

背景・目的

背景 木造建物における耐力壁は壁長さ600mm以上の幅とすることが多く、狭小間口を有する建物の耐震補強を難しくしている



例として通風や遮光がとれる面格子などが使用されているが、耐震補強のために壁長さが必要となり初期剛性が低いことが問題となっている

目的 壁柱幅を短くできる高耐力壁柱として耐震設計に使用するための剛性の簡便な評価手法の提案
狭小間口建物における耐震補強への適用の検討と有用性の確認

高耐力壁柱の解析

解析を行う部材：無垢材（初期軸力を鋼材（SNR490B-M18）に導入したもの）

木材 D=105 (mm) B=180-300 (mm) H=1830 (mm) H_{ap}=1780 (mm) d_{PT1}=B-40 (mm) d_{PT2}=40 (mm)
鋼材 A=192 (mm²) L_{PT}= 2380 (mm) E_T=20500 (kN/mm²) I_T=1920000 (mm⁴) n=4 (本)

離間時

文献1)より、離間前の応力や変形、モーメントを求める。

$$\sigma_{initial} = \frac{\sum P_{PT0}}{A_e} \dots 1) \quad \theta_0 = \frac{\sigma_{initial}}{k_0 \left(\frac{B}{2}\right)} \dots 2) \quad \gamma_0 = \frac{M_{00} \cdot H_{ap}}{2(E_t I_t + E_{PT} I_{PT})} \dots 3) \quad M_0 = M_{00} + K_{PT}(d_{PT1} - d_{PT2})^2 \varphi_0 \dots 4)$$

離間後

脚部離間時に木材の短期許容応力度 s_{fc} の1/2の値となる初期軸力を軸力の最大値とする。基本的に離間前と同じように計算していくが応力度-ひずみ度関係を考慮し、式5)を示す。

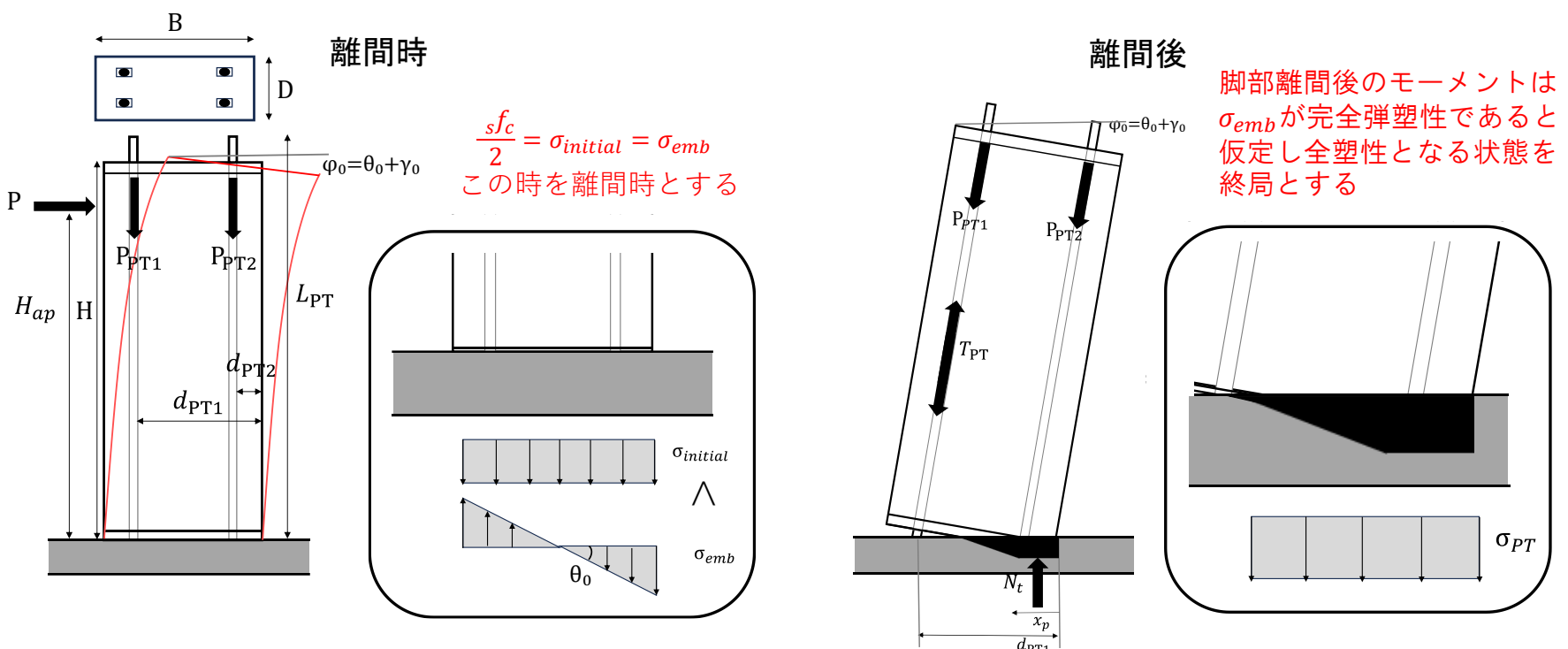
鋼材の引張力が木材の圧縮力と等しいと考え、式6)の中立軸に関する2次方程式が得られる。

2次方程式の解の公式より求めた x_p を使用し、任意の変形角時の曲げモーメントを式7)-8)より求める。

最大軸力を与えた時の応力度 σ_{PT} と s_{fc} が等しくなるときに木材が終局状態とした。その際 x_p を固定し、式6)に式8)を代入して2次方程式の解の公式より軸力が最大耐力になるときの変形角 θ_i を求める。

$$\theta_0 = \frac{2\sigma_{emb} \cdot D_{EF}}{E_t B} \dots 5) \quad \frac{x_p^2 \cdot D \cdot E \cdot \theta_i}{D_{EF}} = (d_{PT1} - x_p) \cdot \varphi_i \cdot K_{PT} + \sum P_{PT0} \dots 6)$$

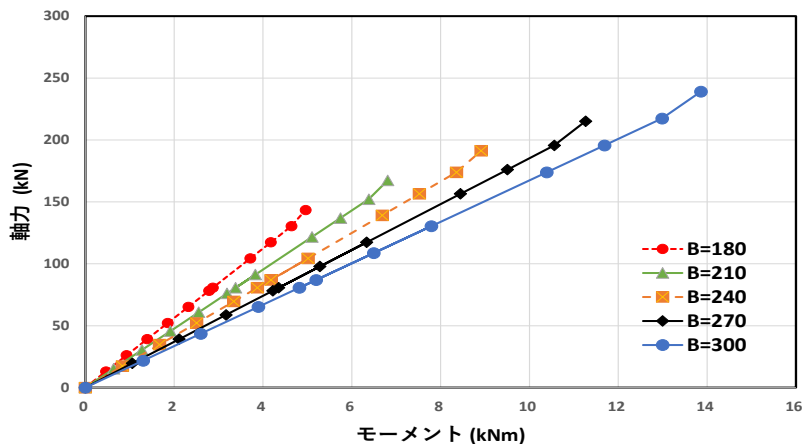
$$M_i = \left(d_{PT1} - \frac{x_p}{2}\right)^2 \left((d_{PT1} - x_p) \cdot \varphi_i \cdot K_{PT} + \sum P_{PT0}\right) \dots 7) \quad \varphi_i = \theta_i + \gamma_{I-1} \dots 8)$$



解析結果

提案した評価手法より高耐力壁柱の荷重変形関係を求める。

柱の樹種：ヒノキ(針葉樹Ⅱ類) 壁柱の長さ：1830mm
奥行：105mm幅 壁柱長さ：180~300mm(30mm間隔幅)



針葉樹Ⅱ類 M-N図

文献では求められなかった終局モーメントを
求めることが可能になった

針葉樹Ⅰ類 剛性計算表

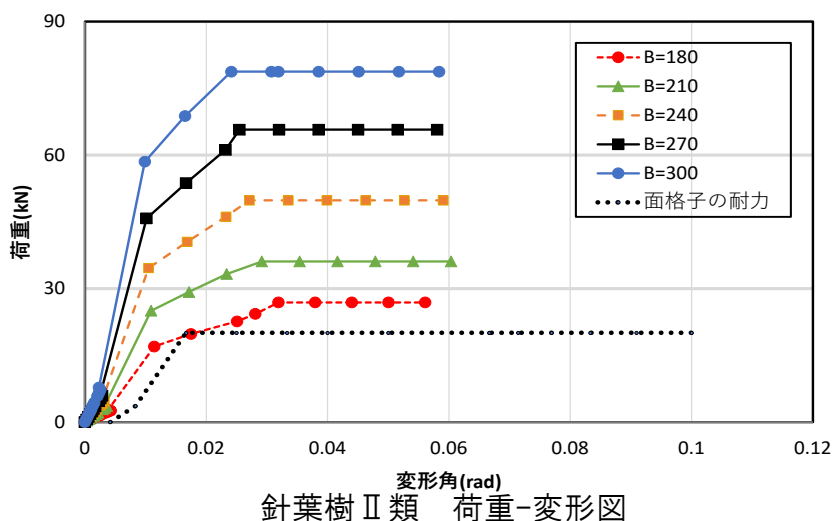
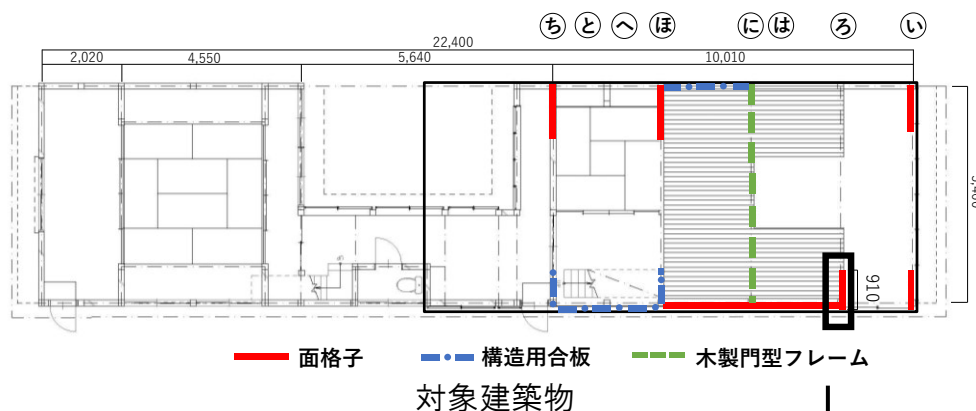
B=180							
樹種	針葉樹Ⅰ類	針葉樹Ⅱ類	針葉樹Ⅲ類	針葉樹Ⅳ類	広葉樹Ⅰ類	広葉樹Ⅱ類	広葉樹Ⅲ類
剛性	993.95	895.18	796.35	697.42	993.95	796.35	697.42
倍率		0.90	0.80	0.70	1.00	0.80	0.70
B=210							
剛性	1570.79	1414.85	1258.77	1102.53	1570.79	1258.77	1102.53
倍率		0.90	0.80	0.70	1.00	0.80	0.70
B=240							
剛性	2331.87	2100.56	1869.01	1637.19	2331.87	1869.01	1637.19
倍率		0.90	0.80	0.70	1.00	0.80	0.70
B=270							
剛性	3299.79	2972.69	2645.24	2317.34	3299.79	2645.24	2317.34
倍率		0.90	0.80	0.70	1.00	0.80	0.70
B=300							
剛性	4526.51	4050.33	3604.44	3157.89	4507.99	3604.44	3157.89
倍率		0.89	0.80	0.70	1.00	0.80	0.70

針葉樹Ⅱ類の奥行き幅180mm部材が針葉樹Ⅰ類の奥行き幅162mmで応用でき、剛性計算表より0.9倍の横幅で耐震補強可能だということが確認できる。

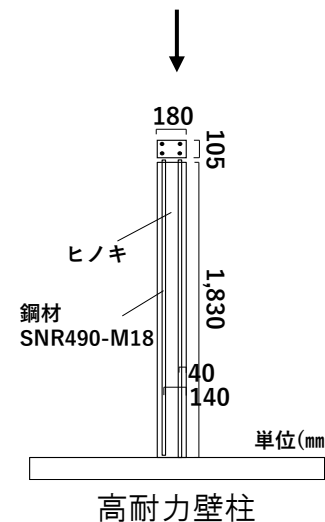
耐震補強

提案した評価手法を用いた高耐力壁柱による狭小間口建物の耐震補強を行い、耐力壁長さの変化を確認する。

- 狭小間口を有する建物は右図に示し、耐震補強を行う部分は1階ろ通り
- ろ通りは45×75mmの格子材(ベイマツ)が縦6本、横13本の面格子壁(壁長910mm)が挿入
- 高耐力壁柱の奥行断面は既存柱105mm角に合わせて同じとし、幅を30mm間隔で180~300mmに変化させ解析を行った



最大変形角も1/15rad程度であり、高耐力壁柱は十分大きな靱性能を有する。壁長さも910mmを180mmと、約8割短くすることが可能であり、高耐力壁柱は狭小間口建物の耐震補強に有用である



まとめ

ポストテンションを用いた木質接合部を持つ高耐力壁柱について荷重変位曲線や計算表などの簡便な評価手法の提案と耐震補強時の有用性の確認を行った結果として、

- 既往研究では求めることができなかった終局モーメントを求めることが可能になった
- 樹種・断面ごとの剛性による計算倍率表の作成より、複雑な計算なしで評価できるようになった
- 高耐力壁柱を用いることで壁長さを8割短くすることが可能となり、狭小間口の耐震補強の有用性を確認することができた

参考文献 長島泰介他：プレストレスを利用した集成材耐力壁の設計法(その1) 三角形分布縦圧剛性と弾性域における耐力壁の挙動について、日本建築学会構造系論文集 第85巻 第770号 pp.539-549, 2020.4.