

4. 建築内装資材自動搬送システム

清水建設(株)：岡野 正・*加藤 勉
西村 淳

1. はじめに

建築現場内での揚重搬送作業は大きなウエイトを占める為、工程にも影響を与える。しかし、他の産業に比べて自動化、無人化が遅れていた。その理由は、資材の大きさ、重量、形状が様々であることや、搬送場所や周囲の状況が工事の進捗状況により日々変化すること、仮設である為建物側に細工ができず、また転用ができるものでなければならぬ等である。

しかしながら、ここ数年、仕事量の増大と人手不足により、建築現場内における資材の揚重搬送作業の省人化が求められ、少ない作業員で施工能率の向上をはかるための自動化が必要となってきた。

そこで、清水建設(株)と三菱重工業(株)は建築現場の実態調査を踏まえ、ねらいを以下のように設定し開発を行った。

(1) 省人化

- ①荷降し作業
- ②水平搬送作業

(2) 資材搬送作業の能率向上

- ①積込み・荷降し作業

現場実証実験を経て改良を進め、実用機を開発し現場の資材搬送に適用した。

2. システムの概要

全体システムは、図-1に示すように垂直揚重用の自動リフト(高層リフト)、リフト昇降路前の外扉、水平搬送用の自走台車、及びこれらを統括してコントロールする運転制御装置等の各サブシステムから構成される。

現場内に搬入された資材をフォークリフトで自動リフトの搬器へ積込み、予定にしたがって所定階に揚重する。自走台車は搬送を行う階に待機しており、コントロールセンターから命令を受け取る。そして、資材をリフトの搬器から取り込み、指定された置場に搬送する。以上の作業を繰り返し、全部の資材を揚重搬送し終えたら次の予定にしたがって自走台車を別の階へ移設する。1日の作業が終了したならば自走台車の電源をOFFにして、バッテリーの充電を行う。

ここで、新たに開発した水平搬送システムの機能、性能について述べる。このシステムは、自走台車と制御装置から成る。

2-1. 自走台車

自走台車は移載と走行の機能、そして、安全装置を備えている。

走行機能は駆動源をバッテリーとする車輪を用いている。また、リフトから置場への走行は、フォトセンサと幹線としての反射テープによる光誘導方式を採用している。これは、建設現場内で、建物への細工ができないことと設置解体の容易性を考慮した上で、最適であるという考えに基づく。つまり、走行路や荷置場は日々変化する建築現場内の作業の進捗状況に対応ができるものでなければならない。そこで、幹線走行路は反射テープの張り付けだけで設置完了とし、荷置場のマークはその都度任意の場所にプレートを置くだけの準備で良い。荷物の積降し時の走行は幹線から直角方向に自律して走行し、作業終了後また幹線へ戻る自律方法を用いている。

積降し機能としては自走台車本体に設けた地面に反力をとるリンク方式のフォークによる。これは以下の2点を実現することにある。1点は自走台車の自重を軽くすることである。建物本体のフロアは、強度により一定面積内に一定の荷重しかかけられないので、本体を軽くする必要があり、リンク方式のフォークにより自走台車自重よりも重い荷物を積載することができた。もう1点は様々な荷姿に対応できることである。現場内の資材は多種多様であり、荷姿もまちまちである。これらを規格化することは、現実問題として困難なことであり、規格化を行うと現状の内装工事や揚重作業にも影響を及ぼす。そこで、積載可能な資材の荷姿に対して汎用性のあるフォーク式が最良と考える。

安全装置としては自らの走行状態を知らせる警報灯及びチャイム、前方の障害物を検知した際に停止させるセンサ、万一接触時に停止させるタッチセンサがある。また、すべての動作が停止する非常停止鈕を設け、万全の安全対策を図っている。

自走台車の主な仕様を表-1に示す。

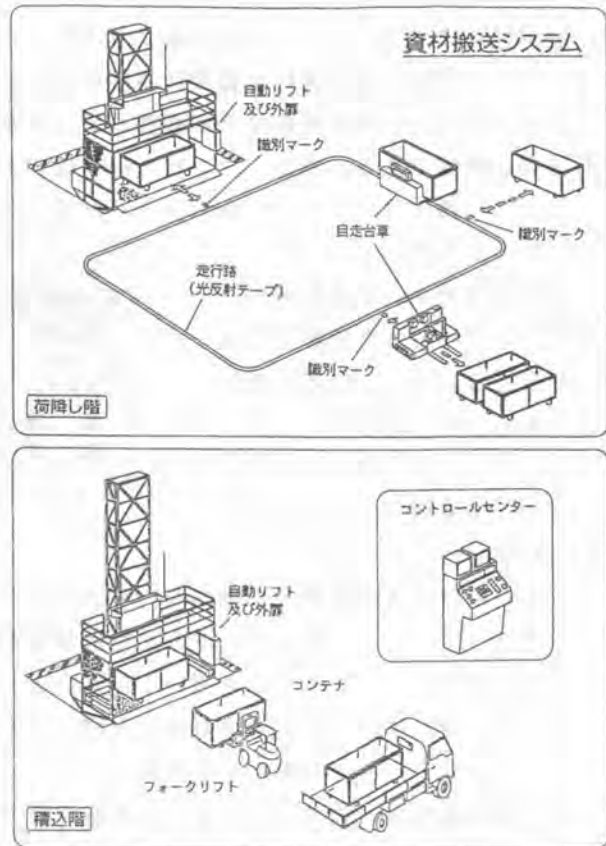


図-1 資材搬送システム概要

2-2. 制御装置

制御装置はコンピュータ、通信器より成り、自走台車の運行制御を行う。コンピュータは事前に登録された運行に必要な各階のレイアウトや置場などの情報を記憶しておくことで、各自走台車に搬送作業に必要なデータを送る。ここでデータは、荷取り場所、荷置場の情報である。また、コンピュータは自走台車相互間の運行を管理している。

これらの機器はコントロールセンタに配置し、リフトのオペレータが兼務して操作を行うことができる。

通信器は光ケーブルを用い、所定階に設けられた中継器にデータを送る。また、自走台車には中継器より無線を介してデータを送る。自走台車はコンピュータからの置場データに基づき自ら作業を行う。

形 式	フォーク式自走台車
最大積載荷重	1,300kg
走行速度	最大50m/min
最小回転半径	3m
外形寸法	長さ 2,300mm×幅 1,300mm×高さ750mm
自 重	700kg
電 源	DC24V , バッテリー

表一 1 自走台車仕様

自走台車は以下の作業及び動作を行うことができる。

- ・搬送 資材をリフトまたは置場から置場（リフトを含む）へ運ぶ作業
- ・台車移設 リフトを用いて自走台車を別の階へ移設させる作業
- ・台車・資材移設 自走台車が資材を積んだままリフトに載って別の階に移設し資材を搬送する作業

また自走台車は、最大5台がそれぞれ別の階で作業を行える他、このうち最大3台を同一フロアに集めて同時作業を行うことも可能である。

3. 現場への適用

本システムを使用した建築現場は新都心建設が進む千葉市幕張地区にあり、コンピュータシステム開発に対応した最先端のインテリジェントビルであり、以下の2箇所である。

- (1) 幕張富士通システムラボラトリ建設工事 ('91.6 ~ '91.12)
- (2) NMビル(仮称)新築工事 ('92.5 ~)

3-1. Nビルへの適用例

(1) 設置及び撤去作業

資材を揚重する自動リフト1台に対して1セット(自走台車2台)を用いた。自走台車の幹線走行路は本現場の荷物置場や自動リフトの位置を考慮した上、直線とした。荷物置場は8カ所を任意の場所に設けたが、あくまでも基本の形であり、搬入資材の状況やフロア状況から適宜変更した。その他に自走台車のパーキングを設けた。

以上のレイアウトに基づき、各階の床に幹線用の反射テープを張り付け、置場マークを設置した。また、所定階に中継器を設け、これらを、通信用の光ケーブルと電源ケーブルで渡りをとった。以上で設置は完了である。したがって撤去作業も容易に行える。

(2) 搬送作業

自走台車は下記に示す資材を主な搬送対象としている。

①内装資材：耐火間仕切材、天井材、窓下収納材、OA床材

②設備材：配管材、空調ダクト、保温材

また本現場では図-2に示す荷姿を標準とし、揚重量として最もボリュームのある耐火間仕切用・天井用の耐火ボードを主に搬送した。

運用にあたってあらかじめ使用者により揚重搬送の予約申込を行う。そこでは揚重搬送に伴う必要情報を明らかにし、荷物置場や時間の調整を行う。

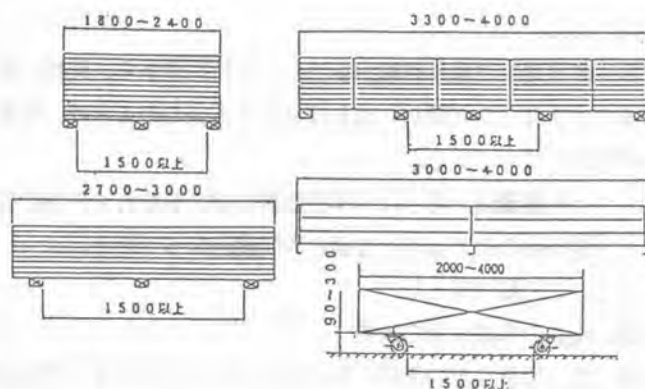


図-2 荷姿の例

3-2. 結果

本システムの導入により、従来4～5人必要であった荷降し階での作業者が不要となり、省人化を実現できた。そして、従来の揚重作業における不確定要素であった荷降し作業が確立され、揚重搬送時間の調整等の揚重管理が容易となった。さらに、自走台車の走行路と荷置場所の確保を確実に行うことで、さらに揚重搬送能率を上げることができる。

4. おわりに

今回、本システムを建築現場に適用したことにより、荷降し作業の無人化と水平搬送作業の無人化が実現できた。

今後、さらに現場適用を進めるための課題として、資材の現場搬入及び揚重を計画的に行うために、本資材搬送システムの稼働の運用管理を行うソフトの開発が必要である。

また、本システムは高層建築を対象としたものであるが、今後は中低層建築を対象とする簡易な汎用システムに展開する計画である。