

高架橋の折れ角・不同沈下量からみた基礎の支持特性

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○出羽 利行, 神田 政幸, 館山 勝
東日本旅客鉄道(株) 正会員 山村 啓一
ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 正会員 福島 弘文

1. はじめに

鉄道構造物において、橋りょうや高架橋の構造物間の不同変位量は折れ角・目違いと称し、建設時の設計・施工や供用中の保守管理において重要な指標となる。一般に、折れ角・目違いは構造物基礎の不同沈下起因することが多く、折れ角・目違いと基礎の支持力特性との関係を解明することが重要である。特に最近では、保守軽減を目的とした省力化軌道の敷設や列車速度向上、乗り心地向上の観点から折れ角・目違いを小さく抑えることは益々重要となっている。折れ角・目違いと基礎の支持力特性との関係は過去に数例報告されており、いずれも支持杭に比べて摩擦杭が折れ角・目違いに対して有利な構造であると記載されている^{1)~4)}。ここでは、建設後約30年経過し、その間に比較的大きな地震を受けた高架橋について折れ角及び不同沈下量の調査を実施し、構造物基礎の支持特性や高架橋構造、杭の施工方法との関係について考察する。

2. 折れ角・不同沈下量調査

調査方法は、水準測量の測定値から折れ角・不同沈下量を算出するものとし、図1に示す位置で軌道スラブ上または防音壁下を測点として、表1に示すA～Dの4区間（合計13.5km）において水準測量を実施した。このうちA、B区間は過去にしゅん功から約10年の間に3回の調査が実施された区間で、C、D区間は今回新たに追加した区間である。図2に示すように連続した3測点の測定値を順次使用して折れ角・不同沈下量を各測点ごとに算定した。得られた折れ角・不同沈下量については、図1に示す高架橋の構造形式別（背割構造系、単純桁構造系、一般橋梁系）及び基礎の支持方式別（支持杭、摩擦杭、直接基礎）に統計処理を実施する。ここで、背割構造系とは背割式高架橋と隣接するゲルバー桁を含めた区間、単純桁構造系とは単純桁とラーメン橋台が連続する区間、一般橋梁系とは、背割構造系と単純桁構造系以外の区間とする。なお、表1に統計処理に用いた標本数を示す。

3. 調査結果

3. 1 構造系別の検討

A、B区間における構造系別の不同沈下量の頻度分布を図3に示す。構造系別における不同沈下量は、背割構造系、単純桁構造系、一般橋梁系の順に平均値及び標準偏差が小さい結果となった。この結果は、過去に行われた調査²⁾と一致しており、背割構造系の構造物が折れ角・目違いに対して有利な構造であることを示している。

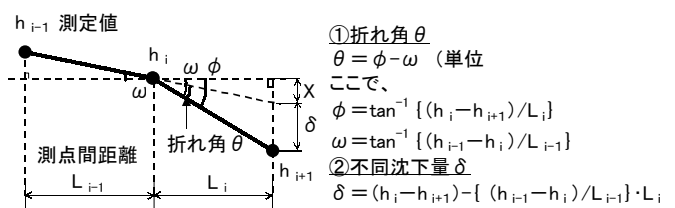
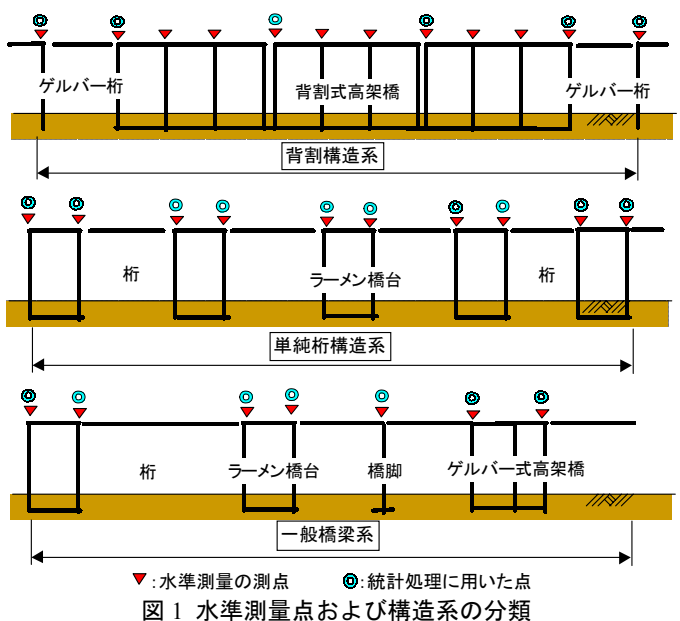


図2 折れ角・不同沈下量の算出方法

表1 統計処理に用いた標本数

基礎の支持方式	高架橋構造系			合計
	①背割構造系	②単純桁構造系	③一般橋梁系	
測定区間				
A 摩擦杭	57	150	13	220(35.9%)
B 支持杭	78	195	46	319(52.1%)
C 直接基礎	45	0	0	45(7.3%)
D 支持杭	29	0	0	29(4.7%)
合計	209(34.1%)	345(56.3%)	59(9.6%)	613

キーワード 折れ角, 目違い, 不同沈下, 支持杭, 摩擦杭

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 基礎・土構造 TEL (042) 573-7261

3. 2基礎の支持方式別の検討

折れ角で整理された過去の調査結果と比較検討を行うため、基礎の支持方式別については折れ角で整理する。背割構造系における基礎の支持方式別の折れ角の頻度分布を図4に示す。摩擦杭、支持杭、直接基礎の順に折れ角の平均値及び標準偏差が小さい。また、2つの支持杭区間（B、D区間）を比べるとD区間の方が折れ角の平均値及び標準偏差が大きい。これは地震時にB区間に比べてD区間の方が震源地に近かったことが影響している可能性が考えられる。なお、支持杭に比べて摩擦杭の折れ角が小さいという結果は単純桁構造系、一般橋梁系においても同様であった。

次に、背割構造系における折れ角の推移を図5に示す。過去の調査に比べ折れ角は若干大きくなっているが、その大きさは折れ角の制限値（ $3.0 \times 1/1000\text{rad}$ ）に比べて極めて小さい。また、過去の調査（地震前）と今回の調査（地震後）ともに摩擦杭の折れ角が小さいことから、比較的大きな地震を受けても摩擦杭は支持杭に比べて折れ角が大きくなりえない可能性があると考えられる。

以上より、比較的大きな地震を経験し建設後約30年経過した高架橋に生じている折れ角は制限値に対して極めて小さく、特に支持杭に比べて摩擦杭は小さいことがわかった。

3. 2杭の施工法別の検討

支持杭区間（単純桁構造系）における杭の施工法別の折れ角の頻度分布を図6に示す。場所打杭に比べて打込杭の方が折れ角の平均値・標準偏差が小さい結果となった。これは場所打杭のスライムが影響しているものと推測できる。

4. まとめ

- ・背割構造系、単純桁構造系、一般橋梁系の順に不同沈下量の平均値・標準偏差が小さく、背割構造系が折れ角・目違いに対して有利な構造であることを確認した。

- ・過去の文献^{1)~4)}で摩擦杭が折れ角・目違いに対して有利な構造であることが記述されているが、大きな地震を経験し建設後約30年経過した高架橋においても支持杭に比べ摩擦杭の方が折れ角の平均値・標準偏差が小さいことを確認した。また、その値は制限値に比べて極めて小さかった。

- ・場所打杭に比べて打込杭の方が折れ角の平均値・標準偏差が小さいことを確認した。

参考文献

- 1) 地盤工学会：「基礎の沈下予測と実際」,pp.331-341,2000.2
- 2) 田口博一他：軟弱地盤における高架橋の沈下挙動,構造物設計資料,No.88,pp.40-44,1986.12
- 3) 福島弘文他：高架橋の目違いからみた杭基礎の支持力特性,構造物設計資料,No.77,pp.25-30,1984.3
- 4) 森重龍馬：高架橋の目違い特性とくい基礎の支持力特性,構造物設計資料,No.41pp.5-10,1975.3

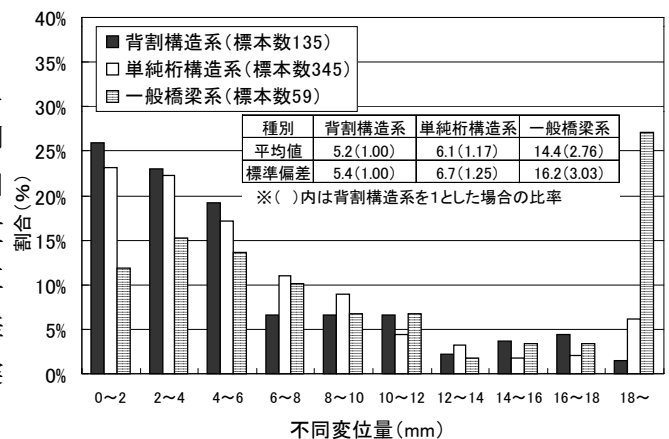


図3 構造系別不同沈下量

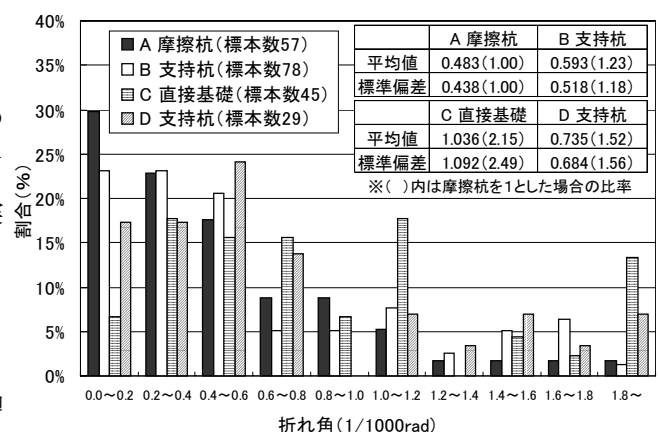


図4 基礎の支持方式別折れ角（背割構造系）

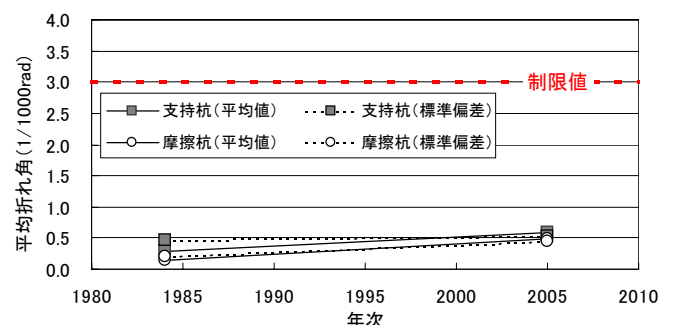


図5 折れ角の推移（背割構造系）

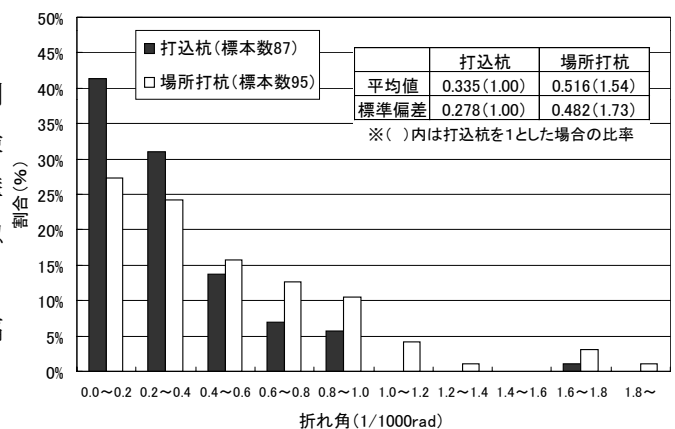


図6 杭の施工法別折れ角（支持杭,単純桁構造系）