

面材張り耐力壁における微振動特性に関する研究

日大生産工(院) ○ 胡 修齊 日大生産工 鎌田 貴久

1. 緒言

木造住宅の居住性の向上に着目し、枠組み壁工法耐力壁の微振動に関する研究をおこなった。従来、木造住宅の振動特性というと、地震時応答が主であり、その性能は耐力壁の性能で推定される。参考文献(2)に示されるように、微振動を用いて耐震性能の評価を試みる事例もあるが、逆に住宅の居住性に影響を与える微振動を耐力壁の試験から、推定する明確な手法は示されていない。そこで、本研究では、枠組み壁工法耐力壁構面を有する二構面試験体を作成し、人力加振を行うことで、その微振動特性を探索し、更に使用した耐力壁の性能を確認した。以上の結果、通常の耐力壁試験では、 $1/450\text{rad}$ (5.5 mm)の変形から試験がスタートする、これは、耐力壁のせん断変形は5mm以上で影響することを示し、一方、微振動の変形量は1mm以下である。

使用した耐力面材は、認定壁倍率がいずれも2.5倍である、合板(PW)、OSB、MDFの3種類(Fig.1)とし、それぞれの耐力面材について、二構面試験体の人力加振、耐力壁試験を実施した。二構面試験体の人力加振試験では、載荷重量を変化させることで剛性と減衰に関して考察を行い、次に2つの試験方法による剛性の検証をおこなった。

2. 試験体

本研究の耐力壁試験体 (Fig.2) はPW (密度 550kg/m^3)、構造用パネルOSB (密度 650kg/m^3)、中密度繊維板MDF (密度 $700\sim 830\text{kg/m}^3$)、計3種類の面材を使用した。「枠組み壁工法住宅工事仕様書」に準拠し、いずれも上下枠と縦枠 (204材 $38\text{mm}\times 89\text{mm}$)、桁 (406材 $89\text{mm}\times 150\text{mm}$)、土台 (404材 $89\text{mm}\times 89\text{mm}$)を使用した。縦枠は長さ2440 mmの204材を2本重ね合わせ、CN75 (公称長さ76.5mm、線径3.76 mm、頭部径7.5 mm) の釘を用いて300 mm間隔の千鳥打ちで作った。柱頭部にS-HD15 (15kN用)、柱脚部にS-HD20 (20kN用) の柱脚金物を設置した。面材の止付けは釘CN50 (公称長さ50.8 mm、線径2.87 mm、頭部径6.75 mm) を使い、外周100mm、中央部200mm 間隔とした。



Fig.1 面材

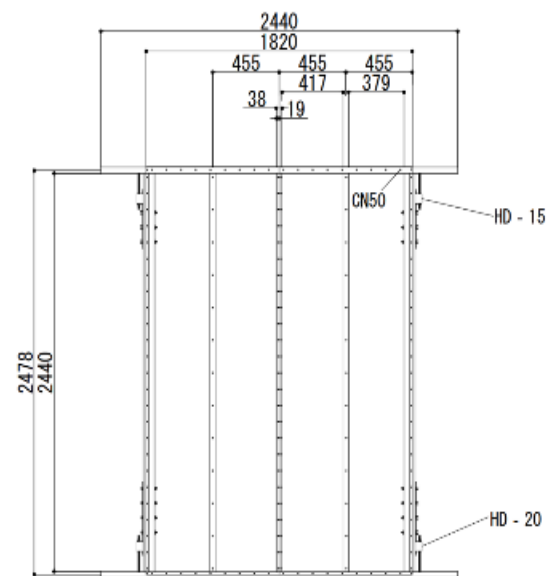


Fig.2 耐力壁試験体(mm)

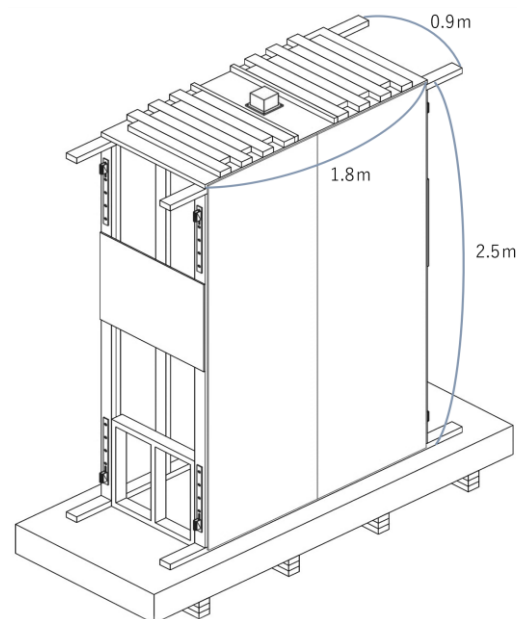


Fig.3 二構面試験体寸法

Study on Micro Vibration Properties of Sheathed Shear Walls

Syuusei KO, Takahisa KAMADA

二構面試験体 (Fig.3) は耐力壁試験体2体を使用し、面材が止付けされた面を外にして、900 mmの間を開け、平行であるように、それぞれ木材用ネジ (コーススレッド90) 6本にて、試験体の土台を基礎 CLT (1198mm × 3300mm × 135mm) に緊結した。また、試験体の安定性を考え、側面に補強壁の設置を行った。天井部は加速度計測器の設置と载荷のため、厚み30mmの合板(910mm × 1820mm)をSPF材で補強し下部と同様に試験体の上枠と緊結した。

また、二構面試験体で MDF面材を用いて、面材と枠の接触面の摩擦力を軽減させるため、その中にテフロンシート2枚を挟んで、Teflon (MDFテフロンシート付) 試験体を作成した。

3. 試験方法

3種類の面材の二構面試験体に対する人力加振試験を実施した後、耐力壁試験体に対する繰り返し加力試験を実施した。

3. 1 人力加振試験

人力加振試験では、二構面試験体を対象とし、木槌を用いて試験体の土台から1800mm高さを打撃した。発生した振動を試験体の頂部にある加速度計により加速度を記録した。サンプリング周波数は4096Hzとした。得られた加速度は高速フーリエ変換を行い、フーリエスペクトルより試験体の応答振動数 f を得た。そして Fig.4の半値幅法 (ルート二分の一法) にて、フーリエスペクトルより振動数応答関数のピーク値から3db小さい点の周波数 f_1 、 f_2 を読み取り、式(2)より計算して試験体の減衰定数 h が得た。

また、試験体の積載条件の変化で得られた固有振動数 f 、式(1)より算出された剛性 k について検討した。検討条件として、荷重0kgの w_0 (以下「 w_0 」と略称)、荷重330kgの w_1 (以下「 w_1 」と略称)、荷重660kgの w_2 (以下「 w_2 」と略称)、荷重1320kgの w_4 (以下「 w_4 」と略称) の重りを用い、 $w_0 \rightarrow w_1 \rightarrow w_2 \rightarrow w_4 \rightarrow w_2 \rightarrow w_1 \rightarrow w_0$ の順番で、積載条件ごとに人力加振試験での加速度データを測定した。積載荷重は、木造耐力壁の短期許容せん断耐力より算出を行った。積載荷重を加えた各試験体の重さはTable 1.に示す。

3. 2 耐力壁試験

耐力壁試験は二構面試験体の一構面を取り出し、ISO 16670に準拠し行った。試験は柱脚をホールダウン固定とし、加力方法は、正負交

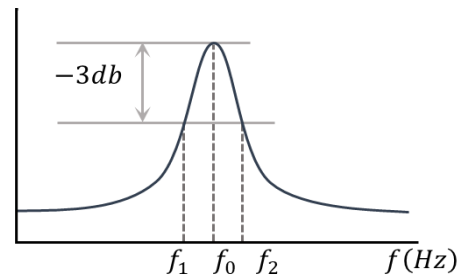


Fig.4 半値幅法

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \dots (1)$$

$$h = \frac{f_2 - f_1}{2f_0} \quad \dots (2)$$

Table 1. 積載荷重における各試験体重さ(kg)

	w0	w1	w2	w4
PW	147	477	807	1467
OSB	146	476	806	1466
MDF	150	480	810	1470

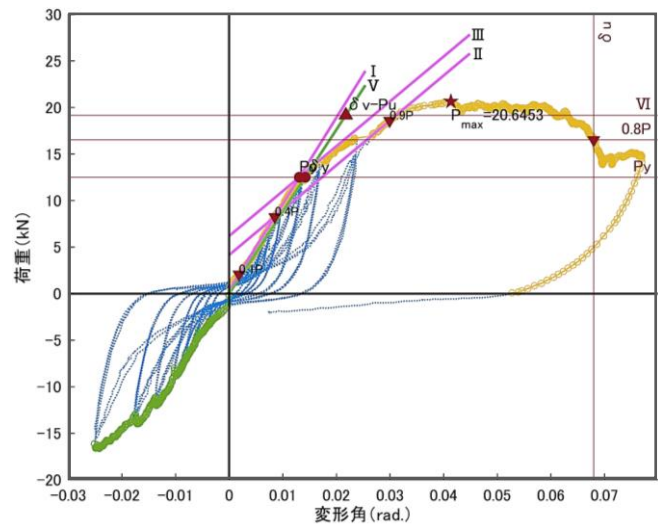


Fig.5 耐力壁試験結果一例

Table 2. 加力履歴

変形角 (rad.)	1/450	1/300	1/200	1/150	1/100	1/75	1/50
変位(mm)	5.5	8.3	12.4	16.5	24.8	33.0	49.6

番繰り返し加力とした。制御はTable 2.に示すように、変形角で行い、見掛けのせん断変形角が1/450 rad.である頂部変位5.5mmから、1/50 rad.となる49.6 mmまでの、7段階で実施し、同一変形段階で3回の繰り返し加力を行ったのちに、1/15 rad.(165 mm)まで加力を行った。

評価は、Fig.5の一例に示すように、荷重変位関係グラフの第一象限より正の変形、及び正の荷重部の黄色の包絡線を作成し、剛性や終局耐力を示すバイリニアにて行った。

4. 結果および考察

人力加振試験結果はTable 3.に示す。Fig.6から、積載荷重の変化により、荷重が大きくなる同時に、二構面試験体の応答振動数が小さくなることわかった。Fig.7は、式(1)による算出された剛性k が積載荷重に対する変化は明らか傾向が見られなかった。Fig.8から、積載荷重の変化より減衰定数が大きくなる傾向がわかった。Teflon (MDFテフロンシート付) 試験体の減衰定数の変化率が小さくなった。

耐力壁試験結果をTable 4.に示す。PWとOSBはほぼ同じ結果を示し、MDFがより高い剛性Kを示した。

Fig.9は二構面試験体の人力加振試験による加速度履歴波形から、加速度を2回積分して、変位を算出したより、微振動での層間変位が1mm以下であることを示した。

Fig.10のバイリニア評価の剛性Kは耐力壁試験評価業務方法書により得た荷重—変形角の包絡線図の原点と (δ y、Py) を結ぶ直線となる。

5. まとめ

以上の結果から、二構面試験体の減衰定数は部材の接合性と関係することが分かった。減衰定数が変化することとしては、試験体が積載荷重に対し、変形が生じて摩擦性が変化したと考え、各部材の接合性が上昇したと考えた。面材と枠の摩擦力が微振動に影響していると分かった。構面の摩擦力を増やすことが住宅の微振動対策の一つとして、有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 木造耐力壁及びその倍率の試験・評価業務方法書((財)建材試験センター)JTCCM)
- 2) 田端千夏子,大橋好光,;微動測定とその耐震診断への応用の可能性—木造建築物の耐震診断法に関する研究—その2—,日本建築学会構造系論文集,72巻(2007)616号p.141-147.

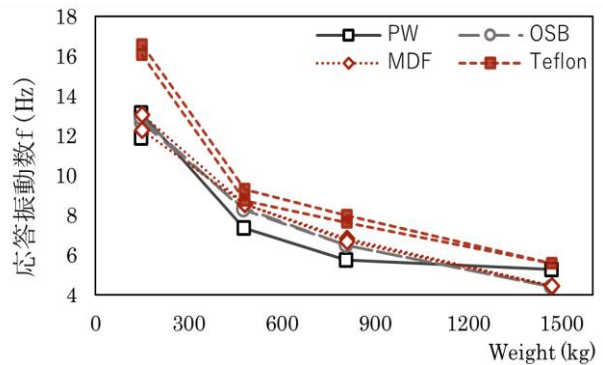


Fig.6 二構面試験体の応答振動数

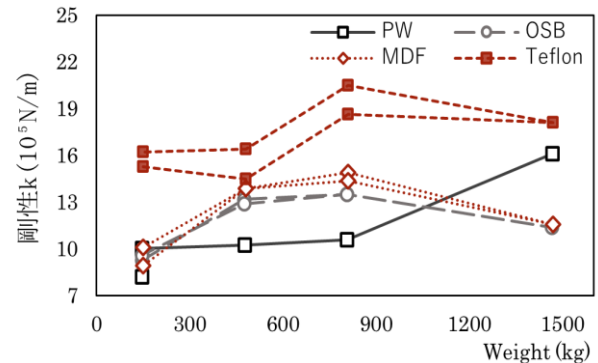


Fig.7 二構面試験体の剛性

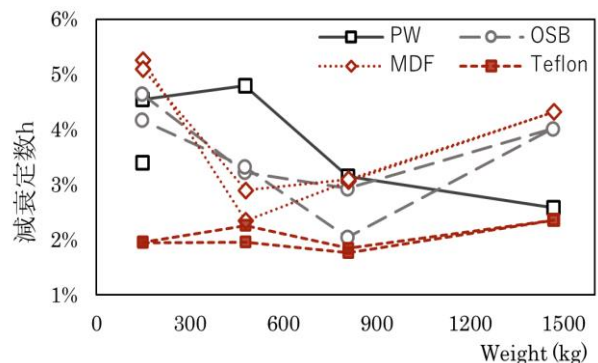


Fig.8 二構面試験体の減衰定数

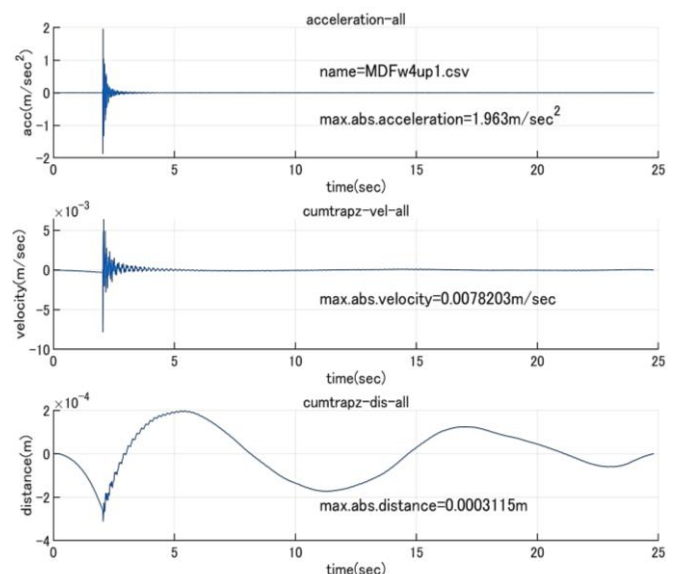


Fig.9 人力加振加速度の二回積分

Table 3. 人力加振試験結果

step		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	ave
重さ		w0	w1	w2	w4	w2	w1	w0	
PW	応答振動数 (Hz)	11.92	-	-	5.28	5.77	7.39	13.16	8.70
	減衰定数 (%)	3.39	-	-	2.58	3.15	4.79	4.55	3.69
	剛性 (10^5 N/m)	8.23	-	-	16.11	10.61	10.27	10.03	11.05
OSB	応答振動数 (Hz)	12.69	8.38	6.52	4.44	6.52	8.29	12.91	8.53
	減衰定数 (%)	4.65	3.23	2.93	4.02	2.05	3.32	4.17	3.48
	剛性 (10^5 N/m)	9.27	13.19	13.51	11.39	13.51	12.89	9.59	11.91
MDF	応答振動数 (Hz)	13.07	8.56	6.83	4.47	6.70	8.56	12.29	8.64
	減衰定数 (%)	5.26	2.35	3.06	4.32	3.10	2.90	5.09	3.73
	剛性 (10^5 N/m)	10.10	13.89	14.90	11.59	14.36	13.89	8.93	12.52
Teflon (MDF テ フロンシ ート付)	応答振動数 (Hz)	16.07	8.75	7.63	5.59	8.01	9.31	16.57	10.28
	減衰定数 (%)	1.95	1.96	1.76	2.36	1.85	2.26	1.96	2.01
	剛性 (10^5 N/m)	15.28	14.51	18.63	18.10	20.49	16.42	16.24	17.10

Table 4. 耐力壁試験結果

		1st	2nd	ave
PW	降伏耐力 P_y (kN)	12.51	13.60	13.05
	終局耐力 P_u (kN)	19.18	22.76	20.97
	剛性 K (10^3 kN/rad)	0.88	1.32	1.10
OSB	降伏耐力 P_y (kN)	12.34	15.85	14.10
	終局耐力 P_u (kN)	19.44	22.93	21.18
	剛性 K (10^3 kN/rad)	1.24	1.07	1.15
MDF	降伏耐力 P_y (kN)	12.37	12.25	12.31
	終局耐力 P_u (kN)	18.76	18.90	18.83
	剛性 K (10^3 kN/rad)	1.66	1.84	1.75

- 3) 小野測器:振動の減衰をあらわす係数
- 4) 山田明,金野章子,軸組木造住宅の常時微動特性に関する一分析-施工段階を考慮した常時微動計測,日本建築学会技術報告集 27 卷(2021年10月)67号p.1225-1230.

謝辞

本研究は、令和4年度鎌田研究室の卒業論文の一環として実施した。令和4年度研究に取り組んだ卒業生各位に感謝いたします。最後に数理情報工学科の高橋亜佑美先生のご指導に感謝申し上げます。

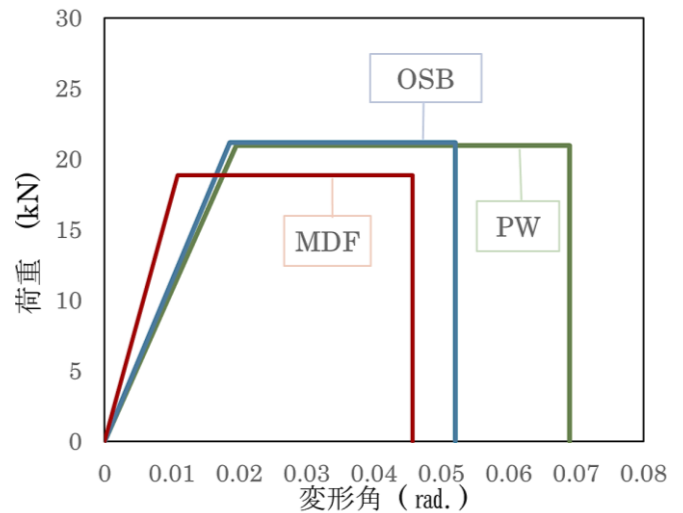


Fig.10 バイリニア評価

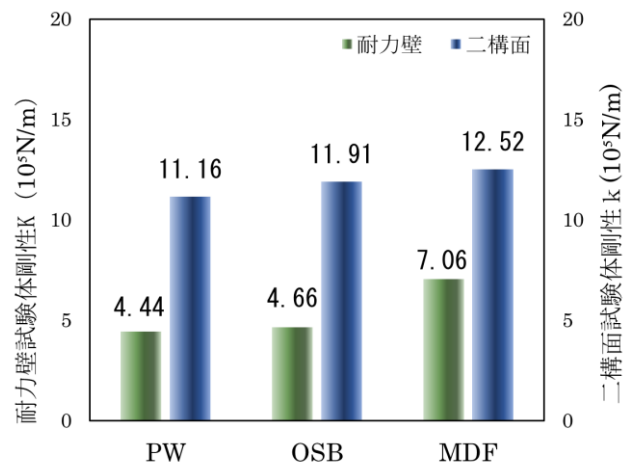


Fig.11 試験体の剛性