

北陸新幹線におけるプレキャストラーメン高架橋の設計事例

(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構	正会員	前田 龍一
日本交通技術 (株)	正会員	○高木 智章
(株) 大林組	正会員	喜多 直之

1. はじめに

北陸新幹線金沢～敦賀間福井駅付近において、ラーメン高架橋の柱梁接合部を含めたプレキャスト（以下 PCa と略記）工法を鉄道構造物として初めて採用した。梁部材・柱部材だけではなく両部材の接合部も PCa 化した LRV 工法は、大林組が建築分野で開発し、工期短縮と省力化において多くの実績を積んだ PCa 技術である。本報告では同工法を適用した PCa ラーメン高架橋の設計概要とその特長について述べる。

2. プレキャストラーメン高架橋の概要

北陸新幹線福井開発高架橋は、福井駅の北に位置する延長約 2.2km の工事である。このうち対象となる区間は、えちぜん鉄道と JR 北陸本線に挟まれた約 1km の狭隘部にあり、工事期間の制約から従来工法の 2/3 程度の工期を実現するため 10 連のラーメン高架橋を PCa ラーメン高架橋として設計した。代表高架橋の一般形状図を図-1 に示す。ラーメン高架橋の形状は、柱高さ 8.0～13.4m、縦断勾配 0～6‰、最小半径 R=600m である。柱・梁は LRV 工法による PCa 部材とし、スラブには片持スラブと中間スラブを一体化したトラス鉄筋付ハーフ PCa スラブを採用した。スラブ上面、壁高欄および軌道路盤等の版上構造と柱下部から基礎にかけては場所打ち RC 構造としているが、PCa 化率は杭を除くコンクリート体積比で全体の 35～40% に及ぶ。

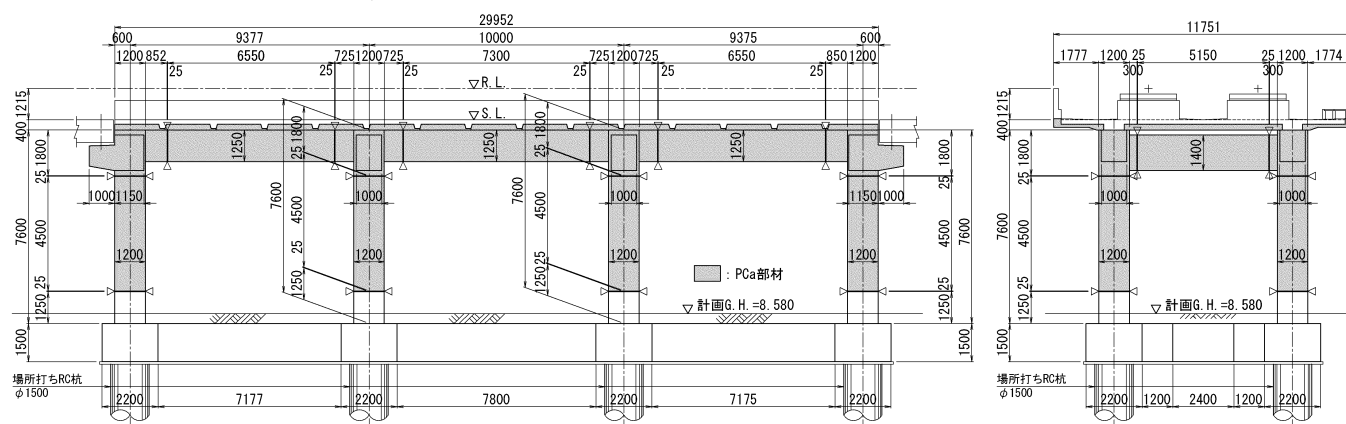


図-1 一般形状図（第2目の出B L R 2）

3. プレキャスト部材の設計

3.1 継手の性能

継手には SA 級のモルタルスリーブ継手を使用し、施工の信頼度は鉄筋挿入長さ、モルタル注入・排出の全数検査を行うことを条件に I 種とした¹⁾。LRV 工法では部材端部の同一断面に主鉄筋の継手が集中するが、柱端部の接合部をモデル化した正負交番載荷実験の結果²⁾から、設計引張強度の低減が不要であることと、継手が塑性ヒンジ ($1D$; D は柱断面高さ) 内にあっても変形性能に与える影響が小さいことを確認している。引張疲労強度は、実験の結果²⁾から母材の設計引張強度の 90%として設計した。

3.2 接合部

鉄道構造物では、地震時において柱端部を先行降伏させることで安全性や復旧性を確保する設計手法を用いている³⁾。これを踏まえ、柱の継手位置は降伏後の地震時復旧性を確保するよう、塑性ヒンジ区間（1D）外に配置した（図-2）。一方、梁部材の継手位置は部材重量（1部材につき最大240kN）や形状の統一に配慮して

キーワード 新幹線、プレキャストラーメン高架橋、省力化、LRV工法、モルタルスリーブ継手、小径杭頭

連絡先 〒453-0015 名古屋市中村区椿町 14 番 13 号 TEL052-451-9111

部材端より $1D$ の範囲に配置した。本工法は継手および接合部の位置に関して自由度が高く、運搬や施工性において最も有利な部材分割を計画することが可能である。

3.3 プレキャスト化における工夫

スラブと梁は接合部の現場施工性を優先し、断面共有せず分離構造とした。横梁は片持スラブと中間スラブを連結したハーフ PCa スラブの設置の容易さを考慮して、スラブを直接支持せず隙間を設ける構造とした。PCa 部材は運搬・架設時の重量に制限があるため、柱・梁等の主要な部材に高強度材料（コンクリート： $f'_{ck}=40\text{N/mm}^2$ ，鉄筋：SD490）を使用して重量減を図った。さらに部材製作における省力化を考慮し、極力部材形状を統一するとともに梁のハンチや面取りは省略した。また、工場製作であるため、場所打ちを前提とした標準的な鉄筋加工は必要なく、スターラップはフレア溶接による閉合形とした。

4. 基礎の設計

4.1 施工上の課題

従来型ラーメン高架橋の 1 柱 1 杭形式は、柱と杭が同位置で、かつ断面サイズが同程度であるため、杭の施工精度が柱の設置精度に影響することになり、PCa 工法のように上部構造の施工に高い精度を必要とする場合には困難が予想される。また、従来から指摘されているように、杭・地中梁・柱の 3 方向からなる格点部は必然的に高密度配筋になるため、現場の作業性を損なう原因となっている。

4.2 基礎の形状に関する工夫

PCa 柱設置の課題を解決するため、現場の敷地条件が厳しく杭位置を変更できないことを鑑み、杭と柱の結合部に小径杭頭（図-3）を採用した。小径杭頭は鉄道建設・運輸施設整備支援機構と鉄道総合技術研究所が共同開発した技術⁴⁾で、鉄道標準に示される「損傷抑制型結合」⁵⁾に該当する結合方法である。小径であることにより杭主鉄筋定着部を柱主鉄筋定着部の内側に配置することができ、両定着鉄筋のあきが柱設置時の施工余裕となる。今回の設計ではこの鉄筋あきを $60\sim 70\text{mm}$ 確保しており、正確な柱の設置が可能となる。小径部には鉄筋の防食と杭頭降伏後のかぶりコンクリートの剥離を目的とした接着性防水シートを巻く仕様であり、設計断面は帯鉄筋径とする。小径部の帯鉄筋は $D32\text{-c.t.c.}100\text{mm}$ と密に配置し、せん断耐力と変形性能の向上を図っている。なお、構造物全体としては柱先行降伏を維持する設計としている。さらに、格点部における高密度配筋の問題を解消するため、縦地中梁を格点部から内側にずらすとともに、横地中梁の主鉄筋も柱・杭主鉄筋との交錯を避ける配置とした。

5. まとめ

本件は新幹線ラーメン高架橋において PCa 工法を採用した初めての事例である。新工法の PCa 技術に留まらず、今までにない新開発の基礎構造を採用するなど、現場作業の省力化を念頭に設計から製作、施工を含めた全体最適化に配慮した設計を行った。今後、実杭による杭頭接合部の施工試験や PCa 部材の製作および施工の計画を進め、本施工を実施する予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：鉄筋定着・継手指針「2007 年版」，2007.8. 2) 鉄道総合技術研究所：モルタルスリーブ継手を用いたプレキャストラーメン高架橋の設計・施工指針，2015.12. 3) 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），2004.4. 4) 青木一二三・山東徹生・神田政幸・濱田吉貞：杭頭接合部を改良した場所打ち杭の模型水平載荷実験，土木学会第 60 回年次学術講演会 5-480，pp.959-960，2005.9. 5) 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），2012.1.

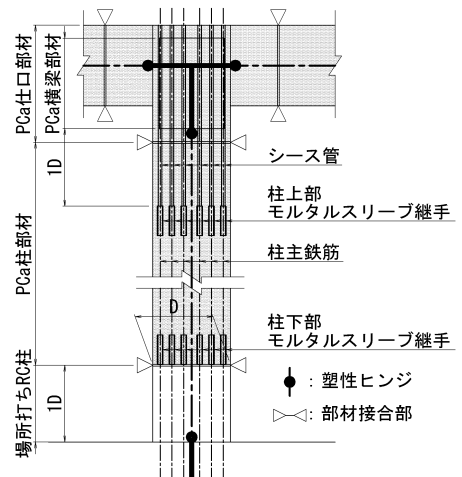


図-2 柱部材モデル

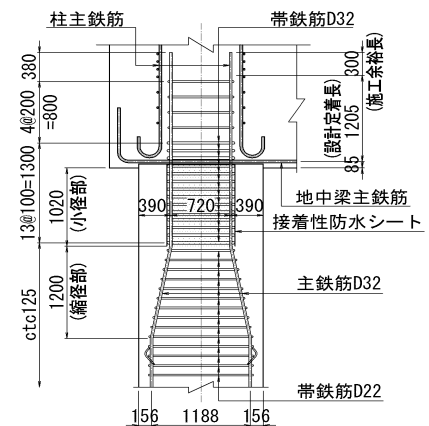


図-3 小径杭頭