

腐食範囲を考慮した鋼板巻き補強柱の耐震性能に関する実験的検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○飯塚 大介
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 平山 武志
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 渡部 太一郎

1. はじめに

当社における RC ラーメン高架橋では、柱のせん断破壊を防ぐため、既設 RC 柱の周囲を鋼板で巻き立てて、柱の変形性能を向上させる鋼板巻き耐震補強工法（以下、本工法）が多く箇所で用いられている¹⁾。本工法を用いた高架橋柱では、経年劣化により地表面付近で鋼板の局所的な腐食や欠損が生じており、耐震性能の低下が懸念されている。現在、柱毎に鋼板厚を測定し、図-1のように再巻き立て等の対策工を実施しているが、地表面での測定と対策工は掘削が必要となり、膨大な手間を要することが問題となっている。そこで、本研究では、腐食範囲を考慮した鋼板巻き耐震補強柱の耐震性能を実験的に確認し、対策工の要否を検討することとした。



図-1 鋼板巻き補強柱の腐食部と対策工（再巻き立て）

2. 実験概要

当社管内における約 800 本の高架橋柱にて調査を行った。その結果、鋼板の腐食範囲が柱基部から 1D (D: 柱幅) の区間に入っているか否かを調べたところ、1D 区間内と区間外の比率が 44 : 56 であることがわかった。そこで、鋼板の腐食が 1D 内外にある場合に区分して載荷試験を行うこととした。試験体の概要図と諸元をそれぞれ図-2、表-1 に示す。交番載荷試験は、既往研究²⁾を参考に、圧縮応力 1.0N/mm² を載荷した状態で柱頭部付近を載荷点とした正負水平交番載荷を行った。主鉄筋が降伏するまで荷重制御で 1 サイクルの載荷 (1δ_y) を実施し、その後は降伏変位の整数倍の変位を変位制御により各 1 サイクルずつ交番載荷を行った。なお、RC 柱には帯鉄筋を配置せず、鋼板の腐食箇所は安全側に考慮し、鋼板が無い状態で実験を行った。No.1, 2 試験体は、基部から 1D 区間内で腐食が発生している状態を想定し、基部から 220mm (約 0.5D) 上から各々 180mm (0.45D), 100mm (0.25D) の範囲を鋼板無し範囲とした。また No.3 は、基部から 1D 区間外で腐食が発生している状態を想定し、基部から 400mm (1D) 上から 200mm (0.5D) の範囲を鋼板無し範囲とした。

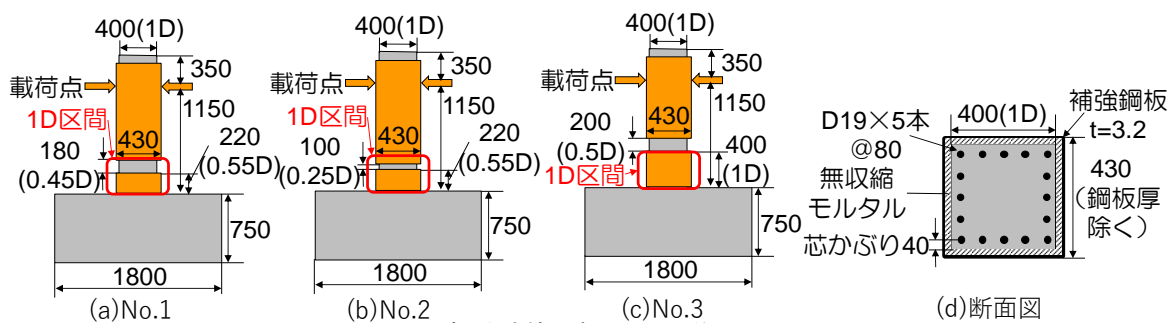


図-2 各試験体の概要図 (単位: mm)

表-1 試験体諸元

試験体 No.	柱断面寸法 b×h (mm)	せん断スパン a (mm)	せん断スパン比 a/d	引張鉄筋 (引張鉄筋比(%))	帯鉄筋	鋼板厚 t (mm)	柱基部から鋼板無し範囲までの高さ (mm)	鋼板無し範囲 (mm)	コンクリート強度 (N/mm ²)	軸方向鉄筋降伏強度 (N/mm ²)	せん断耐力比 (Vu/Vmu)		
											鋼板設置範囲	鋼板無し範囲	
1	400×400	1150	3.19	D19×5(0.99)	無し	3.2	220(0.55D)	180(0.45D)	25.8	378.9	2.89	0.65	
							100(0.25D)	33.2			389.6	2.95	0.67
2							400(1.0D)	200(0.50D)			28.9	387.8	2.93

※Vu: せん断耐力
 Vmu: 最大せん断力 (Vmu=M_u/a)
 Mu: 曲げ耐力

キーワード 鋼板巻き耐震補強工法, 鋼板, 腐食, RC ラーメン高架橋

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2 丁目 479 番地 JR 東日本研究開発センター

TEL. 048-651-2552 E-mail : d-iizuka@jreast.co.jp

表-2 実験結果

試験体 No.	降伏荷重 (kN)			最大荷重 (kN)			降伏変位 δy (mm)	終局変位 δu (mm)	じん性率
	実験値 P _{ve}	計算値 P _{yc}	P _{ve} / P _{yc}	実験値 P _{maxe}	計算値 P _{maxc}	P _{maxe} / P _{maxc}			
1	208.1	203.1	1.02	298.6	255.1	1.17	5.9	51.4	8.7
2	214.5	212.4	1.01	293.1	268.5	1.09	5.6	62.7	11.2
3	217.8	209.1	1.04	305.1	263.5	1.16	6.6	60.8	9.3

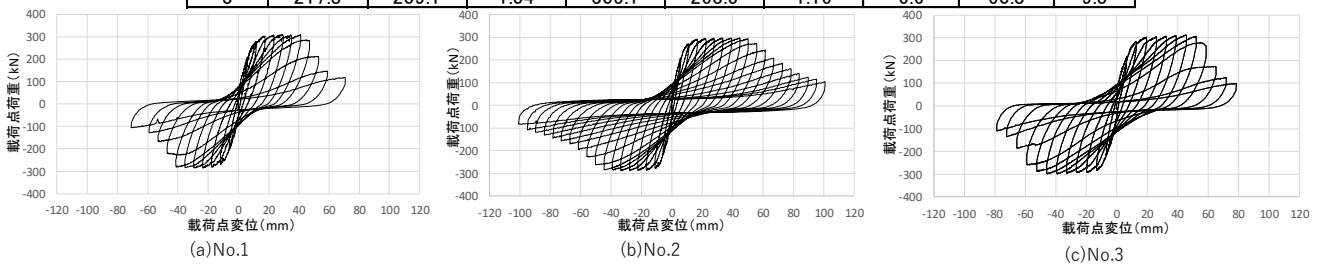


図-3 各試験体の荷重-変位関係

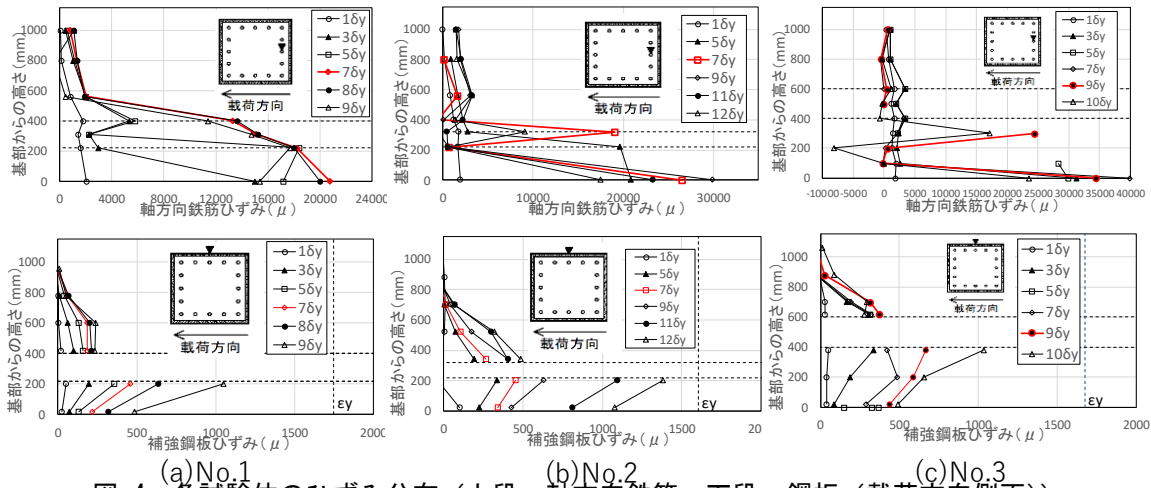


図-4 各試験体のひずみ分布 (上段: 軸方向鉄筋, 下段: 鋼板 (載荷方向側面))

3. 実験結果

実験結果を表-2に、載荷点の荷重-変位関係を図-3に示す。No.1, 3は終局変位(降伏荷重を下回らない最大変位)を降伏変位で除したじん性率が各々8.7, 9.3となり、変形性能で一般的に必要な値と考えられる10未満となった。一方で、No.2は荷重低下が緩やかであると共にじん性率が11.2となり、十分な変形性能を有していることが分かった。

図-4に各試験体における軸方向鉄筋および鋼板(載荷方向側面)のひずみ分布を示す。No.1, No.2では $7\delta_y$, No.3では $9\delta_y$ で鉄筋のひずみが鋼板無し範囲の近傍において進展している。鋼板のひずみは変位の増加に伴い大きくなっているが、降伏ひずみには至っていない。

図-5に各試験体の損傷状況を示す。全ての試験体において、 $1\delta_y$ 載荷時に鋼板が無い区間において引張縁から曲げひび割れが発生し、載荷ステップを増す毎に、鋼板が無い範囲においてX字状の斜めひび割れが進展していった。

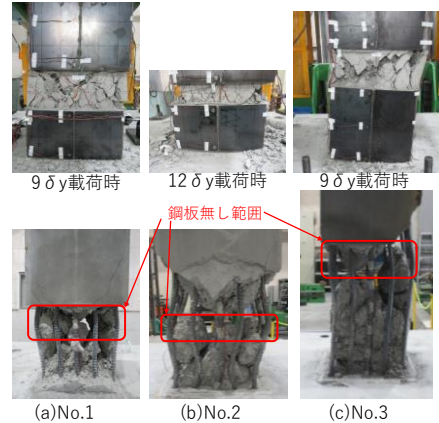


図-5 各試験体の損傷状況

(上段: 実験時, 下段: 実験後(鋼板撤去後))

4. まとめ

今回の交番載荷試験により、鋼板補強を省略した範囲とその柱基部からの位置が柱の変形性能に影響を与えることが分かった。今後は更に実験的に鋼板補強が無い範囲と変形性能の関係を確認すると共に、補修が必要な場合の対策工を検討する。

参考文献

- 1) 大郷貴之: RC高架橋耐震補強工法に関する近年の取組み, No.52, JR EAST Technical Review, Summer 2015
- 2) 菅野貴浩, 石橋忠良, 大庭光商, 水野光晴: 鋼板巻き補強RC柱の載荷試験, No.6, SED, 1996.5