

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 〇片 桐 敏 昭

〃 有 岡 良 祐

〃 杉 本 禎 男

1. まえがき

シールド工事において、セグメントのライニング作業を自動化する場合、エレクタの自動組立に対する信頼性と特にセグメントの経済性の調和を図る必要がある。本報告は、自動エレクタにグリップされたセグメントと既設セグメントを相対的に捉えて、セグメントの組立状態を表現できる評価方法について述べたものである。

2. セグメントの組立状態とその評価方法

図1に示すモデル化したセグメント自動組立機構につ

いて以下考察する。本自動組立機構は、さし込み継手構造のセグメント4ピースを自動で組立てることにより1リングを構成し、かつ千鳥組みを行うものである。

(1) セグメントの組立状態

図1において、エレクタにグリップされたセグメントは、既に組立てられているセグメントの位置を基準として、最終的に位置決めされる。このとき、セグメントMの組込みの可否あるいは可否の程度(以下、組立性と称する)は、最終位置決め時におけるセグメントMの位置範囲とセグメントNの位置範囲およびセグメントMがNに静的に組込まれ得る限界の位置範囲、の3つの位置範囲の相互関係として表現することができる。ここで、以上3つの位置範囲を順にエレクタの動作領域 α 、セグメントの挙動領域 β および限界領域 γ と定義する。

(2) 評価方法の表現

セグメントリングの内径は $1,500\phi$ であり、かつ相異なる4セグメントは切羽側から見た場合等しい形状をしている。したがって、4セグメントは、切羽側から見る場合、直径 $1,500\phi$ の四半円でそれぞれ置換できる。(1)で述べた3領域 α 、 β 、 γ は、この四半円の軌跡と考えることができる。

いま、図1に示すような座標系(r, θ, l)を導入し、ある組込み箇所において、3領域の相互関係を座標(r, θ)で表現すると図2のようになる。ここで、 r はエレクタの回転中心に対する半径方向位置を、 θ はエレクタの回転原点に対する回転角度を、 l はエレクタの回転軸方向縮み限界位置(基準面)に対する軸方向位置を表わす。なお、本自動組立機構の場合、セグメントの組込み位置は8箇所($0, \pm 45, \pm 90, \pm 135, 180$ 度)ある。

(3) 継手部における組立状態

継手部における組立状態をモデル化して図3に示す。図3において、セグメントの組込みを円滑に行うためには、セグメントの加工精度の向上を図るほか、継手部に適当な面とりとテーパおよびクリアランスを設け、こ

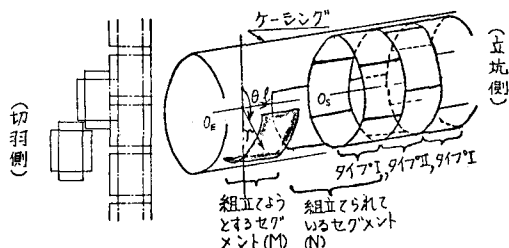


図1 セグメント自動組立機構

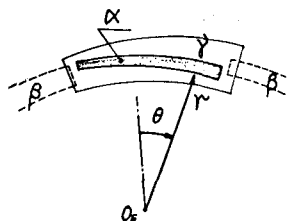


図2 組立性の表現

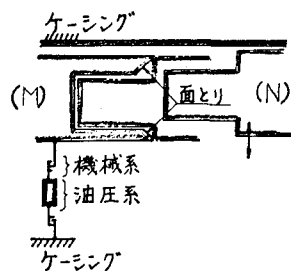


図3 継手部の組立状態

表1 動作領域

	誤 差 要 因
機械系	グリップ(受渡しを含む)
	エレクタの機械的なガタ(機械的加工寸法精度)
	セグメント加工精度
油圧系	負荷(慣性)を含めた油圧操作部(電磁弁を含む)
電気系	位置検知部(リミットスイッチ)と被検知物
	シーケンス回路

れらが有効に働くことが必要である。即ち、セグメントMをNに組込む場合、両セグメントにある程度ずれがあっても、有効な融通性により組込まれてしまうようにする必要がある。

(4) 各領域の構成要因

各領域の構成要因を表1～表3に示す。なお、エレクタの回転中心と基準リングの中心の不一致は、3領域の共通要因で、組立性に大きく影響するため、3.で述べる。

3. エレクタの回転中心と基準リングの中心の一致

セグメント基準リングの中心 O_S が、エレクタの回転中心 O_E に一致していない場合の組立性を図4で考える。図4はセグメント組立シーケンスに従って作図したものである。なお、円 O_E と円 O_S は4ピースのセグメントを示す。また、作図にあたり次の(i)～(iii)を仮定した。(i)セグメントMはNに組込み可能である。(ii)位置検知部に誤差がない。(iii)最初の位置決めは O_E で行われる。

図4において、 O_E と O_S の不一致と組立性の関係を考察する。(ア) O_E に対して3領域が平準化しない。(イ) γ 方向について、一般にセグメントMはNと交差する。(ウ) θ 方向について、セグメントはP,S部で交叉し、Q,R部で間隙ができる。(エ)2中心の不一致による位置決め誤差は、位置検知部自体から生ずる誤差と分離して考える必要がある。以上(ア)～(エ)によって、セグメントの組込みが不可あるいは困難となる。

これを解決するため、 O_E に対するケーシング内面形状を求めて、2中心 O_E と O_S が一致するようにケーシング形状を修正する必要がある。

4. セグメント自動組立機構と評価方法

(1) 安定した組立性

自動組立する場合、組立性は組込み位置8箇所について全体的に評価する必要があり、安定した組立性は、 α が γ の中央にあり、3領域の位置が O_E に対して平準化し、有効な融通性が高い場合に得られる。

(2) 評価方法の特徴

(ア) 測定系(γ, θ, δ)を確立すれば、3領域が定量化できるとともに、各領域の構成要因を分離するなどして質的に検討できる。

(イ) 3領域を同一座標系で表現すれば、組込みに関係するセグメントの位置関係を同一次元で相対的に、かつ α と β の間に δ を介して組立性を総合的に評価検討できる。特に、組立性を定量化すれば、有効な融通性に対して最適なセグメントの継手形状、即ちその設計資料を求めることができる。これにより、自動エレクタの信頼性とセグメントの経済性を調和させることができる。

5. あとがき

座標系を導入してセグメントの組立状態を3つの領域として表現する評価方法を案出し検討した。この方法により組立性を求めると自動エレクタに調和したセグメントの設計資料が得られるとともに自動組立の技術的限界が得られる。また、エレクタの回転中心と基準リングの中心の一致は、自動組立に対して大きな要因となることを示した。

なお、測定系を確立し、本評価方法によりセグメント自動組立機構をⅢ-62において実験的に検討した。

表2 挙動領域

	要 因
拘 束	ガイド棒厚
	クリアランス(ケーシング内径とセグメントリング外径の差)
重力の影響	滑り落ち(θ)
	だ円状化(γ)
	落ち込み(γ)
力による変位	既に組込まれているセグメントの基準リングなどへの影響
他システムの影響	ローリング

表3 限界領域

	要 因
拘 束	挙動領域と同じ
融通性	エレクタの機械的なガタ
	油圧系における逃げ(負荷時)
	既組込みセグメントの逃げ(負荷時)
	セグメント継手部におけるテーパー(θ)、面とり(γ, θ)、クリアランス(γ)

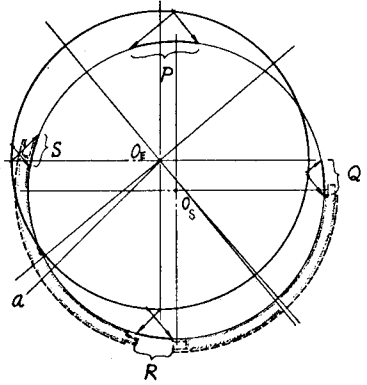


図4 2中心の不一致と組立性