

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 ○宮 本 泰

／ 片 桐 敏 昭

／ 保 料 宏

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、実際の施工面から種々の問題点が生じると考えられる。本報告は、エレクトラの自動化を図る第一歩として、直線施工・地上実験という理想的な条件下で、測定系を確立して、自動エレクトラと既設セグメントを相対的に捉える一定の評価方法(Ⅲ-59)に基づいて、セグメント自動組立機構を実験的に検討したものである。

2. 測定系

自動エレクトラに取り付けた測定系(r, θ, l)を図1に示す。 r 方向については、 $r', r(R), r(L)$ 測定装置を取り付けた。 $r(R), r(L)$ 測定装置は、左右昇降ジャッキのストロークを求めるものである。また、 r' 測定装置は、エレクトラ用の測定系($r(R), r(L), \theta, l$)を利用して、既設セグメントの挙動やケーシング形状を求めるものである。一方、 θ 方向については、回転角測定装置を設計し試作した。以上の測定装置の諸元を表1に示す。

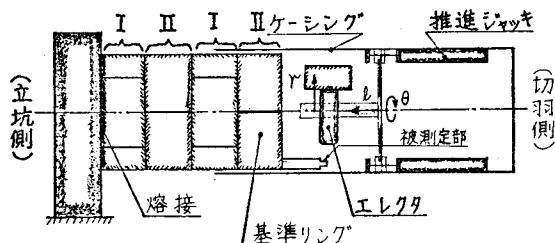


図1 自動エレクトラ装置と測定系

表1 測定系の諸元

	r'	$r(R)$	$r(L)$	θ	l
測定器	ポテンシオメーター			(試作)	ポテンシオメーター
測定範囲	70 mm	350 mm	350 mm	$\pm 230^\circ$	600 mm
分解能	0.1 mm	0.14 mm	0.14 mm	15分(5分)	0.18 mm

3. 組立性の実験的検討

(1) エレクトラの回転中心と基準リングの中心の一致

直線的にライニングを行う場合、組立性を向上するためには、エレクトラの回転中心 O_E とセグメント基準リングの中心 O_S が、一致している必要がある。このため、測定系を用いて O_E に対するケーシング形状を測定した。この結果を図2に示す。図2により、鋼板の厚さ(r 方向)を図3のように設定してケーシングの内面形状を修正し、 O_E と O_S の一致を図った。なお、図3におけるクリアランスは、実際の施工条件に配慮して決定する必要がある。ところで、2中心 O_E と O_S の不一致による組立性を検討するため、図4に示す鋼板厚も設定した。

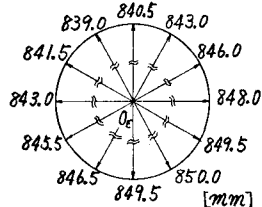


図2 ケーシング形状

(2) 組立性の実験結果

(ア) エレクトラの動作領域 最終位置決め時におけるシーケンス回路の入出力面における信号伝播時間および組込むべきセグメントをグリップしたエレクトラの動作特性を求めた。この実験結果を表2,3と図5に示す。表3は8箇所組込む位置における各領域を全体的に見た結果であり、回転方向(θ)の位相については組立目標値を基準とした。

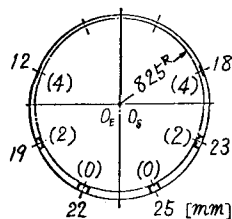
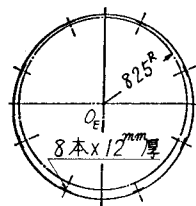
図3 2中心の一致
()内はクリアランス[mm]

図4 鋼板厚の設定

(イ) セグメントの挙動領域 各セグメントの O_E に対するリング継手の位置(図1)を求めた。この実験結果を図6と表3に示す。図6において、 θ_0 と Δ 印は図3と図4に示す鋼板厚の設定に対応する。

(ウ) 静的に組込み可能な限界領域 r 方向について求めた実験結果を図5と表3に示す。

ここで、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形状が等しい。したがって、各セグメントは四半円で表現できる。このため、図5では、各セグメントを四半円(両端)で代表させた。

(3) 実験結果の考察

(ア) 動作領域 (i) γ 方向について、エレクタ動作の誤差比を考えると、位置検知部とシーケンス回路および油圧回路で生じる誤差比は、概ね8:0:5である。(ii) 左右昇降ジャッキのストローク差(4.5mm以内)は、2中心 O_E と O_S の不一致と同様に組立性に悪影響を及ぼす。(iii) 本領域は挙動領域により改善する必要があるが、使用機器の性能上、位置検知部(検知精度約2mm)を含めエレクタ動作部は特別に改善を要する箇所がないと考えられる。

(イ) 挙動領域 2中心 O_E と O_S の一致により、 O_E に対するセグメントの真円度は、概ね3倍向上した。しかし、 O_S に対するその真円度は、2中心の一致による差異が認められない。

(ウ) 限界領域 (i) 2中心の一致を図ることにより、組込み位置8箇所において本領域が必ず存在するようになるとともに、 γ 方向についてその位置と大きさが標準化した。これによって、組立性が向上し全自動で組立ができる場合が出てくると同時に、相対的な位置決めに使用するセンサの数を減らせる見通しが得られた。なお、図5では、 γ 方向に2.5mmの共通部分が存在するが、今後実際の施工条件を考慮した場合も含めてさらに共通部分が拡大すれば、 γ 方向に必要なセンサを除去できる。(ii) 本領域は施工条件が厳しくなると小さくなり、自動組立が難しくなると考えられる。

(4) 組立性と設計資料

(ア) 継手部の面とり(γ 方向)とテーパ(θ 方向) (i) エレクタの全体的な動作特性から、面とり4mm、テーパ3度以上必要である。(ii) 有効な面とり量は、タイプI Kセグメントの場合 O_E の外へ向って2mm、タイプI B1の場合 O_E に向って12.5mm以上ある。一方、有効なテーパ量は、タイプII Kの場合約1.5度ある(図は省略)。

(イ) セグメントのリング継手部の加工精度(γ 方向)は、 $\pm 2\text{mm}$ であるため、設計上の継手部クリアランス $\pm 2\text{mm}$ は必ずしも融通性を向上する要因ではない。

(ウ) 油圧系における逃げ量は、 γ 方向に6mm程度期待できる。

(エ) 実験結果から以上(ア)~(ウ)が得られたが、今後は実際の施工条件を考慮して統計的手法により組立性を表現して、最適な継手形状を求める必要がある。

5. あとがき

従来、セグメントを全自動で組立てることができなかつたが、測定系を用いてエレクタの回転中心と基準リングの中心を一致させることによりセグメントの組立性が向上し、直線施工・地上実験という条件においては、全自動でセグメントを組立て得る場合が出てきた。今後は、直線施工を含めてさらに実際の施工条件を考慮した検討を進める。

表2 シーケンス回路の時間的フロー

LS	$t_{out}-t_{in}$ (度数)	平均値	バラツキ
γ	11 32 ^{msec} (7), 33 (4)	32.7 ^{msec}	7 ^{msec}
θ	12 11 (9), 12 (3)	11.3	1
	14 11 (11), 10 (1)	10.9	1
	13 24 (11), 25 (3)	24.2	1

表3 組立性の実験結果

	$\alpha(\gamma$ 方向)	$\alpha(\theta$ 方向)		β	γ
位相	738~752	3度	位置	745	733
バラツキ	4.1	0.5度	範囲	~757	~759

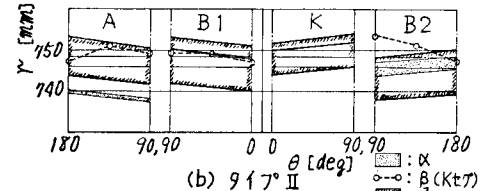
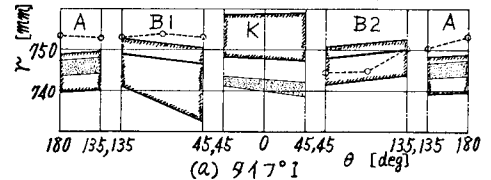


図5 組立性の表示

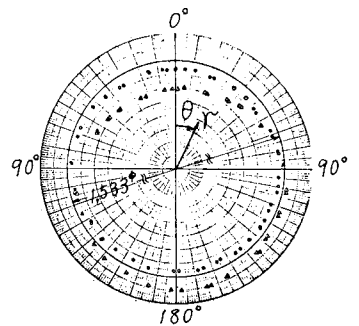


図6 セグメントの挙動