

# 角形鋼管を集成材で補剛した柱部材の構造性能と適用事例

T-WOOD® TAIKA の開発

加藤 圭\*<sup>1</sup>・安田 聡\*<sup>1</sup>・馬場 重彰\*<sup>2</sup>・島村 高平\*<sup>3</sup>・坂口 裕美\*<sup>3</sup>

Keywords : square steel pipe, laminated lumber, hybrid member, buckling stiffening, structural testing

角形鋼管, 集成材, ハイブリッド部材, 座屈補剛, 構造実験

## 1. はじめに

我が国では近年、脱炭素社会の実現や国土保全を目的として、国産木材の利用が促進されており、特に大きな需要先として建築分野に期待が集まっている。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」は、2021年には「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」に改題され、法律の目的が明示されるとともに、法律の対象が公共建築物から民間を含んだ建築物一般に拡大された。こうした潮流の中、従来の小規模住宅だけでなく、オフィスや教育施設、商業施設といった中大規模・中高層建築物の建設においても木材利用の拡大が期待されている。

中大規模建築物は、敷地の条件や用途・規模によって、耐火建築物としなければならないことが多い。耐火建築物の柱には耐火性能が要求されることから、この柱を木造化する場合、鉛直軸力を支持する大断面の木柱を石こうボードなどの耐火被覆材で周囲を囲む必要が生じる。これらを要因として、一般に耐火木質柱は、鉄筋コンクリート柱や鉄骨柱に比べて柱の断面サイズが大きく、構造体に使用されている木材が表面から見えないといった課題を有する。

そこで当社では、角形鋼管と集成材を組み合わせることでこれらの課題の解決を図った柱部材「T-WOOD TAIKA」（以下、ハイブリッド柱）を考案し、実大の試験体を用いた各種実験を通じて、構造性能と耐火性能を把握した。本報では特に、構造実験の結果<sup>1)2)</sup>を報告するとともに、実施適用に至った新築の公共建築物の事例<sup>3)</sup>紹介を通じ、本ハイブリッド柱の有効性を示す。

## 2. 部材の概要

図-1に本ハイブリッド柱の断面、写真-1に製造工程を示す。本ハイブリッド柱では、鉛直軸力を支持する角形鋼管の周囲を集成材で囲むことで、角形鋼管の座屈を抑制する補剛材や、火災時の断熱材として機能させる。また、1時間の耐火性能を確保するため、角形鋼管と集成材の間に厚さ20mmのけい酸カルシウム板1枚を配置して、燃え止まり層としている。

製造では、日本農林規格（JAS）の集成材を加工した板材3枚を組み合わせて、二次接着（集成材相互の接着）・圧縮し、溝形断面の函体を形成する。同函体に対し、けい酸カルシウム板で被覆した角形鋼管を嵌合させる。さらに別の集成材で蓋をするように閉塞し再度二次接着・圧縮して一体化する。この時、各材料間のクリアランスは、製造時の寸法精度を考慮した上で可能な限り小さく設定し（片側2.5mm）、材料相互はほぼ密着した状態である。また、二次接着には構造用集成材の一次接着と同じくレゾルシノールフェノール樹脂接着剤を用いる。圧縮作業も一次接着と同様の手順と管理値（圧力と時間）とすることで、二次接着も一次接着と同等の構造性能と耐久性能を有している。

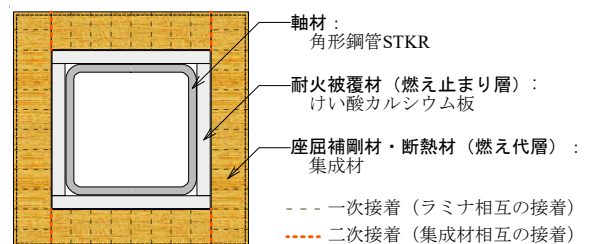


図-1 本ハイブリッド柱の断面  
Fig.1 Cross section of hybrid column

\*1 技術センター 都市基盤技術研究部 構造研究室  
\*2 技術センター 都市基盤技術研究部 防災研究室  
\*3 設計本部 構造設計第二部



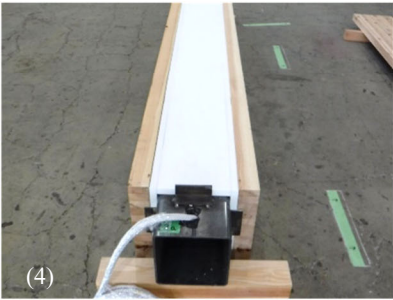
(1) 鉄骨製作工場で作成した角形鋼管部材を  
集成材加工工場へ搬入



(2) けい酸カルシウム板による被覆



(3) 3枚の集成材を二次接着・圧縮して  
(1回目)、溝形の函体を製作



(4) 集成材による函体に角形鋼管を嵌合



(5) 4枚目の集成材による蓋をして  
二次接着・圧縮(2回目)



(6) 表面仕上げ・塗装をして完成。  
養生をして現場へ搬入する

写真-1 ハイブリッド柱の製造工程  
Photo.1 Production process of hybrid member

本ハイブリッド柱は、以下の特徴・利点を有する。

1. 構造性能および耐火性能に寄与する木材をそのまま現しの仕上げ材として利用できる。
2. 同等の構造性能を有する一般的な耐火木質柱と比較して、断面の小型化および軽量化が可能である。
3. 他部材との接合は、ボルト接合や溶接など在来工法を適用可能で、現場における建て方も在来の鉄骨工事と同様である。

### 3. 構造性能

#### 3.1 実験計画

集成材による補剛効果を検証するため、実大の試験体を用いた圧縮載荷実験を実施した。

試験体の一覧を表-1 に、断面図と立面図を図-2、図-3 に示す。また、試験体に使用した角形鋼管および集成材の材料特性値を表-2、表-3 に示す。

試験体は、断面、材長および支持条件を変化させた No.1~6 の計 7 体とした。試験体 No.1~No.2u は、角形鋼管サイズ□-200、No.3~No.6 は□-75 である。角形鋼管の鋼種は、□-200 では STKR490、□-75 では STKR400 である。集成材の構成方法は、4 枚の集成材を接着する方法を基本としたが、No.2u ではルーター加工機により溝欠き加工した「コの字形」断面の 2 つの

集成材ブロックを接着する方法とした。また、角形鋼管のサイズを変えた場合にも、被覆を構成する集成材およびけい酸カルシウム板の厚さを一定とすることを基本としたが、No.3 では集成材およびけい酸カルシウム板の被覆の寸法を約 1/2 とし、□-200 シリーズの縮小スケールと見られるよう設定した。なお、表中の  $\lambda$  および  $H\lambda$  は、角形鋼管のみの場合とハイブリッド部材の場合それぞれの細長比を現し、 $H\lambda$  は式(1),(2)に示した評価法により集成材の曲げ剛性を加味している<sup>1)</sup>。算出に際し、各係数には材料試験の結果(表-2、表-3)を反映させた。

試験体の支持条件は、試験体 No.1 では両端に配したベースプレートを試験機の上下耐圧版にボルト接合した固定支持、その他では試験体両端にナイフエッジを配してピン支持を再現した。加力は 10MN 万能試験機により、荷重が最大耐力に達し、試験体が破壊に至るまで単調に圧縮載荷した。

$$H\lambda = \frac{L_k}{H i} = \frac{L_k}{\sqrt{H I / S A}} \quad (1)$$

$$H I = S I + \frac{W E_b}{S E_b} \times W I \quad (2)$$

[記号]

$L_k$ : 座屈長さ  
 $i$ : 断面二次半径  
 $I$ : 断面二次モーメント  
 $A$ : 断面積  
 $E_b$ : (曲げ)ヤング係数

添え字  
 $H$ : ハイブリッド部材  
 $S$ : 鋼材 (角形鋼管)  
 $W$ : 木材 (集成材)

表-1 試験体一覧  
Table 1 List of specimens

試験体	鋼管		集成材 樹種	支点間 距離 [mm]	細長比		備考
	鋼種	断面 [mm]			$s\lambda/A$	$h\lambda/A$	
No.1	STKR490	□-200×200×12	ヒノキ	2,300	0.19	0.13	両端固定
No.2				6,000	0.98	0.70	
No.2u				5,595	0.88	0.62	コの字形
No.3	STKR400	□-75×75×4.5		6,000	2.36	1.44	1/2縮尺
No.4				3,000	1.18	0.35	
No.5				6,000	2.36	0.69	
No.6			スギ	6,000	2.36	0.78	

表-2 鋼材の材料特性値  
Table 2 Material property values of steel

使用 試験体	鋼種	板厚 [mm]	耐力 $\sigma_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	引張強さ [N/mm <sup>2</sup> ]	降伏比 [%]	伸び [%]
No.1,2	STKR490	11.6	526	557	94.6	33.2
No.2u		12.1	480	526	91.2	35.2
No.3~6	STKR400	4.2	427	469	91.0	33.0

角形鋼管の材長方向から採取した5号試験片3本の引張試験結果平均。  
明確な降伏点を示さなかったため、0.2%耐力で評価した。

表-3 集成材の材料特性値  
Table 3 Material property values of laminated lumber

使用 試験体	樹種	強度等級	比重	含水率 [%]	曲げ強さ [N/mm <sup>2</sup> ]	ヤング率 $E_b$ [10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> ]
No.1,2	ヒノキ	E95-F270	0.493	15.7	48.9以上	1.03
No.2u			0.473	10.3	45.5	1.10
No.3			0.470	15.5	71.1	0.95
No.4,5			0.458	15.1	61.2	1.04
No.6	スギ	E65-F225	0.404	14.6	55.8	0.79

試験体1辺を構成する板と同断面の試験片を弱軸方向に曲げ試験した結果。

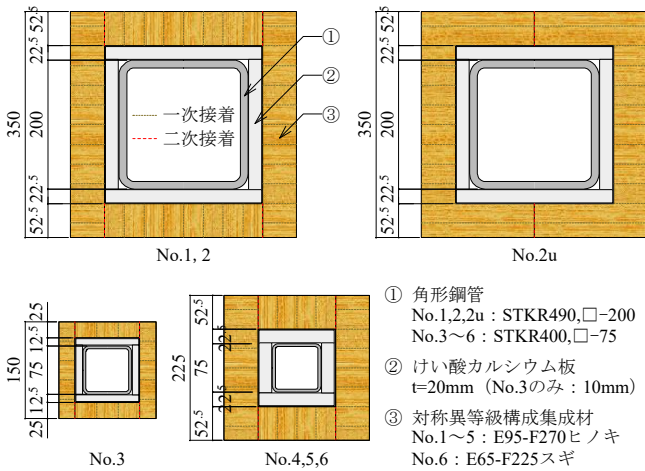


図-2 試験体の断面  
Fig. 2 Cross section of specimens

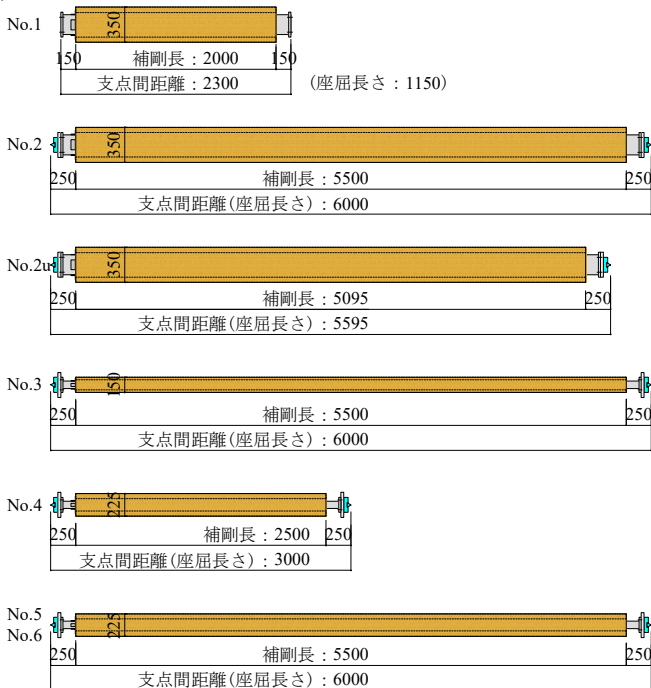


図-3 試験体の立面  
Fig. 3 Elevation of specimens

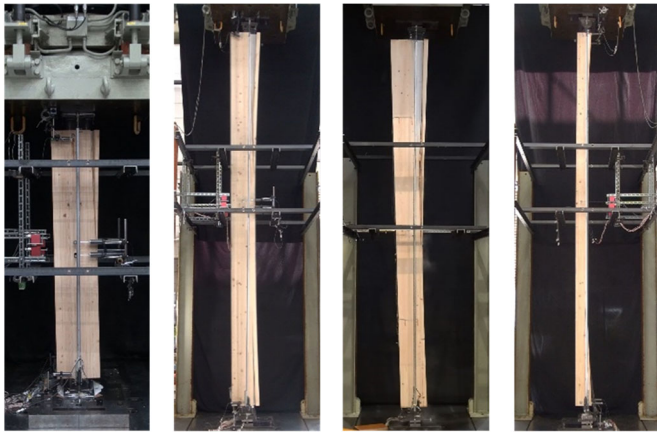
### 3.2 実験結果

実験結果の一覧を表-4に、終局時の破壊性状を写真-2に、荷重-変位関係を図-4にそれぞれ示す。ここで、鉛直変位(左図)は支点間で計測した軸縮み量を、水平変位(右図)は材長中央で計測した角形鋼管のたわみ量を示す。いずれの試験体でも初期剛性は、角形鋼管のみの軸剛性の計算値と一致した。荷重の増加にとともに水平変位が増大するとともに、軸剛性は徐々に低下した。No.3,4では最大荷重到達後も水平変位が進行した後に、その他では最大荷重到達時に、集成材の端部において割裂が生じた。この割裂は、集成材がたわみ変形した角形鋼管により内側から押され、端部の隅角部を起点に生じたものである。No.1以外では荷重支持能力が一気に喪失する脆性的な破壊であった。集成材の割裂は、木破もしくは接着層近傍の疑似剥離であった。集成材の積層方向や二次接着の位置が異なるNo.2uでも、割裂の起点や向きについて他の試験体と同様の破壊性状であった。支持条件を両端ピンとしたNo.2~6では角形鋼管の座屈形状は1次モードであった。

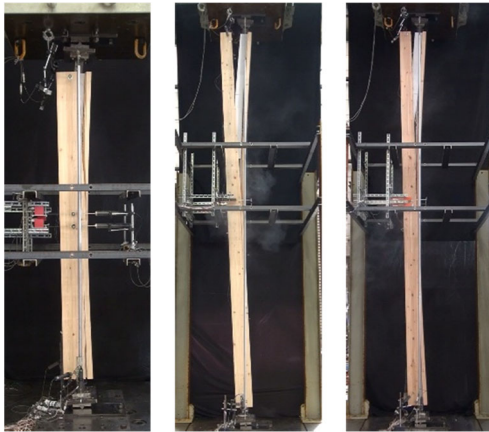
圧縮耐力(最大荷重)の実験値  $expP_{max}$  は、いずれの試験体でも角形鋼管のみの座屈耐力の計算値  $sP_{cr}$  を上回った。No.1とNo.2, No.4とNo.5を比べると、同一断面においても、支点間距離もしくは座屈長さが長いほど、圧縮耐力の向上率  $expP_{max}/sP_{cr}$  は大きくなった。また、No.3とNo.5, No.5とNo.6を比べると、同一の支点間距離でも、集成材の補剛厚が厚い方、ヤング係数が高い方が、向上率は大きくなった。

表-4 実験結果一覧  
Table 4 List of experiment results

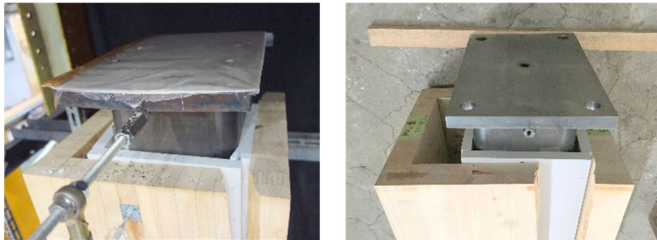
試験体	細長比		鋼管 降伏荷重 $sP_y$ [kN]	鋼管 座屈荷重 $sP_{cr}$ [kN]	部材の 最大荷重(実験値) $exp P_{max}$ [kN] ( $sP_y$ )	耐力時 水平変位 $\delta_{max}$ [mm]
	$s\lambda/A$	$h\lambda/A$				
No.1	0.19	0.13	4,413	4,350	4,570 (1.04)	6.1
No.2	0.98	0.70	4,413	2,702	2,714 (0.61)	17.7
No.2u	0.88	0.62	4,184	2,888	3,112 (0.74)	12.0
No.3	2.36	1.44	488	53	142 (0.29)	47.3
No.4	1.18	0.35	488	210	400 (0.82)	12.3
No.5	2.36	0.69	488	53	340 (0.70)	32.5
No.6	2.36	0.78	488	53	311 (0.64)	37.3



No.1 No.2 No.2u No.3



No.4 No.5 No.6



集成材頭部の割裂(No.1) 集成材頭部の割裂(No.2u)

写真-2 破壊性状  
Photo.2 Failure behavior

部材の座屈方向を紙面左方向に揃えるため、一部画像を左右反転させた。

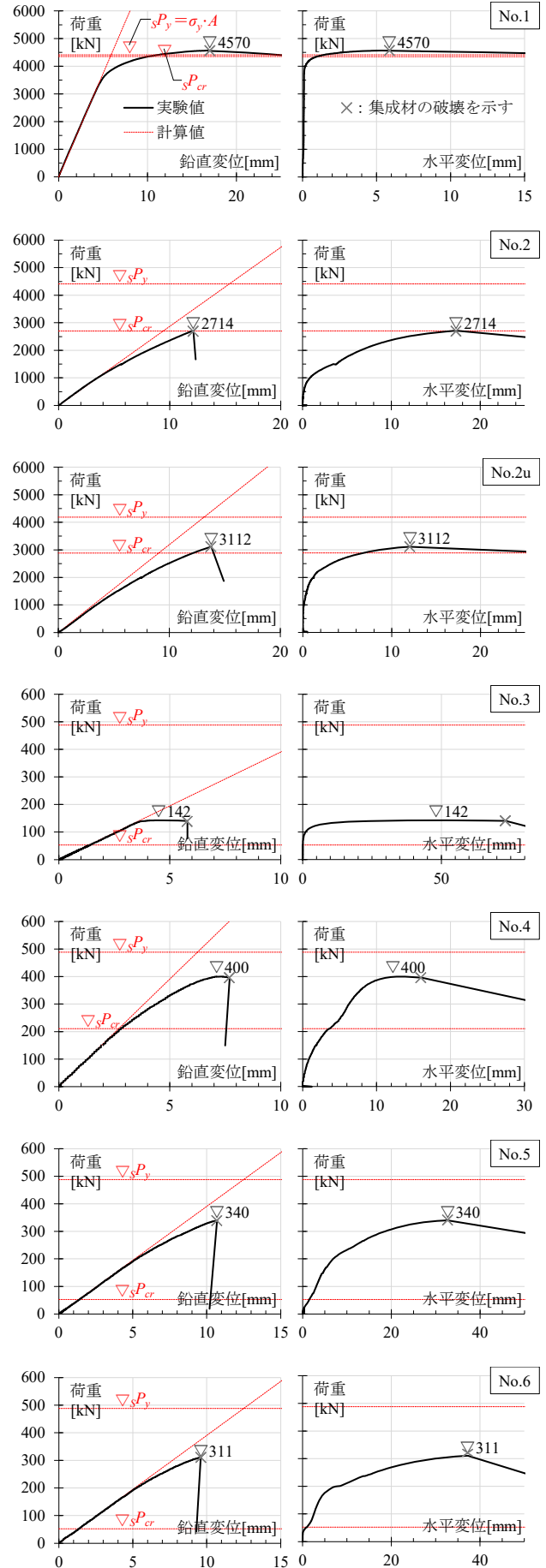


図-4 荷重-変位関係  
Fig.4 Load-displacement relations

図-5 に、最大荷重の実験値  $expP_{max}$  を座屈曲線上にプロット (図中赤○印) して示す。鋼種やサイズの異なる部材を同一グラフ上に示すため  $expP_{max}$  を降伏荷重  $sP_y (= \sigma_y \cdot SA)$  で除して無次元化した。弾性座屈の範囲である No.3 はオイラー座屈荷重と整合した。非線形座屈の範囲では、限界状態設計指針<sup>4)</sup>に示された耐力式と概ね整合した。同座屈耐力式は、本ハイブリッド柱の破壊性状を正確に表すものではないが、実務上はこれを用いて簡便に算定することが可能である。

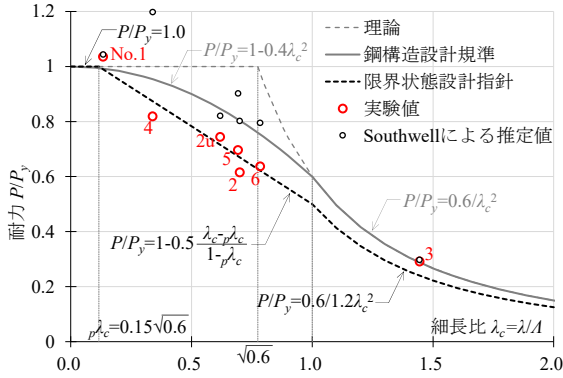


図-5 座屈曲線と実験値  
Fig.5 Buckling curve and experimental value

## 4. 耐力の評価

### 4.1 耐力推定方法の概要

一般に柱のような細長い部材の軸方向に圧縮力が加わると、荷重の増大に従って材長中央のたわみが加速度的に進行する。この際、荷重-水平変位 (たわみ) 関係は、部材の座屈荷重  $P_{cr}$  に収束するように増加すると仮定できる。ただし、本ハイブリッド柱においては荷重の増大過程でも水平変位がある限界値  $\delta_{max}$  に達すると、木材が鋼管のたわみ変形に追従しきれなくなり、端部から割裂破壊が生じる。本ハイブリッド柱では、その時点が部材耐力 (最大荷重)  $H P_{max}$  となる (図-6 (a))。したがって、本章では木材が弾性体で破壊が生じないと仮定した場合に想定される荷重-水平変位関係 (図-6 中の黒実線) と、木材に割裂破壊が生じる部材の水平変位  $\delta_{max}$  を定めることにより、 $H P_{max}$  を推定することを試みる。本検討では、荷重  $P$  と水平変位  $\delta$  の関係は元たわみ  $\delta_0$  を用いて  $P = P_{cr} \times \delta / (\delta + \delta_0)$  の形で表せるものとする。また、部材耐力  $H P_{max}$  は、鋼材単体の座屈耐力  $s P_{cr}$  を下回ることではないから (図-6 (b))、式(3)で推定することができると考えられる。以下 4.2~4.4 節では、式(3)中の  $H P_{cr}$ 、 $\delta_{max}$ 、 $\delta_0$  各係数について検討する。

$$H P_{max} = \max \left( H P_{cr} \times \delta_{max} / (\delta_{max} + \delta_0), s P_{cr} \right) \quad (3)$$

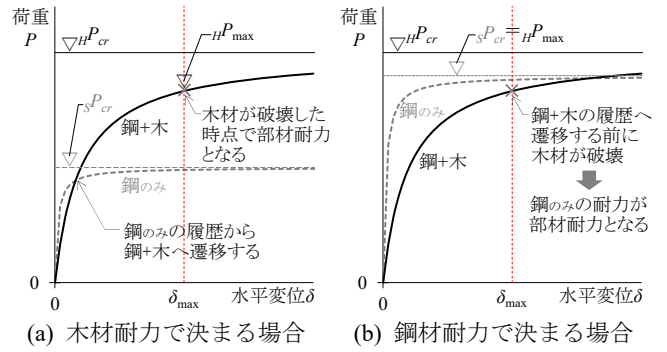


図-6 耐力推定の概要

Fig.6 Outline of bearing strength estimation method

### 4.2 座屈荷重 $H P_{cr}$

Southwell 法<sup>5)</sup> (柱の座屈実験から弾性座屈荷重を算定する方法) により、構造実験における荷重  $P$  と水平変位  $\delta$  の値を用いて、 $H P_{cr}$  を推定する。図-7 に Southwell プロット ( $\delta/P - \delta$  関係) と回帰直線を試験体ごとに示す。ここで回帰直線は、グラフの線型性が確保される計測範囲として  $0.8 P_{max}$  から  $1.0 P_{max}$  までの範囲におけるプロットを用いて最小二乗法により求めた。同直線の傾きの逆数が座屈荷重の推定値である。得られた座屈荷重の値を前掲図-5 にプロット (図中黒○印) すると、No.4 では各座屈曲線を大きく上回ったものの、その他は鋼構造設計規準<sup>6)</sup>に示された耐力式と概ね整合した。したがって、本検討では座屈荷重  $H P_{cr}$  として同耐力式を採用することとする。

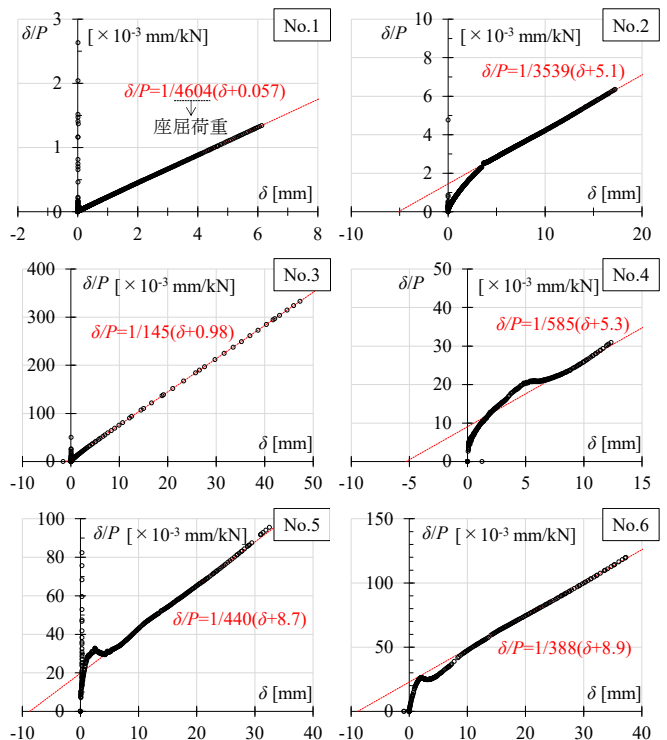
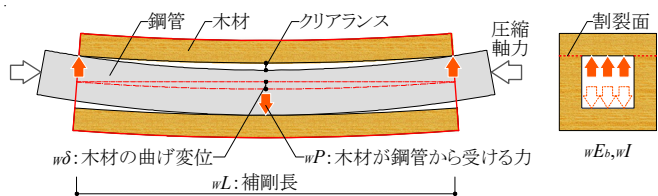


図-7 Southwell プロットによる座屈荷重の推定 (抜粋)  
Fig.7 Estimating buckling load by Southwell plot

### 4.3 最大水平変位 $\delta_{max}$

部材の最大水平変位  $\delta_{max}$  を決定する要素として、木材が鋼管のたわみ変形へ追従するための曲げ変形性能が挙げられる。ここでは、木材が鋼管から受ける加力状態を、両端ピン支持の単純梁の中央集中荷重と仮定する(図-8)。木材の曲げ強度もしくは端部の支持点における反力が割裂強度に達する荷重のいずれか小さい方を木材の耐力  ${}_wP_{max}$  とした。ここで割裂強度は、木材の繊維と直角方向の応力を受ける場合の割裂破壊<sup>7)</sup>として算出した。さらに、木材の耐力時の曲げ変位を一般的なたわみ式より求め、これを木材の最大曲げ変位  ${}_w\delta_{max}$  とした(式(4))。試験体ごとの算出結果を表-5に示す。

$${}_w\delta_{max} = \frac{{}_wP_{max} {}_wL^3}{48 {}_wE_b {}_wI} \quad (4)$$



(a) 立断面 (b) 木口面

図-8 部材の加力状態の模式図

Fig.8 Schematic diagram of loading condition of hybrid member

表-5 木材の耐力と最大曲げ変位

Table 5 Wood strength and maximum bending displacement

試験体	木材の耐力 ${}_wP_{max}$ [kN]		最大曲げ変位 ${}_w\delta_{max}$ [mm]
	割裂	曲げ	
No.1	○ 26.5	531.1	0.5
No.2	○ 26.5	193.1	9.4
No.2u	○ 26.5	194.0	6.9
No.3	○ 6.0	23.3	65.0
No.4	○ 26.5	170.9	4.2
No.5	○ 26.5	77.7	45.1
No.6	○ 19.8	70.8	44.6

耐力は中央荷重に換算した。曲げ強度・ヤング係数は、材料試験の結果を反映した。ただし、せん断基準強度はヒノキ:  $3.6\text{N/mm}^2$ 、スギ:  $2.7\text{N/mm}^2$  とした<sup>7)</sup>。木材の耐力には○印を採用。

木材の最大曲げ変位  ${}_w\delta_{max}$  と部材の最大荷重時の水平変位  $\delta_{max}$  との関係は線型であると考えられ、係数  $a, b$  を用いて式(5)で表される。本報では簡易に、各試験体の  ${}_w\delta_{max}$  計算値と  $\delta_{max}$  実験値との関係を最小二乗法で評価することで、係数  $a, b$  を得た(図-9)。

$$\delta_{max} = a {}_w\delta_{max} + b \quad (5)$$

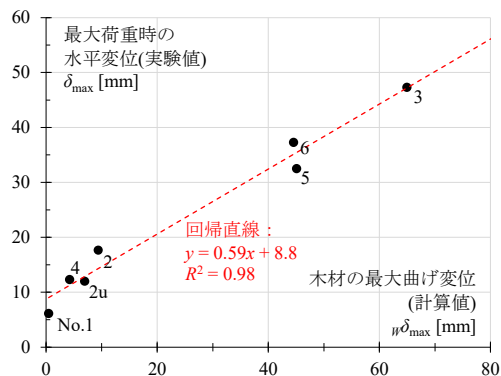


図-9 部材の水平変位と木材の曲げ変位の関係

Fig.9 Relationship between horizontal displacement of hybrid member and bending displacement of wood

### 4.4 元たわみ $\delta_0$

本ハイブリッド柱では鋼管のたわみ変位が、鋼管-木材間のクリアランス量に達し、木材との接触以降に合成構造となる(前掲図-8参照)。本検討では同クリアランスの寸法を合成構造としての元たわみ  $\delta_0$  に採用する。同クリアランスには設計寸法が設定されているものの、実際には製作誤差によるばらつきが存在する。同クリアランスに誤差を生じさせる要素と許容誤差を表-6に示す。誤差の累計を二乗和の平方根で求め、ばらつきを含めたクリアランスの値を設定し、 $\delta_0$  とした。

表-6 クリアランスの設定 (No.1,2,2uの例)

Table 6 Setting of clearance

要素	設計値 [mm]	許容誤差 [mm]		許容誤差の設定根拠
		減 <sup>*1</sup>	増 <sup>*1</sup>	
① 木材の内法	245	-1	+1	製作工場実績
② 鋼管の辺長	200	+2	-2	JASS6 <sup>*2</sup>
③ ケイカル板厚	20	+1	-0	メーカー実績
クリアランス =①-②-③×2	5	-2.6 最小2.4	+2.2 最大7.2	各許容誤差の二乗和の平方根

\*1 減・増...それぞれ、クリアランスを減少・増大させる側の誤差。

\*2 鉄骨精度検査基準のせい管理許容差を採用した。

### 4.5 耐力推定値と実験値の比較

4.2~4.4 節より定めた各係数を用いて、式(3)より各試験体仕様の耐力推定値  ${}_H P_{max}$  を算出し、実験値  ${}_{exp} P_{max}$  と比較した(図-10)。図中には、鋼管-木材間クリアランスの誤差による推定値の変動範囲をエラーバーにより示した。推定値は、No.1, 2u では鋼材耐力  ${}_s P_{cr}$  が採用され、その他の試験体では木材の耐力で決まる耐力となった。推定値は概ね試験体の最大荷重の実験値を再現する結果となった。ただし、No.4 の推定値は実験値に対し 20%程度低くなった。クリアランスの誤差による影響が大きいことに加え、座屈荷重の設定が外れていることが影響しており、同値の評価法には更なる検討を要する。

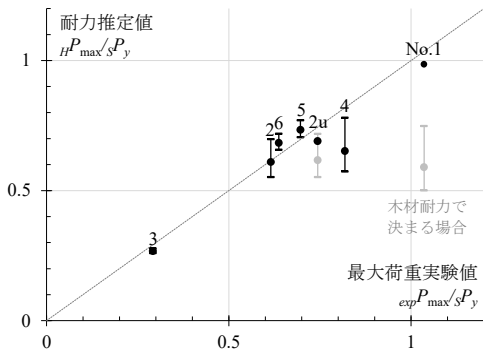


図-10 ハイブリッド柱の耐力推定値と実験値の比較  
 Fig.10 Comparison of estimated and experimental bearing capacity of hybrid column

## 5. 実施適用

### 5.1 建物の概要

本ハイブリッド柱を初めて採用したのが、埼玉県さいたま市に建設された大宮区役所新庁舎（写真-3）である。この建物は旧庁舎の老朽化に伴い、新築建替えがなされたものである。製糸業により日本の近代化を

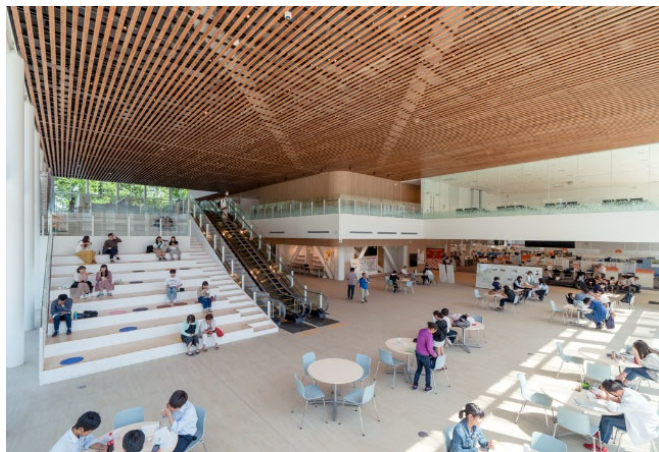
支えたという大宮の歴史から着想し、「まちを紡ぐ、人を紡ぐ、時を紡ぐ」をコンセプトに、外観は絹糸を、構造体は織枠をイメージして象徴的に設計された。

1～3階には区役所の窓口やフリースペース、図書館など市民の利用頻度が高い機能を、4～6階には各部門の事務室など専門性の高い執務空間を配置している。1階と2階のフリースペースと2階と3階の図書館はらせん状につながっており、利便性と直感的な分かりやすさを重視した建築計画とした。

図-11 に建物の構造伏図および軸組図を示す。建物は54m×54mの平面形状で、地上6階、地下1階建ての免震鉄骨造である。建物の中央に位置するコア部にはX・Y方向ともにブレースを配置し、建物が地震荷重をはじめとした水平力を負担する際に必要な剛性と耐力を確保している。これにより、外周部の柱を長期鉛直軸力のみを負担するスレンダーな柱とすることができ、建物の外周空間はフレキシブルなデザインが可能な計画とした。



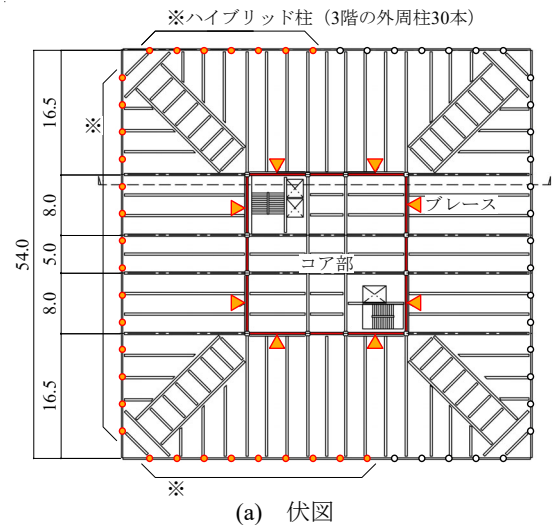
(a) 外観



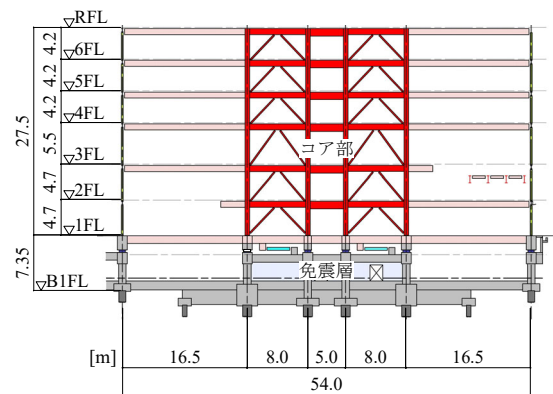
(b) 1階フリースペース

写真-3 大宮区役所新庁舎

Photo.3 Omiya ward office's new government building



(a) 伏図



(b) 軸組図

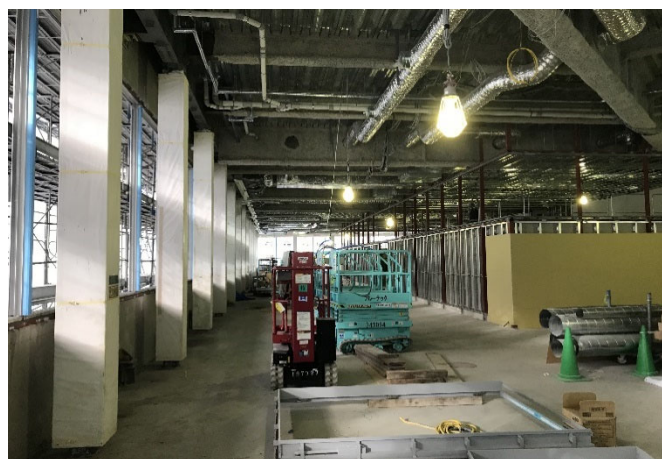
図-11 構造図

Fig.11 Structure framing plan

## 5.2 ハイブリッド柱の設計と施工

長期軸力のみを負担する外周柱のうち、3階の図書館に当たる部分では、公共施設への国産木材の利用促進に配慮して、本ハイブリッド柱を30本適用した(写真-4)。本柱は、構造実験で性能を検証した試験体の最大断面(STKR490, □-200)を採用した。本柱が接合する上下の梁の支点間距離は5,595mmで、角形鋼管の細長比は設計値で73.7、集成材による補剛効果を加味した等価細長比は57.4である。本柱のうち、長期軸力の最大値は1,334kNである。柱の長期許容荷重は、集成材による補剛効果を加味し、角形鋼管のみの場合より約20%大きく設計することができた。また、本建物は耐火建築物であり、柱には1時間の耐火性能が要求された。この条件は、構造実験結果に基づき部材の耐力増大を図った構造評定を日本建築センターにて受けた後、耐火大臣認定を取得することで満足させた。

集成材は、表面のうち厚さ5mmを仕上げ層の扱いとして、構造性能や耐火性能に寄与する木材自体を現しとすることとした。また、この集成材には地元の埼玉



(a) 施工中



(b) 供用中

写真-4 3階図書館  
Photo.4 Library on the 3rd floor

県産のヒノキ材を使用し、地域振興を図るとともに、市民から親しまれる庁舎を目指した。

施工面では、各柱の柱脚部はベースプレートと当該階のH型梁の上フランジをボルト接合し、柱頭部はブラケット形式として上層階の梁とボルト接合した。次節の柱は現場溶接で接合した。また、集成材加工工場において角形鋼管と集成材の一体化を済ませた部材を現場に搬入することで、施工現場では在来の鉄骨工事と同様の建て方が可能であった。

## 6. おわりに

我が国における国産木材の建材利用推進に対応し、木材を鉄骨造をはじめとした中大規模建築物に有効活用する技術として、角形鋼管を集成材で補剛したハイブリッド柱部材「T-WOOD TAIKA」を開発した。本開発では、実大の試験体を用いた構造実験を通じて、集成材により角形鋼管の座屈を抑制する十分な補剛効果を確認するとともに、既存の座屈耐力評価式を応用したハイブリッド部材の圧縮耐力評価法を提案した。

さらに、本ハイブリッド柱の耐火大臣認定を取得し、新築の公共建築物に適用した。本建物の設計と施工を通じて、本ハイブリッド柱に関する技術の有効性を検証することができた。

今後は、「T-WOOD TAIKA」の普及展開や、断面サイズや形状の異なるハイブリッド部材の開発をはじめとして、当社の木造・木質建築のための技術シリーズ「T-WOOD」のさらなる拡充を通じて、中大規模建築物における木材の活用貢献していく。

## 参考文献

- 1) 加藤圭, 森田仁彦, 島村高平, 梅森浩, 坂口裕美: 角形鋼管を集成材により補剛したハイブリッド部材に関する研究 その3, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1077-1078, 2018年7月
- 2) 黒岩秀介, 加藤圭, 安田聡, 馬場重彰: 角形鋼管を集成材で補剛した圧縮部材の開発 その1,2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1123-1126, 2022年7月
- 3) 坂口裕美, 柴田宜伸, 森光哉, 島村高平: フレキシビリティの高い平面計画と安定した構造の両立 ~大宮区役所新庁舎~, JSCA 構造デザイン発表会, 2019年
- 4) 日本建築学会: 鋼構造限界状態設計指針・同解説, 2010年3月
- 5) Southwell, R. V.: On the Analysis of Experimental Observations in Problems of Elastic Stability, Proc. Royal Soc. London (A), 135, pp.601-616, 1932.
- 6) 日本建築学会: 鋼構造許容応力度設計規準, 2019年10月
- 7) 日本建築学会: 木質構造設計規準・同解説, 2006年12月