

狭隘口元部で施工可能な高圧噴射併用機械式攪拌工法の現地造成確認試験（掘削性能）

JR 東日本 正会員 ○中島 純也
 JR 東日本 正会員 本田 諭
 JR 東日本 正会員 瀧野 千歳
 JR 東日本 正会員 池本 宏文

1. 試験目的

止水性を有した土留めを構築する場合、ソイルセメント壁を高圧噴射併用機械攪拌工法で施工することがある図-1。従来の十字型ビットでは表-1、まくらぎやレールで囲われた箇所では口元部が狭く図-2、まくらぎ交換などを実施しないと、ビットを挿入できない。

一方、首都圏での工事では、上部から盛土、シルト層、砂礫層、東京礫層で構成されており、杭先端を東京礫層に貫入する必要がある。そのため、狭隘な口元部でも挿入可能、かつ、東京礫層も削孔できるビットを試作し、実地盤において、削孔時間と掘削性能を確認することを目的に試験を実施したので、その結果を報告する。

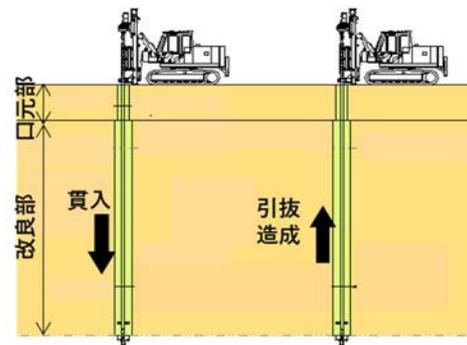
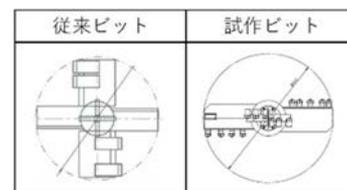


図-1 高圧噴射併用機械式攪拌工法

2. 試験に使用したビット

まくらぎ間隔が 750 mm であることから、改良体同士のラップを考慮し、φ900 mm を設計値とした。使用したビットの比較を表-2 に示す。ビット平面形状は、目標としたビット挿入スペースから、600 mm × 250 mm 以内とした。

表-1 従来ビットと試作ビットの平面形状



3. 地質条件

地質条件は、地表面から盛土層(3.5m)、シルト層(12.5m)、砂礫層で構成され、深度 16m 以深は、砂礫層となっている図-3。砂礫層の N 値は 45~125 であり、密度は「密」~「非常に密」となっている。粒径は 2~30 mm 程度の亜角礫を主体とし、径 50 mm 程度の礫が混入している。今回、計画杭長は 20m (口元部：1m, 改良長：19m) とし、杭先端を砂礫層に貫入する計画とした。

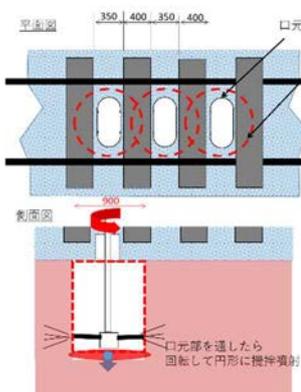


表-2 試作ビットの比較

| 名称 | ビットタイプ | |
|--------|---|-------------------------------|
| | 平型式 | スクリュー式 |
| 写真 | | |
| ビットサイズ | W600 × D165 × H400 | W600 × D250 × H550 |
| ロッド径 | φ165 | φ165 |
| 長所 | 砂質土や粘性土の掘削に適している | 砂礫や硬質地盤の掘削に適している |
| 短所 | 硬質地盤では、切削に時間がかかり、掘削性能の低下やビットが過度に摩耗する恐れがある | スクリューに粘性土が付着すると掘削性能が低下する恐れがある |

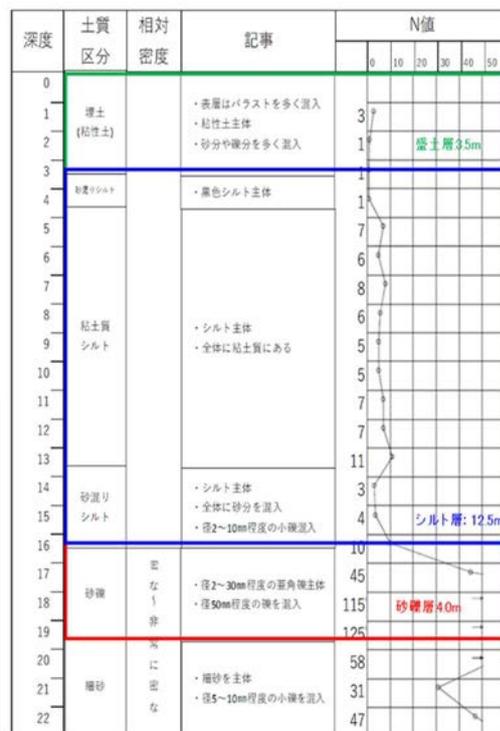


図-3 試験箇所の地質柱状図

キーワード 掘削土留工, 高圧噴射併用機械式攪拌工法

連絡先 〒163-0231 東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 新宿住友ビル31階

JR 東日本 構造技術センター TEL 03-6851-0086

4. 試験概要

高圧噴射併用機械式攪拌工法に用いるビットのイメージを図-4に示す。機械掘削と低圧噴射で $\phi 600$ mmの造成を行い、高圧噴射で $\phi 900$ mmの造成を行う。改良体のラップを考慮した試験孔の配置を図-5に、また、各孔のビットタイプと噴射の区分けを表-3に示す。

5. 試験結果

各試験孔の貫入時の削孔時間を図-6に示す。シルト層で2.3分/m、砂礫層で14.1分/mとなった。ビットタイプBで施工したNo.2孔は、砂礫層での削孔時間は8.9分/mと最も速い結果となった。しかし、続いて施工したNo.3孔の東京礫層貫入中に回転トルクを上げた際、ビットの拘束が生じ、正回転も逆回転もできなくなった。拘束の原因を以下のとおり推察する図-7。①高圧噴射によって貫入径が大きくなっていった、②貫入中に先端ビット上部の礫層が崩壊してビットが埋没した、③高圧噴射により礫分が崩壊しやすくなっていた、④正回転できなくなった後、逆回転をした際、スクリー形状のため、抵抗が大きくなった。以上の原因に対応するため、以降の造成確認試験では、次の対策を実施した。①貫入時の低圧噴射はスラリーではなくベントナイト泥水で行う（粘性の高いものを使用して礫分が崩壊しにくくする）、②貫入時の高圧噴射は行わない（貫入径を小さくすることで孔壁崩壊リスクを低減させる）図-8、③噴射造成は引抜時のみとする（万一、拘束が生じた場合、ロッド内でスラリーが硬化することを防止するため）。対策実施後は、ビットの拘束が発生することはなかった。また、引抜造成は、地層に関係なく2.3分/mであった。

6. まとめ

東京礫層を含む今回の地盤では、ビットを用いた削孔時間は、シルト層で2.3分/m、砂礫層で14.1分/mであった。使用するビットは平型式を用いて、貫入時にはスラリーを噴射せず、引抜造成にはスラリーを噴射して造成することが適していることが確認できた。今回得られた知見をもとに、適用箇所絞り込みと計画深度化を行っていきたい。

参考文献

- 1) 中島純也, 池本宏文: 狭隘口元部で施工可能な高圧噴射併用機械式攪拌工法の掘削性能試験, 土木学会第75回年次学術講演会, III-169, 2020

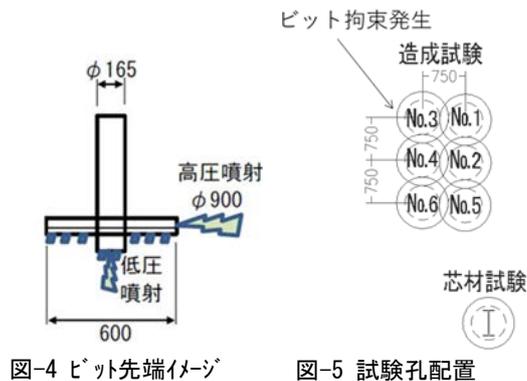


図-4 ビット先端イメージ

図-5 試験孔配置

表-3 ビットタイプと噴射区分

| 造成順 | 試験孔 | ビットタイプ | 貫入時 | | 引抜造成時 | |
|-----|------|--------|------|------|-------|------|
| | | | 低圧噴射 | 高圧噴射 | 低圧噴射 | 高圧噴射 |
| 1 | No.1 | A | ○ | ○ | × | ○ |
| 2 | No.4 | A | ○ | ○ | × | ○ |
| 3 | No.2 | B | ○ | ○ | × | ○ |
| 4 | No.3 | B | ○ | ○ | × | ○ |
| 5 | No.5 | A | × | × | ○ | ○ |
| 6 | 芯材 | A | × | × | ○ | ○ |
| 7 | No.6 | A | × | × | ○ | ○ |

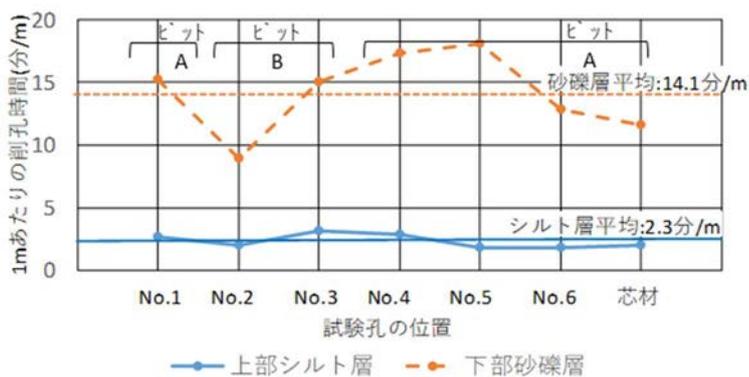


図-6 貫入時の削孔時間

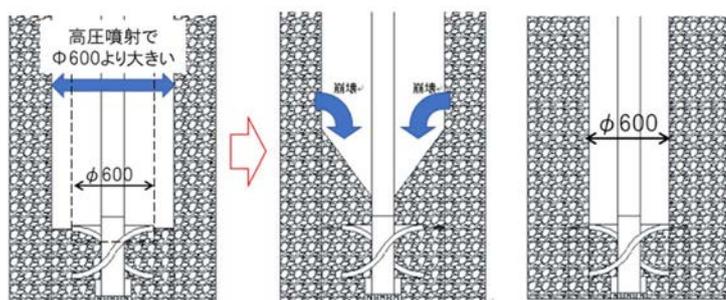


図-7 拘束原因の推定図

図-8 変更後の貫入径