

1. 建築工事における地下工事資材の搬送システムの開発

(株)フジタ：柴山 誠一

【はじめに】

建設作業における資材の搬送作業は全作業の約30%程度を占めているとも言われており、作業の改善要求（苦渋作業の改善）や自動化を推進する上でその重要性が認識されて来ている。

以下に具体的改善ツールとしての機械開発動向とユーザでもある、ゼネコンの開発の方向性について紹介をし、本システムの開発が時代の要請でもあることを再認識するものである。

日本建設機械化協会・技術部自動化委員会平成4年度アンケートの結果でも、前回調査に比べ開発件数は110件の増加・機械別の最大件数（74件）が搬送荷役関連機械とのデータが報告されている。また建築学会小委員会（今後の建築生産における自動化技術開発の方向）による、大手ゼネコン8社の（262先端的作業所）アンケート結果、施工自動化の狙いと自動化技術分類の両方でも、躯体工事に伴う資材搬送の省力化のニーズが高いことや要素技術から生産プロセスまで含めた開発が今後必要との報告がされている。

【開発の背景とシステム概念】

近年、市街地の建築工事において地下工事の安全性・工事公害の防止・工期短縮・作業スペースの確保等多くのメリットがある逆打工法による施工が積極的に行われて来ている。

しかし最初にトップスラブを施工することによる、開口部の限定や地上躯体と地下躯体工事を同時に施工することで、様々な制約条件がある。



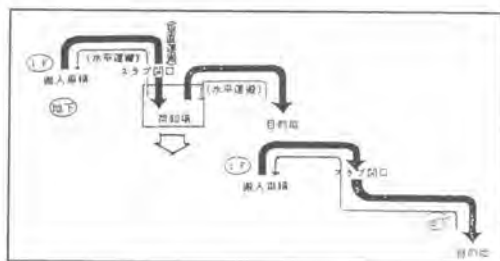
【写真-1 開発機全景】

逆打工法の実施上の制約条件を下記に列挙する。

- ①地上躯体がある状態では、荷下し重機に制約を受ける。
- ②地下部に一旦資材を預ける、荷取り場が必要となる。また工程の進捗に応じて盛り変えも必要。
- ③資材搬入開口が限定されるので、地下部での水平搬送距離が長くなる。

以上の理由から、地下工事資材の搬送については人手に頼るところが大きかった。

そこで、資材搬送に着眼し地上の荷取り場に搬入された資材を、地下の目的場所までダイレクトに搬送するシステムを開発した。

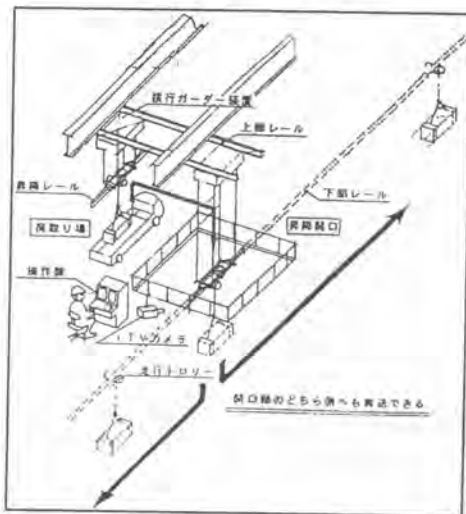


〈図-1 荷の動線〉

【開発コンセプト】

一律でない建築構造物に対し、最大公約数的な標準化を図るべきなのか・どうか、今後も継続的に検討を進める必要があると考える中で、次の4項目を将来の自動化への検討項目と考える。

- イ 作業の安全性向上・・・人との協調
- ロ より高品質な管理・・・ソフトの付加
- ハ 上下並行作業が可能・・・工期短縮
- ニ 仮設工事の削減・・・作業手順



〈図-2 システムイメージ〉

【作業所適用試験の概要】

本システムは、平成3年4月より開発に着手し、平成5年4月までに2作業所での適用実験を経ている。

それぞれの工事と搬送作業実績は、次の通り

作業所A 工事期間'91.9.1~'92.11.3

(使用期間 '92.1~4)

敷地面積 1857.31 m²

構造形式 S造 SRC造

階数 地上10階 地下3階

搬送作業実績 型枠材 11,800m²

鉄筋 540ton

〔表-1 開発システム仕様概要〕

定格荷重： 3ton 未 満

動力： AC200/220 50/60HZ 3相15kVA
(トロリーダクト)

横行 0.7⁵kw×1

昇降 3.7 kw×1

走行 0.7⁵kw×1

上下 2.9 kw×1

(速度インバーター制御)

操作・制御：有線・無線、シーケンス制御
マイコンによる遠隔操作
モード 手動・自動

移動： 地上部 懸垂型天井クレーン
(レール I=250×2 本)

地下部 懸垂型テハクレーン
(レール I=250×1 本)

作業所B 工事期間'92.3.25~'94.2.28

(使用期間 '92.12~'93.4)

敷地面積 1732.40 m²

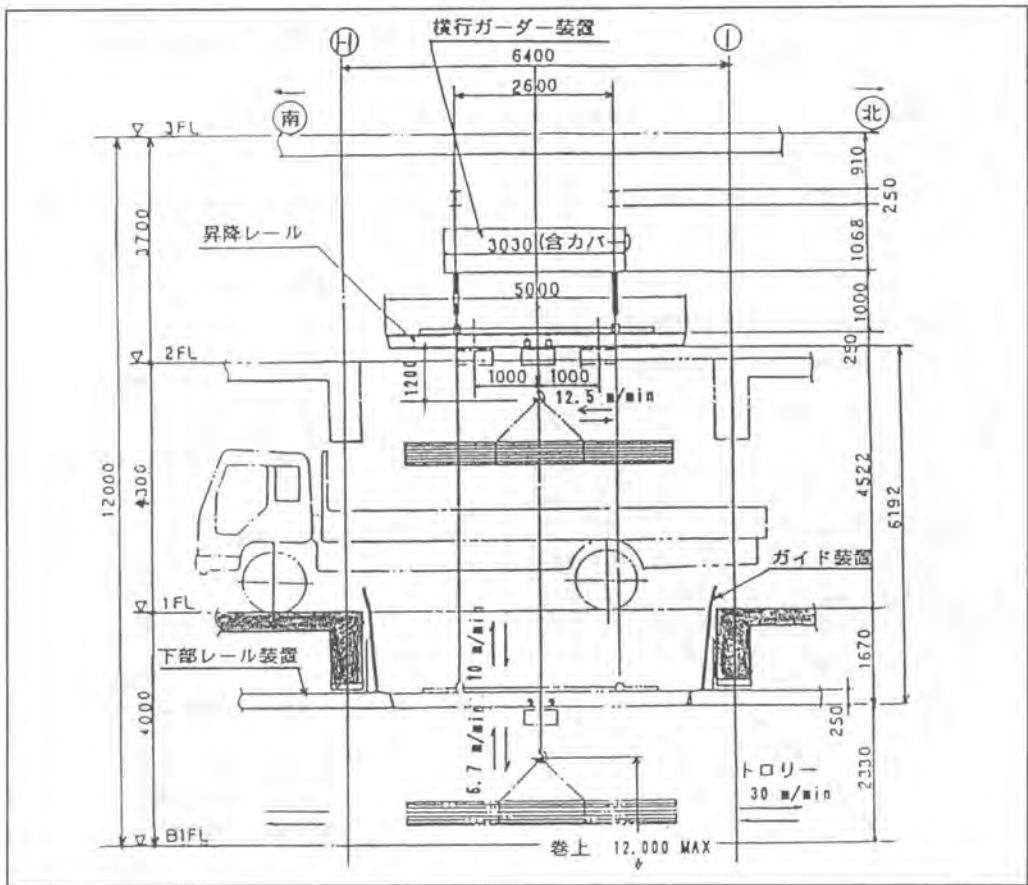
構造形式 SRC造 SRC造

階数 地上10階 地下2階

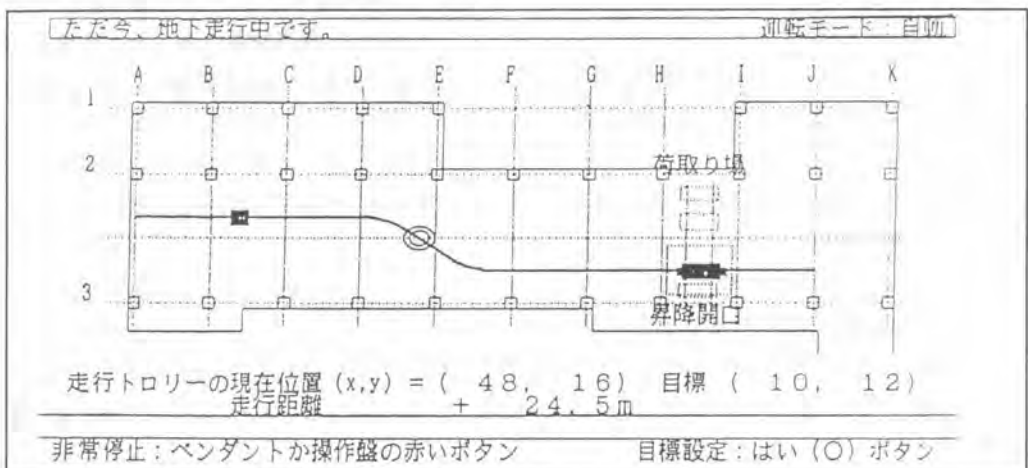
搬送作業実績 型枠材 7816m² →18 m²/人日
0.5分/m²

鉄筋 205ton →0.8ton/人日
22分/ton

特に作業所Bにおいては、作業員数とシステムの稼働時間のデータを重ねることにより、施工管理情報としても、従来比で約30%程度の省力化効果に寄与していることが分かった。



〈図-3 現場適用試験（作業所B設置状況）〉



〈図-4 運転操作管理モニター画面（工事B設置状況）〉

【作業所適用試験で得た知見】

すでに開発コンセプトでものべた、4項目に添って作業所適用試験で得た知見（メリット）を簡単にまとめる。

イ`作業の安全性向上・・・人との協調

使い勝手の面で操作方法（有線・無線・マイコン）の選択支が、専任操作者の習熟効果によってサイクルタイムの短縮が更に可能と思われる。マンマシンインターフェース機能に、より臨場感を高める工夫（画像・音情報の付加）をすればより安全性の向上が可能である。基本的には、開口部の減少による墜落・転落災害等の防止が確実にできる。

ロ`より高品質な管理・・・ソフトの付加

事前情報の搬送対象資材量・重量・搬送能力・サイクルタイム等の情報が、日常の施工管理情報（資材管理や工程管理など）に活用ができる。

ハ`上下並行作業が可能・・・工期短縮

搬入トラックの荷台上資材を、他の移載装置なしに、一度の玉掛けで地下へダイレクトに搬送できる。そのために地上躯体工事の進捗に影響を与える、ストックヤードをあまり必要としない。

ニ`仮設工事の削減・・・作業手順

掘削工事や鉄骨建て方の工程に合わせた、レベル設置作業を行うことで、足場などを必要とする作業を無くせる。

以上4項目は、それぞれに固有の要素ではあるが、単独に発展や改良をするべきものでなくバランスの取れたシステムとして考えて、洗練化を図っていきたい。

特に関連メカトロ技術（動力供給方法、各構成機器の軽量化、センサー類など）の移植や、ハードの使用に際しての法規制などにも留意したい。

【終わりに】

建築構造物の基本的性能似は、直接に関係のないと思われる、搬送作業の合理化手段の一つとして、非床上搬送の開発事例の報告を終わるに当たり、イタリアの経済学者ビルフレッド・バレートの言葉を紹介する。「成果の80%は、共通する作業の20%を確実に達成することで可能になる」と言われている。

また、いかに優れたシステムでも管理・運用が的確に行われなければ、その性能が発揮されないということも、研究開発に従事する時に気おつけるべきこととしたい。

さらに作業所での適用試験等を重ね、逆打工法による施工の、標準システムとして普及を図れるようにすることやアタッチメントの検討や複合システム化なども含め開発を進めたい。

【参考文献、等】

- ・天井クレーンの計画と設計 坂本種芳著
- ・'75 フジタ技報 搬送計画による合理化工法
- ・'77 フジタ技報 搬送作業の効率化を狙いとして
- ・'92 第2回 SRC
フジタ 建築工事用自動搬送システム
- ・'93 第3回 SRC
フジタ 建築現場における垂直・水平搬送システムの開発