

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 24 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23760524

研究課題名（和文）

曲げ降伏型連層耐震壁の鉄筋コンクリート構造物への積極的な活用を目的とした研究

研究課題名（英文）

Lateral-Force Resisting Mechanisms of Flexure-Dominant Multi-Story Structural Walls with Soft-First-Story

研究代表者

坂下 雅信（SAKASHITA MASANOBU）

京都大学・工学研究科・助教

研究者番号：50456802

研究成果の概要（和文）：

1階を耐震壁のないピロティ階、2～4階を連層耐震壁とした縮尺30%の試験体2体を用いて、曲げ降伏型連層耐震壁架構の地震時抵抗機構を解明するための静的載荷実験を実施した。実験変数とした連層耐震壁を支持する2階枠梁の曲げ強度が不足する場合、曲げ降伏が生じた2階耐震壁のみに変形が集中することはなく、連層耐震壁を支持する1階圧縮側柱の脚部を回転中心とする崩壊機構が形成されることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

In order to clarify the lateral-force resisting mechanisms of flexure-dominant multi-story structural walls, experimental study was conducted with two reinforced concrete specimens with 30% scale. The specimens consisted of the soft first story and the three stories of structural wall from the second floor to the fourth floor. Although the structural walls failed in flexure at the second floor as expected, uniformly distributed drift angle was observed at each story. Insufficient flexural strength of boundary beams under the structural walls caused the plastic hinge rotation at the bottom end of columns at the first floor.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3500000	1050000	4550000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学、建築構造・材料

キーワード：ピロティ、RC造、連層耐震壁、枠梁、曲げ降伏、応力計測

1. 研究開始当初の背景

高い強度と剛性を併せ持つ耐震壁は、耐震要素として広く構造物に利用されている。特に、図1(a)に示すような連層耐震壁を曲げ降伏させる架構形式は、地震時の転倒モーメントによって、せん断力と圧縮軸力が作用する曲げ圧縮域のコンクリートを、閉鎖型のせん断補強筋等を用いて適切に拘束することで、高い変形性能を示すことが知られている。

曲げ降伏型連層耐震壁が設計時に想定した構造性能を発揮するためには、連層耐震壁

を支持する梁材に十分な剛性と強度が与えられていることが前提となる。通常の連層耐震壁架構では、図1(a)に示すように、梁断面が十分に大きい基礎梁によって連層耐震壁が支持されているため、基礎梁に損傷が生じ、耐震壁が構造性能を十分に発揮できないケースは多くないと考えられる。一方、図1(b)に示すように、特定階に店舗や集合住宅の共有部分などの大空間を設ける際に用いられる壁抜け階のあるピロティ形式の架構では、連層耐震壁を支持する枠梁の断面は基礎梁

と比較すると小さく、剛性や強度を十分に確保することが難しいため、設計時に想定した崩壊機構が形成されない可能性がある。しかしながら、耐震壁下方の枠梁に着目した既存の研究は少なく、基規準においても、具体的な設計手法の提示には至っていないのが実情である。

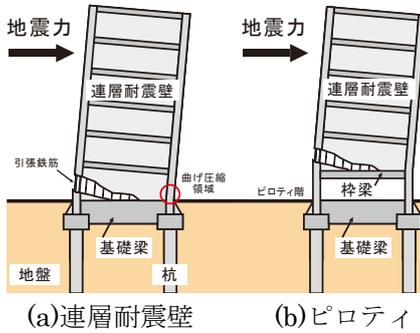


図1 耐震壁を用いた架構形式

2. 研究の目的

本研究では、図1(b)に示すような連層耐震壁が曲げ降伏するピロティ架構において、(1)連層耐震壁に構造性能を発揮させることを前提とした場合に、枠梁に要求される強度等の設計条件を明らかにすること、(2)枠梁の強度が不足する場合にどのような地震時抵抗機構が形成されるかを解明し、枠梁や各部材の合理的な設計手法を提案することを目的とした。

3. 研究の方法

2体のモデル試験体を用いた静的載荷実験と数値解析により、連層耐震壁を支持する枠梁の強度がピロティ架構の地震時抵抗機構に与える影響を検証した。

中層鉄筋コンクリート造建物の最下層4層部分を想定した縮尺30%の試験体を2体製作した。図2、図3、図4に試験体立面、2階枠梁断面、柱断面をそれぞれ示す。また、表1に各部材の配筋や鉄筋量を示す。連層耐震壁が2階脚部で曲げ降伏する前に、ピロティ階の層崩壊や各部材のせん断破壊が起こらないように、断面寸法や配筋量を決定した。

実験変数は2階枠梁の主筋量とした。曲げ降伏型の連層耐震壁が設計時に想定した構造性能を発揮するためには、枠梁が曲げ降伏や破壊を起こすことなく、上層の連層耐震壁に入力される応力を、ピロティ階の柱へと確実に伝達する必要がある。そこで、本研究では、枠梁に作用するモーメントが最も大きくなる載荷条件として、連層耐震壁の曲げ終局時を想定した。連層耐震壁の曲げ終局時には、図5(a)に示すように、引張側壁脚の離間が十分に進み、圧縮側柱近傍のみでせん断力 Q が伝達されると考えられる。この想定に基づいて、枠梁に作用する外力を仮定し、骨組解析

によってピロティ階の柱および2階枠梁に作用する断面力の計算を行ったところ、図5(b)に示すように、枠梁の危険断面の入力モーメント(143kNm)が得られた。したがって、枠梁に十分な量の主筋を配筋し、この入力モーメントを上回る曲げ終局強度を与えることができれば、連層耐震壁は設計時に想定する構造性能を発揮できると考えられる。しかしながら、今回想定した枠梁寸法に対し、こ

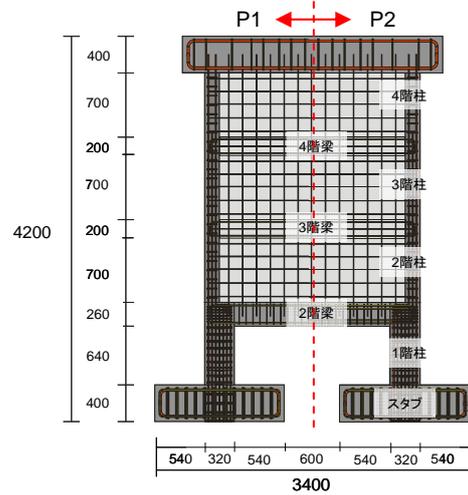


図2 実験試験体の側面図 (単位: mm)

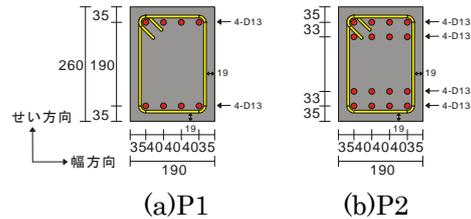


図3 2階枠梁の断面図 (単位: mm)

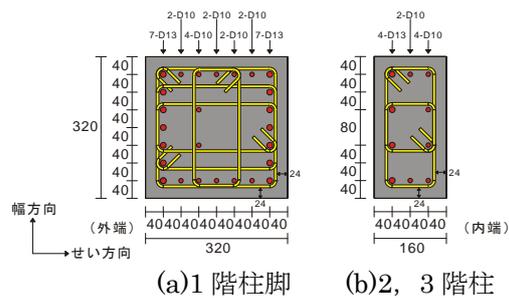


図4 柱の断面図 (単位: mm)

表1 実験試験体の配筋図

部材名	試験体	主筋	横補強筋	
2F梁 幅:190mm せい:260mm	P1	上段 4-D13(1.19%) 下段 4-D13(1.19%)	2-D6#75(0.44%)	
	P2	上段 8-D13(2.56%) 下段 8-D13(2.56%)	2-D6#75(0.44%)	
3.4F梁 幅:70mm せい:200mm	共通	上段 1-D10(0.58%) 下段 1-D10(0.58%)	面内方向 6-D6#75(0.79%) 面外方向 4-D6#75(0.53%)	
1F柱 幅:320mm せい:320mm		柱頭 14-D13, 12-D10 (2.57%) 柱脚 11-D13, 12-D10 (2.20%)		
2.3F柱 幅:320mm せい:160mm		4-D13, 6-D10 (1.83%)		面内方向 4-D6#100(0.40%) 面外方向 2-D6#100(0.40%)
壁板 厚:70mm		縦補強筋 1-D6@150千鳥(0.30%) 横補強筋 1-D6@150千鳥(0.30%)		

の入力モーメントに抵抗可能な主筋量を確保しようとするとは過配筋となり、現実的ではない。そこで、本研究では、上述した入力モーメントに対して、枠梁の曲げ終局強度の計算値をP1で0.3倍、P2で0.5倍とし、枠梁の強度が入力に対して不足する場合に、どのような地震時抵抗機構が形成されるか検証した。

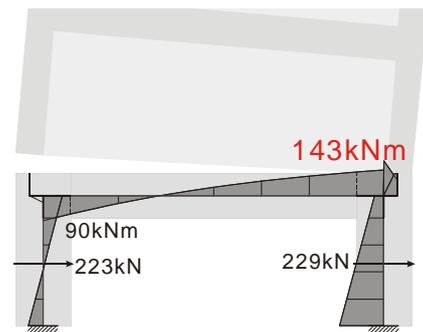
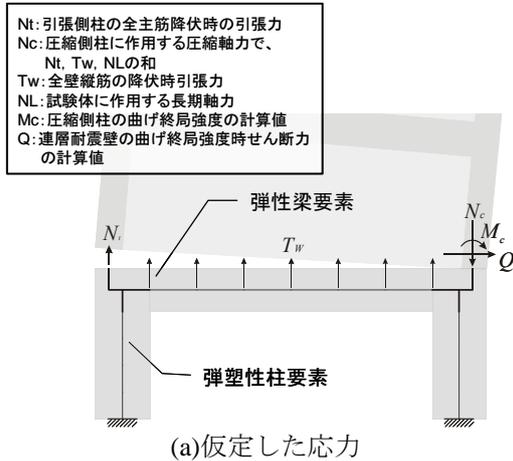


図5 連層耐震壁の曲げ終局時に1階柱および2階枠梁に作用する応力

図6に荷重装置を示す。軸力は1階柱芯上に、水平荷重はスタブ上面から3600mmの高さの荷重梁中央に与えた。モーメントの反曲点が基礎上面から5000mmの位置(せん断スパン比が2.5)となるように、かつ耐震壁の長期軸力である850kN(壁断面での軸力比0.1)が維持できるように東西の鉛直ジャッキを制御し、水平荷重に比例した付加曲げモーメントを加えた。水平加力は東への荷重を正とし、全体変形角(以後R)による静的正負交番繰返荷を行った。全体変形角は4階梁中心高さの水平変位をスタブ上面からの高さ2600mmで除して求めた。また、1階柱に作用する軸力、せん断力、モーメントをスタブと反力床の間に設置した三分力計で計測し、地震時抵抗機構の解明や数値解析の妥当性の検証に用いた。

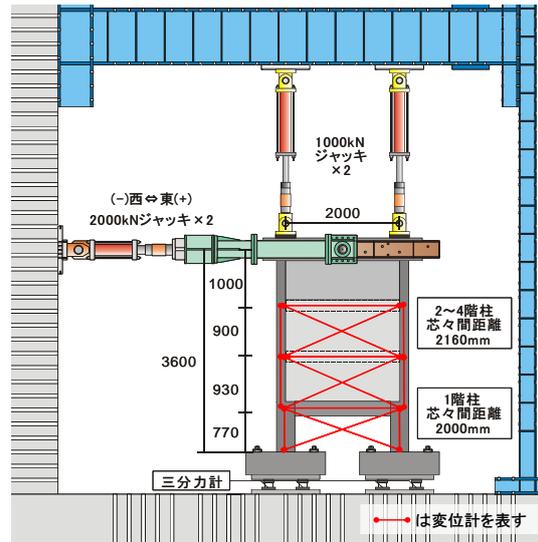


図6 荷重装置 (単位: mm)

4. 研究成果

図7に実験終了時のP1試験体の損傷状況を示す。いずれの試験体でも、R=0.25%サイクルにおいて、耐震壁側柱の引張縁に曲げひび割れが生じ、その一部は壁板や2階枠梁に曲げせん断ひび割れとして進展した。R=2%サイクルまで変形が進むと、2階壁脚部において壁板のコンクリートに繰り返し荷重による圧壊の兆候が観測された。一方で、2階側柱の圧縮縁では、圧縮ひび割れやかぶりコンクリートの剥落といった耐震壁の曲げ圧縮破壊に繋がるような損傷は見られず、一般的な連層耐震壁の荷重実験との違いが見られた。いずれの試験体もR=2%サイクルにおいて、図7に示すように、2階柱梁接合部内の斜め方向のひび割れに沿ったずれが生じ、水平耐力が急激に低下した。その結果、長期軸力を保持できなくなったため、荷重を終了した。

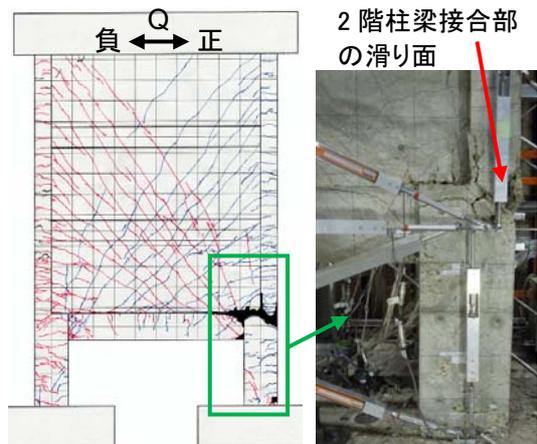


図7 実験終了時の損傷状況 (P1)

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

坂下 雅信 (SAKASHITA MASANOBU)

京都大学・工学研究科・助教

研究者番号：50456802