

# 支持層が傾斜した地盤における 鋼管杭の施工について

徳島河川国道事務所 工務第二課 竹谷 貢太  
徳島河川国道事務所 建設監督官 淀 宏治

橋梁基礎工事の現場において、支持層に想定外の傾斜が確認され、杭長変更の必要が生じた。そのため、補助ボーリングによる調査を実施し、適切な杭長へ変更を行った。本報告では、調査概要、結果及び課題について報告する。

キーワード：鋼管杭、支持層

## 1. はじめに

四国横断自動車道、津田IC(仮称)～徳島東IC(仮称)は令和2年度開通に向け工事を進めている。(図-1・写真-1)



図-1 四国横断自動車道(津田IC～徳島東IC)



写真-1 工事が進む津田地区

このうち津田地区で既製杭（鋼管杭φ1000mm）による最終打撃工法が採用された杭は7橋脚の基礎杭432本であり、最初に基礎工事「平成29-30年度津田高架橋下部(P4—P6)工事」が発注された。

しかし、施工前に支持層確認のため補助ボーリング調査を行ったところ、設計時に想定された支持層が橋軸直角方向に大きく傾斜しており、当初設計の杭長では一部が支持層に到達しないことが分かった。

## 2. 支持層の推定

支持層が傾斜していることにより、一部の鋼管杭は支持層に達しない。また、逆に支持層に長く入りすぎると高止まりの可能性がある。このため杭長変更を検討するため、発注者、受注者、詳細設計を担当したコンサルタントによる「設計施工調整会議」を開催し、鋼管杭を支持層へ確実に到達させるための議論が行われた。

当初設計では標準貫入試験によるボーリングが1橋脚あたり1か所であったため、複数箇所実施する案が検討されたが、調査期間が長くなり開通時期に影響することが懸念されたため、比較的早く調査可能な補助ボーリングにより支持層を推定する方法を採用することとした。(写真-2・図-2)

『道路橋示方書(平成29年度：第IV編8章8.3支持層の選定と根入れ深さ)』に「砂層、砂れき層はN値が30程度以上あれば良質な支持層と考えてよい。」と明記されていることから、補助ボーリングにより得られたデータを用いて、N値が30となる高さを推定し、等高線を作成した。(図-3)



写真-2 補助ボーリング(エンパソル)

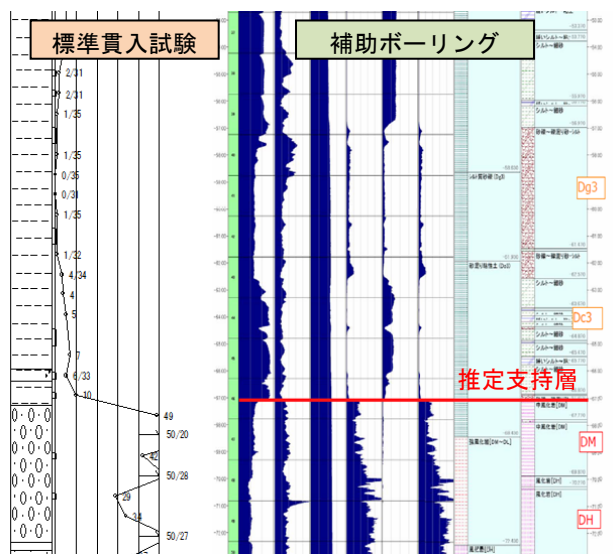
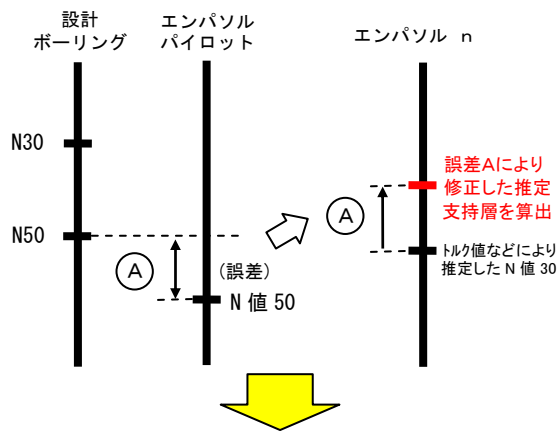


図-2 標準貫入試験と補助ボーリング

まず、設計ボーリングを行った箇所付近で補助ボーリング(パイロットボーリング)を行い、設計ボーリングとの誤差(A)を確認する。次に、橋脚の四隅など任意箇所において、削孔時の送水圧、ビットを回転させるためのトルク、ビットを圧入させる際の圧力(スラスト)、打撃力、削孔時間を計測する。最後に、これらの計測値よりN値30となる支持層の位置を推定し、誤差(A)を加味した最終推定高さを算定し、等高線を作成した。

津田地区P4～P6橋脚において、補助ボーリングを橋脚の4隅(P5,P6は中間点を追加)で行うことにより支持層を調査した。その結果、P4橋脚では支持層が比較的平坦であり、当初設計の杭長で支持層に到達しているが、P5及びP6橋脚においては支持層が橋軸直角方向に傾斜しており、P5橋脚では約30%、P6橋脚では約40%の杭が支持層に到達しないことが判明した。(図-4)



上記より等高線を作成

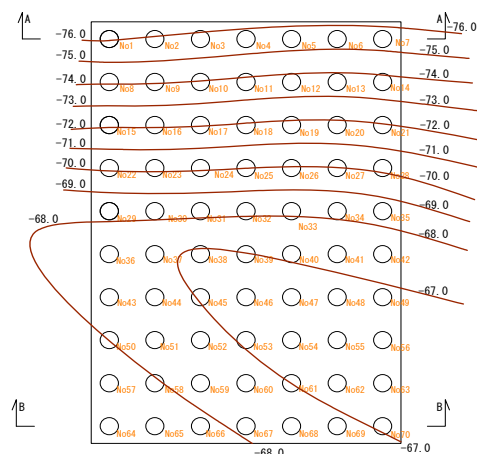


図-3 N値30の等高線

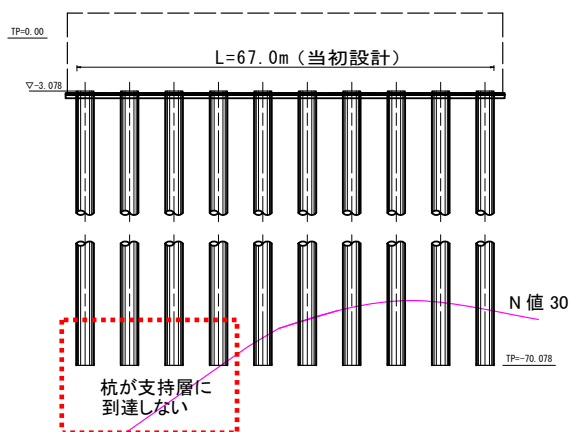


図-4 杭長変更前 (P6 断面図)

### 3. 杭長の決定

推定された支持層より、鋼管杭の杭長変更を行った。変更条件は、施工性や効率を考慮し「橋軸方向の杭長は変化させない。また杭長を変化させるのは2列毎とする。支持層への貫入量は鋼管杭直径の2倍(2D)程度以上とする(『道路橋示方書:平成29年度版』より)。」として、それぞれの橋脚でコンター図(等値線)を作成した。(図-5)

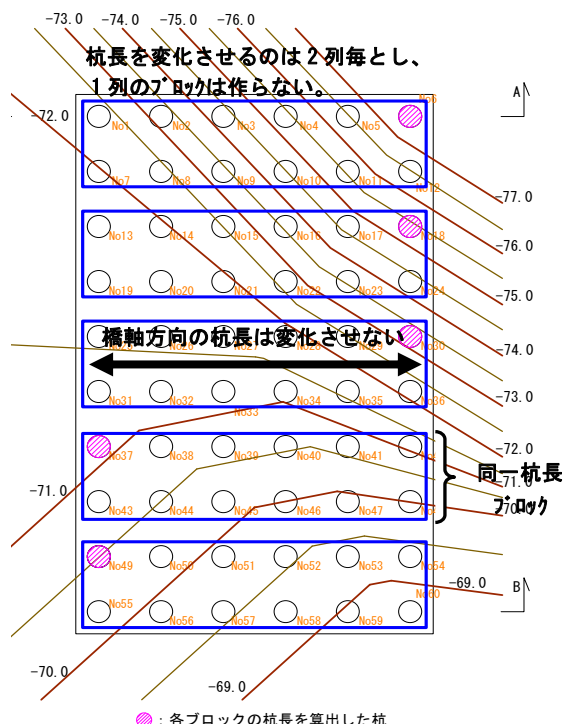


図-5 杭長変更概要 (P6 平面図)

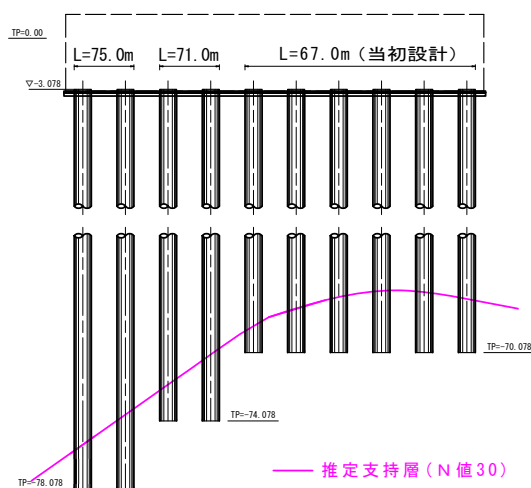


図-6 杭長変更後 (P6 断面図)

上記により杭長を再設計した結果、P4橋脚で40%、P5橋脚で60%、P6橋脚で40%の杭が当初設計より変更となった。(表-1)

表-1 各橋脚の杭長

| 橋脚   | 当初             | 変更          |
|------|----------------|-------------|
| P4橋脚 | L=74.0m<br>60本 | L=74.0m 36本 |
|      |                | L=75.0m 24本 |
| P5橋脚 | L=70.0m<br>60本 | L=70.0m 24本 |
|      |                | L=72.5m 12本 |
|      |                | L=74.5m 12本 |
|      |                | L=76.5m 12本 |
| P6橋脚 | L=67.0m<br>70本 | L=67.0m 42本 |
|      |                | L=71.0m 14本 |
|      |                | L=75.0m 14本 |

鋼管杭は発注してから現場に搬入されるまでおよそ3ヶ月を要する。このため、補助ボーリングによる杭長の変更設計及び照査が完了した後に鋼管杭を発注した場合、工期の大幅な延期により開通時期への影響が不可避となる。そこで、当初設計の杭は先に発注し全て活用、増加となる杭については現場溶接により上杭の上部に追加することとした。(図-7)

この方法により、当初設計の杭を早期に納品し、全体工程の遅延を最小限にとどめた。

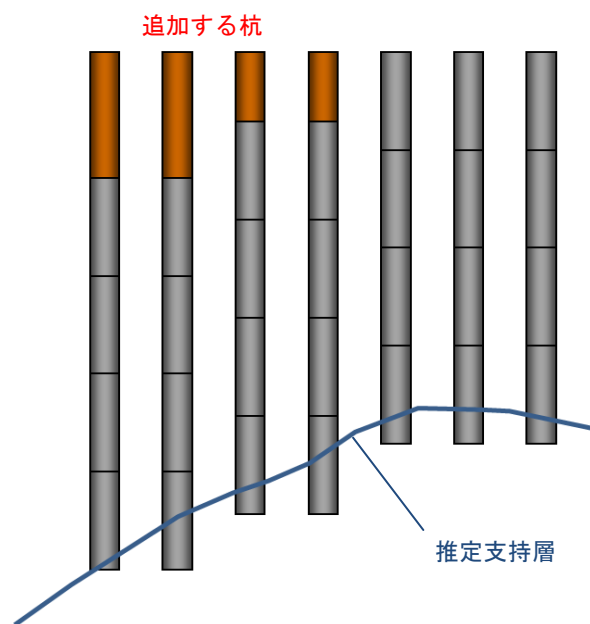


図-7 追加する杭のイメージ

#### 4. 施工

各橋脚において、変更された杭長で施工を行った。施工方法は、中掘りにより鋼管杭を沈設し、支持層の数m前から油圧ハンマーによる最終打撃とした。(写真-3)

支持層への到達確認は打ち止めの 50cm 程度前に貫入量・リバウンド量などから打ち止め管理式<sup>1)</sup>により確認した。(写真-4・5) これにより P4～P6 橋脚の鋼管杭 190 本全てが無事支持層に到達したことを確認した。

また、現場付近は工場や事務所が密集しているため、最終打撃時に発生する騒音への対策が必要である。本工事では、筒型の防音設備を活用し、騒音の低減に努めた。その結果、騒音に伴う苦情が無かった。



写真-3 油圧ハンマーと筒型防音設備



写真-4 支持層到達確認状況

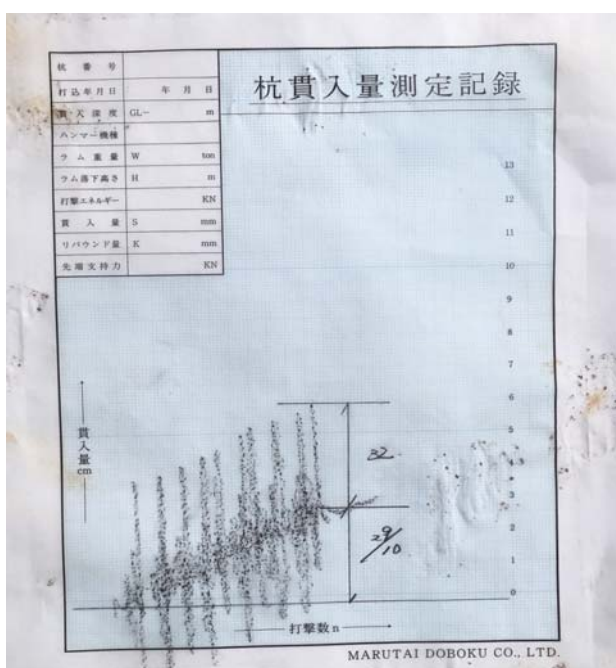


写真-5 リバウンドの確認

## 5. まとめ

平成 29-30 年度津田高架橋下部(P4—P6) 工事では、基礎工事発注後に支持層が傾斜していることにより、杭長が不足することが分かった。そこで、急遽補助ボーリングによる地質調査を実施し、支持層を推定、現場で杭長変更を行い、低止まりが発生することなく無事全ての杭が支持層に到達したことが確認された。

そのため隣接する橋脚でも、工事発注後に補助ボーリングを実施し、同様な対応を行い、無事基礎工事を終えた。

補助ボーリング調査は、標準貫入試験ほどの精度は有しないが、標準貫入試験に対して施工日数が約 1/3 程度で完了する。本工事では、工事発注後に支持層の傾斜が判明したため、通常の標準貫入試験による追加ボーリングでは大幅な工期延期となり開通時期に影響があると考えられた。そのため補助ボーリングでの杭長変更を試み、工期延期が最小限に押さえられ、結果的に非常に有用であった。

また調査費用についても標準貫入試験と比較して m 当たり約 4,000 円安価となるため、コスト低減にも貢献した。

設計時のボーリング調査は、支持層を確認する有効な手法であるが、橋脚が大規模であったり地質の急激な変化が予想される場合は、複数のボーリングによる調査や、補助的な調査を組み合わせる必要がある。



図-8 津田 IC(仮称)完成イメージ

## 参考文献

- 1) 杭基礎施工便覧(H27. 3) 社団法人日本道路協会