

III-146 小断面シールド工法における自動エレクトラによるセグメント組立の実験的考察

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 ○北川 誠
三菱重工株式会社 明石製作所 波多腰 明
同 上 船木昭一郎

1. まえがき

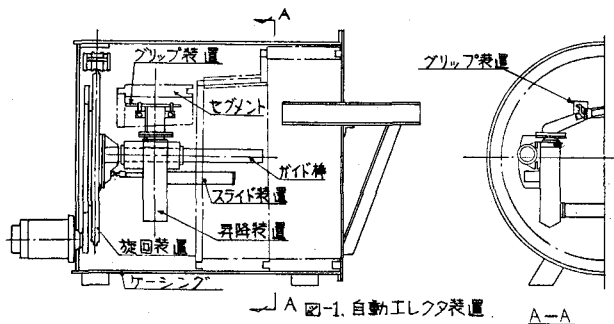
電電公社では、40米程度の電話地下ケーブル用管路建設工事を開削せずに行う小断面シールド工法の研究を進めている。本工法では、掘削、ライニングおよび横坑内作業を遠隔制御操作により無人化し、安全高速施工および長スパン化を目標としている。本報告は、このうちセグメントライニングの自動化を目的として試作した自動エレクトラ装置の概要と基礎実験について紹介するものである。

2. 自動エレクトラ装置の概要

本装置は、さし込み型継手構造のセグメント(図-2)を自動組立することを目的に試作したものであり(図-1)、実際にセグメントを組立てる機械的な操作機構部、油圧駆動部および制御部より構成されている。本装置の諸元を表-1に示す。

2.1. 操作機構部の構成

操作機構部は、ケーシング、セグメント保持装置(グリップ装置)、円周方向(θ)旋回装置、軸方向(Z)スライド装置、径方向(R)昇降装置で構成している。グリップ装置はセグメントに取付けたアングル材を2本のジャッキで押え付けて保持する。旋回装置は4個のラジアルローラで支えられた旋回リングがピニオン



を介して油圧モータで駆動される。スライド、昇降装置はケーシングの中心部に排土装置占有空間(500mm²)を設けるため門柱型とし、前者は旋回リングに取付けたガイド棒上を摺動し、後者は前者に取付けられた外高とグリップ装置を搭載しているエレクトラアームに固定された内筒との間をジャッキで連結し伸縮させる方式とした。

2.2. 制御方式

本自動エレクトラ装置において、各装置の作動はオンオフ制御方式とし、記憶方式としてはシーケンスを採用した。

(1)組立動作：1リング4分割されたセグメントはA→B₁→B₂→Kの順序で組立てる。また2リング1サイクルの千鳥組立をするため2種の組立タイプがあり(図-4、5)、1タイプ組立時は他タイプが基準リングとして予めケーシング内に組立てておく。Aセグメント組立では基準リングを、Bセグメントは基準リングとAセグメントを、KセグメントはBセグメントの位置を検知しながら組立てる。この動作シーケンスフローチャートの概要を図-3に示す。

(2)センサ：オンオフ制御方式における信号はリミットスイッチ(LS)を得ることとし、組立位置検知用として8個のコイルス

表-1. エレクトラ諸元

装置	項目	規 格
旋 回	回転数	1.04 r.p.m.
	旋回範囲	右:180°, 左:135°
スライド	ストローク	600 mm
	推力(伸縮)	1760 kg, 1220 kg (at: 70 kg)
	速度(伸縮)	36.5 mm/sec, 53.2 mm/sec
	ジャッキ数	2 本
昇 降	ストローク	350 mm
	推力(伸縮)	1760 kg, 1220 kg (at: 70 kg)
	速度(伸縮)	36.5 mm/sec, 53.2 mm/sec
	ジャッキ数	2 本
グリップ	ストローク	40 mm
	推力(伸縮)	1760 kg, 1220 kg (at: 70 kg)
	速度(伸縮)	36.5 mm/sec, 53.2 mm/sec
	ジャッキ数	2 本
バ ン ド	電動機	3.7 kW
	油圧ポンプ	吐出量: 5.5 l/min (at: 1500 kPa)
	油圧ホース	容 量: 773 cm ³ /rev
寸 法 (mm)		1910 x 1860 x 2480 x 1690 (H) (W) (L)

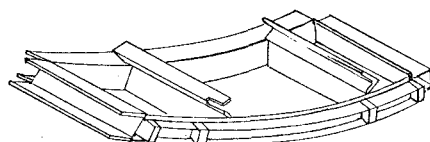


図-2. セグメント外観図

プリング形LSを使用した。また一次位置決め等にはローラ形LSを10個使用した。

3. 組立実験結果

図-2に示した鋼製セグメント（内径：1500^{mm}，フランジ高：75^{mm}，セグメント幅：500^{mm}，重量：70^{kg}，さし型継手方式）を用いて組立実験を行なった。

3.1. 組立時間調査：セグメント保持→組立→原点復帰の組立サイクルタイムの測定結果を表-2に示す。一般にメカニカルシールドでは、セグメント組立時間は1サイクルの60%以上を占めているが、本装置によれば、2タイプ共、5分30秒前後であり、受渡等のロス分を考慮しても6分以内でリングが構築されると予想され、組立の高速化に関しては、良好な結果が得られた。

3.2. 組立状況調査：組立時のセグメントの挙動調査の結果、グリップ開放後、セグメントの径方向の落ち込み現象が多く見られ、組立不可能時の第一の原因となった。落ち込みによる内径の増減量(σ)の測定結果を図-4,5に示す。（内径の増加を正とする）。組立実験の結果、このσ量が6^{mm}以上になると隣接ピースの組立可能率が半減され、10^{mm}以上になると組立不可能となる。確実に組立てるには継手構造で吸収できる±3^{mm}以内に抑えねばならない事が判明した。図-4,5によると、σ量が6^{mm}以上になる確率が20~40%あり、また同一ピースにおいても正負両方向の挙動を示し、動きは複雑である。これらの現象は、(i)基準リングおよび隣接ピースとの接続状態（継手部クリアランス：±2^{mm}）、(ii)テールクリアランス(6^{mm})、(iii)セグメント加工精度、(iv)エレクタ操作誤差等の影響によるものと思われるが、継手部やテール部のクリアランスは組立上およびシールド機方向修正上必須のものであり、今後は本方式に適したクリアランス量を実験より求めると同時にセグメントの落ち込み矯正方法について検討を進める必要性が生じた。

3.3. その他：今回使用した組立位置検知用コイルスプリング形LSは数が多く、また機械的強度に難があり破損頻度が高かった。位置決め信頼性の点から、センサとそのセンシング方法を検討する必要がある。

4. あとがき

基礎実験の結果、セグメント組立作業の無人化、高速代の見通しが得られたので、今後は自動組立の信頼性に重点を置き、セグメント矯正方法および組立位置検知方法の検討を進める。また現在、セグメント運搬装置等の検討も進めており、セグメント搬入、受渡、組立のシステム検討も地上実験を行ないながら進める予定である。

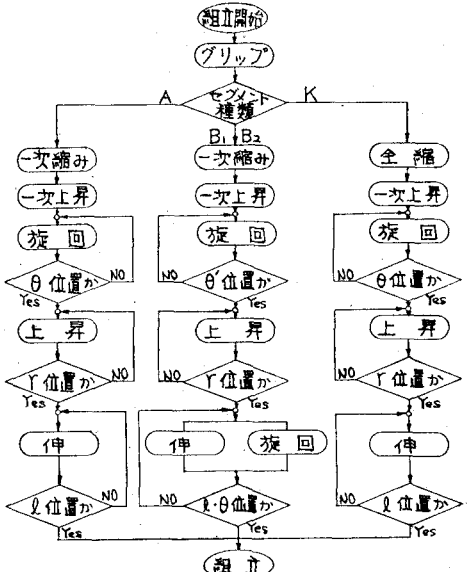


図-3. 動作フローチャート概要

表-2. 組立時間

組立 タイプ	セグメント A	B ₂	B ₁	K	Total
タイプ1	1'48"	1'17"	1'16"	1'16"	5'37"
タイプ2	1'30"	1'32"	1'02"	1'25"	5'29"

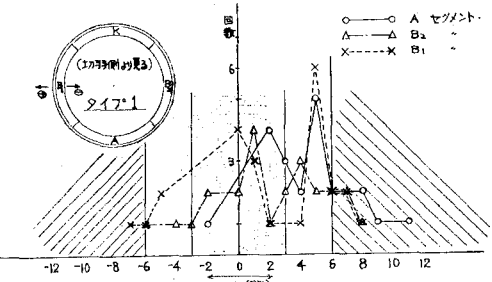


図-4. 内径の増減量(σ)タイプ1

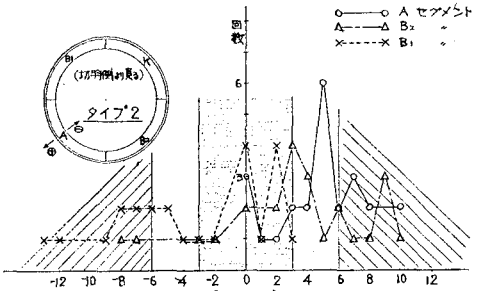


図-5. 内径の増減量(σ)タイプ2