

木材が挿入されている角形鋼管短柱の圧縮特性に関する基礎研究

(愛知工業大学) 山本 貴正

1. はじめに

前報 1)に引き続き、木材を挿入させた鋼管の基本的力学性状を把握することを目的として、角柱木材を挿入させた角形鋼管(以下、木材挿入鋼管)短柱の圧縮特性について検討している。なお、木材挿入鋼管は、離島や山間部のような重機を使用できない地域において施工可能であること、かつ鋼管と充填コンクリートの相乗効果による優れた耐力・変形性能を有するコンクリート充填鋼管(以下、CFT)の軽量化を図ることを目指して考案した建設用部材である。

2. 実験概要

木材挿入鋼管短柱の高さは鋼管公称幅の3倍である。角柱木材を、角形鋼管内に挿入できるように各面を長手方向にカンナで、また隅角部をトリマで研いだ。この同一条件試験体のサンプル数は3である。鋼管はSTK400-100×100×3.2、木材は芯材の国産スギである。角形鋼管内に配置した同一寸法の木材(以下、木材短柱)の圧縮試験を3体実施した。また木材を挿入していない角形鋼管(以下、鋼管短柱)の圧縮試験を2体実施した。

各短柱の圧縮試験は、図-1に示すように、試験体両端に設置した載荷板の支持条件を固定とし、その間の相対個所に2台の変位計を設置した。木材挿入鋼管短柱と鋼管短柱は、シーム面を除く3面中央にひずみゲージを、木材短柱は相対する2面にひずみゲージを貼付している。木材挿入鋼管短柱と鋼管短柱は、鋼管の降伏ひずみ度到達まではひずみゲージで計測した軸ひずみ度、その後は試験体高さに対する変位計で計測した軸変位の増分を圧縮ひずみ度とした。なお、木材短柱の圧縮ひずみ度は、圧縮応力度が圧縮強度の40%に到達するまではひずみゲージで計測した軸ひずみ度としている。木材短柱の縦弾性係数(以下、静弾性係数)は、日本住宅木材・技術センターの構造用木材の強度試験マニュアル²⁾に基づき計測した。

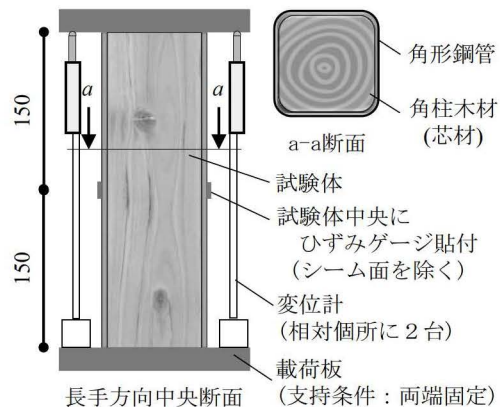


図-1 圧縮試験方法概略図

3. 実験結果・考察

3.1 木材短柱・鋼管短柱

表-1, 2に、木材および鋼管短柱の圧縮試験結果をそれぞれ示す。圧縮降伏応力度は、鋼材の静弾性係数を205kN/mm²として、0.2%off-set法で算出している。試験中の目視によると、木材短柱は、最大圧縮力到達後に屈曲が生じて、その後、節近傍でひび割れが繊維方向に進行していた。鋼管短柱は、最大圧縮力到達後に隣合う鋼管平板部が凹凸に変形する不伸張型の局部座屈が生じた。

表-1 木材短柱の縦圧縮試験結果

ID	気中 かさ密度 (g/cm ³)	静弾性 係数 (kN/mm ²)	圧縮 強度 (N/mm ²)	圧縮強度時 ひずみ度 (%)
1	0.406	6.67	24.1	0.676
2	0.414	4.57	21.5	0.744
3	0.406	7.06	19.4	1.175
<i>m</i>	0.409	6.10	21.7	0.865
<i>s/m</i>	0.011	0.220	0.109	0.313

m: 標本平均 *s*: 標本標準偏差

表-2 鋼管短柱の縦圧縮試験結果

圧縮降伏 応力度		圧縮降伏時 ひずみ度		最大圧縮 応力度		最大圧縮力時 ひずみ度	
<i>m</i>	<i>s/m</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s/m</i>	<i>m</i>	<i>s</i>
(N/mm ²)	(%)	(%)	(%)	(N/mm ²)	(%)	(%)	(%)
342	1.84	0.368	0.003	345	2.27	0.420	0.030



写真-1 木材挿入鋼管の最終破壊状況

3.2 木材挿入角形鋼管

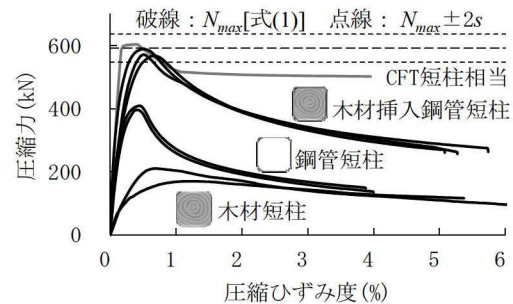
(a) 最終破壊状況

写真-1に、木材挿入鋼管短柱の最終破壊状況の例

を示す。木材挿入鋼管短柱の破壊は、目視によると、最大圧縮力到達後に、鋼管短柱と同様に隣合う鋼管平板部が凹凸に変形する不伸張型の局部座屈が生じた。このことから、鋼管の局部座屈により、挿入されている木材がめり込み変形していると考えられる。

(b) 圧縮力-圧縮ひずみ度関係

図-2 に、木材短柱、鋼管短柱および木材挿入鋼管短柱の圧縮力-圧縮ひずみ度関係をそれぞれ示す。図中には、コンクリートの圧縮強度を、木材短柱の圧縮強度の標本平均とした角形 CFT 短柱の圧縮力-圧縮ひずみ度関係の計算値³⁾(角形 CFT 短柱相当と記載)が併せて示してある。図中の横破線は式(1)の加算最大圧縮力 $[N_{max}]$ である。



$$N_{max} = N_{max-s} + N_{max-w} \tag{1}$$

図-2 圧縮力-圧縮ひずみ度関係

ここに N_{max-s} , N_{max-w} : 鋼管短柱および木材短柱の最大圧縮力の標本平均
横破線は式(1)- $2s$ (s : N_{max-s} と N_{max-w} の標本標準偏差の二乗平方和)である。

同図より、木材挿入鋼管短柱の最大圧縮力は、全サンプルともに式(1) $\pm 2s$ 内に存在していることが認められる。また同図を概観すると、木材挿入鋼管短柱の最大圧縮力到達後の挙動は、木材短柱と鋼管短柱の和と同程度であること、圧縮韌性は角形 CFT 短柱と比較して低いことが見受けられる。

(b) 各種圧縮力到達時の加算圧縮力

表-3 に、木材短柱の最大圧縮力到達時、鋼管短柱の圧縮降伏力到達時、鋼管短柱の最大圧縮力到達時および木材挿入鋼管短柱の最大圧縮力到達時それぞれの圧縮ひずみ度における木材短柱と鋼管短柱の圧縮力の標本平均を合計した値(以下、加算圧縮力)と木材挿入鋼管短柱の圧縮力の比較を示す。表中の各圧縮力到達時の圧縮ひずみ度は、その木材短柱または鋼管短柱の標本平均、加算圧縮力の標本標準偏差は、木材短柱と鋼管短柱の各圧縮ひずみ度における圧縮力の標本標準偏差の二乗平方和としている。なお、基準化 (z 値)における平均値は加算圧縮力、標準偏差は上記の二乗平方和としている。同表に示すように、各圧縮力到達時の圧縮力の z 値は、 ± 2 範囲内である。このことから、また前述 3.2(b) より、木材挿入鋼管短柱の鋼管と木材の相互作用はないと推測される。

表-3 木材挿入鋼管短柱の加算圧縮力と圧縮力

	ϵ (%)	加算圧縮力		圧縮力*	
		m (kN)	s (kN)	実測値 (kN)	z 値
木材短柱の 最大圧縮力到達時	0.865	555	44.6	543	-0.262
				525	-0.659
				506	-1.106
鋼管短柱の 圧縮降伏力到達時	0.368	552	48.9	502	-1.022
				576	0.499
				535	-0.337
鋼管短柱の 最大圧縮力到達時	0.420	559	41.9	524	-0.837
				583	0.583
				555	-0.099
木材挿入鋼管短柱の 最大圧縮力到達時	1.875	551	27.5	568	0.604
				589	1.367
				572	0.741

ϵ :各圧縮力到達時の圧縮ひずみ度

*各圧縮力到達時の木材挿入鋼管短柱の圧縮力

4. おわりに

実験の結果、木材挿入鋼管短柱の鋼管と木材の相互作用はないなどの知見を得た。木材が挿入されているアルミニウム管は相互作用が認められていることから⁴⁾、このことは、木材と比較して鋼管の静弾性係数が高いことが起因していると考えられる。

謝辞 本稿の研究成果は、令和2年度愛知工業大学耐震実験センター研究助成の支援による。また本実験を遂行するにあたり、長崎大学大学院の中原浩之教授、愛知工業大学本科生の猪原健太郎君、渡邊直也君のご助力を得た。

参考文献 1) 萩尾, 他4名: 日本建築学会東海支部研究報告集, Vol.57, pp.73-76, 2019.2 2) 日本住宅木材・技術センター: 構造用木材の強度試験マニュアル, pp.13-14, 2011.3 3) 中原, 他2名: コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.3, pp.817-821, 1998 4) 石渡, 他2名: 日本建築学会構造系論文集, Vol.83, No.746, pp.647-657, 2018.4