

三次元地盤モデルによる橋脚基礎支持層深さの検討と評価

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 ○長屋 芙結, 景山 健, 貞本 智広

1. はじめに

A 県 B 市の道路建設計画において 7 ヶ所の橋脚基礎が予定されており、橋脚基礎の支持層深さを正確に把握する必要があった。道路計画地内では、既往調査から支持層の深さが一様でなく、各橋脚の設置範囲内においても、支持層深さに違いがあることが問題視されていた。そこで、各橋脚部の支持層深さを精度よく把握するために、ボーリングの追加調査を行い、三次元地盤モデルを作成することで各橋脚部の支持層深さの違いを詳細に検討・評価した。

調査地点周辺の地形は、河川に挟まれた沖積低地に位置している。また、断層や岩盤の向斜構造の存在が懸念されている地域であった。

2. 三次元地盤モデルの作成と調査計画

既往調査結果から支持層深さの違いが確認されていたことから、各橋脚の設置範囲での支持層深さを精度よく把握するために、以下の流れで調査計画を立案し、提案した。

① 既存資料をもとに三次元地盤モデルを作成

既存資料を収集し、柱状図 (33本)、報告書から支持層深さを確認した。既存資料をもとに当該地では N 値 50 以上の岩盤を支持層に設定し、本調査地全体の支持層深さを反映した三次元地盤モデルを作成した。

② 支持層深さの分布・傾斜方向を確認

作成した三次元地盤モデルをもとに各橋脚での支持層深さの確認とその傾斜方向について確認した。

③ 追加調査位置の選定と提案

支持層深さの傾斜方向を把握し、最も支持層が深いと想

定される箇所でもボーリングを実施することを提案し、協議のうえ、決定した。

調査計画を立案した後、選定したボーリング調査位置で追加ボーリングを実施した。その結果を踏まえて三次元地盤モデルを更新し、各橋脚部の支持層深さの検討・評価を実施した。

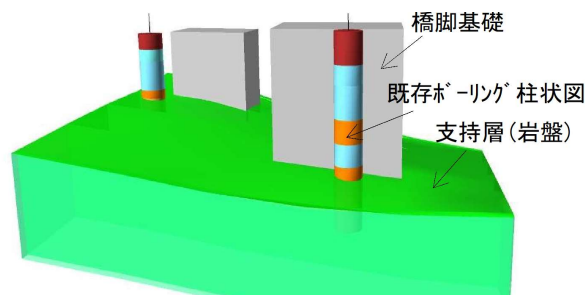


図-1 支持層と橋脚基礎の三次元地盤モデル

3. 調査結果と三次元地盤モデルによる評価

本調査地点の地層構成は、地表面より盛土層、沖積層、岩盤層となっている。

既往調査で得られた33本のボーリングデータに加え、本調査で実施した7本の追加ボーリング調査結果を反映させ、支持層の三次元地盤モデルを更新した（図-2）。

更新された三次元地盤モデルを用いて、各橋脚部における支持層の最浅部と最深部の標高を算定し、その高低差を把握した。その結果、PA1橋脚では、最浅部が T.P. -8.82m、最深部が T.P. -11.81m と、2.99m もの高低差が確認された（図-3および図-4）。

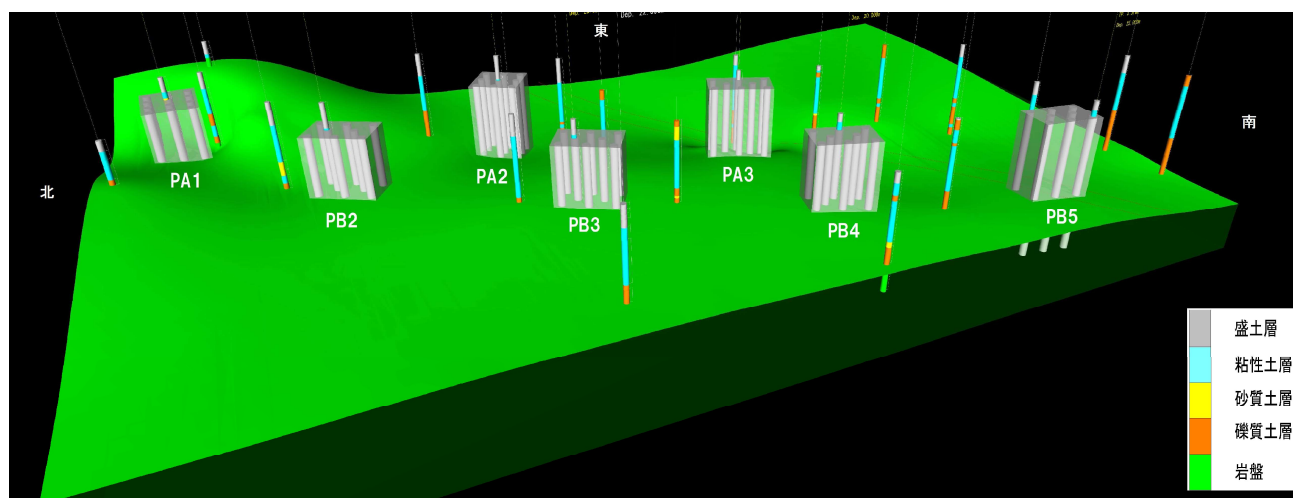


図-2 更新した三次元地盤モデル

これは、同一橋脚の基礎範囲内において、支持層面が約3mもの傾斜を有していることを意味する。同様に、PB3橋脚においても2.11mの高低差が確認された。これにより各橋脚内における支持層深さのばらつきがより明確に把握された。このような詳細な情報は、従来の二次元的な地層想定断面図では把握しきれなかったが、三次元地盤モデルを活用することでより明確に支持層深さの違いを把握することができた。

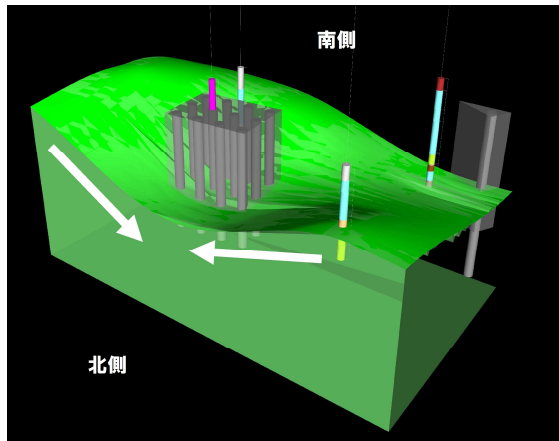


図-3 PA1橋脚の支持層深さの確認

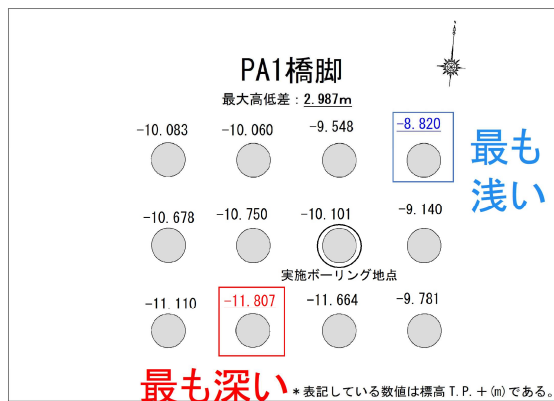


図-4 PA1橋脚の支持層標高の数値化

当初の設計では、既存のボーリング調査結果（N値）と二次元的な地層想定断面図に基づいて杭の根入れ長を検討する計画であった。しかし、今回作成した三次元地盤モデルから想定される杭の根入れ長と、従来の二次元モデルから算出される根入れ長を詳細に比較検討した結果、両者には顕著な乖離が存在することが判明した。例えば、PA1橋脚においては、二次元モデルを用いて杭の根入れ長を検討すると、根入れ長が2.940mと算出されていたのに対し、三次元地盤モデルを用いて検討すると、最も浅い箇所で根入れ長が0.685mと算出された（表-1）。この大きな乖離は、二次元的な想定のみで設計を進めた場合、部分的に杭長が不足し、橋脚基礎の支持力不足や不同沈下といった重大な問題が発生するリスクを明確に示唆していた。このため、三次元地盤モデルを用いた杭の根入れ検討結果に基づき、橋脚基礎の根入れ長を再検討することになり、結果として

施工時に杭長が不足するなどの潜在的な問題を事前に特定し、適切な対策を講じることが可能となった。

表-1 杭根入れ長の比較

橋脚位置	杭長 (m)	杭根入れ長 (m)	
		二次元モデル	三次元モデル
PA1橋脚	14.00	2.940	0.685
PA2橋脚	17.50	0.185	-0.373
PA3橋脚	19.00	2.812	1.763

4. 考察

(1) 三次元地盤モデルの有用性

本調査地点の地層構成は、地表面より盛土層、沖積層の下に、岩盤層が確認された。N値50以上が連続的に確認される岩盤層を支持層とした。全体的な傾向として、支持層は北から南方向、および西から東方向へ向かって出現深度が深くなることが確認された。特にPA1橋脚エリアで、三次元地盤モデルの解析結果から、杭の配置位置によって支持層深さが約3.0mも異なる可能性が示された。この情報は基礎杭の設計で、各橋脚の杭位置における支持層深さを詳細に確認するための有益な情報となった。また二次元モデルで計画していた根入れ長を三次元地盤モデルに反映させると、二次元モデルでは確認できなかった根入れ不足が確認された。このため、設計段階での詳細な地盤調査データと三次元地盤モデルによる検討が極めて有効であった。

(2) 今後の展望

本調査では、傾斜する支持層が存在する複雑な地盤条件下において、三次元地盤モデルの構築と活用が橋脚基礎の支持層深さを精度よく把握する上で極めて有効であることが考えられた。この方法により、従来の二次元的な地質断面図では困難であった、同一橋脚内での支持層深さのばらつきや傾斜を視覚的かつ定量的に把握することが可能となった。その結果、より合理的で適切な調査計画を立案し、さらに精度の高い基礎設計を行うことで、施工段階における杭長不足といった潜在的な問題を事前に特定し、対策を講じることができると考えられる。本取り組みは、地盤の三次元的な特性を考慮した先進的な地質調査・解析手法が、社会インフラ整備における安全性と経済性の向上に大きく貢献することを示すものであった。

(3) 注意点

三次元地盤モデルの精度には、既存のボーリングデータの量や地質情報に大きく依存するため、不正確なデータや情報不足は、モデルの精度を著しく低下させ、結果的に危険側の評価になることもあると考えられる。そのため、支持層の深さや地層の連続性に関する既往調査結果は、十分に収集・整理する必要がある。