

# 耐震性能の確保と環境に配慮した回転圧入鋼管杭の施工 —九州新幹線 島田北高架橋工事—

木下 哲 龍・吉原 伸 行・久保 裕 道

現在、九州新幹線鹿児島ルート博多・新八代間約 121 km の建設が鋭意進められている。

本報文の島田北高架橋工区は、博多・新八代間の最南端に位置し、工区全体の約 2.7 km において地質条件が地震時に液状化する軟弱地盤であるため、基礎構造の検討を行った結果、耐震性能に優れた回転圧入鋼管杭工法を採用した。

このことにより、構造上の優位に加え、騒音、振動、建設発生土の処理等の環境への課題にも問題なく施工を完了した。

今後、液状化地盤等の不良地盤への対応と環境に配慮した施工が求められる鉄道建設工事において、回転圧入鋼管杭工法は有効な施工法のひとつであると考えられる。

キーワード：基礎、鋼管杭、回転圧入鋼管杭、耐震性能

## 1. はじめに

現在、九州新幹線鹿児島ルート博多・新八代間約 121 km の建設が鋭意進められている。

このうち約 72 km が橋梁および高架橋工事となっている。

この高架橋工事区間については、住宅が密集している都市部を通過する区間や地質が軟弱あるいは液状化が予想される区間など、様々な施工条件が想定されている。

特に、都市部については騒音、振動、建設発生土の処理等、環境問題も大きな課題となっている。

今回報告する島田北高架橋工区は、博多・新八代間の建設区間における最南端に位置し、地質条件が地震時に液状化する軟弱地盤であるため、一般の場所打ちコンクリート杭を用いると所定の耐震性能を確保するには杭径の増加に伴い、フーチングが大きくなるなど不経済な基礎構造となる。その対策として、耐震性能に優れた鋼管杭を採用し、さらに環境にやさしい回転圧入鋼管杭工法を当該工区の約 2.7 km 区間に適用したので、以下にその工法の概要と施工結果を報告する。

## 2. 回転圧入鋼管杭の構造

回転圧入鋼管杭工法は、先端にらせん状の鋼板（以

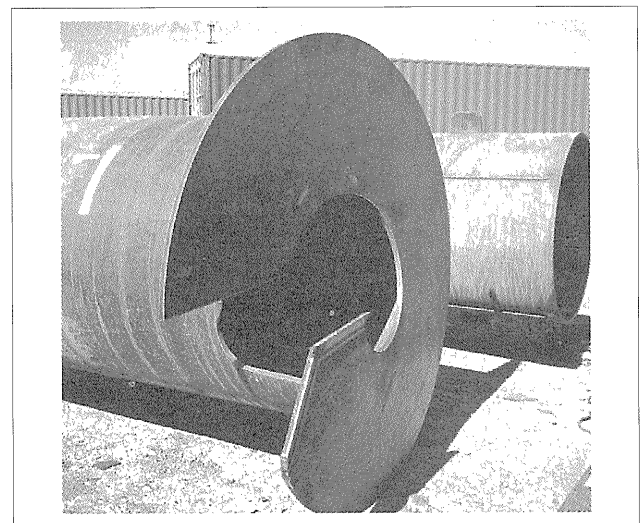


写真-1 羽根付き鋼管杭

下、羽根）を取付けた鋼管杭を木ねじの要領で地中へねじ込む工法である（写真-1）。

従来工法のように、ハンマーで打込んだり、振動させたりしないため、低騒音、低振動で施工できることに加え、転石等の障害物がある場合を除き基本的に無排土で施工することが可能である。

適用範囲は、最大杭径 1,600 mm、杭長約 80 m まで施工可能であり、鉄道、道路、建築物の基礎杭とし

表-1 施工した鋼管杭

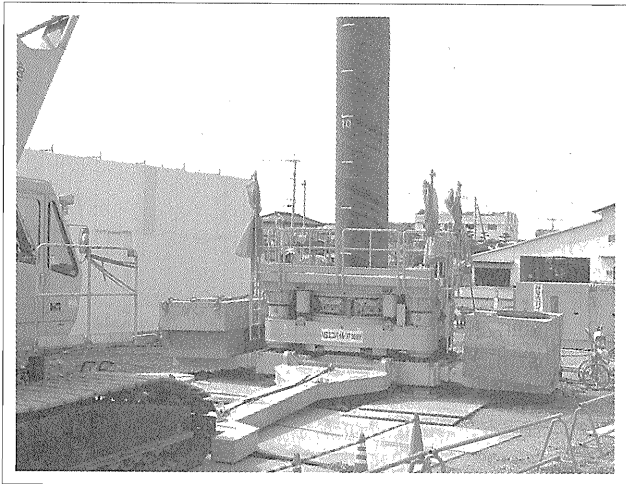
杭径 (mm)	杭本数 (本)	最大杭長 (m)
φ1,100	335	29.5
φ1,200	398	28.0

て用いられている。

今回施工した鋼管杭は、表—1の通りである。

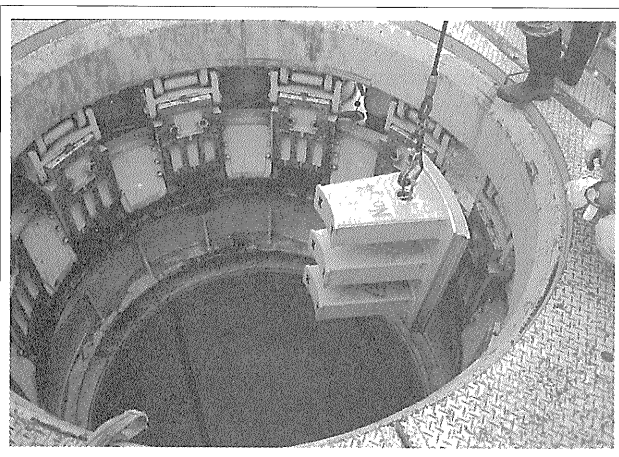
### 3. 施工機械

回転圧入鋼管杭工法に用いる主な施工機械は、杭をねじ込むための全回転型オールケーシング掘削機（以下、掘削機）と掘削機や杭を吊込むためのクレーンである（写真—2）。



写真—2 全回転型オールケーシング掘削機

使用する掘削機は、杭をねじ込むために必要な力（以下、施工トルク）に応じて、 $\phi 1,500$ 級から $\phi 2,600$ 級を選定する。掘削機は場所打ち杭や障害撤去工に用いる汎用機をベースとし、回転圧入鋼管杭用に杭を把持するための専用アタッチメント（スパイラルカラー）と計測管理用センサーを取付けたものを使用する（写真—3）。



写真—3 スパイラルカラー

また、回転圧入鋼管杭工法の施工能率を向上させるため、汎用機よりも大きなトルクを掛けられる掘削機も開発されている。

クレーンは、掘削機を吊込んだ状態で移動するためクローラ式を用い、掘削機の重量と作業半径の条件により、50 t級から150 t級を使い分ける。

主な施工機械は以上であり、プラント設備を必要としないため、従来工法と比較して、仮設工事が軽微で済み、狭隘地への対応も比較的容易である。今回の施工機械の組合せを表—2に示す。

表—2 施工機械の組合せ

使用機械	仕様	数量
全回転型掘削機	$\phi 2,000$ 級	2台
同上油圧ユニット	320 PS	2台
カウンターウェイト	20.0 t	4セット
施工管理システム		2セット
クローラクレーン	100 t	2台
発電機（溶接用）	200 kVA	2台
半自動溶接機	500 A	4台
バックホウ	0.4 m <sup>3</sup>	2台

### 4. 施工方法

回転圧入鋼管杭工法による杭施工の手順は次のとおりである（図—1）。

- ①杭芯位置に掘削機をセットする。
- ②掘削機に羽根の付いた下杭を建込む。
- ③下杭を回転圧入する。
- ④下杭を所定深さまで貫入したら、中杭または上杭を建込み溶接接合する。
- ⑤中杭、上杭を回転圧入する。
- ⑥やっところを用いて上杭を地表面下の所定深さに打止める。

以上のように、機械や杭のセットの他は鋼管杭の回転圧入作業がほとんどであるため、一連の工程が極めてシンプルである。

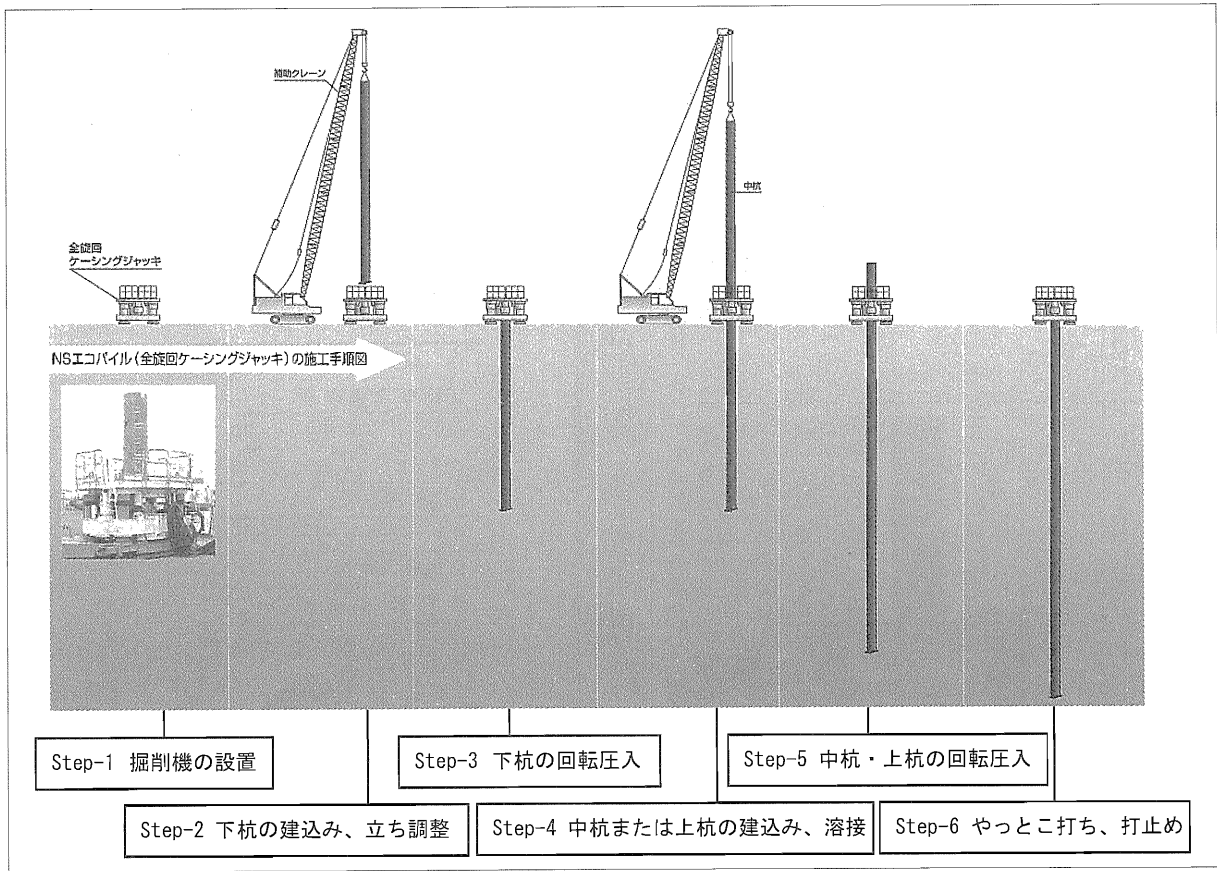
このような施工手順であることから、

- ①水、セメント、コンクリートを使用せず、残土を場外搬出しないので、現場や周辺環境を汚染することがない。
- ②施工中に周面地盤を緩めることがないので、近接構造物への影響も低減できる等の利点がある。

### 5. 計測管理システム

杭を能率よく適切に施工するためには、土質調査により地盤の状態を把握することが必須である。しかし、杭施工の全箇所事前にボーリング調査を実施することは現実的ではない。

そこで、回転圧入鋼管杭工法は、施工時に作用する



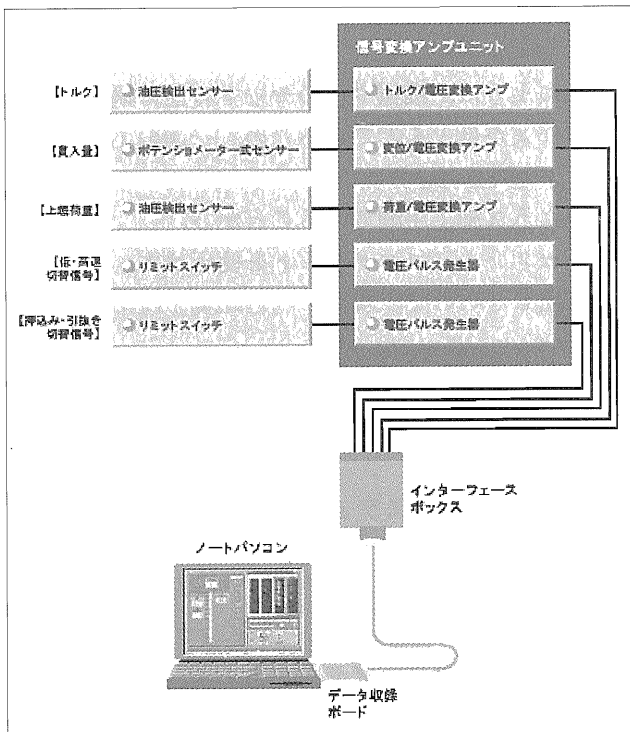
図一 回転圧入鋼管杭工法の施工手順

施工トルク，貫入量・上載荷重を掘削機に取付けたセンサーで測定することで，地盤調査を補いながら施工する。

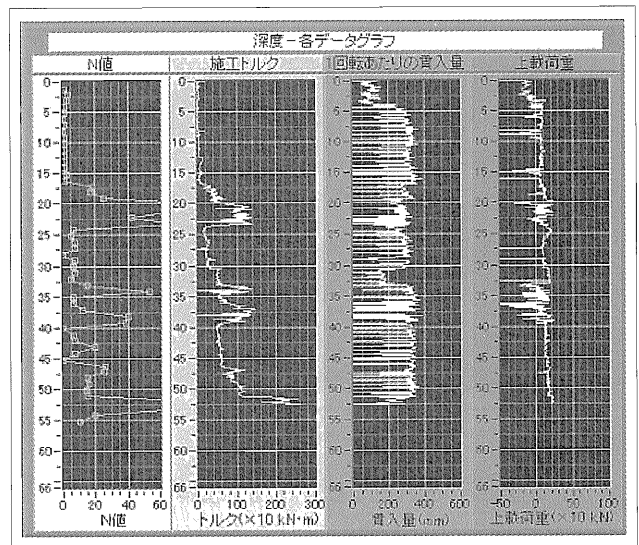
施工トルクは油圧モーターの駆動油圧値，貫入量は

ポテンションメーター式センサー値，上載荷重は油圧検出センサー値から算出されるようにシステム化され，これらの測定値が操作室内のノートパソコンに表示される。オペレーターはこれらの測定値を確認しながら，杭の貫入状態を予測し，貫入量や上載荷重等を調整しながら施工を進める（図二）。

杭の打止めは，施工トルクが地盤の硬軟に応じた値を示し， $N$  値との相関関係があることから，トルク



図二 計測システム概念図



写真一4 パソコン画面に表示される測定値

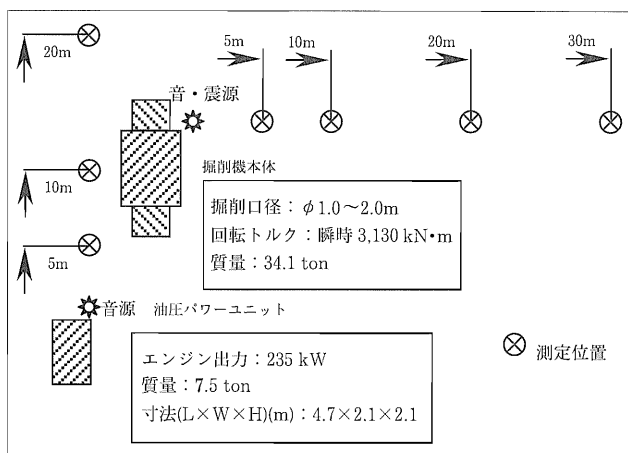
と  $N$  値を対比しながら支持層への貫入を確認し、所定の根入れを確保するよう施工管理を行った（写真—4）。

## 6. 施工時の騒音・振動レベル

工事に先立って当該工区で、事前に環境への影響程度及び支持力特性を確認するため、熊本県八代市千丁町において施工試験を実施し、騒音、振動を実測した。

施工試験は杭径 1,000 mm を用い、 $\phi 2,000$  級の掘削機により深さ 30 m まで施工した。

騒音・振動の測定は、音源となる掘削機から 5~30 m 離れた数箇所で、杭を 5 m 貫入する毎に測定した（図—3）。



図—3 騒音・振動の測定地点

測定の結果、騒音は 5 m 地点で最大 79 dB、30 m 地点で 63 dB、振動は 5 m 地点で最大 64 dB、30 m 地点で 50 dB という値を示した。また、貫入深さによる値の変化はみられなかった。

施工試験の結果から、音源である掘削機から 5 m

以上離れば、騒音規制法の基準値 85 dB、振動規制法の基準値 75 dB ともに満足することが確認できた。

## 7. おわりに

九州新幹線島田北高架橋工区では、軟弱かつ地震時の液状化が想定される地盤であるという条件下で杭種の検討を行った結果、耐震性に優れた回転圧入鋼管杭工法を採用した。その結果、建設発生土の場外持ち出しは発生せず現場や周辺環境を汚染することなく、さらに騒音、振動に対しても問題なく施工を完了した。

このことから、環境に配慮した施工を求められる今後の鉄道建設工事において、回転圧入鋼管杭工法は有効な施工法の一つであると考えられる。 J C M A

### 【筆者紹介】

木下 哲龍（きのした てつりゅう）  
独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構  
九州新幹線建設局  
宇城鉄道建設所  
所長



吉原 伸行（よしはら のぶゆき）  
独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構  
九州新幹線建設局  
宇城鉄道建設所  
副所長



久保 裕道（くぼ ひろみち）  
鴻池・佐伯・大末・八方特定建設工事共同企業体  
現場代理人

