の誤差は吸収することが可能で、無垢材の使用も可能な金物工法を実現した。くさびを打ち込むことによって、柱と梁の隙間を埋めることが出来、さらに柱と梁がお互いに引きつけ合うことによって構造体としての強度がアップして耐震性向上に繋がる金物となる。

(2) 技術開発の完成度

マルチジョイント梁受け金物は、1スリットタイプ4サイズ(梁高さにより180, 240, 300, 360)、2スリットタイプ4サイズ(180, 240, 300, 360)の計8種類金物を既に製品化し販売している。1スリットタイプについては実施工も行い、施工性の良さやくさび工法による効果も確認できた。

(財)日本建築総合試験所にて性能評価試験を杉製材(柱105×105、梁105×240)で実施した。その結果を下記に示す。(Ptは短期基準接合耐力)

	1スリット-240		2スリット-240	
	Pt (kN)	接合部 倍率	Pt (kN)	接合部 倍率
柱・梁せん断	22.6	—	28.7	—
梁・梁せん断	18.2	—	19.7	—
柱・梁引張	19.9	3.7	15.8	2.9
梁・梁引張	22.6	4.2	19.1	3.5
柱・梁逆せん断	20.3	—	14.2	—
梁・梁逆せん断	12.0	—	8.5	—

(3) 実用化・市場化の状況

販売活動を行っているが、下記の問題により販売実績は上がっていない。

- ① 既存の金物に比べてコストが高い。
- ② マルチジョイントに対応できるプレカットソフトがない。
- ③ プレカット時に金物を取り付ければ、木材の輸送効率が悪くなる。(金物が大きい)
- ④ 使用実績が少ない。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

実施工でくさびを打つ度に柱と梁の隙間が次第に小さくなっていき、くさび工法により柱と梁が互いに引き付け合う効果は十分に確認できた。施工性も良いとの評価を受けている。

・残された課題

2-(3)項に挙げた理由等により、販売に苦労している。それを打破するために次の課題が残っている。

- ① マルチジョイントの性能を実証できる試験データを準備する。
- ② マルチジョイントに対応出来るプレカットソフトを開発する。
- ③ 国産材使用に対する補助金制度を活用出来る支援体制を作る。
- ④ マルチジョイントの使用実績を作っていく。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

マルチジョイントの性能の高さを実証し、それを理解して貰うことによってこの金物は市場に受け入れられると確信している。また新たな梁受け金物も現在開発中で、主要部分のみにマルチジョイントを使用する等、低コストで耐震性能がアップする工法を実現していく。プレカットソフトが出来るまでは、木材加工が容易に出来るような簡易的な装置も検討している。マルチジョイントに制震機能を追加した梁受け金物も開発中で、平成20年度の製品化を目指している。

マルチジョイント柱脚金物(ホールダウン金物と筋交い金物が一体となった金物)も来年度の製品化に向けて、京都大学と共同研究を続けている。マルチジョイントシリーズとして住宅全体の耐震性能向上を実現する工法を確立していく。

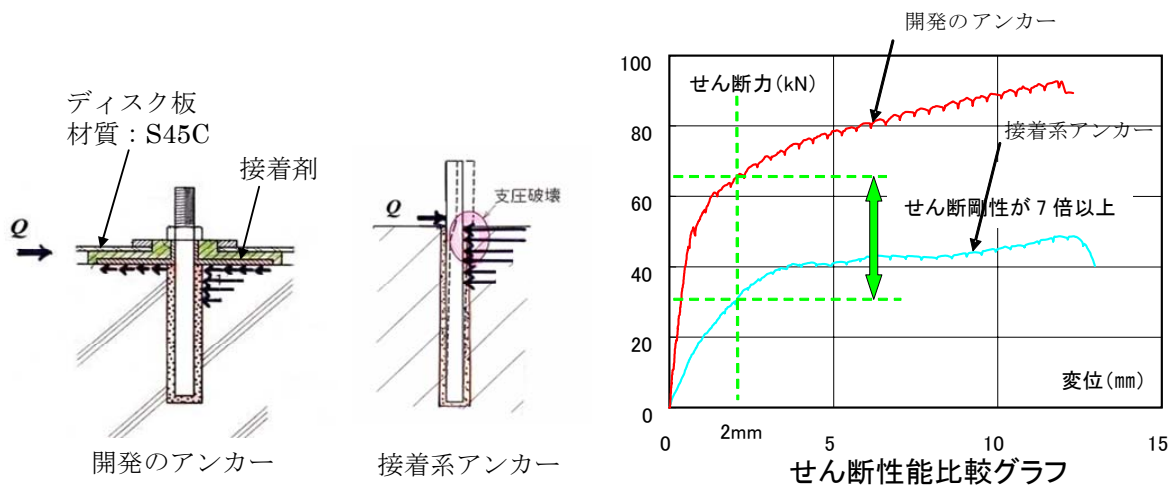
技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等の耐震性の向上に資する技術開発	課題名 せん断剛性、せん断耐力向上型接着系アンカーボルトに関する技術開発
----------------------------	---

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

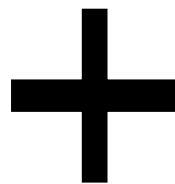
耐震補強工法に用いるアンカーボルト技術として、既存コンクリート表面にディスク盤を接着し、アンカーボルトの負担するせん断力をこの接着材を介し、コンクリートに伝達させるせん断接合方法を開発するものである。既存の接着系アンカーボルトでは、コンクリートを支圧で破壊しながら、せん断剛性とせん断耐力を確保していたが、本技術により、アンカーボルトは、コンクリートをいためることなく、せん断力を伝達することが可能となる。これにより、アンカーボルトのせん断剛性とせん断耐力の向上が見込めるので、アンカーボルトを用いた耐震補強工法の合理化を図ることができる。



・開発した技術のイメージ



耐震補強工法



開発のアンカー

(2) 実施期間

平成17年度

平成17年8月5日～平成18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 3,065 千円 補助金の額 1,532 千円

(4) 技術開発の構成員

株式会社大本組
サンコーテクノ株式会社

(5) 取得した特許及び発表した論文等

出願した特許

特願 2003-344173 『せん断抵抗型定着装置』【共同出願】東京大学、サンコーテクノ、大本組
発表予定論文

平成 19 年 8 月 建築学会 (サンコーテクノ(株) 半田清和)

タイトル：既存建物の耐震補強に関するディスク型高性能せん断接合方法の実験的研究。

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

①既存コンクリート表面にディスク盤を接着することで、アンカーボルトに直接せん断力が伝わらないで、コンクリートに接着材を介して伝達可能となるため、ボルトがコンクリートを支圧で破壊しながらせん断剛性、せん断耐力を確保している既存の接着系アンカーボルトとは異なり、コンクリートをいためないでせん断力に抵抗できる。

②せん断剛性は既存工法に比べ、7 倍程度以上高まる。

③以上のことから、既存工法と比べ設計上アンカー設置本数を大きく軽減することが可能であり、施工面にもコスト面にもメリットが大きい。

(2) 技術開発の完成度

本開発において実施した性能試験により、本工法の目ざす『高剛性・高耐力』のせん断抵抗性能が明確に確認できた。

(3) 実用化・市場化の状況

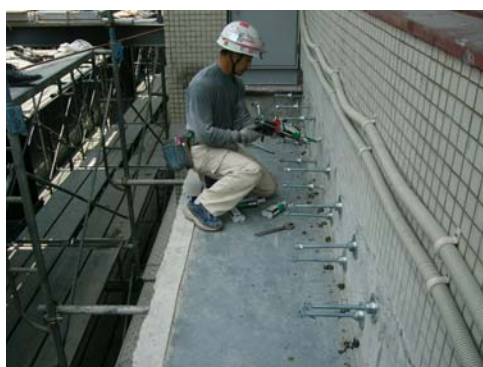
森永乳業(株)中央研究所研究棟耐震補強工事にて『遠隔外付け・変形追随減衰付加構法』を採用。その工事の中で、既存躯体と新設外付けフレームを接続するスラブとの境界部分に本工法を実際に施工済みである。

また、実施工の実績により、コストの軽減と伴に性能の向上をふまえた価格設定を検討し、市場化を目ざす予定である。

・技術開発の実施例



森永乳業耐震補強工事



アンカー施工状況

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

既存接着系アンカーでのダボ抵抗機構にディスク盤接着抵抗機構を協働させることで明確なせん断抵抗性能の向上が確認できた。

座掘りによるシアキー抵抗やコンクリート表面の目あらしによる摩擦抵抗等の抵抗機構要素を付加することで、さらなるせん断抵抗性能の向上が明確になった

・残された課題

新たにせん断抵抗機構に有効な抵抗要素を洗い出し、特にせん断剛性を高めることのできる機構を見出すことも重要と考える。

また、実際の使用箇所を想定した接合部分の構造実験の実施も必要である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

本アンカー工法を用いることで可能となる居ながら耐震補強構法『遠隔外付け・変形追随減衰付加構法』により積極的に集合住宅等における耐震補強工事への採用をめざす。

技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等の耐震性の向上に資する技術開発	技術開発名 ガラス制振壁に関する技術開発
----------------------------	-------------------------

1. 技術開発のあらまし

(1) 概要

透明なガラスとエネルギー吸収能力の高い粘弾性体とを組み合わせた「ガラス制振壁」(図1参照)は、①視覚的に美しく透明性の高いガラスを用いることによる意匠上のメリットと、②地震時や強風時に建物の揺れのエネルギーを吸収するダンパーとしての機能(耐震性・居住性の向上)との双方を兼ね備えた制振装置である。

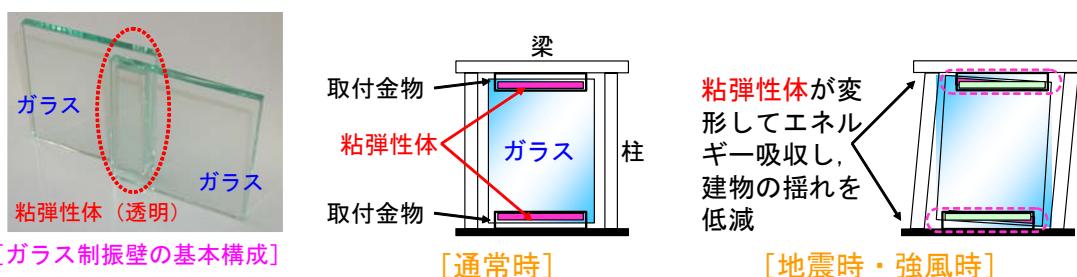


図1 ガラス制振壁の概要

都市部の狭小敷地に建設される鉄骨造建築物などでは、ブレースなどの耐震要素を組み込むと空間を区切るため意匠性が大きく減じる。ガラス制振壁を組み込めば耐震性が確保され、かつ開放的な空間が構築される。すなわち、耐震設計上の制約を減らし、意匠的に魅力がある付加価値の高い建築物を提供できる。

これまで実大モデルを用いた静的および動的载荷実験などを行い、限られた範囲での性能評価手法は確立してきた。しかし、ガラス制振壁の実用化に際しては、動的载荷実験に基づく従来評価法では実験結果との整合性に不十分な場合があること、面外力に対するガラスの安全性が未確認であることなど、解決すべき課題を有している。本技術開発では、ガラスのプロポーシオン、粘弾性体の貼付位置などの違いに応じた簡便且つ高精度の性能評価手法を確立することを目的として、振動台実験によりガラス制振壁の制振性能と安全性を確認する実験を実施した。

(2) 実施期間

平成17年度
平成17年8月5日～平成18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 16,817千円 補助金の額 8,400千円

(4) 技術開発の構成員

株式会社大林組

技術研究所 建築振動制御研究室	勝俣 英雄
技術研究所 建築振動制御研究室 耐震設計・動的挙動グループ	奥田 浩文
東京本社 設計本部 設計第九部	山中 昌之
東北支店 建築設計部 構造設計グループ	高田 恵美

本店	建築設計第七部	構造設計第一グループ	北山 宏貴	
東京本社	設計本部	設計第八部	構造設計第一グループ	長屋 圭一
東京本社	設計本部	設計第二部	特定施設グループ	上原 耕
東京本社	建築本部	特殊工法部	野村 潤	

住友スリーエム株式会社

コンストラクションマーケット事業部	機能材販売部	大熊 潔
グラフィック・コンストラクション技術サービス部		所 健

(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18年9月, 日本建築学会大会学術講演梗概集(奥田浩文, 勝俣英雄, 山中昌之, 大熊潔, 所健): ガラス制振壁の実用化に関する研究, (その1) 制振性能およびガラス安全性に関する振動台実験
2. 平成18年12月, 大林組技術研究所報 No. 70(奥田浩文, 勝俣英雄, 山中昌之): 振動台実験によるガラス制振壁の制振性能確認とガラス安全性確認

2. 評価結果の概要

(1) 技術革新性

ガラスは透明であり、多くの優れた建築家が建築物の意匠性を高める素材として採用している。しかし、脆性材料ということから、従来は構造体として利用されなかった。従来技術では、耐震要素としてブレース・耐震壁を配するため空間に閉鎖感・重苦しさがあり、魅力のない空間になりがちである。ブレース・耐震壁を配しない場合、特に鉄骨造建築物は剛性不足のため揺れやすく居住性が悪化した。本開発技術は、従来構造材料として見なされなかったガラスを制振装置に組み込み構造利用しようとする点が革新的である。ガラスと粘弾性体とを組み合わせた制振装置とすることにより、ガラスに加わる力を減少させることができる。すなわち、ガラスの安全性を確保し、制振性能を得ながら、ガラスの持つ高い意匠性を利用できる。本開発技術でも「壁」を構成するため空間は区切られるが、視線が連続するので圧迫感はなく、開放感を与えることが可能となる。このような意匠性と耐震性を両立した構造システムは、従来存在しなかったと考えている。

(2) 技術開発の完成度

ガラス制振壁の制振性能および面外力に対する安全性について構造実験を行い、ガラスのプロポーション・粘弾性体の設置位置などに応じた簡便かつ高精度の性能評価方法を確立した。この成果を基に、現在、ガラス制振壁の汎用性を高めるため、設計手法の標準化などを進めている。

また既に、都内某戸建住宅改修工事、大阪某神社改修工事、名古屋某寺院改修工事、都内某ハウスメーカー実験住宅、愛知某有形文化財改修工事、新潟某戸建住宅改修工事、静岡某ハウスメーカー実験住宅(計7物件)の問い合わせがあり、うち2件に適用実績がある。また、上記7物件のうちの2件が適用検討継続中の案件である。

(3) 実用化・市場化の状況

市場の見込みについては平成16年度に試設計・コスト試算などを行い、十分に競争力があ

ると判断している。現状では、通常のガラスサッシを単純にガラス制振壁に置き換えると、5割増し程度の価格で提供できる見込みであり、意匠性を確保しつつ制振性能を有する点を考えると、本技術を好む設計者は多いと判断している。これらのことは、上述の通り、平成17年度の本技術開発継続時から現在に至るまで、計7物件の問い合わせ実績がある点からも判断される。

本技術は制振構造となるので、建築確認は時刻歴応答解析の大臣認定ルートを基本的に通る。ガラスは指定建築材料ではないので、許容応力度などの妥当性については時刻歴応答解析のルートの審査の中で評価を得る。住宅などの小規模建築物の場合は、その規模・重要度に応じた適法且つ適切な手法により建築確認(大臣認定)を得る。なお、居住性向上を目的として本技術を適用する場合は、ガラスの地震時の安全性などに注意するとともに躯体部分の強度・剛性を確保すれば、耐震関連規定の直接的規制は特に受けないと判断している。

(4) 技術開発に関する結果

・成功点

- ：ガラスのプロポーシオンや粘弾性体の貼付位置などをパラメータとした、ガラス制振壁の制振性能を確認するための振動台実験（ガラス制振壁・面内方向加力）を実施し、その結果を解析的に検証可能とする性能評価手法を確立した。
- ：ガラス制振壁の安全性を確認するための振動台実験（ガラス制振壁・面外方向加力）を実施し、ガラス制振壁に破損等の異常が発生しないことを確認した。

・残された課題

- ：上述の成功点を基に、現在、ガラス制振壁の汎用性を高めるため、設計手法の標準化を進めている。
- ：屋外仕様時に必須となる、止水性などを考慮したディテールの標準化などの検討を実施している。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

上述の通り、市場の見込みについては平成16年度に試設計・コスト試算などを行い、十分に競争力があると判断しているが、競争力強化という観点からは、更なるコストダウンの必要性があると考えている。ガラス制振壁の低コスト化については、粘弾性体の取付工程の見直しに代表される、施工性の改善検討などにより実現可能と考えている。

また、本開発技術の認知度を高めるため、第三者機関による技術認証の取得を目指している。