

鋼管杭回転圧入工法における施工技術

東鉄工業株式会社

正会員 ○紙尾 隆志

東鉄工業株式会社

狩野 正

東日本旅客鉄道株式会社

正会員

高瀬 誠司

1. はじめに

本工事は、国土交通省が実施している国道 20 号の大月市内での混雑緩和を目的としたバイパス整備事業のうち、J R 中央本線との立体交差部において、非開削工法にて線路下函体（門型カルバート構造：図-1）の構築を行うものである。当現場は玉石混じりの砂礫層で、径 500mm 以上の玉石も多数混在する地層である。

函体構築の準備工として、線路両側にそれぞれ発進・到達立坑（図-2）を仮設する必要があるが、このうち杭打ち用重機足場のない発進立坑の線路側土留杭について、自走式鋼管杭回転圧入工法（ $\phi 800\text{mm}$ ）を採用した。

本稿では、径 500 mm 以上の玉石層での鋼管杭回転圧入工法に伴う改善事項（工夫）について報告する。

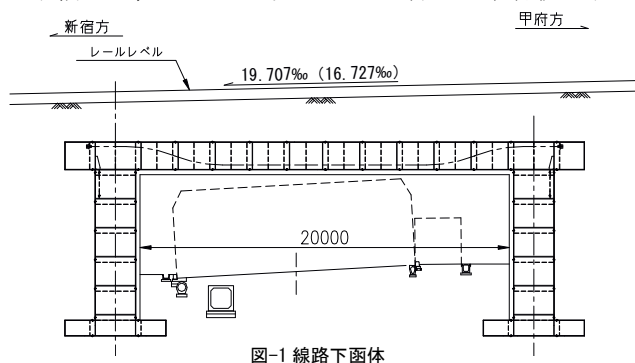


図-1 線路下函体

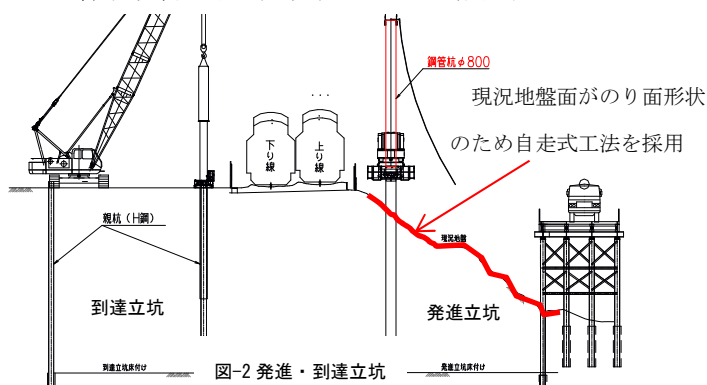


図-2 発進・到達立坑

2. 鋼管杭回転圧入工法 施工条件と課題

本稿の鋼管杭回転圧入工法は、先端ビット付きの鋼管杭を自走式圧入機にて回転圧入する工法（写真-1）である。

今回施工した発進立坑部分の鋼管杭長は $L=21.5\text{m}$ であり、そのうち $H=5.0\text{m}$ 以深は N 値が 50 以上の砂礫層（図-3）かつ、玉石（写真-2）も混在する土質であり、一般的な方法では圧入不能になる可能性も想定されることから、玉石自体も確実に貫通できるように計画を策定する必要があった。また、施工を進める中で、回転トルク値が大きく上がり、玉石に当たった場合、1mの圧入に最大 90 分程度要することもある。このことから、圧入不能防止及び圧入速度向上と密な地山での摩擦軽減が課題となった。



写真-1 施工全景



写真-2 玉石（安山岩質）

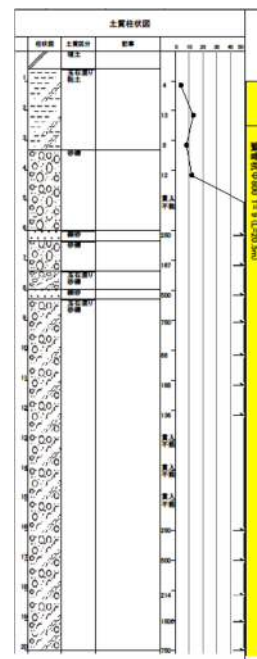


図-3 土質柱状図

3. 圧入不能防止のための施策

3-1 先端抵抗を受ける鋼管杭先端部の補強

今回使用する鋼管杭の部材肉厚は設計計算上 $t=9\text{mm}$ であった。しかし、当該箇所付近で出土している玉石（写真-2）の多くが安山岩または花崗岩（圧縮強度 $100\sim 200\text{N/mm}^2$ ）であったため、玉石に当たった場合、鋼管杭の先端が変形してしまう恐れがあった。そこで、鋼管杭先端部の変形を防止するために先端 3m の部材肉厚を $t=9\text{mm}$ から $t=18\text{mm}$ に変更することで、鋼管杭の変形により圧入不能となることを防止することとした。

キーワード：鋼管杭回転圧入工法、先端ビット付き鋼管杭、泥土圧シールド用滑材

連絡先：〒192-0083 東京都八王子市旭町 12-4 (日本生命ビル 3F) 東鉄工業(株)八王子支店 Tel.042-656-8811

3-2 先端ビットの配置変更

立坑部分の鋼管杭全 33 本のうち 5 本目途中まで回転圧入を実施した時点で、玉石の影響により圧入に非常に時間を要する事例が 4 回発生した。また、玉石を貫通した後も圧入速度が落ちるとともに、回転トルク値が上昇する傾向にあった（トルク値がおおむね $300\text{kN}\cdot\text{m}$ 以内であれば圧入速度に影響はなかったが、それ以上の値となると圧入速度が落ちる傾向であった）。そこで、先端ビットの状態を確認するために鋼管杭の引抜きを行った。

当初ビットの配置は、内爪 6 個、外爪 6 個の計 12 個の配置としていた。そのうち内爪は全て無傷であったが、外爪 6 個がすべて摩耗し損傷していた（写真-3）。このことから、玉石に当ることにより、外爪へ高い負荷が掛かることが分かった。この結果より、外爪 1 個当たりの負担軽減のために、内爪 3 個、外爪 9 個の割合に変更することとした（図-5・写真-4）。



写真-3 外爪損傷状況

内・外爪の割合を変更した後は、玉石に当たった箇所においても 1m あたりの圧入速度は最大 50 分程度となり、大幅な時間短縮を図るに至った。

しかし、内・外爪の割合変更後も、回転トルクが極端に大きくなることがしばしば見受けられたことから、周面摩擦抵抗軽減策を講じる必要があった。

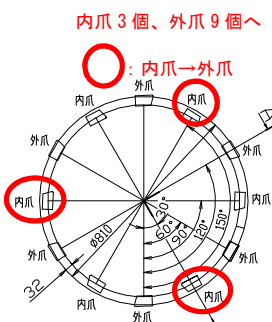


図-5 先端ビット詳細図

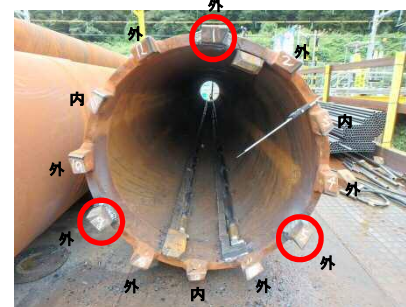


写真-4 先端ビット外爪 9 個配置変更後

3-3 送水システムの変更

施工当初から、摩擦軽減を目的として先端への送水をしながら回転圧入を行っていた。しかし、回転トルクが一度上がると送水量を増やしても回転トルクが下がることはなかった。これは、地山中の礫等により配管の破損があったためと推定される。そこで、予備の送水管を設置して送水量をさらに増やせるようにし、さらに送水管を破損しないよう送水管防護を設置することとした（写真-5）。しかし、送水量を増やし、かつ送水管防護にて送水管の破損を防止する措置をとっても、回転トルクは $300\text{kN}\cdot\text{m}$ を越えることがあり、摩擦低減には至らなかった。このことから、今回の土質においては送水では礫分を浮かすことができず、送水により、管内部の地山の締固め度が増し、摩擦が増大したと考察した。次に、水より比重及び粘性を上げるため、滑材の添加を行うこととした。材料は、比重 $1.05 \pm 0.02\text{g/cc}$ を目標として、泥土圧シールド用の滑材を選定した。効果を確認のため、トルク値が $300\text{kN}\cdot\text{m}$ を越えたところで滑材を添加し、再び回転圧入を行った。その結果、トルク値は $180 \sim 200\text{kN}\cdot\text{m}$ 程度に下がり、以降 $300\text{kN}\cdot\text{m}$ を越える頻度は減少した。



写真-5 送水管防護

さらに、鋼管外側に滑材をまわすことを目的として、送水管の口元を管内の可能な限り下へと配置した。滑材の添加によって、圧入時間の短縮を図ることができた。

4. おわりに

本工事は、営業線近接工事の中でも、特に線路に近い箇所での工事でありながら、玉石混在の硬質地盤という厳しい条件での施工であった。しかし、圧入不能に陥らないよう進めることで、安全安定輸送を確保しながら工事を完了することができた（写真-6）。今後、同様の地盤条件にて同種工事を施工される場合の参考となれば幸いである。



写真-6 鋼管杭圧入完了