

34. 建築工事における仕上材自動搬送システム

大成建設(株)：田村 恵彦・*伊藤 永三郎

1. はじめに

最近のビル建設工事では、色々な分野で機械化・自動化工法が開発され、実際の生産現場にも導入され実施されてきている。これは、ビル建設における生産性の向上、作業環境の改善、工期短縮、省人化・省力化、技能労働者不足や高齢化対策、3Kイメージの払拭等への対策として取り組まれた結果実現されてきたものであるが最終的な目標は「建設コストの低減」にある。このコスト低減について特に昨今の厳しい状況の中では、各社と



も最優先課題に位置付けて取り組んでいる。その主な事項は前述したようなことであるが、その中でも工法や材料（部材）への対応が注力されている。一方、近年特に「生産管理」面が重要視されてきており、搬送に関する諸問題の大半はこの領域に属する。ビル建設作業の中でこの搬送作業の占める割合は、20～30%程度になると言われている。今日の建設工事の中で、躯体工事（鉄筋、型枠、鉄骨、特殊躯体等）の計画や施工にはこの搬送作業は欠かすことの出来ない重要なポイントとして認識され、計画に盛り込まれ且つ搬送費用も明確になっているが、仕上工事では工種が多く工事計画も大枠の設定だけで仕上材の搬送作業は業者まかせとなることが多く、契約も材工共となり工事費も複合コストになることなどから搬送に係わる費用は不明瞭なままであり、この領域での建設コスト低減への取組割合は低い。更に、仕上材の搬送作業自体が多くの範囲でまだまだ人力に頼っているのが実態であり、この単純で苦渋の多い搬送作業の労力として技能労働者が従事していることが多く見られる。そこで、個々の専門工事業者まかせになっていた仕上工事における仕上材搬送作業に対して今回、一連の搬送サイクルを自動化する「仕上材自動搬送システム」を開発した。このシステムにより、資材の積み降ろし作業員の無人化を実現し、搬送効率を高めるとともに定量的に搬送コストの把握が可能となり更に、先に当社で開発した「揚重計画管理システム」との連動により、工事の計画段階から現場での搬送作業までを一括管理することが出来るようになった。

本システムは、現在建築中の現場に適用し、仕上工事における仕上材搬送作業の合理化と搬送コストの低減を図るべく実施中である。

2. 目的

本システム開発の目的は、「搬送コストの低減」である。この目的を達成する為の開発のポイントを次のように設定した。

- ① 建設用リフトへの資材積み降ろし作業員をゼロにする
従来、揚重作業では、資材の積み降ろし作業に最低4人の作業員が必要だったがこれを積み降ろし装置の開発によりゼロにする。
- ② 揚重効率の向上
 - a, 資材積み降ろし時の建設用リフトの待ち時間の解消
通常、建設用リフトに積み込まれた資材が荷降ろし階に到着しても降ろせずに待っていることが多かったがこの待ち時間をゼロにする。
 - b, 荷姿の工夫により1回当りの揚重量を最大にする
先に当社で開発した「揚重計画管理システム」により計画時に材料毎の荷姿を工夫し1回当りの揚重量が最大になるようにすることで全体揚重回数の低減を図る。

3. システムの概要と構成

本システムは、仕上材搬送作業の中で搬送効率を左右し労務依存率が高く、且つ苦渋作業となっていた部分を対象とし、それを系統的に捉え自動化を実現したものである。システムの範囲は各種仕上材が現場内に搬入された後、建設用リフト前の積み込み位置に仮置きし、それを建設用リフトに積み込み垂直搬送し、荷降ろし階到着後に所定の場所に降ろす迄の範囲である。当該システム構成は、図-1のように垂直搬送として建設用リフト、水平搬送としてフォーク機能を備えた荷の積み降ろし装置（リフトインフォーク；以下リフトインフォークと称す）、各階の開口部養生扉（電動式シャッターゲート）とそれらを一括制御する自動制御装置から構成されている。このシステムの中でポイントになるのがリフトインフォークであり、その他の要素技術については、既存の技術を採用することでシステム開発に係る費用の低減を実現するとともに使用者に安心感を持たせることができた。

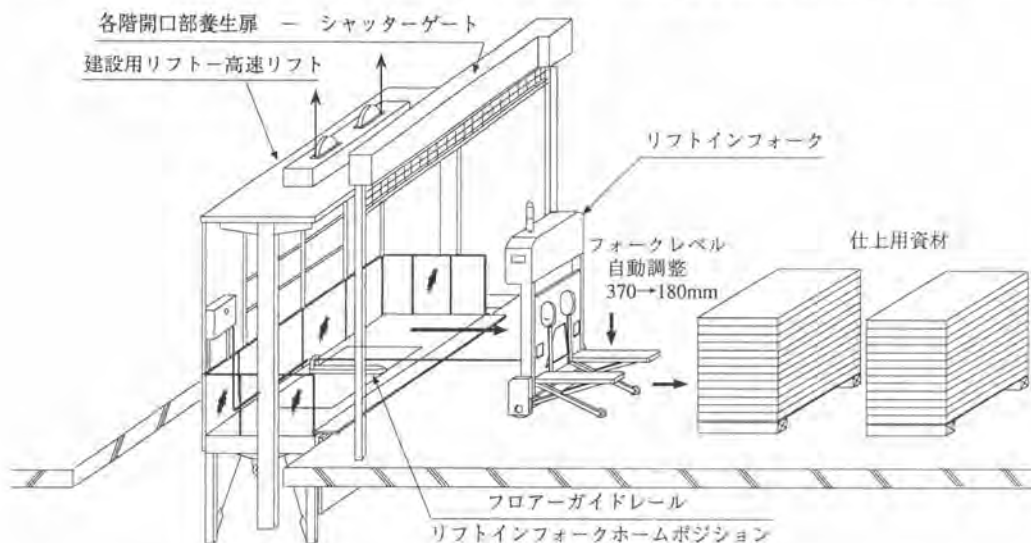


図-1 システム構成説明図

4、システムの特徴

本システムは、次のような特徴がある。(図-2のシステム動作説明図参照)

1) 資材の積み降ろし作業員を「ゼロ」にする

通常の揚重作業では、荷積み階に1人と荷降ろし階に3人の最低4人の作業員が必要であったが自動化を達成することで、この作業員を「ゼロ」にすることが可能となり揚重作業全体の省人化を図ることができる。

2) 各階での専用積み降ろし装置が不要

リフトインフォークが、建設用リフトの搬器内に設置されており、この装置が建設用リフトの搬器内から自走で前後進し各階での積み降ろし動作を行う為、各階に専用の積み降ろし装置を設置する必要がない。

3) 建設用リフトの待ち時間が「ゼロ」になる

リフトインフォークが、搬器の中心から7mの範囲まで自走する為に同一階へ複数個の資材を自動で仮置きすることが可能になり、建設用リフトの待ち時間がなくなる。

4) 資材を途中階から任意の階へ無人移送が可能

建物の途中階から任意の階へ仮設材や転用材等の移送を無人で行うことができる。

5) 積み降ろし時のサイクルタイムが一定

積荷の如何に係わらず、積み込みと荷降ろしの時間を一定にすることができるため、揚重のサイクルタイムの変動要因を建物の高さや建設用リフトの速度の関係式のみで考慮すればよくなり、計画と実施の誤差が殆どなくなる。

6) 実施データをリアルタイムで自動収集

先に当社で開発した「揚重計画管理システム」との連動により、揚重作業でのロス時間が削減されるとともに実施データをリアルタイムに自動収集することができる。

7) 資材の積み込みから各階の所定のストックヤードまでの作業の無人化

水平搬送システムと組み合わせることで、資材の積み込みから所定階での荷降ろしと、そこで荷降ろしされた資材を更にその階の所定のストックヤードへの水平搬送が可能になり、積み込みからストックヤードまでの一連の作業を無人で行うことができる。

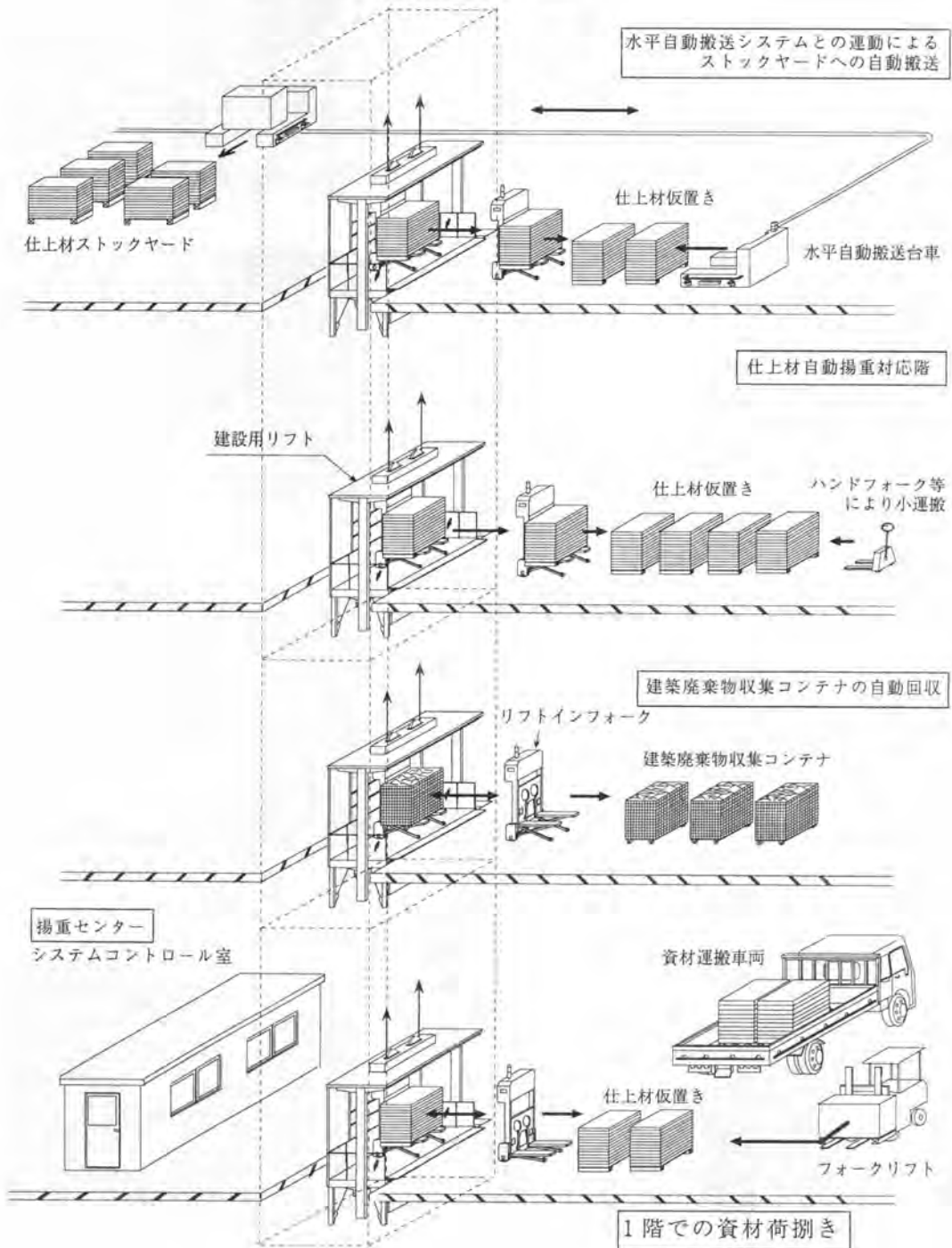
8) 建設廃材の荷降ろしにも対応可能

資材を所定の階に揚重し建設用リフトが積み込み階に戻るときに、途中階に集積されている建築廃材集積コンテナを自動で積み込み、所定の階に自動で降ろすことができ出来る為、今まで時間外での対応を余儀なくされていた建設廃材降ろしが、資材の揚重効率を損ねることなくリフトの空き時間等を有効に利用することで効率よく処理することができる。

9) 積み降ろし装置の脱着により従来の建設用リフトとしての使用が可能

搬器内のリフトインフォークは、簡単なコネクターで動力盤と接続されているために装置の脱着は、コネクターの抜き差しだけでできるため、従来の建設用リフトとして使用することにも簡単に切替える事ができる。

図-2 システムの動作説明



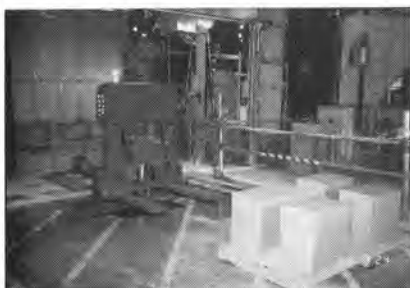
5、システムの動作

本システムの動作は、次のようになる。

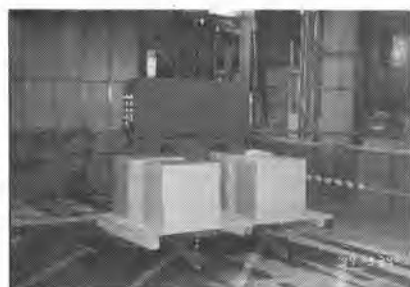
現場内に搬入された各種仕上材は、1階等で荷降ろしされ建設用リフト前の所定の位置に仮置きされる。そして、建設用リフトの搬器内に設置されているリフトインフォーク）が自走により前進し、仮置きされた資材を自動で取りに行く。その際、本装置のフォーク部が資材のパレット等に自動挿入されて行き、載荷検出センサーに資材がタッチするとセンサーが作動し、本装置は走行を停止し資材の持ち上げ動作に移り、一定の高さになると停止し、リフトの搬器内に後進で戻り始め、搬器内のホームポジションで自動停止する。そして、リフト搬器の扉と開口部養生扉（電動式シャッターゲート）が自動的に閉まる。各々の扉が閉まると、リフト搬器は荷降ろし階へ向けてスタートし同階で自動停止する。続いて、搬器の扉と同階の開口部養生扉がほぼ同時に開き、開き終るとリフトインフォークが7mの範囲内で自走し、積荷を所定の場所に荷降ろしする。荷降ろし終了後、本装置はリフト搬器内のホームポジションに戻り自動停止する。続いて、搬器の扉と同階の開口部養生扉が閉り、閉り終るとリフト搬器は荷積み込み階に自動で戻りそこで停止する。それから、搬器の扉と開口部養生扉がほぼ同時に自動的に開く。以上が、当該システムの1サイクルの動作でありその動作状況は、写真①～④の動作がリフトインフォークによる荷取り動作状況で、逆に写真④～①の動作が荷降ろし動作状況である。システムの操作状況は、写真⑤の通りである



写真①：荷取り準備



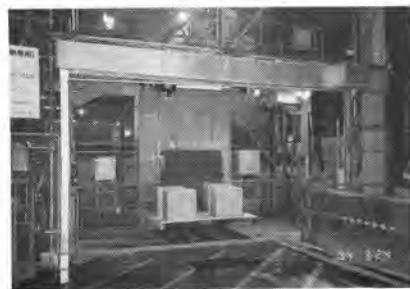
写真②：リフトインフォークが自走により前進し荷取りに向かう



写真③：資材を取込み後、後進しリフト搬器に戻り始める



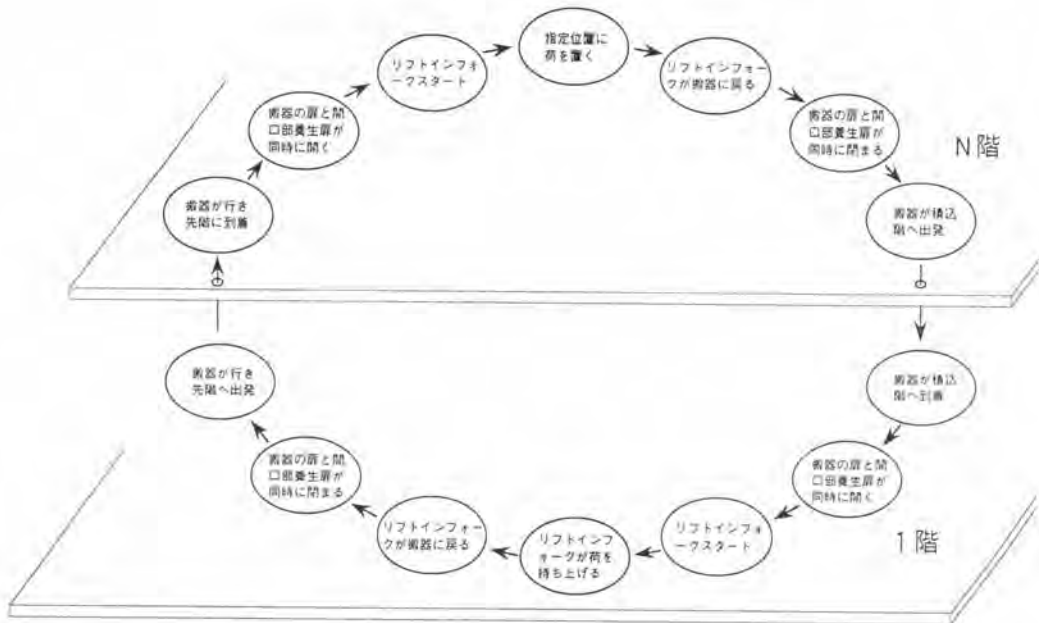
写真⑤：システムコントロール室内での操作状況



写真④：リフトインフォークがリフト搬器内のホームポジションに戻る

この1サイクルの動作を1階からN階迄をフロー図で表現したのが、図-3の「1サイクル動作説明図」である。

図-3 1サイクル動作説明図



6、システムの稼働状況

本システムの開発は、平成5年7月から平成6年3月までの約9ヶ月間に亘って行い現在、当社を幹事会社とする共同企業体により施工中の「新宿南R Cビル新築工事」において本システムを初採用した。同工事は、地下3階、地上34階、延べ床面積約102,700m²の超高層オフィスビルで、現在高層躯体の最盛期を迎えながら低層階からの仕上工事にも着手しており、6月から本システムによる資材搬送が開始されており平成7年の2月頃まで使用する予定である。今回の建設用リフトは、2t用の高速リフトを使用しシステムを構成している。本システムは、揚重資材品目の約85%まで対応することができる。

7、おわりに

本システムは、垂直搬送と資材の積み降ろしをメインとしたシステムである。 今後は、現場に搬入してきた資材運搬車両の荷台からの荷降ろしから始まり、建設用リフトへの積み込み、垂直搬送、荷降ろし、荷降ろし階の所定ストックヤードへの小運搬迄の一連の搬送作業の合理的な自動化を目指し、先に開発した「揚重計画管理システム」との連動によりハードとソフトが一体となった綿密で詳細な搬送計画を作成し、現場の工事進捗に合わせて正確に適切に実施することが出来るようなトータルシステムとしての完成を目指して今後も取り組んでいきたいと考えている。更に、特殊な現場だけの対応ではなく、広く一般の建設工事にも適用できるような汎用性のあるシステムの開発にも取り組んで行く方針である。