

## 曲率半径 180m を有する低橋脚の後ラーメン工法の施工報告

若築建設株式会社 正会員 ○岡村 和明  
中部地方整備局 四日市港湾事務所 中野 昭人

### 1. はじめに

平成 27 年度四日市港霞ヶ浦北ふ頭地区道路（霞 4 号幹線）橋梁（P49～P53）上部工事（以下：本橋）は、四日市・いなばポートライン約 4.1m のうち、P49～P53 の 4 径間連続 PC ラーメン箱桁橋（延長 358m）を施工したものである。本橋は、塩害対策 S 区分の海上水路に建設され、曲率半径 180m を有して、狭隘な海上水路（幅 50m）を斜めに横断しているが、その橋梁の一部を後ラーメン構造としている。本稿は、この後ラーメン構造に至った背景や施工上の工夫について報告するものである。



写真-1 完成時

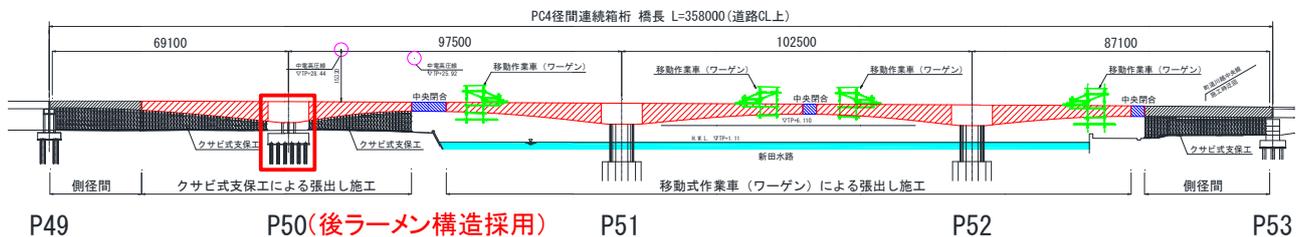


図-1 側面図

### 2. 後ラーメン工法の採用背景

本橋のように橋脚高が低い連続ラーメン橋の場合、上部工の水平変位により P50 橋脚に大きな断面力が発生するため、ラーメン構造として成立しにくい条件となっている。（通常、ラーメン構造とする場合、固定支間長の 1/8 程度の橋脚の橋脚高さが必要とされるが、本橋では 1/18～1/63 程度の橋脚高さであった）

そこで、最も橋脚高さが低い P50 橋脚上にスライド沓（仮沓）を設け、施工期間（待機期間）中に発生する水平変位を吸収させることで、P50 橋脚の発生断面力を低減させ、水平変位がある程度進行した後に、後ラーメン化（橋脚の上下部を剛結）を導入することとした。

### 3. 後ラーメン工法の施工方法

下部工と上部工の間にすべり板を用いた仮沓を設置し、桁を自然に滑らして、施工時の待機期間中に、乾燥収縮、クリープ、弾性変形を進行させてから、鉛直 PC 鋼材の二次緊張及び後打ちコンクリートを打設しラーメン化（剛結）することで、橋脚に発生する応力を軽減した。後ラーメン工法は、図-2 に示す部材より P50 橋脚上下部の剛結を行った。

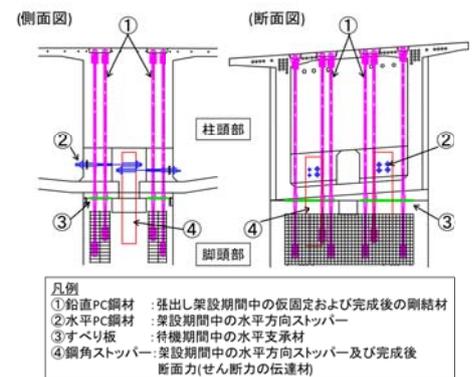


図-2 後ラーメン部 構造図



写真-2 鉛直 PC 鋼材



写真-3 仮沓(すべり板)



写真-4 すべり板調整

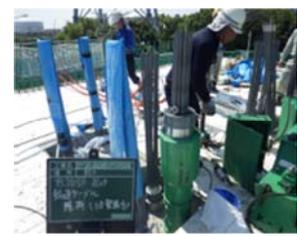


写真-5 仮緊張

### 4. 後ラーメン工法の計測管理

後ラーメン部において、上部工下端と下部工上端の2重節点を設けた解析モデルを作成した。主桁が一本化するまでは2重節点を固定し、水平拘束解放時に2重節点を水平移動可能として、上部工と下部工の相対水平変位量を算出した結果、待機期間209日で36.4mmとなった。なお、事前解析は、躯体温度20℃(標準温度)一定として行っている。解析結果の施工ステップ毎の相対水平変位量を図-3に示す。

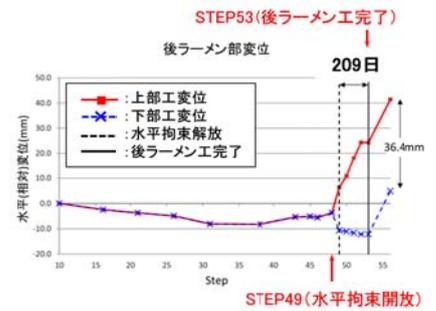


図-3 後ラーメン部 構造図

### 5. 温度変化を考慮した相対水平変位量の補正

相対水平変位量の算出における解析は、躯体温度20℃(標準温度)一定として計算を行っているため、施工における管理に用いる場合は、温度変化による桁の伸縮を考慮する必要がある。

相対水平変位量の発生は、水平拘束解放時(水平PC鋼材解放時)から始まることとなるが、実際に水平PC鋼材の解放を行った時の躯体温度は7.3℃であったため、温度変化を考慮(1℃当たり約1.5mm)して、相対水平変位量の補正を行った。表-1に温度補正後の上部工と下部工の水平変位量を示す。

表-1 温度補正後の相対水平変位量

●解析時の躯体温度：20℃ ●水平拘束開放時の温度：7.3℃  
 ●水平変位量：36.4mm(20℃) ●待機期間：209日(再解析時)

躯体温度	収縮(膨張)量 (1℃=約1.5mm)	温度補正後の相対水平変位量		備考
		上限値	下限値	
7.0	-19.5	16.9	7.0	水平拘束開放時
7.3	-19.1	17.3	7.4	
8.0	-18.0	18.4	8.5	
9.0	-16.5	19.9	10.0	
10.0	-15.0	21.4	11.5	
11.0	-13.5	22.9	13.0	
12.0	-12.0	24.4	14.5	
13.0	-10.5	25.9	16.0	
14.0	-9.0	27.4	17.5	
15.0	-7.5	28.9	19.0	
16.0	-6.0	30.4	20.5	事前解析時
17.0	-4.5	31.9	22.0	
18.0	-3.0	33.4	23.5	
19.0	-1.5	34.9	25.0	
20.0	0.0	36.4	26.5	
21.0	1.5	37.9	28.0	
22.0	3.0	39.4	29.5	

※ P50における1℃当たりの変位量  
 = 線膨張係数 × 不動点 (P51とP52の中間部) からP50までの延長  
 =  $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C} \times 148.75\text{m} = 1.4875 \text{ (mm/}^\circ\text{C)} \approx 1.5 \text{ (mm/}^\circ\text{C)}$

### 6. 剛結時期における相対水平変位量の判断基準

NEXCO 設計要領 (第二集 橋梁建設編 H28.3) によると、クリープ係数及び乾燥収縮のばらつきを±30%考慮することが規定されている。これを参考に相対水平変位量の上限値は、+30%の場合を想定して、 $17.3\text{mm} \times 1.3 = 22.4\text{mm}$ とした。相対水平変位量の下限値は、橋脚の施工時期等を踏まえたクリープ変形を考慮し、相対水平変位量が小さくとも上下部工の応力度が許容値を満足する値を下限値として検討した。検討の結果、応力度を満足する相対水平変位量は26.5mmとなり、温度補正後は7.4mmとなった。なお、施工誤差を10%と仮定し、水平変位量の下限値を  $7.4\text{mm} \times 1.1 = 8.4\text{mm}$ とした。

以下に、剛結時の相対水平変位量の判断基準値を示す。

8.1mm (下限値) ~ 22.4mm (上限値)

### 7. 後ラーメン工法の計測結果

相対水平変位量の計測は、自動追尾 TS で行った。ターゲットとなるプリズムを P50 橋脚の上部工側に2箇所(上端部, 下端部), 下部工側に1箇所(上端部)設置し、上部工と下部工の水平変位量を計測した。相対水平変位量は、上部工下端部と下部工上端部の変位の差とした。自動追尾 TS は、測角精度(0.5秒読み)が高いライカ(製品名: TM30)を使用した。(写真-6)2017年10月2日(待機期間209日目)の相対水平変位量が16.0mmとなり、剛結時における相対水平変位量の判断基準値内(8.1mm~22.4mm)となったことを確認後、剛結作業を行った。(図-4)



写真-6 自動追尾 TS による計測箇所

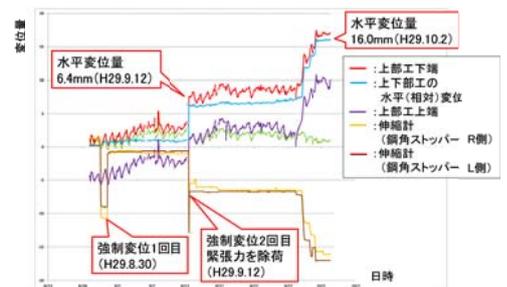


図-4 計測結果

キーワード：PC4 径間連続ラーメン箱桁橋、後ラーメン工法、相対水平変位、曲率半径、計測管理

連絡先：〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦1-11-20 若築建設(株)名古屋支店 TEL 052-201-5321