

鉄道 RC ラーメン高架橋の杭基礎形式選定における一考察

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○手嶋 康博
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 内村 有宏
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 瀧田 学

1. はじめに

杭基礎は、一般に良質な支持層に杭先端を根入れさせる“完全支持杭”とすることが望ましいとされている(図-1 参照)。しかし、施工箇所の支持層が深い場合は、杭長が長くなることにより施工性、経済性が悪化するため、必ずしも合理的な杭基礎形式と言えない場合がある。一方、杭先端を支持層に根入れさせず、杭周囲の摩擦力によって支持力を確保する“周面支持杭”の形式も考えられるが、これは杭先端が良質な支持層に支持されていないため、長期的な圧密沈下等により、沈下量の増大が懸念される。ここでは、特に沈下に対しての制限が厳しい鉄道を対象とする場合の杭基礎形式選定における考察を行う。

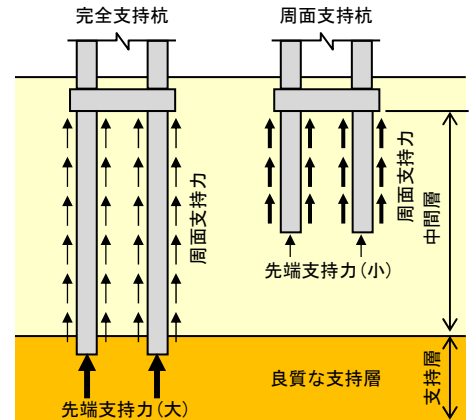


図-1 基礎杭形式模式図

2. 杭基礎形式の比較

“完全支持杭”“周面支持杭”の得失を表-1に示す。

一般に多用される完全支持杭は、良好な支持層に杭先端を支持させることで大きな先端支持力を確保する。また、杭先端を安定した層に支持させるため、長期的な沈下の懸念は小さい。しかし、良好な支持層まで杭を伸ばす必要があることから、特に支持層が深い場合は経済性の悪化や工期の長期化につながる懸念がある。一方、周面支持杭は、周面支持力によって支持力を確保できれば良好な支持層まで杭を伸ばす必要がないため、比較的安価かつ短い工期での施工が可能となる。

以上のように、周面支持杭は“経済性”“工期”という利点があり、これらが求められる工事においては有効な選択肢になると考えられる。

表-1 杭基礎形式の得失

杭基礎形式	完全支持杭	周面支持杭
杭 長	長い	短い
先端支持力	大	小
安定性	良好	沈下の懸念有り
経済性	高価	安価
工 期	長い	短い

3. 構造物の沈下による影響

構造物の沈下形態としては、図-2に示す(a)杭単独の局所沈下(不等沈下)と(b)構造物全体の沈下の二通りが考えられる。ここで、(a)については、各杭を地中梁で連結した構造であれば、地中梁が杭のばね定数の変動の影響を吸収し、上層梁等の有害なひび割れを抑制する効果が期待できるとされている¹⁾ため、パイルベント構造のように地中梁を省略したラーメン高架橋でなければ、大きな問題にはならないと考えられる。一方、(b)については、完全支持杭と周面支持杭という異なる支持杭形式を採用する場合に、その境界で起

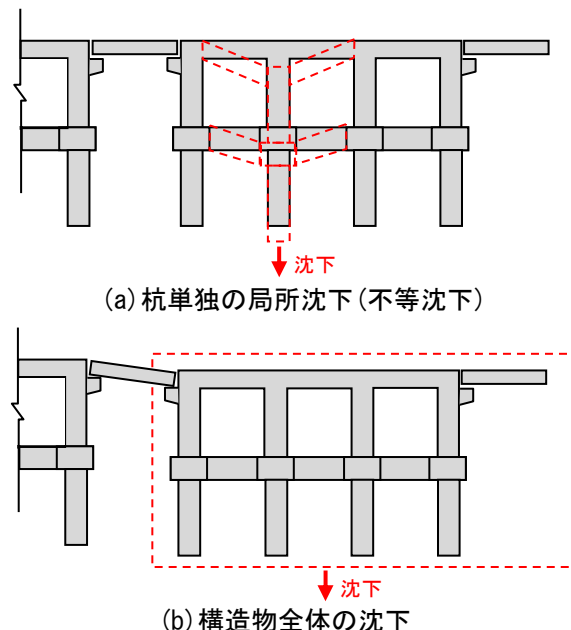


図-2 沈下形態の模式図

キーワード 周面支持杭, ラーメン高架橋, 不等沈下

連絡先 〒530-0004 大阪府大阪市北区堂島浜一丁目2番1号 パシフィックコンサルタンツ株式会社 TEL 06-4799-7347

こりやすいと考えられるが、周面支持杭同士であっても、先端の土層の状態が異なる場合に同様の沈下を起こす懸念がある。したがって、隣接する周面支持杭の構造物は、極力同じ土層に根入れすることが望ましい。

4. 長期的な沈下に対する考察

鉄道構造物に対する沈下の影響の中で最も大きいのは、軌道構造に生じる高低差と考えられる。ここで、構造物の沈下は、①即時沈下と②長期的な圧密沈下の2種類に分けられる。①は、構造物の施工によって徐々に死荷重が増加することで沈下が進むが、基本的に躯体の施工が完了した時点でほぼ沈下が完了していると考えられる。したがって、これによって不等沈下が生じた場合は、その後に軌道構造を敷設する際に調整することができる。一方、②は軌道敷設後に徐々に沈下が進むため、これによって軌道に生じた高低差を調整することは困難と考えられる。軌道に許容される高低差は、一般に事業者ごとに定められる整備基準等によるものであるが、ここではその参考値として、昭和47年から実施されている整備基準を表-2に示す²⁾。これは、鉄道省施設局より制定された「軌道整備心得」によるものである。これらは、整備基準値が乗り心地や走行安全性の観点から、軌道の整正が必要となる基準値を定めたものである。また、仕上がり基準値は、新設建設、線路増設等の工事により新設する線路の軌道狂いの仕上り標準を示したものであり、整備基準値よりさらに厳しい制限となっている。なお、ここで示されている高低差とは延長10mの弦に対しての高低差である。ここで、延長10mは、ゲルバー形式のラーメン高架橋に一般に架設される調整桁と概ね同等の長さであるため、図-2(b)で示すような沈下形態の場合、構造物の沈下量が10mm程度であっても、これらの規程を超える懸念がある。したがって、短い調整桁が架設される箇所については、前後の構造物の杭先端の土層を合わせると共に、不等沈下が生じた場合に整正が可能となる工夫が必要と考えられる。一般にはバラスト軌道であれば、比較的軌道の整正が容易とされているため、周面支持杭を採用する区間にこれを採用することで、軌道敷設後の沈下を調整できる。また、沈下の整正を容易に行える軌道構造が開発されれば、より容易に周面支持杭を採用できるようになると考えられる。

5. まとめ

沈下量に制限はあるものの、周面支持杭の採用で経済性や工期を改善することが可能である。よって、これらを第一目標とする工事であれば、周面支持杭は有効な構造である。また、鋼管ソイルセメント杭のように周面支持力に優れた杭基礎も開発されているため、これらを積極的に活用することで、より合理的な基礎形式の選定が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物(平成24年1月) 公益財団法人 鉄道総合技術研究所
- 2) 線路－軌道の設計・管理－ 宮本俊光 渡辺偕年

表-2 軌道整備基準規程

(単位 mm)

種別 線別 狂い種別	乙修繕整備基準値				丙修繕整備基準値				仕上り基準値 各線別とも共通	
	甲線	乙線	丙線	丙線中 簡易線	甲線	乙線	丙線	丙線中 簡易線	一般 区間	コンクリート 道床区間
軌 間	+10 (+6) - 5 (-4)								(+1) (-3)	(0) (-3)
水 準	11 (7)	12 (8)	13 (9)	16 (11)					(4)	(2)
高 低	13 (7)	14 (8)	16 (9)	19 (11)	23 (15)	25 (17)	27 (19)	30 (22)	(4)	(2)
通 り	13 (7)	14 (8)	16 (9)	19 (11)	23 (15)	25 (17)	27 (19)	30 (22)	(4)	(2)
平面性					23 (18) (カントの通減量を含む)				(4) (カントの通減量 を含まない)	

※数値は、高速軌道検測車による動的値を示す。ただし、かつこ内は静的値を示す。