

新しい盤ぶくれ防止(ZAOS)工法の実施工

銭高組 正会員 ○竹中 計行 宮崎 里志

東京ガス株式会社 北部幹線建設事務所 堀内 俊宏

旭化成建材 前嶋 匡 大阪防水建設社 山下 坦良

三信建設工業 菊地 将郎

1. はじめに

ZAOS 工法は、既存の超高圧噴流注入（以後、改良体と呼ぶ）と引抜き抵抗を有する引抜き杭（以後、ハイブリッドパイルと呼ぶ）を組み合わせて盤ぶくれを防止する工法である。¹⁾ハイブリッドパイルは、鋼管杭頭部にスクリーを取付け、杭下端にファブリック球根を取付けたものである。本工法は、改良体とハイブリッドパイルを併用して揚圧力に抵抗することにより、従来の底盤改良厚さを半分以下にすることができコスト低減・工期短縮を図ることが可能である。本工法を実用化するにあたって、これまでハイブリッドパイルと改良体のせん断耐力試験、ハイブリッドパイルと改良体の施工性試験等を行い、その安全性・確実性を確認してきた。²⁾この度都市ガス輸送幹線建設現場において、初めて ZAOS 工法を施工したので、その施工結果について報告する。

2. 工事概要と地盤概要

本工事は、一級河川を横断するヒューム管（管径 800）を推進機で布設するものである。立坑の土留め壁は鋼矢板であり、図 1 に示すように、発進立坑は平面 3.2×6.8m、掘削深さ 11.1m で、到達立坑は平面 4.4×6.0m、掘削深さ 10.9m である。地盤は、GL-10m 付近までは N 値 0~20 までの砂地盤と粘性土地盤の互層地盤である。最終掘削床以深の地盤は、GL-13.4~15.4m までは N 値 12 の粘性土地盤で、GL-15.4m 以深は N 値 40 以上の砂地盤である。地下水位は GL-2.1m と高く、GL-15.4m の粘性土地盤下端に 0.133MPa の水圧が作用し盤ぶくれの発生が懸念された。そこで、到達立坑は ZAOS 工法で施工し、発進立坑は難透水層まで土留め壁の根入れを長くし、底盤以下の砂層を薬液注入する方法で盤ぶくれを防止する計画とした。

3. ハイブリッドパイルの設計

設計に使用する荷重の考え方は、「土木学会トンネル標準示方書（開削工法編）・同解説」の盤ぶくれに準じて行った。

設計の手順は次の通りである。①不足荷重（揚圧力から土砂重量とせん断抵抗を差し引いたもの）と、②ハイブリッドパイルの最小引抜き力を求め、③ハイブリッドパイルの本数を算出した。この結果、底盤改良を 1.5m 施工すると、不足荷重は 364kN、ハイブリッドパイル 1 本当たりの最小引抜き力は 293kN となり、ハイブリッドパイルは 2 本必要である。

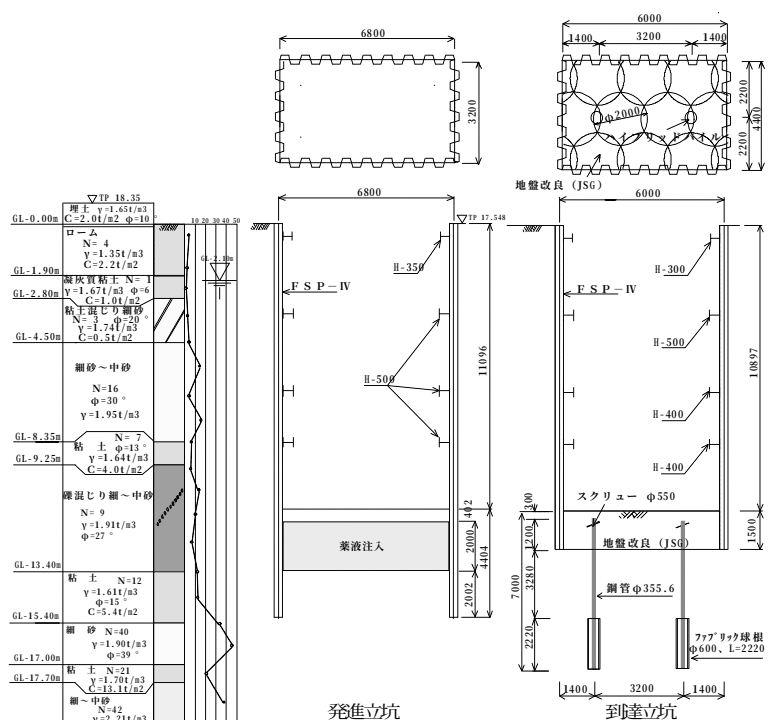


図1 発進立坑と到達立坑

立坑、盤ぶくれ、改良体、引抜き杭、

〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー24F TEL 03-5323-3861 FAX 03-5323-3860

4. ハイブリッドパイルの施工と改良体の施工

施工は、先ずハイブリッドパイルを2本建込み、その後、ハイブリッドパイルを取り囲むように高圧噴射系の地盤改良工（JSG）を14本行った。ハイブリッドパイルは、スクリーウの周囲に未改良部分が生じないように改良体のラップ位置に配置した。ハイブリッドパイルは、削孔精度、配置精度とファブリック球根の注入圧力と注入量の管理に留意して施工を行った。立坑掘削完了後に確認した結果、ハイブリッドパイルは建込み精度 1/200 を確保することができた。地盤改良工は、削孔の曲がりが生じるとスクリーウ付近に未改良部が発生し、ハイブリッドパイルの引抜き力が設計どおりに発揮されない可能性がある。そこで、削孔精度を確保するため、削孔速度に十分時間をかけて慎重に施工した。立坑掘削完了後に確認した結果、改良体は所定の位置に精度良く造成されており、改良体と土留め壁および改良体とハイブリッドパイルの境目からの漏水はなく、掘削底面の止水性は確実にできていることを確認した。

5. 計測結果

改良体の中央部分に設置した層別沈下計のデータを図2に、ハイブリッドパイルに設置したひずみ計のデータを図3に示す。図2より、改良体の挙動は最終掘削直前まで変化はなかったが、最終掘削時に約 1mm の隆起現象が見られた。図3より、ハイブリッドパイルには掘削の進行に伴い引張力が作用しており、その最大引張力は球根上部で設計の約 1.5 倍の 290kN/本であった。設計より大きな引張力が作用した原因として、掘削により揚圧力の影響だけでなくリバウンドの影響を受けたものと考えられる。ハイブリッドパイルに大きな引張力が生じたが、改良体にクラックは発生しておらず、底盤改良部分からの漏水は見られなかった。

5. おわりに

現場施工の結果、ZAOS 工法が盤ぶくれやリバウンドによる底盤の膨れ上がりを防止することができ、無事に立坑掘削工事を完了することができた。今後、盤ぶくれとリバウンドの影響分析を行うとともに、施工を積み重ね、技術の改良・開発を行う所存である。

【参考文献】1)深田、森他、盤ぶくれ防止工法の開発-盤ぶくれ防止工法の概要と設計の考え方、第57回土木学会年次講演概要集 VI361、2)竹中、大和他、盤ぶくれ防止工法の開発-ジェットグラウト改良体とスクリーウパイルの引抜き試験、第57回土木学会年次講演概要集 VI362



写真1 ハイブリッドパイル



写真2 ハイブリッドパイルの施工

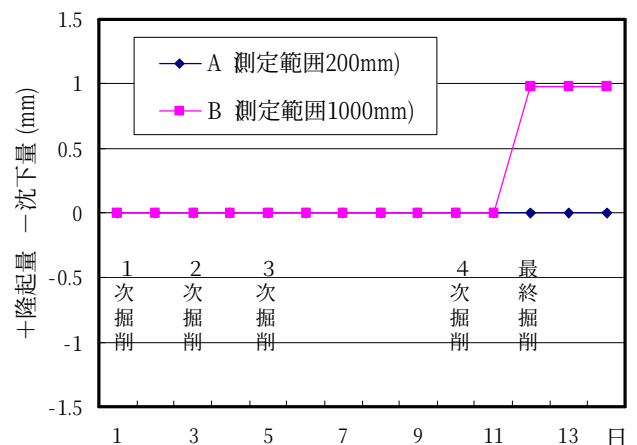


図2 層別沈下計の計測結果

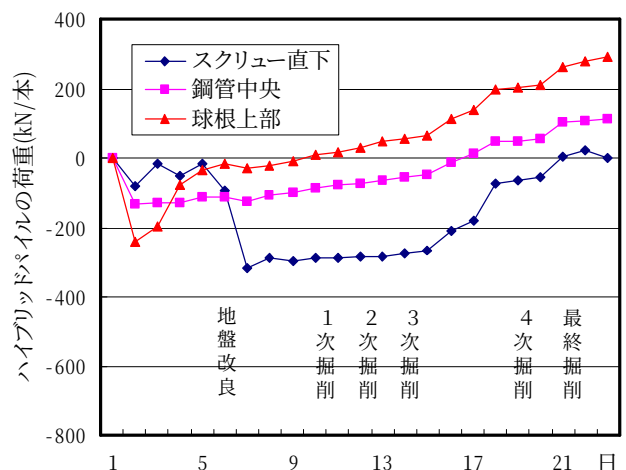


図3 ハイブリッドパイルの荷重の計測結果