

小口径シールド掘進における真円度測定機の適用および実績

一桜町北湊雨水貯留管築造工事報告一

北九州市上下水道局

鹿島建設(株)

計測技研(株)

正会員

大友 充

正会員

柴田光義

紀伊吉隆

橋村義人

西村宗和

阿部 聡

○藤原伸輝

1. はじめに

本工事は、福岡県北九州市若松区の浸水被害の軽減、響灘の水質保全を図るための雨水貯留管（セグメント内径：3.4m，トンネル延長：1,516m）を泥水式シールド工法にて築造する工事である（図-1）。本工事では、本設構造物であるセグメントの品質確保を念頭に真円度自動計測システムを採用した。狭隘な小口径の泥水式シールドへの本システムの適用は、本工事が初めてとなる。また、本システムを使ってセグメントがマシンテールから地山に出た際の真円度の変化についての計測も実施した。

本文では、それらの設置方法および真円度測定結果について報告する。

2. 真円度自動計測システムの概要

2.1 背景

従来の真円度計測は、マシンに装備したテールクリアランス計を用いて行われていた。この場合、土水圧やカーブ施工などの影響を受けて変化するマシンスキンプレートの変形が考慮されず、仮想値での測定が行われていた。一方、レーザー距離計による手動測定（写真-1）では高い精度を確保できる反面、測定自体に時間を要し、掘進・施工サイクルが低下するという課題があった。

そこで、平面・縦断共に線形変化の大きい本工事において、高品質なトンネル構築のために、真円度を迅速かつ正確に測定できる自動測定システムが不可欠であると判断した。

2.2 概要

セグメント真円度測定に対し、回転式レーザー距離計（図-2）を使用した真円度自動測定システムを適用した¹⁾。これは、レーザー距離計をマシン前胴の中心付近に設置し、そのレーザー光線を360度回転する小型ミラーで90度方向に屈折させることにより測定する方法である。これにより、瞬時にセグメント真円度およびマシン内径測定が可能となった。図-3に測定概要図を示す。

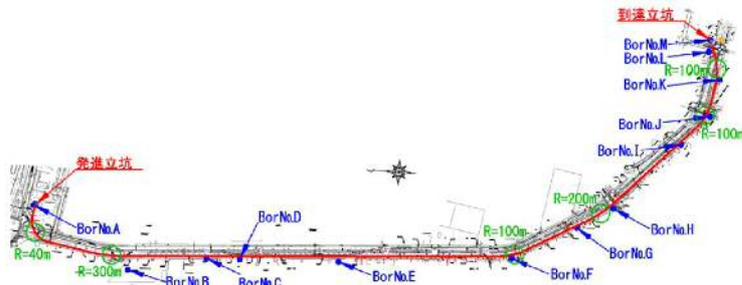


図-1 平面線形



写真-1 手動測定の状況

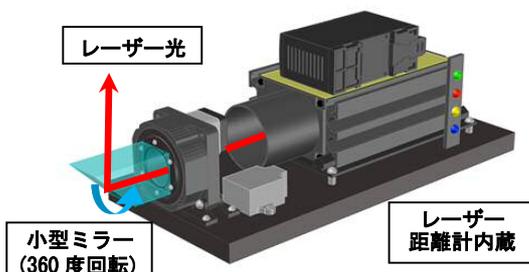


図-2 回転式レーザー距離計

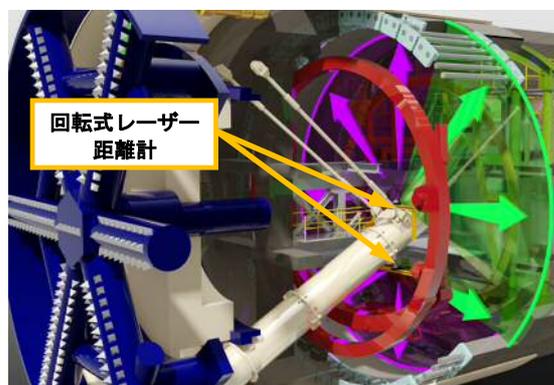


図-3 測定機の概要

キーワード 泥水式シールド, 品質管理, 真円度自動計測, 真円度の変化

連絡先 〒660-0803 兵庫県尼崎市長洲本通 1-14-1 計測技研(株) TEL.06-6401-2288

3. 設置方法

本工事では、切羽に上下2台の測定機を設置することでN-1リングの真円度を確認し、その場で切羽作業員にNリングの組立指示をすることで真円度を管理した。さらに初めての取組みとして、セグメント内径の変化を捉えるために、マシンテール外となる後方部にも測定機を1台設置した。後方測定機は、水平アームを用いることで後部デッキの端より約640mm坑口側に設置した。これにより、真円度測定に不可欠な上下・左右方向の測定点を確保し、測定精度の向上を図った。写真-2に前方に取り付けた測定機を、写真-3に後方測定機設置用の水平アームを示す。



(a) 前方上部



(b) 前方下部



写真-3 水平アーム (後方)

写真-2 前方に取り付けた測定機

4. 測定結果と品質確保

4.1 測定結果

図-4に真円度の自動測定結果を示す。平均真円度は組立直後の前方で1/727、マシンテール外に出た後方(曲線区間は除外)で1/1020であった。これはセグメントがマシンテール外に出た際に、裏込め材を介して土水圧

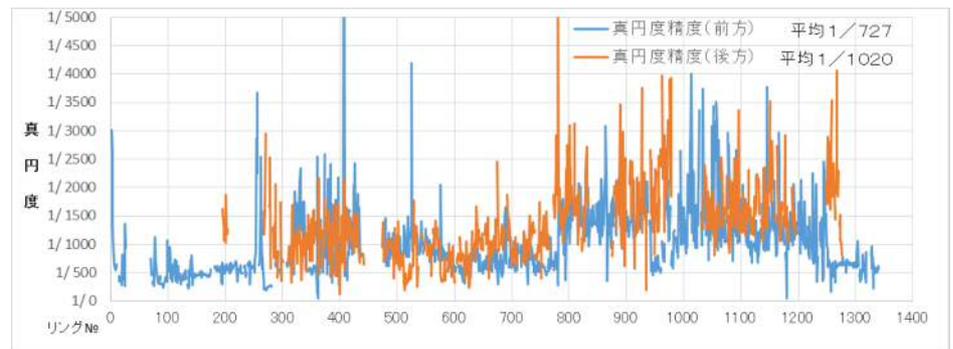


図-4 真円度の自動測定結果

などの外圧を受けることで真円に矯正されたことを示していると考えられる。なお、平面・縦断曲線区間での後方測定機のデータは、「後部デッキに取り付けられた後方測定機の向き」と「測定対象リングの面向き」が異なっていることから、レーザー光線と測定するセグメント内面が直交せず、正確な測定ができなかった。これは今後の課題である。これについては今後もデータを整理していき、考察を進めたい。

4.2 品質に対する作業員の意識向上への寄与

真円度の自動測定結果画面を後続台車に設置したことにより、エレクターマンが自ら前リングの真円度を確認する姿勢が見られた。また、昼方・夜方で自然と真円度を競い合う様子も見られ、マシンオペレーターとエレクターマンによる自主的な組立管理も実現した。このように本システムは、品質確保に対する作業員の意識向上と慣れによる怠慢の防止に寄与し、品質面・安全面の双方で大きく貢献したと考える。今後は、本システム使用による品質向上および更なる自動化に繋げていきたい。具体的には、真円度測定結果を定量的に点数化することにより切羽作業員のセグメント組立意識向上に寄与する環境づくりなどを整備中である。

5. おわりに

本工事は2018年2月をもって竣工を迎えた。本工事で新たに取り組んだ真円度自動測定システムによる品質・安全意識の向上策およびセグメント挙動の実績が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 渡辺真介, 紀伊吉隆, 盛岡義郎, 橋村義人: シールドトンネル真円度自動測定システムの開発と実績, 第69回土木学会年次学術講演会, pp.1293-1294, 2017.