

VI-21 セグメント自動組立システムの開発

（株）間組（正） 巽 治，配野 均
NKK 松下利幸，村野健一

1. まえがき

近年シールド工事は、掘進管理や測量などの自動化が図られ、施工の合理化が急速に進められてきている。また、地下空間の有効活用に関する種々の計画が検討されており、大口径シールドの需要が増大してきている。シールドの大型化にともない一次覆工であるセグメントも大型化、重量化し、その組立てにおいては安全に、効率良くかつ高精度に組立てる技術が必要になっている。このようなことからセグメント自動組立システムの開発研究に取り組んでおり、各種の要素実験を経て現在実機を製作中である。以下に本システムの概要を紹介する。

2. 自動組立システムの概要

①システム構成

本システムの概念図を図-1に示す。本システムは、台車上からセグメントを把持してエレクタに供給し、エレクタにより所定の位置にセグメントを位置決めした後、ボルト・ナット供給締結を行いセグメントを組立てるものであり、「セグメント搬送供給」、「セグメント位置決め」、「ボルト・ナット供給締結」の3つのシステムとこれらを制御する「制御システム」から構成される。

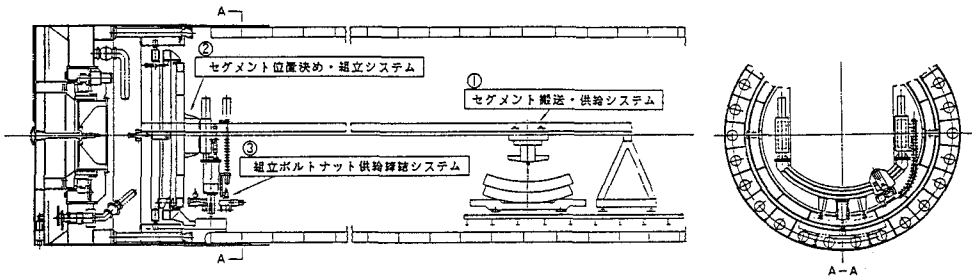


図-1 セグメント自動組立システム概念図

②エレクタ構造

図-2に実機のエレクタ本体およびボルト・ナット供給締結装置を示す。既設セグメントとシールド機との位置関係は各リングごとに異なるため、セグメント組立てには6自由度の制御が必要である。本機のエレクタは、エレクタ旋回面を既設セグメントの接合面と平行にする機構を有して

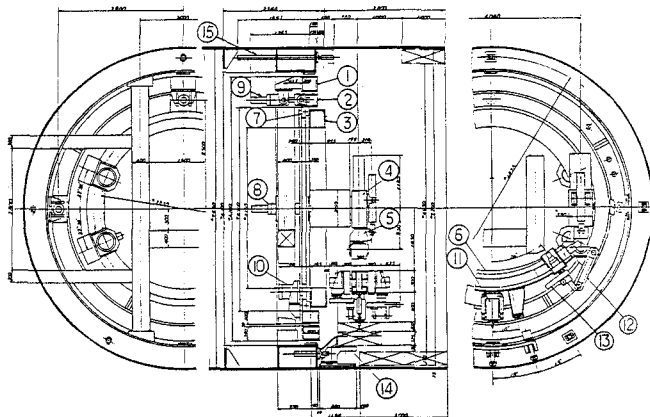


図-2 実機計画図

番号	名 称
1	ヨーイングリング
2	ピッチングリング
3	旋回リング
4	スライドアーム
5	昇降アーム
6	エレクタビーム
7	旋回用ベアリング
8	ヨーイング駆動装置
9	ピッチング駆動装置
10	旋回用モータ
11	セグメント把持装置
12	ボルト・ナット供給装置
13	ボルト・ナット締結装置
14	セグメント受台
15	ジャッキストローク計

いるため、組立セグメントのヨーイング、ピッチングの姿勢制御が容易であり位置決め的高速化が図れる。また、エレクタはシールド機にスライドピンで支持しているため、シールド本体の変形の影響を受けない。

③セグメント把持装置

セグメント把持装置は土木学会標準RCセグメントのグラウトホールネジ部を利用して把持できるもので

あり、把持用のネジ部は $\pm 5\text{mm}$ の穴位置ずれを許容でき、高精度の把持位置決めを必要としない構造である。実大の試作装置により機能を確認した。

④ボルト・ナット供給締結装置

締結装置は台数減少とボルト・ナット自動供給を考慮して走行式とし、エレクトラビームにガイドレールを設けこれに沿って走行するものである。締結装置は切羽側と坑内側に各2台を装備し、供給装置はガイドレールの両端部に各締結装置に対応して設置した。なお、ボルト・ナット供給締結装置についても実大の試作機を製作して実験を行った。

3. 位置決め制御

自動組立フローを図-3に示す。以下に位置決め制御について述べる。

①自動組立準備

シールド機のローリングを傾斜計で、既設セグメントの接合面までの距離を3台のストローク計により計測し、シールド機に対する既設セグメントの傾斜角度を演算する。これに基づいてエレクトラのヨーイング、ピッチング角度を制御して接合面に平行にする。エレクトラに取付けられた距離センサにより、既設セグメントの内面までの距離を計測して、エレクトラと既設セグメントリングの中心ずれ量を求め、組立目標位置の補正を行う。

②セグメント把持

切羽側ボルト締結装置に取付けられた非接触センサにより把持位置に供給されたセグメントのボルトボックス位置を検知して把持装置の位置決めを行う。図-4に位置決め方法を示す。

③セグメント位置決め

セグメントの位置決めは、計測誤差あるいは機械的な誤差を考慮して、1次位置決め（粗位置決め）、2次位置決め（精密位置決め）を行う。前者は①で補正した目標位置に数値制御で位置決めするものであり、後者は1次位置決め後、非接触センサにより既設セグメントの接合面および内面までの距離を計測し、正確に位置決めするものである。図-5に位置決め方法を示す。

④ボルト締結

締結機はエレクトラビームのガイドレール上を走行するので、走行路に基準となる近接スイッチを設け、これを原点として位置決めを行う。

4. あとがき

以上述べてきた自動組立システムは $\phi 7.45\text{m}$ のシールド用として現在製作中であり、工場試験を経て、本年末から現場稼働する予定である。今後は実機の現場実証を踏まえて実用化を進め、さらに機能の高度化、安定化の技術確立を図り、シールド施工の合理化を推進する一助としたいと考えている。

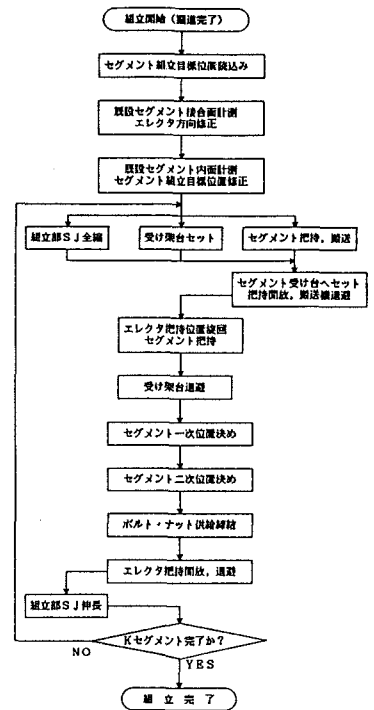


図-3 自動組立フロー図

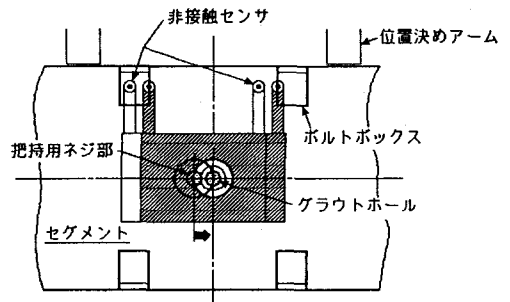


図-4 把持位置決め方法

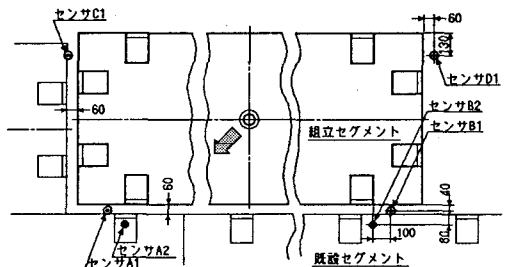


図-5 セグメント位置決め方法