

## 奨励研究助成実施報告書

助成実施年度	2019 年度
研究課題（タイトル）	木造耐力壁の面内せん断性能における周辺部材の影響の検証
研究者名※	中 太郎
所属組織※	東京大学大学院 農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 木質材料学研究室
研究種別	奨励研究
研究分野	その他
助成金額	80 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

( ) は、報告書提出時所属先。

# 大林財団 2019年度奨励研究助成実施報告書

所属機関名 東京大学大学院農学生命科学研究科生物  
材料科学専攻木質材料科学研究室  
申請者氏名 中 太郎

研究課題	木造耐力壁の面内せん断性能における周辺部材の影響の検証
<p>(概要) ※最大10行まで</p> <p>国内外において中大規模建築物の木造化の取組が急速に進展しているが、我が国において、中大規模木造建築物を対象とした体系的な構造設計指針は未だ整備されていない。本研究で取り上げる耐力壁構造建築物については、現在広く参照されている既往の設計指針では主に住宅規模の建物を対象としており、建物規模が増大した時の問題点が明らかでない。本研究では、耐力壁を用いる中大規模木造建築物を対象とし、耐力壁の性能に対して柱脚接合部や境界梁と言った周辺部材が与える影響を実験的・解析的に検証し、特に耐力壁柱脚接合部の保証設計法の構築を目指す。提案する保証設計法は、鉄骨造の露出型柱脚の設計フローや木造ラーメン構造のモーメント抵抗接合部の性能推定理論を参考にしながら、木造耐力壁構造に特有の浮き上がり現象を簡便に考慮できる新しい計算法であり、その妥当性を実験及び解析によって検証する。</p>	

## 1. 研究の目的

(注) 必要なページ数をご使用ください。

本論では、Fig.1 に示すように、耐力壁周囲に取り付き耐力壁の性能に影響を及ぼし得る因子 (Fig.1 の Frame や Joint) を耐力壁の「周辺部材」と呼び、「耐力壁」とは周辺部材を除いた壁体のみ (Fig.1 の Wall) を指すものとする。また、耐力壁の柱頭柱脚接合部を総称して「柱脚接合部」あるいは単に「接合部」と呼ぶこととする。

近年国内外において中大規模建築物の木造化の取組が急速に進展しており、地方を中心とした低層大スパン建築物の木造化から広まり始めた我が国においても、木造化の需要は都市部を中心とした中高層建築物に拡大しつつある。建物の中高層化に伴う設計応力の増大に対応して、各所で様々な仕様の耐力壁や柱脚接合部が研究開発されているが、現行の運用体系には、以下の①～⑤に示すような課題が挙げられる。

①耐力壁の柱脚固定式試験法及び評価法<sup>1)</sup>において、柱脚接合部の特性を含んだ見かけの荷重-変形角曲線を用いて評価が行われており、耐力壁の性能と周辺部材の性能が切り分けられていない。特に中大規模建築物への利用を想定した高耐力壁の場合、耐力壁の剛性・耐力の向上に対して実験で用いる柱脚接合部の性能が追い付かず、接合部の変形や破壊が先行すると耐力壁の

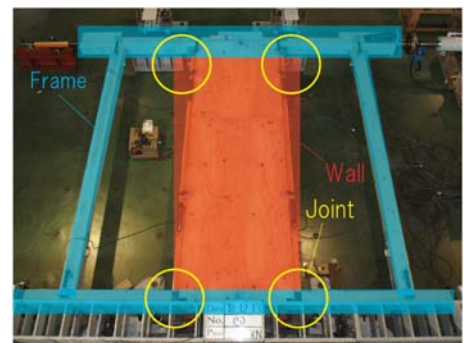


Fig.1 Shear wall and its outer frame members

終局耐力や塑性変形性能が正しく評価されないことになる。また実験で性能確認された耐力壁を実物件に使用する際、周辺部材の構成は実験時と異なることが普通であり、見かけの荷重-変形角関係は実験時と同じにならない。

- ②柱脚接合部の引張試験法及び評価法<sup>1)</sup>において、試験体は鋼製のアンカーボルトにより試験装置に固定されるが、このアンカーボルトの定着長さや変形量が記録されず、アンカーボルトの性能を含んだ見かけの評価が行われている。試験によってはアンカーボルトの変形や破壊が接合部としての特性値を決定している場合もあるが、実物件に使用される際にアンカーボルトの径や長さが実験時と同一とは限らず、見かけの評価では実験時の性能が保証されない。
- ③耐力壁の性能として、種々の特性値の最小値としての短期基準耐力を用いて、壁のせん断耐力の検定だけでなく剛性評価や周辺部材の断面算定が行われている。しかし短期基準耐力の決定要因は壁の仕様によって大きく異なり、短期基準耐力が同等でも剛性や終局耐力は壁によって異なるため、一般的に安全側の検定とはならない。
- ④柱脚接合部の性能として、種々の特性値の最小値としての短期基準耐力のみが接合部の特性値として扱われ、性能評価書に他の特性値は必ずしも記載が必要とされない。そのため設計において、接合部の剛性を考慮したモデル化や接合部の終局耐力の検定を行うために必要な特性値が把握できない。
- ⑤設計において柱脚接合部の曲げモーメントを考慮していない。接合部の引張性能の増大に伴い曲げに対する固定度も増大すると考えられ、中大規模建築物においては特にその影響が懸念される。一方で接合部の性能評価試験は鉛直方向の単調引張加力が主であり、引張試験のデータは多く蓄積されているのに対して曲げ試験のデータは皆無で、設計に必要な曲げ性能が把握できない。

ここまでに挙げた課題は、従来木造建築物の中心的な需要であった住宅規模の建物を想定して構築された簡易な設計体系に起因するものであり、これまではあまり大きな問題は生じてこなかった。しかし、木造建築物の規模が徐々に拡大してきている昨今、その歪みが顕在化しつつあると言えよう。

本研究の目的は、耐力壁構造の現行運用体系における課題を明らかにしながら、中大規模建築物においても現行体系の延長的な方法で、耐力壁や周辺部材の性能評価と設計の安全性を担保する方法を示すことであり、特に、耐力壁柱脚接合部の保証設計法の提案を目指す。なおここで述べる保証設計の定義としては、「耐力壁の荷重-変形角関係を完全弾塑性と捉え、その降伏から終局までの特性を十分に発揮させることを保証すること」と考える。

#### 参考文献

1) (公財)日本住宅・木材技術センター: 木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2017年版), 第1版, 2017.3

## 2. 研究の経過

(注) 必要なページ数をご使用ください。

本研究では、2018年度から継続して研究を進めており、これまでに耐力壁周辺部材の仕様をパラメータとした実大耐力壁の面内せん断試験と、そこで用いた柱脚接合部を取り出した引張及び圧縮試験を行い、その結果を線材フレームモデルによる増分解析結果と比較考察を行ってきた。これらの検証作業により、耐力壁を用いた鉛直構面の見かけのせん断剛性に対して周辺部材の仕

様が大きく影響を与えることや、耐力壁の終局時には柱脚接合部の曲げモーメント負担の影響が相対的に無視できなくなる場合があることを、定量的に明らかにした。これらの成果は、本研究で提案する耐力壁柱脚接合部の保証設計法の全体像と併せて、論文<sup>2)</sup>にて発表した。

また、耐力壁柱脚接合部における曲げモーメント発生メカニズムについて理論的考察を進め、耐力壁の荷重-変形関係との対応から柱脚接合部の応力を簡便に推定する計算法を構築し、実大耐力壁の面内せん断試験結果に適用してその有用性を検証した。これについても成果をまとめて論文にて発表予定である（日本建築学会構造系論文集に2021年10月投稿予定）。

さらに、上記の耐力壁柱脚接合部の応力算定法の妥当性を検証するため、本助成事業の助成金を利用し、柱脚接合部の引張・曲げ・引張-曲げ複合応力試験を実施した。この実験の成果については、2021年度末に日本建築学会構造系論文集に投稿予定である。

#### 参考文献

- 2) 中太郎, 小谷竜城, 青木謙治, 稲山正弘: 木造耐力壁柱脚接合部の保証設計法に関する研究(その1): 接合部設計フローの提案と鉛直構面のモデル化に関する実験的・解析的検証, 日本建築学会構造系論文集, 第87巻, 第791号, 2022.1

### 3. 研究の成果

(注) 必要なページ数をご使用ください。

#### 1. 耐力壁柱脚接合部の設計応力算定理論

##### 1.1 耐力壁柱脚接合部の特徴と分類

まず、本研究で提案する耐力壁柱脚接合部の設計応力算定法について説明する。木造接合部の曲げモーメントと引張の複合応力については、主にラーメン構造のモーメント抵抗接合部についていくつかの研究成果が報告されている(たとえば<sup>3)</sup>)。耐力壁柱脚接合部も基本的には同様のメカニズムで曲げモーメントが発生していると考えられるが、大きく異なるのは軸力の大きさである。耐力壁柱脚の場合、通常は曲げモーメントに対して軸力が卓越する応力状態となり、これによって柱木口面に浮き上がりが生じると、Fig.2に示すように曲げモーメントに対する抵抗メカニズムが大きく変化する。そのため、耐力壁柱脚接合部の曲げモーメントを評価する上では、浮き上がりの条件を整理することが不可欠である。

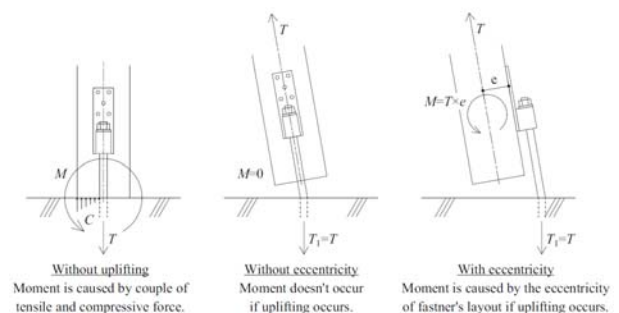


Fig.2 Relation between moment and rocking deformation of flange type connection

また、木造の接合部には多種多様なシステム・形状が存在し、それぞれの抵抗機構に基づいた理論的・実験的な研究開発が行われているが、一方で、形状が多様であることが包括的な接合部設計体系の構築を困難にしている側面もある。そこで本研究ではまず、より合理的で包括的な設計の方法論を提案することを目指し、耐力壁の柱頭柱脚接合部に用いられる接合形式に限定した上で、曲げの抵抗機構という観点から、Fig.3及びFig.4に示す接合部の分類を提案する。Fig.3に示すのは、接合部の2種類の大きな分類であり、それぞれフランジ軸力抵抗型とパネルゾーンせん断抵抗型と呼ぶ。Fig.4に示すのは、フランジ軸力抵抗型をさらに細分化したもので、接合具の個数とベース金物の有無によって、Type A~Type Dの4種類に分類される。なおパネルゾーンセ

ん断抵抗型は主に Type C に当てはまる。この分類に沿って、接合部の浮き上がり状態とそれに  
 じた負担応力を考える。

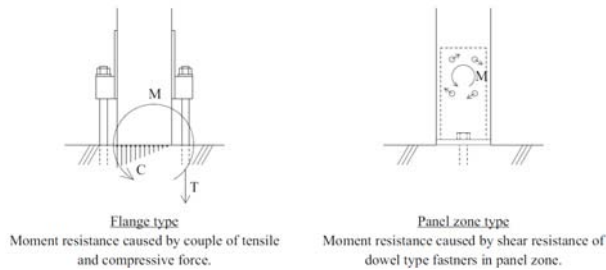


Fig.3 Rough classification of connecting systems used at the bottom of a column in a wall structure

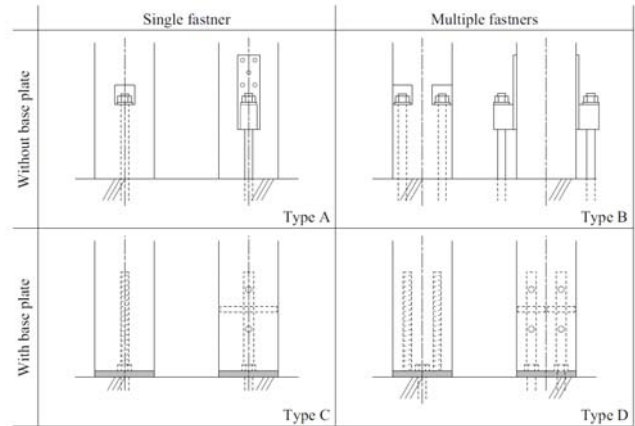


Fig.4 Subdivision of flange type connecting systems used at the bottom of a column in a wall structure

## 1.2 浮き上がりの条件式

### Type A (接合具 1 個、ベース金物ナシ) の場合

Type A の場合、力の釣り合いは Fig.5 に示すようになり、浮き上がりが発生する条件は下式で表すことができる。

$$\delta_0 = (D+e)\theta \quad (1)$$

$$\delta_1 = T/k \quad (2)$$

$$\delta_1 - \delta_0 \geq 0 \quad (3)$$

(1)式及び(2)式を(3)式に代入することで、(4)式が得られる。

$$T/\theta \geq k(D+e) \quad (4)$$

また、接合具が負担する引張軸力は、浮き上がりの状態に応じて下式で計算される。

・浮き上がりが発生する時 :  $T_1 = T$  (5a)

・浮き上がりが発生しない時 :  $T_1 = T + M/j$  (5b)

ここで、

$D$  : 柱せい(mm)

$e$  : 柱面からの偏心距離(mm) (柱の断面外方向を正とする)

$k$  : 接合具引張剛性(N/mm) (接合金物・ボルト等の剛性を適切に評価する)

$T$  : 柱軸力(N) (引張を正とする)

$\theta$  : 接合部回転角(rad)

$\delta_0$  : 接合部の回転による接合具位置の鉛直変位(mm)

$\delta_1$  : 接合具の伸びによる接合具位置の鉛直変位(mm)

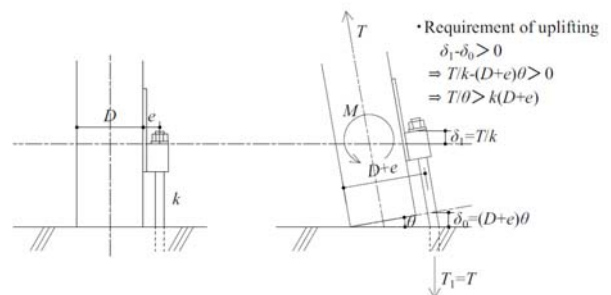


Fig.5 Rocking behavior of type A

- $T_1$  : 接合具の引張軸力(N)
- $M$  : 接合具の引張と柱木口の支圧により発生する曲げモーメントで、 $M=k_\theta \times \theta$  (Nmm)
- $k_\theta$  : 軸力 0 の時の接合部回転剛性(Nmm/rad)
- $j$  : 外側接合具の引張と柱木口の支圧の応力中心間距離(mm)

**Type B (接合具複数個、ベース金物ナシ) の場合**

接合具 1 個の Type A の場合と同様にして、接合具が柱の左右に複数個取り付く Type B の場合の力の釣り合い状態は Fig.6 に示す 3 種類に分けられ、それぞれの条件は下式で表すことができる。

a) 浮き上がりが生じない場合

$$T/\theta \leq k(D+e) \quad (6a)$$

b) 浮き上がりが小さい場合

$$k(D+e) < T/\theta \leq k(D+2e) \quad (6b)$$

c) 浮き上がりが大きい場合

$$(D+2e) < T/\theta \quad (6c)$$

また各状態において左右の接合具が負担する引張軸力は下式のようにになる。

a) 浮き上がりが生じない場合

$$T_o = T + M/j, T_i = 0 \quad (7a)$$

b) 浮き上がりが小さい場合

$$T_o = T, T_i = 0 \quad (7b)$$

c) 浮き上がりが大きい場合

$$T_o = T/2 + k \times (D+2e)/2 \times \theta = \{T/\theta + k(D+2e)\} \theta / 2$$

$$T_i = T/2 - k \times (D+2e)/2 \times \theta = \{T/\theta - k(D+2e)\} \theta / 2 \quad (7c)$$

ここで、

$T_o$  : 外側接合具の引張軸力(N)

$T_i$  : 内側接合具の引張軸力(N)

なお(6)式および(7)式の導出においては、左右の接合具は柱の材軸芯に対して対称に配置されるものと仮定し、接合具の引張剛性および偏心距離は左右で同じ値とした。

**ベース金物がある場合 (Type C,D)**

ここまではベース金物がない場合を考えたが、ベース金物がある場合、Fig.7 に示すように、ベース金物の上面 (以後木側あるいは W 側接合部と呼ぶ) と下面 (以後アンカー側あるいは A 側接合部と呼ぶ) でそれぞれ接合具の引張と支圧による圧縮の偶力によりモーメントが発生する。そのため、曲げに対しては回転バネが 2 個直列でつながった状態となる。接合部の設計応力算定においては、木側とアンカー側のそれぞれについて、(4)~(7)式によって浮き上がり状態の判定と各接合具軸力の算出を行う必要がある。このときアンカー側接合部について、柱せい  $D$  はベース金物の接地面の幅として読み替えることとし、接合部回転角  $\theta$  は木側およびアンカー側接合部のそれぞれの下面での回転角  $\theta_w$  及び  $\theta_A$  と読み替えることとする。 $\theta_w$  と  $\theta_A$  の比率は軸力 0

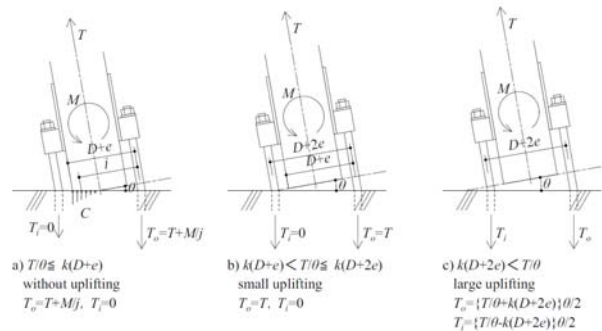


Fig.6 Rocking behavior and tension of each bolt of type B

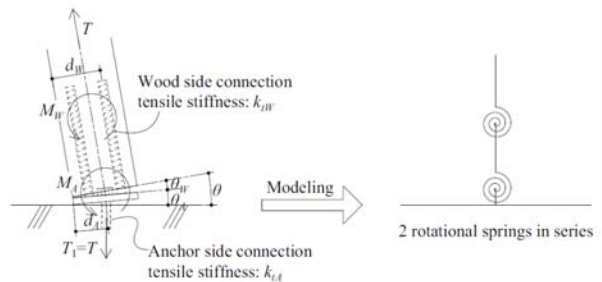


Fig.7 Moment resisting mechanism and rocking behavior of type C and D



の状態での回転剛性の逆比で決まると考え、下式で計算することとする。

$$\theta_W/\theta_A=k_{\theta A}/k_{\theta W} \quad (8)$$

$$k_{\theta W}=k_{tW} \times d_W^2 \quad (9a)$$

$$k_{\theta A}=k_{tA} \times d_A^2 \quad (9b)$$

ここで、

$\theta_W$  : 木側接合部の回転角(rad)

$\theta_A$  : アンカー側接合部の回転角(rad)

$k_{\theta W}$  : 木側接合部の軸力 0 の時の回転剛性(Nmm/rad)

$k_{\theta A}$  : アンカー側接合部の軸力 0 の時の回転剛性(Nmm/rad)

$k_{tW}$  : 木側接合部の接合具引張剛性(N/mm)

$k_{tA}$  : アンカー側接合部の接合具引張剛性(N/mm)

$d_W$  : 木側接合部の引張側ボルト芯から圧縮側縁までの距離(mm)

$d_A$  : アンカー側接合部の引張側ボルト芯から圧縮側縁までの距離(mm)

(4)~(9)式により、耐力壁の任意の変形状態について、各分類に応じて接合部の浮き上がり状態と接合具の負担軸力を算出することが可能となる。設計においては、耐力壁の変形状態の推移に伴って接合部の変形状態も Fig.8 に示すように推移することを踏まえて、検討時点における接合部の設計応力を算出することとなる。

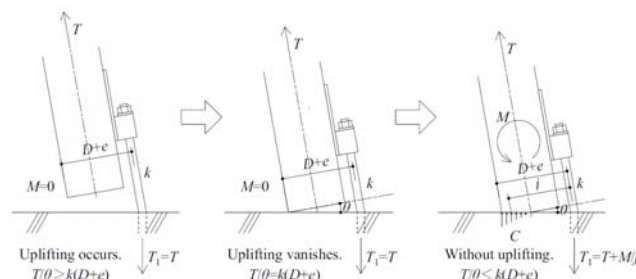


Fig.8 Transition of rocking condition of Type A

## 2. 柱脚接合部の引張-曲げ複合応力試験

### 2.1 試験方法

前述の浮き上がり判定式と設計応力算定法の妥当性を検証するため、柱脚接合部の引張試験、曲げ試験、引張-曲げ複合応力試験を実施した。試験方法の概要を Fig.9 に示す。試験体頂部は水平方向の移動を拘束し、鉛直方向に引張力を導入するための加力ジャッキ (以下鉛直ジャッキ) を取り付けた。水平方向の反力フレームへの固定部にはロードセルを取り付け、試験体頂部での水平方向の反力を測定した。試験体下部の架台は水平方向にのみ移動可能なローラー支持とし、端部に水平方向の加力ジャッキ (以下水平ジャッキ) を取り付けた。

引張試験においては下部の架台の水平移動を拘束し、頂部の鉛直ジャッキによって引張加力を行った。曲げ試

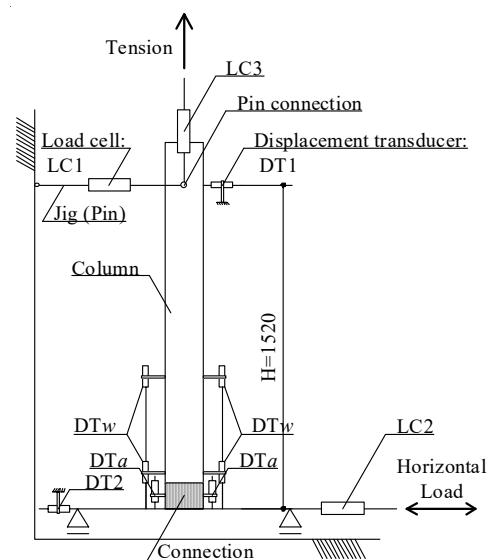


Fig.9 Experimental method

験においては頂部の鉛直ジャッキの導入軸力を 0 とし、下部の水平ジャッキで正負交番の繰り返し曲げ加力を行った。引張・曲げ複合応力試験においては、まず頂部の鉛直ジャッキによって単調引張荷重を導入し、所定の引張力に達したところで引張力を一定に保ち、その状態で下部の水平ジャッキによって正負交番の繰り返し曲げ加力を行った。鉛直荷重一定の状態で曲げ変形を加えることは、耐力壁のせん断変形挙動に当てはめると、耐力壁の弾性域において接合部の浮き上がりが生じており、耐力壁のせん断降伏によって負担せん断力と接合部の負担軸力が一定のまません断変形が進展していく過程を模していると考えられる。

## 2.2 試験体仕様

試験体仕様及び試験体形状を Table 1 及び Fig.10 に示す。試験のパラメータは、接合金物の仕様、柱せい、初期引張力の大きさとし、18 仕様について各 3 体（一部 4 体）、計 56 体の試験を行った。引張-曲げ複合応力試験の初期導入引張力の大きさは、引張試験で得られた終局耐力の 50%下限値を基準として決定した。接合具の仕様としては、フランジ軸力抵抗型とパネルゾーンせん断抵抗型の両方を含み、前述の分類においてなるべく異なる区分に属するものを選択した。

Table 1 List of test specimens

グループ	試験体符号	試験体形状	柱断面(mm)	導入軸力	N	備考
B12	10B12	B-1 在来HD2個	幅：120 せい：120	$T_{B1}$	3	引張のみ
	5B12			$0.5 T_{B1}$	3	軸力一定
	3B12			$0.3 T_{B1}$	3	軸力一定
	0B12			0	3	曲げのみ
B18	10B18	B-2 在来HD2個	幅：120 せい：180	$T_{B2}$	3	引張のみ
	5B18			$0.5 T_{B2}$	3	軸力一定
	3B18			$0.3 T_{B2}$	3	軸力一定
	XB18			※3	3	水平変位一定
	0B18			0	3	曲げのみ
P12	10P12	P-1 鋼板挿入DP	幅：120 せい：120	$T_{P1}$	4	引張のみ
	5P12			$0.5 T_{P1}$	3	軸力一定
	3P12			$0.3 T_{P1}$	3	軸力一定
	0P12			0	3	曲げのみ
P18	10P18	P-2 鋼板挿入DP	幅：120 せい：180	$T_{P2}$	4	引張のみ
	5P18			$0.5 T_{P2}$	3	軸力一定
	3P18			$0.3 T_{P2}$	3	軸力一定
	XP18			※3	3	水平変位一定
	0P18			0	3	曲げのみ

※1：柱の樹種および等級は全てスギ同一等級集成材E65-F255（フィンガージョイント無し）

※2： $T_{B1}$ ,  $T_{B2}$ ,  $T_{P1}$ ,  $T_{P2}$ ,  $T_{C1}$ は各接合部仕様の単調引張試験における終局耐力の50%下限値

※3：水平変形角1/50radで一定の状態まで破壊まで単調引張加力

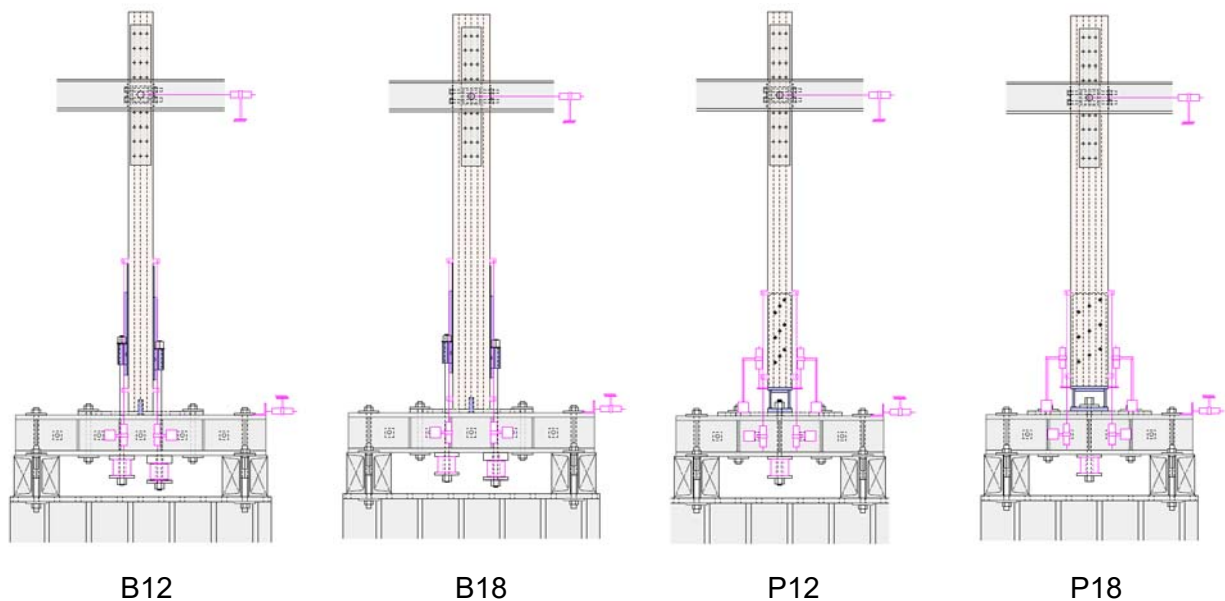


Fig.10 Test specimens



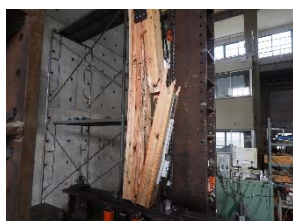
試験体 B12 及び B18 は、フランジ軸力抵抗型接合部で分類の B に当てはまるものとして、木造在来工法で用いられる市販のホールダウン金物（以後 HD 金物と呼ぶ）を柱の左右に 1 個ずつ取り付けた仕様とした。B12 は柱断面を 120×120、B18 は 120×180 としており、B12 と B18 の試験体形状の違いは柱せいのみである。試験体 P12 及び P18 は、パネルゾーンせん断抵抗型接合部として、鋼板挿入ドリフトピン式の柱脚金物を使用した。P12 の柱断面は 120×120、P18 の柱断面は 120×180 とし、挿入鋼板厚はいずれも t6、ドリフトピンはφ12×L115 を 6 本とした。

試験体は、アンカーボルトの降伏や破断が試験結果に影響を及ぼさないよう、φ19 の PC 鋼棒 (SBPR1080/1230) を用いて下部加力架台に固定した。また頂部の鉛直ジャッキ及び水平固定治具と試験体はφ30 の丸鋼を介して接合することとし、ピンとみなせる納まりとした。

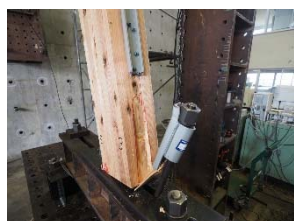
変位の測定は、加力制御用の見かけの変形角を算出するための試験体の上下 2 点における水平絶対変位に加え、試験体左右の鉛直絶対変位から接合部回転角を算出することとした。ベース金物アリの P12 及び P18 については、鉛直変位は木側接合部とアンカー側接合部についてそれぞれ測定した。

### 2.3 破壊性状

代表的な破壊の様子を Photo 1 に示す。B12 及び B18 は、引張試験においては集成材の引張あるいは曲げ破壊が多く、曲げ試験においては HD 金物の破断が多く見られた。さらに HD 金物が曲げ変形しながら柱にめりこむことで、引張試験よりアンカーボルトの最大軸力が大きくなった。P12 及び P18 は、柱せい 180 の引張試験ではドリフトピン列に沿った割裂によって破壊したのに対し、曲げ試験では集成材の曲げ破壊が多く見られた。



10B18



0B18



10P18



0P18

Photo 1 Representative failure patterns

### 2.4 浮き上がり状態の推移

定点カメラを用いて、複合応力試験中の柱脚の浮き上がり状態の推移を観察した。その一例として Photo 2 に P18 仕様の観察記録を示す。

最初に導入された軸力により柱脚金物の下端が浮き上がり、水平ジャッキの伸縮に伴い柱の転倒が見られた。変形角 1/50~1/30rad で金物下端の端が加力構台に接触し、さらに変形が増大するとベース金物に変形し、曲げモーメントを負担している様子が確認された。



0 rad (only tension loaded)



1/30 rad



1/5.7 rad (the end of the test)

Photo 2 Transition of uplifting of 5P18 specimen

## 2.5 アンカーボルト軸力-接合部回転角関係と浮き上がり判定

アンカーボルト軸力と接合部回転角の関係を Fig.11 に、 $T/\theta$  の推移を Fig.12 に示す。Fig.11 においてアンカーボルト軸力が一定から増大に転じる時点の変形角は、Fig.12 において  $T/\theta$  の値が  $k(D+e)$  と等しくなる時点の変形角と概ね一致し、また Photo 2 に例示した定点カメラによる浮き上がり消失時点の変形角とも概ね一致した。この結果より、提案した接合部の浮き上がり判定式が概ね妥当であることが示された。

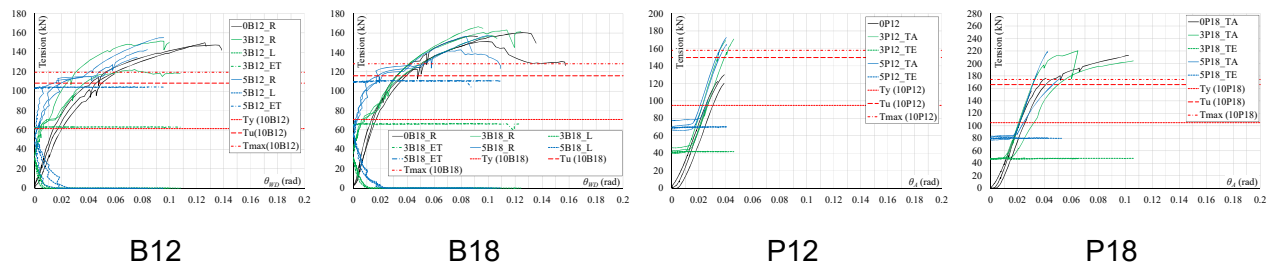


Fig.11 Relationships between tension of anchor bolt with rotation angle of connection

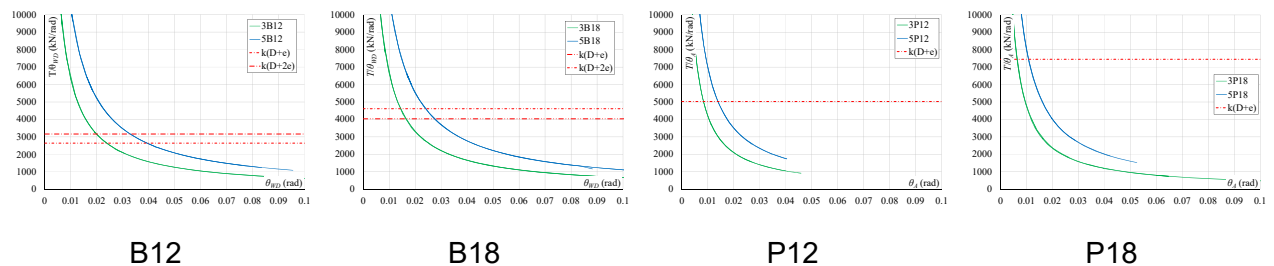


Fig.12 Transition of  $T/\theta$  as  $\theta$

## 2.6 複合応力に対する検定

Fig.13 に複合応力試験結果について、引張と曲げの検定比をプロットしたものを示す。Fig.13 の横軸は引張試験の特性値を  $T_0$  とし、それを基準とした複合応力試験の引張力の検定値である。縦軸は、曲げ試験の特性値を  $M_0$  とし、それを基準とした複合応力試験の曲げモーメントの検定値である。小谷は、ドリフトピン接合を対象として、曲げ-せん断-軸力の複合応力に対する検定式を提案し、曲げと軸力に対しては検定式のべき数  $m=1$  とした下式を用いて、降伏・最大耐力共に安全側に評価ができることを報告している

3)。

$$(T/T_0)^m + (M/M_0)^m \leq 1 \quad (10)$$

Fig.13 を見ると、いずれのプロットもべき数  $m=1$  とした評価曲線の上側に分布し、安全側に評価できている。降伏耐力については過剰に安全側の結果となったが、これは複合応力試験における導入軸力の基準を引張試験の終局耐力としたことにより、初期導入軸力が大きくなり、降伏耐力を正確に測定できなかつたものと思われる。また、引張試験、曲げ試験、引張-曲げ複合応力試験の相互間で接合部の破壊性状はばらついており、検定式の基準となる  $T_0$  及び  $M_0$  の値については慎重に評価する必要がある。

### 参考文献

- 3) 小谷竜城, 村上雅英, 稲山正弘: ドリフトピン接合によるモーメント抵抗接合部を対象とした複合応力検定式におけるべき数の決定方法に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, 第 81 巻, 第 722 号, pp. 757-767, 2016. 4

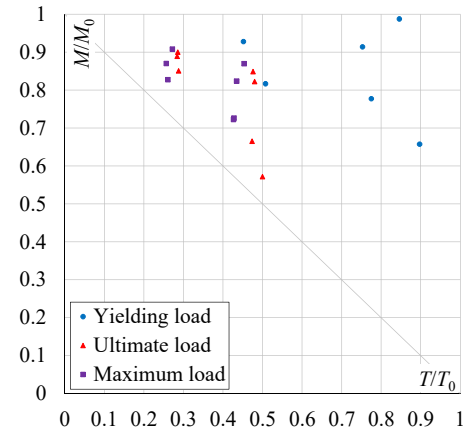


Fig.13 Combined stress of bending moment and tension test

## 4. 今後の課題

(注) 必要なページ数をご使用ください。

接合部の複合応力試験結果より、提案した浮き上がり判定式の妥当性は概ね示されたと言える。一方で、引張試験、曲げ試験、引張-曲げ複合応力試験における破壊性状はばらついており、複合応力に対する検定式の基準となる  $T_0$  及び  $M_0$  の妥当性については慎重に評価する必要がある。今後は、接合部の実験を再現した FEM 解析モデルを作成し、引張試験、曲げ試験、引張-曲げ複合応力試験のそれぞれにおける接合部の応力分布の違いを解析的に検証する。

また、提案した接合部の設計法の適用範囲の検証も、今後の課題として挙げられる。