

Ⅳ-331

予讃線坂出高架におけるパイルベント式ラーメン高架橋の設計について

四 国 旅 客 鉄 道 (株) 正 会 員 高 瀬 直 輝
 四 国 旅 客 鉄 道 (株) 正 会 員 四 之 宮 和 幸
 中 央 復 建 コ ン サ ル タ ン ツ (株) 正 会 員 齊 藤 雅 文
 中 央 復 建 コ ン サ ル タ ン ツ (株) 正 会 員 目 野 豊

1. まえがき

当該設計における地上から高架橋への取付部では、仮線と計画線との線間が非常に近接し、さらに高低差が大きいため、従来の地中梁を有するラーメン高架橋を施工するには、アースアンカー式の仮土留工などが必要となった（図-1 参照）。そこで、仮線への安全性、施工性及び経済性を考慮して地中梁を設けないパイルベント式ラーメン高架橋を採用することとした（図-2）。以下に、JR総研のご指導の基で行った計画・設計の概要を報告する。

2. 当高架橋の特徴

パイルベント式ラーメン高架橋は、従来のラーメン高架橋より剛性が小さく、比較的柔らかい地盤では杭径が大きくなり不経済となるため、ほとんど採用されていなかった。当高架橋の特徴は次のとおり。長所としては、①地中梁がないため、これに伴う仮土留工が不要となる。②工程が少なくなるため、工期の短縮が図れる。③仮線に近接する仮土留工が不要であるため、仮線への安全性が向上する。などが挙げられる。一方、短所としては、①従来のラーメン高架橋より剛性が小さい構造形式である。②設計・施工の実績が少ない。③高架切り換え後に地盤面を低下させ、杭が露出するため、杭周辺の化粧が必要となる。などが挙げられる。また、問題点として、①杭と柱との接合方法 ②円形柱と梁の接合方法 ③杭の設計方法 などがある。さらに、従来のラーメン高架橋より部材が大きくなるため、重圧感を与えない配慮が必要となった。

3. 設計について

パイルベント式ラーメン高架橋の設計に際しては、限界状態設計法を適用し合理的な設計を行い、同時に杭においては許容応力度設計法による検証も行い安全性を確認した。また、パースを用いた景観の検討も行った（図-3 参照）。（1）限界状態設計法の適用方法について 地表面を境界に構造物を区分し、地表面以上は柱と見なし限界状態設計法¹⁾を適用、地表面以下は杭と見なし許容応力度設計法²⁾を適用した。当高架橋は、柱の頭部で断面寸法や鉄筋量が決定し、地中部の鉄筋の段落としての検討は、許容応力度設計法を用いた。また、杭先端の鉛直地盤バネのバラツキ($\alpha=1.5$)を考慮した。（2）構造解析について ①限界状態設計法は、杭周囲のはつりを

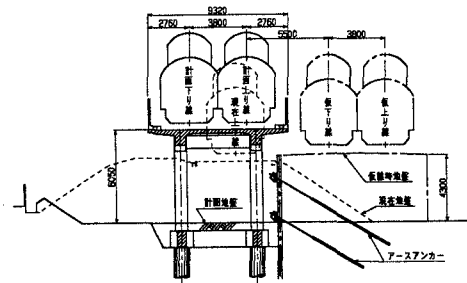


図-1 従来のラーメン高架橋の場合

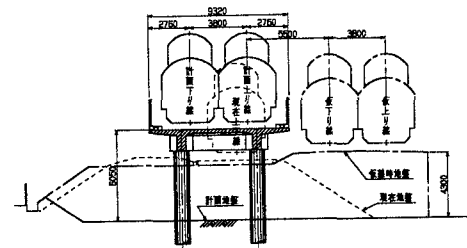


図-2 パイルベント式ラーメン高架橋の場合

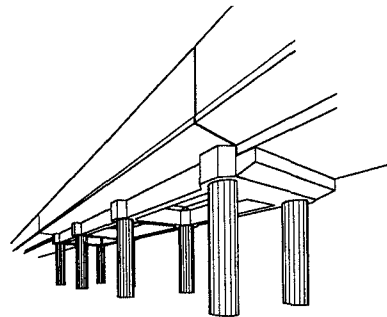


図-3 パイルベント式ラーメン高架橋のパース

考慮して、柱頭部の断面力が大きくなるように地上部の円形柱は $\phi 900$ 、地中部の杭は $\phi 1000$ として、部材剛性(EI)は100%で解析した。なお、柱がひびわれで断面が決定する場合は75%に低減する。②許容応力度設計法では断面力を鉄筋の段落としに用いるため地中部の断面力が大きくなるように地上部の円形柱及び地中部の杭は $\phi 1000$ として解析した。(3)地表面付近の有効抵抗土圧の取り扱いについてパイルベント構造の杭基礎であるため、[基礎標準30]に基づいて設計を行った。パイルベント構造の杭は、地表面付近の水平変位が大きく、弾性解析から求まる水平地盤反力度が大きくなるため、これが地盤の有効抵抗土圧度を超えないように弾塑性解析する必要がある。比較検討の結果、N値5程度の地盤では、地盤バネを低減した弾性解析法が合理的な解析方法であることが判明した。よって、地表面付近(約2m)を三角形分布にモデル化した水平地盤バネで構造計算を弾性解析で行った(便宜上、0.5m間隔の階段状の水平地盤バネとした)。(4)断面照査について柱及び杭の断面照査は、チップング($t=50\text{mm}$)を考慮して部材寸法を $\phi 1000-50 \times 2 = \phi 900^{\text{mm}}$ とした。(5)柱と梁との接合部について

縦梁のハンチ筋が十分に配置できないため、縦ハンチは設けないこととした。また、杭の鉄筋の定着や杭の施工精度を考慮して、杭頭部にハカマを設けることとした。杭体および梁接合部の配筋図を図-4に示す。(6)場所打ち杭の鉄筋継手について鉄筋の継手は、地表面から上側では鉄筋が密となっていることから、信頼性と施工性を考慮して千鳥配置のガス圧接とし、地中部では従来の重ね継手とした。(7)地表面上の杭周面の化粧についてオールケーシング杭は他の杭に比べ表面の凹凸が少ないため、杭周辺の数mをチップングする予定である。(8)施工方法についてパイルベント式ラーメン高架橋の施工順序図は図-5のとおり。

3. あとがき

今後の課題として、杭における施工精度の確保と施工性の向上、工期の短縮と経済性の追求、設計法の確立と合理化がある。また、適用性の拡大も必要である。鉄道の高架橋と言えば従来の概念では、地中梁を有するラーメン高架橋が一般的であったが、このパイルベント式ラーメン高架橋は前述の課題を抱えているものの、仮線への影響軽減や工期短縮などで従来の高架橋より優れている部分もあり、都市部における鉄道の高架化事業での高架構造物に、この構造形式が今後共、採用される可能性は大きいと考えられる。そのために、限界状態設計法などの技術的な裏付けを基に安全性、施工性及び経済性における研究・技術開発を今後さらに進めていくつもりである。

【参考文献】 1) 鉄道総合技術研究所、鉄道構造物等設計標準・同解説、平成4年10月

2) 土木学会、国鉄建造物設計標準解説—基礎構造物・抗土圧構造物—、昭和61年3月

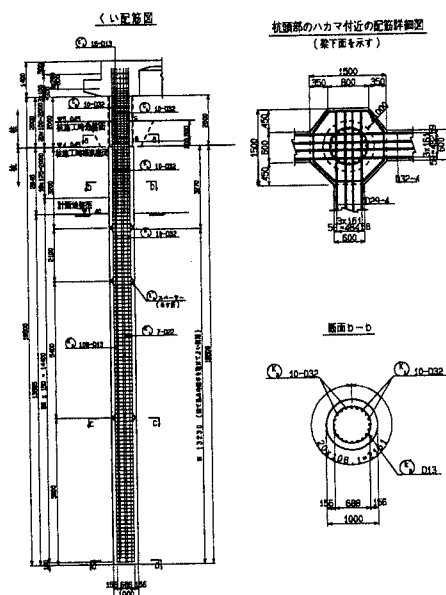


図-4 杭体および梁接合部の配筋図

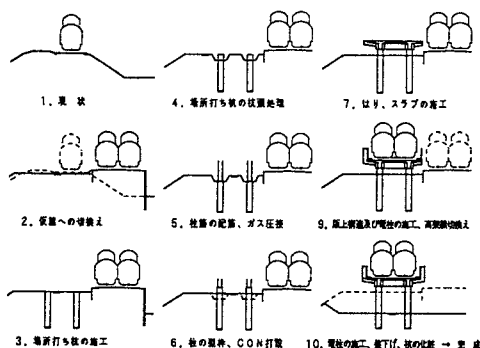


図-5 施工順序図