

小径化した杭頭部の施工試験

(独) 鉄道・運輸機構

正 ○曾我大介 正 陶山雄介 正 阪田 暁

正 玉本学也 正 前田龍一

大林・名工・道端共同企業体

正 向川政明

1. はじめに

福井開発高架橋工区は現在建設中である北陸新幹線（金沢・敦賀間）の高崎起点 418km361m～420km583m（ $L = 2,222\text{m}$ ），福井駅の北約 1km に位置している。福井開発高架橋は工期短縮を目的として一部のラーメン高架橋のプレキャスト（以下 PCa とする）化技術（LRV 工法）を鉄道構造物として初めて採用した¹⁾。LRV 工法とは，大林組が建築分野で開発し，多くの実績を積んだ PCa 化技術であり，本件では基礎杭から地中梁（柱との接合部含む）までを場所打ちコンクリートとし，それより上部を PCa 部材にて施工する。地中梁と基礎杭および PCa 化された柱の接合部は高密度配筋となるため，施工性の観点から小径杭頭²⁾を採用した。小径杭頭は鉄道構造物で初の採用であり，所定の性能を確保していることを確認するために施工試験を行った。本報では施工試験の概要と，結果について報告する。

2. プレキャストラーメン高架橋の概要

福井開発高架橋工区は一部，えちぜん鉄道と JR 北陸本線に挟まれた狭隘部にあり，工事期間の制約から工期短縮を求められていたため，従来工法よりも 2/3 程度の工期短縮を実現できる LRV 工法による設計・施工が計画された。LRV 工法とは梁・柱部材だけではなく，両部材の接合部も PCa 化させた工法である。本件の LRV 工法の詳細は参考文献¹⁾に譲るが，本工区は杭基礎と地中梁（柱との接合部含む）および地覆などの付帯構造物は場所打ちコンクリートで，それ以外を LRV 工法により施工を行う。1 柱 1 杭方式のラーメン高架橋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施工精度を左右することになり，LRV 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不向きである。また，杭・柱・地中梁の 3 方向からなる交点部，必然的に高密度配筋になるため，現場作業性を損なう原因ともなっている。そこで，杭と柱の結合部に小径杭頭を採用した。

3. 小径杭頭の概要

小径杭頭は鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物³⁾にある損傷抑制型杭頭結合に分類され，杭頭部の主鉄筋を縮径して杭頭部を積極的に塑性化させる一方で，小径部の帯鉄筋を高密度に配置することで耐震性能を向上させ，地中部の杭の過大な曲げモーメント発生を抑制するものである（図-1）。小径部の躯体寸法は設計上帯鉄筋中心よりも内側で，外側のかぶりとは接着性防水シートにより縁切りされており，杭頭降伏後の防水性能はコンクリート内側に接着されている防水シートにより担保されている。本件は小径部の塑性ヒンジ化を期待する設計ではなく，杭と柱の配筋の輻輳を避けるためのもので，杭頭を小径化することにより杭と柱の定着鉄筋の間隔は，柱セット時の施工余裕として約 60～70mm 確保できた。

4. 小径杭頭の施工試験

4-1. 試験概要

LRV 工法によるラーメン高架橋施工に先立ち，小径杭頭の施工が所定の性能を満足することを確認するために施工試験を行った。図-1 に試験杭の配筋図を示す。施工試験の主な目的は，小径部のコンクリートの充填確認およびコンクリート打設後のコンクリートおよび防水シートの性状確認である。

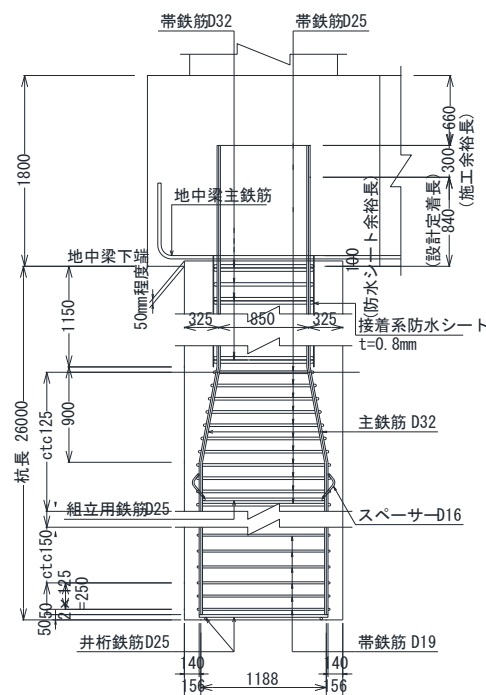


図-1 小径杭頭配筋図

キーワード：杭基礎，施工試験

連絡先：〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 鉄道・運輸機構 設計部 TEL：045-222-9083

4-2. コンクリート打設状況

試験杭の鉄筋かご製作の状況を写真-1 に示す。小径杭頭の鉄筋かご製作では、主筋の曲げ加工および防水シート設置を要するが、それ以外は通常の場所打ち杭と同様である。鉄筋かごと防水シートは結束バンドにより固定した。鉄筋の建込および打設は通常の RC 場所打ち杭と同様に行った。コンクリートの設計配合は高炉 30-18-20 であり、現地試験でのスランプは 18.5mm であった。懸念されていた防水シートによるシート内外のコンクリート打上げ高さの違いは最大で 10cm 程度であり、内側のコンクリートがシート外側にこぼれ落ちる現象は確認されず、健全にコンクリートが打設された。また、コンクリート打設時の施工性については、小径部のコンクリート打設天端の管理を慎重に行い、鉄筋かごの吊り込みなどは通常の場所打ち杭と同様に実施した結果、鉄筋かごの偏心や傾斜も確認されず、小径による影響は無いことが確認できた。



写真-1 鉄筋かご

4-3. 小径部コンクリート性状確認

コンクリート打設 9 日後に小径部まで周辺地盤を掘削し、小径部のコンクリートおよび防水シートの性状を確認した。小径部のシート外側のコンクリートを研った状況を写真-2 に示す。シート内外のコンクリート打上げ高さの違いによるシートの膨らみがあったが、シートの破断・損傷は確認されなかった。また、シートの膨らみに伴いシート上端の位置がコンクリート打設前よりも 30mm 程度下がっていた。本体施工時にはシート端部の固定を 2 重にするなど入念に行い、シート余裕長を 100mm とすることで対応することとした。また、一部防水シートを切断・引き剥がして防水シートとコンクリートの密着性を確認した結果、密着はしていたが、人力で剥がせる程度の密着性であった。これは、水中でコンクリートを打設したため、気中よりも接着性が低下したものと考えられる。



写真-2 シート性状

また、コンクリートの性状について目視およびシュミットハンマーによる強度確認を行った。設計上小径部の帯鉄筋のピッチが 100mm であるところを、防水シートの結束バンド固定のために図-2 のとおり最少ピッチ 32mm (コンクリート粗骨材の最大粒径 20mm) としたため、コンクリートの充填が懸念されたが、健全なコンクリートが打設されていた。防水シート内側のコンクリートも鉄筋が露出するまで研ったが、コンクリートが十分に充填されていることを確認した。シュミットハンマーによる防水シート内外のコンクリート強度を確認した結果、外側が 28.4N/mm^2 、内側が 41.0N/mm^2 であった。外側のコンクリートは設計上加味されておらず、水中打設により設計基準強度も気中コンクリートの 80%である 24N/mm^2 であることから杭頭部のコンクリートが十分な性能を確保していることがわかる。

5. おわりに

小径化した杭頭部の施工試験を行った結果、通常の場所打ち杭と同等の施工精度・施工品質を確保できることを確認した。また、コンクリート打設後に小径部の防水シート性状を確認した結果、大きな不具合は無いことを確認した。本施工試験を踏まえて、小径杭頭構造が福井開発高架橋工事で施工される新幹線本線構造物の品質確保に寄与することを期待したい。

参考文献: 1) 高木ら: 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, 土木学会第 73 回年次学術講演会, 2018.8(投稿中) 2) 青木ら: 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 回年講, 5-480, pp.959-960, 平成 17 年 9 月 3) (公)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) 平成 24 年 1 月

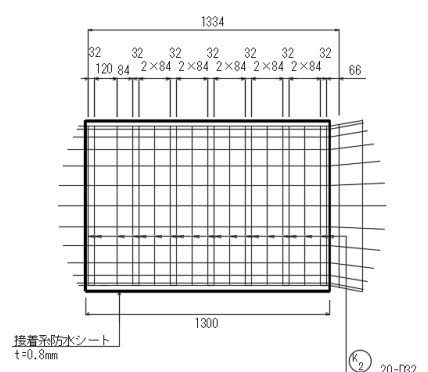


図-2 小径部配筋図