

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 山内 重徳
同 上 正員 楠本 廣
同 上 正員 宮倉由紀夫

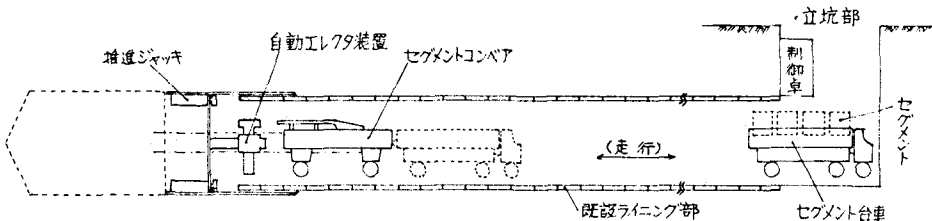
1. まえがき

電々公社では、仕上り内径 1,200 mm の小口径トンネルを、遠隔自動制御により無人で築造する小断面シールド工法の開発を進めている。ここでは、本工法におけるライニング工程を自動化するために検討しているセグメント自動ライニング方法の概要と、地上実験機によるセグメント自動組立状況について報告する。

2. セグメント自動ライニング方法の概要

(1) 本システムの概要

セグメント自動ライニング方法のシステム図を〔図-1〕に示す。発進立坑部においては、セグメント台車に1リング分のセグメント(4ピース)を搭載する。セグメント台車は自走機能を備えており、制御卓からの指令により既設ライニング部を走行し、トンネル先端部の組立場所前面にあるセグメントコンベアと連結し、運搬して来た1リング分のセグメントをセグメントコンベアに自動受渡する。受渡が終わると連結を解除し、セグメント台車は立坑部に引き返す。一方、セグメントコンベアはセグメント1ピースを自動エレクトラ装置に受渡し、引き続き、自動エレクトラ装置は所定の位置にセグメントを自動的に組立てる。この受渡しと組立動作を順次繰り返し、1リング分のセグメント組立が完了すると、自動エレクトラ装置は推進ジャッキを伸ばし前進する。以上により、セグメント自動ライニングの1サイクルが終了する。

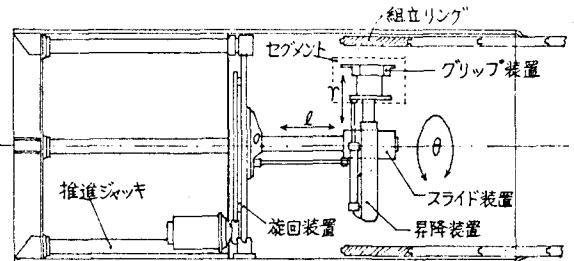


〔図-1〕 セグメント自動ライニングシステム図

(2) 自動エレクトラ装置

〔図-2〕はセグメントの自動組立を行う自動エレクトラ装置である。本装置の組立機構部は、昇降装置、旋回装置、スライド装置から構成され、それぞれが、円筒座標系(r, θ, l)の各軸方向動作が可能である。また、グリップ装置はセグメントの保持を行うものである。本装置の制御方式は、各動作限界点並びに組立位置検出用として取付けたリミットスイッチの ON・OFF 信号を用いたシーケンス制御である。

セグメントの組立は、(r, θ)位置を位置決め用リミットスイッチで設定後、スライド装置が l 方向に伸びて行く。この場合、1リングは4分割されたセグメント(A, B2, B1, K)から構成される事、及びリング毎に千鳥組立を行う事から、組立位置の設定パターンは8通りある。また、本装置の r 方向位置決めは、組立済のセグメントを基準にして行うセグメント検知法と、昇降装置の伸び量



〔図-2〕 自動エレクトラ装置

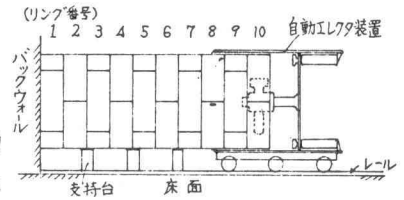
で決めるストローク決定法の二方法を備えており、切換スイッチで選択が可能である。

3. 地上実験機によるセグメント自動組立実験

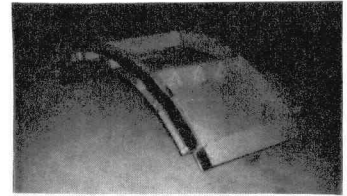
(1) 実験方法

セグメント自動組立地上実験装置の概略を〔図-3〕に示す。

自動エレクタ装置は台車に搭載されており、レールとを直線的に移動可能である。本実験ではバックウォールから数え5番目のリング位置から10番目までの連続6リング組立実験を行い、自動組立状況及び位置決め状況等の調査を行い、組立性改善の方策を検討した。なお、実験に用いたセグメントを〔写真1〕に示す。(注: 実験用のためスキナプレートはつけない)



〔図-3〕地上実験装置の概略図



〔写真1〕組立実験用セグメント

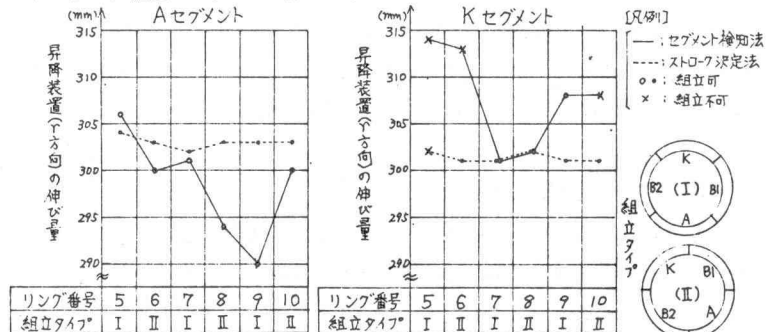
(2) 実験結果と考察

ア. セグメント自動組立状況について

〔図-4〕に6リング連続組立実験におけるA及びKセグメントのY方向組立設定位置と、その時の組立状況を一例として示した。

本実験により概略次のことが明らかになった。

- A, B1, B2セグメントの組立は、かなり円滑に実施出来ると言えるようになった。
- Kセグメントの組立は、Kの両側に位置するB1及びB2セグメントに落ち込み現象があるため割合組立失敗となる



〔図-4〕連続組立実験におけるY方向組立設定位置と組立状況(一例)

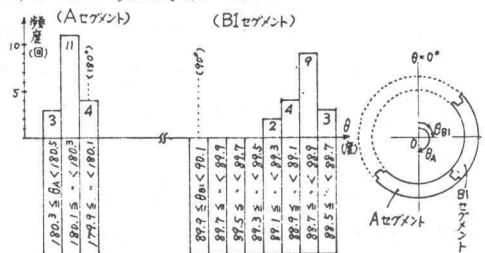
る例が多かったが、この問題は組立方法及び継手形状の改善により解決出来るものと考える。

- セグメント検知法による組立位置設定は、位置決めの基準となる組立済セグメントの位置に変動があるため大きなバラツキを生ずる。一方、ストローク決定法にはこの問題はなく、安定した位置決めが可能である。組立性能を両者で比較した場合、ストローク決定法が多少優れているという結果になった。
- Y方向の伸び量が295~310 mmの範囲であれば、概ね円滑な組立が実施可能であった。

イ. θ方向の位置決め状況について

〔図-5〕は、組立タイプIのA及びB1セグメント組立におけるθ方向設定位置のバラツキを一例として示したものである。Aセグメントの場合、バラツキ幅は約0.6°と小さく安定した位置決め状況にあると言える。

B1セグメントはAに対し相対的に90°の位置に来るが、右の例では組立上の余裕として1°強を見込んで位置決めを行った。その結果、この程度の余裕を見込んでも組立上特に問題はなかった。



〔図-5〕θ方向設定位置のバラツキ(一例)

4. まとめ

地上実験機とは言え、自動エレクタ装置によるセグメントの自動組立がかなりの成功を見るようになった。今後は組立失敗率の高いKセグメントの組立方法を改善すると共に、セグメントの搬入・受渡・組立の一連の工程をシステム化する予定である。また、地中におけるセグメント組立の問題点、曲線部におけるセグメント組立方法などについても併せて検討を行う予定である。