

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月11日現在

機関番号：10103
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2009～2011
 課題番号：21560578
 研究課題名（和文）二方向水平力を受ける鉄筋コンクリートL形断面耐震壁のせん断降伏強度に関する研究
 研究課題名（英文）Shear yield strength of L-shaped section shear walls subjected to bi-directional horizontal force

研究代表者
 溝口 光男（MIZOGUCHI MITSUO）
 室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授
 研究者番号：80166040

研究成果の概要（和文）：平面壁模型8体およびL形壁模型4体を用いた実験を行い、側柱脚部の軸筋が引張降伏して大きく伸びるような耐震壁のせん断降伏強度を把握した。通常の圧縮軸力を受ける場合のせん断耐力に比べて、せん断降伏強度は、壁筋比が小さいと大幅に小さくなることや側柱帯筋比が大きいと小さくなることが明らかとなった。また、引張降伏した側柱主筋のたば作用を考慮した強度算定式を導いて、その計算値がせん断降伏強度を上回る場合があることを確認した。

研究成果の概要（英文）：Eight barbell and four L-shaped model wall specimens where the bottom of side column stretches largely were tested to investigate their shear yield strength. It was found that the shear yield strength was smaller than shear ultimate strength under compressive axial stress when shear reinforcement ratio for wall is small or hoop ratio is large. The calculated value by the shear yield strength equation considering dowel action often becomes much larger than the experimental value.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

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：鉄筋コンクリート、L形断面耐震壁、せん断強度、伸び、アーチ機構、実験

1. 研究開始当初の背景

L形壁のような立体壁に関する研究は、国内外ともに単一平面壁に比べて少なく、立体壁を構成するそれぞれの壁板相互の影響を考慮した耐力に関する研究は少ない。このため、L形壁のような直交壁付き耐震壁の終局強度は、直交壁の有効幅として強度増強とい

う形で検討されているのが一般的である。しかし、この強度増分は破壊機構や力の釣り合いに基づいて評価されるべきものであり、この点を明らかにする必要がある。研究代表者は、二方向水平力を受けるL形壁の実験的研究を行って、L形壁が全体として曲げ破壊やせん断破壊する場合の二方向終局耐力につ

いて、二方向終局耐力図を提案した。しかしながら、L形壁のような平面壁に直交する壁の付いた耐震壁では、加力方向や配筋状況によっては直交する壁のみでせん断ひび割れが開口してL形壁が終局耐力を示す場合もある。このL形壁全体としての二方向最大耐力は、通常の壁板の曲げ破壊やせん断破壊以外の新しい破壊形式（以後、せん断降伏と呼ぶ）でも決まる場合があり、提案した二方向終局耐力図の辺上まで到達しないことは確認しているが、このようなL形壁の破壊形式に対応する耐力性状は明らかとなっていない。

2. 研究の目的

L形壁が二方向水平力を受けると、2枚の壁板の交差部にある側柱は、一方の壁（主壁）では引張側、他方の壁（直交壁）では圧縮側となる場合が考えられる。本研究では、直交壁のような側柱に引張力を受けて側柱脚部の主筋が引張降伏して大きく伸びるような平面耐震壁について、壁補強筋、柱補強筋がせん断降伏強度に及ぼす影響を実験的に明らかにする。また、せん断降伏強度の算定方法について検討し、直交壁がせん断降伏するようなL形壁のせん断降伏強度への適用性を検証する。

3. 研究の方法

(1) 平成 21 年度は、柱補強筋を少なく配筋して壁補強筋を変化させた実物約 1/4 の鉄筋コンクリート平面耐震壁模型 4 体の実験を図 1 に示すような加力方法で行い、水平荷重、軸方向力、柱主筋と壁補強筋のひずみ度などから、柱補強筋が少ない場合について壁補強筋が平面壁のせん断降伏強度に及ぼす影響に関する検討を行った。

(2) 平成 22 年度は、壁補強筋を多く配筋し

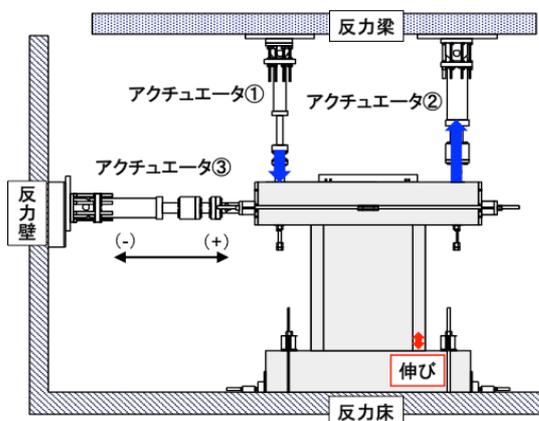


図 1 平面壁加力装置

て柱補強筋を変化させた実物約 1/4 の鉄筋コンクリート平面耐震壁模型 4 体の実験を前年度と同様の加力方法で行い、水平荷重、軸方向力、柱主筋と壁補強筋のひずみ度などから、壁補強筋が多い場合について柱補強筋が平面壁のせん断降伏強度に及ぼす影響に関する検討を行った。

(3) 平成 23 年度は、実物約 1/4 の鉄筋コンクリートL形壁模型 4 体の実験を図 2 に示すような加力方法で行い、L形壁を構成する 2 枚の壁板の交差部にある柱が大きく伸びた（柱脚 200mm 区間の伸びを 4mm とした）ときのせん断降伏強度について検討し、昨年度までの平面壁の結果と合わせて比較検討を行った。

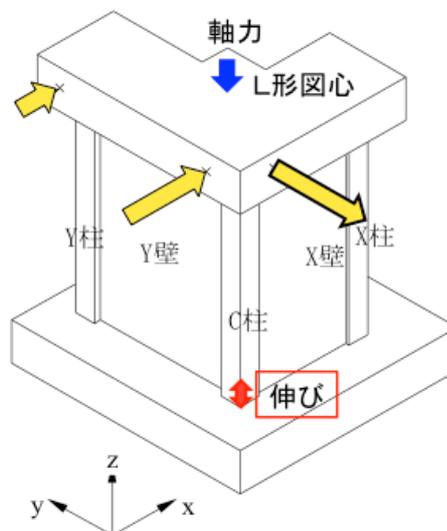


図 2 L形壁の加力概要

4. 研究成果

(1) 平面壁のせん断降伏強度

側柱脚部が大きく伸びた耐震壁のせん断降伏強度が、壁筋比や側柱帯筋比の違いによって受ける影響を実験的に明らかにした。通常の圧縮軸力を受ける平面壁のせん断耐力と比べた主な結果は次のとおりである。

- ① $p_s \cdot \sigma_{sy} / (v \cdot \sigma_B)$ (p_s : 壁筋比, σ_{sy} : 壁筋降伏点強度, v : コンクリートの有効係数, σ_B : コンクリート圧縮強度) が 0.15 前後のとき、せん断降伏強度実験値 tQ_{sy} の日本建築学会靱性保証型耐震設計指針によるせん断強度式の値 V_u に対する比率 tQ_{sy}/V_u は、圧縮軸力を加えた場合のせん断耐力実験値 tQ_{su} の比率 tQ_{su}/V_u とあまり差がみられなかった。
- ② $p_s \cdot \sigma_{sy} / (v \cdot \sigma_B)$ が 0.03~0.08 のとき、 tQ_{sy}/V_u は 0.68~1.09 (平均 0.88, 変動率 47%) となり、圧縮軸力を加えた場合の tQ_{su}/V_u の 0.93~1.23 (平均 1.12, 変動

率 27%) よりも平均で 0.24 小さくなり、ばらつきも大きくなった。

- ③ 柱補強筋比 p_w の大小にかかわらず、 t_{Qsy}/V_u は圧縮軸力を加えた場合の t_{Qsu}/V_u に比べて小さくなった。
- ④ p_w が 0.33% のとき、 t_{Qsy}/V_u は 1.03、 t_{Qsu}/V_u は 1.13、 p_w が 1.21% のときには t_{Qsy}/V_u は 1.03、 t_{Qsu}/V_u は 1.30 となり、 p_w が大きい場合の方が圧縮軸力を加えた場合の比率に比べて低下割合は大きくなった。

(2) L形壁のせん断降伏強度

L形壁を構成する2枚の壁板の交差部にある柱が大きく伸びたときのせん断降伏強度について実験的に検討し、昨年度までの平面壁の結果と合わせて平均せん断応力度 $t_{\tau_{su}}$ として比較を行った。その主な結果は次のとおりである。

- ① L形壁のせん断降伏強度実験値に及ぼす壁筋 $p_s \cdot \sigma_{sy}$ (p_s : 壁筋比、 σ_{sy} : 壁筋降伏点強度) の影響は試験体数が少なく明確ではないが、図3の通り、同じ $p_s \cdot \sigma_{sy}$ に対してL形壁の方が平面壁よりもせん断降伏強度が少し小さくなった。

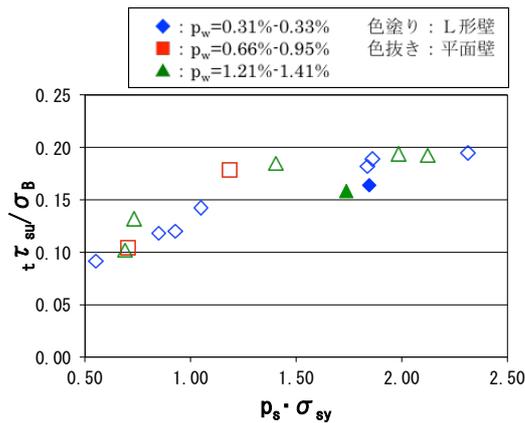


図3 平均せん断応力度と壁筋比

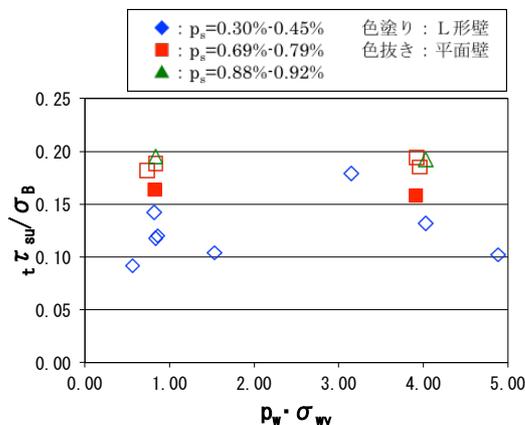


図4 平均せん断応力度と帯筋比

- ② L形壁のせん断降伏強度実験値には、図4のように側柱の帯筋 $p_w \cdot \sigma_{wy}$ (p_w : 帯筋比、 σ_{wy} : 帯筋降伏点強度) の影響はほとんどみられず、平面壁の場合と同様の結果となった。
- ③ アーチ機構に引張降伏した側柱主筋のたぼ作用を考慮した耐震壁のせん断降伏強度算定式を導出し、平面壁とともにL形壁の実験値と比較した。計算値は実験値を上回る値となっており、算定式については今後さらに検討を進めたい。

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9件)

- ① 下川部皓紀、笠井昭良、溝口光男、荒井康幸、森 貴規、遠藤寛和、鉄筋コンクリートL形断面耐震壁のせん断降伏強度について、日本建築学会北海道支部研究報告集、査読無、No. 85、2012、pp. 187-190
- ② Akira Kasai, Mitsuo Mizoguchi, Takanori Mori, Effect of Shear Reinforcement for Hoops on Shear Strength of Reinforced Concrete Walls with Stretched Boundary Column, Joint Seminar on Environmental Science and Disaster Mitigation Research 2012、査読無、2012、pp. 93-94
- ③ Akira Kasai, Mitsuo Mizoguchi, Yasuyuki Arai, Takanori Mori, Effect of Shear Reinforcement Ratio of Column on Shear Strength of Reinforced Concrete Walls with Stretched Boundary Column, Proceedings of the 5th International Symposium between Japan, China & Korea Performance Improvement of Concrete for Long Life Span Structure、査読無、2011、pp. 111-116
- ④ 森 貴規、溝口光男、荒井康幸、金谷修平、側柱が伸びた柱補強筋比の小さい鉄筋コンクリート耐震壁のせん断耐力に及ぼす壁筋の影響、コンクリート工学年次論文集、査読有、Vol. 33、No. 2、2011、pp. 409-414
- ⑤ 笠井昭良、森 貴規、溝口光男、荒井康幸、金谷修平、吉田結香、側柱が伸びた鉄筋コンクリート耐震壁のせん断耐力に及ぼす帯筋比の影響について、日本建築学会北海道支部研究報告集、査読無、No. 84、2011、pp. 153-156
- ⑥ 金谷修平、溝口光男、荒井康幸、森 貴規、側柱が伸びた鉄筋コンクリート耐震壁のせん断耐力に及ぼすせん断補強筋の影響、第10回日本・韓国建築材料・施工ジョイントシンポジウム論文集、査読無、

- 2010、pp. 249-254
- ⑦ Takanori Mori、Mitsuo Mizoguchi、Yasuyuki Arai、Shuhei Kanaya、Effect of Shear Reinforcement within a Wall Panel on Shear Strength of Reinforced Concrete Walls with Stretched Column, Proceedings of the 4th International Symposium between Korea, Japan & China Performance Improvement of Concrete for Long Life Span Structure、査読無、2010、pp. 249-254
- ⑧ 金谷修平、溝口光男、荒井康幸、栗田 卓、側柱が伸びた鉄筋コンクリート耐震壁のせん断耐力に及ぼす側柱補強筋と壁筋の影響、コンクリート工学年次論文集、査読有、Vol. 32、No. 3、2010、pp. 391-396
- ⑨ 森 貴規、金谷修平、溝口光男、荒井康幸、栗田 卓、側柱が伸びた鉄筋コンクリート耐震壁のせん断耐力に及ぼす壁筋の影響について、日本建築学会北海道支部研究報告集、査読無、No. 83、2010、pp. 59-62

〔学会発表〕(計6件)

- ① 笠井昭良、下川部皓紀、溝口光男、荒井康幸、鉄筋コンクリートL形断面耐震壁のせん断降伏強度(その1 実験概要)、日本建築学会大会学術講演、2012. 9. 12、名古屋市
- ② 下川部皓紀、笠井昭良、溝口光男、荒井康幸、鉄筋コンクリートL形断面耐震壁のせん断降伏強度(その2 実験結果)、日本建築学会大会学術講演、2012. 9. 12、名古屋市
- ③ 笠井昭良、森 貴規、溝口光男、荒井康幸、側柱が伸びた鉄筋コンクリート耐震壁のせん断耐力に及ぼす帯筋比の影響(その1 実験概要)、日本建築学会大会学術講演、2011. 8. 25、東京都新宿区
- ④ 森 貴規、笠井昭良、溝口光男、荒井康幸、側柱が伸びた鉄筋コンクリート耐震壁のせん断耐力に及ぼす帯筋比の影響(その2 実験結果)、日本建築学会大会学術講演、2011. 8. 25、東京都新宿区
- ⑤ 森 貴規、金谷修平、溝口光男、荒井康幸、側柱が伸びた鉄筋コンクリート耐震壁のせん断耐力に及ぼす壁筋の影響(その1 実験概要)、日本建築学会大会学術講演、2010. 9. 10、富山市
- ⑥ 金谷修平、森 貴規、溝口光男、荒井康幸、側柱が伸びた鉄筋コンクリート耐震壁のせん断耐力に及ぼす壁筋の影響(その2 実験結果)、日本建築学会大会学術講演、2010. 9. 10、富山市

〔その他〕

ホームページ:

<http://ir.lib.muroran-it.ac.jp/dspace/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

溝口 光男 (MIZOGUCHI MITSUO)

室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号: 80166040