背割り式ラーメン高架橋のモデル化に関する一考察

東日本旅客鉄道㈱　正会員　○成嶋　健一
東日本旅客鉄道㈱　正会員　伊吹　真一
東日本旅客鉄道㈱　フェロー会員　大庭　光商

1．はじめに

鉄道の高架橋は経済的優位性からビームスラブ式 RC ラーメン高架橋が用いられており，維持管理上，支承構造をなくすとともに，連続性を保つという景観上の観点から，背割り式ラーメン高架橋が採用されている．しかし，背割り式ラーメン高架橋は各ブロックが杭位置で連続しているため，設計計算時のモデル化では隣接ブロックの影響を考慮する必要がある．本稿では背割り式ラーメン高架橋のモデル化について簡易な 1 ブロックモデルについて検討を行ったので報告する．

2．モデル化の検討

標準的な高架橋（高さ約 7m，スパン 15m×3 径間）について，地盤が一様で同一諸元の高架橋を 3 ブロック連続モデルと 1 ブロックモデル(**図 1**)の断面力等を比較した．なお，比較にあたり 3 ブロックモデルの中央ブロックの断面力を比較の基本値とした．また，3 ブロックモデルでは着目ブロックが先行降伏するように隣接ブロックの鉄筋量を調整し，解析を行った．解析に用いた設計条件を**表 1** に地盤ばねを**表 2** に示す．

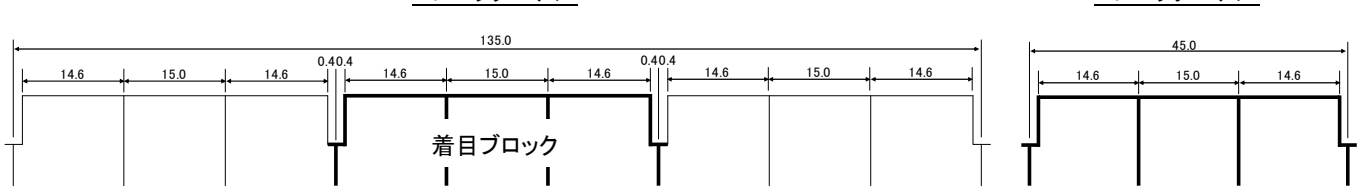

図 1　解析に用いたモデル

表 1　設計条件

構造形式		ﾋﾞｰﾑｽﾗﾌﾞ式 RC ﾗｰﾒﾝ高架橋 背割り形式	
地盤種別		G2 地盤	
杭形式		深礎杭 φ=2150 mm，L=6000 mm	
列車荷重		EA-17	
鉄筋	種類	SD390	
	設計降伏強度	390N/mm^2	
	ヤング係数	200kN/mm^2	
コンクリート	部材の種類	ｽﾗﾌﾞ，梁，柱	杭
	設計基準強度	27N/mm^2	30N/mm^2
	ヤング係数	26.5kN/mm^2	22.4kN/mm^2

表 2　地盤ばね

杭先端	設計鉛直ばね定数 (kN/m)	基準先端支持力 (kN)	設計せん断ばね定数 (kN/m)	設計回転ばね定数 (kN･m/rad)
	869130	27232.5	365640	251070
杭周面	設計せん断ばね定数(kN/m)	最大周面支持力度(kN/m^2)		設計水平ばね定数(kN/m)
第 1 層	-	-		14580
第 2 層	-	-		151850

※　深礎杭（セメントミルクの注入を行わない）であるため水平地盤ばねのみ考慮。

解析では 1 ブロックモデルで 3 ブロックモデルを表現できるように適切なモデル化が必要となる．STEP1 では，隣接ブロックの鉛直方向の影響を考慮するために端柱の鉛直ばねを算出し，STEP2 以降の解析で使用した．STEP2 では，隣接ラーメンからの作用荷重を載荷するため，1 ブロックモデルに各ケース毎に荷重を載荷して端柱基部の断面力を算出した．STEP3 では，STEP2 で算出した端柱基部の断面力を隣接ブロックの荷重と考え，隣接の端柱基部に断面力を載荷して，各部材の断面力を求め，3 ブロックモデルと比較した．

なお，今回の解析は，永久荷重・温度荷重・地震時について行っているが，代表として永久荷重時の解析手順のイメージを**図 2** に示す．

キーワード　背割り式ラーメン高架橋，モデル化

連絡先　〒151-8578　東京都渋谷区代々木 2 丁目 2 番 2 号　東日本旅客鉄道㈱　構造技術センター　TEL03-5334-1288

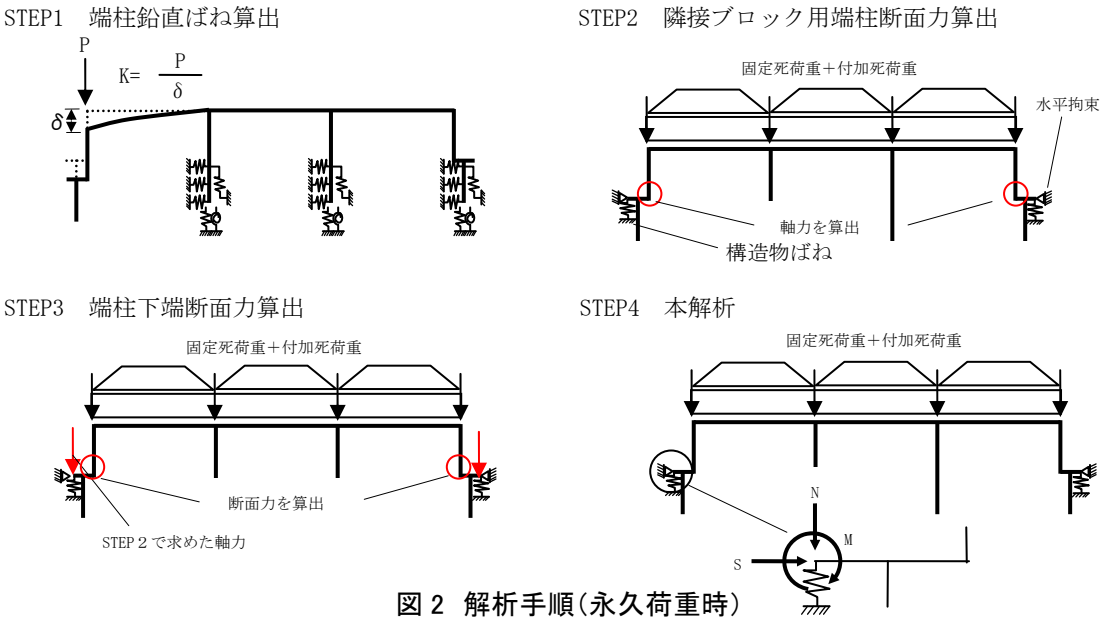

図 2 解析手順(永久荷重時)

4．解析結果

解析結果を**表 3** に示す．1 ブロックモデルは永久荷重時及び温度荷重時ともにほぼ等しい断面力が得られた．地震時の解析結果を**表 4** に示す．等価固有周期はほぼ等しく，また，降伏震度・応答震度ともにほぼ等しい結果が得られた．

表 3 永久荷重・温度荷重解析結果一覧

○ 永久荷重

		曲げﾓｰﾒﾝﾄ (kN・m)			せん断力 (kN)			軸力 (kN)		
		3ブロック	1ブロック	比率	3ブロック	1ブロック	比率	3ブロック	1ブロック	比率
上層梁	端部	-867.1	-852.8	0.98	752.9	751.6	1.00	-179.5	-175.2	0.98
	第1ｽﾊﾟﾝ中央	1421.4	1426.5	1.00	-166.8	-168.1	1.01	-179.5	-175.2	0.98
	中間部	-3501.7	-3506.1	1.00	-1113.8	-1115.1	1.00	-179.5	-175.2	0.98
	第2ｽﾊﾟﾝ中央	746.7	745.9	1.00	0.0	0.0	-	-132.7	-128.1	0.97
端柱	下端	-405.5	-389.6	0.96	-179.5	-175.2	0.98	-1027.8	-1026.5	1.00
中間柱	下端	-125.6	-126.6	1.01	46.8	47.2	1.01	-2486.0	-2487.3	1.00
杭	端部	0.0	-5.5	-	-5.4	1.0	-	-2097.6	-2078.2	0.99
	中間部	-125.6	-126.6	1.01	42.1	42.4	1.01	-2507.8	-2509.1	1.00

○ 温度荷重

		曲げﾓｰﾒﾝﾄ (kN・m)			せん断力 (kN)			軸力 (kN)		
		3ブロック	1ブロック	比率	3ブロック	1ブロック	比率	3ブロック	1ブロック	比率
上層梁	端部	-146.4	-141.0	0.96	-17.6	-17.9	1.02	-48.7	-49.4	1.01
	第1ｽﾊﾟﾝ中央	-273.4	-270.0	0.99	-17.6	-17.9	1.02	-48.7	-49.4	1.01
	中間部	-403.9	-402.6	1.00	-17.6	-17.9	1.02	-48.7	-49.4	1.01
	第2ｽﾊﾟﾝ中央	-295.4	-293.2	0.99	-0.2	-0.1	-	-42.8	-43.4	1.01
端柱	下端	-187.4	-184.0	0.98	-47.1	-45.8	0.97	17.6	17.9	1.02
中間柱	下端	-68.2	-68.2	1.00	5.9	6.0	1.02	-17.5	-17.8	1.02
杭	端部	6.8	-2.0	-	-0.3	0.3	-	36.1	33.5	0.93
	中間部	-68.2	-68.2	1.00	7.1	7.2	1.01	-17.5	-17.8	1.02

表 4 地震時解析結果一覧

モデル	等価固有周期 Teq	応答塑性率 μ	降伏震度 Khy	応答震度 Kh
1ブロック	0.846(sec)	4.49	0.454	0.762
3ブロック	0.841(sec)	4.46	0.460	0.793

5．まとめ

背割り式ラーメン高架橋の隣接ブロックを考慮した，1 ブロックモデルの提案を行うことができた．

参考文献

1） 財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準･同解説（コンクリート構造物） 1999 年 6 月
2） 財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準･同解説（基礎構造物･抗土圧構造物） 2000 年 6 月
3） 財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準･同解説（耐震設計） 1999 年 11 月