

既設 RC 柱の一面耐震補強工法における後挿入鉄筋のせん断補強効果に関する検討

JR 東日本(株)研究開発センター 正会員 ○小林 薫

JR 東日本(株)構造技術センター 正会員 吉田 徹

1. はじめに

都市部の鉄道高架橋では、高架下を店舗、事務所等で利用している場合が多い。著者らは、このような箇所の耐震補強工法として、柱の一面だけから施工を可能にした一面耐震補強工法^{1) 2)}の開発を行い、平成 13 年度末で約 100 本程度の実施工への適用を行った。本工法は、柱面が露出している箇所からコアボーリングによる削孔を行い、補強鉄筋を挿入する。補強鉄筋は、削孔内にグラウト注入等を行い既設 RC 柱と一体化を図る。次に、削孔面に補強鋼板を取付け、補強鋼板と既設 RC 柱面との空隙にエポキシ樹脂等を注入して接着を行い施工が完了する。図-1 に、本工法の概要を示す。本工法では、柱の補強として補強鉄筋（補強鉄筋の挿入方向）と補強鋼板（鋼板面内方向）が機能する。本工法の補強効果に関する検討は、模型試験体による交番載荷試験で確認が行われ、文献 1), 2) に報告されている。本報告は、後から挿入した補強鉄筋の補強効果に着目して検討を行ったものである。本工法における補強鉄筋は、柱面の削孔後に挿入されるので直筋形状となっている。このため、通常の RC 柱に配置される帯鉄筋とは、定着方法が相違する。本検討では、補強鉄筋の作用せん断力の負担の程度から既設 RC 柱へのせん断補強効果について検討を行ったものである。

2. 交番載荷試験結果の概要

表-1 に、本検討に用いた交番載荷実験結果^{1) 2)}を示す。本検討に用いた交番載荷実験結果は、試験体の断面寸法を 400mm×400mm、軸方向鉄筋の配置および鉄筋量、せん断力比、作用軸力、載荷面側の鋼板諸元がすべて同一で、補強鉄筋だけが変化しているものである。また、RC-1 試験体は、耐力比を 2 程度とした通常の帯鉄筋を配置したもので As-1 試験体との比較のために設定したものである。補強試験体の交番載荷実験は、引張鉄筋が降伏する載荷点変位を降伏変位 δ_y とし、降伏変位の整数倍の変位で繰返し回数を 1 回として実施した。

3. 補強鉄筋による作用せん断力の負担に関する検討

図-2 に、As-1 試験体の補強鉄筋ひずみと RC-1 試験体の帯鉄筋ひずみを塑性率 (δ / δ_y) の関係で整理したものを示す。塑性率 (δ / δ_y) は、載荷位置の変位 δ を降伏変位 δ_y で除した値である。各試験体のひずみ計測値は、各計測対象鉄筋に取付けた 1 本当たり 2~3 箇所のひずみゲージの平均値の中で、平均ひずみの最も大きな鉄筋の値を示している。両試験体で計測された範囲内でのせん断補強鉄筋のひずみ性状は、最大荷重を維持する最大塑性率となる 8 程度までは降伏ひずみに達せず、両者はほぼ同様な値を示した。他の補強試験体における補強鉄筋のひずみ性状は、補強鉄筋量を多くした試験体ほど補強鉄筋が降伏ひずみに達するときの塑性率 (δ / δ_y) が大きくなる傾向が伺えた。

補強鉄筋に発生するひずみ値から、補強鉄筋が負担する作用せん断力の検討を行った。補強鉄筋が負担する作用せん断力の計算は、トラス理論を適用し、せん断ひび割れは部材軸に 45 度に交差するものと仮定して行った。鉄筋降伏以降のひずみ硬化領域の応力度は、鉄筋の材料試験から得られる応力-ひずみ曲線を島らの提案式³⁾によるモデル化を行い算出した。図-3 に、As-1 試験体の検討結果を示す。補強鉄筋による作用せん断力の負担の程度は、塑性率 (δ / δ_y) とほぼ比例的に大きくなっていく傾向となっているのがわかる。他の試験体でも同じ傾向で、耐力比が 3 程度とした As-3 試験体では、塑性率 (δ / δ_y) が 6 程度で作用せん断力をほぼすべて補強鉄筋が負担している状況であった。

4. 検討結果のまとめ

キーワード 耐震補強, せん断補強, 交番載荷実験

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市日進町 2-0 JR 東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所 TEL048-651-2552

既設 RC 柱の一面から施工が可能な耐震補強工法の補強鉄筋による補強効果について、交番載荷実験結果をもとに検討を行った。本検討結果を以下にまとめる。

- ①As-1 試験体の補強鉄筋ひずみと RC-1 試験体の帯鉄筋ひずみは、塑性率 8 程度までは降伏ひずみに達せず、両者はほぼ同様なひずみ発生状況を示した。この結果から、最大荷重を維持している水平変位付近までは、直筋形状の補強鉄筋と通常の帯鉄筋とでは RC 柱の変形性能における機能上に差はないと思われる。
- ②補強鉄筋による作用せん断力の負担の程度は、塑性率 (δ / δ_y) とほぼ比例的に大きくなっていく傾向となった。

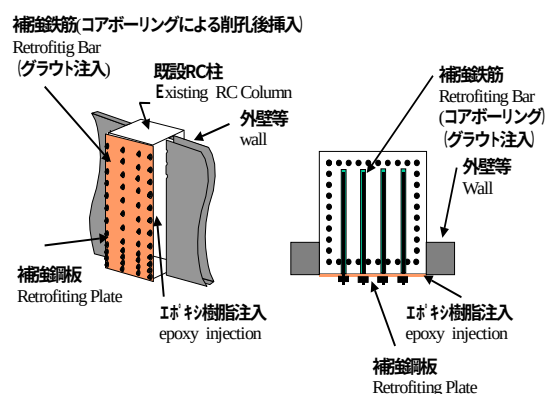
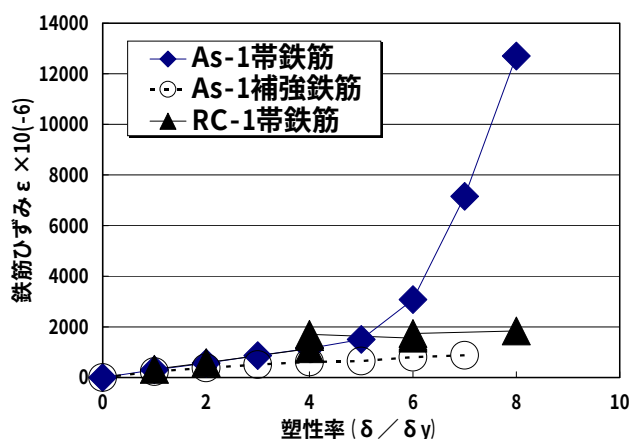


図-1 既設 RC 柱の一面耐震補強工法の概要



(a) 正側載荷時

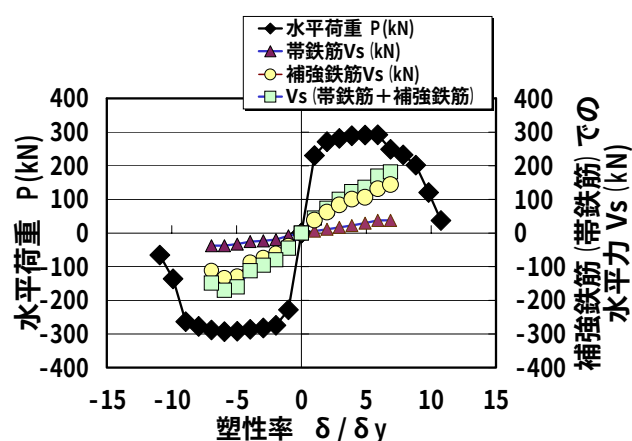
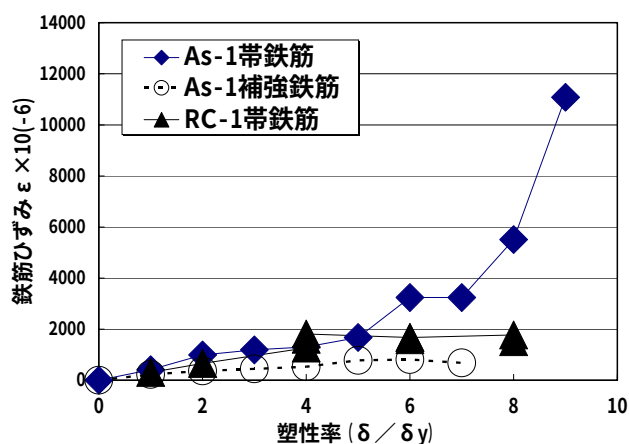


図-3 補強鉄筋の作用せん断力の負担の程度



(b) 負側載荷時

図-2 塑性率と As-1 試験体補強鉄筋ひずみ、RC-1 試験体帯鉄筋ひずみの発生状況

表-1 検討に用いた実験結果

試験体No	断面寸法	主鉄筋					帯鉄筋			補強鋼板		補強鉄筋				作用軸力 $\sigma_0(N/mm^2)$	耐力比 V_y/V_{mu}	実験値		
	B(mm)×H(mm)	径	材質	本数	引張 鉄筋	径	材質	ピッチ	鋼板厚さ (mm)	材質	鉄筋	材質	ピッチ	本/段	降伏変位 $\delta_y(cm)$			終局変位 $\delta_u(cm)$	じん性率 $\mu = \delta_u / \delta_y$	
A-0	400 × 400	D19	SD345	16	5	D6	SD345	200	—	—	—	—	—	—	1.0	0.81	0.625	1.445	2.31	
As-1	400 × 400	D19	SD345	16	5	D6	SD345	200	3	SS400	D16	SD345	150	2	1.0	2.06	0.580	5.615	9.68	
As-2	400 × 400	D19	SD345	16	5	D6	SD345	200	3	SS400	D13	SD345		4	1.0	2.37	0.585	5.658	9.67	
As-3	400 × 400	D19	SD345	16	5	D6	SD345	200	3	SS400	D13	SD345	100	4	1.0	3.01	0.555	5.730	10.32	
As-4	400 × 400	D19	SD345	16	5	D6	SD345	200	3	SS400	D13	SD345	250	4	1.0	1.67	0.555	5.200	9.37	
As-5	400 × 400	D19	SD345	16	5	D6	SD345	200	3	SS400	D13	SD345	400	4	1.0	1.34	0.575	4.621	8.04	
RC-1	400 × 400	D19	SD345	16	5	D6	SD345	80	—	—	—	—	—	—	1.0	2.02	0.640	6.247	9.76	

【参考文献】1) 小林薫, 石橋忠良: RC 柱の一面から施工する耐震補強工法の後挿入鉄筋の補強効果に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.683/V-52, pp.91-102, 2001.8, 2) 小林薫, 石橋忠良: RC 柱の一面から施工する耐震補強工法の鋼板の補強効果に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.683/V-52, pp.75-89, 2001.8, 3) 島弘, 周礼良, 岡村甫: 異形鉄筋の鉄筋降伏後における付着特性, 土木学会論文集, 第 378 号/V-6, pp.213-220, 1987.2