

バキューム式エレクタの開発

大成建設 正会員 金子研一 石井昌次

大成建設 正会員 栄 毅哉 金子迪弐

三菱重工業 正会員 熊尾義光 高本潤一

1. はじめに

シールドトンネルの高速施工の一環として、セグメントの組み立て時間の短縮を目的としたバキューム式エレクタを開発した。セグメントを真空吸着することで、組み立て作業からピンを挿入したり引き抜くといった人間が介在する作業を無くしたため作業性だけでなく安全性が向上する。しかし、エレクタとセグメント間に結合するものが無いため、海外で実績があっても、国内では受け入れにくいものであった。このため、いくつかの安全機能を付加した。本文では、試作したバキューム式エレクタの性能試験結果と安全装置について報告する。

2. バキュームエレクタの構造

(1) 全体構造

設計の対象としたセグメントは表-1に示すようにボルトボックスの少ないほぞ付きセグメントである。バキューム式エレクタは通常のエレクタの巡回装置の他にパッドフレーム、リザーバタンク、真空ポンプから構成される。真空ポンプはエレクタに搭載し、エレクタのフレームをリザーバタンクとして利用した。パッドフレームを3点の油圧ジャッキで支持し、その取り付け部を球面軸受けとすることでピッチングおよびローリングの操作を可能にしている。バキュームエレクタを写真-1に、主要な装置の性能を表-2に示す。

パッドは組み立てボルト用のボックス部を避け、図-1に示すように配置した。Kセグメントを把持できるように、全体を3分割にしている。パッドの内側面積はAセグメントの面積の68%に当たる。パッドの材質はクロロブレンであり、その寸法は幅50mm、高さ50mmである。セグメント重量とエレクタの吊上げ力の関係を表-3示す。

(2) 安全装置

各パッドとリザーバタンク間のホースには逆止弁があり、ポンプが停止しても一時的に真空状態を保持する。

表-1 セグメントの仕様

項 目	寸法 [単位はmm]
外径×内径	5300×4800
高さ×幅	250×1000
分割数	6

表-2 装置の性能

エレクタ	旋回速度 (最高)	2.4rpm
タンク	120リットル×2	
ポンプ	形式	乾式
	空気吸入量	15m ³ /分

表-3 エレクタの吊上げ力F [単位kgf]

セグメント種類	セグメント重量 W [単位kgf]	パッド面積 [単位cm ²]	真空圧700mmHgでの吊上げ力F	参考値 F/W
Aセグメント	2,060	9,780	8,802	4.3
Bセグメント	1,880			4.7
Kセグメント	360	2,420	2,178	6.1

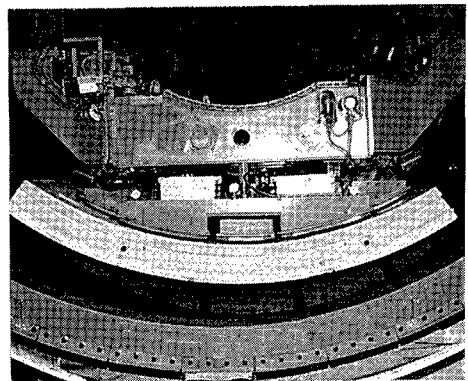
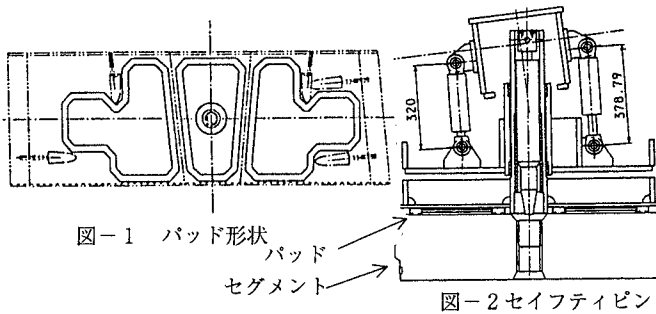


写真-1 バキュームエレクタ

Key-words: シールド, エレクタ, バキューム, 真空ポンプ, パッド

連絡先: 大成建設 技術開発第二部 東京都新宿区百人町3-25-1 03-5386-7567 FAX 03-5386-7578

三菱重工業神戸造船所 建設機械部 神戸市兵庫区和田崎町1-1-1 078-672-2870 FAX 078-672-2869



セーフティピンは直径60mmの棒で、油圧ジャッキにより210mm伸縮し、真空吸着時にセグメントのグラウトホール内に挿入して使用する（図-2）。セーフティピンはパッドの位置合せのほか、エレクタの旋回、セグメントの衝突あるいは押しつけ時に、ズレ防止のピンとして機能する。

また、以下のインタロック機構を備えている。

- ①セーフティピンが伸びて真空度が設定値以上またはセーフティピンが縮み、かつパッドが大気の際にエレクタの旋回が可能
- ②セーフティピンが伸びてパッドが設定した真空圧の場合、真空吸着を解除できない。

4. 性能実験

（1）吸着時間の測定；パッドの圧力が600mmHgに到達する時間はAセグメントで平均3.4秒、Kセグメントで2.3秒であった。

（2）保持時間の測定；停電や配管からの漏れを想定して、セグメントを吸着した状態でポンプの電源を切断し、セグメントが落下するまでの時間を測定した。図-3に結果を示すように、Aセグメントの場合20分間は落下しないことを確認した。Aセグメントのパッドに油を塗布した状態、あるいはKセグメントの場合、さらに長時間保持する。図-4から、タンクの真空圧の低下はパッドと似た値を示す。さらに、タンクを大気に開放した場合でも5分間程度、セグメントの保持が可能であった。

- （3）左右に高速旋回と急停止および衝突によるパッドずれ量の測定；100回実施後、ずれは全くみられなかった。
- （4）脱着の繰り返し；吸着と解除を1000回繰り返したが、パッドの摩耗および永久ひずみはみられなかった。
- （5）リング組み立て実験；1リング組立てに50分要した。

4. まとめ

以上の実験により、バキュームエレクタの安全性を確認した。セグメントの縦方向に吊った状態ではセーフティピンが荷重を受けていることがわかる。旋回および衝突に対してもセーフティピンの効果が推定される。また、パッドは濡れていた方が吸着性能が良いことがわかった。

5. おわりに

97年度夏季に、ほぞ付きセグメントを使用する現場で使用し、組み立て時間、使用回数とパッドの摩耗性、等を測定する予定である。作業員が習熟することによりリング組み立て時間は向上することが予想される。

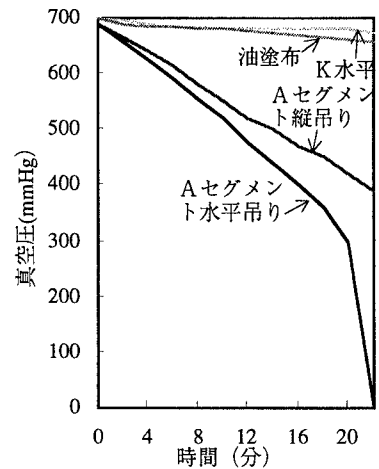


図-3 パッド部真空圧とポンプ停止後のセグメント保持時間の関係

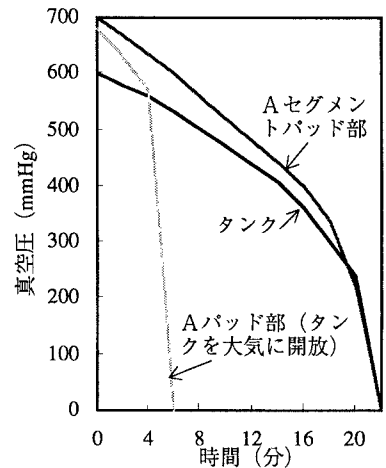


図-4 タンクとセグメント保持時間の関係