

(VI-41) 既設杭を利用した地下ボックスの経済設計

ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 正会員 野村 正暁
ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 成川 綾子

1. はじめに

都市部で土木工事を行う場合、必ずと言ってよいほど既設の構造物との取り合いが問題になる。この既設の構造物をいかに再利用するかによって工事費が大幅に変動することが多い。今回、既設構造物の杭を再利用した設計を行ったので報告する。

2. 設計概要

設計箇所は図-1のような鉄道と道路の立体交差部分である。現在、鉄道が上路桁で道路を横断している。今回の設計では鉄道新線をさらに道路の下に通すことになっている。それに伴い、現在の橋台(杭基礎)はいったん取り壊され、新線の地下ボックスを構築後に地下ボックスの上に再度、橋台、橋脚として建設される。復旧した橋台、橋脚は以前とは基礎形式が異なり、杭基礎からボックスカルバートの上床版を基礎とした直接基礎になる。新線のボックスは軟弱地盤上で橋台、および橋脚を支持するため、基礎杭が必要となる。

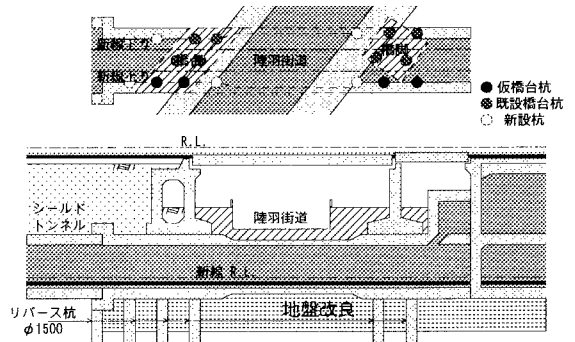


図-1 平面図、断面図

既設橋台の杭基礎はφ1500のリバース杭で-40m付近の支持層まで打設されている。これを撤去することは不可能で、新たに杭を打設するにしても規定の杭間隔を確保する事が困難であった。そこでこの杭を再利用することが提案された。

3. 計算条件

計算は橋台付近の長さ15mをモデル化して行った。この部分は橋台が載荷されるので荷重が大きく、最もクリティカルな位置である。既設橋台の杭が4本、仮橋台の杭が2本含まれ、上部には新たに新設される橋台(5k525m付近)がのる。新設橋台の鉛直反力は1090tfで現在の橋台とほぼ同じである。

この周辺の地質は図-2に示すような軟弱地盤で地下2.7m付近までN値0~3のシルト層が続いている。設計上の支持地盤は-41.5m付近のDs2層とした。このため、地震時には地盤応答変位を考慮し、荷重は設計基盤との相対変位に地盤バネ係数を乗じて算出している。また、橋台の地震時水平慣性力を上床版に載荷している。

記号	土質区分	層厚	N値 20 40	γ t/m ³	Vsd m/sec
	B	2.8		1.5	
	As1-c	7.4		1.6	45
	Ac1	17.0		1.7	60
	As2	1.6		1.9	105
	Ac2	2.0		1.9	115
	Dg1	4.9		1.9	250
	Dc2	5.85		1.5	110
	Ds2			1.8	225

図-2 地質柱状図

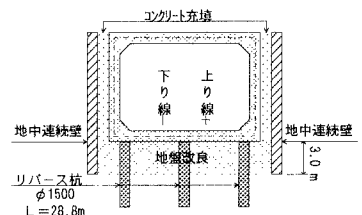


図-3 ボックス断面

キーワード コストダウン, 鉄道土木, 地盤改良

〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6 JR新宿ビル3F NTT 03-3373-6045 FAX 03-3373-5801

4. 計算結果と検討

計算の結果から明らかになった事は、以下の2点であった。

①地震時においては杭頭にかかる曲げ応力は非常に大きく、既設の杭では曲げ耐力不足である。

②杭頭反力は支持力の許容値内に収まっている。

①はボックスカルバートに作用する地盤応答変位による荷重が大きい事、橋台の水平慣性力が大きいことによるものである。

そこで、この杭頭部に作用する水平力を軽減すれば既設杭の活用が可能となるため、協議の末に杭頭部を下床版から切り離すこととした。ボックスカルバートの下床版より下3mには高圧噴射杭による地盤改良（図-3）を以前から行うことにしており、これを杭と一体化させて図-4のような地盤改良体と見なす仮定を行ったものである。杭は通常の杭とは異なり、鉛直支持だけを期待する地盤改良杭になるのである。これにより杭は地震時のボックスや橋台による過大な水平力を受けなくなると予想される。したがって、杭に作用する曲げモーメントが大幅に小さくなる。ボックスの方は基礎形式が地盤改良体を基礎とする

直接基礎形式になるか、または杭頭部の点支持となる。しかしこの場合、杭を切り離すと車道部分での高水位時の浮き上がりに対し許容値を超える。そこでこの問題に対しては次の案で対処することとした。

①5k111m～5k574mのボックスカルバートを連続構造とし、目地などの継ぎ目を設けない

②高水位時の浮き上がりに対しては5k111m～5k574m全体で検討する。

これは両端の橋台、橋脚の重量を利用しようというものである。連続とすることにより、線路方向に対しても検討を行う必要があると判断し、図-5のようなモデルで構造解析を行った。ボックスは1本の梁とし、支持は高圧噴射杭による地盤改良が沈下する最悪の場合を考慮して杭頭部をバネ支点とする連続梁とした。なお、断面の変化は梁の剛性を変化させて考慮している。

計算結果から以下の2点が明らかになった。

①杭頭反力は直角方向に比べて大きくなるが支持力の許容値内で問題ない。

杭頭反力の最大値 常時：N=675 tf < 868 tf、一時：N=782 tf < 1270 tf

②橋台付近と道路付近で応力が大きくなる。ボックスカルバートの配力筋を多くする必要がある。

道路付近の下床版の配力筋：D16 etc.250mm → D29 etc.125mm

橋台付近の上床版の配力筋：D16,D19 etc.250mm → D22 etc.250mm

これまでの結果をまとめると以下の条件を加えれば既設の杭を再利用した設計が可能となる。

①地盤改良体という概念を導入する。

②ボックスを連続構造とする。

③一部、配力筋を追加する。

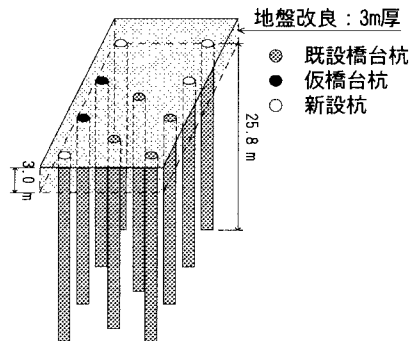


図-4 地盤改良体の概念図

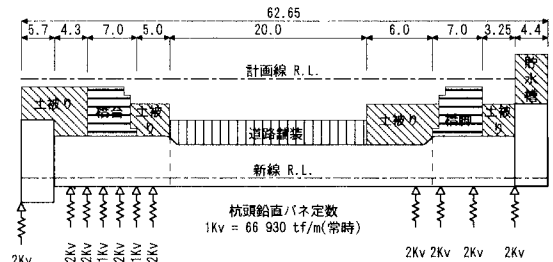


図-5 線路方向モデル

5. おわりに

今回は、地盤改良を行う予定があったこと、地中連続壁の打設を行う予定があったことなどの条件により可能となった特殊な例である。結果として杭頭部を切り離し構造とすることにより、仮橋脚設置に伴う杭、および既設の杭を再利用でき、杭12本分の工事費を削減することができた。