

東北地方太平洋沖地震を受けた鉄筋コンクリートラーメン高架橋柱部材の被害分析

東日本旅客鉄道 正会員 ○篠田 健次 東日本旅客鉄道 正会員 水野光一郎
東日本旅客鉄道 正会員 小林 将志 東日本旅客鉄道 正会員 阿部 光三

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震により、損傷を受けた鉄筋コンクリート（以下、RC と称す）ラーメン高架橋のうち、標準設計で設計された、同程度の耐震性能を有すると考えられる RC ラーメン高架橋が連続して存在する地区を対象として、柱部材の損傷状況の調査を行い、その損傷度について分析を行ったので報告する。

2. 対象構造物の概要

2.1 構造一般

本報告で対象とした RC ラーメン高架橋は、3 径間あるいは 4 径間の 2 線 2 柱式の複線ビームスラブ式ラーメン高架橋である。いずれの高架橋も 1 層構造であり、各高架橋に桁受けを有し、単純桁で隣接する高架橋に接続されている。基礎形式は打込み杭による群杭基礎である。

被害の調査や分析は、近隣の地震計で大きな地震動が観測された仙台地区の高架橋のうち、比較的大きな損傷が確認された延長の合計が約 265m となる 8 ブロックを選定した。

3. 対象とする高架橋の柱部材の被害分析

3.1 調査手法および柱部材の損傷度の分類

対象とする RC ラーメン高架橋の損傷度は、現地での目視調査と写真により判定した。判定は、損傷度のほか、損傷部位や損傷の発生している方向、損傷の伸展過程などについて着目し、各ブロックの柱ごとに判定を行った。損傷度の大きなものから、損傷度 A、B、C と分類し、被災状況に応じて各ランクの中でより詳細な分類を設けた¹⁾。

また、RC 部材の損傷形態は、主に斜めひび割れが顕著な「せん断損傷」、主に部材端部等の塑性ヒンジ部に損傷が発生する「曲げ損傷」、ならびに両者の中間的な損傷が発生する「曲げせん断損傷」、の 3 つに区分した。損傷度の判定区分を表 1 に示す。

3.2 損傷度の調査結果とその特徴

表 2 ～ 4 に対象とした柱部材の損傷状況の調査結果を示す。損傷が発生した割合を高さ方向の

部位ごとに集計している。なお、当該地震による高架橋柱の損傷度 A、B1 の損傷は対象構造物では確認されていない。

柱部材の高さ方向の区分について着目すると、損傷度 B の損傷が発生する部位は柱の上部の上 1D 部および上 1D ～ 2D 部の範囲に限られることがわかる。(図 1 参照) また、下 2D 部の地中部では当該地震による顕著な損傷は確認されなかった。

表 2 に対象とした柱部材をラーメンの端柱と中間柱とに区分した場合の調査結果を示す。

これより、損傷度 B2 の損傷はすべて端柱で生じていて、中間柱では損傷度が軽微な損傷が発生する程度であったことがわかる。

表 1 損傷度の判定区分

損傷度	区分			損傷状況
	せん断	曲げ せん断	曲げ	
A	SA	MSA	MA	柱の損傷により桁、スラブが落下し、構造物として崩壊している。
B1	SB1	MSB1	MB1	貫通ひび割れが多数発生し、コアコンクリートの損傷が著しい。かぶりコンクリートの剥落が広範囲にあり、鉄筋が露出している。軌道面の沈下がある。
B2	SB2	MSB2	MB2	貫通ひび割れが多数発生し、コアコンクリートの損傷がみられる。かぶりコンクリートの剥落が広範囲にあり、鉄筋が露出している。軌道面の沈下はない。
C1	SC1	MSC1	MC1	目視で容易に確認できる程度のひび割れ(幅 0.2mm 以上)が生じているが、かぶりコンクリートの剥落はわずかである。
C2	SC2	MSC2	MC2	近寄らないと確認できないひび割れ(幅 0.2mm 未満)が生じている。

表－２ 損傷度の調査結果（端/中間柱の区分）（％）

損傷度		部位							
		上 1D		上 1D ～2D		中間		下 2D	
		端	中間	端	中間	端	中間	端	中間
B	SB2	0	0	0	0	0	0	0	0
	MSB2	9	0	16	0	0	0	0	0
	MB2	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計	9	0	16	0	0	0	0	0
C	SC1	0	0	2	0	24	0	0	0
	SC2	0	0	0	0	2	1	0	0
	MSC1	24	0	23	0	5	0	5	0
	MSC2	3	8	5	6	3	3	0	1
	MC1	16	0	8	0	2	2	3	2
	MC2	3	19	5	22	2	10	0	17
	小計	45	27	42	27	36	17	8	20
損傷なし		45	73	42	73	64	83	92	80

表－４ 損傷度の調査結果（端柱 C 方向面）（％）

損傷度		部位			
		上 1D	上 1D ～2D	中間	下 2D
B	SB2	0	0	0	0
	MSB2	19	31	0	0
	MB2	0	0	0	0
	小計	19	31	0	0
C	SC1	0	0	44	0
	SC2	0	0	3	0
	MSC1	35	34	3	6
	MSC2	3	9	3	0
	MC1	0	0	0	3
	MC2	3	0	0	0
小計		41	44	53	9
損傷なし		41	25	47	91

表－３ 損傷度の調査結果（C/L 方向の区分）（％）

損傷度		部位							
		上 1D		上 1D ～2D		中間		下 2D	
		C	L	C	L	C	L	C	L
B	SB2	0	0	0	0	0	0	0	0
	MSB2	8	0	13	0	0	0	0	0
	MB2	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計	8	0	13	0	0	0	0	0
C	SC1	0	0	0	1	18	1	0	0
	SC2	0	0	0	0	3	0	0	0
	MSC1	14	5	14	5	1	3	3	1
	MSC2	8	4	8	3	4	3	1	0
	MC1	0	13	0	7	1	3	3	3
	MC2	11	14	12	17	4	9	9	11
	小計	33	37	34	33	32	18	16	14
損傷なし		59	63	53	67	68	82	84	86

表－３に対象とした柱部材を線路の方向に直角な面（起点側・終点側面、以下、C 方向面）と線路の方向に平行な面（高架橋側面、以下、L 方向面）という構造物の方向に区分した場合の調査結果を示す。これより、損傷度 B の損傷は C 方向面に発

生していることや、L 方向面には損傷が発生する場合にも軽微であることがわかる。

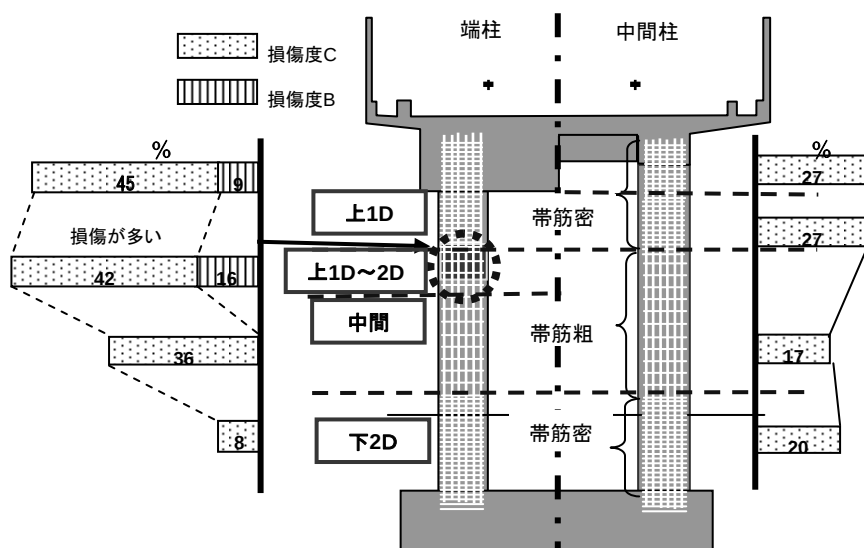
表－４に端柱の C 方向面に着目した場合の調査結果を示す。損傷度 B の損傷はいずれも端柱の C 方向面に発生していて、中間柱や L 方向面には発生していない。また、当該地区で最も損傷度が高い MSB2 の損傷がすべて端柱の C 方向面の上 1D～2D 部で発生していた。

4. まとめ

損傷分析の結果より、対象とした高架橋の柱部材では、端柱の C 方向面の柱上部 2D の範囲に損傷度 B の損傷が集中して発生していた。特に、上 1D～2D 部に損傷度が高い損傷が集中していた。一方で、中間部および下 2D 部では損傷度 B の損傷は確認されなかった。

参考文献

- 1) 石橋忠良ら：鉄筋コンクリート高架橋の地震被害程度と設計上の耐震性能に関する検討，土木学会論文集，No.563,I-39，pp.95-103，1997.4



図－１ 損傷箇所の分布



写真－１ 高架橋柱の被災状況