

1) 科学研究費助成事業

1) - 1 鉄筋コンクリート造耐震壁の脚部せん断すべり破壊に関する基礎的研究

Fundamental Study on Sliding Shear Failure of Reinforced Concrete Bearing Walls

(研究期間 平成 24~25 年度)

国際地震工学センター

谷 昌典

International Institute of Seismology and Masanori TANI
Earthquake Engineering

There are several types of brittle failure mode of flexure-dominant R/C bearing wall. Recently flexural compression failure at lower floor of multi-story bearing walls without boundary columns has attracted much attention, because this failure mode was observed in many high-rise R/C buildings which were heavily damaged in the 2010 Chile Earthquake. Meanwhile, there have been reported some experimental results that R/C wall specimens failed in sliding shear at the wall base after flexural yielding did not have enough deformation capacity. Two specimens whose experimental parameter is detail of boundary columns were tested to obtain fundamental test data about sliding shear behavior at wall base and confirm the accuracy of evaluation methods proposed in the past. The accuracy of the equations for sliding shear capacity was also discussed by using experimental database constructed by authors in the past.

【研究目的及び経過】

曲げ挙動が卓越する RC 造耐力壁の脆性破壊としては、2010 年チリ地震において柱型の無い連層耐力壁脚部で多数確認された曲げ圧縮破壊が大きく注目されている。一方で、曲げ降伏後の壁脚せん断すべり破壊により十分な変形性能が発揮されない事例も既往の研究で報告されている。本研究では、壁脚せん断すべり挙動の把握を目的として、既往のせん断すべり耐力評価式によりせん断すべり破壊するよう設計した試験体に対して、柱型の有

無を実験変数とした載荷実験を実施した。また、耐力壁を対象とした過去の実験報告を収集し、既往のせん断すべり耐力評価式の予測精度検証を行った。

【研究内容及び結果】

1) せん断すべり破壊するよう設計した試験体に対する構造実験

既往のせん断すべり耐力評価式によりせん断すべり破壊するよう設計した RC 造耐力壁縮小試験体 2 体に対する載荷実験を実施した。試験体概要及び試験体図は

表 1 試験体概要

| 試験体名 | 形状(mm) | 柱 (端部拘束域) | | | 壁板 | | 軸力 (kN) | F_c (N/mm ²) |
|------|-------------------------------|-----------|------------------------------|------------------------------|--------|-------------------------------|---------|----------------------------|
| | | 寸法(mm) | 主筋 | 拘束筋 | 厚さ(mm) | 壁筋 (縦横) | | |
| BC | 1500×1700 ($a/l_w=1.60$) | 200×200 | 8-D10 ($p_{cg}=1.43\%$) | D4@40 ($p_{cw}=0.53\%$) | 91 | D4@80 ダブル ($p_w=0.39\%$) | 300 | 30 |
| NC | | 120×200 | 8-D10 ($p_{cg}=2.38\%$) | D4@40 ($p_{cw}=0.59\%$) | 120 | D4@80 ダブル ($p_w=0.29\%$) | | |

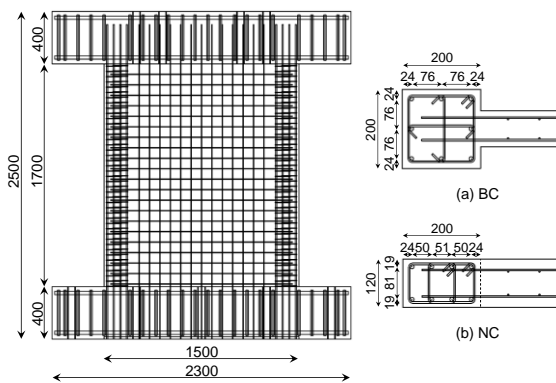


図 1 試験体図 (左図は NC)

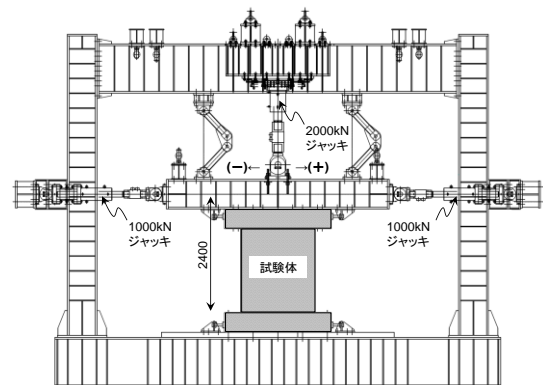


図 2 載荷装置図

表 1 及び図 1 にそれぞれ示す通りで、実験変数は壁端部の柱型の有無とし、図 2 に示す荷重装置により一定の圧縮軸力の下で片持ち形式による正負繰返し漸増荷重を行った。図 3 にせん断力-部材角関係を示す。いずれの試験体も、曲げ降伏（柱主筋、脚部壁縦筋降伏）が先行し、その後、壁脚端部のコンクリート剥離及び圧壊が確認されたことから、破壊形式は曲げ破壊と考えられる。大変形時には、柱型を持たない NC で壁脚付近の拘束域が面外方向に座屈して大幅な耐力低下が確認されたのに対して、柱型を有する BC では壁脚のひび割れ閉合時に壁脚が元の位置から面外にずれたものの、局所的な座屈現象は発生せず、耐力低下も小さかった。

また、本実験では壁脚すべり変位を測定する目的で壁脚から高さ 50mm の位置で下スタブ間との相対水平変位を測定したが、最大でも全体変形の 10~15% 程度で、NC の方が全体的に大きな値を示した。図 4 に示すひび割れ性状より、曲げひび割れが細かく分散しており、壁脚以外のひび割れでも水平方向のずれが確認されたこ

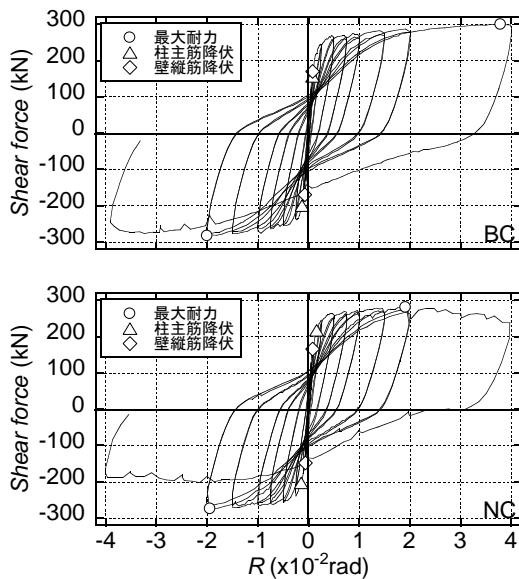


図 3 せん断力-部材角関係

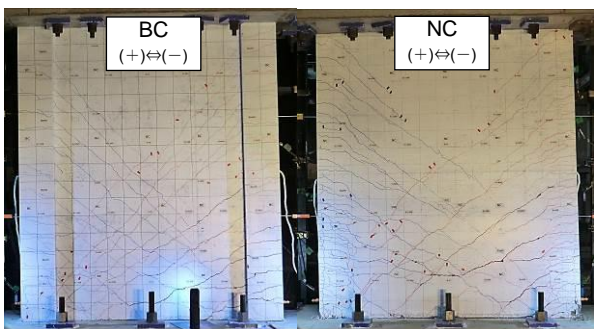
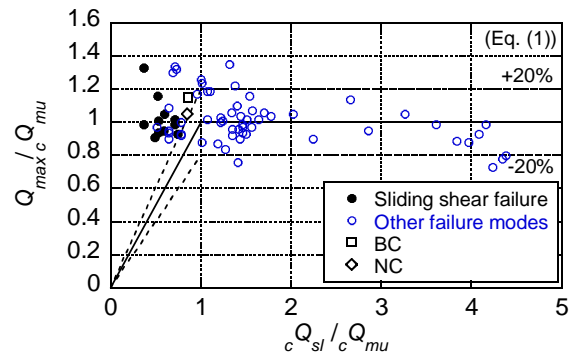


図 4 ひび割れ状況 (R=±2.0%終了時)

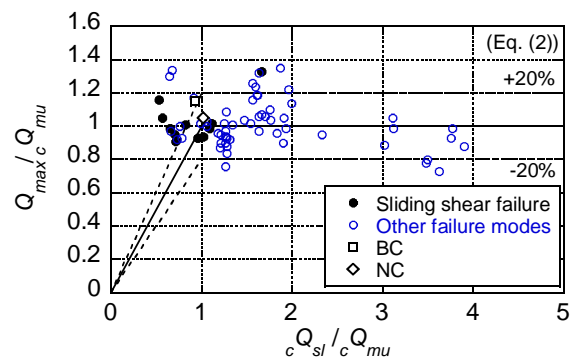
とから、すべり変位が壁脚のひび割れのみ集中しなかったとみられる。

2) 既往のせん断すべり耐力評価式の予測精度検証

耐力壁を対象とした過去の実験報告を収集した結果 (121 体) に既往のせん断すべり耐力評価式 (Paulay らによる提案式, Eurocode 8 式) を適用し、その精度を検証した。曲げ耐力計算値に対する実験最大耐力の比を縦軸に、曲げ耐力計算値に対するせん断すべり耐力計算値の比を横軸にとったものを図 5 に示す。図より、いずれの評価式を用いた場合でも、せん断すべり余裕度 (せん断すべり耐力計算値/曲げ耐力計算値) の小さい領域にせん断すべり破壊した試験体が集中していることから、破壊形式の概ね傾向は捉えていることが分かった。ただし、せん断すべり破壊した試験体と別の破壊形式の試験体が混在している領域もあり、完全に破壊形式を予測することはできなかった。また、Eurocode 8 式の方が Paulay らによる提案式に比べて平均で約 1.6 倍大きな値を与えるものの、いずれの評価式も変動係数は 35% 程度と同等となり、比較的ばらつきの大きな結果となった。試験体によっては両者による計算値が大幅に異なるものもあり、評価式で用いられている記号の定義や係数の数値について更なる検証が必要である。



(a) Paulay らによる提案式



(b) Eurocode 8 式

図 5 破壊形式の予測精度