

(I-54) 継足しラーメン高架橋上層横梁接合部の耐震安全性に関する検討

ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)技術第一部 正会員 友竹 幸治
 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 正会員 渡部 太郎
 ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)耐震部 丸山 涼湖

1. はじめに

ラーメン高架橋を拡幅するにあたり、既設柱両脇の縦梁を削孔し、新設する上層横梁の添梁を PC 鋼棒により緊張して一体化させる継足し構造を計画した。このような継足し構造部の耐震安全性の検討において、新設部の上層横梁を RC 部材、およびプレストレスの影響を考慮した PC 部材として取扱った 2 ケースについて静的非線形解析を行い、部材非線形特性の違いによる結果の相違について検討したので報告する。

2. 横梁部の一体化の方法及び構造

新設する横梁は、柱を挟む左右の位置で、既設縦梁を削孔し PC 鋼棒で緊張し一体化を図る構造とした(図-1、図-2)。PC 鋼材は F 型の PC 鋼より線 F200(引張荷重 $P_u=1938\text{kN}$)を使用し、SEEE 工法により定着させた。PC 鋼材の位置、本数、緊張力は、設計最大曲げモーメントに対して接合部が目開きしないように決定した。

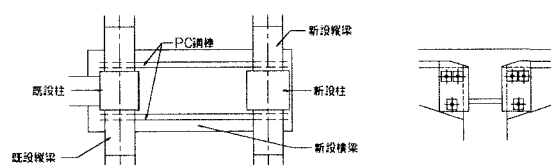


図-1 横梁一体化部平面、断面図

3. 解析モデル

解析を行ったラーメン高架橋は、図-2に示す直接基礎形式の橋軸直角方向が 3 径間の RC ラーメン高架橋である。解析モデルは図-3に示すように上部構造物と地盤・基礎を一体とした平面骨組モデルとし、部材は線材、地盤はバネでモデル化した。なお部材及び地盤には非線形性(但し、部材接合部およびフーチング部は剛体)を考慮した。

解析は、表-1に示すように新設部の上層梁を RC 部材(梁の鉄筋のみ考慮)とした場合、およびプレストレスの影響を考慮した PC 部材(梁の鉄筋を無視し、PC 鋼材を鉄筋換算)とした場合の 2 ケースについて行った。RC 部材のモデル化は負勾配を考慮したテトラリニア型($M-\phi$ 曲線)とし(図-4)、PC 部材はバイリニア型($M-\theta$ 曲線)とした(図-5)。また、柱部材は、テトラリニア型($M-\theta$ 曲線)とし、軸力変動を考慮した。なお、地盤バネは、地盤反力が上限値に達すると塑性化する弾塑性体(バイリニア型またはトリリニア型)としてモデル化した。

表-1 部材のモデル化

検討ケース	部材名	骨格曲線	非線形特性※1	備考
ケース1	上層梁(RC)	テトラリニア型モデル	$M-\phi$	圧縮側・引張側を考慮
ケース2	上層梁(PC)	バイリニア型モデル	$M-\theta$	圧縮側・引張側を考慮

※1 M : 曲げモーメント($\text{kN}\cdot\text{m}$) ϕ : 曲率(mm^{-1}) θ : 部材角(rad)

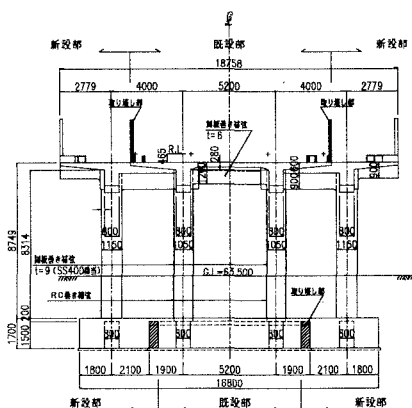


図-2 橋軸直角方向断面図(中間部)

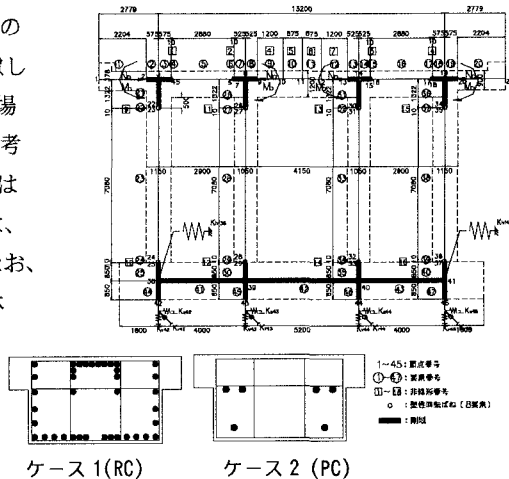


図-3 静的非線形解析モデル(橋軸直角方向)

キーワード 継足しラーメン高架橋 弾塑性解析 PC 鋼棒横締め

連絡先 住所; 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 新宿ビル 3F TEL; 03-3373-6001 FAX; 03-3373-5801

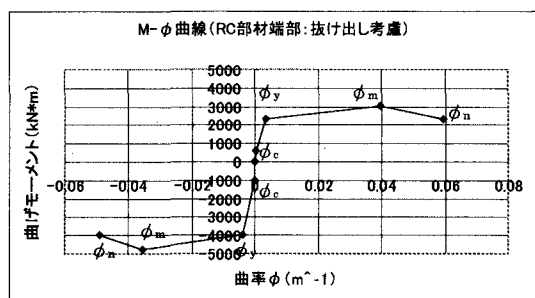


図-4 上層横梁 (RC 部材) の骨格曲線

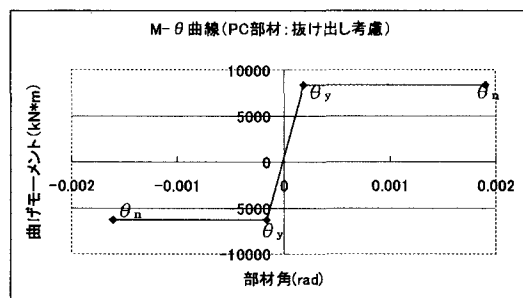


図-5 上層横梁 (PC 部材) の骨格曲線

PC 部材の骨格曲線 (バイリニア型) における初期剛性は、部材両端を逆対象モーメントとした場合の剛性 (K_0) とし、 $K_0 = 6EI/L$ (ここに、 $E = 26.5 \text{ kN/mm}^2$ ($f_{ck} = 27 \text{ N/mm}^2$) $I = 1.0933 \text{ m}^4$ $L = 4.0 \text{ m}$)

により算出した。部材角 (θ_u) は、 $\theta_u = M_u/K_0$ (M_u ; PC 鋼棒を鉄筋換算してプレストレスによる軸力を考慮した終局曲げ耐力) により算出した。なお、プレストレスの影響は、プレストレスによる軸力 (N_0)、および偏心モーメント (M_0) を荷重として与えて解析を行った。

4. 解析結果と考察

SNAP¹⁾ を用いて変位増分法による静的非線形解析を行った結果、上層梁軸線位置天端における荷重～変位 ($K_h - \delta$ 関係) 曲線として、図-6 (ケース 1 (RC 部材))、図-7 (ケース 2 (PC 部材)) が得られた。(基礎の支持力係数、 $\alpha_f = 2.0$ 、材料修正係数、 $\rho_m = 1.2$ 、慣性力作用方向→)

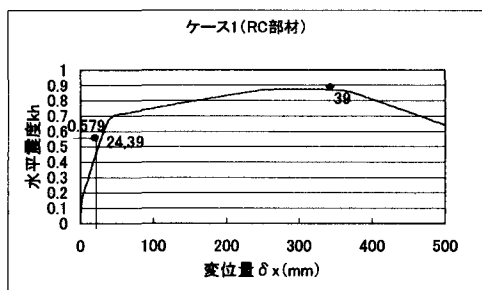


図-6 荷重～変位曲線 (ケース 1)

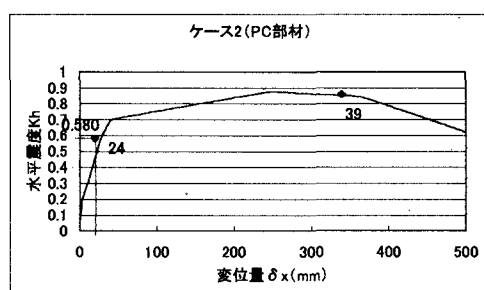


図-7 荷重～変位曲線 (ケース 2)

部材非線形特性の違いによる解析結果の比較表を表-2 に示す。荷重～変位曲線における降伏震度は変位増分 1 ステップ分の違いでほぼ等しく、降伏変位、最大震度はほぼ同一の結果となった。

断面力については、柱部材等の最大曲げモーメントは、ケース 2 (PC 部材) が、

ケース 1 (RC 部材) に比べ各部材とも 5% 程度以下の増加があったが、上層梁は、ケース 2 (PC 部材) がケース 1 (RC 部材) に比べ 20%～50% 程度増加している。

既設横梁と新設横梁との接合部の構造は、PC 鋼材のみで一体化する構造となることから、PC 鋼棒の位置、本数、緊張力を算定する際には、プレストレスによる影響 (プレストレスによる荷重および PC 部材) を考慮して検討することが構造安全上望ましいと考えられる。

表-2 解析結果の比較

解析ケース	初降伏部材	降伏震度 K_y	降伏変位 δ_y (mm)	最大震度 K_m	最大曲げモーメント (kN)		最大せん断力 (kN)	
					上層梁	柱	上層梁	柱
ケース 1 (RC 部材)	24, 39 (柱)	0.579	30.00	0.872	(6) -3376.6 (17) -4417.7	(27) -4354.3 (29) 4410.6	(6) -1919.1 (17) -2543.9	(27) 1234 (29) 1234
ケース 2 (PC 部材)	24 (柱)	0.580	27.50	0.876	(6) -4801.8 (17) -5399.7	(27) -4403.1 (29) 4448.5	(6) -1980.1 (17) -2282.1	(27) 1250 (29) 1250
PC (プレストレス力無)	24 (柱)	0.580	27.50	0.876	(6) -3948.0 (17) -4543.6	(27) -4402.1 (29) 4448.1	(6) -1981.5 (17) -2277.9	(27) 1250 (29) 1250

¹⁾ 静的非線形解析プログラム (鉄道総合技術研究所監修、販売元: (株) テス)