

真空パッドを利用した全自動セグメント搬送・供給システムの開発(その2)

— システムの概要と工場内試験 —

(株)大林組 正会員 東出明宏 富岡 彰
三井造船(株) 松尾 正 藤井健吾

1. まえがき

シールド工事におけるセグメント搬送作業の完全自動化をめざして開発した全自動セグメント搬送・供給システムは、これまで自動化が達成されていなかった切羽部での台車からエレクタへの搬送供給過程で真空吸着パッドを利用して自動化している点が最大の特徴である。この方式は、セグメントの把持・移送作業において高精度の位置決めを必要とせず時間短縮が図れることが最大の利点であるが、これまでに日本において実用化された実績はなかった。そこで、開発にあたって最も問題となる吸着力に関して、さまざまな環境条件や衝撃荷重条件下での要素実験を繰り返し、その性能を確認して実機に反映させた。

ここでは、本システムの概要と工場内での性能確認試験について報告する。

2. 全体システムの概要

真空パッドを利用した全自動セグメント搬送・供給システムの全体概要図を図-1に示す。

全体システムは、①セグメントを積載したセグメント台車を牽引して搬送するAGV(Automatic Guided Vehicle; 自動走行車)システム、②セグメント台車上のセグメントを把持して所定の位置(ストック装置)まで移送(荷卸し)するハンドリング装置、③荷卸しされたセグメントをストックしてエレクタへ自動供給するストック装置、④各装置を総制御する制御システム、から構成される。各システムの概要は次の通りであり、今回は掘削外径7m級の工事への導入を考えてシステムを編成した。

①AGVシステム … AGVは8t無人式バッテリー機関車1台とセグメント台車2台で編成され、セグメント台車に自動枕木取り外し装置を装備しているのが特徴である。これは、切羽部で上段に積載したセグメントを把持・移送した後、下段セグメント上に残った枕木を回転式アームで取り外す装置である。

②ハンドリング装置 … 本装置はAGVシステムにより搬送されたセグメントを真空吸着パッドにより吸着し、ストック装置に移送するものであり、セグメントの位置検出を行なう位置決め装置、セグメントを把持・吸着する真空吸着パッド装置、セグメントを吊上げ移送するクレーン、および制御監視盤で構成される。写真-1に装置全景を示す。

・位置決め装置：シールドの掘進に伴い、ハンドリング装置とセグメント台車上のセグメントの相対位置とが刻々と変化するため、CCDカメラによる画像処理システムを採用してセグメントの位置を短時間

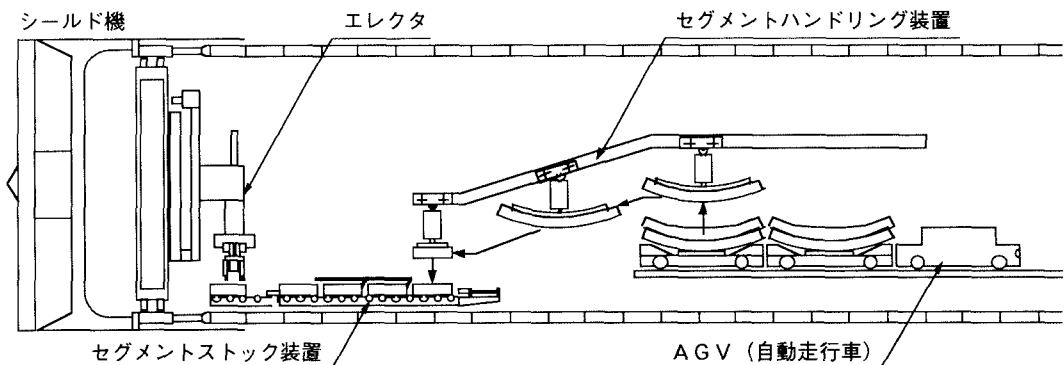


図-1 全自動セグメント搬送・供給システム概要図

に高精度で検出する。

- ・真空吸着パッド装置：真空圧550～600mmHgの能力を有する真空ポンプと吸着パッドから構成され、これにより理論上、約7tの把持能力（真空圧550Hg）が確保される。このほかに、位置決め用のガイドと安全装置としての落下防止フック等を装備している。

③ストック装置 … ハンドリング装置により移送されたセグメントを受け取って自動的に順次前方へ送り出しながらストックする装置であり、あわせてセグメント組立時にエレクタへ自動的に供給する機能も有している。

④総合制御システム … 図-2に各システム間の制御構成図を示す。

3. 工場内性能確認試験

真空パッドを利用した全自動セグメント搬送・供給システムの実用化に際し、性能、信頼性、および安全性を確認するため、実機を用いて工場内で総合実証実験を行なった。

実工事への導入において重要なサイクルタイムの計測結果を表-1に示す。対象となる工事でのセグメントが7分割であるため、1リング分を搬送するためAGVを2往復（A型4ピース、B型2+K型1ピース）させることとした。これによると1リングあたりの所要時間は約38分であり、立坑下での積み込み作業や坑内の走行時間を含めても十分に掘進作業時の全体サイクルタイムを満足するものであることが確認できた。また、各装置の作動精度についても以下のように十分な精度が得られた。

- ・ハンドリング装置の把持精度 ±15mm
- ・ストック装置への受け渡し精度 ±50mm
- ・供給装置への受け渡し精度 ±20mm

4. あとがき

日本では初めての真空パッドを利用したセグメント搬送システムは、平成7年7月より実工事に導入される予定である。この実績をもとに今後は汎用化を目指し、さらにはセグメント以外のハンドリング作業へも適用性を拡げていきたいと考えている。

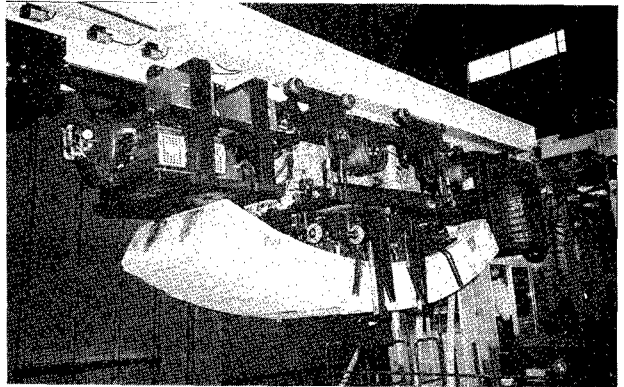


写真-1 ハンドリング装置

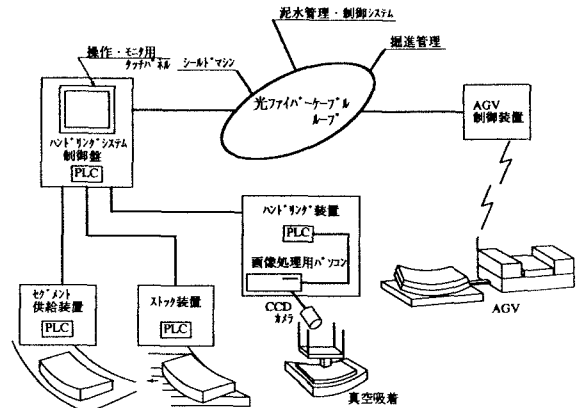


図-2 制御構成図

表-1 サイクルタイム計測結果

セグメント 動作内容	編成－１				編成－２		
	A型①	A型②	A型③	A型④	B型①	B型②	K型
走行（セグメント上）	47	61	70	70	46	50	67
位置決め	16	11	21	23	16	18	21
巻き下げ・着床	24	32	24	31	25	33	41
吸着把持	7	12	9	5	9	6	4
巻き上げ	19	24	18	24	19	23	24
走行（ストック装置上）	47	48	67	66	48	49	68
旋回（90°）	27	26	26	26	25	27	27
巻き下げ・着床	36	37	40	41	34	35	46
吸着解放	14	13	11	11	12	13	11
巻き上げ	34	36	36	34	36	37	34
旋回（90°）	23	24	25	23	24	22	23
データ待ち再スタート	4	5	5	—	5	4	—
小 計	4'58"	5'19"	5'49"	5'54"	4'59"	5'17"	6'06"
合 計	22'00"				16'22"		
総 計	38'22"						