

35. 揚重計画管理システムの開発

大成建設(株)：田村 恵彦・*葉石 善一
竹尾 健一

1. はじめに

建設業にとって建設コストの削減は永遠の命題であり、あらゆる面で不断の努力がなされているが、大半は工法や材料面が占めている。その点での努力は今後更に継続されるものとする。一方、もう一つの削減努力として生産管理があり、今日この点が非常に重要視されてきた。搬送に係わる課題の殆どはここに属する。従来、搬送作業については作業自体が単純であり、しかも建方や加工取付作業に比べ掛かる費用の面でも二次的なためコスト削減などを含め注力の度合も低かった。しかし技能労働者の不足や高齢化の問題から、単純作業である搬送作業を彼らから解放し、技能労働者に相応しい仕事に専念させることと搬送作業をもっと広い生産管理の面から捉え、作業の徹底的合理化によるコスト削減の重要性が改めて認識されてきた。

資材搬送の合理化を考えるに当たって、先ず考えなくてはならないのは生産管理であり、そこでのポイントは計画である。計画があってはじめて管理が出来ることから、合理化のキーテクノロジーは「計画と管理の統合的システム化」であるとする。従って、ここでは搬送計画の作成から実施、コスト管理、データ収集分析に至る業務の流れを段階的に捉え、各段階の作業を科学的、合理的に処理し、且つ各段階の業務を結び付けるデータや作業の受渡しが行えるようにすることである。

本システムはこのような考えに基づき作られたものである。つまり、本システムはシミュレーションを含めた詳細な計画が出来るところに重点があり、またそれを基に実施と管理が現場の実態に合わせて合理的に出来る内容を持ったものである。

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。具体的には、当社の社員が行う搬送計画業務や計画変更、更に実施に伴う管理業務を正確に且つ迅速に行えること、専門工事業者が材料搬入時期を早期に暦日単位で知ることが出来る分るので、計画的製作ができると共にユニット形状を工夫することにより総揚重回数及びゴミの発生を低減できること、また揚重業者（あるいは作業員）は実施予定が関係者の合意の下に正確に作られているので人や時間の使い方に無駄がなくなる、と言ったことの総合で搬送コストの低減を実現する。

3. 揚重計画と管理の建物規模別展開方法

建物の規模に関係なく共通に使える揚重計画管理システムを提供できることが理想である。しかし建物の規模に応じて必要とされる計画と管理の内容、程度、揚重設備が自ずと異なる。建物の高さが高くなるほど、また揚重対象物が増えるほど計画と管理項目も増えるし、揚重設備にかかる負荷も増大し、

計画と管理の必要性が増す。これらのことは経験的にも理論的にも容易に判断することが出来る。従って、計画と管理のシステムを建物の規模別に分類して使い分ける必要性が出てくる。

そこで、我々は建物の規模を小規模・低層、中規模・中層、大規模・高層の3つのパターンに分類し、当社が現在実施している現状と今後の展開をどのようにして行くかを含めて表-1にまとめた。

表1. 建物規模別 揚重計画と管理の現状と今後

業務区分	管理項目	建物規模・高さ					
		小規模・低層		中規模・中層		大規模・高層	
		現状	今後	現状	今後	現状	今後
		前日の時間調整のみ (成行き調整)	同 左	1週間程度の予約時間調整	ユニット化による山積検討・1週間予約調整	ユニット化による計画と管理 (手作業)	ユニット化による計画と管理 (P/C利用)
計 画	機械設備選定	○	○	○	○	○	○
	揚重ユニット化					△	○
	揚重回数算定、山積				○	○	○
	タクト工程との接続					○	○
	計画揚重日					△	○
						(手作業) ⇒	(パソコン)
契 約	揚重ユニット指定				○	△現場単位	○
	各専門業者契約(赤伝)				○	△	○
	揚重専業者契約(センター)				○	○	○
実 施	事前予約申込			○	○	○	○
	予定時間調整	○	○	○	○	○	○
	搬出入・車両管理	○	○	○	○	○	○
						(手作業) ⇒	(パソコン)
実績管理	データ収集・分析				○	△	○
	揚重費清算				○	△	○
						(まちまち)	(標準化)

本システムは大規模・高層の現場に一番適しているが、中規模・中層の現場に於ても効果を発揮すると考えている。次に3つの分類についての基本的考えを述べる。

3.1 小規模・低層

この規模の場合の搬送に係わる仕事の進め方は、ロングスパンエレベータ等の小型の揚重設備を設置した後は特に揚重計画を作成せず、毎日の作業打ち合わせで翌日の各専門工事業者の揚重時間や搬出入時間を調整する方法、あるいは車輛管理の仕方を決定する方法が一般的であり実状に即している。何故ならば、この規模の場合揚重設備にかかる負荷が少なく、揚重作業自体が工事の進行に対してクリティカルになることは殆どない。むしろ小規模で床面積が狭いために「運ぶこと」よりも「運んだ先での置場所」が問題になることが多く、揚重計画は揚重時間や作業の計画ではなく工事進行に合わせた搬入のタイミングとストック場所の計画が重要で、それらは工事計画の中の工事の進め方に確り取り入れた方が搬送と工事の双方を旨く進めることが出来る。

従って、現在すぐ本システムをこの規模の現場に適用するには無理があると考え。将来、タクト工程による仕上工事工程管理がこの規模の現場に普及してくれば、本システムの計画編を活用し、工事管理を旨く進めることが出来るようになると思える。

3.2 中規模・中層

この規模の場合、仕上工事の最盛期に揚重量の増加に伴い揚重設備はフル稼働の状況となり、直前日の申込では対応しきれない場合が出てくるので、その時期は予約申込を例えば数日前から行って、ある程度の山均しをしながら毎日の揚重量を消化していくのが通常の対応の仕方である。

しかしながら、この規模の場合でも工事を進めていく上で、小規模低層の場合と同様に揚重自体が定期的にクリティカルになると言う状況までには至らない。従って、多量の物を限られた時間で揚げ降ろしするための綿密な揚重計画を行うと言った計画段階に揚重計画管理やコストダウンの力点があるわけではない。

この規模の現場の場合の搬送コスト削減のポイントは、むしろ搬送作業を各専門工事業者から分離し、ゼネコンが一括運営することで各専門工事業者の作業員が別々に搬送を行うことから生じる無駄を省くこと及び搬送作業を各専門工事業者の技能労働者から切り放して専門班（大規模高層現場で揚重センターが請負うと言う形態ではない）が定常的にフル稼働できるレベルまで徹底してゼネコンが一括管理を進めることであると思える。

ゼネコンの一括管理の内容は具体的には、各専門工事業者とも協議の上で専門班の搬送作業能率が最も高くなる荷姿（揚重ユニット）や搬入形態を定め、それによって各専門工事業者に搬入させること、更に専門工事業者との工事契約取り決め時に「揚重回数×単価」をベースにした搬送費を別項目で契約し、その後の実施段階で専門工事業者の荷姿や省梱包等の合理化により揚重回数を契約より減らした場合には、搬送コストの削減分を専門工事業者に還元すると言うような契約形態をとれば、専門工事業者にもインセンティブを与えることになり、搬送費のコストダウンを図ることが可能になると考える。

このような仕組みを作れば、計画編も十分に活用できるが、本システムの管理編の特徴を活かして搬送作業を旨く進めることが出来ると思える。

3.3 大規模・高層

搬送と言う観点から見た場合の「大規模高層」の定義は、搬送がクリティカルになる規模と言うことになる。

クリティカルになる主な原因は仕上工程の連続的な重なりと使用材料の他に副資材やゴミ等を含めた膨大な揚重数量にある。この2つの原因は搬送作業を円滑に進める上で最大の課題である。しかも、この課題は計画時に解決しておかないと実施時に大混乱に落ち入る。一方、実施の段階では計画通りに出来ないのが現場の姿であるから、計画から実施までの業務が現場の変化に対応できる機能を持ったシステムが必要になる。またこの場合、搬送作業の実施から管理までの運営は上述したゼネコンの一括管理による専門班ではなく、搬送専門業者に委せる体制を採るのが有効である。専門工事業者との契約形態は中規模中層の場合と同じ方法でよいと考える。

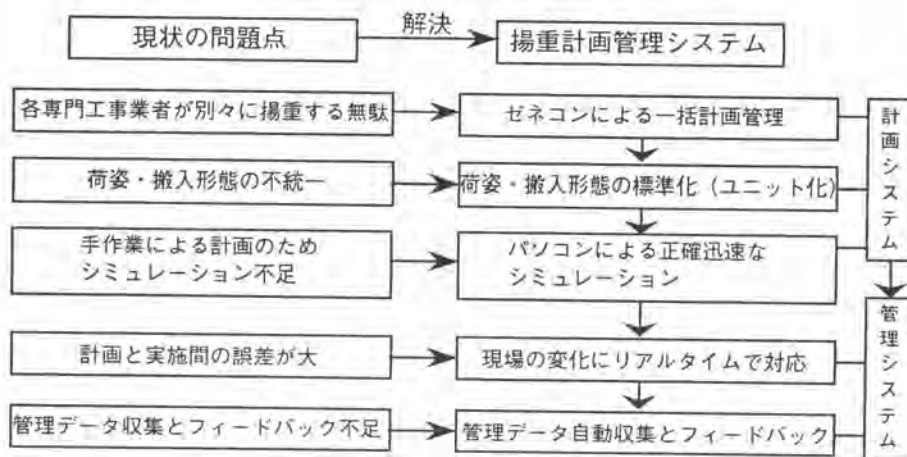
つまり、山積み山崩しなどのシミュレーションが出来る「計画システム」と現場の変化に対応できる「実施と管理システム」があれば、搬送コスト削減が可能になると考える。

本システムはこのような条件を満たすものであるから、大規模高層の現場には最適であると考えている。

4. システムの全体概要

上述の現状と今後の展開を踏まえ、主に高層、中層ビル建築現場でのパソコンによる運用を前提とした揚重計画管理システムを開発し、作業所に導入した。本システムは工事施工数量と工程表に基づいて揚重山積みを出力する「計画システム」と、計画に基づいて揚重申込・調整、時間割作成、実施、データ収集と集計を行う「管理システム」、及び両システムをサポートする「データベース」から構成されている。尚、図1に揚重計画管理の現状の問題点と、今回のシステム開発による解決の方策を示した。

図1. 現状の問題点と解決策



5. システムの内容

5.1 計画システム

計画システムでは先ず階別工区別の工事施工数量を入力すると、材料歩掛、揚重ユニット（単位揚重量）のデータベースを用いて材料別の揚重回数や発生する副産物の降ろす回数を自動算定する。自動算定された各々の揚重品目に対して、基準階仕上工程の中でどのタイミングで揚重すべきかを検討し、基準階タクト工程上の「何番タクトの第何日」に揚重するかを属性情報として入力する（表2、材料・揚重回数・タクト一覧画面参照）。次に階別の暦日仕上工程表を入力すれば、前記の揚重回数と組み合わせで揚重山積みを出力する（表3、暦日揚重山積み画面参照）。またデータベースからサイクルタイムを自動計算し、揚重所要時間を表示する。属性情報として与える条件を入れ換えながら山積み山崩しのシミュレーションを繰返し行って最適な揚重計画を作成する。山積みの回数内訳、材料名称、タクト番号等の詳細は一覧表で見ることが出来るシステムとした。またデータベースは現場の条件の違いに応じ追加や更新ができるようにし、現実の仕事にあったものにすることができる。データベースの材料歩掛やゴミ歩掛は省梱包化やプレカット化等の建設廃材削減の指数としての機能も果たすものとなる。

表2. 材料・揚重回数・タクト一覧画面

種別	追加	日割分割	回数算定提供	科目表示	並べ替え	工事数量一覧	印刷	
03-26	ALC板	t=75	簡仕切	58	20	2	-1	大成
					18	2	2	大成
					20	2	4	大成
03-26	副資材(ALC75)			12	6	1	1	大成
					6	1	3	大成
03-26	ゴミ(ALC75)			13	6	2	3	大成
					7	2	3	大成
03-26	ALC板	t=125	簡仕切	7	7	2	1	大成
03-26	副資材(ALC125)			1	1	1	1	大成
03-26	ゴミ(ALC125)			2	2	2	7	大成
03-26	軽鋼鉄骨簡仕切下地	t=50		1	1	9	-2	竹尾
03-26	ゴミ			1	1	9	4	竹尾
03-26	軽鋼鉄骨簡仕切下地	t=75		3	3	9	-1	竹尾
03-26	ゴミ			1	1	9	3	竹尾

表3. 暦日揚重山積み画面

月	日	曜日	全計	揚重回数	10	20	30	40	50	60	70	80	90	00	10	20	30	40	50	60	70	80		
4.8	金		26	*****																				
4.9	土		0																					
4.10	日		0																					
4.11	月		1	*																				
4.12	火		27	*****																				
4.13	水		27	*****																				
4.14	木		24	*****																				
4.15	金		13	****																				
4.16	土		0																					
4.17	日		0																					
4.18	月		30	*****																				
4.19	火		1	*																				
4.20	水		26	*****																				
4.21	木		54	*****																				
4.22	金		24	*****																				
4.23	土		0																					
4.24	日		0																					
4.25	月		13	****																				

5.2 管理システム

管理システムでは、先ず申込段階として各専門工事業者の職長が、計画システムから出力された揚重計画に基づいて、パソコンで予定揚重日、予定時間の申込を行う（表4、揚重申込画面参照）。揚重専門業者によって運営される揚重センターでは調整作業を行い、各社の申込を受けて自動並べ替え機能を用いて最も効率の良い時間割を出力する（表5、予定時間調整画面参照）。実施段階では当日の変更まで盛り込んだ最新の時間割に従って揚重を実施しながら実績データをリアルタイムで収集し自動集計する。

また計画システム、管理システム共通の開発方針として、共通データや現場ごとの基本条件をデータベースに持たせて、入力画面からの選択とすることでキーボード入力作業を最小限にとどめた。

表4. 揚重申込画面

表5. 予定時間調整画面

階	業者	材料名称	品質・寸法	積重	区	積重(17)	積重(18)	積重(19)	積重(20)
01	10	A		2		0800	0820		
01	08	C		6		0820	0820		
01	03	A		6		0820	1000		
01	03	C		8		1100	1100		
01	03	C		3		1100	1140		

6. 作業所への導入効果

現在建設中のSビル（地上34階、地上3階）をはじめ数カ所の現場で活用されており、主な効果としては次のようなことがあげられる。

- 1) 仕上工事揚重計画を正確迅速に任意に行うことができる。
- 2) 工事工程計画を揚重計画画面からチェックできる。
- 3) 工事進捗管理システムとの併用で揚重面からの工程管理ができる。
- 4) 揚重山積みを使って確度の高い揚重労務計画が作成出来る。
- 5) 計画作成から実施管理までを一貫システムとしたので一元的に仕事を進めることが出来る。

7. あとがき

今回開発したシステムは既に数カ所の現場に導入しているが、使用結果を踏まえて更にシステムの改善、充実を図っていく予定である。また今後の展望として、自動運転ができるハードシステムとの連動がある。具体的には、第一段階として垂直搬送設備への積み込みから垂直搬送、荷降ろし階への到着、荷降ろし、そして積み込み階への戻りまでのサイクルを無人で且つ自動運転出来るハードシステムを開発する。第二段階としてこのハードシステムと本ソフトシステムとが連動できるシステムを開発する。第三段階として荷降ろしした荷物を所定のストックヤードまで自動搬送し、在庫管理が出来るシステムを開発する。以上のようなことを将来の展望として描いている。