

VI-80 セグメント自動組立システムの開発（その1）

西松建設㈱	技術研究所	正会員	○野本 寿
西松建設㈱	技術研究所		田中 勉
西松建設㈱	土木設計部	正会員	藤井利侑
西松建設㈱	機材部		内田克巳

1. はじめに

シールド工法に関する技術開発テーマには、大断面化、断面の多様化、長距離化、深層化を対象に様々なものがあるが、施工の自動化は早急に取り組まなければならない技術開発の1つである。

なかでもセグメント自動組立システムは、作業効率の向上、危険苦渋作業の除去および作業員不足の解消等に有効であり、自動化の主テーマの1つとされている。

当社では、1987年から川崎重工㈱と共同でこのテーマについて開発を行ってきた。今回はシステム全体の概要について報告する。

2. 開発目標

このシステムの開発に当たっては、以下の条件を取り入れることにした。また、図-1にセグメント自動組立システムの概要図を示す。

- (1)密閉型（泥水式・土圧式）シールドへの適用を基本とし、シールド径を可能な限り小口径化とすること。
- (2)セグメントの継手は、最も使用実績の多い“直ボルト継手短ボルト方式”とすること。
- (3)ボルト・ナット供給装置を取り入れること。
- (4)エレクター装置およびボルト・ナット締結装置を分離すること。
- (5)位置決めセンサーなどは、極力少なくすること。

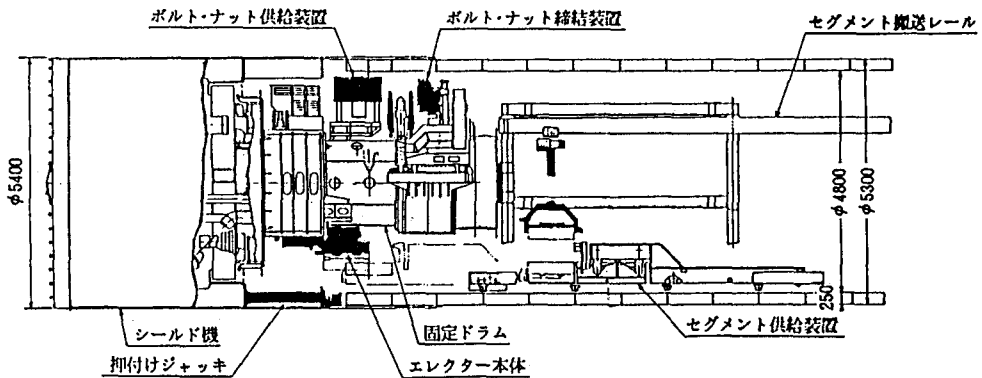


図-1 セグメント自動組立システム概要図

3. 実証実験装置

今回開発した実験装置は、φ5300 RCセグメントの自動組立を対象としたものであり、そのシステム構成を以下に示す。また写真-1には、実証実験機全景を示す。

(1)セグメント供給装置

セグメント供給装置は、後方仮置き場所からチェーンブロックによりセグメントを吊り、供給台車まで搬送を行うセグメント搬送装置と、供給されたセグメントを姿勢制御し、エレクターヘッド部へ自動供給を図るセグメント供給台車よりなる。

(2) エレクター装置

セグメント自動組立装置を簡素化するための大きな問題点は、セグメント把持部周辺の小型化である。この解決策として、ボルト締結装置分離型エレクターを開発した。すなわち、同一軸心の固定ドラム上に2ドラム方式でエレクター部とボルト・ナット締結装置を独立分離させた。

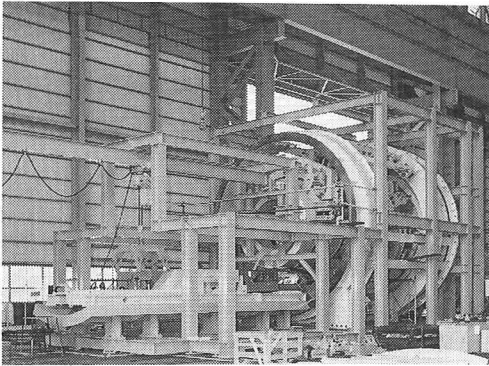


写真-1 実証実験機全景

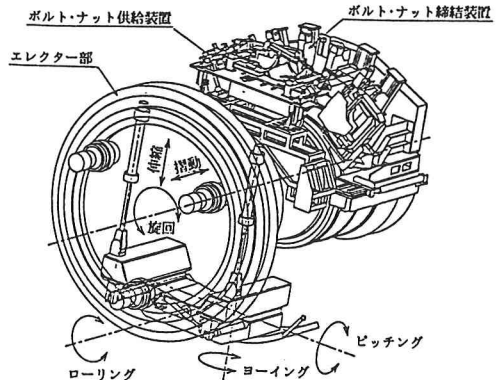


図-2 エレクター構成図

このエレクター装置では、3次元空間においてセグメントの位置決めを行うために6自由度をもっている。位置を決めるための旋回、伸縮、摺動と、姿勢を決めるためのローリング、ヨーイング、ピッチングである。旋回は油圧モーターを使用し、残りは油圧シリンダーを使用している。図-2にエレクターの構成図を示す。

(3) ボルト・ナット締結装置

ボルト・ナット締結装置は、エレクター旋回軸と同一軸心をもつ固定ドラム上を独自の位置決め装置により旋回、摺動を行えるようになっている。

なお、セグメントが組立位置決めを完了すると、同時にボルト・ナット締結装置もエレクターヘッド部へ自動的に微調整を行いながら摺動し、締結作業が行われる。

(4) ボルト・ナット供給装置

ボルト・ナット供給装置は、エレクターヘッド把持部と180° 反対側に設置されており、ボルト・ナットを締結機のソケット部に自動的に供給装填を行うものである。

また、同装置は、カートリッジにセグメント1リング組立に必要なボルト・ナットを保有し、1ピース組立毎に自動的に締結機に供給を図ることができる。

(5) 制御システム

このシステムの制御は、シーケンサによって行われる。エレクターとボルト・ナット締結装置を1台のシーケンサが、ボルト・ナット供給装置をもう1台のシーケンサが制御し、お互いに通信を行いつつ自動で作業を進める。

セグメントの位置決めにはレーザー光使用の距離センサーを使用しており、締結機の位置決めには光電方式のボルト穴検出センサーを使用している。ボルト・ナット締結装置とボルト・ナット供給装置の間の位置決めは、供給装置がいつも一定のため、内界センサーのみを使用している。

4. おわりに

今回の実験の目標は、全体システムでのセグメント位置決め、ボルト・ナット供給および締結等の連係動作の完成度を確認することにあった。

実験の進行は、組立フローの各作業を試行錯誤を重ねながら、一步一步完全自動化に近づいていく作業の繰り返しとなった。そのため、当初の予定工程から一年以上の遅延をよぎなくされ、今回の報告では、サイクルタイム等の詳細データをまとめるまでに至らなかった。今後とも現場対応を可能にするため、数々の改良を重ねていく所存である。