

斜め方向に載荷されたR C柱の曲げ耐力に関する実験的研究

Experimental Study on flexural strength of Reinforced Concrete columns subjected to bi-directional load

北武コンサルタント(株) ○正会員 本間 郁美 (Ikumi Honma)
 北武コンサルタント(株) 正会員 渡辺 忠朋 (Tadatomo Watanabe)
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 谷村 幸裕 (Yukihiro Tanimura)
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 川村 力 (Chikara Kawamura)

1. はじめに

コンクリート構造物における耐震設計では、一般に水平二方向の慣性力はそれぞれ独立して作用するものとし、柱部材の設計においても、柱面に対して直角方向の作用について検討を行っている。しかし、実際の地震動は三次元的挙動を示すことから、作用方向の違いによる部材の耐荷性能について検討する必要がある。本研究は、実物大のR C柱の交番載荷実験を行い、載荷方向と耐荷性能の関係について検討した。

2. 実験の概要

図1および表1に試験体(No.1)の形状と諸元を示す。表には過去の実験(T97-1)において、今回実験を行った試験体と形状や諸元が同じもので、柱面と直角方向に正負交番載荷を行ったものも示す¹⁾。試験体は、一般的な鉄道R Cラーメン高架橋の柱をモデル化した実物大の矩形柱で、断面は800mm×800mm、せん断スパンは3000mmとした。

載荷方向は、柱面に対して45度とした。載荷方法は正負交番載荷とし、最外縁の引張鉄筋が降伏した時点の載荷点変位 δ_y を基準として、その整数倍ごとに正負各3回繰り返した。軸力は 3.68N/mm^2 の一定とした。計測項目は、載荷点位置の水平変位、柱基部の主筋の抜け出し、軸方向鉄筋および帯鉄筋のひずみ、ひび割れ状況である。

3. 実験結果

写真1に載荷終了時の鉄筋破断状況を、図2に破壊時のひび割れ状況を示す。実験は、 $3\delta_y$ で圧縮側の角のコンクリートが圧壊し、その後は荷重の増加は緩やかになり $7\delta_y$ で最大荷重を記録した。その後、 $8\delta_y$ の2回目の載荷で最外縁の軸方向鉄筋が破断し、3回目の載荷で帯鉄筋が破断、 $9\delta_y$ で最外縁から2番目の軸方向鉄筋が破断したところで終了とした。図3に荷重変位曲線(実験値および計算値)を示す。図に示す実験結果の荷重は、軸力の影響を補正したものを示している。実験結果の降伏荷重は589.9kN、計算値は567.5kNで実験値は計算値の約1.04倍となった。コンクリートの圧縮ひずみが

0.0035に達する時の荷重は実験値で782.3kN、計算値で672.3kNとなり、実験値は計算値の約1.16倍となった。降伏変位は実験値で16.5mm、計算値で18.0mmとなり、実験値は計算値の約0.92倍となった。最大荷重時の変位は実験値で95.5mm、計算値で107.8mmとなり実験値は計算値の約0.89倍となった。図2より、ひび割れの進展状況は、最外縁の角部から水平方向に曲げひび割れ

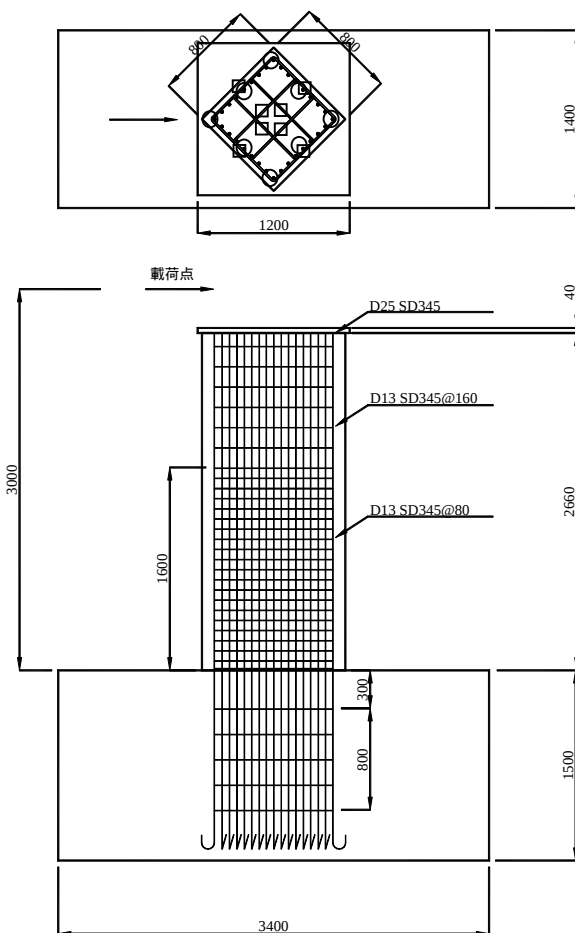


図1 試験体形状

表1 試験体諸元

	引張鉄筋		帯鉄筋		引張鉄筋比 (%)	帯鉄筋比 (%)	軸力 (N/mm ²)	コンクリートの 圧縮強度 (N/mm ²)	引張鉄筋の 降伏強度 (N/mm ²)	せん断 スパン (mm)
	種類	本数	種類	本数						
No.1	SD345	D25-9本	SD345	D13@80×2組	0.78	0.79	3.68	23.2	375.0	3000
T97-1	SD345	D25-9本	SD345	D13@80×2組	0.78	0.79	3.68	30.0	371.4	3000

が進展しており、ここでは示していないが、直角方向載荷の場合に見られるひび割れの進展状況との違いは見られなかった。図4に荷重変位曲線の包絡線を示す。図4より、初期剛性についてはほとんど差は見られない。Y点（最外縁の鉄筋が降伏する点）については直角方向が降伏変位、降伏荷重がそれぞれ24.3mm, 761.7kNであり、斜め方向は16.5mm, 589.9kNであった。どちらも3割程度斜め方向が小さい。これは斜め方向の場合、最外縁の鉄筋が直角方向に比べて同一変位に対するひずみが大きいため、早い段階で降伏するためと考えられる。ここで、斜め方向におけるY点は、最外縁1本の鉄筋が降伏した点としたが、どの位置の鉄筋が降伏した時点をもY点とするかによって降伏荷重、降伏変位は異なる。しかし、図4より、勾配変更点で見ると斜め方向と直角方向で大きな差はないと考えられる。M点（荷重低下が顕著となる前の点）については、直角方向の荷重、変位がそれぞれ975.9kN, 147.1mmであるのに対し、斜め方向は918.7kN, 95.5mmであり、荷重で1割程度、変位で3割程度斜め方向が小さい。これは最外縁の鉄筋が早期に降伏するのに加えて、コンクリート強度の差が影響しているものと考えられる。N点（降伏荷重まで低下した点）については、今回の実験では降伏荷重まで低下する前に鉄筋が破断し終了しているため不明であるが、斜め方向では最大荷重以降の耐力低下が大きく、直角方向に比べて変形性能が劣っていると考えられる。図5に変位と履歴吸収エネルギーの関係を示す。これより、斜め方向についても、最大荷重となるまでは直角方向とほとんど変わらないことがわかる。以上より、載荷方向が直角方向と斜め方向の場合について比較すると、M点までは斜め方向の場合も直角方向と耐荷性能については大きく変わらないと考えられる。

4. まとめ

実物大のRC柱の正負交番載荷実験を行い、載荷方向が柱面から斜め45度の場合について検討を行った結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 斜め方向から載荷された場合においても、M点までは直角方向と比べて耐荷性能に大きな差はなかった。
- (2) 斜め方向から載荷された場合、最大荷重以降の耐力低下が大きく、直角方向に比べて変形性能が劣る結果となった。

参考文献

- 1) 田中寿志, 岡本大, 瀧口将志, 佐藤勉: RC柱の変形性能と損傷レベルに関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.3, 1998.9



写真1 載荷終了時の鉄筋破断状況

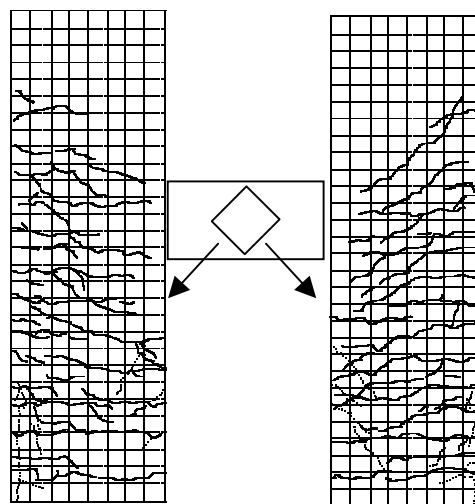


図2 ひび割れ状況 (7δy)

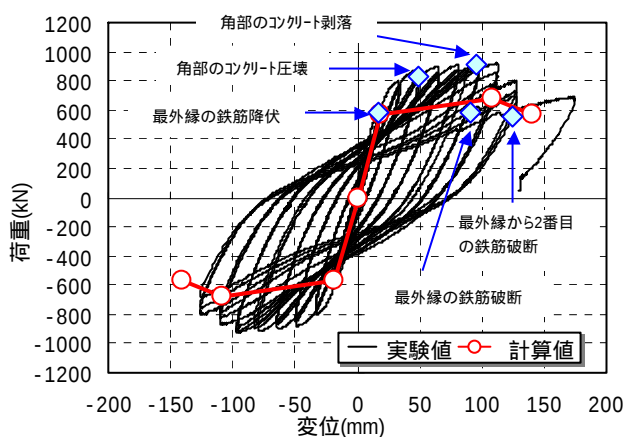


図3 荷重 - 変位曲線 (実験値と計算値)

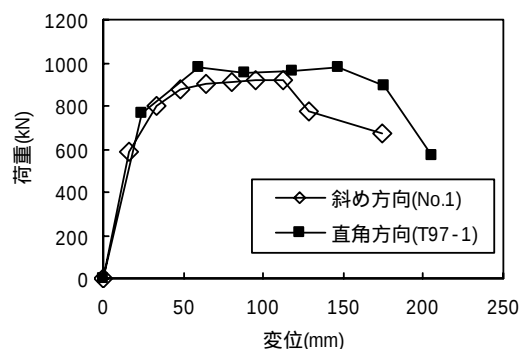


図4 荷重と変位の関係

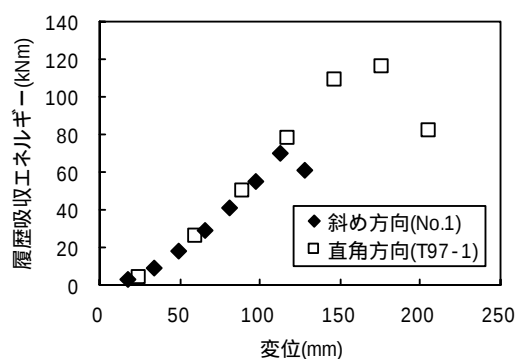


図5 変位と履歴吸収エネルギーの関係