

RC ラーメン高架橋の基礎鉛直ばねに着目した基礎補強仕様について

東海旅客鉄道株式会社 正会員 東 基行

1. はじめに

東海道新幹線の RC ラーメン高架橋には、杭を中間支持層で打止めた中間支持杭構造の高架橋がある。現在、これらの高架橋は、現地調査より耐力に問題はないと考えられるが、高密度の列車走行に伴う鉛直動により、将来的に構造物の耐力に悪影響を与える可能性も懸念される。

高架橋鉛直動揺抑制および高架橋応力低減のため、基礎鉛直反力向上を目的とした増杭および地中梁による基礎補強を H20 年度に営業線で試験施工し（図 1-1 営業線基礎補強試験施工の概要）、①施工により列車走行時の柱加速度が低減すること（図 1-2 柱加速度測定結果）、②載荷試験により基礎の鉛直反力の向上すること（図 1-3 載荷試験結果）。③応力低減は特に上層梁ハンチ部に効果的であることを報告した¹⁾。

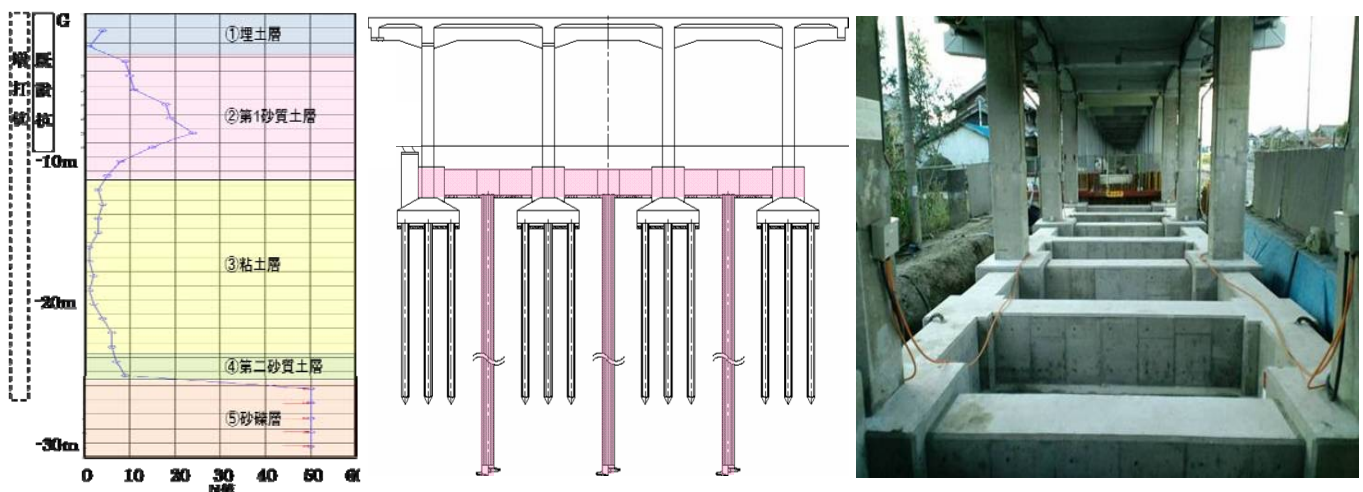


図 1-1 営業線基礎補強試験施工の概要

また、簡易な連ばね計算により、地中梁断面の拡大が基礎鉛直ばね向上に効果的であること、端部鉛直ばね補強には端部上下線間に増杭を追加することが有効であることを報告してきた²⁾。

本稿では、これらを踏まえ、基礎補強改良仕様案を作成し、施工後の基礎鉛直ばねの解析による推定について報告する。

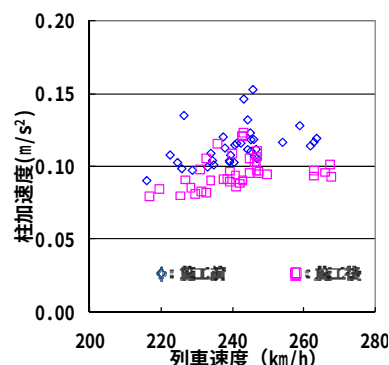


図 1-2 柱加速度測定結果

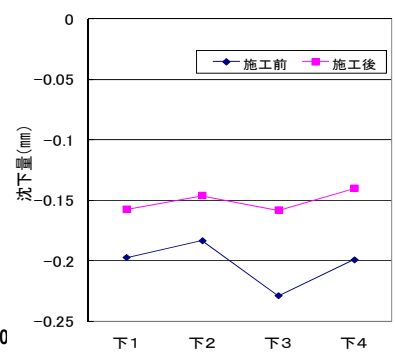


図 1-3 載荷試験結果

2. 基礎補強改良仕様案の概要

これまでの営業線試験施工結果および連ばねによる試算を踏まえ、基礎補強改良仕様案を作成した。図 2-1 に基礎補強改良仕様案の概要図を示す。着色部が新設部材である。

対象は、代表的な摩擦支持杭の標準 RC ラーメン橋とした。地盤は、地表面から GL-4m まで N 値 5 程度の埋土およびシルト混じり砂、GL-5m～-9m まで N 値 20 程度の砂層である。GL-9m～11m には N 値 10 程度のやや軟弱なシルト混じり砂層があり、以深 GL-13m 程度まで N 値 20～30 程度の粘土混じり砂礫層、GL-13m 以深はよく締った層となり N 値 50 に達する。基礎補強は、N 値 50 程度の基盤面に達する増杭を打設し、地中梁で既設高架橋のフーチング上部と一体化する構造である。増杭先端到達長は GL-15m とした。

増杭は、高架下での近接施工に配慮し、孔壁を確実に保持できるオールケーシング場所打杭（杭径 1.0m）と

した。増杭配置は、敷地内で施工を完結するため、各線の高架橋柱間上下線計 6 本、端部上下線間に 2 本を加え、1 セットあたり 8 本とした。

地中梁は、前回の施工 (D0.7m×H1.1m) より大幅に拡大して D1.5m×H1.6m の鉄筋コンクリート製とし、フーチング直上の既設高架橋と増杭を井桁状に接続する形状とした。

基礎補強の目的は、基礎鉛直ばね向上による高架橋の鉛直動および応力の低減であるが、増杭および地中梁は、地震時に既設基礎が損傷を受けた場合を想定し、増杭および地中梁で高架橋荷重を支持できる仕様とした。

また、地中梁と柱の接合部となる巻建部は既設高架橋を傷つけずに確実な接合を実現するため、PC 鋼棒を用い圧縮力を付加した摩擦接合を採用、地中梁は巻建部を PC 緊張した後、梁部の RC を施工する 2 段階施工とした。

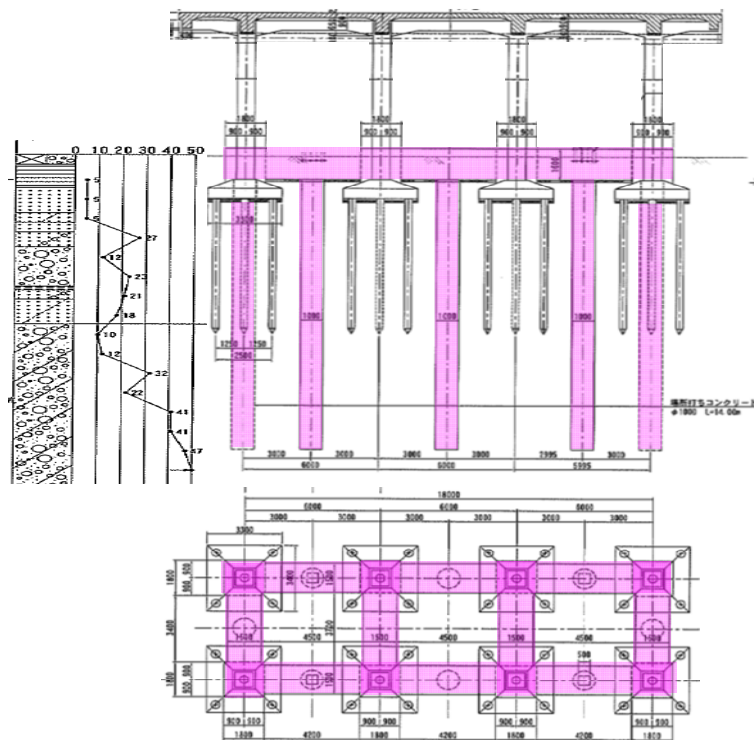


図 2-1 基礎補強仕様改良案概要図

3. 基礎鉛直ばねに着目した解析

改良仕様による基礎鉛直ばね向上度を推定するためフレーム解析を実施した。

解析は、標準高架橋を模した 3 次元フレームモデルを作成、別に対象地盤および杭構造をモデル化し FEM 解析で算出したばね値を既設基礎および増杭位置に設定した。高架橋基礎の施工前後のばね値は、施工前後のモデルで、柱直上への静的荷重を与え、当該柱の鉛直変位量より算出した。

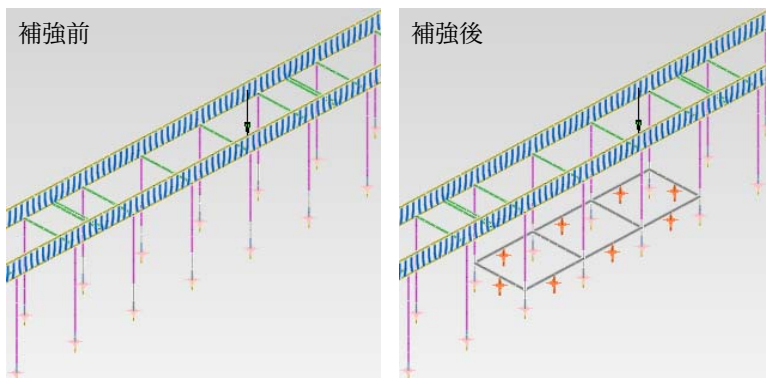


図 3-1 フレームモデル概要図

表 3-1 基礎鉛直ばね解析結果

	既設基礎入力ばね値 ($\times 10^6 \text{ kN/m}$)	増杭入力ばね値 ($\times 10^6 \text{ kN/m}$)	補強前高架橋 K_v ($\times 10^6 \text{ kN/m}$)	補強後高架橋 K_v ($\times 10^6 \text{ kN/m}$)	K_v 増加率 (補強後/補強前)
端部柱	1.20E+06	1.22E+06	1.45E+06	2.75E+06	1.9
中間部柱	1.20E+06	1.22E+06	1.57E+06	3.99E+06	2.5

解析モデルの概要図を図 3-1 に、基礎鉛直ばねの解析結果を表 3-1 に示す。

解析の結果、基礎補強後に端部柱の鉛直ばねは $2.75 \times 10^6 \text{ kN/m}$ 、中間部柱は $3.99 \times 10^6 \text{ kN/m}$ となった。これは、良質な支持層とされる N 値 30 の砂質土層に直接基礎を設置した際の基礎鉛直ばね値 $2 \times 10^6 \text{ kN/m}$ と比較しても高い基礎鉛直ばね値であり、本改良仕様は高架橋基礎の鉛直ばね向上工法として十分な仕様と考えられる。

4. まとめ

本稿では、基礎の鉛直ばね向上による、高架橋の鉛直動低減および応力低減を目的に H20 年度に実施した営業線基礎補強の結果および連ばね計算の結果を踏まえ、更なる基礎鉛直ばね向上を具体化する基礎補強改良仕様を作成し、フレーム解析により施工後の鉛直ばね値を推定した。

解析の結果、基礎補強改良仕様は、良質な支持層とされる N 値 30 の砂質土層に直接基礎を設置した際の基礎鉛直ばねと比較しても、高い基礎鉛直ばね値が推定され、改良仕様は高架橋基礎の鉛直ばね向上工法として十分な仕様となっていると考えられる。

〈参考文献〉1) 構造工学論文集 Vol56 RC ラーメン高架橋鉛直加速度低減のための基礎補強試験施工の評価, 2010.3
2) JCI 年次論文集 Vol32 RC ラーメン高架橋の増杭および地中梁による補強効果の評価, 2010. 7