

サステナブルビル構造システムに関する研究

-部分架構実験-

正会員 ○島 有希子\* 同 平田 倫央\*\*  
同 加藤 貴志\*\*\* 同 前田 親範\*\*\*\*  
同 岩田 衛\*\*\*\*\*

サステナビリティ リユース 柱梁接合部  
床 座屈拘束ブレース 損傷制御構造

1. サステナブルビル構造の概要

建築構造分野からの地球環境負荷削減を目標とし、第一に構造全体の長寿命化を考え、それが叶わない場合には容易に解体し、さらに部材のリユースを可能とする図1に示すような「サステナブルビル構造システム」が提案された。

柱梁の接合方法は、梁部材端部に溶接された接合部ユニットから柱部材のフランジ部に接合鋼棒を通し、初期張力を入れて締め付けるものである。このため、接合部が離間するまでは第1段階として剛接合とほぼ同様の剛性を有する。そして、接合部に離間が生じると第2段階の半剛接合状態となり剛性が低下する。全ての鋼棒が塑性化すると第3段階となり、ほぼピン接合と同様の性能を示す。

2. 研究の目的

現在までに、この構造システムの柱梁接合部の力学的特性は、実験により明らかにされた<sup>2)</sup>。しかしながら、従来のT字型試験体は、柱梁接合部の変形性能のメカニズムを詳細に検討することを目的としていた。

本研究では、1層1スパンのサステナブルビル構造システムの部分架構の床なしと床ありの試験体に対して荷重実験を行う。複数の柱部材や床部材の設置による梁部材の軸応力の向上を考慮し、それに伴う柱梁接合部の挙動を分析する。

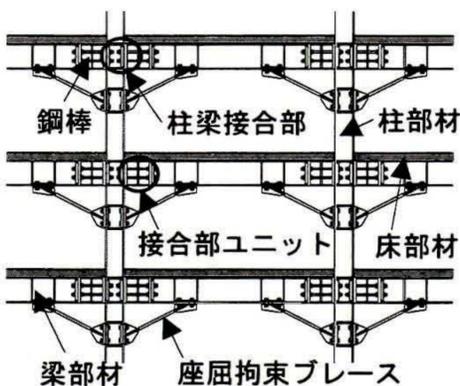


図1 構造システム

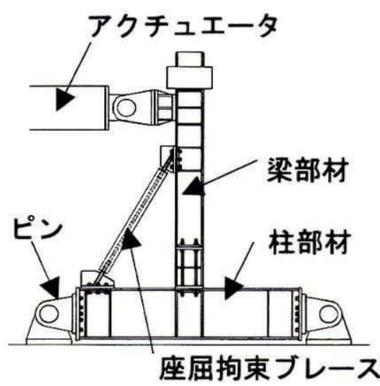


図2 T字型試験体

3. 実験計画

3.1 試験体設定

従来の試験体は、図2に示したような柱梁接合部を90度回転させ取り出した実大T字型になっており、柱部材

両端をピン支持とするものであった。

試験体の設定にあたっては、柱部材の端部での塑性化が生じないこと、床部材の接合方法と設置範囲を考慮した。試験体の規模については、本学の実験機器を使用し実験を行うため、荷重装置の規模を考慮し、試験体寸法が最大となるようにする。各部材のサイズを表1に示す。ここで、鋼棒の初期張力は鋼棒の引張試験により得られた降伏荷重の1/3の値とする。

3.2 試験体

試験体は、高さ1200mm、幅4800mm、奥行1200mmの床なしと床ありの2体とする。

床あり試験体の床部材は、厚さ1.2mmのキーストンプレートに普通コンクリートを打ち込み、床部材のスラブ部分の有効厚さを60mmとする。

3.3 荷重計画

図3と写真1に実験装置を示す。試験体は、各柱部材両端をピン支持とし、面外方向変位を拘束する治具を設置する。また、荷重梁に取り付けられたアクチュエータを用い、変位制御による静的正負交番漸増繰返しを行う。

荷重は、図4に示すように層間変形角を変位制御目標とし、正負交番2往復とする。荷重の加力は、試験体の左側の座屈拘束ブレースが圧縮になる左側方向から始める。

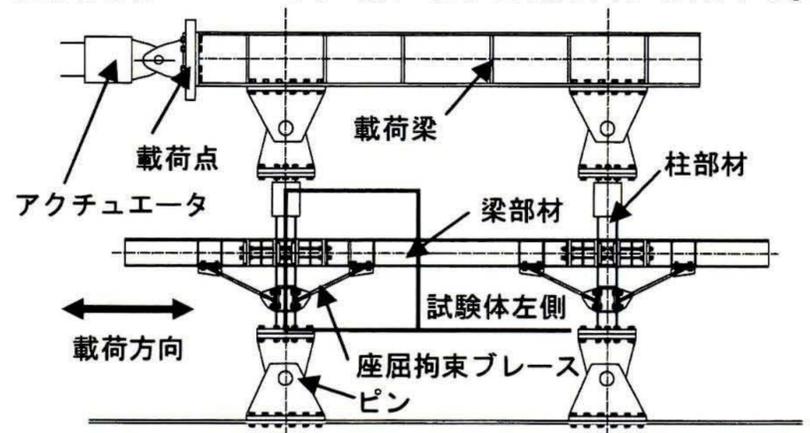


図3 実験装置



写真1

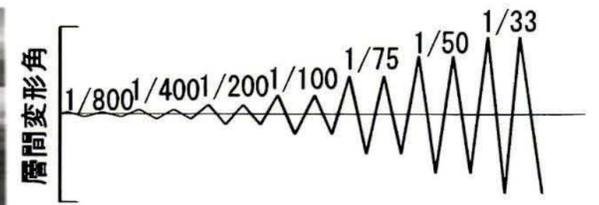


図4 荷重履歴

表1 部材

	主架構		鋼棒			
	柱部材	梁部材	本数	材長 [mm]	直径 [mm]	初期張力 [N/mm <sup>2</sup> ]
チューブ構造モデル	H-458 × 417 × 30 × 50 × 3000	H-600 × 200 × 11 × 17 × 12000	4	400	21	223
試験体	H-150 × 150 × 7 × 10 × 1200	H-200 × 100 × 5.5 × 8 × 4800	4	160	13	212

## 4. 実験結果・考察

### 4.1 全体挙動

両試験体の荷重と回転角の関係を図5に示す。両試験体ともに安定した履歴ループを描き、最終状態である回転角0.03rad(層間変形角1/33相当)まで急激な耐力低下が生じることなく載荷を終了している。

両試験体の柱梁接合部が離間を始めるまでの初期剛性は、圧縮側と引張側ともに、床なし試験体より床あり試験体の方が12%から17%高い。これは、床部材による梁部材の剛性の向上が影響している。最終状態において、床あり試験体の床部材と梁部材に離間が生じたことにより、梁部材の剛性が両試験体で同等になったため、両試験体の最終耐力は圧縮側と引張側ともにほぼ同等である。

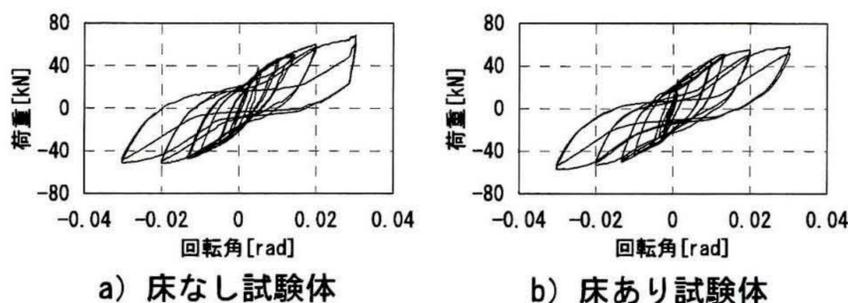


図5 荷重と回転角の関係

### 4.2 鋼棒

両試験体左側の鋼棒の上側と下側の歪度と回転角の関係を図6に示す。回転角0.005rad以上における各鋼棒の歪度の向上は、鋼棒の初期張力が解放されたことによる柱梁接合部の離間を示す。

床なし試験体の鋼棒の歪度は、0%を下回る値を断続的に示しているが、床あり試験体は、床部材が梁部材と離間するまで各鋼棒に生じていた圧縮力を吸収したため、歪度は0%を下回る値を示すことなく向上している。また、両試験体とも座屈拘束ブレースを設置している側の鋼棒の下側に比べて、上側の方が歪度の値が高い。これは、座屈拘束ブレースと床部材の設置の有無により梁部材の上側と下側の剛性が異なるため生じたものである。

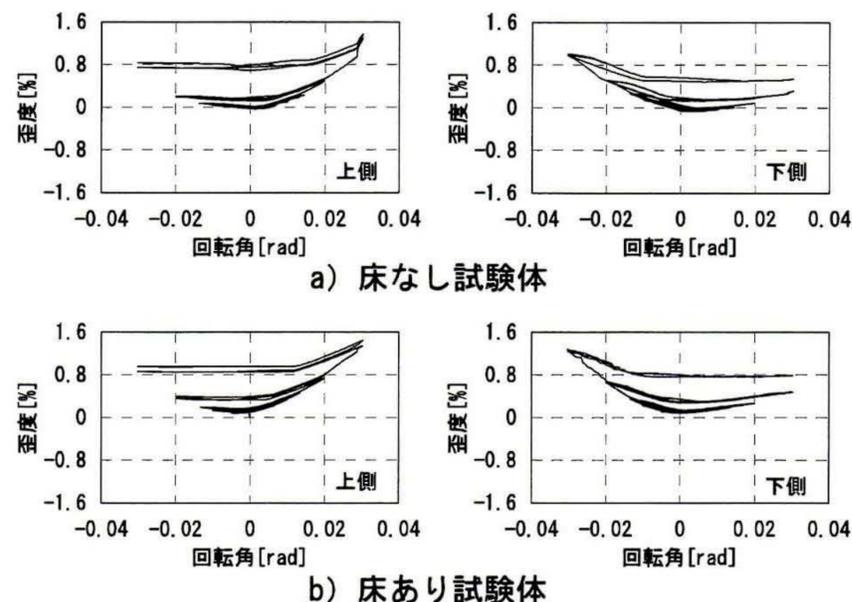


図6 鋼棒の歪度と回転角の関係

既往の研究<sup>2)</sup>におけるT字型試験体に比べて、両試験体左側の鋼棒の上側の歪度の値は低く、柱梁接合部は離間しているものの、その割合も低い。

### 4.3 座屈拘束ブレース

両試験体左側の座屈拘束ブレースの荷重と軸変位の関係を図7に示す。

床なし試験体は、回転角0.03rad(層間変形角1/33相当)で荷重の値が乱れ、急激な荷重の低下が生じた。床あり試験体は、合成梁の効果により、床なし試験体に比べて梁部材の変形が軽減されたため、急激な荷重の低下が生じることなく載荷を終了することができた。座屈拘束ブレースの左側と右側の配置による大きな差異は見られなかった。

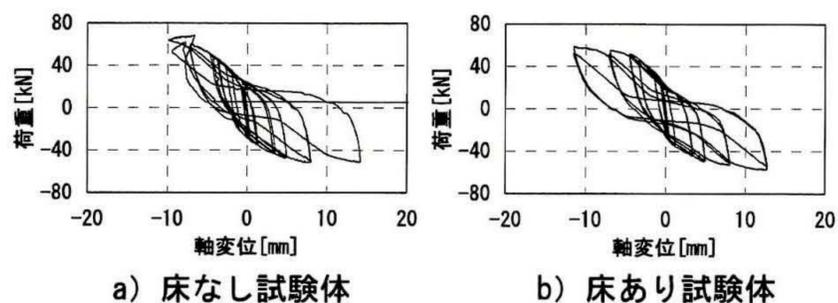


図7 座屈拘束ブレースの荷重と軸変位の関係

## 5. 全体の考察

両試験体ともに主架構には、大きな損傷は生じていない。また、床なし試験体に比べて、合成梁の効果がある床あり試験体の方が良い性能を発揮している。

## 6. 結

本研究は、1層1スパンのサステナブルビル構造システムの部分架構の床なしと床ありの試験体に対して載荷実験を行い、以下の知見を得た。

- (1) 初期剛性は、床なし試験体に比べて、梁部材の剛性が向上した床あり試験体の方が高い。
- (2) 柱梁接合部の離間の量は、床あり試験体に比べて、床部材の影響のない床なし試験体の方が大きい。
- (3) 両試験体ともに柱梁接合部の離間の量は、T字型試験体に比べて小さい。
- (4) 最終耐力は、床あり試験体において床部材と梁部材の離間が生じるため、両試験体で同等の値となる。

### 【謝辞】

本研究は、神奈川県における文部科学省学術フロンティア研究プロジェクト「災害リスク軽減を目的としたソフト・ハード融合型リスクマネジメントシステムの構築に関する研究」の一環として実施したものであり、記して感謝いたします。

### 【参考文献】

- 1) 會澤貴浩、山田哲、岩田衛：サステナブルビル構造システムの提案とその基本特性、日本建築学会環境系論文集、第581号、pp.109-116、2004年7月
- 2) 岡田健、山本重治、山田哲、岩田衛：サステナブルビル構造システムの柱梁接合部に関する実験、日本建築学会構造系論文集、第591号、pp.145-152、2005年5月

\* 神奈川大学工学研究科 大学院生  
 \*\* 神奈川大学工学研究科 大学院生(当時)  
 \*\*\* テンポール株式会社 取締役  
 \*\*\*\* 前田親範一級建築士事務所 代表  
 \*\*\*\*\* 神奈川大学工学部建築学科 教授・工学博士

\* Graduate Student, Dept. of Architecture and Building Eng., Kanagawa Univ.  
 \*\* Former Graduate Student, Dept. of Architecture and Building Eng., Kanagawa Univ.  
 \*\*\* Director, Tenpole Co., LTD  
 \*\*\*\* Representative, Maeda office  
 \*\*\*\*\* Prof., Dept. of Architecture and Building Eng., Kanagawa Univ., Dr Eng.