

非住宅・中大規模木造用の高倍率、高階高耐力壁及び接合金物の開発検討
その1・概要(耐力壁及び接合金物の要求性能)

正会員 ○大橋 好光*1 高岡 繭子*3 中村 亮太*4
正会員 花井 勉*2 飯田 秀年*4

中大規模木造建築 耐力壁 柱脚金物
軸組工法 要求性能

1. はじめに

2010年施行の「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」に加え、2019年の建築基準法の改正により準耐火建築物で建てられる範囲が拡大されたことを受け、木質構造による中大規模建築物、特に非住宅建築物の需要が益々高まっている。しかし、非住宅の中大規模建築物では、固定荷重や積載荷重が大きく、また階高が高くなったり、耐力壁の配置に制限があるなど、構造的に要求される性能が高くなることから、これまでの住宅を想定してきた耐力壁や接合金物では対応できない。

また、既往論文^{1)~4)}においても中大規模建築物を想定した耐力壁がいくつか提案されてきたが、軸組構法における標準仕様と呼べるものはなく、普及には至っていないのが現状である。そこで、本開発では一般流通材からなる軸組構法の耐力壁や接合金物の標準化を目的とした。

その1では中大規模木造建築物の耐力壁及び接合金物の要求性能の整理、その2では耐力壁について使用材料や納まり、階高などをパラメータとしたパイロット試験について、その3ではパイロット試験の考察及び本試験の報告、その4では柱脚引張接合金物の試験について報告する。

2. 実施フロー

本開発全体の実施フローを図.1に示す。非住宅の中大規模木造建築物で想定される建物用途ごとに耐力壁の要求性能を整理し、耐力壁の要求性能に応じた柱脚接合金物の要求性能を整理する。また既往論文や市場の調査を行い、耐力壁及び柱脚接合金物の試験体仕様を決定する。

その後、耐力壁及び柱脚接合金物の試験を実施し(その2~4)、目標性能への達成度、普及に向けての課題の検討を行う。

3. 想定する建物及び設計荷重の仮定

想定する建築物の用途、規模、荷重は市場調査より表.1のように設定した。建物層数は1~3層及び4,5層、グリッド(X方向及びY方向の1スパンで構成された平面矩形の範囲)は6m×6m~9m×20m、階高は3.6m~4.5mを想定する。固定荷重は壁重量(壁長さは各方向にLx, Lyの長さを有すると仮定)を含む単位床ならし荷重とした。

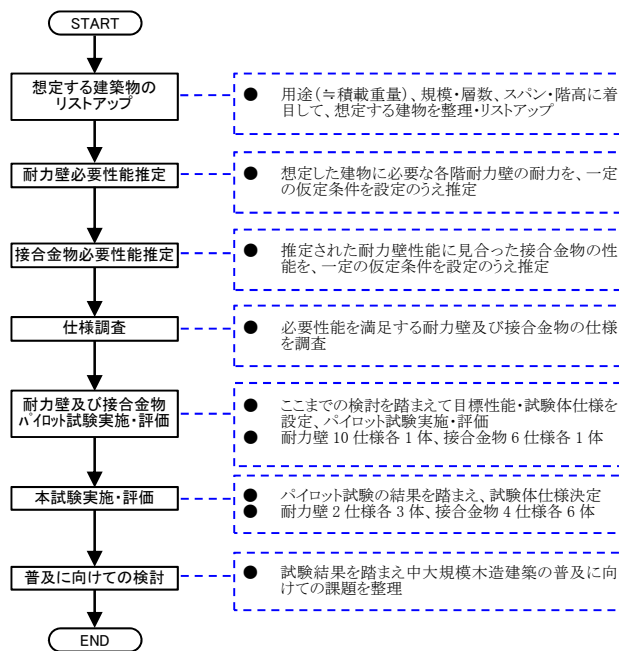


図.1 実施フロー

表.1 想定建物および荷重表[m, N/m²]

用途	想定する建物層数		グリッド	階高	層	D.L.	L.L.	T.L.
	1~3	4,5						
事務所	3	5	6×6	3.6	最上層	2700	400	3100
					中間層	3500	800	4300
高齢者施設 特養施設	3	5	6×6	3.6	最上層	2700	400	3100
					中間層	3500	600	4100
保育園	3	5	6×6	3.6	最上層	2700	400	3100
					中間層	3500	1100	4600
診療所 病院	3	5	8×8	3.6	最上層	2500	400	2900
					中間層	3100	600	3700
学校	3	5	8×8	3.6	最上層	2500	400	2900
					中間層	3100	1100	4200
店舗系	3	5	8×8	3.6	最上層	2500	400	2900
					中間層	3100	1300	4400
書庫 図書館	2	4	8×8	3.6	最上層	2500	400	2900
					中間層	3100	4900	8000
工場 倉庫	1	—	9×20	4.5	最上層	1900	0	1900
					中間層	—	—	—

4. 耐力壁の要求性能

1つのグリッドにはX,Y各方向にグリッド辺長さの1/2の長さの耐力壁が配置されるものとして、耐力壁の要求性能を設定した。各建物用途の単位床ならし荷重 T.L を用いて、1グリッドあたりに作用する各階の地震力 Q_i を建築基準法施行令第88条に基づき算定する ($C_0=0.2$)。

$$Q_i = C_i \cdot \sum W_i = C_i \cdot \sum (W'_i \cdot L_x \cdot L_y) \quad [\text{kN}]$$

$$W'_i: \quad i \text{ 層の単位床面積当たり重量} \quad [\text{kN/m}^2]$$

$$L_x, L_y: \quad \text{グリッドの X 方向及び Y 方向の長さ} \quad [\text{m}]$$

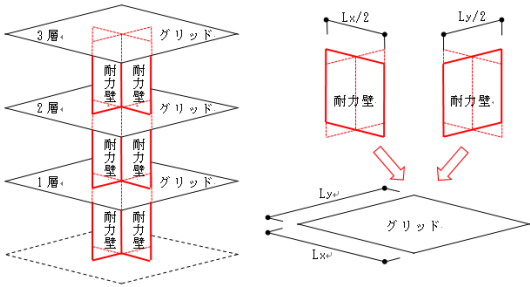


図.2 グリッド及び耐力壁のイメージ

当該階の耐力壁に求められる単位長さ当たりの必要せん断耐力 Q_{an} は下式により算定した。最下階耐力壁の要求性能を表.2 に示す。

$$Q_{an} = Q_i / (\min\{L_x, L_y\} / 2) \quad [\text{kN/m}]$$

表.2 最下階耐力壁の要求性能[kN/m]

用途	層数 1~3	層数 4、5
事務所	28.1	48.7
高齢者・特養施設	27.1	46.8
保育園	29.5	51.6
診療所・病院	33.0	56.6
学校	36.2	63.0
店舗系	37.4	65.6
書庫・図書館	34.9	86.1
工場・倉庫	15.2	-

5. 柱脚接合金物の要求性能

前節で設定した許容耐力を有する耐力壁が上下階連層した場合に最下階壁脚部に生じる引抜き力を算定し、本柱脚金物開発における目標値を設定する。各階の壁耐力や反曲点高比などを仮定した算定条件を表.3 に示す。図.3の算定例は建物層数3の保育園で、最下層壁脚部(引抜き力の最も大きくなる隅部)に生じる引抜き力を算定している。表.3 要求性能算定条件(層数1~3)

階	耐力壁位置	片側柱の負担面積 [m ²]	階高 [m]	W' _i [kN/m ²]	壁耐力 [kN/m]	反曲点高比
3	中央部	6×6/2=18.0	3.6	3.10	12	0.6
	側部	6×6/4=9.0				
	隅部	6×6/8=4.5				
2	中央部	6×6/2=18.0	3.6	4.60	24	0.7
	側部	6×6/4=9.0				
	隅部	6×6/8=4.5				
1	中央部	6×6/2=18.0	3.6	4.60	30	0.8
	側部	6×6/4=9.0				
	隅部	6×6/8=4.5				

$$N_d = N_t - N_c$$

$$N_t = \sum_{i=1}^n \text{層} (\text{壁耐力} \times \text{階高} \times \text{反曲点高比})$$

$$N_c = \sum_{i=1}^n \text{層} (W'_i \times \text{耐力壁片側柱の負担面積})$$

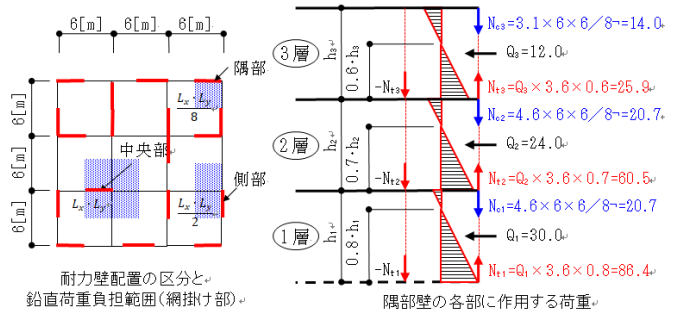
ここで、

N_d : 最下層壁脚部に生じる設計用引抜き力 [kN]

N_t : 最下層壁脚部に生じる耐力壁付加引抜き力 [kN]

N_c : 最下層壁脚部に生じる引抜き力のキャンセル荷重 [kN]

W'_i : i層の単位床面積当たり重量 [kN/m²]



1階柱脚(隅部壁)に作用する荷重は

$$N_t = 25.9 + 60.5 + 86.4 = 172.8 \quad [\text{kN}]$$

$$N_c = 14.0 + 20.7 + 20.7 = 55.4 \quad [\text{kN}]$$

$$N_d = 172.8 - 55.4 = 117.4 \quad [\text{kN}]$$

図.3 最下階の引抜き力算定例

4.5層についても同様に算定し、最下階柱脚接合金物の要求性能を表.4のように設定した。

表.4 最下階柱脚接合金物の要求性能[kN]

	層数 1~3	層数 4、5
許容耐力	110	370

6. まとめ

本報では市場調査及び簡単な検討により中大規模木造建築物の耐力壁及び柱脚接合金物の要求性能を以下のように設定した。

- ・耐力壁の短期許容耐力は建物層数3以下で30kN/m程度、層数4,5で60kN/m程度
- ・最下階柱脚接合金物の短期許容引張耐力は建物層数3以下で110kN程度、層数4,5で370kN程度

その2~4では耐力壁及び柱脚接合金物の構造試験について報告する。

なお、本事業は、「林野庁の平成30年度合板・製材・集成材国際競争力強化対策」のうち、「木質建築部材・工法の普及・定着に向けた技術開発等支援事業」として一般社団法人 木を活かす建築推進協議会が実施したものである。

【参考文献】(1)青木謙治 他：中大規模木造建築物での利用を想定した厚物構造用合板張り高強度耐力壁の開発、日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1, pp.377-338, 2012. (2)青木謙治 他：中層大規模木造を想定した厚物構造用合板張り高強度耐力壁の面内せん断性能、日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1, pp.591-592, 2013. (3)小山内博樹 他：大規模木造建築物に用いる高倍率耐力壁の研究・開発、日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1, pp.1-2. (4)河野博紀,山根光,大橋好光 他：木造事務所建築物の開発その1~3, 日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1, pp.51-56

*1 東京都市大学 名誉教授・工博
 *2 フリーランス、修士(工学)
 *3 えびす建築研究所、博士(工学)
 *4 えびす建築研究所

*1 Prof. Emeritus, Tokyo City Univ., Dr.Eng.
 *2 Freelance, Mr.Eng
 *3 President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr.Eng.
 *4 Ebisu Building Laboratory Co.