

シールド工のセグメント面向き計測と最後端部クリアランス計測システムの現場適用

戸田建設株式会社	正会員	○中村	太三
戸田建設株式会社	非会員	山崎	友誉
戸田建設株式会社	正会員	本合	弘樹
株式会社きんそく	非会員	伊藤	憲二

1. はじめに

シールド工事では、急曲線施工においてシールドテール部でのセグメントのせりを防ぐためテールクリアランスの確保、シールド機の方角性を保つためにセグメント組立後の面向きが重要になる。セグメント面向き計測付テールクリアランス計でセグメント前面のテールクリアランスとセグメント面向きを計測し、座標化することで計算プログラムにより後端でのクリアランスを求めるシステムを開発した。本稿では、計測装置の概要と現場実証実験について報告する。

2. テールクリアランス自動計測装置の概要

写真-1 に本計測装置を示す。本計測装置は、高さ 150mm、幅 100mm、奥行き 150mm であり、カメラには一般的な WEB カメラ（有効画素数：約 200 万画素、撮影距離：30cm～無限遠）を使用し、レーザー照射装置として、小型レーザーモジュール（LD 素子波長：635nm、出力：クラス 2 相当、1mW 以下）を採用している。今回の面向き計測に用いる装置は、既存のクリアランス計測装置にレーザー距離計を追加した構成である。レーザー距離計には Dimetix 社製高精度レーザー距離計（測定範囲 0.05～100 m 測定精度 ± 1.0 mm）を採用し、遠隔制御によりセグメント側面までの距離を計測、演算処理を行い面向きを算出する。

3. セグメント面向き計測システム概要

図-2 にセグメント面向き計測システム概要図を示す。セグメント面向きはレーザー距離計を追加設置したテールクリアランス計測装置をシールド機テール部に 3 台組込み、セグメント端面の面向きを計測する。

4. シールド機後端部クリアランス演算

1) レーザーの計測距離から P1,P2,P3 を座標化してセグメント端面の面向きとシールド機姿勢から、その法線ベクトルを算出する。

2) 計測した前部のクリアランスと面向きの法線ベクトルを元にシールド機後端部のクリアランス値を算出する。

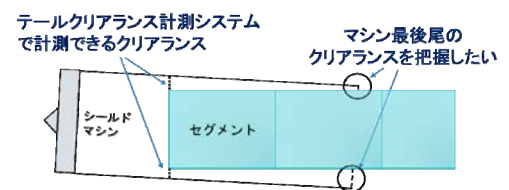


図-1 開発イメージ図

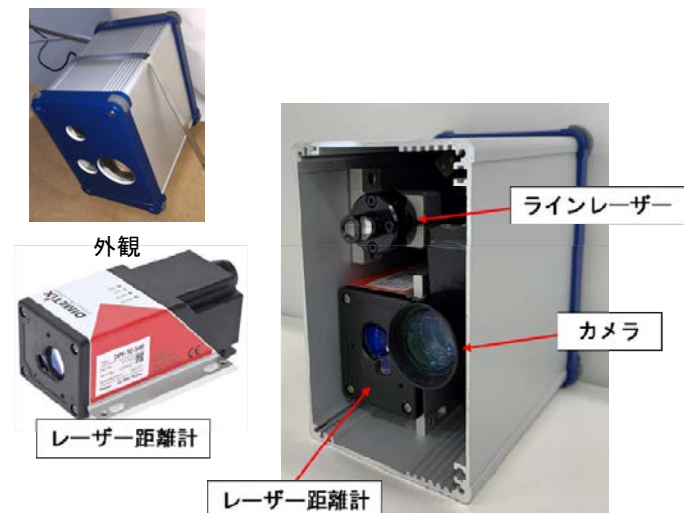


写真-1 クリアランス・面向き計測装置

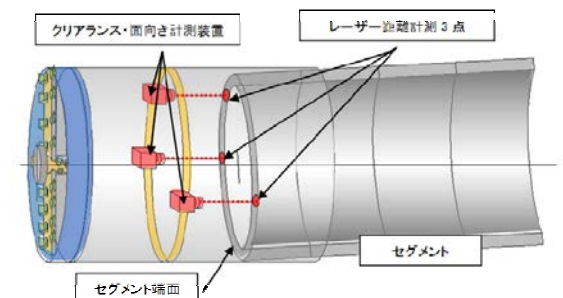


図-2 セグメント面向き計測概要図

キーワード：シールド、テールクリアランス、計測装置、カメラ、レーザー距離計

連絡先 戸田建設株式会社 東京都中央区八丁堀 2-8-5 TEL0120-805-106 FAX03-3551-8912

3)計測後に演算した値を PC に伝送し、セグメントの面向き計測および切羽側、後端部のクリアランスを計算モジュールによって計算し、8 方向表示させ、監視していく（図-3）。

5. 現場実証試験

本計測装置の測定精度確認のため、現場実証実験を行った。（写真-2）

5.1 方法

シールド機ジャッキ根元に計測装置を設置し計測。

5.2 問題点と対策

1)テールクリアランス計測

テールクリアランス計測値は手動計測と比較し誤差は平均で 1.4 mmであったが、標準偏差が 9.5 mmとばらつきが生じていた。対策として、補正係数を調整する事で標準偏差 2.5 mmまで精度が向上することができた（図-4）。

2)レーザー距離計測

①工場実験計測の対象物停止時計測と違い、連続してジャッキの伸長する施工環境では、レーザー距離計の計測で 3 台の時間の 30～40 秒のずれから、実際のストロークとの誤差が上,右,左で違った傾向で生じることが判明した（図-5）。セグメント面向きはレーザー距離計から算出するため、誤差を持った計測値では正確な面向きとならない。対策としてレーザー距離計 3 台をほぼ同時(1 秒以内)に測定を行うように改良した。

②計測タイミングを調整改良後、精度検証を行った。掘進管理から取得した左右のジャッキストロークと比較したところ、レーザー距離計がジャッキストロークの動きに追従していない事、リング毎に同じ計測のパターンを示している事が判明した（図-6）。原因として、レーザー距離計とクリアパネルの距離が計測値に影響していることがわかった。対策としてクリアパネルとレーザー距離計が密着するように機器レイアウトを変更した。

6. おわりに

面向き計測付テールクリアランス計を開発し、計測装置の概要と現場実証実験について報告した。今後も、今回のシールド現場実証実験で、あきらかになった問題点に対して改良を行い、より高精度な計測装置の開発、実用化に向けて取り組む予定である。

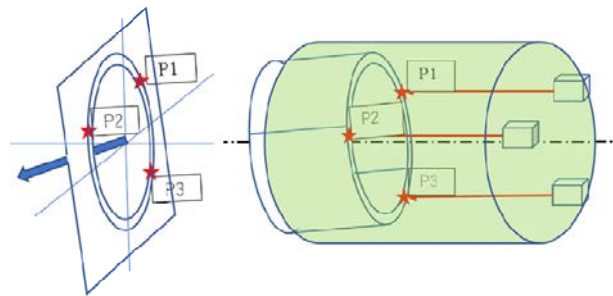
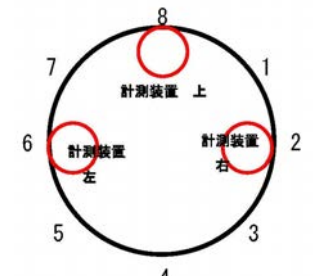


図-3 セグメント面向き計測概要図



上部 機器設置状況



計測装置と8方向のクリアランス値 イメージ図

写真-2 現場実証試験状況

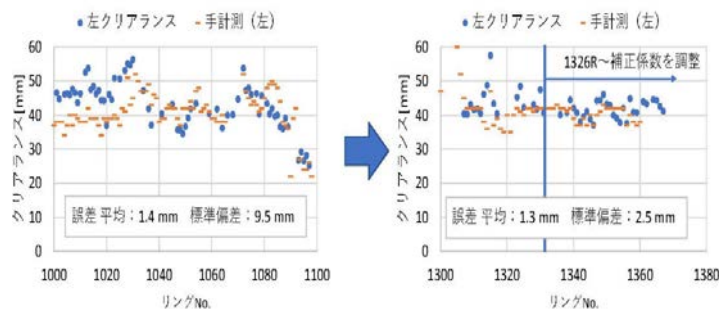


図-4 テールクリアランス計測結果

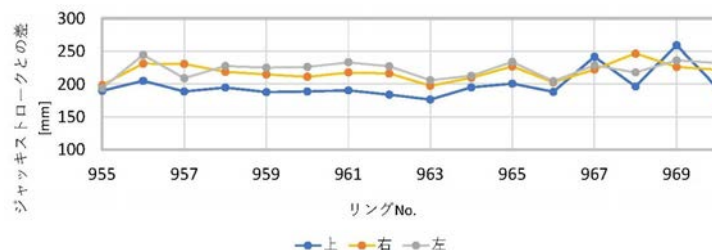


図-5 ジャッキストロークと計測結果

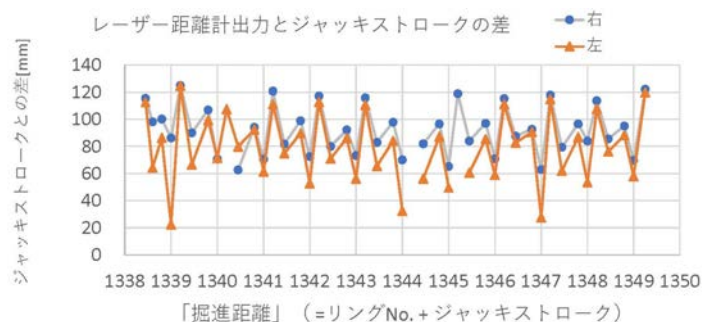


図-6 再計測結果