

論文 偏心引張力を受ける鉄筋コンクリート耐震壁のせん断破壊実験

溝口 光男¹・荒井 康幸²・口地 英樹³

要旨: 鉄筋コンクリート耐震壁が偏心引張力を受ける場合のせん断破壊性状を明らかにするため、耐震壁模型を6体製作し、水平力に対して圧縮側となる側柱に引張力を与えた水平加力実験を行い、主にせん断耐力について検討した。その結果、引張力を受ける耐震壁のせん断耐力は、軸圧縮応力度の項を含む既往のせん断強度式において、軸引張応力度を考慮して得られる計算値によって評価できること。軸力を無視している日本建築学会靱性保証型耐震設計指針式による値は、多少安全側の値を示すことを確認した。

キーワード: 鉄筋コンクリート, 耐震壁, 偏心引張力, せん断耐力

1. はじめに

高層建物が地震力を受けると、一階の柱には曲げによる極めて大きな変動軸力が作用する。このような高層建物内に配置される連層耐震壁について考えてみると、地震力は2方向から作用するので、一階の耐震壁では水平力に対して圧縮側となる側柱に、その直交方向の曲げの影響による大きな引張力を受けることがある。また、高層建物内の耐震壁ばかりでなく、L形耐震壁のような立体耐震壁や、境界梁で連結された並列壁の引張側の耐震壁も同様で、圧縮側の側柱に引張力を受けることがある。このような引張力の作用する耐震壁について引張力の影響を検討した研究は見当たらず、引張力を受ける耐震壁のせん断破壊性状に関しては明らかになっていない。本研究は、水平力に対して圧縮側となる側柱に引張力を加えた耐震壁の水平加力実験を行い、そのせん断破壊性状について実験的に検討した。

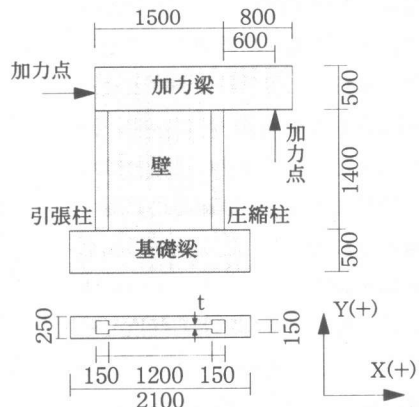


図-1 試験体概要 (単位 mm)

表-1 試験体名と配筋

| 試験体名 | 壁厚 t (mm) | 壁筋 | | 柱主筋 | | 柱補強筋 | | 設計時強度計算値(kN) | |
|-------|--------------|--------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|
| | | 配筋 | Ps(%) [*] | 配筋 | Pg(%) | 配筋 | Pw(%) | 曲げ強度 | せん断強度 |
| I-L85 | 47 | 4φ@100 | 0.27 | 8-D13 | 4.50 | 4φ@50 | 0.34 | 374 | 258 |
| I-L83 | 46 | 4φ@100 | 0.28 | 8-D13 | 4.50 | 4φ@30 | 0.57 | 374 | 258 |
| I-L87 | 49 | 4φ@100 | 0.26 | 8-D13 | 4.50 | 4φ@70 | 0.25 | 374 | 258 |
| I-M85 | 48 | 4φ@75 | 0.36 | 8-D13 | 4.50 | 4φ@50 | 0.34 | 379 | 264 |
| I-H85 | 52 | 4φ@50 | 0.50 | 8-D13 | 4.50 | 4φ@50 | 0.34 | 388 | 277 |
| I-L65 | 53 | 4φ@100 | 0.24 | 6-D13 | 3.38 | 4φ@50 | 0.34 | 285 | 244 |

^{*}実際の壁厚 t に対する比率

2. 実験概要

2.1 試験体概要

試験体は柱形のある平面壁模型とし、壁脚と

* 1 室蘭工業大学助手 工学部建設システム工学科 工博 (正会員)
 * 2 室蘭工業大学教授 工学部建設システム工学科 工博 (正会員)
 * 3 室蘭工業大学大学院 工学研究科建設システム工学専攻

壁頭に比較的剛な梁を有している。図-1に試験体の形状および各部の名称を示す。試験体数は壁筋比、柱主筋比および柱補強筋比を変化させた6体であり、壁と柱の寸法は全試験体共通とし、壁の全長1500mm、壁内法高さ1400mm、柱断面150mm角とした。壁厚は50mmを目標としたが、製作された試験体の寸法は表-1に示す値となった。各試験体の壁と柱の配筋は、壁筋には縦横とも4φのなまし鉄線を@100mm、@75mm、@50mmの3種、柱主筋には8-D13、6-D13の2種、柱補強筋には4φの角スパイラル筋を@70mm、@50mm、@30mmの3種を表-1のように組み合わせて配筋した。試験体の設計は、すべてせん断破壊することを目標として行い、設計時の曲げとせん断の両強度計算値を表-1に示す。計算値をみると、柱補強筋による差はないが、柱補強筋はせん断耐力に影響すると考えられるので、柱補強筋の異なる試験体も製作した。なお、表中の曲げ強度は、偏心引張力による壁頂モーメントを考慮し、壁脚モーメントが後述の表-5に示す(2)式の値になったと仮定したときの計算値であり、せん断強度は表-5に示す(3)式で軸圧縮応力度 σ_c を0とした計算値である。加力梁と基礎梁は断面を250mm×500mmとし、主筋に6-D22、肋筋に2-D13@80mmを配筋した。コンクリートは、全試験体とも設計基準強度21N/mm²の豆砂利普通コンクリート(砂利の最大寸法10mm)を使用し、平打ち込みとした。コンクリートの性状は表-2に、鉄筋の性状は表-3にそれぞれ示す。

2.2 加力方法および計測方法

加力装置の側面図を図-2に示す。加力は図のように、水平および鉛直に配置した2台のアクチュエータを用いて行った。加力方法は、はじめに①号機で後述する壁頂の水平変形が負とならないように拘束しながら、②号機で所定の引

表-2 コンクリートの性状

| 試験体名 | 圧縮強度 (N/mm ²) | 引張強度 (N/mm ²) | ヤング係数* (N/mm ²) |
|-------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| I-L85 | 20.9 | 2.13 | 18500 |
| I-L83 | 20.7 | 2.26 | 19400 |
| I-L87 | 20.0 | 2.27 | 20400 |
| I-M85 | 20.6 | 2.06 | 20600 |
| I-H85 | 20.5 | 2.33 | 19200 |
| I-L65 | 21.0 | 2.23 | 21000 |

*1/3割線弾性係数

表-3 鉄筋の性状

| 鉄筋 | 断面積 (cm ²) | 降伏強度 (N/mm ²) | 引張強度 (N/mm ²) | 伸び (%) | 備考 |
|-----|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------|---------|
| D22 | 3.87 | 387 | 604 | 24 | 梁主筋 |
| D13 | 1.267 | 352 | 497 | 28 | 柱主筋・梁肋筋 |
| 4φ | 0.129 | 221* | 293 | 43 | 柱補強筋・壁筋 |

*0.2%耐力

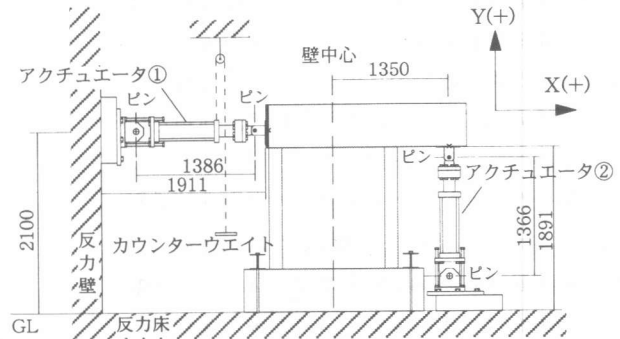
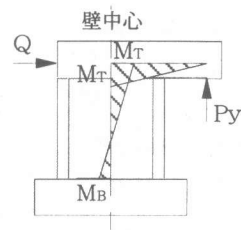


図-2 加力装置 (単位 mm)



曲げ降伏モーメント略算式¹⁾

$$M_y = 0.8a_l \cdot \sigma_y \cdot D + 0.2a_w \cdot \sigma_{wy} \cdot D + 0.5N \cdot D \left(1 - \frac{N}{B \cdot D \cdot F_c} \right) \quad \dots (1)$$

ただし、 $N = -P_y$

図-3 モーメント分布

張力となるまで鉛直荷重を加え、その後、②号機でこの鉛直荷重を保持しながら①号機で壁頂に水平方向に徐々に大きな強制変形を与える方