

鉄道 3 径間連続 PRC ラーメン高架橋のスパン割の検討

JR 東日本コンサルタンツ株式会社	正会員	○見附 祐希
JR 東日本コンサルタンツ株式会社	フェロー会員	九富 理
JR 東日本コンサルタンツ株式会社	正会員	友竹 幸治
JR 東日本コンサルタンツ株式会社	正会員	清水 靖史

1. はじめに

都市部における鉄道の連続立体交差化事業において、道路との交差部ではメンテナンス性および耐震性向上の観点から、支承のない 3 径間連続 PRC ラーメン高架橋が採用される場合が多い。複線を支持する一般的なビームスラブ式 2 主桁 2 柱構造の PRC ラーメン高架橋の中央径間スパンは、交差道路の幅員や施工条件から決定され、桁高スパン比は 1/18～1/20 程度が採用される場合が多い¹⁾。

しかし、中央径間スパンに対して側径間スパンの設定方法の目安は示されていない。そこで、本検討では複線 2 主桁 2 柱構造の 3 径間連続 PRC ラーメン高架橋について、側径間スパンをパラメータとした検討を実施し、側径間スパンの構造計画について考察を行う。

2. 基本ケースの設定と検討の前提条件

本検討において基本とした形状寸法を図-1, 2 に示す。連続立体交差化事業における都市計画道路との交差を想定して中央径間スパンは 35m (4 車線+歩道, 施工スペースを考慮)、柱高さは 8.0m (交差道路空頭 4.7m+縦梁, 施工時支保工等を考慮) で設定し、隣接する高架橋との接続は背割り式、杭基礎は 1 柱 1 杭のパイルベント構造とした。高架橋構造はビームスラブ式とし、その他の部材寸法はこれまでの事例等から設定した。地盤条件は鉄道標準の G3 地盤 (普通地盤) となるように設定した。側径間スパンをパラメータとした検討として、側径間スパン/中央径間スパン比を①スパン比 0.40 (側径間スパン L=14m)、②スパン比 0.63 (L=22m) ③スパン比 0.80 (L=28m) の 3 ケースについて実施する。これまでの設計事例では、側径間スパン/中央径間スパン比は 0.6 程度が多く、ケース②が相当する。その他の条件を以下に記載する。

- ・側径間スパン以外の構造要素 (主桁桁高を含む部材寸法, 鋼材強度等) は同様とする。
 - ・PC 鋼材の定着システムはマルチストランドシステムとし、PC 鋼材は 12S15.2 (SWPR7BL) を使用する。
 - ・PC 鋼材の定着位置は、隣接する高架橋の施工に制約が生じないように、側径間部で定着突起を設けて 3.5m ごとに 1 箇所 (2 本) 定着する。また、景観に配慮して、主桁の内側のみに定着する。
 - ・PRC 構造の縦梁の決定ケースとして、永久荷重作用時 (全死荷重時) の応力度について照査を実施する。
- 照査項目は上層梁の縁引張応力度とする。制限値は以下の通り。(コンクリートの設計基準強度 $f'_{ck}=40\text{N/mm}^2$)

- ・負曲げ部材 (柱部上縁) : 永久作用時 (全死荷重時) $\sigma_c \geq 0\text{N/mm}^2$ ²⁾
- ・正曲げ部材 (径間中央下縁) : 永久作用時 (全死荷重時) $\sigma_c \geq -2.60\text{N/mm}^2$ ³⁾

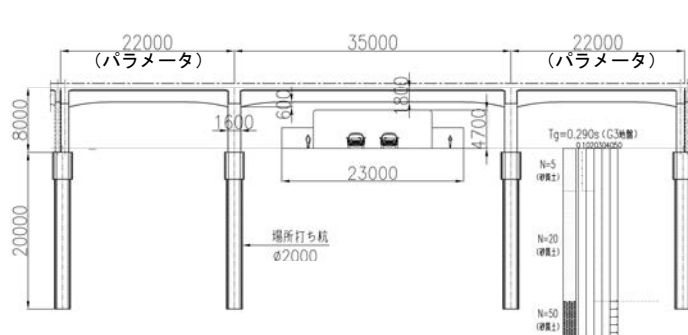


図-1 想定した形状寸法 (ケース②)

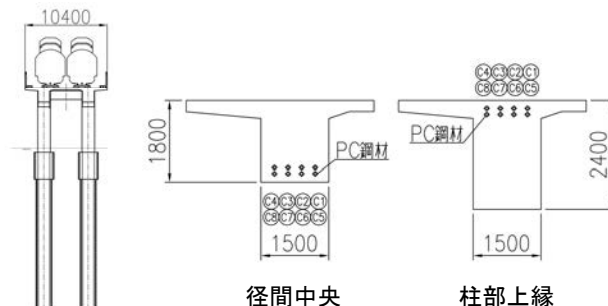


図-2 PC 鋼材配置断面図 (ケース②)

キーワード 鉄道, 立体交差, PRC ラーメン高架橋, 構造計画, パイルベント構造, スパン割

連絡先 〒141-0033 東京都品川区西品川 1-1-1 14 階 JR 東日本コンサルタンツ(株) TEL03-5435-7627

3. 検討結果

上記3 ケースにおける検討結果を表-1 に示す。

表-1 各ケースの検討結果

ケース	中央径間 スパン L1 (m)	側径間 スパン L2 (m)	スパン比 L2/L1	鋼材本数 (本)	合成応力度（永久作用時）	
					柱部上縁 σ_c (N/mm ²)	径間中央下縁 σ_c (N/mm ²)
①	35.0	14.0	0.40	4	-1.54 <u>NG</u>	-4.67 <u>NG</u>
②		22.0	0.63	8	0.39 OK	-0.64 OK
③		28.0	0.80	10	0.95 OK	1.43 OK
制限値					≧ 0	≧ -2.60

ケース①は、側径間スパン比 0.40 (L=14m) として、側径間スパンを短く設定した場合であるが、柱部上縁、径間中央下縁どちらも大きく制限値を超過している。これは、側径間スパンが短いため、定着突起による定着部を2箇所しか設けることができず、応力度を制限値以下とするために必要な鋼材本数を配置できなかったことによる。また、図-3 より永久作用時の曲げモーメント図をみると、中央径間と側径間のスパンの違いにより柱頭部に大きな曲げモーメントが発生しており、構造計画として好ましくないと考えられる。

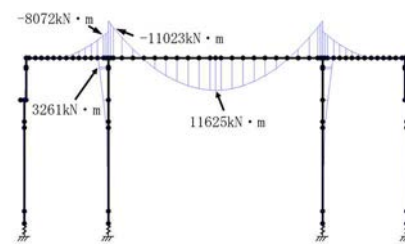


図-3 ケース①永久作用時のM図

ケース②は、側径間スパンを設計事例の多いスパン比である 0.6 程度 (L=22m) で設定した場合であるが、柱部上縁・径間中央下縁どちらも応力度の制限値を満足している。また、鋼材本数は図-2 に示す通り径間中央で8本となり、定着突起も側径間で4箇所設けることで、無理なくPC鋼材を配置することができた。

ケース③は、側径間スパン比 0.80 (L=28m) の場合であるが、側径間スパンが長いことで、柱部上縁での引張応力が増加したが、PC鋼材を追加して10本とすることで上縁下縁どちらも応力度の制限値を満足した。しかし、図-4 を見ると、側径間スパンが長いことで、自重による曲げモーメントが大きくなっており、側径間の下縁で大きな曲げモーメントが生じている。

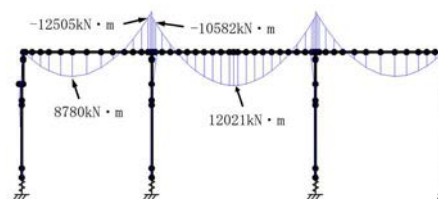


図-4 ケース③永久作用時のM図

側径間に定着突起を配置して構造計画を行う場合、端部付近にはPC鋼材を定着できないため、下縁の引張応力を抑えることができず、RC構造物としての曲げひび割れ幅の照査を実施すると大きくNGとなってしまう。よって、側径間スパンを大きくする場合には、PC鋼材を端部で定着する必要がある、隣接高架橋の施工に制約が生じるため、本検討における理想的なスパン割ではないと考えられる。

上記より、側径間スパンの構造計画としては、柱部上縁および径間中央下縁で必要なPC鋼材本数を、側径間部の定着突起で定着できるだけの側径間スパンが必要であることがわかった。加えて、高架橋全体の曲げモーメントのバランスを考慮して、側径間スパンを設定することが望ましいことがわかった。また、これまでの設計事例で側径間スパン/中央径間スパン比 0.6 程度の構造が多いことも同様の配慮があったと推測される。

4. まとめ

側径間でPC鋼材を途中定着する前提で側径間スパンの構造計画をする場合、中央スパン 35m の場合では側径間スパン/中央径間スパンを 0.6 程度に配置すれば応力度の制限値を満足しやすく、PC鋼材の定着も無理なく計画できることが分かった。今後は、側径間スパンのケースを増やして検討し、側径間スパン/中央径間スパン比の適用範囲について精査することで、側径間スパンの構造計画について更なる深度化を行う。

参考文献

- 1) 見附祐希, 九富理, 篠田健次, 友竹幸治「鉄道PRCラーメン高架橋の構造計画に関する一考察」
：第31回 プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム, 2022年10月
- 2) 東日本旅客鉄道株式会社「鉄道構造物等設計標準 (コンクリート構造物) [平成16年4月版]のマニュアル (2021年6月21日改訂)」2005年4月
- 3) 鉄道総合技術研究所編「鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物」平成16年4月