

## シールド工法のAI化技術の開発 その3 (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)

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 市川 政美  
 戸田建設株式会社 非会員 山崎 友誉  
 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、シールドジャッキの支圧反力となるセグメント面はシールド機の方向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。今回、今までジャッキストロークやメジャー計測、下げ振りで行っていたセグメント面向き計測をレーザー距離計を使用しリアルタイムに正確に計測することを可能とした。また、切羽側のクリアランスは令和3年年次学術講演VI-374で報告したテールクリアランス計で計測可能であるが、シールド機最後端のクリアランスは物理的に計測することが難しい(図-1)。セグメントがシールド機を出ていく時に接触してこの部分でのセグメントの欠けや割れ、締結部への過大な応力がかかり損傷が多く発生している。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、計測装置の概要と室内測定実験について報告する。

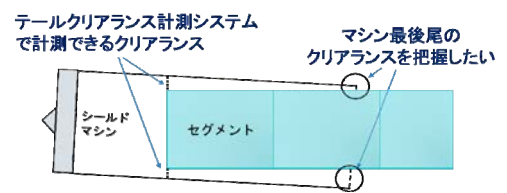


図-1 開発イメージ図

### 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0.05~100m、測定精度±1.0mm)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。

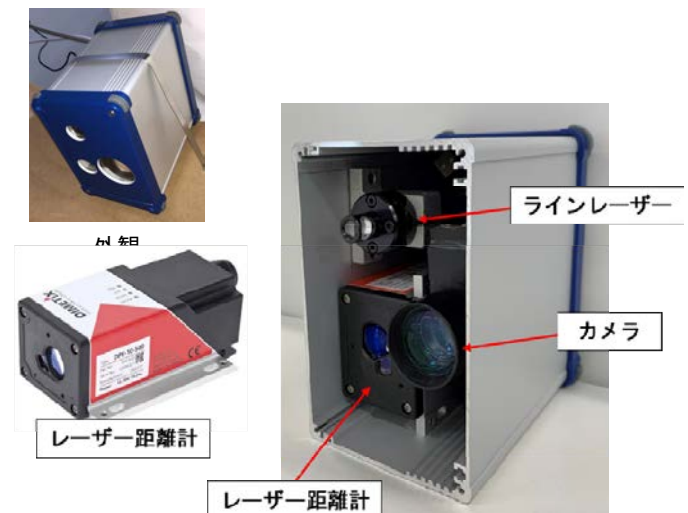


写真-1 クリアランス・面向き計測装置

### 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。

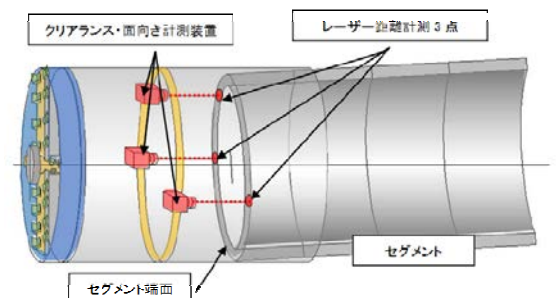


図-2 セグメント面向き計測概要図

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

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

#### 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。

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。

#### 5. 室内テスト

本計測装置の測定精度を確認するため、現場測定実験のシールド機の1/2モデル(φ1m)にて室内テストを行った。(写真-2)

##### 5.1 方法

- ・面向き計測用模型に計測装置を設置
- ・セグメント前面 8 方向のクリアランス値をコンベックス、直定規を用いて確認
- ・マシン最後端 8 方向のクリアランス値を確認
- ・計測装置からセグメント前面までの距離計測
- ・掘進管理システムシミュレーターで連続計測を実施
- ・計測結果に対し、セグメント前面とマシン最後端 8 方向の実測値を比較

##### 5.2 計測結果

計測結果を図-4に示す。クリアランス計測装置の計測誤差は、最大 3mmであったが、8 方向の演算処理を行い演算によるクリアランス値と実測値を比較した結果では、セグメント前面で最大 10mm、マシン再後端で最大 16mmの誤差が確認された。そこで、再度システムの撮影・画像処理プログラムのパラメータ値を調整し、再度計測テストを行った結果を図-5に示す。計測装置での計測誤差は、最大1mmまで低減することができた。

計測装置実測箇所以外のクリアランスはセグメントを真円として演算処理をしているため、誤差が生じる可能性があり、さらに演算精度の向上を図る為には、セグメントの変形を計測する方法が必要であると考える。

#### 6. おわりに

カメラとレーザー光を利用した非接触型の新たなテールクリアランス自動計測装置を開発し、計測装置の概要と室内測定実験について報告した。今後は、現場での測定実験で、新たに発生する課題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。

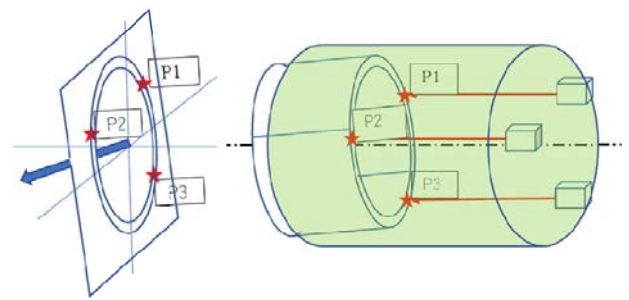
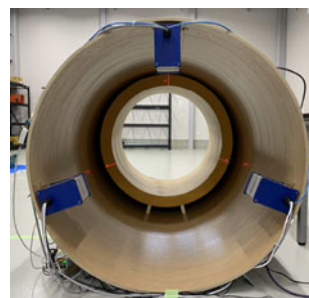


図-3 セグメント面向き計測概要図



計測装置と8方向のクリアランス値 イメージ図

写真-2 室内試験状況

	クリアランス値 (セグメント前面)		
	計測値[mm]	実測値[mm]	誤差[mm]
計測装置 1	26.6	26	1
計測装置 2	42	45	-3
計測装置 3	44.6	46	-1

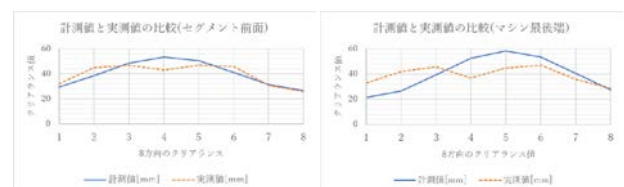


図-4 計測結果

	セグメント前面		
	計測値[mm]	実測値[mm]	誤差[mm]
計測装置 1	25.84	26	0
計測装置 2	44.73	45	0
計測装置 3	47.03	46	1

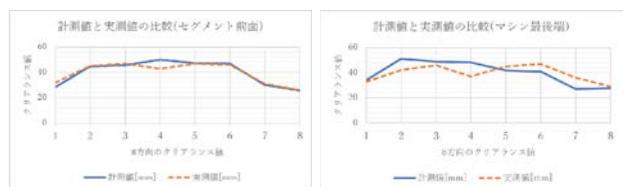


図-5 再計測結果