

小土被り水平地盤改良（HEMS）工法による変状防止工の施工

大成建設(株) 千葉支店 正会員 ○田村 憲

大成建設(株) 千葉支店 正会員 金野 正一

東日本高速道路(株) 正会員 門間 正挙 非会員 松村 遼右 石垣 博将

1. はじめに

東京外かく環状道路（以下「外環」）と京葉道路が交差するジャンクション部の施工において（仮称）京葉ジャンクションAランプは泥土圧シールド工法（マシン外径 13.27m）にてランプの構築を行う。

シールド線形は京葉道路をアンダーパスする形となるため、発進部は土被り 0.1D (1.3m) の小土被りとなる。本報告は供用中の市川 IC-E ランプの路下を掘進するための路面変状防止対策について述べる。当該箇所は地上からの施工が困難な場所であるため、機械攪拌による水平地盤改良ができる HEMS 工法（Horizontal Expansion Mixing System）を採用した。

特に本工事では施工例のない水平距離約 23m の長尺施工であるため排泥回収方法や削孔液、固化液の配合、施工管理方法に工夫を行うことで大きなトラブルもなく無事施工を完了した。（図-2、図-3）

2. 工法概要

HEMS 工法は小口径（φ280mm）の特殊二重管拡翼ロッドを用いて改良範囲に対して水平方向にパイロット削孔を行い、削孔完了後、先端の拡翼ビットを最大径 800mm まで拡翼し固化材の注入とともに拡翼ビットを回転させながら一定速度で引き抜くことで、固化材と現地土を攪拌混合し地盤改良体を造成するものである。（図-4）

今回の施工は削孔延長 22.6～25.5m、造成延長 21.1～23.8m、φ800mm 改良体 62 本（3 段）、改良土量 455m³、固化材量 315kg/m³、改良体目標強度 1N/mm² である。沈下管理値は±15mm 以内。

3. 試験施工での課題

前例のない長尺施工（過去最長 19m）および最小土被り 1.8m で供用中のランプ直下での施工であるため、事前に場外のヤードにて現地と同様の地下水位、土層を再現した模擬地盤を造り試験施工を行った。

実験の結果、削孔および改良時におけるスラリーが孔口から上手く排出できなくなり、地盤の隆起や沈下、地表面への逸泥が認められた。

したがって、現地で地盤変状なく施工をするには、これらの課題をクリアしなければならないことが分かった。



図-1 全体概要図

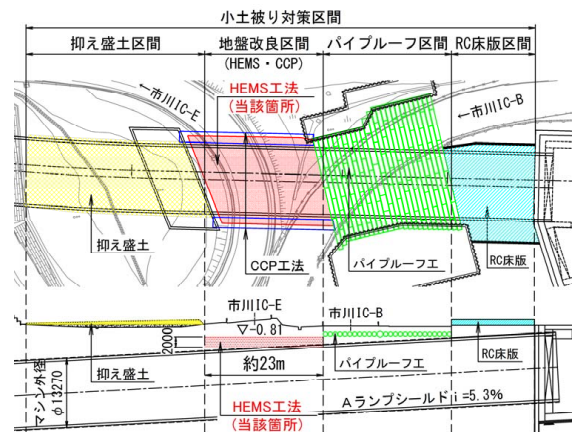


図-2 小土被り対策工 平面・縦断面図

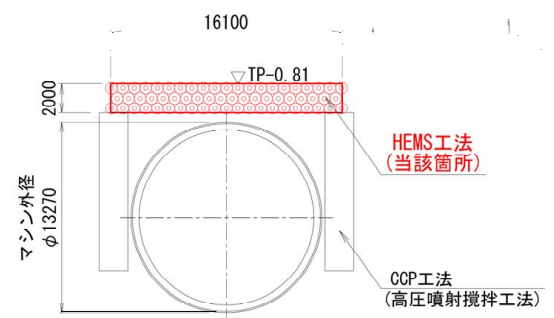


図-3 標準断面図

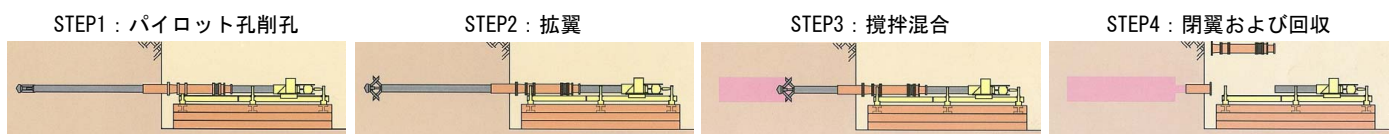


図-4 HEMS 工法施工手順図

キーワード 外環，水平地盤改良(HEMS)工法，長尺施工，排泥回収，小土被り

連絡先 〒272-0014 千葉県市川市田尻 2 丁目 4 番 2 0 号 TEL047-700-4705

4. 削孔・攪拌混合のポイント

排泥が通る水みちとなる隙間（ボイド）は通常施工では7.5mm程度である（図-5）が、今回は長尺施工のため削孔および攪拌混合時にボイドが崩壊しても水みちがある程度確保できるように拡翼ビットをφ550mmまで拡げて削孔を行った。

削孔液はボイドの孔壁を保つため水ではなく膨潤性の高いベントナイト溶液（クニゲルGS）を使用した。

また、試験施工では孔口からは上手く排泥回収ができなかったため孔口より0.5m付近の地上部からφ150mmの塩ビ管による排泥回収孔を設けた（図-6）。

これにより、地表面からのヘッド圧と内部の排泥の圧力が一定に保たれるためロッド周りの隙間が崩壊することなく施工時の排泥は終始良好に排出することができた。（写真-1）

固化材の注入とともに攪拌混合時では、試験施工の結果、排泥を良好に排出するためには100L/min程度の流量が必要である知見を得た。そこで流動性を確保するため目標強度 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ を得られ且つW/Cを大きくできる固化材の配合を見出すため10ケースの試験練を行いW/C180%が上記条件を満たす配合となった。

実施工では固化液吐出量は90L/minで攪拌混合時の排泥を良好に確保することができた。

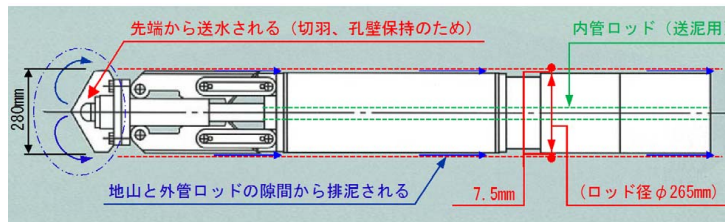


図-5 排泥概要図

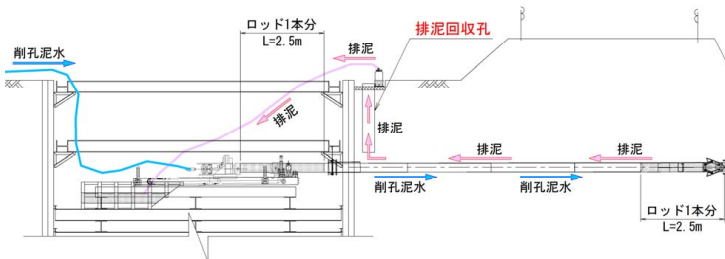


図-6 排泥回収孔



写真-1 排泥回収孔

5. 施工結果

今回のHEMS工法の地表面計測はレーザーレベル計を使用し施工時の変状をリアルタイムに計測し管理を行った。その結果を（表-1）に示す。

施工時の地表面変位量は最大+3.6mm、-6.8mmと許容管理値内に納まり、地表面への逸泥等もなく施工は完了した。

また、地上からのボーリングによるコアサンプリングの一軸圧縮強度の結果も28日強度で $2.4\text{N}/\text{mm}^2$ 以上を確認した。地上の監視のことを考え、削孔・造成は昼勤で行い、段取り替えは夜勤で行った。最終的にはほぼ計画通りのサイクルタイムで施工を進めることができ3.5ヶ月でHEMS工法は完了した。

結果として大きなトラブルもなく順調に施工を終えることができたが、削孔液・固化液の適切な配合と吐出量設定、排泥回収孔による良好な排泥の確保を事前の試験施工により把握し、その管理方法を日々確実に実施したことが成功の要因と考える。

本工事の計画及び施工に際して、ご指導とご協力を頂きました関係者の皆様に深く感謝の意を表します。



写真-2 施工状況

