

大断面低土被り条件下におけるトンネル真円度向上実績

鹿島建設(株) 正会員 ○木村和久 柴田佳彦 紀伊吉隆 新川健二 高柳哲
東日本高速道路(株) 村田賢士 児玉亮治 尾関淳
計測技研(株) 橋村義人

1. はじめに

本工事は、大断面Φ15.0mかつ低土被りの道路シールドトンネル構築であり、シールドマシン発進に必要な発進立坑での仮組セグメント組立時のセグメント変形や、低土被り部での一次覆工のセグメント変形が懸念される。その対策として、発進立坑での仮組セグメントの変形抑制として形状保持架台を計画し、低土被り部でのセグメント変形抑制として、シールドマシン機内にてセグメント組立直後に計測可能な真円度自動測定システムを導入して1リング組立毎に測定し、その結果を組立方法にフィードバックして高精度な一次覆工真円度を確保した。その実績について報告する。



写真-1 セグメント組立完了状況

2. 施工概要

2.1 全体工事概要

本工事は、首都圏中央連絡自動車道の一部となる横浜環状南線公田IC～栄IC間(片側3車線)のシールドトンネルで延長約2.1kmの工事である。シールド区間は、延長約1.7km(覆工外径15m、離隔約1m)の上下線併設トンネルであり、非常駐車帯幅部を2箇所(上下線各1箇所)、道路面下に避難通路を設置する。

工事名：横浜環状南線公田笠間トンネル工事

発注者：東日本高速道路株式会社

施工者：鹿島・竹中土木・佐藤工業特定建設工事共同企業体

工事場所：神奈川県横浜市栄区飯島町～公田町

工期：2016(H28).4.6～2024(R6).3.24

主要工事数量

- ・マシン外径 Φ15,280mm
- ・覆工外径 Φ15,000mm
- ・覆工内径 Φ14,200mm
- ・覆工延長 3,448m (1,724m×上下線)
- ・坑内避難通路 3,245m (ボックスカルバート)
+203m (避難口15箇所・貯水槽2箇所)

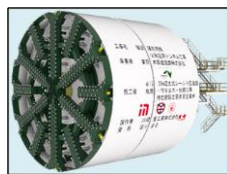


図-2 本工事施工区間位置図

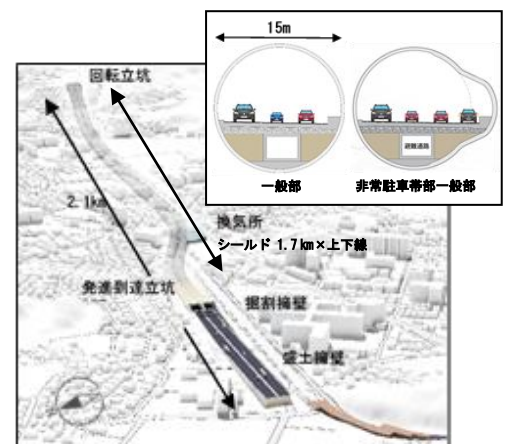


図-3 路線鳥瞰図とトンネル断面図

2.2 発進部概要

発進部は、縦断勾配5.65%の下り勾配で土被り1mである(図-4)。低土被りであることから、地上部は盛土に加えて敷鉄板を埋設して上載荷重の増加を図っている(図-5)。

シールド坑内は、鋼製中詰めセグメントによる自重、鋼製インゴット、避難通路のボックスカルバートでトンネル浮上り対策としている(図-5)。

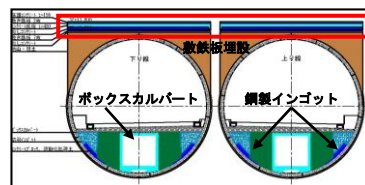


図-5 シールド坑内浮上り対策

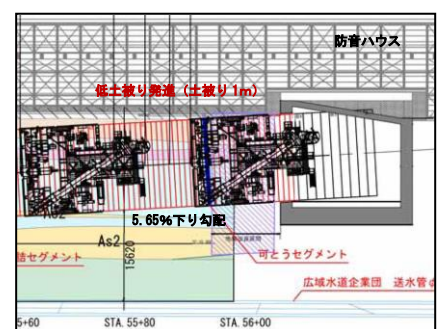


図-4 低土被り発進部縦断面図

3. 施工計画

3.1 仮組セグメント真円度確保対策

発進時における仮組セグメントの組立は合計 9 リング、延長 13.5m となる。発進立坑内で組み立てることから、側圧も無く自重による横伸長で 54mm 変形する解析結果となった（図-6）。このことから、発進立坑内の仮組セグメントの左右下半部に形状保持架台（写真-2）を計画し、変形量を抑制する対策とした。なお、真円度の管理基準値は直径の 1/250 (±60mm) である。

	仮組セグメント (形状保持架台あり)	仮組セグメント (形状保持架台なし)
変形量	10mm	54mm
変形図		
セグメント仕様	幅 : 1500mm、桁高 : 400mm、主桁 : 19mm×3本	

図-6 セグメント変形解析結果

3.2 真円度計測管理対策

シールドマシン機内に真円度自動測定システムを 3 台配置（図-8）し、セグメント組立直後に組立精度を即時に確認する。その測定結果を次リング組立方針に反映し、上下左右の変形量を少しずつ修正する。掘進初期のセグメントは鋼製中詰めセグメントで、ボルトによる締結構造であることから、ボルト径 (Φ45mm) とボルト孔径 (Φ50mm) の差を利用して改善する対策とした。目標とする真円度は 1/1,000 とし、組立時間の短縮効果も期待した。

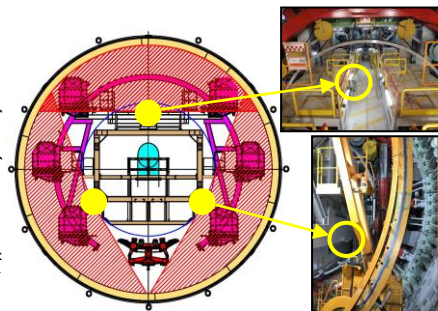


図-8 システム配置図

4. 施工実績

仮 1R～仮 4Rまでは高精度に組み立てることが出来たが、以降、初期掘進を開始し、シールドマシンの姿勢制御や掘進推力の影響で一時的に組立精度が低下した。しかし、本設の鋼製中詰めセグメント組立から真円度自動測定システムの使用を開始し、1R毎の計測とフィードバック組立を繰り返し、精度の向上を図った。結果、表-1に示すとおり目標とした 1/1,000 の精度に近づいた。この組立精度向上に伴い、セグメントの組立時間は当初 3.5h 程度を要していたが、後半は 2.0h 程度で組立を完了している。

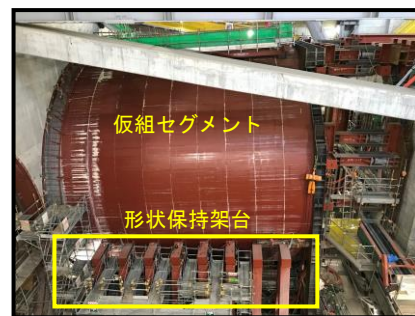
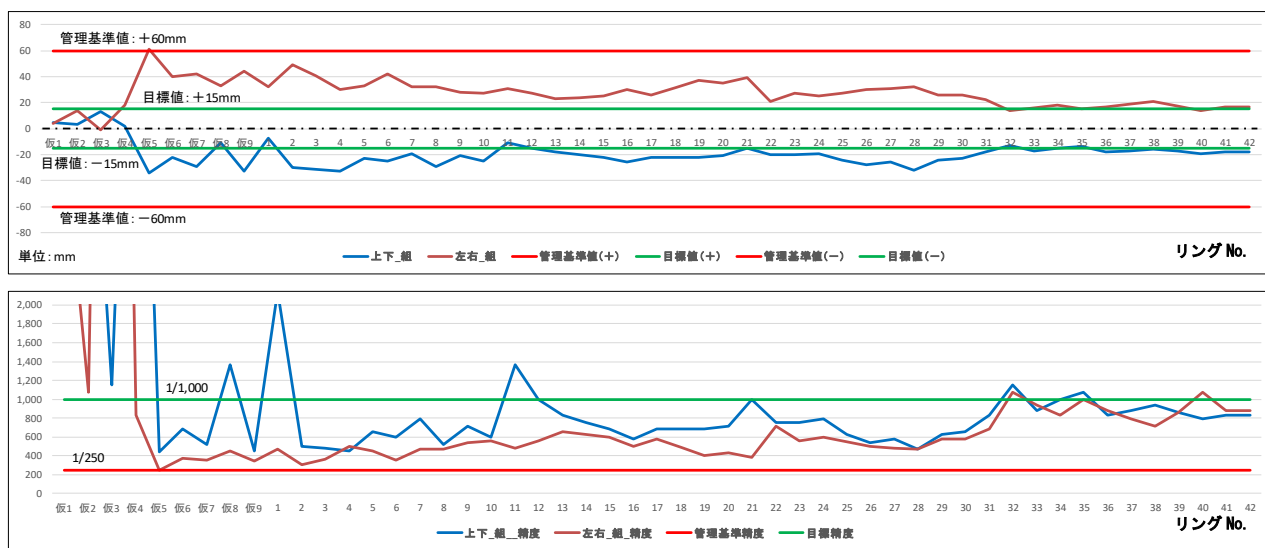


写真-2 形状保持架台状況

表-1 セグメント真円度精度管理グラフ (上表：上下・左右の変形量、下表：上下・左右の精度)



5. まとめ

今後、トンネル平面線形は直線から 600mR の曲線へ変化し、縦断勾配も縦断曲線を経て変化する。また、セグメント種別も鋼製中詰めセグメントのボルト締結から合成セグメントのワンパス継手へと変化する。ことから、引き続き真円度を常時監視して組立作業にフィードバックし、高品質高精度なトンネルを構築していく。

キーワード シールド、大断面、低土被り、浮上り、真円度、自動計測

連絡先 〒244-0842 神奈川県横浜市栄区飯島町 28-6 鹿島・竹中土木・佐藤工業 JV TEL 045-443-9843