

合板釘打ち接合を用いた木質ラーメンフレームの開発 【その1】構法概要と実大フレームの面内せん断試験

木質ラーメンフレーム 木造住宅 ナックル工法
面内せん断試験

正会員 渋江圭司*1 同 三城繁伸*3
同 近田純生*2 同 山口雅和*4

1. はじめに

平成 12 年の建築基準法改正により、木造住宅における耐力壁の配置に配慮が必要となった。大開口や間仕切り壁の無いプランの設計には、構造検討が必要となった。

このような背景の中で、筆者らは、耐力壁不足を補うために、剛性のある木質ラーメンフレーム（以下、ナックル工法門型フレーム）の開発を行った。これにより、耐震性を確保しながら木造設計の自由度を広げることが可能である。

本報では、本構法の概要と実大フレームの面内せん断試験結果について報告する。

2. 構法概要

ナックル工法門型フレームの構成部材を表 - 1 に示す。本構法では、フレームの柱頭、柱脚の接合部にナックル工法専用金物を使用することで、柱・梁へのスリット加工とドリフトピンのピン孔加工のみでフレームを製作することが可能である。

表 - 1 ナックル工法門型フレームの構成部材

部位名	使用材料・名称等	断面寸法・種類等	規格・材質等	
合わせ柱	外柱	おうしゅうあかまつ集成材 -120×120 (積層数:4)	JAS構造用集成材 等級E120-F375 (同一等級構成材)	
	内柱	おうしゅうあかまつ集成材 -120×240 (積層数:8)	JAS構造用集成材 等級E120-F330 (異等級対称構成材)	
	合板	9mm (積層数:3)	JAS構造用合板 (特類2級)	
	接合具	くぎ 間隔 150mm	鉄丸くぎN75	
充腹梁	上弦材・下弦材	おうしゅうあかまつ集成材 -120×300 (積層数:11)	JAS構造用集成材 等級E120-F330 (異等級対称構成材)	
	束材	おうしゅうあかまつ集成材 -120×120 (積層数:4)	JAS構造用集成材 等級E120-F375 (同一等級構成材)	
	合板	9mm (積層数:3)	JAS構造用合板 (特類2級)	
	接合具	くぎ 間隔 150mm	鉄丸くぎN75	
上下弦材・束材の接合部	仕口	突き付け	-	
	接合具	くぎ 2本 斜め留め	鉄丸くぎN75	
柱頭接合部	接合金物	柱・上下弦材	梁受け金物 (ナックル1) -	SPHC (JIS G 3131)
	接合金物	柱・上下弦材	梁受け金物 (ナックル2) -	SPHC (JIS G 3131)
	接合金具	柱・上下弦材	ドリフトピン 12.7×L115 (5本)	SWM-B (JIS G 3532)
	接合金具	柱・上下弦材	六角ボルト M12×L360 (4本)	Zマーク表示金物 SWRM10(JIS G 3505)
	接合金具	柱・上下弦材	ナット M12	SWRM10 (JIS G 3505)
柱脚接合部	接合金物	柱脚金物 (ボックスプレートMF)	丸座金 RW4.5×35 (穴径:13)	SPHC (JIS G 3131)
	接合金具	柱・上下弦材	ドリフトピン 12.7×L115 (6本)	SWM-B (JIS G 3532)
	接合金具	柱・上下弦材	全ねじボルト M16 (3本)	SS400 (JIS G 3101)
	接合金具	柱・上下弦材	ナット M16	SWRM10K (JIS G 3505)
	接合金具	柱・上下弦材	角座金 W6.0×54 (穴径:18)	Zマーク表示金物 SWRM10(JIS G 3505)

3. 実大フレームの面内せん断試験

3.1 試験体

試験体の形状を図 - 1 に示す。試験体数は、フレームスパン 3m が 3 体、スパン 4m および 5m が各 1 体ずつの合計 5 体とした。(試験体記号: 3M-1~3M-3、4M、5M)

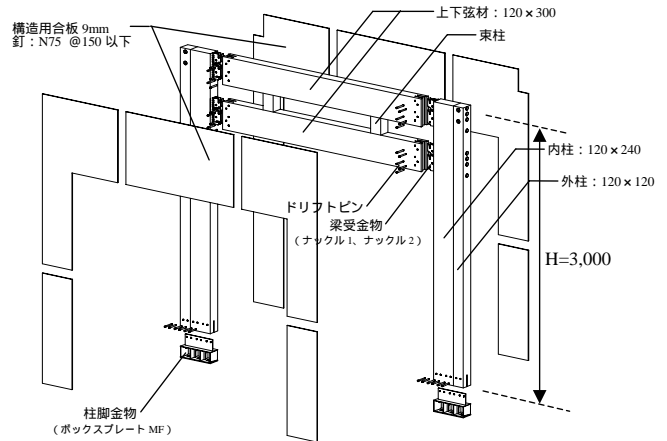


図 - 1 試験体の形状

3.2 試験装置及び試験体の設置方法

試験装置を図 - 2 に示す。鋼製土台と試験体の柱脚金物をアンカーボルト 3 本 (M16) で固定し、その前後にストッパーを取り付けて水平移動を拘束した。試験体の面外への振れ止めは、充腹梁の上弦材頂部に取り付けた振れ止め受け治具を、両側からローラーで挟みつける方法により行った。

3.3 載荷方法

充腹梁の上下弦材中央に取り付けられた加力プレートを介して、充腹梁に水平力を加える方法により行った。荷重値の検出にはロードセルを用いた。

加力方法は正負交番繰り返し加力を行った後、正加力方向に荷重が最大耐力の 80% 以下に低下するか、またはせん断変形角 が 1/15rad 以上に達するまで加力することとした。繰り返し加力は、せん断変形角 が 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad の正負変形時に行い、同一変形段階で 3 回ずつ繰り返すこととした。

3.4 変位量の測定方法

試験体各部の変位量の測定には、図 - 2 に示す位置に設置した変位計を用いた。なお、試験体各部のひずみ度は、ワイヤーストレインゲージを用いて、試験体 3M-1 のみ測定した。

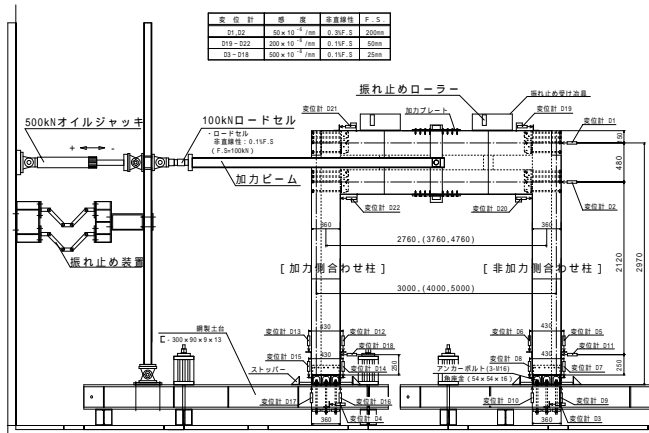


図 - 2 試験装置及び変位量測定位置

4. 試験結果とまとめ

4.1 破壊状況

図 - 3 に荷重 - せん断変形角曲線の包絡線を示す。

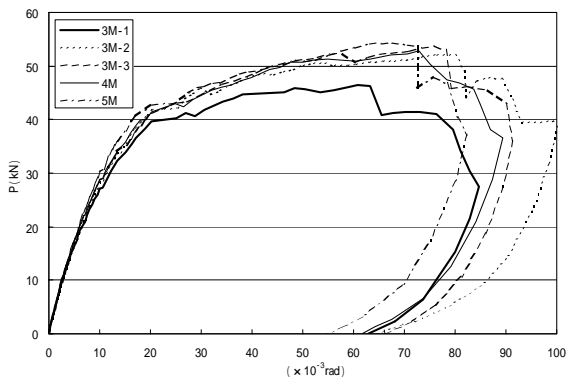


図 - 3 荷重 - せん断変形角曲線の包絡線

いずれの試験体も、加力側では $\theta = +1/100\text{rad}$ で内柱・下弦材接合部付近の合板がふくらみ始め、 $\theta = +14 \sim +19 \times 10^{-3}\text{rad}$ で非加力側の内柱・下弦材接合部付近の合板に亀裂が発生した。その後これらが進展して、 $\theta = +63 \sim +80 \times 10^{-3}\text{rad}$ で加力側の内柱・上弦材接合部（写真 - 1）および非加力側内柱・下弦材接合部（写真 - 2）の梁受け金物の丁番部分が外れて、荷重が低下した（写真 - 3）。



写真 - 1 充腹梁（加力側）
[試験体：5M]



写真 - 2 充腹梁（非加力側）
[試験体：5M]

また写真 - 4 に示すように、いずれの試験体とも、柱脚部において、引張力が働く側のドリフトピンに曲げ降伏が認められた。



写真 - 3 内柱・上下弦材接合
金物（非加力側）
[試験体：5M]



写真 - 4 合わせ柱脚接合金物
（非加力側）
[試験体：5M]

4.2 短期基準せん断耐力

短期基準せん断耐力 P_0 は、図 - 4 の \sim の耐力（試験体の平均値）に、それぞればらつき係数を乗じて算出した値のうち最も小さい値とする。

$$P_y = \begin{cases} P_u \times 0.2 \times \sqrt{2\mu - 1} \\ (2/3) \times P_{\max} \\ P_{120} \end{cases}$$

図 - 4 短期基準せん断耐力 P_0

表 - 2、表 - 3 に示すように、短期基準せん断耐力 P_0 は、いずれの試験体ともで決まる。その値は試験体 3M では 23.1kN、試験体 4M では 23.9kN、試験体 5M では 24.7kN となり、フレームの柱間隔の寸法に拘わらず、ほぼ等しい値となった。

表 - 2 試験結果の一覧（試験体：3M）

		$P_{0(1)}$	$P_{0(2)}$	$P_{0(3)}$	$P_{0(4)}$
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
試験体	3M-1	29.9	22.5	30.9	23.8
	3M-2	31.2	23.9	34.0	24.6
	3M-3	31.4	24.3	34.9	25.4
平均値(kN)		30.83	23.58	33.29	24.56
変動係数 CV		0.026	0.042	0.063	0.033
ばらつき係数		0.988	0.980	0.970	0.984
50%下限値(kN)		30.45	23.12	32.30	24.18
P_0 (kN)		23.1			

表 - 3 試験結果の一覧（試験体：4M および試験体：5M）

		$P_{0(1)}$	$P_{0(2)}$	$P_{0(3)}$	$P_{0(4)}$	P_0
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
試験体	4M	33.2	23.9	34.6	25.3	23.9
	5M	35.5	24.7	36.2	26.5	24.7

表中の $P_{0(1)} \sim P_{0(4)}$ は、図 - 4 に示す短期基準せん断耐力 \sim を示す。

4M および 5M の P_0 については、試験体が各 1 体であるため、ばらつきは考慮していない。

*1 (株)ニューホームシステム
*2 (有)三城設計 工修
*3 (有)三城設計 工修
*4 (株)ニューホームシステム

New Home System Co.Ltd
Sanjo Sekkei INC. M.Eng
Sanjo Sekkei INC. M.Eng
New Home System Co.Ltd