

5 各種温湿度下における木質架構の強度・変形特性の評価と推定

Evaluation and estimation of the performance of wooden structures under different service classes

(研究期間 平成 11～13 年度)

材料研究グループ

Dept. of Building Materials and Components

中島史郎

Shiro Nakajima

Wood frame shear walls with nailed plywood and OSB panels were conditioned in a chamber whose temperature and relative humidity were controlled to 20 °C and 90%. The yield strength, ultimate strength and the stiffness of the shear walls were compared with those of the walls controlled in chamber whose temperature and relative humidity were controlled to 20 °C and 65%. The effect of the moisture contents on the properties of the shear walls, sheathing panels and the nail joints were examined and the reduction of the strength or the stiffness was evaluated.

【研究目的及び経過】 耐力壁や接合部の力学特性は、構成材料（木材及び木質材料）の含水率状態による影響を受ける。1998年に示された（旧）建設省住宅局建築指導課国際基準調査官事務連絡においては使用環境に応じて木材及び木質材料の基準強度と弾性係数を定める方法が示されており、また、ユーロコードでは木材及び木質材料の強度と剛性を使用環境と荷重継続時間の組み合わせに応じて評価する方法が採用されている。枠組壁工法による耐力壁の水分作用と耐力との関係については1975年に有馬ら¹⁾が面材と釘接合部の耐力低下等を実験的に評価し、枠組耐力壁の許容耐力を算定する際に面材等の耐久性を評価した低減係数を提案している。本研究では使用環境に応じた枠組耐力壁の耐力及び変形特性の評価方法を提案することを目的として、異なる2つの使用環境下において耐力壁の水平せん断、釘接合部のせん断、面材の面内せん断に係る各特性値を実験により求め、評価した。また、耐力壁の水平せん断性能を釘接合部のせん断特性と面材の面内せん断特性から推定した。

【研究内容】 面材の面内せん断試験 針葉樹構造用合板（JAS 特類 2級 9.0mm厚）、構造用パネル（JAS 特類 4級 9.5mm厚）、石膏ボード（JIS 12.5mm厚）を2つの温湿度環境 20 °C、65%RH と 20 °C、90%RH（石膏ボードについては 20 °C、80%RHを加えた3環境）にて重量変化がなくなるまで養生したのちに面内せん断試験に供した。面内せん断試験の試験装置及び加力方法は Draft prEN1156(1993)に準じており、荷重速度は 1mm/minとした。なお、試験のサンプルサイズは各条件 10体とした。接合部の一面せん断試験 構造用合板または構造用パネル、枠組壁工法用製材（JAS SPF 甲種 2級 204材）、太め丸釘（JIS CN50）を用いて釘接合部の一面せん断用試

験体を作製した。また、石膏ボード、枠組壁工法用製材、石膏ボード用釘（JIS GN40）を用いて同様の試験体を作製した。試験体を2つの温湿度環境 20 °C、65%RH と 20 °C、90%RH にて重量変化がなくなるまで養生したのちに釘接合部の一面せん断試験に供した。荷重スケジュールは ISO TC165 に示される接合部の繰り返し加力方法に準じた方法とし、終局変位の 1.25%、2.5%、50%、7.5%、10.0%で1回の正負繰り返し、20%、40%、60%、80%、100%、120%...で3回の正負繰り返し加力を行った。加力速度は 1mm/secとした。なお、試験のサンプルサイズは各条件 10体とした。

壁の水平せん断試験 図1に示す形状及び寸法の壁試験体を水平せん断試験に供した。試験体の枠材には 204材（JAS SPF 甲種 2級）及び 404材（JAS ㄱ イ가 甲種 2級）面材には前述の針葉樹構造用合板または構造用パネルを用いた。試験体の両端部の縦枠は2本合わせとし、枠材

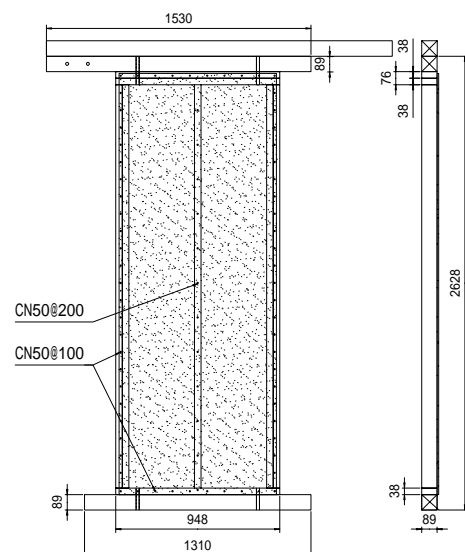


図 - 1 壁の水平せん断試験用試験体

と面材は前述の太め丸釘にて接合(外周部 100mm 間隔、内部 200mm 間隔)した。壁試験体は 2 つの温湿度環境 20 ,65%RH と 20 ,90%RH にて養生し、同じ養生槽には壁試験体と同時に養生を開始した材料サンプル(構造用合板または構造用パネル)を入れ、その重量変化がなくなるまで壁試験体の養生を継続し、養生完了後、水平せん断試験に供した。水平せん断試験はタイロッド式で行った。荷重スケジュールと荷重速度は前述の釘の一面せん断試験と同じとした。なお、サンプルサイズは各条件 5 体とした。

【研究結果】 面材の面内せん断特性 表 1 に構造用合板と構造用パネルの面内せん断試験結果を示す。同表には試験体各 10 体の平均値を示す。多湿(20 ,90%RH)養生後の試験体の重量増加は約 10%であり、多湿養生した試験体の面内せん断剛性と面内せん断強さはともに、標準状態で養生した試験体の約 3/4 の値であった。

表 1 構造用合板と構造用パネルの面内せん断特性値

		養生条件		低減率
		20 65%RH	20 90%RH	
面内せん断剛性 (GPa)	合板	0.46 (7.6%)	0.35 (15.0%)	0.76
	OSB	1.65 (13.7%)	0.94 (13.1%)	0.57
面内せん断強さ (MPa)	合板	4.11 (9.2%)	3.11 (11.0%)	0.76
	OSB	8.30 (7.7%)	6.40 (7.9%)	0.77
重量変化率 (%)	合板	1.0 (9.7%)	9.2 (5.4%)	-
	OSB	1.1 (18.1%)	8.7 (4.0%)	-

(注)括弧内の数値は変動係数

表 2 に石膏ボードの面内せん断試験結果を示す。同表には試験体各 10 体の平均値を示す。20 ,80%RH にて養生した試験体の面内せん断剛性は標準状態(20 ,65%RH)にて養生した試験体の約 70%、20 ,90%RH にて養生した試験体の面内せん断剛性については約 50%であった。また、面内せん断強さについては、標準状態で養生した試験体に比べ 20 ,80%RH で養生した試験体は約 85%、20 ,90%RH で養生した試験体は約 60%に低減した。

釘接合部の一面せん断特性 表 3 に釘接合部の一面せん断試験結果を示す。同表には試験体各 10 体の平均値を示す。側材に構造用合板、構造用パネル、石膏ボードを用いたいずれの場合も多湿養生による釘接合部の降伏せん断耐力の低下は認められなかった。また、終局耐力についても多湿養生による耐力の大きな低下は認められなかった。構造用合板、構造用パネルを側材に用いた試験体については、多湿養生後に測定した釘接合部の降伏耐力及び終局耐力が標準状態で測定した値よりも 15~25%高かった。

表 2 石膏ボードの面内せん断特性値

		養生条件			低減率	
		20 65%RH	20 80%RH	20 90%RH	80%RH	90%RH
面内せん断剛性 (GPa)		0.69 (16.6%)	0.69 (17.4%)	0.53 (10.0%)	1.00	0.77
面内せん断強さ (MPa)		1.07 (7.6%)	0.91 (13.4%)	0.60 (10.4%)	0.85	0.56
重量変化率 (%)		0.83 (12.3%)	3.11 (4.0%)	6.63 (3.7%)	-	-

(注)括弧内の数値は変動係数

表 3 釘接合部の一面せん断特性値

		養生条件		低減率
		20 65%RH	20 90%RH	
Py(N)	合板	461 (11.0%)	534 (5.2%)	1.16
	OSB	516 (22.4%)	644 (7.2%)	1.25
	石膏ボード	206 (12.2%)	210 (11.6%)	1.02
Pu(N)	合板	739 (12.5%)	923 (4.6%)	1.25
	OSB	807 (24.1%)	989 (8.6%)	1.23
	石膏ボード	331 (13.7%)	316 (9.2%)	0.95
k(N/cm)	合板	6470 (12.8%)	6380 (24.1%)	0.99
	OSB	8680 (28.2%)	14360 (24.0%)	1.65
	石膏ボード	2370 (27.1%)	3850 (17.6%)	1.62
Dy(mm)	合板	0.75 (22.1%)	0.94 (24.4%)	1.25
	OSB	0.63 (20.6%)	0.48 (9.2%)	0.76
	石膏ボード	0.94 (27.2%)	0.58 (16.0%)	0.62
Du(mm)	合板	12.1 (10.7%)	11.6 (10.6%)	0.96
	OSB	13.4 (18.6%)	12.5 (9.0%)	0.93
	石膏ボード	12.5 (14.1%)	12.4 (21.1%)	0.99
重量変化率 (%)	合板	0.0 -	10.0 -	-
	OSB	0.0 -	12.0 -	-
	石膏ボード	-1.0 -	3.0 -	-

(注)括弧内の数値は変動係数

表 4 壁の水平せん断特性値

		養生条件		低減率
		20 65%RH	20 90%RH	
Py(N)	合板	5.70 (3.8%)	4.85 (3.5%)	0.85
	OSB	5.95 (6.6%)	5.36 (8.7%)	0.90
Pu(N)	合板	8.93 (2.7%)	7.72 (4.7%)	0.87
	OSB	9.42 (3.2%)	8.57 (7.8%)	0.91
k(N/cm)	合板	5.25 (5.0%)	4.17 (7.4%)	0.79
	OSB	6.39 (5.8%)	6.70 (17.1%)	1.05
Dy(mm)	合板	11.0 (6.3%)	11.8 (9.1%)	1.07
	OSB	9.4 (11.3%)	8.3 (19.9%)	0.88
Du(mm)	合板	94.4 (2.7%)	89.9 (4.5%)	0.95
	OSB	92.3 (9.0%)	84.6 (11.5%)	0.92
重量変化率 (%)	合板	-0.2	10.2	-
	OSB	0.6	11.6	-
厚さ膨潤率 (%)	合板	1.5	8.2	-
	OSB	2.8	26.8	-

(注)括弧内の数値は変動係数

壁の水平せん断特性 表 4 に壁の水平せん断試験結果を示す。同表には試験体各 5 体の平均値を示す。多湿養生による降伏耐力と終局耐力の低下率はともに、面材に構造用合板を用いた場合が約 15%、構造用パネルを用いた場合が約 10%であった。一方、多湿養生による初期剛性の低下率は面材に構造用合板を用いた場合が約 20%、構造用パネルを用いた場合にはほとんど低下が認められなかった。一方、降伏変位と終局変位はともに多湿養生によって小さくなる傾向にあり、20 ,65%RH にて養生した場合に比べて約 1 割小さくなった。

まとめ 壁の降伏耐力と終局耐力は多湿養生することにより 10~15%低下した。面材の面内せん断剛性と耐力は多湿養生することにより約 25%低下した。釘接合部については、多湿養生による耐力等の低減は認められなかった。釘接合部の水分に対する力学特性について今後更に検討する必要がある。

【参考文献】1)「小規模住宅の新施工法の開発」,建設省建築研究所,1975年8月.

【備考】本研究の詳細については以下の論文を参照のこと: “The effect of the moisture content on the performance of shear walls”, CIB W18 Meeting 34, Proceedings, Venice (2001).