

首都高速 1 号羽田線更新工事における土質調査を活用した設計

首都高速道路	正会員	○小島	直之
首都高速道路	正会員	大西	孝典
大林組	正会員	玉田	和法
清水建設	正会員	崎山	郁夫
清水建設	正会員	石川	大

1. はじめに

高速 1 号羽田線の東品川栈橋部及び鮫洲埋立部は、1963 年(昭和 38 年)に供用した約 1.7km の区間で、供用後約 55 年が経過している。これまで部分的な補修や補強を行ってきたものの、損傷の状況及び長期にわたる耐久性、維持管理性の課題が残されることから、現在、大規模更新事業として造り替えを行っている。

当該区間の断面交通量は約 7 万台/日であり、首都高速道路及び周辺の一般道路への交通影響を極力低減するため、長期の通行止めを行わないことを前提とし、う回路を構築して現交通を段階的に切り回しながら施工を進めている。

2. 概略設計の結果

本工事箇所は海上に位置することから事前に十分な土質調査を実施することは困難であった。また、更新工事となることから、将来構造物構築位置での土質調査の実施も困難であった。そのため、標準断面で実施した概略設計では羽田線建設時のデータと平成 22 年度に周辺で実施した 4 点のデータを用いて行った。

う回路は橋梁形式としており、狭い現場での動線確保の観点から、基礎を 2 列×2 本の鋼管杭(φ1200)とし、その上にピアキャップを設置する(図-3)。将来的に撤去が必要であることから撤去性を考慮して回転杭を採用した。

更新線は橋梁構造としており、基礎として海上部での施工実績が多く、狭隘なスペースでも施工が可能な鋼管矢板井筒基礎(φ1000)を採用した。支持層は N 値が 50 以上の礫層であり根入れ長を 5m とした。

3. 捨石層を考慮したう回路の回転杭の設計

詳細設計に先立ち行った土質調査(ボーリング調査)の結果を受けて設計を進めた結果、表層のヘドロ層の変形係数が小さく水平抵抗が得られないことで、高橋脚部など一部の橋梁で、杭の水平変位が規定値に収まらずに構造が成立しなくなったり、ピアキャップの構造も大きくなったりする結果となった。

そこで、う回路付近の護岸前面のヘドロ層上に広がる捨石層(φ5~40mm 程度、厚さ 1.5m 程度)の存在に着目し(図-4)、捨石層に

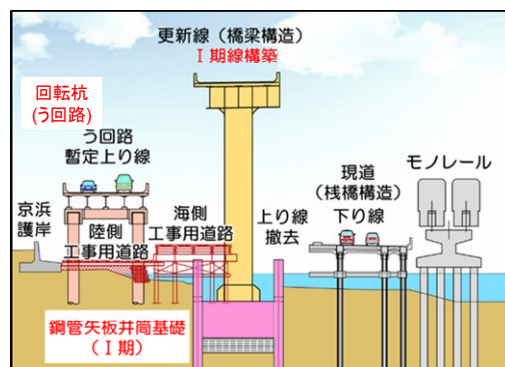


図-1 I 期線工事時の断面図

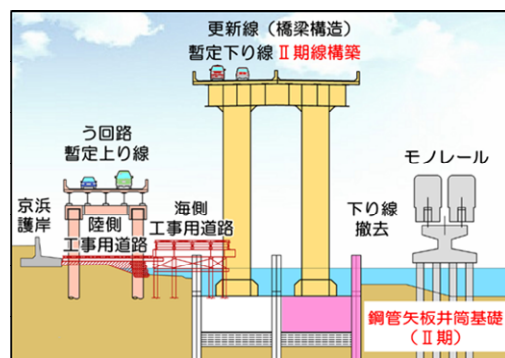


図-2 II 期線工事時の断面図

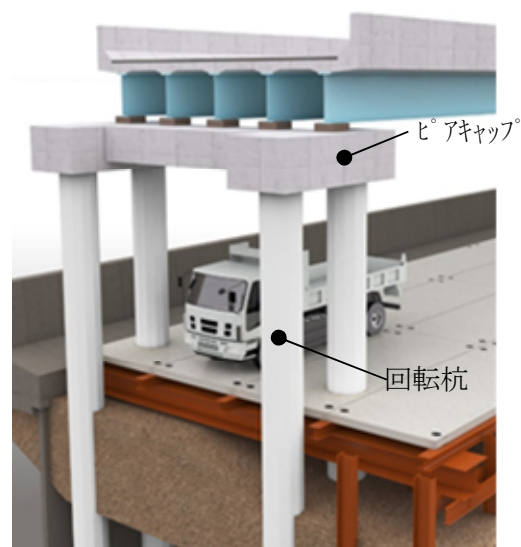


図-3 う回路の構造

キーワード 首都高速道路、大規模更新、鋼管杭、孔内せん断摩擦試験、静的載荷試験

連絡先 〒141-0032 東京都品川区大崎 1-6-3 首都高速道路(株)プロジェクト設計課 TEL 03-5434-7344

よる水平抵抗を評価した設計を試みた。水平抵抗を得るためには土質定数として「変形係数」が重要となる。変形係数の簡易な評価には一軸圧縮試験結果の活用が考えられるが、捨石層では試験体が自立しないため見送った。また、三軸圧縮試験や標準貫入試験結果の活用も考えられるが、N 値のばらつきが予想されるため見送った。詳細な変形係数を評価する方法として、一般的にはボーリング孔内においてゴムチューブを膨らますことにより孔壁を押し、その時の圧力と孔壁の変位の関係から地盤の変形係数などの地盤の力学特性を確認する「孔内水平載荷試験」が採用されるが、捨石層では孔壁が安定せずに崩壊する可能性があり、適用は困難であった。そこで今回は、金属製の加圧板を使用して礫層など評価が難しい土質でも変形係数を評価することが可能な「孔内せん断摩擦試験(SB-IFT)」(図-4)を採用して捨石層の変形係数を再評価した。

再評価の結果、高橋脚部では一軸圧縮試験をもとに設定した変形係数 276 kN/m² に対し、本試験結果から得られた変形係数は 9,900 kN/m² となり、この値を用いた設計をした結果、構造が成立した(表-1)。

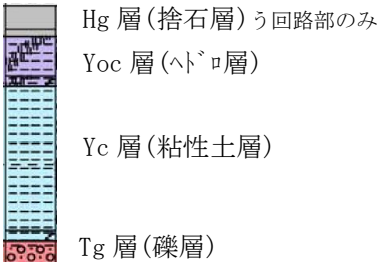


図-3 柱状図

表-1 孔内せん断摩擦試験による捨て石層の変形係数の再評価結果

	再評価前	再評価後	備考
評価土質区分	ヘドロ層(粘性土)	捨石層(礫層)	
評価方法	一軸圧縮試験	孔内せん断摩擦試験	
変形係数E0(kN/m ²)	276	9900	
杭の水平変位(mm)	94	10.9	許容値52.5mm※

※杭径の3.5%以下(H24道示下部工編P421)

4. 最大粒径Φ200の玉石層を支持層とする更新線の鋼管矢板井筒基礎の設計

詳細設計に先立ち行った土質調査の結果、支持層としていた礫層に最大Φ200の玉石が存在することが分かり、施工上一般的な鋼管矢板井筒基礎の適用範囲から外れることが分かった。

そこで、本工事での施工可能性を確認するため、現場にて鋼管の静的載荷試験を行った(写真-1)。実施工を反映してウオータージェットを併用した杭の圧入とした。その結果、玉石が混在する本現場でも 1.5D(1.5m)程度の根入れであれば施工可能であることが分かり、設計上の根入れ長も 1.5mとした。

また、同試験から「先端支持力」「周面抵抗力」(表-2)が得られた。道路橋示方書の推定式(中掘杭(最終打撃方式))をもとに設定した値に対し、「先端支持力」は 136%、「周面抵抗力」は表-2 のとおり小さくなった。そこで、詳細設計ではこの結果をもとに再評価して詳細設計を行った。

5. おわりに

本事例は、海上に位置し、更新工事のため事前の構造物構築位置での土質調査が難しい中、工事着手前の調査で新たに判明した課題を試行錯誤により克服して詳細設計を進めたものである。本報告が同じような状況に置かれた工事の役に立てば幸いである。

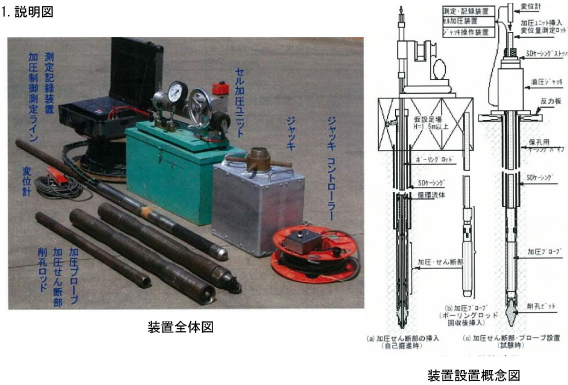


図-4 孔内せん断摩擦試験装置

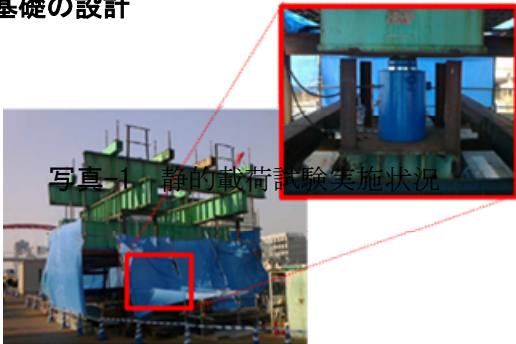


写真-1 静的載荷試験状況

表-2 静的載荷試験による周面抵抗及び先端支持力の再評価結果

			再評価前	再評価後	
評価方法			道示式	静的載荷試験	
周 面 抵 抗 力	Yco層(ヘドロ層)		12.0kN/m2	0.0kN/m2	(0%)
	Yc層 (粘性土層)	海底面から12mまで	32.8kN/m2	0.0kN/m2	(0%)
		海底面から12m以深	32.8kN/m2	29.6kN/m2	(90.2%)
	Tg層(礫層)		100.0kN/m2	80.4kN/m2	(80.4%)
先端支持力			3,600kN/m2	4,884kN/m2	(136%)
			()内の数字は再評価前との比率		

()内の数字は再評価前との比率