

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（施工性）

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

1. はじめに

鉄道工事では、高圧噴射併用機械式攪拌工法を用いて、軌間内にソイルセメントの改良体を造成し、止水性の掘削土留めを構築する場合がある。従来は改良体の造成に4翼の十字型ビットを用いていたが、軌間内での施工はまくら木の間の空間が狭いため、事前にまくら木を移設するなどの作業が必要であった。そこで、図-1に示すように、まくら木の移設などを行わず、改良体の造成が可能なI型ビットを開発し検討を進めてきた。これまでに、I型ビットによる地盤の掘削、および改良体の造成効果を模擬地盤において確認した¹⁾。しかしながら、実施工においてI型ビットを適用するには、実地盤における改良体の造成効果や止水性の確認が必要となる。また、実施工においては、改良体の造成後にH形鋼などの芯材の挿入を行うが、所定の深度までの挿入可否の確認が必要となる。そこで、本稿では、これらの課題に対して、東京

礫層が堆積する実地盤において改良体を造成し、止水性の確認、および芯材の挿入状況を確認したことから、その内容について報告する。

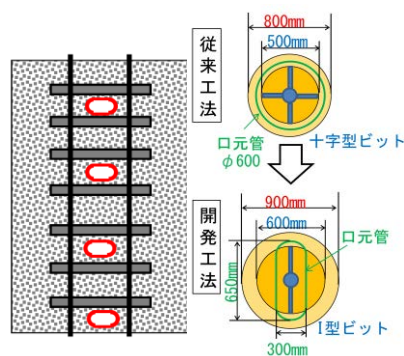


図-1 概念図

2. 試験概要

実地盤において改良体を造成し、東京礫層における改良体の止水性の確認（以下、止水性確認試験とする）、および改良体内への芯材の挿入状況の確認（以下、芯材挿入試験とする）を行った。改良体の造成に用いたI型ビットは、掘削・機械攪拌の改良径をφ600mm、その外周150mmを噴射攪拌で改良（全

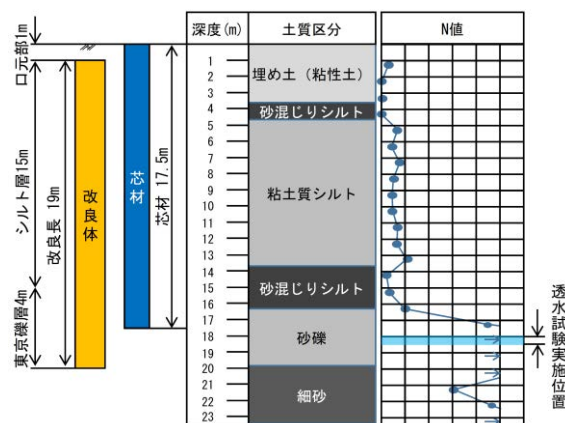


図-2 現地試験位置土質柱状図



図-3 改良体造成状況

改良径φ900mm)する構造とし、噴射攪拌の範囲を相互にラップさせて、改良体の中心間隔が750mmとなるようにした。また、試験箇所地盤は、図-2に示すように上部から埋め土、シルト層、東京礫層が堆積している。改良体の造成は、口元部の1mを除き、それ以深の19mの範囲に行い、下端の約3.5mを東京礫層に貫入するようにした。改良体の造成状況を図-3に示す。

3. 止水性確認試験

止水性確認試験は、図-4に示すように4本の改良体で囲われた内部の未改良部における透水性を確認することとし、未改良部に地表面から18.5mの深度までφ86mmのボーリング削孔を行い、東京礫層のGL-18.0~18.5mの範囲で透水試験を実施した。透水試験は、「JGS 1314-2012 単孔を利用した透水試験方

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 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所 TEL 03-3379-4353

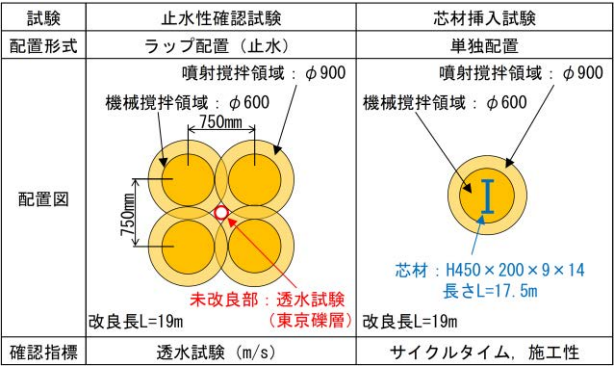


図-4 各試験の配孔図

法（非定常法）」²⁾により実施した。なお、試験箇所近傍の調査結果では、東京礫層の透水係数は $3.51 \times 10^{-4} \text{m/s}$ であった。

透水試験の結果、改良後の透水係数は $4.20 \times 10^{-6} \text{m/s}$ となり、2 オーダー程度の透水係数が低下し、止水性の向上効果を確認した。

4. 芯材挿入試験

実施工では、改良体の造成や芯材の挿入は、夜間線路閉鎖間合いで行うが、現計画では、改良体の造成を改良延長に応じて、1～2 回の間合いで行い、翌日に芯材の挿入を行うこととしている。そのため、本試験では、改良体の造成後に 1 日経過した時点で芯材挿入試験を実施し、施工性やサイクルタイムを確認した。

芯材挿入試験を行う改良体の造成には、数日間硬化しないように固化材に遅延材を配合したものを使用した。芯材は実施工で検討している H450×200×9×14、長さ 17.5m を用いることとし、架線直下での施工を考慮して 1 本当たり 3.5m（5 分割）とし、添接はボルト 56 本により接合した。

芯材挿入試験は、はじめに、芯材の自重により挿入を試みたが、改良スラリーの抵抗により挿入ができなかった。そのため、図-5 のようにバイブロハンマを補助的に用い



図-5 芯材挿入状況

表-1 芯材挿入におけるサイクルタイム

作業	単位施工時間
芯材建込	2.6分/本
ボルト接合	4.0分/箇所
バイブロハンマ取付け	2.8分/箇所
芯材挿入	0.8分/m
バイブロハンマ取外し	2.0分/箇所
芯材1本 (L=3.5m)	14.2分

て挿入を実施した。表-1 に各作業のサイクルタイムを示す。芯材の挿入は、芯材 1 本に対して、芯材建込、ボルト接合、バイブロハンマ取付け、芯材挿入、バイブロハンマ取外しの順で実施し、それを全本数繰り返して行い、芯材 1 本当たり、14.2 分間で行った。また、今回の分割条件において芯材挿入の総施工時間は 66 分であり、首都圏の標準的な電停止間合いで施工可能であることが分かった。

実施工では、線路閉鎖手続きが取れない等により造成から芯材挿入まで数日空いてしまうことが懸念される。そこで、造成後の挿入可能日数を把握するため、改良体造成時の排泥を用いてフロー試験「JIS R5201 セメントの物理試験方法」を行い、フロー値の経時変化を確認した。表-2 に造成後の砂礫層、シルト層における排泥のフロー値の経時変化を示す。スラリーフロー値は芯材挿入の可否を判断するものであり、フロー値が 150mm 以上であれば、流動性が高く、芯材挿入が可能であると判断されている。造成後、3 日後まではフロー値 150mm 以上が確認でき、芯材挿入が可能であることが分かった。

表-2 排泥フロー値の推移

造成後経過時間 (造成後経過日数)	0h (0日)	24h (1日)	48h (2日)	72h (3日)	96h (4日)
日平均気温(東京)	25.9℃	25.5℃	23.6℃	22.1℃	18.7℃
フロー値(砂礫)	150mm以上			120mm	
フロー値(シルト)	150mm以上			130mm	

5. まとめ

東京礫層を含む実地盤において改良体造成を行い、東京礫層が堆積する実地盤において改良体を造成し、止水性確認試験、および芯材挿入試験を実施した。本検討より、得られた知見を以下に示す。

- ・止水性確認試験により、東京礫層の透水係数が $3.51 \times 10^{-4} \text{m/s}$ であったものを改良により $4.20 \times 10^{-6} \text{m/s}$ まで低下させる効果があることを確認した。
- ・芯材の挿入はバイブロハンマを併用して行う必要があり、17.5m の芯材を挿入する総施工時間は 66 分で施工可能であることを確認した。

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.
- 2) 公益社団法人 地盤工学会: 地盤調査の方法と解説, p.512, 2013.