

VI-82

セグメント自動組立装置を用いた施工

前田建設工業㈱ 正会員 野田 賢治

山下 純一郎

1. はじめに

シールド工事においてセグメント組立作業は、足場の悪い狭隘な場所での作業であるために、無人で組立を行うことができるセグメント自動組立装置の現場への導入が要求されていた。ここ数年の間に急速にその開発が進められ、現在では開発段階から実用段階に入っている。このたび、実施工に向けて日立建機㈱との共同研究により開発を進めてきたセグメントの自動組立装置を建設省麻布共同溝工事（延長約973m、シールド外径 $\phi 6,040\text{mm}$ 泥土圧式シールド工法）に導入し、現在施工中である。

2. 自動組立の概要

本装置の自動化の範囲は、セグメント供給→セグメント把持→粗位置決め→微位置決め、およびジャッキ伸縮とし、ボルト締結は手動とした。使用セグメントは、外径 $\phi 5,900\text{mm}$ 、厚さ 250mm 、幅 $1,000\text{mm}$ のRCセグメントである。

自動組立の概略フローを図-1に、概要図を図-2に示す。

微位置決めまでの動作は、以下の通りである。

- ①セグメント供給装置にセグメントをセットし、開始ボタンを押すことにより自動組立がスタートする。
- ②供給装置内でセグメントを位置決め固定する。
- ③供給装置がシールド機デッキ下部を把持位置まで前進する。
- ④視覚センサーにより把持金具を確認し、把持装置によりセグメントを吊り上げ、エレクタ本体に固定する。
- ⑤供給装置が後退する。
- ⑥数値制御により、所定の位置付近までの位置合わせを行う。
- ⑦視覚センサーにより、既設のセグメントとの相対位置を検出しながら微位置合わせを行う。

3. 装置の概要

組立装置は、以下のような構成となっている。

- ①セグメント自動供給装置
- ②セグメント把持装置：供給装置の左右の位置を近接センサにより検知し、把持金具をレーザーセンサにより検知する。図-3に示すようにエレクタの把持部をこの把持金具に位置合わせし、セグメントを吊り上げエレクタ本体に引きつけ固定する。さらに、ボルトボックス4箇所に振れ止め装置を固定する。

図-3 セグメント把持部

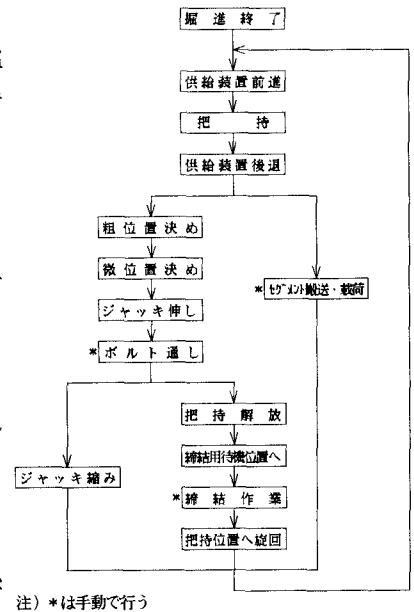


図-1 自動組立概略フロー

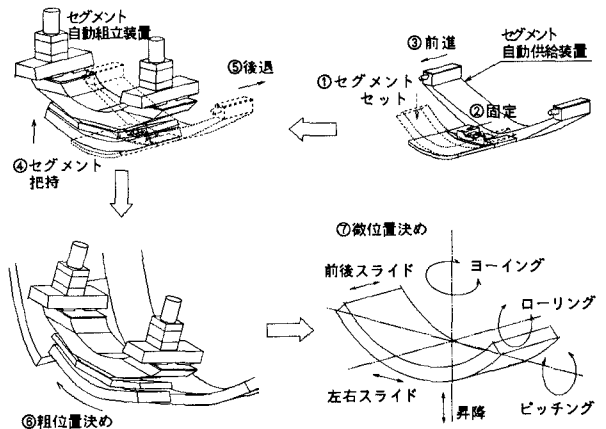
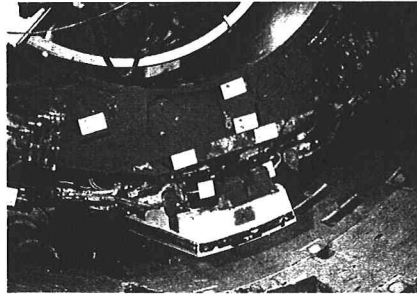


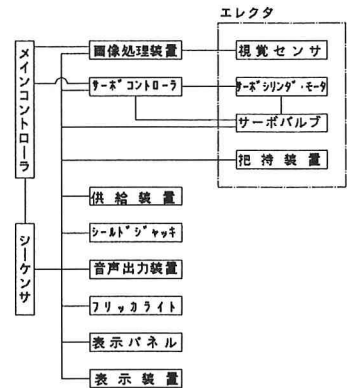
図-2 自動組立概要図

- ③エレクタ本体：エレクタ本体は、旋回、昇降、前後スライド、横スライドおよびセグメント姿勢（ヨーイング、ピッチング、ローリング）の7自由度の制御機能を持つ。



セグメント自動組立装置

- ④制御装置：メインコントローラ（パソコン）を中心とした制御装置により、各装置の制御、画像処理、演算、設定値の変更などを行う。制御システム図を図-4に示す。



- ⑤視覚センサ：視覚センサは9台設置されており、各ピースに対して3

箇所から既設セグメントとの段差および隙間を光切断法によって検出し、図-4 制御システム図
組立ピースの既設セグメントとの相対位置および姿勢を計算により求める。光切断法の概念図を図-5に示す。

- ⑥表示装置：後方台車のキャブ内に、組立作業状況、組立セグメントと既設セグメントの相対位置・姿勢などを表示する。また、セグメントの種類、組順のなどの設定変更を行う。

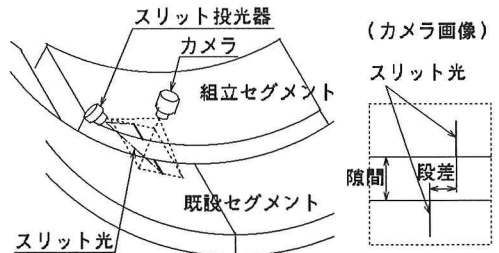


図-5 光切断法概念図

4. 安全対策

今回の組立作業の自動の流れの途中で、ボルト挿入およびボルト締結作業は手動で行う。そのため、以下のような安全対策のための装置を設置した。

- ①シールド機のデッキ上に表示パネルを設置し、組立装置の現在の作業状況および異常情報を表示している。
②装置の動作に合わせて、作業状況に応じて音声を発する。
③組立装置の各部にタッチセンサーが設けられており、非常時にこれに触れると停止する。
④フリッカライトを設置し、緑色の点滅の場合は危険区域に立ち入り可能、赤色の点滅の場合は危険区域に立入禁止とした。

5. 組立時間

各装置の性能などから組立時間を計算すると自動の部分の所要時間は表-1のようになる。

1 リング当たりの自動の部分の所要時間は、約50分程度である。

6. おわりに

本稿作成時においては初期掘進中で、設定値の調整などを行っている段階であり、詳細のデータなどは講演会の場を借りて発表する予定である。今回の装置は、施工スペースおよび組み立て時間を考慮してボルト締結に関しては人力で行なったが、これは全自動への1ステップとしてのものであり、安全面と省力化を考えれば締結まで自動で行うべきである。また、自動化に適したセグメントの継手であるコッター式継手およびクイックジョイントもすでに実用段階に入りつつあり、従来の組み立て時間・精度と同等以上の全自動組立の実施工を行うことが今後の課題である。

表-1 自動組立所要時間(セグメント1ピース)

工 程	所要時間
次回組立箇所	
シールドジャケット縮み	71"
把持位置へ旋回	52"
供給装置前進	21"
把持	35"
供給装置後退	22"
粗位置決め	48"~145"
微位置決め	80"~124"
シールドジャケット伸ばし	46"
把持解放	31"
ボルト締結時エレクタ待避	52"
キセグメント用粗位置計測	82"
エレクタ原点戻り	52"

*シールドジャケット縮みは他との並行動作となる