

VI-99

セグメント自動組立システムの開発

顧問組 正会員 志野和巳
正会員 配野 均
NKK 松下利幸

1. まえがき

最近、ジオフロント(大深度地下空間)の活用が注目を集めており、シールド工法はこれらの施工法の一端を担う工法として大型化していくものと考えられる。セグメントが大型化・重量化する大断面シールドにおいてこれを安全に効率良くかつ高精度で組立てる必須技術として、またシールド工事の総合的な自動化・合理化を目指し、個々の自動化システムを統合化し施工管理の一元化を実現する当社開発の「統合型シールド自動施工管理システム(HI-SDACS)」のサブシステムとしてセグメント自動組立システム(SABIS)を開発した。その概要は既に前報⁽¹⁾で述べた。

本文では、本システムの工場実験ならびに現場実証実験の結果について報告する。

2. 自動組立システムの概要

エレクタの構造を図-1に、制御システムの構成を図-2に示す。制御システムは多数のアクチュエータ類を高速で制御するため分散制御としている。

3. 工場実験

自動組立システムの現場実験に先立ち、自動組立システムの各制御プログラムの調整、各システムの機能確認を目的として工場実験を行った。シールド機のリングガータ、テール部を模した実験用架台を製作し、それに自動組立装置を設置し実工事に使用されるセグメントを用いて自動組立実験を行った。実験状況を写真-1に示す。

ボルト・ナットの供給・締結に関しては、締結機の「たわみ」等による影響で多少位置決めがずれても確実に供給・締結動作が行えるように、以下の方法としその効果を確認した。

- ①供給は、まず数値制御(停止位置を予め数値データで与えておく)で供給位置手前で止め、そこから供給位置まではセンサを使い正確な位置決めを行う。本方法によりエレクタの各旋回位置で締結機にずれが生じてセンサの検出範囲内(センサから10mm~4mm)に入れば供給可能となる。
- ②締結は、セグメントの位置決め後、締結動作に入る前にセグメントの端面をセンシングし締結機とセグメントの位置関係を認識することで締結の確実性が得られる。

4. 現場実証実験

本実証実験は建設省関東地方建設局・北上野共同溝工事(セグメントφ7300mm×幅1000mm)において実施された。以下、各動作における現場実証実験結果を述べる。現場状況を写真-2, 3に示す。

(1) 面合わせ

セグメント組立前にジャッキストローク計で既設セグメント面ま

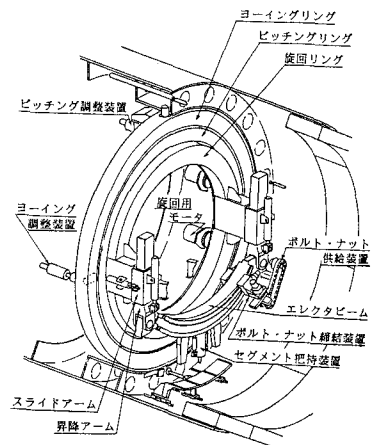


図-1 エレクタ構造図

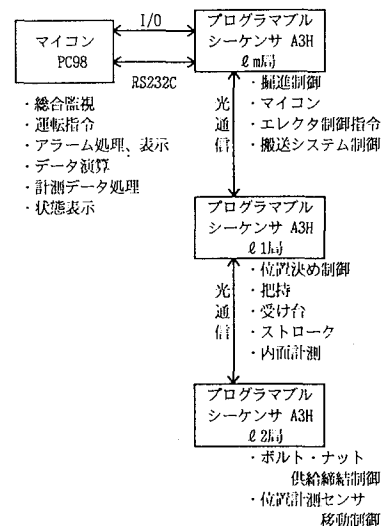


図-2 制御システム構成

での距離を計りヨーイングリング、ピッチングリングの方向修正をしエレクトラ旋回面と既設セグメント面とを面合わせすることで、セグメントの2次位置決め時のピッチング、ヨーイングの姿勢制御は不要であった。

(2) セグメント搬送供給

台車上からセグメント把持後、自動モードに入る。セグメントは搬送され受け台に置かれ、次に受け台を引いてセグメントをストッパに当てることでセグメントの姿勢を修正することができた。

(3) セグメント把持

セグメントのボルトボックスを検知することで把持位置を±1mm以内に合わせることができセグメント把持装置の揺動構造により確実な把持ができた。

(4) セグメント1次位置決め

1次位置決めは数値制御により既設セグメントの近傍に位置決めするものだが、機械的な「たわみ」等の影響で各旋回位置でその位置が異なる現象が生じるが、「たわみ」を考慮した制御ソフトとにより近接セグメントから20mm程度に位置決めできた。

(5) セグメント2次位置決め

セグメント2次位置決めは、センサを移動させながら既設セグメントをセンシングし正確な位置決めができた。ただし、センシング位置調整の時間を要した。

(6) ボルト・ナット供給・締結

締結機を4台と少なくとも走行式としたことでボルト・ナットの自動供給締結は可能となったが、供給位置と締結位置間の移動回数が増え締結機の協調動作を行っても供給・締結時間の高速化の課題が残った。

以上のように、現場実証実験により自動組立に必要な要素技術の確認ができ、現場適用の可能性が確かめられた。また、改善すべき課題も明確となった。

5. あとがき

今回、現場実証実験を行い実際現場で使っていく上での本システムの効果や今後の課題が明らかとなった。

今後は、本結果を踏まえセグメント自動組立の現場適用を検討中であり、さらに実用化を進めシールド施工の総合的な自動化・合理化を図っていく計画である。

(参考文献)

- 1) 異他:セグメント自動組立システムの開発,土木学会第44回年次学術講演会,第6部,pp. 90~91

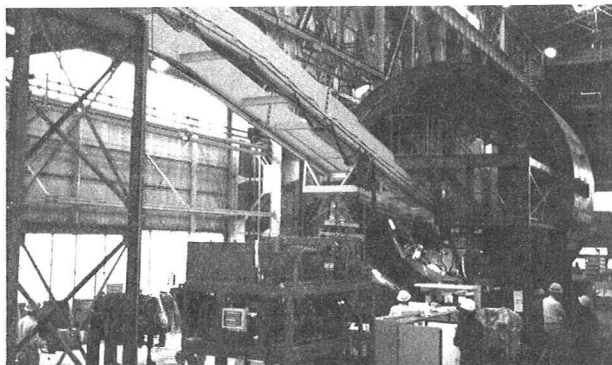


写真-1 工場実験全景

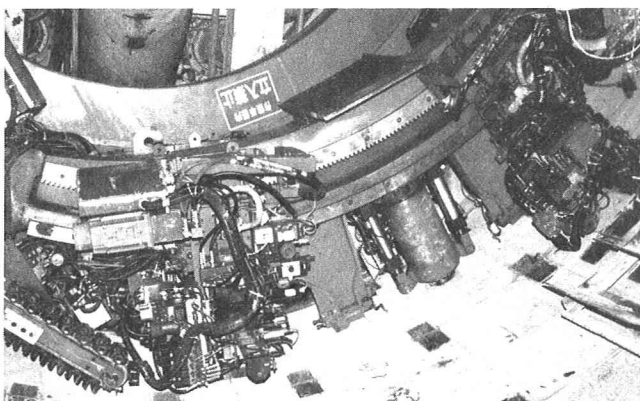


写真-2 現場実験状況

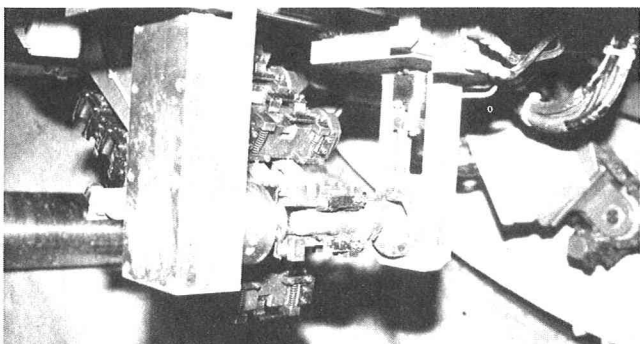


写真-3 ボルト・ナット供給