

回転鋼管杭のトルク管理について

会社名 株式会社 山田組
氏名 篤本 進

1.はじめに

工事概要

- (1)工事名 平成21年度 1号藤枝仮宿高架橋西地区下部拡幅工事
(2)発注者 国土交通省 中部地方整備局 静岡国道事務所
(3)工事箇所 静岡県藤枝市仮宿
(4)工期 平成22年3月4日～平成23年6月3日
(5)工事内容

工事延長 L=150m

道路土工1式 RC橋脚工1式(N=4基) 仮設工1式 排水構造物工1式 構造物撤去工1式
石・ブロック張工1式 橋梁附属物工1式

本工事は、国道1号藤枝バイパス広幅ICから、新東名藤枝岡部IC(仮称)とのアクセス道路として、計画された道路事業のうち、Aランプの下部拡幅工事である。

不同沈下により、一体化された上部構造に影響が及ばさないよう、下部工の梁は連続した一体構造として施工を行った。設計上、既設橋脚が死荷重時において許容値を満足していないことから梁及び基礎の補強が必要となり、次なる施工条件から、既設橋脚の基礎杭を回転鋼管杭が採用され施工を行った。

(6)現場条件と選定理由

- ・既設橋下での施工のため、上空制限を受ける。
- ・基礎地盤は軟弱地盤であり、杭長は25m以上となる。
- ・無振動、無騒音施工が必要。

【上記条件で可能な工法】

- ①場所打ち鉄筋コンクリート杭 $\phi 1000$ (TBH工法)
- ②回転杭工法 $\phi 400$ (NSエコパイル工法)
- ③鋼管杭+アンカー $\phi 219.1$ (マイクロパイル)
- ④地盤改良工法(ジェットグラウト工法)

NSエコパイル工法を採用

【選定理由】

- ・最も経済性に優れる
- ・小径なため、フーチングの増厚を最小とできる
- ・品質にバラつきが生じにくい
- ・施工精度が高い



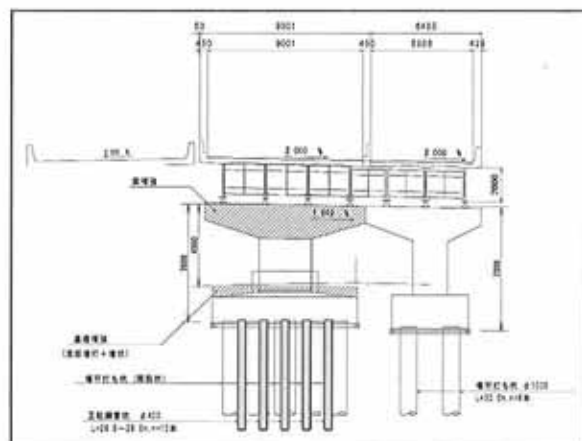
完成イメージ



完成写真

(7)回転鋼管杭の特性

- ・細径でも高い支持力・引拔力が期待できる
- ・上空制限がある現場でも対応可能
- ・既設構造物に近接した施工が可能
- ・無振動・無騒音での施工が可能
- ・排土せずに施工するため、残土が発生しない
- ・一般的な杭形式に比べ高価
- ・既製杭であり、耐久性に問題が無い
- ・増し杭工法として使用が可能



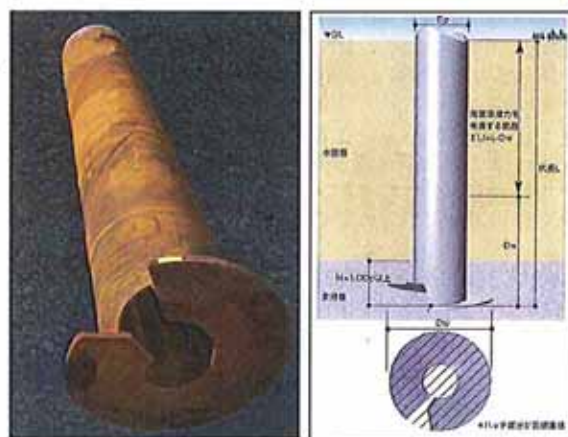
断面図

(8)NSエコパイル工法の特徴

NSエコパイルは、鋼管の先端に螺旋状の羽根を取付けた鋼管杭であり、施工では杭体を回転させることで杭を地盤に埋設する。杭の先端に開口があるため、施工中の土砂を鋼管内に取り込みことにより残土の発生が無く、施工性を向上させている。

NSエコパイルは、 $\phi 114.3\text{mm}$ ～ $\phi 1600\text{mm}$ の鋼管杭に適用され、 $\phi 400\text{mm}$ を境に小径と大径に区別され、施工機械も異なってくる。小径の場合は、小型杭打ち機を主に大径では、全旋回式杭打ち機を使用する。

本工事においては、 $\phi 400\text{mm}$ の鋼管杭を使用することともに、上空制限があることから、小型杭打ち機の中でもリーダが短い特殊小型杭打ち機を採用した。



$\phi 400\text{mm}$ 鋼管杭・先端部

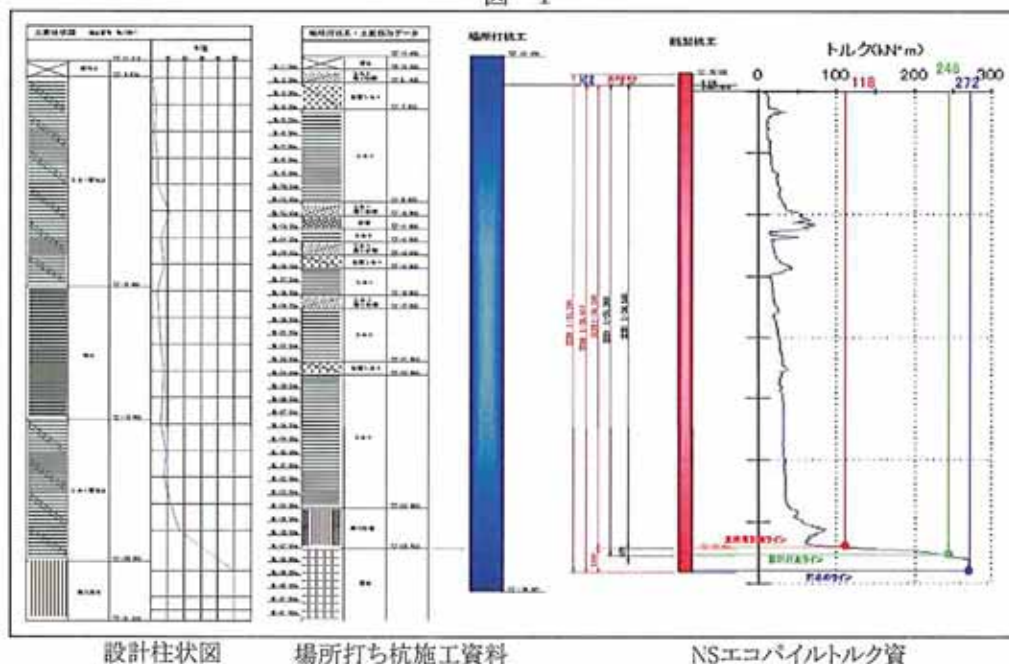
2.施工管理における問題点と対策

(1)トルク管理による支持層確認方法について

鋼管杭の施工において、杭の先端を確実に支持層に到達させ打ち止めることが重要な管理ポイントになる。本工事においては、新設橋脚部の基礎杭を場所打ち杭工法を採用していたため、設計支持層の土質と調査ボーリングからなる設計支持層の土質を確認することができた。

NSエコパイルと場所打ち杭で得られた土質、調査ボーリングを比較したものが図-1である。

図-1



設計柱状図

場所打ち杭施工資料

NSエコパイルトルク資

施工記録を分析すると、調査ボーリングにおいて想定した支持層と場所打ち杭及びNSエコパイルの施工時に確認された支持層には違いがあることが判明した。これは、支持層の不陸によるものと考えられる。

NSエコパイルの品質確保においては、現場における支持層の判定を伴う打ち止め管理が非常に重要であることから、一般的にトルク管理することで支持層への到達としている。

本工事においては、場所打ち杭の施工において土質資料の採取ができること、施工位置より若干離れてはいるが調査ボーリングの資料があることから、改めて調査ボーリングを実施しなかったため、設計よりも高い位置で鋼管杭が高止まり残杭が生じた。ここで問題点となるのが支持層到達と判定するトルク値と深度である。

(2)支持層到達時の目標トルクの設定

当該地盤におけるトルクの発現状態を確認するために、試験杭の施工を実施しトルクの発現状態と地盤調査結果との対比により支持層判別トルク(支持層到達トルク)を設定する。

「NSエコパイル工法(回転杭工法)施工マニュアル」の(4)施工トルクの推定より、これまでの施工試験結果から統計処理されたデータを元に支持層に貫入する初期時に発生するトルク、いわゆる支持層到達時のトルクの目標値を100kN・m以上と設定した。

NSエコパイル工法(回転杭工法)施工マニュアル

(4)施工トルクの推定

前項の施工機械の選定や施工時に作用する杭体応力度等を検討するために、施工トルクの推定を行う。図-解 4.4.3 に地盤強度及び杭径から求める、杭の貫入に際し必要となる施工トルクをN値との相関で示す。これはこれまでの施工試験結果を統計処理した平均トルクを示したものである。NSエコパイルは一様地盤に貫入する際、貫入長の増加に伴って施工トルクが増加する特性を持っている。以下に貫入長に応じて必要となる施工トルクの目安(A～Dトルク)を示す。

Aトルク：杭が支持層や中間層に貫入する初期時(0.2Dw程度貫入)に発生するトルク。

Bトルク：杭が支持層や中間層に1.0Dw程度貫入する時に発生するトルク。

Cトルク：杭が中間層を貫通する際、約2.0Dw程度貫入する時に発生するトルク。

Dトルク：杭が中間層を貫通する際、発生する最大トルク。

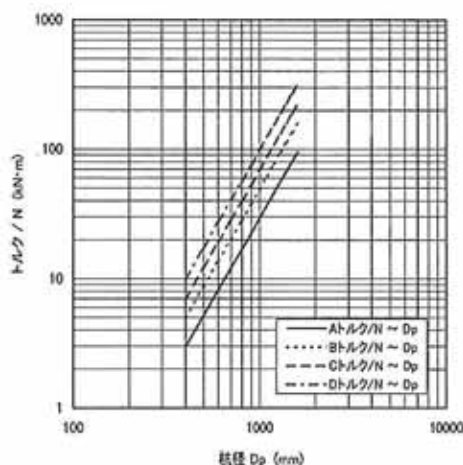


図-解 4.4.3 必要トルク線

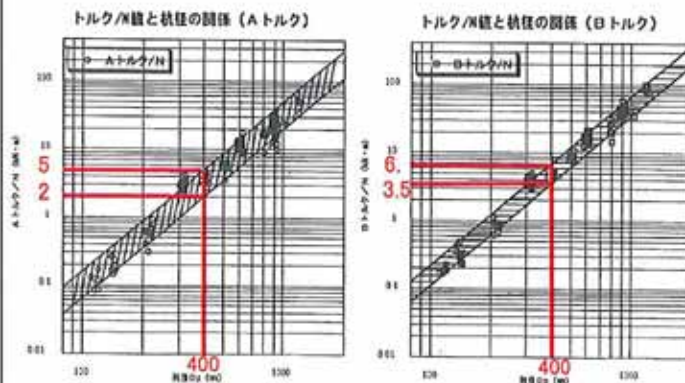


図-解 4.4.4 トルク/N値と杭径の関係式の概



NSエコパイル工法・桁下施工状況

施工マニュアルからのトルクの算出

(A)トルク表より $A\text{トルク}/N=2\sim5$

$N\text{値(支持層)}=50$ $2 \times 50=100\text{トルク}$

$5 \times 50=250\text{トルク}$

杭が支持層に貫入する初期時に発生するトルクは
100～250トルクと推定される

(B)トルク表より $B\text{トルク}/N=3.5\sim6.5$

$N\text{値(支持層)}=50$ $3.5 \times 50=175\text{トルク}$

$6.5 \times 50=325\text{トルク}$

杭が支持層に1.0Dp貫入時に発生するトルクは
175～325トルクと推定される

(3)本工事の支持層到達時のトルクの目標値の決定

場所打杭工の施工において得られた土質資料から支持層と判断した深度に鋼管杭の試験杭の施工で得られたトルクが、設定した目標トルク以上だったため、本工事における支持層到達時のトルクの目標値は、 $100\text{kN}\cdot\text{m}$ 以上とした。

しかし、機械の表示パネルに表記される値が、一瞬にして $100\text{kN}\cdot\text{m}$ 以上を表記するため、本工事では $100\text{kN}\cdot\text{m}$ 以上の表記がされた時点を支持層到達と判断し、その時の値を支持層到達トルクとして管理を行った。



表示パネル

3.終わりに

今回施工したNSエコパイル工法において、鋼管杭が支持層到達する際の管理がトルクによるものとされ支持層に到達したと判断するトルク値を決定するのが大変困難であった。

特に支持層の標高において、本工事に使用する調査ボーリング資料が杭を構築する位置より離れていたことから一致しなかったために、NSエコパイル工法を選定する際には、試験杭として計画する杭の位置にピンポイントで調査ボーリングを行う必要があり、調査ボーリングから得られた土質やN値とNSエコパイル工法の試験杭で得られたトルク値を比較して支持層到達時のトルク値を決定する必要があると思う。



鋼管杭完了時