

鳥取豊岡宮津自動車道野田川大宮道路 野田川橋梁下部工 鋼管ソイルセメント杭工の施工について

石橋 利宏¹

¹京都府道路公社建設事務所 建設第二課 (〒626-0003京都府宮津市宇漁師1775-26)

鳥取豊岡宮津自動車道野田川大宮道路における野田川橋梁（仮称）について、基礎工法として鋼管ソイルセメント杭工を採用し工事を進めているところであるが、本工事中における鋼管ソイルセメント杭工の施工時のトラブルと解決策についての報告を行う。

キーワード 鋼管ソイルセメント杭，施工，トラブル，地中障害物

1. はじめに

鳥取豊岡宮津自動車道は、鳥取市から豊岡市を経て宮津市に至る延長約120kmの地域高規格道路であり、「京都縦貫自動車道」，「北近畿豊岡自動車道」及び「中国横断自動車道姫路鳥取線」の各地域高規格道路と接続し、広域的なネットワークを形成する路線です。そのうち、野田川大宮道路（国道312号）は、2011年3月に供用開始した宮津与謝道路とともに京都府北部地域の重要な道路で、宮津市須津から京丹後市大宮町森本を結ぶ延長4.3kmを京都府道路公社が京都府より受託し、2016年度までの供用を目標に整備を進めています。

野田川橋梁（仮称）は野田川大宮道路の起点部に位置し、その下部工で採用した鋼管ソイルセメント杭についての施工概要および施工中に発生した課題について報告します。

2. 野田川橋梁（仮称）の概要

野田川橋梁（仮称）は、2級河川野田川や国道176号、北近畿タンゴ鉄道宮津線等を横過する延長589.0mの橋梁で、上部構造は6径間連続少数鈹桁+5径間連続開断面箱桁、下部工は逆T式橋台(基礎形式：深礎杭)，張出式橋脚(基礎形式：鋼管ソイルセメント杭6基)，壁式橋脚(基礎形式：鋼管ソイルセメント杭2基，直接基礎2基)としています。

3. 架橋位置の地質状況

架橋位置は野田川の河口より約2kmの位置で、山間部を貫く細長い埋没谷地形の沖積平野であり、調査ボーリングの結果、支持層となる風化花崗岩の起伏が激しい地質状況で、沖積層の層厚は5未満から最大35mであった。



図-1 鳥取豊岡宮津自動車道の整備状況

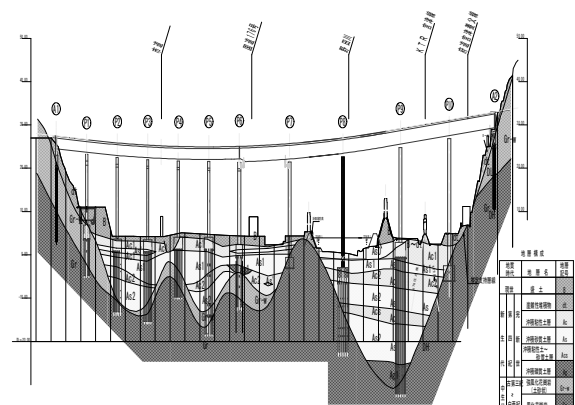


図-2 野田川橋梁（仮称）の地質縦断面図

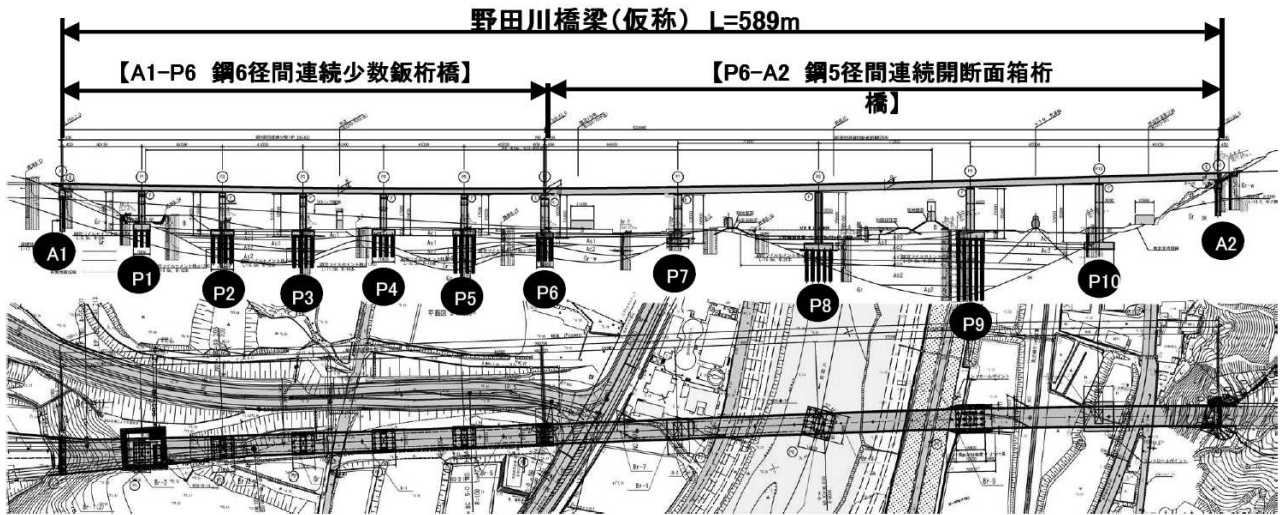


図-3 野田川橋梁一般図

表-1 橋梁諸元

項目	諸元
道路規格	第3種第2級
設計速度	v=60km/h
幅員構成	1.5(路肩)+2@3.5(車道)+1.5(路肩)=10.0m
上部構造形式	鋼6径間連続少数飯桁橋 + 鋼5径間連続開断面箱桁橋
橋長	L=589m
支間割	40.15+4@41.0+40.2+66.9+71.6+77.2+65.5+60.15m
斜角	90° 0' 0" (ただし、P8は73° 19' 08")
下部工形式	逆T式橋台、張出式橋脚、壁式橋脚
基礎形式	深礎杭、鋼管ソイルセメント杭、直接基礎
設計活荷重	B活荷重
支持層	風化花崗岩(N>50)

【後沈設方式の施工手順】

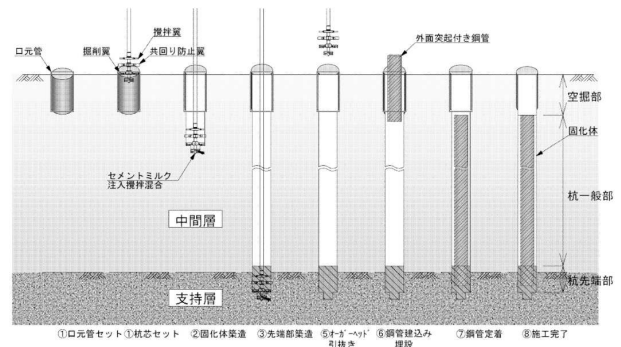


図-5 鋼管ソイルセメント杭の施工手順



図-4 鋼管ソイルセメント杭の施工状況

4. 鋼管ソイルセメント杭について

鋼管ソイルセメント杭工法は、地盤を掘削攪拌ヘッドで掘削しながらセメントミルクを注入し、攪拌混合して

構築されたソイルセメント柱のなかに外面突起（リップ）付鋼管を沈設し、両者を一体化させる合成杭工法であり、平成14年道路橋示方書に規定された。

通常の場所打ち杭工法や中掘鋼管杭工法に比べ、掘削に伴う振動・騒音を低減することができるとともに、鋼管とソイルセメント柱を一体化させることで高い支持力を実現し、杭本数を減らしフーチングを小さくすることが可能となり、経済性に優れた工法である。また、現地盤の土砂を材料としてソイルセメント柱を構築するため、建設発生土を抑制できるメリットもある。

本坑法の適用できる地盤条件としては、支持層が風化岩・軟岩でN値が150程度以下、中間層に玉石が存在する場合でもφ200mm以下なら施工可能である。また、補助工法として先行掘削を行うことによりN値が150を超えるような地盤でも施工可能である。

本橋梁ではボーリングの結果からφ100～200mmの玉石の存在は把握していたが、適用範囲内であり、施工可能と判断し、また、他工法との比較からも経済制に優れていたため鋼管ソイルセメント杭工法を採用した。

4. 現場で生じた問題点

(1) 地中障害物の存在

事前に橋脚毎にボーリングを行い、支持層・中間層を把握し、施工可能で経済な杭工法として鋼管ソイルセメント杭を採用したが、ボーリングのφ66mmの口径では中間層に存在する地中障害物を正確に把握することができなかったため、鋼管ソイルセメント杭の通常の施工では対応できず、全旋回掘削機等の補助工法を行わざるを得なかった。

① 中間層に存在した玉石層及び転石混り層

鋼管ソイルセメント杭の適用条件は、一般的に最大径がφ100mm以内及びφ100～200は層厚、混入率により対応可能であり、φ200mmを超える場合は補助工法が必要とされている。事前のボーリング結果では、2級河川野田川に近いP6橋脚においてφ100～200mmの礫が存在することまでは確認できたが、事前に施工した仮締切の仮設鋼矢板の打設において困難を極めたことから、試掘を

行い確認したところ、大きいもので1m程度の玉石が存在することが判明した。これに対応するため、ケーシングオーガ（設計杭径以下）にて先行削孔を行った後に鋼管ソイルセメント杭の施工を実施することとした。

② 中間層に存在した大きな木材及び根

事前のボーリング結果では、P3～P5橋脚の中間層に少量の有機物が存在することが確認されていたが、上記と同様に仮締切の親杭の打設において困難を極めたことから掘削可能な範囲まで試掘を行ったところ、木の根が多く存在し、大きなもので約2mもあった。しかし、試掘して地中の障害物を取り除くには限界があり、本杭部分までの障害物の除去を行うことが出来ず、ソイルセメント柱の造成中にオーガが踊るような状態になり、掘削を進めようとしても跳ね返される状態が続いた。幾度かヘッドを上下させるターニングを行い掘削を試みていたところ、突然負荷がなくなり引き上げるとオーガヘッド部が折れていることが判明した。

地中に存在する障害物（深度11.0m）が確認できないことから、補助工法として確実性のある全旋回掘削機（オールケーシング：設計杭径以下）での施工を行い、



図-6 玉石の除去作業状況



図-8 試掘による障害物除去



図-7 中間層の玉石（1mを超えるものもあった）



図-9 除去した木の根（約2m）

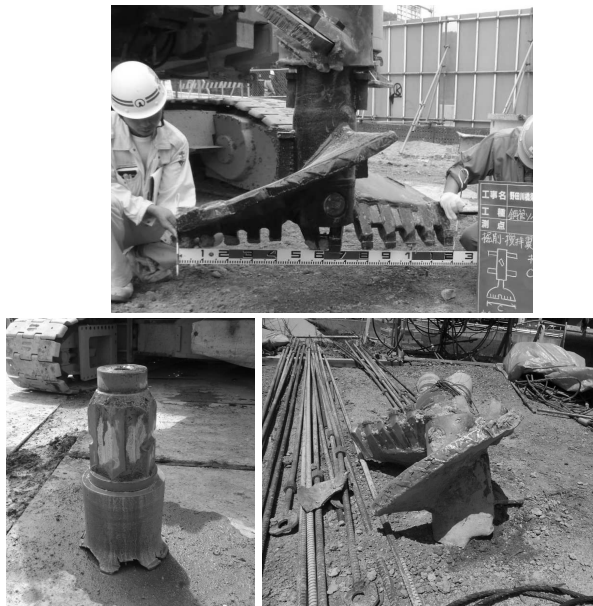


図-10 上：通常のオーガーヘッド
下左・下右：破損したオーガーヘッド

障害物及び地中内に残っているオーガヘッド部を除去した後、鋼管ソイルセメント杭の施工を実施した。

(2) 支持層変化への対応

鋼管ソイルセメント杭工法は外面突起付鋼管を使用するため、その製作に時間を要するので、杭長の変更に伴う工程への影響が非常に大きくなる。

P8橋脚は、5列×5本の25本の鋼管ソイルセメント杭（ $\phi 1200\text{mm}$ ， $L=16.0\text{m}$ ）を有する橋脚で、河川内に設置することから施工期間が非出水期に制限される。河川内に杭施工ヤード盛土を実施し、杭施工前に確認のためボーリングを1本行ったところ、想定していた深度より低い位置に支持層を確認した。杭を支持層に確実に根入れさせるためには、一番深い支持層深度にて杭長を決定す

る必要があるため、フーチング端部の追加ボーリングを実施した。結果として推定地盤線に大幅なずれが生じ、図-11の地質断面図に示すとおり右側の2列の杭長を3m延長する必要があるが生じた。しかし、延長分の鋼管杭の製作には約3ヶ月の期間を要するため、25本の杭の内15本は施工することが出来たが、杭長を変更する残り10本については非出水期に施工を完了することが不可能となり、次の非出水期に施工せざるを得なくなった。これにより、工程の大幅な変更が生じた。

6. まとめ

鋼管ソイルセメント杭工法は、経済的で低振動・低騒音な特長を持つ工法で、本橋梁でも経済性等検討した結果採用した工法であるが、前述したような困難事例が発生したことを考えると、工法選定は慎重に行う必要があると思量します。特に本橋梁のような起伏の激しい地質状況では地質縦断面図の作成だけでなく、各橋脚のフーチング端部のジャストボーリングを行い支持地盤を確実に把握し、玉石や有機物などの地下障害物になり得るものの有無についても考慮し、適用条件に合致しているかどうかを充分検討した上で決定する必要があると痛感しました。

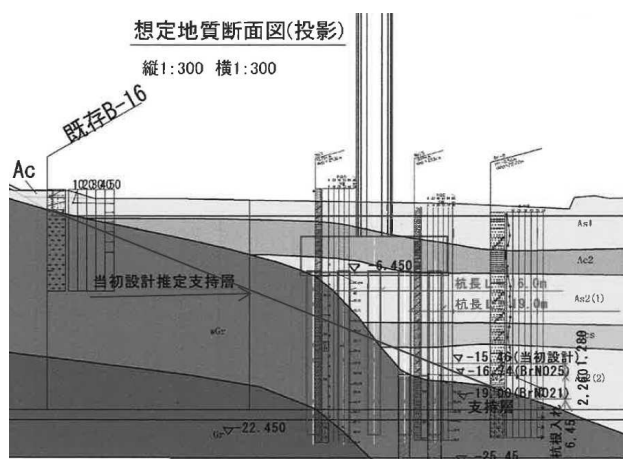


図-11 追加ボーリング実施後の地質断面図