

国鉄 鉄道技術研究所 正員 岡田 勝也
国鉄 構造物設計事務所 正員 福島 弘文

1. まえがき

高架橋基礎相互間の相対沈下は高速鉄道車両の走行安全性と軌道の保守に重大な影響を与える。そのため構造物の計画と設計において、不同沈下量は、軌道構造（バラストとスラブ）の選定、構造形式（単軌と連続桁、静定と不静定）の選定や、断面力の算定（基礎相互間 or 一基礎内での鉛直バネの変動）に関係することになる。このような不同沈下量を、模型実験や解析的な手法で解明することは難しい。それは地盤のバネのバラツキやクリップに大きく関係するからであり、実物大実験の長期測定やある程度の経年の高架橋の実態調査に待たねばならなかった。当報告は、建設後数年から20年に及び新幹線高架橋の目違い（不同沈下）の実態調査と、若干の解析を試みたものである。

2. 高架橋相互の不同沈下（目違い）の実態

高架橋の目違い調査は、連続する高架橋の接点でのダクトの天端や、スラブ軌道の天端の相対変位をスケール etc. で測定するものであり、東海道、山陽、東北の三新幹線の796高架橋について行った。そして地盤沈下の有無、軌道構造、杭種（打込み杭と場所打ち杭）と杭の支持方式（完全支持杭、不完全支持杭、摩擦支持杭）をパラメーターに統計量を算出した。

2.1 地盤沈下の有無による比較（有と無と記述）

地盤沈下の有無に対する目違い量を全データについて整理すると図-1 のようになり、明らかに有の方が目違い量は大きくなる。平均値、標準偏差は、無では $m=2.4\text{mm}$ 、 $\sigma=3.9\text{mm}$ 、有では $m=7.6\text{mm}$ 、 $\sigma=10.7\text{mm}$ であり、3倍程度の差が生じることがわかった。したがって、地盤沈下は目違いに著しく影響していると言えそうである。

2.2 地盤沈下が無い場合の比較

地盤沈下が無い高架橋について、軌道構造の違い（バラスト構造では測定基準点がバラスト載荷以前となり、スラブ軌道ではスラブ敷設後となるので、前者では増加荷重の影響が含まれることになる）、杭種の違いによる鉛直目違い量の比較を行ったが、ほとんど差がなかった。

そこで、杭の支持方式による目違い量の相違をみるため、完全支持と摩擦支持（無、バラスト、打込み杭）を比較したのが図-2である。これによれば、いずれも15mm以上でることはまれであり、杭の支持条件の厳しい軟弱地盤でも摩擦杭は大きな目違いを発生していないことが注目される。

2.3 地盤沈下がある場合の比較

地盤沈下地帯においてスラブ軌道を採用した高架橋はないので、ここではバラスト軌道における杭種の比較を行った。図-3によれば、場所打ち杭よりも場所打ち杭の方が目違いが大きくなっていることがわかる。場所打ち杭施工時の杭先端のスライム処理、応力解放、みだしなどによる鉛直地盤反力のバネ変動が大きく、地盤沈下によるネガティブフリクシ

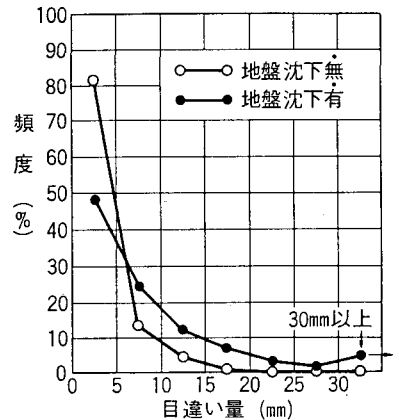


図-1 地盤沈下の有無の比較

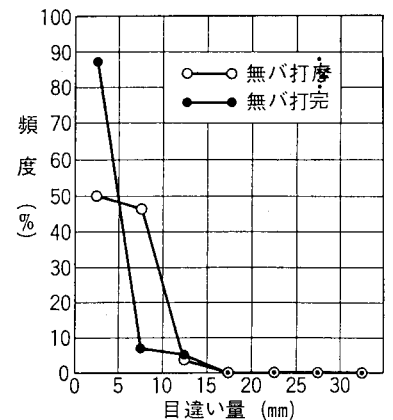


図-2 杭の支持方式による比較

ンにより大きな目違いを生じたものと考えられる。

3. 摩擦杭で支持した高架橋の目違いの実態例(米原高架橋)

図-3によれば摩擦杭を用いた高架橋の目違いは、地盤況下がない場合、完全支持杭とほぼ同程度であることがわかった。摩擦杭を用いた米原高架橋は、軟弱なピート、粘土、ゆるい砂礫の互層が厚く堆積して、基盤までの深さは70mにも達する所がある。杭は直杭と斜杭を用いているが、各ブロック毎に $l=14m, 18m, 24m, 27m$ の $\phi 40$ のRC杭である。杭長の変化に対する目違いの相違はほとんどなく、目違ひ量は最大10mm、平均4.1mmである。当高架橋がこのような軟弱地盤での摩擦杭に支持されていることを考えると、最大値でも10mmであることは、バラスト軌道の高架橋としては極めて良好である。したがって、杭の周面摩擦力が期待できる場合には、深い基盤層まで達する完全支持杭でなくても摩擦杭で十分支持するこが、地盤況下のない所では可能であるということも、建設

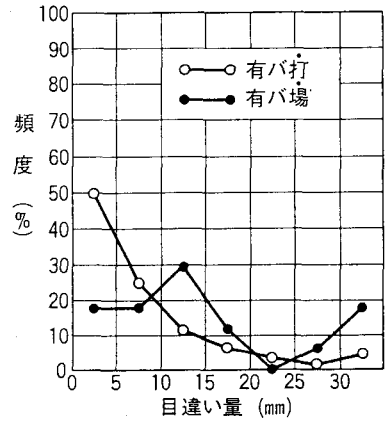


図-3 杭種による目違ひ量の比較

後20年を経過した高架橋の目違ひ調査からも実証したことになる。

4. 目違ひ発生の一解析

対象な高架橋が連続する場合の目違ひ量は、①死荷重載荷による短期の鉛直バネ係数の変動 β 、②杭周面と先端地盤の鉛直支持に関する地盤のクリープ K 、③ラーメン構造部材の剛性低下 C によって生ずるものと考えられる。高

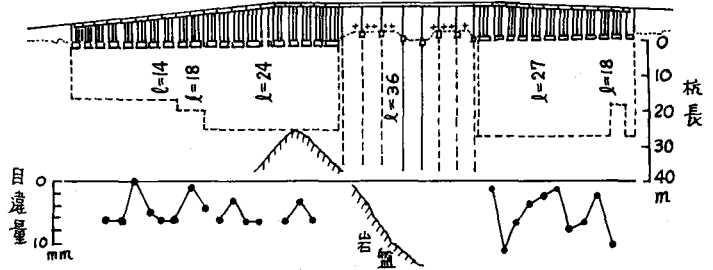


図-4 米原高架橋の杭長と高架橋相互の目違ひ量

架橋の目違ひ量は、その測定点のコンクリート打設やバラスト載荷による即時的な沈下と長期のクリープ的な沈下を考慮して各段階を追って計算する必要がある。いま、3.で述べた米原高架橋について目違ひ量を計算してみると図-5のようになる。図-5では β が小さくなると急激に目違ひ量は大きくなるが、 C の影響はあまり大きくないことがわかる。3.では平均目違ひ量が $m=4.1mm$ であったから、このモデルでは $K=0.2\sim 0.05$ 程度であると考えられる。すなわち、死荷重載荷による短期の鉛直バネ係数の変動 β より、そのクリープ K の方が目違ひに与える影響は大きいようである。

5. あとがき

本報告は、スラブ軌道の適用性拡大に関する一資料としてとりまとめたものであり、適切な助言をいただいた長岡技術科学大学池田俊雄教授に深く謝意を表します。

(文献) 1. 福島, 岡田他「高架橋の目違ひからみた杭基礎の支持力

特性」構造物設計資料, NO.77, 1984-3

2. 池田「地盤と構造物」P.139/144, 鹿島出版会,

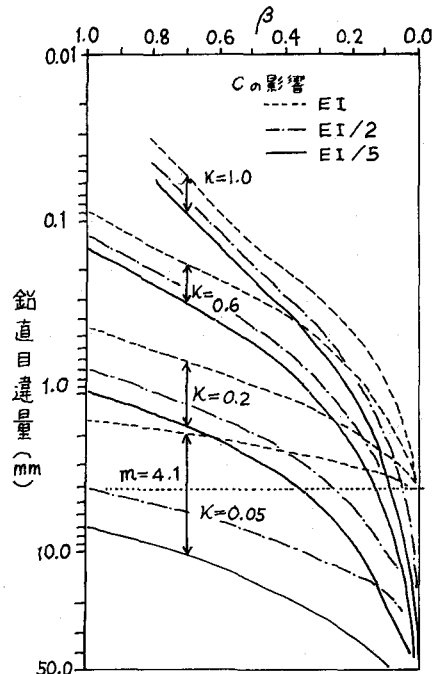


図-5 米原高架橋の計算目違ひ量曲線