

高減衰ゴムを用いた制振性能を有する木質壁構法の提案

日大生産工(院) ○岡田 遼

日大生産工 岩田 伸一郎

1. はじめに

近年、国内では林業再生や都市の木造化を背景に規制緩和や法規の改正が進み、新しい木質構造が多く提案されている。木材と鉄骨によるハイブリットな軸組構造や、肉厚な CLT 面材を使った壁式構造の登場により、循環資源材料である木材の利用範囲が従来は木造で建設することが考えられなかった規模や用途の建物にまで拡大している。

巨大な木質面材を並べてフロアを構成する剛構造の CLT 工法の手軽さは特筆すべきものであり、地震の少ないヨーロッパでは 30 階建ての建物も計画されているが、日本においては低中間層建物への使用が適している。一方、柱梁を有する柔構造の建物は高層化に適しているが、構法のシンプルさの観点では剛構造に劣る。本研究では、CLT 工法と同様に、面材を並べることで高層化にも対応することのできる双方の利点を併せ持った全く新しい木質壁構法の提案を目指す。

2. 本構法のコンセプト

複数枚の面材を重ねた壁において各層の面材がズレることによる変形性能に伴って水平力を吸収される機構を実現することができれば、壁全体がダンパーのように機能する「柔」な壁を作り出すことができると考えた。本稿で提案する機構の構造的なアイディアの概要は以下の通りである。

- 1) 面材をボルトで接合するが、部分的にボルト径よりも大きなホールを開けることで、ボルト径とホール径の差の可動域を生み出す。
- 2) 可動域に高減衰ゴムを入れることで、壁の変化時にボルトを介して高減衰ゴムに水平力を伝達する。
- 3) 面材はあくまで「剛」な材料と考える。そのため、木質面材に限らず、様々な面材の適用が可能である。本稿では面材の具体的な種類や厚さの選定については今後の課題と考えているが、コストや入手しやすさを考慮し、30 ミリ前後の構造用合板を仮に想定している。

上記の基本コンセプトを図 1 に図示する。また、

本研究の全体像と本稿の位置付けを図 2 に示す。本稿では具体的な部材のサイズや組み合わせのパターンを整理し、各組パターンの特徴について整理することを目的とする。本構法で提案する機構の効果の有無を裏付けるためのモデルを用いたシミュレーションや振動台実験については、今後の実施を予定している。

3. 本構法の詳細検討

2 で説明したコンセプトを具体的に実現する方法を考える上で、以下の意匠的な条件を定める。

- i) シンプルな構法を目指すため、使用する面材の厚さとサイズは 1 種類とする。
 - ii) 層間変位は階高の 20 分の 1 を目安とする。
 - iii) 壁を構成する面材の配列パターンは可能な限り均質化し、シンプルな壁として見せる。そのため、面材サイズは可能な限り大きなものを用い、部材数および重ねる面材層の数を最小化する。
- 1) ~ 3) と i) ~ iii) に基づいて構法を検討したところ、以下の課題に行き着いた。

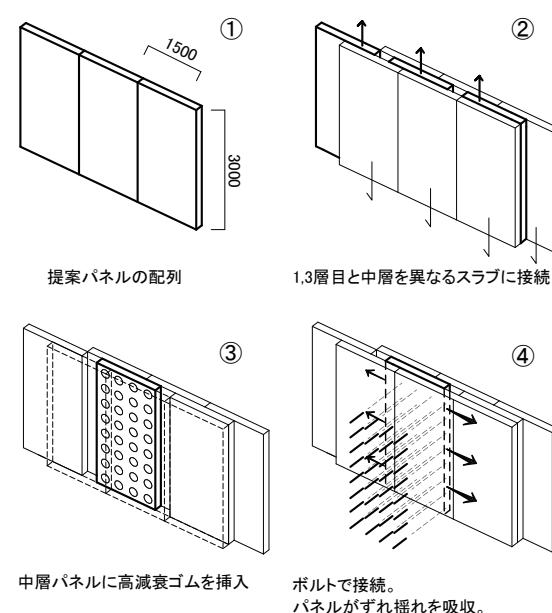


図 1 本構法の施工方法の概念図

Proposal of the wood wall construction method with the

seismic performance using a high-damping rubber

Ryo OKADA, Shinichiro IWATA

- a) 層間変位をどこで吸収するか。
- b) 面材が可動できるように接合した壁は、鉛直荷重を負担できない。一方、面材同士を完全に固定すると鉛直荷重は支えられるが変形性能がなくなり、機構が成り立たない。この矛盾をどのように同時に成立させるか。
- c) 壁を床および天井とどのように接合するか。
- これらの課題に対し、以下の方針を導いた。まず、a) と c) については、次のように考える。
- ・面材を 3 層とし、表裏の 2 層と中間層がズレる仕組みを提案する。
 - ・中間層のみのホール径を拡大して高減衰ゴムを設置する。高減衰ゴムの数については、減衰性能がほとんどない天然ゴムと入れ替えることで調整可能とする。
 - ・表裏の 2 層と中間層をそれぞれ床と天井に別々に接合することで、建物の変形とともに壁が可動して高減衰ゴムに水平力が伝わる機構を成立させる。

b) については、次のように考える。

- ・3 層が完全に接合された鉛直荷重を受ける部分と、高減衰ゴムの機構を有する水平力を分担する部分とに分けて考え、これらを均質に配置して一枚の壁を形成する。
- ・鉛直荷重を受け持つ部分についてはすばり支承を参考に床や天井と接合せず、建具のようにスライド可能として、水平力を全く負担させないことで、高減衰ゴムの機構への力の伝達を阻害しない。

以上の考えに基づき、具体的な部材の構成を提案していく。

3-1. 面材サイズの検討

本構法を成立させるための、具体的な [面材サイズ] [ボルト目地間隔] [面材配置間隔] [面材目地] [面材の重ね方] について以下のように考えた。

【面材サイズ】

- ・面材の縦方向寸法は、設計対象を集合住宅とし、3000mm とする。横方向寸法は、1500mm に設定することで、面材を横向き、縦向きの両方で計画可能である。

【ボルト目地間隔】

面材を重ねた時になるべく均質になること、各面材が壁としての強度を確保すること、開口部寸法が集合住宅の基本寸法に近いこと、この 3 点を考慮し、図 5 の 375mm 角ボルト目地を採用する。

【中間層の隙間寸法】

中間面材の配置間隔は、ボルト目地間隔に合わせた 375mm とする。この寸法は層間変位（階高

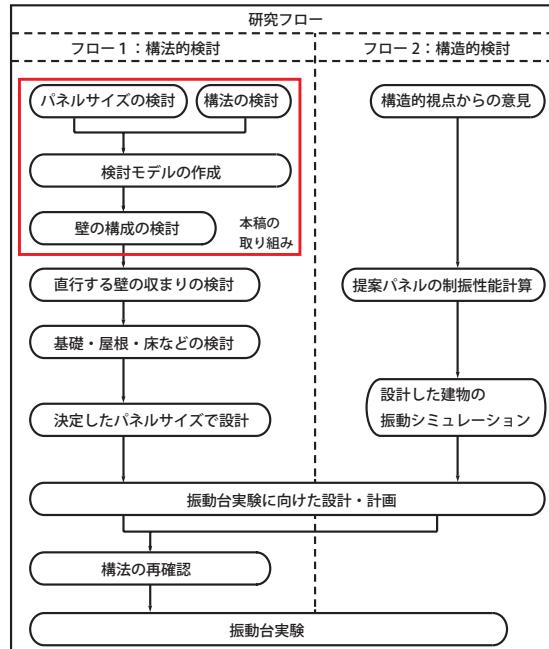


図 2 本稿の位置付け

目地の種類	横置き	縦置き
馬目地		
芋目地		

図 3 提案面材でできる目地の種類

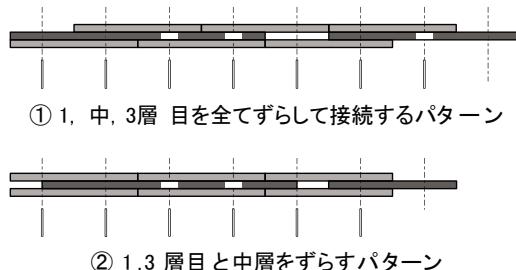


図 4 面材の重ね方

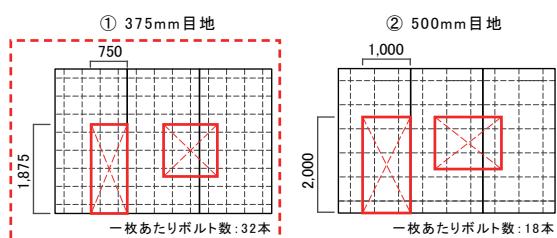


図 5 ボルト目地間

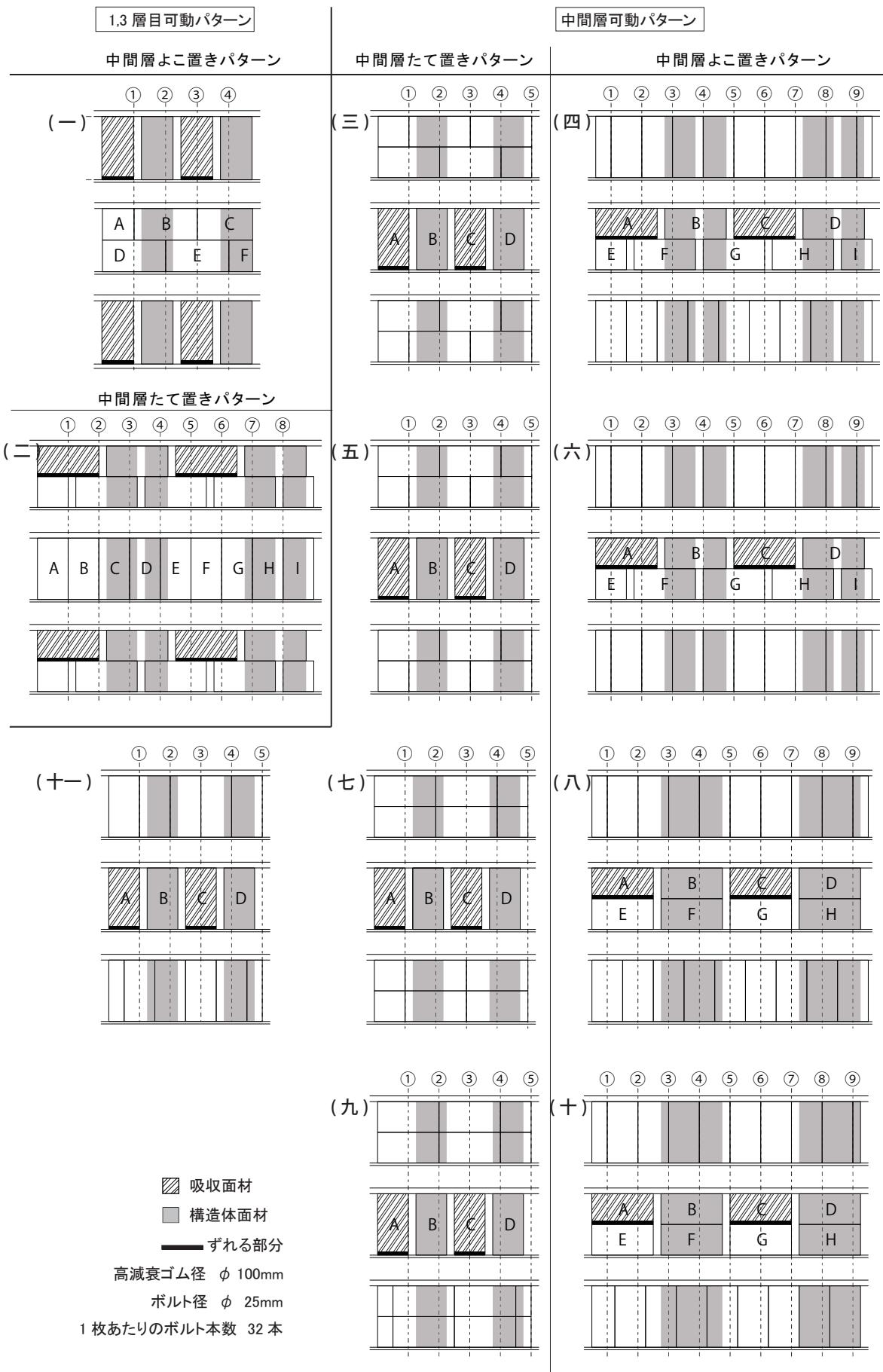


図 6 面材の重ね方による壁面の構成パターン

3000mm × 1/20) を加味した値である。

【面材の重ね方】

厚さ方向に積層させる場合、各面材の緊結や壁としての強度を確保するため、以下の 2 パターンを想定する。

(1) 1 層目、中間層、3 層目全てをずらす。

(2) 1, 3 層目と中間層をずらす。(図 4)

【面材目地】

設定面材サイズから、馬目地、芋目地、縦目地の 3 パターンとする。(図 3)

3-2. 壁面構成パターンの考察

壁を構成するルールを以下に示す。

- ・1, 3 層目が可動するパターンと中間層が可動するパターンの 2 種類を設定する。
- ・中間層の面材を縦置きするパターンと、横置きするパターンの 2 パターンを設定する。
- ・面材同士が離れることなく、1 枚の壁として機能する重ね方とする。

図 6 の 1, 3 層目可動パターンの(一)(二)は、中間層の面材の両サイドの隙間から壁表面に隙間が生じる。隙間部分は 1 層になってしまふため、強度に問題が生じると推測できる。一方で中間層可動パターンは、壁表面に隙間のない面になる。隙間部分は、1, 3 層目に挟まれているので、断面積的に 1, 3 層目可動パターンより強度が高いと推測できる。

中間層可動パターンの縦置きは A と B、横置きは AE と BF を 1 セットとし比較すると、横置きパターンは、たて置きパターンに対し、同じ高減衰ゴムの個数でありながら、倍の長さの壁面を構成することが可能である。しかしながら、2 セットあたりに使用する面材枚数は、縦置きパターンが 14 枚、横置きパターンが 26 枚であり、少ない面材枚数で壁を構成したい場合は、縦置きパターンが有効である。

本構法で実際に集合住宅を仮定し、面材横幅である 1500mm スパンで切断する。その時に、切り欠き

表 1 1500mm スパンごとの切り欠き部材数

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	平均
中間層 たて置き	(二)	2	2	4	4	4	4	4	2	3.3
	(三)	2	3	3	3	/	/	/	/	2.8
	(五)	2	3	3	3	/	/	/	/	2.8
	(七)	2	3	3	3	/	/	/	/	2.8
	(九)	4	3	5	3	/	/	/	/	3.8
	(十一)	1	2	2	2	/	/	/	/	1.8
中間層 よこ置き	(一)	1	3	3	3	/	/	/	/	2.5
	(四)	3	3	3	2	2	2	2	3	2.6
	(六)	2	2	2	1	1	1	1	2	1.6
	(八)	3	3	3	3	1	3	1	3	2.6
	(十)	3	3	3	3	1	3	1	3	2.6

が生じる部材を縦・横置きパターンの平均で比較すると、表 1 より(十)(一)が平均 1.8 枚、(六)が 1.6 枚と少ないことがわかる。最も少ない(六)の 1, 3 層目が同じ重ね方かつ馬目地の構成は、無駄なく効率的に活用できるパターンと考えられる。

壁全体としての強度を中間層面材に対して 1, 3 層目の面材を連結する数を縦、横置きタイプの平均で比較すると、表 2 より(九)が 6 枚、(六)が 5.1 枚と多いことがわかる。最も多い(九)は、1, 中、3 層とも異なる重なり方をしている。しかしながら、(九)の表 1 の結果を見ると平均 3.8 枚と最も切り欠き部材数が多いことがわかる。一方で(六)は、切り欠き部材数も 2 番目に少ないと、総合的に判断すると、(六)のタイプが部材を無駄なく使用しつつ、強度の高い壁構成を実現可能と考える。

表 4、表 5 ともに、結果にあまり差がないことから、今回設定した面材サイズは多様な壁面を構成できると考えられる。

4. まとめ

本稿では、面材を規格化し減衰性能を付加する提案と考察を行った。今後は、振動台実験に向けて、本構法を用いた建物一棟の基礎・床・屋根・開口部などの詳細を設計すると同時に、面材の素材について検討を進めていく。

注釈

*1) 超高減衰ゴムテクノロジー、住友ゴム工業株式会社、<http://grast.jp/>(16.9.13 確認)

参考文献

1) NUMERICAL INVESTIGATION OF SEISMIC ISOLATION FOR TALL CLT BUILDINGS, VINCENT BORDRY, http://www.dissertations.wsu.edu/Thesis/Spring2014/v_bordry_060214.pdf(16.9.15 確認)

表 2 各中間層に連結されている 1, 3 層目の面材数

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	平均
中間層 たて置き	(二)	4	4	4	6	6	6	4	4	4.9
	(三)	4	6	6	6	/	/	/	/	5.5
	(五)	4	6	6	6	/	/	/	/	5.5
	(七)	4	6	6	6	/	/	/	/	5.5
	(九)	6	6	4	8	/	/	/	/	6
	(十一)	3	4	3	4	/	/	/	/	3.5
中間層 よこ置き	(一)	2	4	4	4	6	2	/	/	3.7
	(四)	5	6	5	6	3	6	5	6	5
	(六)	6	6	4	6	4	6	4	6	5.1
	(八)	5	6	5	6	5	6	5	6	4.9
	(十)	6	6	5	5	6	6	5	5	4.9