

- 特許取得（第6150361号「補強方法と補強具」）他、特許出願中多数。
- 東京都中小企業振興公社平成30年度先進的防災技術実用化支援事業
- 北海道大学農学研究院木材工学研究室と共同研究

*Design
and
Innovation*



(写真：共同通信社)

人命の視点に立った「木造アパートの耐震補強事業」

デザインアンドイノベーション株式会社 坂本明男

熊本地震において木造アパート被害に違いが

その隣で崩壊を免れた木造アパート
2010年完成



(写真：共同通信社)

2階に完全に押し潰され1階で死者が出た木造アパート
1987～92年の間に完成
7年前に改装₂

両者を分けたもの：建築基準法変遷と既存不適格

過去の木造建築物は違法ではないが性能は劣る

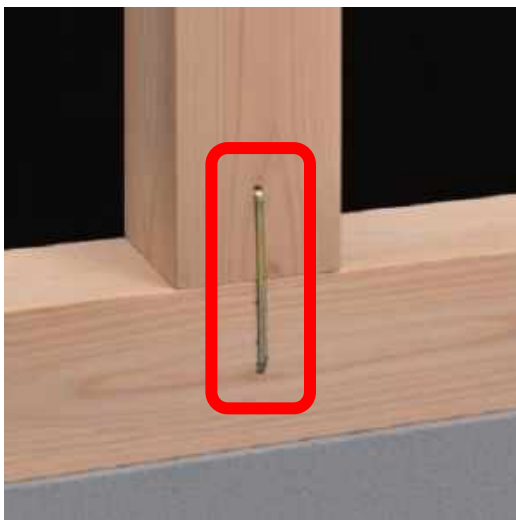
年代	建築基準法変遷	主要部の規定			全壊想定率* 1	
		基礎	壁耐壁量	接合部	震度 6.5	震度 7
1950～	建築基準法制定	底板無し	30%	かすがい	82%	100%
1959～	改正：壁量の強化	底板無し	50%	かすがい	71%	100%
1971～	改正：布基礎化	布基礎	50%	かすがい 平金物	52%	92%
1981～	大改正：新耐震基準	一部 鉄筋入り	100%	平金物 筋交い プレート	15%	55%
1990年代		鉄筋入り	100%	一部に ホールダウン 金物	8%	37%
2000～	大改正：阪神淡路大震災反映	地耐力 に応じた 基礎設計	100% バランス配置	耐力壁に ホールダウン 金物	2%	21%

* 1：2013年5月、東京都「南海トラフ巨大地震等に依る被害想定」

崩壊の直接原因は土台から**柱が外れる事**



- 出典：木の家ネット
熊本震災レポート

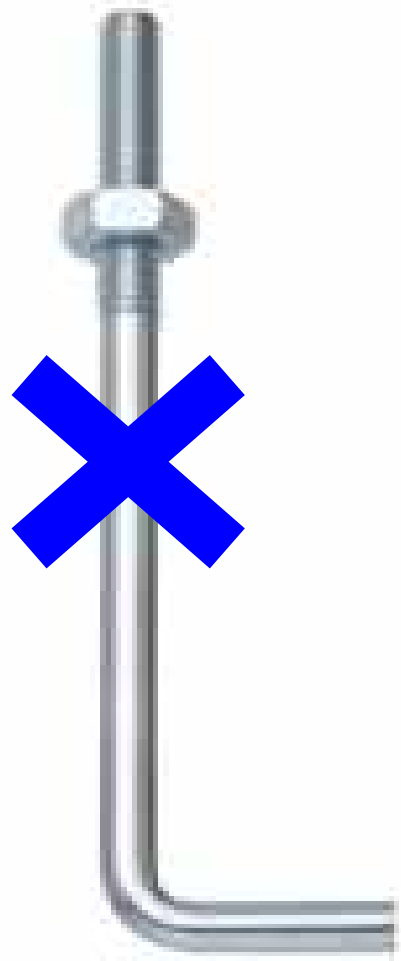


- 以前は補強が必要

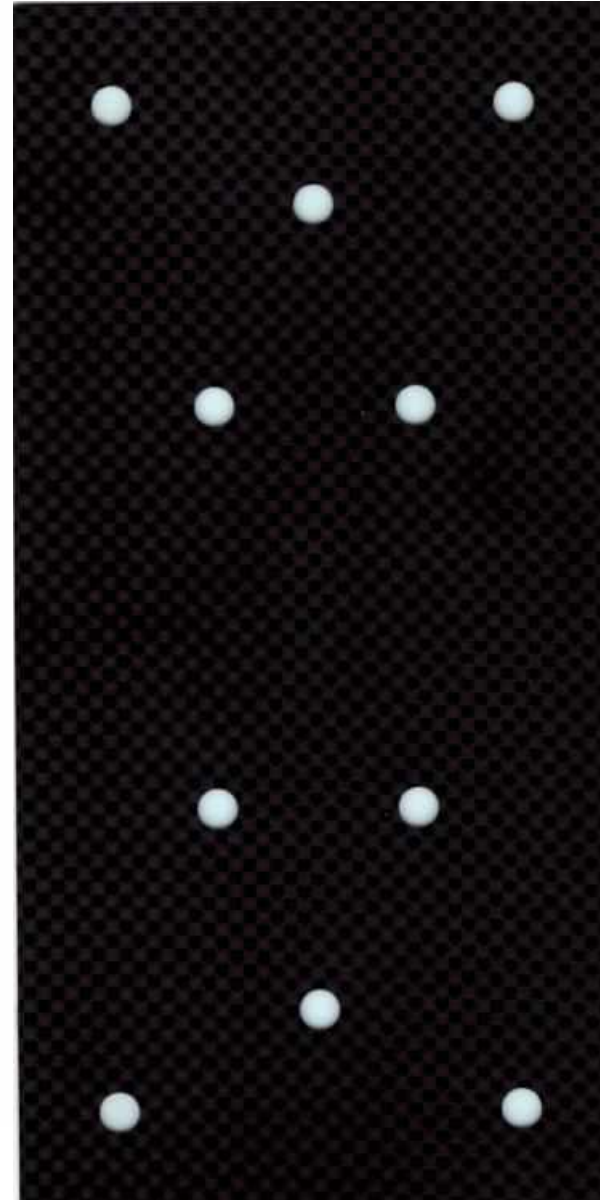


- 以降は**アンカーボルト**
があり安全

アンカーボルトと同等強度の炭素繊維プレート

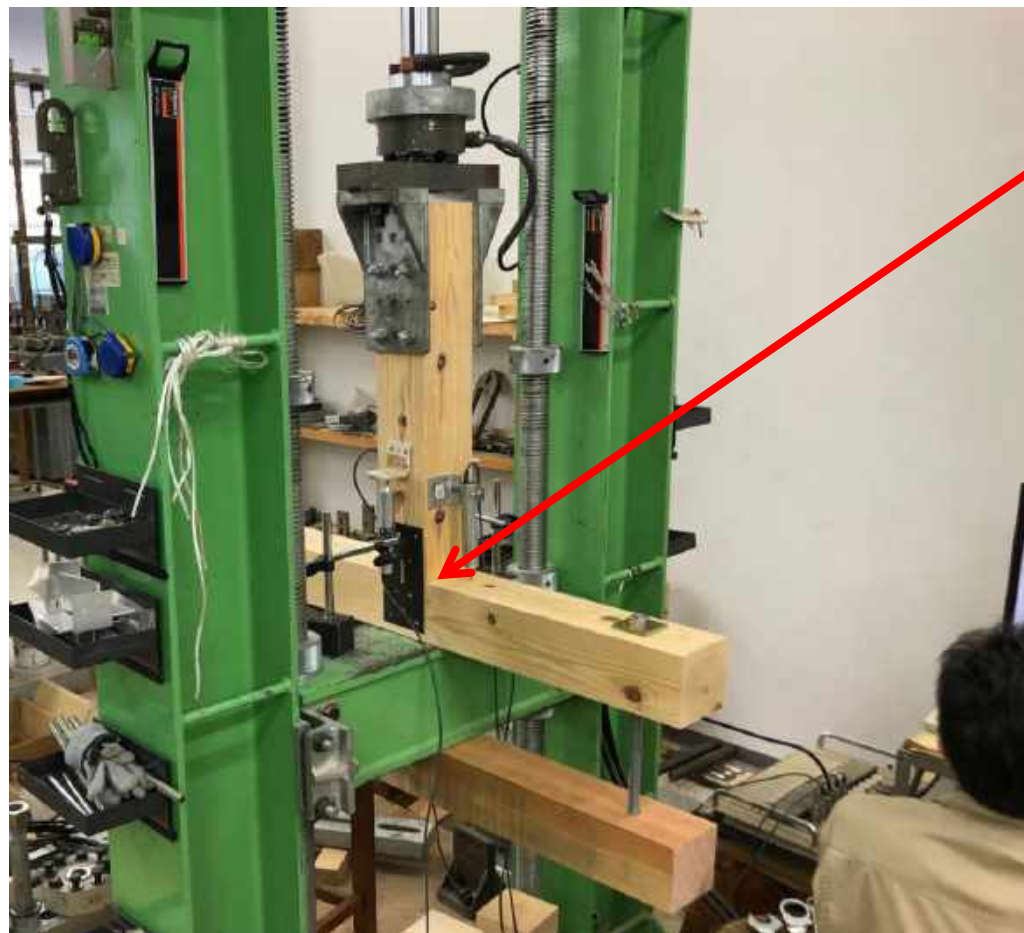


=

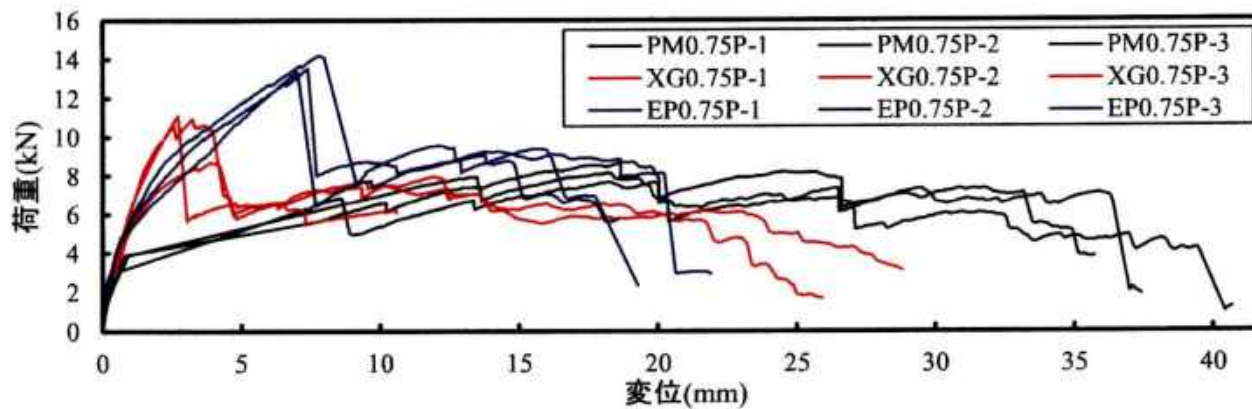


アンカーボルトは後付けが困難

北海道大学と共同研究



炭素繊維
プレート



北海道大学との共同論文@土木学会

CFRP プレートをビス・接着剤で固定した木質 構造接合部の補強方法の提案

上田 麟太郎¹・澤田 圭²・佐々木 貴信³・坂本 明男⁴

¹非会員 北海道大学大学院 農学研究院 (〒060-8589 北海道札幌市北区北9条西9丁目)
E-mail: hokkai_arsenal@eis.hokudai.ac.jp

²正会員 北海道大学大学院講師 農学研究院 (〒060-8589 北海道札幌市北区北9条西9丁目)
E-mail: ksawata@for.agr.hokudai.ac.jp

³正会員 北海道大学大学院教授 農学研究院 (〒060-8589 北海道札幌市北区北9条西9丁目)
E-mail: tak-sas@for.agr.hokudai.ac.jp

⁴非会員 デザインアンドイノベーション株式会社 (〒145-0064 東京都大田区上池台5丁目24番15号)
E-mail: akio.sakamoto@dandi-co.com

ビスと接着剤を併用して炭素繊維強化プラスチック(CFRP)を用いて補強した柱-土台接合部に対して引張加力試験を行った。補強接合部は、CFRP プレートの接着が剥離した後、CFRP プレートへのビスのめりこみが進展し、ビスのバンチングアウトや引き抜きにより荷重が低下して降伏するという変形過程をとった。引張加力による CFRP プレートの破断は発生せず、変形部はビスのめりこみが生じた位置に限られ、ビスの移動線上から拡大しなかった。CFRP プレートによる補強では、加力時に接合具が変形せず、部材に損傷を生じない場合があり、CFRP プレートの交換により原状復帰が可能であると考えられた。これらの特徴から、CFRP プレートによる補強には従来の補強方法に対し優位性があると示唆された。

Key Words: carbon fibers, polymers, reinforced plastic, column-base joint, reinforcement, adhesive

簡単施工で競合の約半額が可能



ボルト法：外部からボルトで緊結

部材価格(設計)：32,000円/箇所

施工価格(設計)：12,000円/箇所



当社法：炭素繊維プレートを
接着剤とネジで固定

部材価格(設計)：14,000円/箇所

施工価格(設計)：5,000円/箇所

耐震補強普及促進とアパートリニューアル

高い

危険度と工事費

低い

年代	建築基準法制定	主要部の規定			全壊想定率		補助金	工事実態		当社
		基礎	壁耐壁量	接合部	震度6.5	震度7		個人住宅	アパート	
1950～	建築基準法制定	底板無し	30%	かすがい	82%	100%	充実	危険度依存 少ない 経済力依存 多い		建替え 更地化 推進
1959～	改正：壁量の強化	底板無し	50%	かすがい	71%	100%				
1971～	改正：布基礎化	布基礎	50%	かすがい 平金物	52%	92%				
1981～	大改正：新耐震基準	一部 鉄筋入り	100%	平金物 筋交い プレート	15%	55%	無し			リニューアル 需要あり 効果的な 補修方法あり
1991～2000		鉄筋入り	100%	一部に ホールダウン 金物	8%	37%				
2000～	大改正：阪神淡路大震災反映	地耐力 に応じた 基礎設計	100% バランス配置	耐力壁に ホールダウン 金物	2%	21%				

補助金対象外の1981年以降建築特化の理由

補助金*受給の条件


- ① 1981年5月31日以前建築（旧耐震基準）に限定
- ② 上部構造評価1.0以上となる耐震工事に限定
- ③ 単年度実施で予算も限定

* 全国で80%の区市町村が実施



補助金対象アパートでは500万円越え*の工事費が予想され、投資採算性悪くアパートの補助金利用耐震補強は困難。

- ① ホールダウン金物の取付
- ② 耐震壁の増設が2倍以上
- ③ 基礎コンクリートの鉄筋化コンクリート化
- ④ 接合部への補強金物の取付



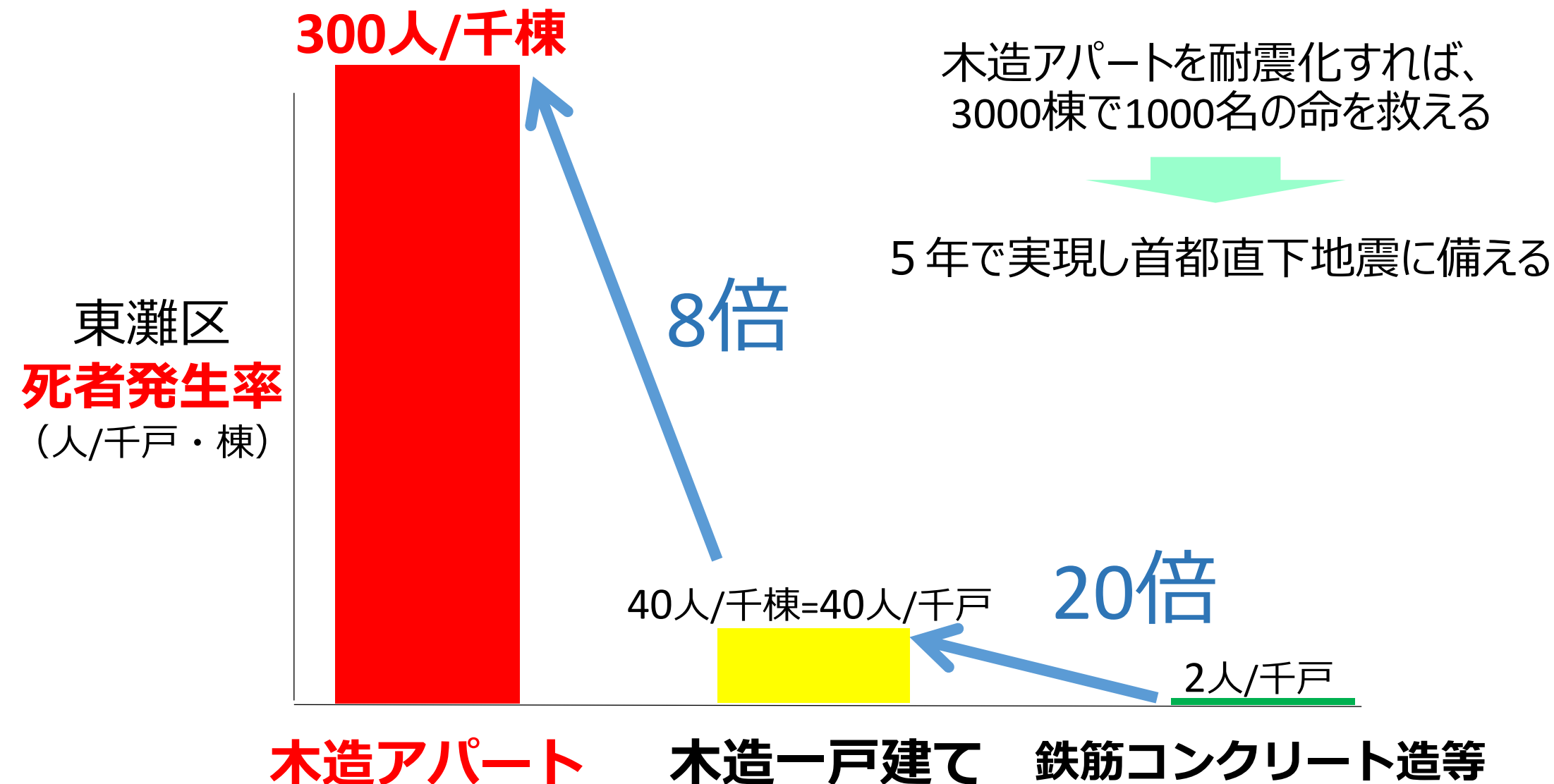
* 一戸建てでも平均350万円、

補修実施の優先順位の見直し

- ① 経済合理性が成り立つ建物を、安く、強く、早く補強を実施
- ② リニューアルと同時施工がより効率的

木造アパート特化の理由

鉄筋コンクリート造等に比べ木造アパートは圧倒的に死者発生率が高い



熊本地震の倒壊アパートも補助金対象外建物

その隣で崩壊を免れた木造アパート

2010年完成



(写真：共同通信社)

2階に完全に押し潰され1階で死者が出た木造アパート

1987～92年に完成（15年～20年後の）

7年前に改装時に耐震補強していれば...

アパート被災の被害者は居住者だけに止まりません

アパート居住者
(実際に被害にあわれる方)

アパート所有者
(資産を失い、遺族への
賠償責任の懸念*1)

*1：神戸地裁平成11年9月20日判決で
瑕疵認定（50%）

賃貸物件管理会社
(信用を失い、管理責任
を問われる懸念*2)

*2：神戸地裁平成11年9月20日判決では免責。
しかし、近年は責任は増しつつあるのでは？

損害賠償リスクと耐震補強の関係

某管理会社部長へのインタビュー

- 損害賠償リスクは、アパート**所有者の意識改革**に有効である。
- 居住者も耐震性に関心が高く**古い木造アパート**を敬遠するので、**空き室対策**にも有効ではないか。
- 所有者には**建て替え**を勧めているが、**踏み切れない所有者**も多く、耐震補強と**リニューアル**によくマッチすると思う。
- 管理会社の**工事部門**が、リニューアルの一環で行えば効果的。
- 管理会社にも**管理責任**が及ぶと懸念している。

賃貸物件管理会社に協力を仰ぎたい

新たに強固な関係構築

デザイン
アンド
イノベーション
株式会社

販売窓口
賃貸物件
管理会社
(工事部門保有)

アパート
所有者

アパート
居住者

従来から強固な関係

首都直下地震の想定被害

- 首都直下地震では、木造アパート崩壊による被害が甚大で、**大都市の社会問題が一気に顕在化**します。
- 1981～2000年に建築された木造アパートは補修を促進し、1980年以前建築は延焼防止のために更地化・不燃化建替えに誘導する**総合的な政策**が求められます。

・ 独居老人
数千人の同時救出



・ レスキュー隊
数千棟へ同時出動



・ 火災発生
倒壊建物で延焼



販売開始後 3 年で研究開発投資回収, 5 年で目標の累計3000棟達成

- ・ 補強部材は一棟当たり25万円で管理会社に売り切り
(賃貸物件管理会社は、工事費とマージンを加え、大家さんに100万円/棟で提供)

年度	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
①売価 (千円/棟)	250	250	250	250	250	250	250
②販売量 (棟/年)	0	0	100	200	400	800	1,600
累積販売量 (棟)			100	300	700	1,500	3,100
③総売上高 (千円)	0	0	25,000	50,000	100,000	200,000	400,000
④売上原価 (千円)	0	0	12,500	25,000	50,000	100,000	200,000
⑤売上総利益 (千円)	0	0	12,500	25,000	50,000	100,000	200,000
⑥販管費 (千円)	10,000	10,000	10,000	20,000	20,000	40,000	80,000
⑦営業利益 (千円)	-10,000	-10,000	2,500	5,000	30,000	60,000	120,000
⑧税引後利益 (千円)	-10,000	-10,000	1,600	3,200	19,200	38,400	76,800
⑨利益剰余金 (千円)	-10,000	-20,000	-18,400	-15,200	4,000	42,400	119,200

坂本明男 研究開発歴

専門は炭素繊維とリチウムイオン電池

1980年に慶応義塾大学工学部を卒業後、日本石油等で研究開発に従事。
基礎研究から研究開発子会社の経営まで経験する。

炭素繊維プレートによる補強技術

2001年 コンクリート補強用炭素繊維プレートの商品化

2002年 スチール補強用炭素繊維プレートの商品化

2017年 **木材補強用炭素繊維プレート**の商品化を目的に**独立**

2017年 **特許取得**（第6150361号「補強方法と補強具」）

2018年 平成30年度先進的防災技術実用化支援事業**助成金獲得**

（炭素繊維と接着剤に依る土台と柱の接合補強）

2019年 デザインアンドイノベーション株式**会社設立**

2019年 北海道大学と**共同研究**を開始

2020年 特許の追加申請