組合せ鋼材巻立て補強を施した辺長の長いRC柱の交番載荷試験

東急建設（株）　正会員　○黒岩　俊之
東急建設（株）　正会員　伊藤　正憲
（公財）鉄道総合技術研究所　正会員　岡本　大

１．目的

一般にRC巻立て補強によるじん性補強効果は，巻き立てた補強材が軸方向鉄筋を拘束し座屈時期を遅らせることにより得られる．軸方向鉄筋に対する補強材の拘束効果は，部材隅角部近くでその効果が高い．矩形断面において辺長が長い場合は，辺の中央付近では帯鉄筋による十分な拘束効果が得られない可能性がある[1)]．このような場合，既往の技術では断面を貫通させたPC鋼棒により，形鋼で中間拘束する方法が用いられている[例えば2),3)]．しかし，補強による巻立て厚さが厚くなるため，都市部における高架下の有効利用や河積阻害の観点からは好ましくない．そこで，巻立て厚さが大きくならない部材端部における帯鉄筋のはらみ出しを抑制する方法を考案し，実験的に検討した．

２．実験概要

表1に本実験に用いた試験体の諸元を示す．試験体の補強概要図を図1に，使用材料を表2，表3に示す．

補強前の試験体は曲げ降伏後のせん断破壊型とし，分割帯鉄筋と吹付けモルタルを用いて既設柱を補強する工法[4)]（組合せ鋼材巻立て補強）で巻立て補強した．また，はらみ出し抑制方法として，図1に示す中間拘束金具を既設く体に対してあと施工アンカーで固定した（写真1参照）．ここで，アンカー筋の埋込長さは，既設の軸方向鉄筋の中心からアンカー筋の直径の25倍，かつ既設く体の表面から断面高さの70%とした．

試験体は，一定の軸方向圧縮力を作用させた状態で，水平方向に

写真１　中間拘束金具

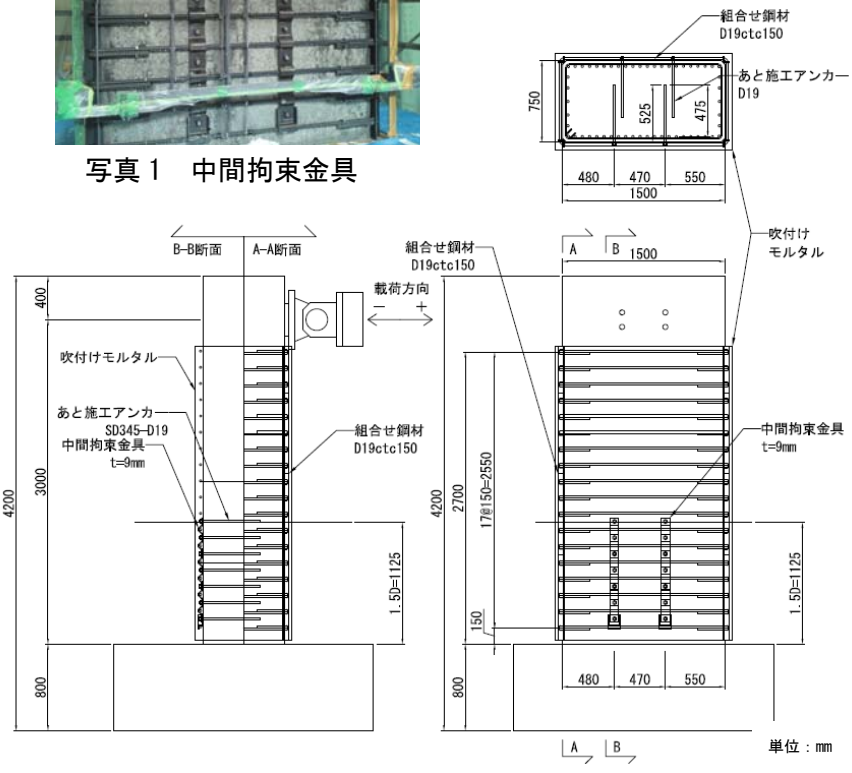

図１　試験体概要図

表１　試験体諸元

既設柱部材						補強部			摘　要
断面寸法（mm）	a/d	軸方向鉄筋	引張鉄筋比（%）	既設帯鉄筋	帯鉄筋比（%）	断面寸法［補強部］（mm）	分割帯鉄筋	中間拘束アンカー	
1500×750	4.29	SD345 D22-54本	0.81	SD295A D10ctc150	0.063	1640×890	SD345 D19ctc150	SD345 D19ctc150 2本／段	基部より1.5D（D：断面高さ）の範囲に，板厚9mmの鋼板をあと施工アンカーで固定

キーワード　耐震補強，RC巻立て，吹付けモルタル，拘束効果，変形性能
連絡先　〒252-0244　神奈川県相模原市中央区田名3062-1　東急建設（株）技術研究所　TEL042-763-9507

表 2　使用材料の力学的特性（鉄筋）

既設柱部材						補強部					
軸方向鉄筋			帯鉄筋			帯鉄筋			アンカー筋		
径	降伏強度 N/mm²	静弾性係数 kN/mm²	径	降伏強度 N/mm²	静弾性係数 kN/mm²	径	降伏強度 N/mm²	静弾性係数 kN/mm²	径	降伏強度 N/mm²	静弾性係数 kN/mm²
D22	395	193	D10	370	184	D19	388	194	D19	373	189

正負交番載荷を行った．軸方向圧縮力は，橋脚に作用する軸圧縮応力を参考に N=1,125kN(1.0N/mm²) とした．載荷パターンは，軸方向鉄筋が降伏した降伏変位（δy）を基準とした 3 サイクルとした．

3．実験結果

写真 2 に破壊状況を示す．試験体は変位 17.5mm にて軸方向鉄筋が降伏し，5δy にて柱基部の圧壊が生じた．その後，圧壊による荷重低下を生じることなく 6δy の繰返しで柱基部 1D 区間（D は断面高さ）のかぶりコンクリートがはらみ出し荷重低下を生じた．7δy においてかぶりコンクリートが剥落し，8δy の繰返しで軸方向鉄筋が破断した．正負の最大荷重は 1109kN，-1079kN であった．斜めひび割れが大きく開くことはなく，柱の基部から 500mm 程度のモルタルの剥離・剥落が顕著となった．破壊形態は曲げ破壊であったと考えられ，軸方向鉄筋が降伏し，塑性化したのは基部から概ね 1D 区間であった．

図 2 に荷重と水平変位の関係を示す．図中には拘束幅 b として，補強後の断面幅の 1/3 の値（1640÷3＝546.7mm）を用いてモルタル吹付け補強工法の変形性能算定式 [1),5)] により算定した骨格曲線を併せて示した．図 2 に示すとおり試験体の荷重変位関係は，中間拘束金具の間隔を用いて算定した骨格曲線を包絡していた．

4．まとめ

本実験の範囲では，はらみ出し抑制方法を用いた場合，モルタル吹付け補強工法の変形性能算定式に対して，中間拘束金具の間隔を柱の幅（拘束幅）として与えることで，試験体の変形性能を適切に評価できる結果となった．

表 3　使用材料の力学的特性
（コンクリート・モルタル）

コンクリート		モルタル
圧縮強度 N/mm²	静弾性係数 kN/mm²	圧縮強度 N/mm²
25.9	24.7	61.1

−8δy 時

載荷終了後
（正載荷引張側）

写真 2　破壊状態

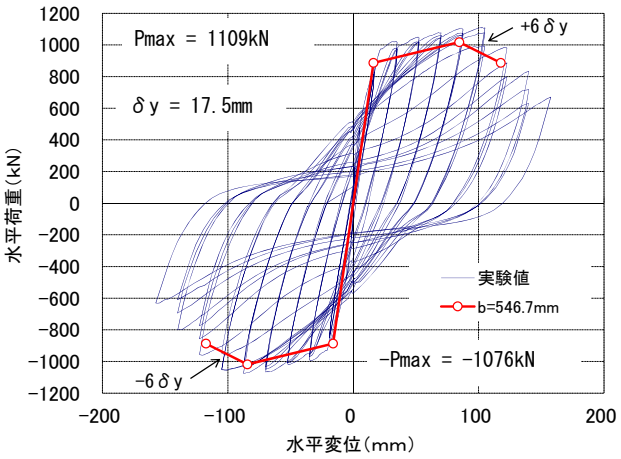

図 2　荷重と変位の関係

参考文献

1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説　コンクリート構造，2004.4
2) 日本道路協会：既設道路橋の耐震補強に関する参考資料，1997.8
3) 東日本旅客鉄道（株）：耐震補強設計施工マニュアル，2007.12
4) 笠倉亮太ほか：組立て式補強鋼材と吹付けモルタルによる RC 柱の耐震補強効果に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.2，2012.7
5) 前田友章ほか：補強鋼材と吹付けモルタルで補強した RC 柱の変形性能算定手法，土木学会第 64 回年次学術講演会概要集，2009.9