せん断スパン比の小さいRC柱の耐震補強効果に関する実験的検討

財）鉄道総合技術研究所　正会員　○松枝　修平　　正会員　岡本　大
正会員　　田所　敏弥　　正会員　谷村　幸裕

１．はじめに

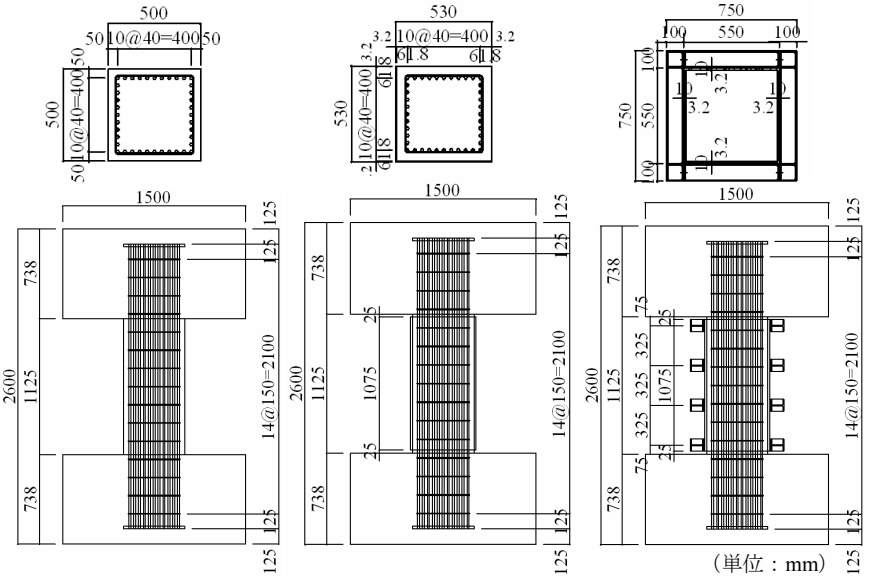
鉄道土木構造物では，既設のＲＣラーメン高架橋柱や開削トンネル中柱の耐震補強工法として鋼板巻立て補強工法が広く用いられている．せん断スパン比 a/d が比較的大きいＲＣ柱については，実験等によりせん断耐力や変形性能の評価方法は提案されている[1)]が，鉄道駅部の多層ラーメン高架橋やラーメン橋台などにある，a/d が 2 以下の太短い柱については，検討例が少なく評価方法が提案されるまでに至っていないのが現状である．そこで，本研究では，鋼板巻立て補強したせん断スパン比の小さいＲＣ柱の破壊性状と耐震性能評価方法の確立を目的に，鋼板巻立て補強した柱の載荷実験を実施し，破壊性状，せん断耐力および変形性能について検討した．

２．実験概要

試験体の諸元および形状と配筋状況を**表１**および**図１**に示す．試験体は，駅部の一般的なＲＣ柱の約 50%縮小モデルとし，せん断スパン比 a/d は 1.25 とした．試験体は鋼板巻立て補強の有無と補助対策の有無をパラメータとした合計 3 体とした．07-1 は無補強試験体とし，断面寸法が 500×500mm，引張鉄筋は D16-40 本（SD345, 引張鉄筋比 0.97%），帯鉄筋はφ6@150mm×1 組（SR235，帯鉄筋比 0.08%）とした．07-2 は，07-1 に鋼板巻立て補強（SS400，鋼板板厚 t=3.2mm）した試験体とした．補強鋼板の外形寸法は，実物の補強柱における充填モルタル厚さを想定して 530mm×530mm とした．また，柱の上下端部には，25mm の鋼管の空きを確保し，断面寸法の増加に伴う曲げ耐力の増加を防いだ．08-1 は，07-2 に対して，補強鋼板の外周に H 型鋼を設置し，鋼板による拘束効果をさらに高めた試験体である．H 型鋼の設置には，補強鋼板と H 型鋼の間に 10mm 程度の隙間を設け，無収縮モルタルを充填した．載荷は，建研式 L 字型試験装置を用い，柱部材に逆対称曲げモーメントが作用するように，変位制御の静的正負交番載荷とした．軸方向力は，750kN(軸応力：3.0N/mm^2)の一定とし，水平方向力は，降伏変位 δ_y の整数倍で各 3 回ずつ繰り返す漸増載荷とした．

表１　試験体の諸元

試験体	補強鋼板	はらみ出し対策工
07-1	無	―
07-2	有	
08-1		はらみ出し防止枠 H 型鋼，4 段



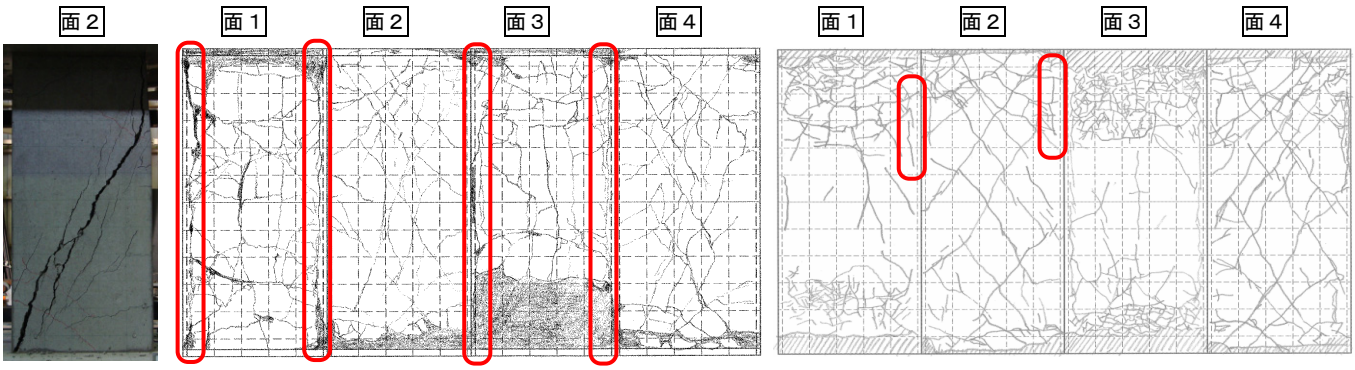
（a）07-1　　（b）07-2　　（c）08-1

図１　試験体の形状および配筋状況

３．実験結果

図２（a）に，07-1 の載荷試験終了後の写真を，**図２**（b）および**図２**（c）に，07-2 および 08-1 における載荷終了後に鋼板を除去した後のコンクリートのひび割れ状況を示し，また，**図４**，**図５**および**図６**に，各試験体の荷重-変位関係を示す．図中には軸方向鉄筋，鋼板および帯鉄筋が降伏ひずみに達した点（●，■，◆）を示す．また，

キーワード　せん断スパン比，鋼板巻立て補強，せん断耐力，付着割裂破壊，変形性能
連絡先：〒185-8540　東京都国分寺市光町 2-8-38　（財）鉄道総合技術研究所　コンクリート構造　042-573-7281



（a）07-1　　（b）07-2　　（c）08-1

図２　載荷終了後のひび割れ状況

図には，鋼板巻立て補強したＲＣ部材の荷重-変位関係の計算値 [2)]をあわせて示す．**図３**に，表示面の位置図を示す．

07-1 は，斜め引張破壊であった．07-2 については，$2\delta_y$で最大荷重となった後，$3\delta_y$ で鋼板のはらみ出しが確認され，荷重が低下した．$4\delta_y$～$6\delta_y$にかけて鋼板のはらみ出しや躯体と鋼板のずれが顕著になり，荷重が大きく低下した．また，試験後の破壊状況では，**図２**（b）の枠内に示すように，軸方向鉄筋に沿ったひび割れが確認された．また，かぶりコンクリートが柱全面にわたってコアコンクリートから剥離していた．最大荷重後に荷重低下が顕著であったことやひび割れ状況から，曲げ降伏後の付着割裂破壊と考えられる．以上から，07-2 では 07-1 に比べて最大荷重が大きく，鋼板巻立て補強によりせん断耐力が十分向上したことが確認できた．しかし，付着割裂破壊を生じるため計算値に示した変形性能が確保できないことがわかった．一方，08-1 の破壊状況は，$6\delta_y$で最大荷重となり，$8\delta_y$ではコンクリートの圧壊や剥落，H型鋼や枠の取り付けボルトの変形が顕著になり，荷重が低下した．**図２**（c）の枠内に示すように，08-1 でも軸方向鉄筋に沿ったひび割れが一部に発生したが，**図２**（a）と比較するとその範囲は局所的であり，H型鋼の拘束効果により鋼板のはらみ出しと共に，付着ひび割れの進展が抑制されたと考えられる．このことから，07-2 のような著しい荷重低下には至らず，荷重-変位関係は文献 2)に示される鋼板巻立て補強したＲＣ部材の変形性能を確保できたと考えられる．

４．まとめ

本研究より，次の知見が得られた．

① 鋼板巻立て補強することでせん断耐力は向上することが確認できた．

② せん断スパン比の小さい柱の場合，鋼板巻立て補強しても付着割裂破壊により変形性能が十分確保できない場合があることを示した．

③ 変形性能については，補助工法としてはらみ出し防止枠を設置することで，付着割裂破壊を防止し，一般的なせん断スパン比の柱と同様に変形性能を評価できることを示した．

参考文献

1) 玉井真一，佐藤勉：鋼板巻立て補強したＲＣ柱の変形性能，鉄道総研報告,Vol.12,No.9,pp.39-44,1998.　2) (財)鉄道総合技術研究所：既存鉄道コンクリート高架橋柱等の耐震補強設計・施工指針　鋼板巻立て補強編,1999.

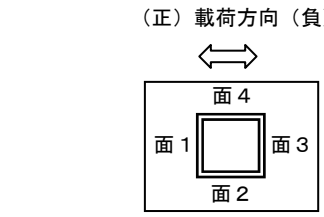


図３　位置図

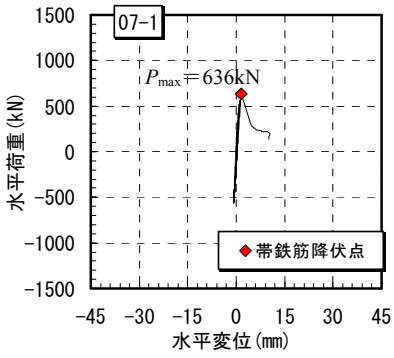


図４　荷重-変位関係（07-1）

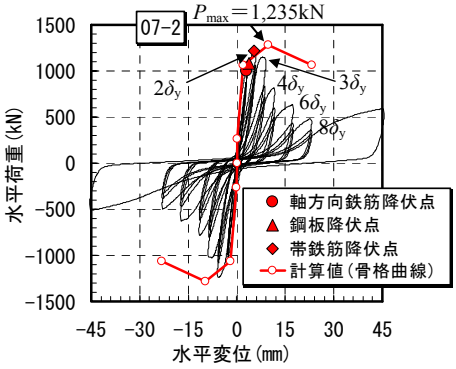


図５　荷重-変位関係（07-2）

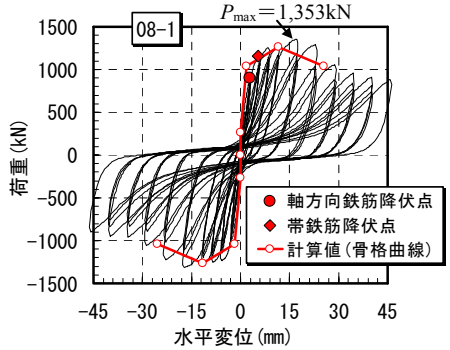


図６　荷重-変位関係（08-1）