

大口径基礎杭を有するRCラーメン高架橋の設計に関する一考察

阪急設計コンサルタント(株)

正会員 ○松本 尚衛

正会員 山口 武志

1. はじめに

大都市圏における鉄道連続立体交差事業において、地質特性や施工条件により当初の基礎構造形式から変更となったことにより、施工性や経済性をより向上させた大口径基礎杭を有する RC ラーメン高架橋の設計事例について報告する。

2. 構造物の概要

今回の設計対象となる構造物は、大都市圏駅部における3柱式3層3径間ラーメン高架橋であり、図-1に示す通り、鉄道営業線と近接した位置関係となる。

当初設計では、鉄道営業線に影響を与えない様、大規模な掘削等を避けるとともに、下層柱のせん断スパンを確保するという目的で、地中梁を設置しない1柱1杭式のパイルベント構造としていた。

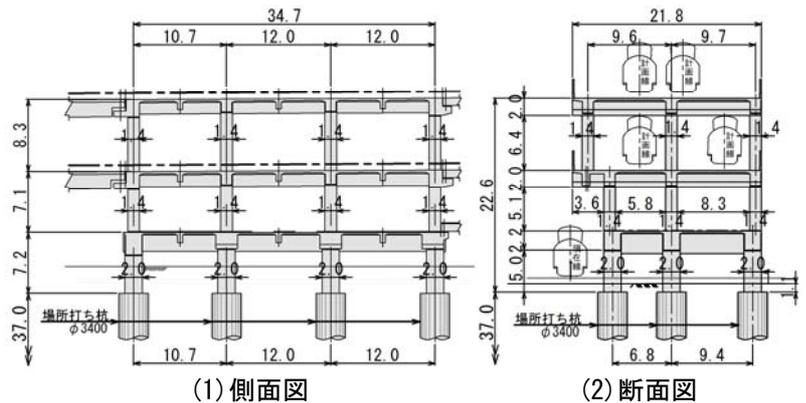


図-1 一般形状寸法 (単位: m)

3. 当初構造形式における課題

地中梁を設けないパイルベント構造では、構造物の剛性が低く構造物の固有周期が長周期化するとともに、杭の断面力が大きくなり、杭径がφ3400mmという大口径の基礎杭が必要となった。また、杭径がφ3400mmもの大口径基礎杭となることから、施工方法はリバース工法に限定された。

しかし、本構造物近傍での施工実績から地表~20m付近までの中位な砂礫層は非常に崩壊性が高いことが判明した。鉄道営業線に近接してリバース工法による大口径基礎杭を施工する場合、崩壊層に対しては孔壁防護を主目的とした大規模な補助工法が必要となり、工事費が大幅に増大することが予想された。

ここで、オールケーシング工法の場合には、崩壊性の高い砂礫層に対しても補助工法は不要であると考えられる。そこで、オールケーシングが施工可能となる杭径φ3000mm以下に杭径を縮小することにより、施工性や経済性を向上させることを目的として、構造形式の変更を行うことにした。

4. 構造形式の変更方針

表-1に示す通り、列車走行安全性を確保するためには、当地盤種別であるG4地盤において線路直角方向の固有周期 T_{eq} を1.4秒以下に抑える必要がある¹⁾。しかし、基礎杭の杭径がφ3400mmの場合で、すでに固有周期は限界値である1.4秒となっているため、基礎杭の杭径を単純に縮小するだけでは、構造物全体の剛性が下がり、固有周期が1.4秒を超えることになる。ここで、

地中梁を設ける構造形式へ変更することにより構造物全体の剛性が上がり固有周期を小さくすることができるため、杭径をφ3000mm以下とすることが可能と考えられる。また、下層柱のせん断スパン比について、 $a/d < 2.0$ の場合、

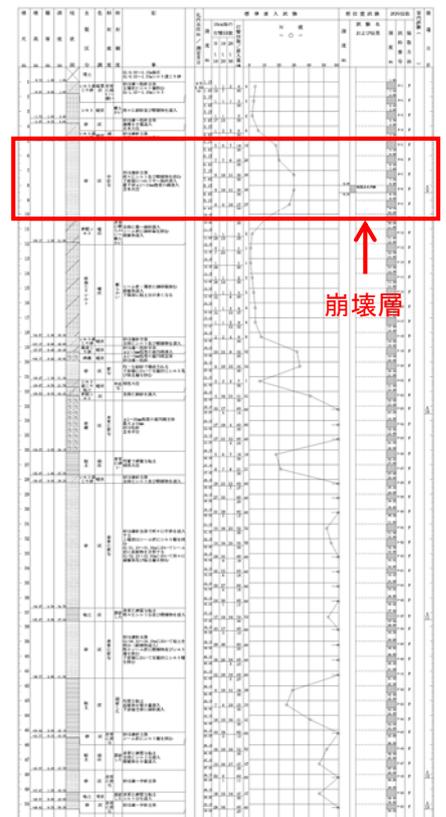


図-2 柱状図

キーワード RC ラーメン高架橋 耐震設計 大口径杭 1柱1杭式

連絡先 〒530-0012 大阪府大阪市北区芝田1丁目4番8号北阪急ビル 阪急設計コンサルタント(株) TEL06-6359-2755

ディープビーム式²⁾を適用することになるが、この場合、せん断耐力の照査が厳しくなり所定の耐力を確保することが出来なくなることが判明していた。このため、 $a/d > 2.0$ を満足できるように、地中梁の土被りを2.5m以上確保できる位置に設置する必要がある。以上により、通常の土被りよりも深い位置に地中梁を設置した構造形式に変更することにより、構造物の剛性が高められ杭径を縮小することが可能となり、経済化を図ることが可能となる。

表-1 列車走行安全性の照査（固有周期）

	当初設計時 (地中梁なし、杭径φ3400mm)	変更設計時 (地中梁あり、杭径φ3000mm)
線路直角方向における固有周期の最大値(sec)	1.40	1.29

5. 基礎構造形式の検討結果

地中梁を設けた基礎構造形式へ変更したことにより、構造物の固有周期や杭の断面力を低減できたため、基礎杭の杭径がφ3400mmからφ3000mmに縮小することが可能となったほか、下層の柱や縦梁、横梁の断面についても縮小することが可能となった。これにより、本構造物における施工性、経済性の観点においては、地中梁を設置した基礎構造形式のほうが優位である結果となった。地中梁を設置しない構造形式（当初設計時）と地中梁を設置した基礎構造形式（変更設計時）の比較検討結果を表-2に示す。

表-2 基礎構造形式変更に伴う比較検討結果（当初設計時および変更設計時）

	当初設計時(地中梁なし、リバース工法φ3400mm)	変更設計時(地中梁あり、オールケーシング工法φ3000mm)
一般形状		
杭形状	 主鉄筋 D51-32本 帯鉄筋 D32-1.0組 ctc.150mm	 主鉄筋 D51-24本 帯鉄筋 D32-1.0組 ctc.150mm
杭径	φ3400	φ3000
地中梁	-	新規追加
下層柱	□-2000×2000	□-1600×1600
下層縦梁	(b) 1900×(h) 2200	(b) 1500×(h) 2200
下層横梁	(C1) (b) 1900×(h) 2600 (C2~C3) (b) 2500×(h) 1900 (C4) (b) 2500×(h) 1900	(C1) (b) 1500×(h) 2600 (C2~C3) (b) 1500×(h) 2000 (C4) (b) 1600×(h) 2000
基礎工事の工事費比率	1.00	0.49
基礎工事の工期比率	1.00	0.60

6. まとめ

本稿では、鉄道営業線に近接した大口径基礎杭の施工において、地質特性により施工性や経済性の観点から構造形式の再検討が必要となり、地中梁を通常の土被りよりも深い位置に設置することで、せん断スパンを確保し、構造物の固有周期や杭の断面力を抑え、杭径をφ3000mmに縮小した事例について述べた。

本設計では、現地の地質特性を適切に考慮することで、施工性・経済性に優れた構造物の設計を行うことができた。一方、鉄道営業線に近接しての大規模掘削となるため、仮土留めの変位を制限するなど軌道への影響に配慮した設計・施工が必要となる。

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 変位制限，平成18年2月
2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，平成16年4月