

研究の背景・目的

《背景》

木質構造で一般的な柱梁接合金物であるホールダウン金物は高耐力な接合金物であるが、脆性的な破壊性状となることが多い。そのため、木質構造の高耐力化が進む中、高い耐力と靱性を併せ持つ接合部の開発が求められている。

《目的》

本研究では文献1)の鋼板貫通釘とSNR鋼材を用いたアンカーボルトによる軸組・枠組壁工法の接合部を提案し、その耐震性能を実験と解析より検証する。

文献1)「鋼板貫通釘を用いたCLT耐力壁の柱脚金物開発に関する研究」



せん断実験

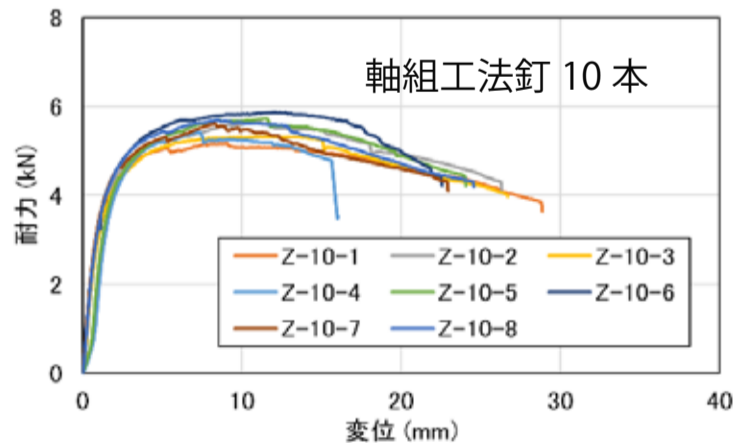
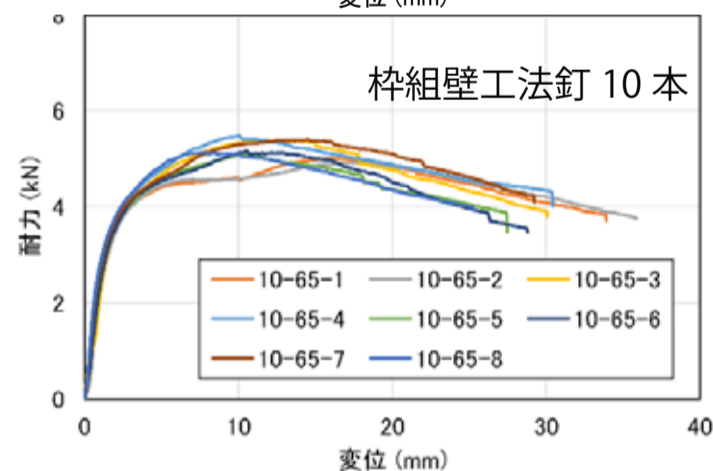
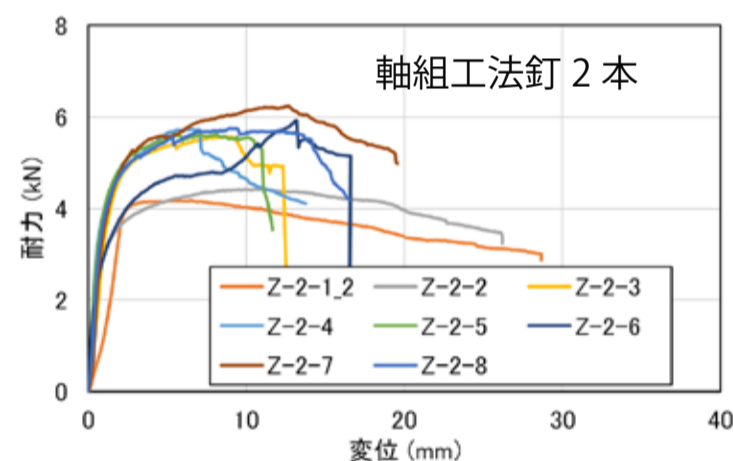
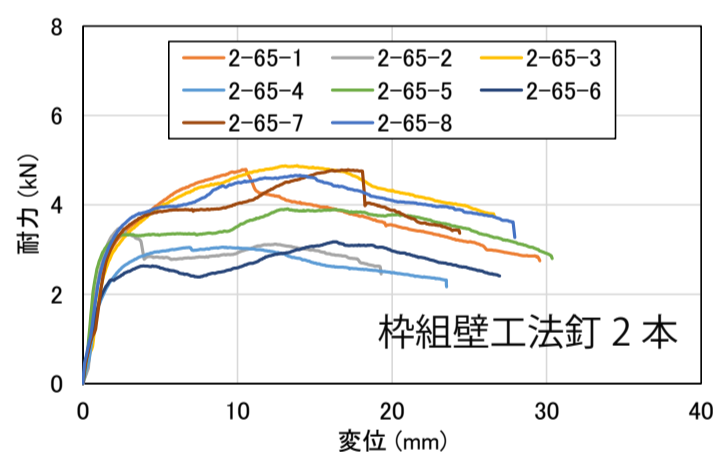
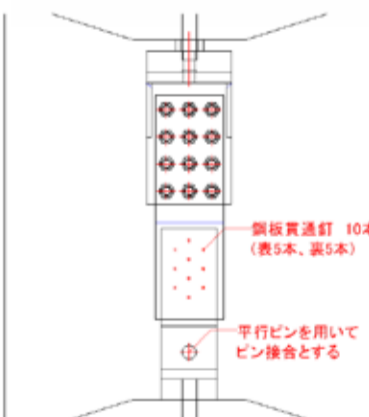
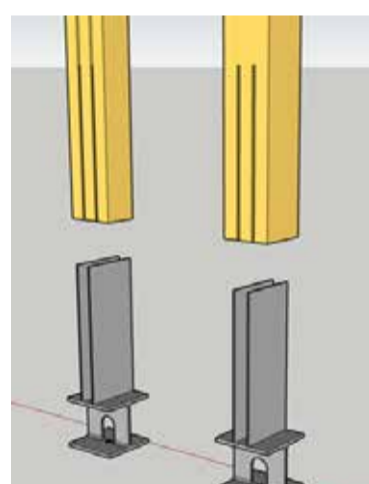
《実験方法》

鋼板貫通釘とアンカーボルトを用いた軸組・枠組壁工法の柱脚接合部を提案し、加力速度5mm/minで2面せん断実験を行う。

実験パラメータは釘本数(2本、10本、30本)と工法(軸組、枠組壁)

《試験体》

接合金物を、軸組工法では集成材の木口2か所に設けたスリットに、枠組壁工法ではSPF材の間に合板を挟むことで設けたスリットに鋼板(SS400:t=4.5mm)を挿入し、鋼板貫通釘で固定した。釘2本と10本が各8体、釘30本が各1体の計34体



《実験結果》(釘2本、10本)

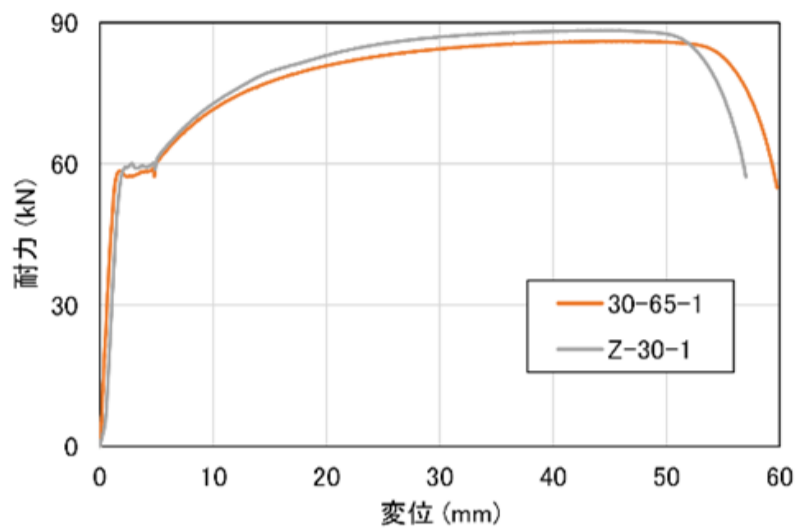
釘2本の結果はばらつきが大きかったため、ここでは釘10本のみ記載する。釘10本の実験より求めた短期基準せん断耐力は、軸組工法2.99kN、枠組壁工法2.87kNとどちらの工法も同程度の値となった。枠組壁工法では、釘打ち込み時に多くの試験体で木材のひび割れが生じたが、図4の荷重変形関係から影響は少ないと考えられる。

ばらつきを考慮した釘1本あたりの短期基準せん断耐力

	実験平均値(kN)	試験体数n	K(95%)	標準偏差	変動係数CV	ばらつき係数(95%)	短期基準せん断耐力
軸組工法	3.38	8	2.19	0.18	0.05	0.88	2.99
枠組壁工法	3.22	8	2.19	0.16	0.05	0.89	2.87

《実験結果》(釘 30 本)

短期基準せん断耐力は軸組工法試験体が 57.47kN、枠組壁工法試験体が 57.03kN と高い値となり、アンカーボルトの破断によって実験を終了した。釘本数を多くすることで軸組・枠組壁工法の柱脚接合部は、文献 1) と同様にアンカーボルト先行降伏型とすることが可能であることが確認された。



破断したアンカーボルト(左30-65-1)、右Z-30-1

解析

鋼板貫通釘を用いた接合部の荷重変位関係を、文献 2) より検討する。鋼板貫通釘が剛体のまま、微小角度 θ だけ回転した状態を考え、 $\tan \theta \doteq \theta$ と近似する。

このとき鋼板貫通釘が主材(木材)及び側材(鋼板)から受ける応力は、めりこみ量に比例し三角分布になると仮定する。せん断力 P 、モーメント M 、接合部変位 δ は、SPF と鋼板の境界面からの距離 (x_1, x_2) を用いた連立方程式となり、鋼板貫通釘径 d の代わりに ϕ を用いることで、式 (1) が得られる。

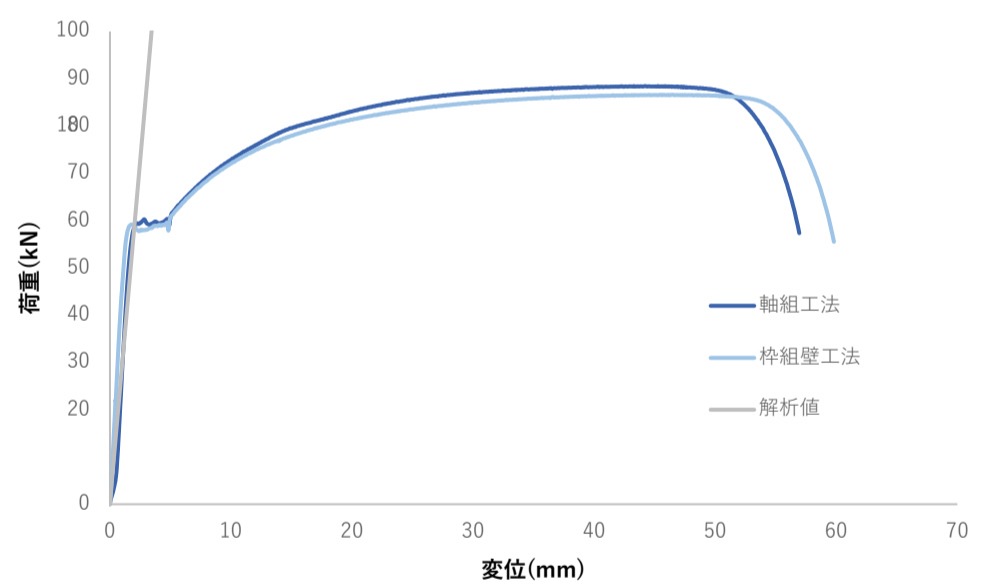
$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{dk_1 t_1^2 (1 + \alpha^3 \gamma \phi) \theta}{3(1 + \alpha)} \\ x_1 &= \frac{t_1 (4 + 3\alpha + \alpha^3 \gamma \phi)}{3(1 + \alpha)} \\ x_2 &= \frac{t_1 (1 + 3\alpha^2 \gamma \phi + \alpha^3 \gamma \phi)}{3\alpha \gamma \phi (1 + \alpha)} \\ \delta &= (x_1 + x_2) \theta \end{aligned} \right\} (1)$$

- ・ 鋼板厚 t_1
- ・ SPF 厚 t_2
- ・ 材厚比 α
- ・ 鋼板の面圧定数 k_1
- ・ SPF の面圧定数 k_2
- ・ 面厚常数 γ
- ・ せん断力 P
- ・ モーメント Q
- ・ 接合部変位 δ
- ・ 木材と鋼板の境界線からの距離 x_1, x_2
- ・ 釘径 d

ここで、 $k_1: 2.04 \text{ kN/mm}^3$ 、 $k_2: 0.03 \text{ kN/mm}^3$ とし、剛体仮定による初期剛性 K は式 (2) より得られる。

$$K = \frac{2dk_1 t_1 \alpha \gamma \phi (1 + \alpha^3 \gamma \phi)}{1 + 4\alpha \gamma \phi + 6\alpha^2 \gamma \phi + 4\alpha^3 \gamma \phi + \alpha^4 \alpha \gamma^2 \phi^2} \quad (2)$$

式 (2) に代入し、初期剛性 K は 14.54 となった。



解析より得られた初期剛性は実験値とほぼ一致した。

まとめ

高い剛性・耐力を有する軸組・枠組壁工法の接合部を開発するため、鋼板貫通釘を用いた柱脚部のせん断実験と解析を実施した。実験より、木材にひび割れが見られても、高い剛性・耐力を持つ接合部が可能であることを確認した。接合部を剛体とした 2 面せん断の解析より、初期剛性の解析値は実験値とほぼ一致した。