

鋼板巻立て補強を行ったせん断スパン比が小さい RC 柱の交番載荷試験

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○醍醐 宏治
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 水野光一郎
 東日本旅客鉄道株式会社 フェロー会員 小林 將志

1. 目的

せん断力を受ける部材の支点から載荷点までの距離（以下、せん断スパン a ）と有効高さ d の比であるせん断スパン比（以下、 a/d ）が 1.0 程度の鉄筋コンクリート（以下、RC）部材に対して鋼板巻立て補強を行った場合の補強効果に関する研究は少ない。そこで、本稿では RC 柱試験体を用いた正負交番載荷試験を行い、その結果を示す。

2. 試験概要

試験体の諸元を表-1 に示す。B-1 試験体は、補強を行っていない RC 柱試験体である。SJ-4、SJ-6 試験体は、B-1 試験体と同形状の RC 柱に対して鋼板巻立て補強を行ったものであり、補強鋼板の厚さをパラメータとしている。補強鋼板と柱本体との間には 30mm の隙間を設けており、隙間にはモルタルを充填した。また、補強鋼板が曲げ耐力に寄与しないよう、柱基部から 30mm の隙間を空けて補強鋼板を設置した。なお、表-1 の曲げせん断耐力比は、 a/d の効果および側鉄筋の影響を考慮したせん断耐力 $V_y^{1)}$ を、部材の曲げ耐力 M_u に達する時点でのせん断力で除して算出した。

載荷方法は、水平方向に載荷した際に軸方向鉄筋が初降伏した時点の載荷点位置の水平変位を降伏変位 δ_y として、 δ_y の整数倍で変位制御にて繰り返し漸増載荷をする方法とした。各サイクルでの繰り返し回数は 3 回とした。軸方向力は 0.98N/mm^2 で一定とした。

3. 試験結果

(1) 損傷状況

①無補強試験体 (B-1 試験体)

最外縁鉄筋が降伏する Y 点および降伏荷重を維持する最大変位時である N 点の損傷状況を図-1 および図-2 に示す。B-1 試験体は、載荷点から圧縮側の柱基部の対角ラインに沿う斜めひび割れが生じた後、斜めひび割れと交差する付近で帯鉄筋が降伏した。さらに荷重が大きくなると、斜めひび割れが伸展し、柱基部の軸方向鉄筋が降伏した。2 δ_y で最大荷重となり、その後は荷重の低下とともに斜めひび割れ幅が顕著に大きくなり、斜めひび割れ交差部付近からかぶりコンクリートが剥落した。さらに載荷が進むと、斜めひび割れに沿って損傷が進展した。

②鋼板巻立て補強試験体 (SJ-4、SJ-6 試験体)

SJ-4 試験体は、荷重の増加に伴い、帯鉄筋が降伏し、その後に柱基部の軸方向鉄筋が降伏した。2 δ_y で最大荷重となり、柱基部においてコンクリート表面の剥離が確認された。その後の載荷により、鋼板の下端部からコンクリート片が漏出し、徐々に荷重が低下した。載荷終了後、補強鋼板を撤去し内部の損傷状況の確認を行ったところ、軸方向鉄筋の顕著な変形は見られず、軸方向圧縮力を保持している状況であった。また、斜めひび割れが交差

表-1 試験体の諸元

名称	せん断スパン a [mm]	せん断スパン比 a/d	引張鉄筋 (最外縁)	側方鉄筋 (片側)	帯鉄筋等 (鋼材種別・間隔[mm]・組数)	コンクリート圧縮強度		充填モルタル 圧縮強度 [N/mm ²]	曲げせん断耐力比 $V_y \times a / M_u$
						柱 [N/mm ²]	フーチング [N/mm ²]		
B-1	400	1.0			SD345・D10ctc100×1 組	25.4	33.8	—	0.69
SJ-4	400	1.0	SD345 D22-6 本	SD345 D22-4 本	SD345・D13ctc100×1 組 補強鋼板 SS400・ $t=4.5\text{mm}$	25.0	32.8	4.4	1.47
SJ-6	400	1.0			SD345・D13ctc100×1 組 補強鋼板 SS400・ $t=9.0\text{mm}$	37.3	40.6	4.6	1.78

キーワード 耐震補強, せん断スパン比, 静的正負交番載荷試験

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 03-5334-1288

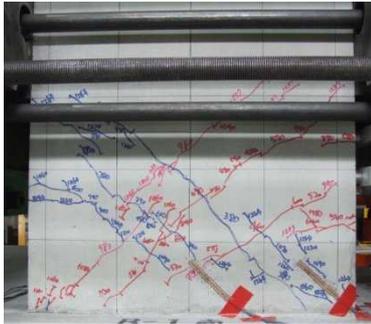


図-1 Y点での状況(B-1)

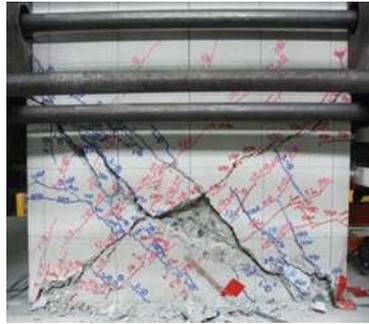


図-2 N点での状況(B-1)



図-3 載荷終了後の状況(SJ-6)

する箇所や斜めひび割れに沿った箇所においてコアコンクリートの紛体化が顕著であった。

SJ-6 試験体の損傷過程は、帯鉄筋に先立って柱基部の軸方向鉄筋が降伏した点以外は SJ-4 試験体と概ね同様であった。載荷終了後、補強鋼板を撤去し内部の損傷状況の確認を行ったところ、軸方向鉄筋の顕著な変形は見られず、軸方向圧縮力を保持している状況であった。また、柱基部に回転中心を形成していた。SJ-6 試験体の補強鋼板を撤去した後の柱く体の損傷状況を図-3に示す。

(2) 荷重-変位関係

図-4に載荷点における水平荷重と変位の関係を示す。材料特性値のばらつきの影響をなくすため、水平荷重は降伏荷重の計算値で除して単位化を行った。B-1 試験体は、最大荷重後に急激に荷重が低下するのに対し、鋼板巻立て補強を行った SJ-4, SJ-6 試験体は、荷重が緩やかに低下している。また、補強鋼板を厚くすることで、荷重の低下がやや緩やかになる傾向であった。

(3) 鉛直変位-水平変位関係

図-5に試験体の鉛直変位と載荷点における水平変位の関係を示す。鉛直変位は、各載荷サイクルが終了し、水平変位が 0mm となった時点での値を示しており、負の値が部材が短縮する方向である。水平変位は、各載荷サイクルでの最大水平変位を示す。いずれの試験体も、載荷序盤は軸方向鉄筋の伸びや拔出しにより正側の鉛直変位となり、その後部材の損傷により部材が短縮していると想定される。また、載荷終了時においても軸力を保持しており、軸方向変位量も小さい。鋼板巻立て補強を行った試験体は、B-1 試験体と比較して緩やかに短縮する傾向であった。

4. まとめ

本稿では、 $a/d=1.0$ の RC 柱試験体とそれに鋼板巻立て補強を行った試験体による交番載荷試験結果を示した。今回の試験の範囲で得られた知見は以下の通りである。

- (1) 鋼板巻立て補強を行った試験体は、荷重が緩やかに低下した。また、補強鋼板が厚くなるほど荷重の低下が緩やかになる傾向であった。
- (2) 全ての試験体は、軸方向変位量が小さかった。また、鋼板巻立て補強を行った試験体は、部材軸方向への短縮が緩やかになる傾向であった。

参考文献

1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物），丸善，1999年10月

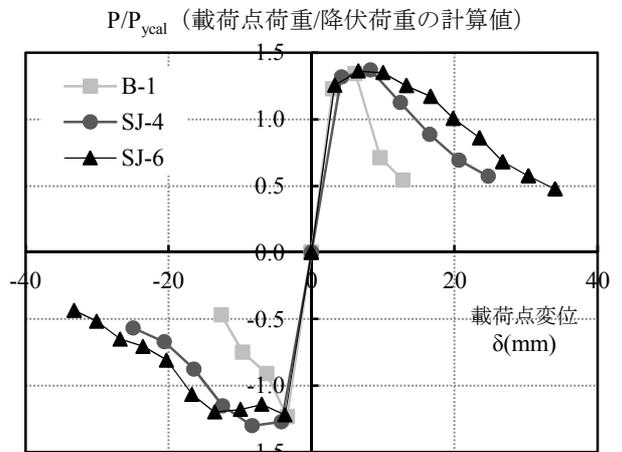


図-4 載荷点における荷重-変位関係

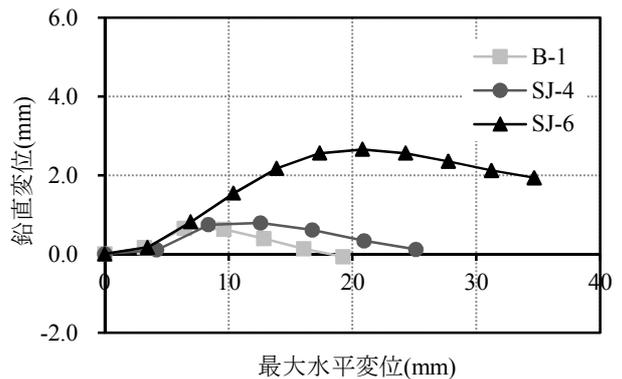


図-5 鉛直変位-最大水平変位関係