


応募用紙

提案者氏名 (代表者)	吉川幸雄	
提案者全員の氏名と所属	原田稔 〒470-0395 愛知県豊田市亀首町金山88番地 アラコ株式会社 常務取締役	
	吉川幸雄 同実験部 先行実験室 TEL (0565)43-0227 (直通) 内線 2642 FAX (0565)43-0599 E-mail <yukio_yoshikawa@mail.araco.co.jp>	
提案課題タイトル	建物加速度を低減する木造住宅用「耐・制震部材」の開発	
提案課題の概要 (200字以内)	耐震性を有しない木造住宅は全国で約3割を占めているものの、耐震化への意識の低さ・改修費用の高さなどから耐震化は進んでいない。一方性能規定への方針が木造軸組構法を含む住宅にも示され、新しい耐震補強法が求められている。この背景の下で、目的とする設計値まで加速度を多段的に低減できる弾性復元材を開発し、これにより建物加速度を低減できる耐震と制震機能をもつ住宅用「耐・制震部材」を開発せんとするものである。	
提案者 (代表者) の連絡先	所属	アラコ株式会社 実験部 先行実験室
	住所	〒491-0912 愛知県一宮市新生2-5-25の405
	電話番号	(0586) 46-2529
	E-メール	yosik123@aqua.ocn.ne.jp
提案者 (代表者) の会員種別	第Ⅱ種情報会員 氏名	吉川幸雄 

(提案書)

建物加速度を低減する木造住宅用「耐・制震部材」の開発

1. はじめに

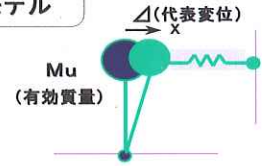
最近の内閣府からの発表資料 (H15. 10. 27) によれば耐震化に対する意識の低さ、改修費用の高さなどから耐震化は進んでいない旨であった。地震発生までに「時間的余裕のない時期」に入っているものの耐震性を有しない住宅は全国で約1,300万戸、全体の約3割を占めており耐震化が急務である。一方改正建築基準法では仕様規定から性能規定への方針が示され木造軸組構法を含む住宅にも耐震性能評価に基づいた設計・補強法の開発が求められている。このような中で本提案は、多段的に応答加速度を低減する弾性復元材を開発し限界耐力計算も視野に入れた耐震・制震の両機能をもつ新しい木造住宅用「耐・制震部材」を開発することによって、急がれる耐震化に供与しようとするものである。

2. アイデアの概要

(1) 応答値計算

応答値を求めるとき、建物と等価な固有周期・減衰特性をもつ一質点系に縮約することが行われる (図1)。衝撃力に近い地動力 $F(t)$ を系に与えたとき補強材として下に凸の非線形復元特性をもつバネで建物を支持する。このときの建物の有効質量 Mu として、発生する加速度 $Mu \frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$ 、地震力 (水平力) を数値計算で求めたものが図2である。同図より一定の地動力 F に対してバネ剛性 (弾性率) が大きくなる程

図1 1質点モデル

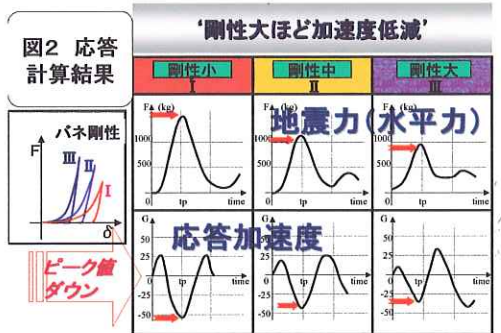


(剛性は $I < II < III$ で大となる)、応答加速度、地震力のピーク値は下がっていくことがわかる。

(2) 加速度低減技術の要点

補強材の剛性 I, II, III (それぞれ弾性率 $E1, E2, E3$ に相当) に対する結果を再度、地震力・加速度別に図3①に示す。もし補強材が剛性を $I \Rightarrow II \Rightarrow III$ と多段的に変えればピーク値は下がることがわかる。そこでこの多段的弾性変化 (同図②左図) をもち弾性復元 (同右図) できる補強材を提案したい。すなわち次の特性をもつものである。

図2 応答計算結果



- ① $E1 < E2 < E3$, ② 弾性復元性, ③ エネルギー吸収性

このような時刻歴波形は衝撃力を受ける弾性体の応力波伝播にも見られる。ミクロな単位で応力波中の応力の増分変化 $\Delta \sigma$ もこのような階段状の変化を成している。これは衝撃を受ける弾性体の有限要素法計算で得ている。

図3① 加速度低減技術

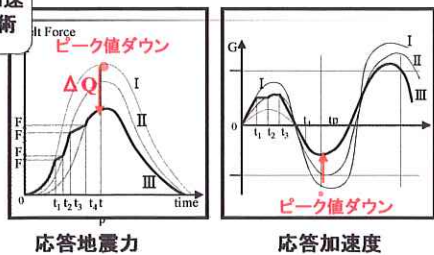
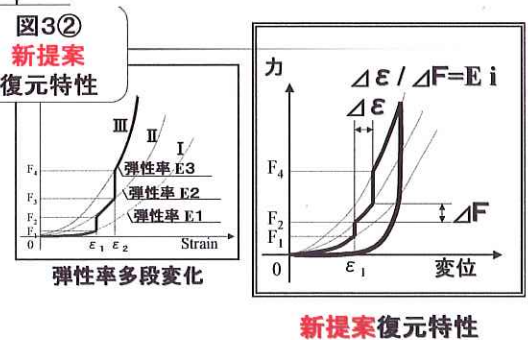


図3② 新提案復元特性



(3) 新「耐・制震部材」の提出

1) 新提案特性をもつ補強材 (「耐・制震部材」と称す) は単体としても効果をもつ。さらに図4①のようにモデリングしたとき、弾性復元性により減衰材と併用で、図4②のような合成履歴特性を得ることができる。このとき「耐・制震部材」はダンパー材の等価剛性を上げることが出来、かつより小さい変位で同じ吸収エネルギーを得ることができる。

図4① モデル

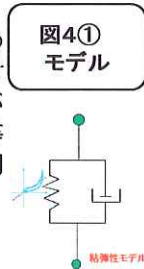


図4② ダンパーと併用した復元力特性

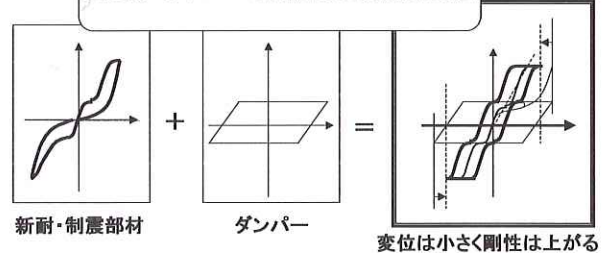
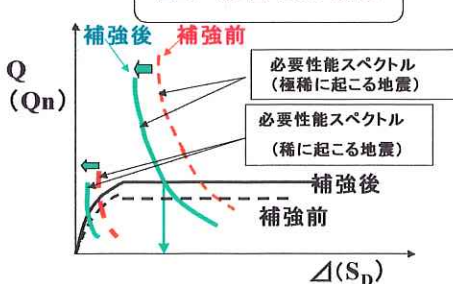


図5 応答値の改善



2) 限界耐力計算で変位増分法を用いて、推察的にこの補強材のもつ性能を図式的に表したものが図5の応答図である。すなわち図中の点線 (黒) の特性であった建物復元特性が補強材によって実線 (黒) のように向上し、また加速度応答スペクトルは低減するため必要性能スペクトル (稀に起こる地震のとき、極稀に起こる地震のとき) は補強前の点線 (赤) から補強後の実線 (緑) へと変わり建物性能が向上することが考えられる。

3 アイデアの特徴

1) 目的とする設計値（地震力，加速度）から補強材の使用を決めるとき（前図3①参照）。

はじめに種々の剛性向上，減衰特性を与える「耐・制震材」を設計・開発する。次に目標とする低減値（地震力では同図で ΔQ ）を設定設計値として定める。そこでこの低減値を満たすように「耐・制震部材」で建物補強を行う。

2) 他の耐震材・制震材と併用するとき（前図4①参照）。

図4①のモデルに倣って、バネ材（筋交い）との並列では吸収材・剛性向上材として耐震の補強に、またダンパー材との並列では、より効果的な制震ダンパー材として適用できる。

3) 既存住宅への適用を図るとき。

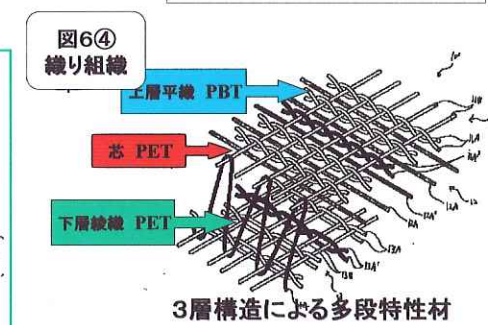
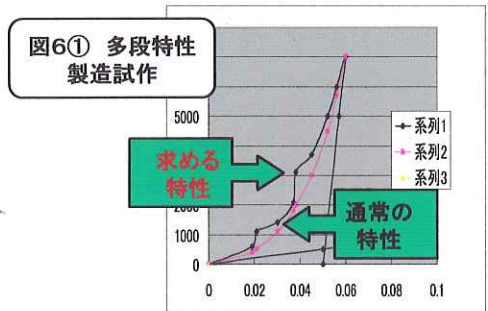
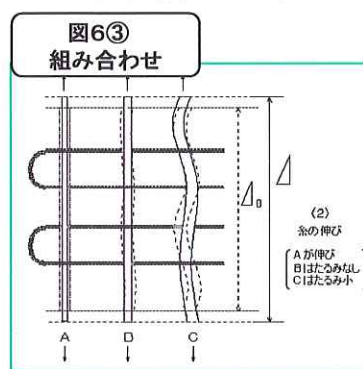
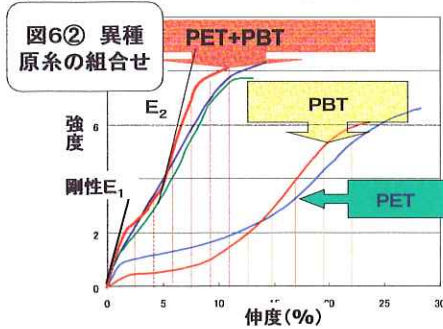
i) 「この「耐・制震材」を取り付けておけば必ず地震力を低減する」という耐震補強材にして、耐震診断の前でも効果があるという意識をもたせる。また居住者自身での工事も行えるようにする。

ii) 上記の2)より、すでに耐震材・制震材として販売・施工されている（例えば筋交い式、制震材では仕口ダンパーなど）部材との併用が考えられ、より広範な補強材の形態の開発と施工法の開発に展開できる。このとき同時にそれら耐震材・制震材の販売・施工のルートによる普及も図れる。

4. 準備状況・計画など

4.1 準備状況

先行開発として、この特性をもつ補強材を筋交い式で試作（下図7写真参照）した。これは粘弾性体としても代表的である繊維（PET，PBTなど）によるもので、図6にその試作例を示す。すなわち、求める特性（同図①）をもたせる繊維品として異種原糸を組合せて求める筋交い材としたもの（同図②），1種類原糸を引張方向にそれぞれ異なるたるみをもたせて筋交い材としたもの（同図③），さらに3層の織り構造をつくって多段特性としたもの（同図④）である。



4.2 計画・共同研究者など

前項のように多段特性材料を繊維にて先行開発中であり、東レの協力を得ている。また、設計においては住宅建築で日本システム設計（本社・東京）と、さらに試作品製作および静的耐力壁試験では愛知県下企業および愛知県下試験研究機関にて実施している（図7）。今後は同種開発品を製造している建築住宅関係企業（例えば粘弾性材料ダンパーでは鴻池組・大林組さんなど）と、そして繊維以外の減衰材メーカーとの共同開発も希望する。実物大振動実験・数値計算・シミュレーション手法では京都大学などを計画している。



その他提案者の勤務するアラコ（株）などについて

トヨタ自動車系列企業に属し、主に車体・内装部品を製造しているが、

(1) 自動車開発との融合：地震応答解析は自動車分野で衝突解析に対応している。その衝突安全技術はシートベルト・エアバッグなど様々な部品を生み出している。この解析の類似性と安全部品の開発技術で他分野展開を企業としても打ち出している。

(2) その他、開発と生産の立場から：トヨタ開発・生産方式（先行開発⇒第一次試作でのパーチャル評価（シミュレーションなど）⇒最終試作・実験）の手法で短期開発を目指すことも図りたい。

5. おわりに

自動車の新車買替えは3，4年サイクルでという消費者意識がある。しかしながら住宅耐震化もという人は少ない。提案者は土木・建設を経て自動車会社に勤務する。建設分野と比して自動車の時間感覚は全く違う。そのスピードは速いが、業界は追いつく開発・生産・販売体制をつくりあげている。建築分野の寿命感覚とは異なっている。耐震化でも耐震診断に始まって業者探し・工事と時間はかかる。その中で本提案は居住者の意識を対象として、①耐震診断は後からでもよい。②居住者自身でもできる。③D. I. Y品として流通させる、を狙っている。「時間的にも余裕のない時期」という。自動車開発のシナリオづくり・研究手法を大いに取り込んで開発を達成させたい。