

# 住宅ビル用エレベータ生産システムの効率化

## Promotion of Efficiency in Elevator Production Systems for Housing

高橋 達男\* 増田 勝太郎\*

Tatsuo Takahashi

Katsutarô Masuda

塩原 三郎\*\* 竹原 博\*

Saburô Shiobara

Hiroshi Takehara

### 要 旨

住宅政策の強化推進によって、近年の高層住宅増加は著しいものがある。一方、建築業界の人手不足は深刻であり、省力化、プレハブ化が強力に推進されている。日立製作所では、この問題を解決するため、昭和45年4月、中・高層住宅向けエレベータビルエースRを発売すると同時に、受注から据付工事完了までの生産管理を、抜本的に改善するとともに、標準化の推進ならびに新しい据付工法の開発などを行ない、即応体制を確立した。この結果、従来の工期を半減することが可能となり、今後予想される建築工期の短縮にも、建築側各位の理解と協力を得ることによりじゅうぶん応ずることができる体制になった。

### 1. 緒 言

わが国における労働力の不足は、すべての産業界に共通した問題であり、この解決のため、あらゆる分野で合理化、省力化が推進されている。とりわけ建築業界の労働力事情は深刻であり、ここ数年間の実績<sup>(1)</sup>では30%前後の不足となっている。反面、需要は増加の一途をたどり昭和41~45年の住宅5個年計画(360万戸)に引き続き、昭和46~50年の新住宅5個年計画(960万戸)が実施されるなど、積極的な住宅増強計画が展開されている。

最近の住宅建設は高層化、デラックス化が進み、エレベータなどこれに設置される諸設備の近代化が強く要求される。一方、人手不足の解決策としての省力化、あるいは生産性向上のためのマスプロ化が各方面で取り上げられており、エレベータも同様に短納期化が望まれている。このことに着目して建築業界の省力化に呼応して、中・高層住宅向け規格形乗用エレベータビルエースRを開発するとともに、生産性の向上と短納期化を実現するため、受注から現地での据付工事に至る一連の生産システムを抜本的に見直し改善した。すなわち、管理システムには大形電算機を駆使し、精度の高いフィードバック情報によるきめの細かい管理と、部品の標準化、ならびに新しい据付工事方式の開発など全体的に改善を加えた。しかし、エレベータを短期間に、かつタイムリに完成引渡しするためには、(1) 詳細仕様の早期決定。(2) 仕様決定後における変更の絶滅。(3) エレベータ据付工事と同期した関連工事の進捗など、施工主ならびに建築側との効率よい打合わせもぜひ必要である。

エレベータを短期間に据付完了できれば、建屋壁仕上げおよび内装工事も促進でき、さらにはその後の建築側工事作業にこのエレベータが利用できるなど多くの利点がある。このようにエレベータ工事期間の短縮は、建築工期全体の縮小につながり、ビル建設の省力化に大いに寄与できるものである。

### 2. 受注と生産管理

エレベータは受注量の変動しやすく、建物への据付作業を伴う点において、他の一般商品とその生産形態を異にする。すなわちビルを建設し完成させる一連の工程の一部分として、エレベータの製作ならびに据付作業が存在する。したがってこれらの工程管理は当然、ビル建設の全体計画に沿ってむだなく効率的に行なわなければならない。

建築工期が短縮されつつある今日、エレベータの製作および据付工事も、広範囲の生産管理を合理的に行ない、建築工事の進行に合わせてタイミングよく、短期間に完了することが必要である。

#### 2.1 エレベータ生産管理の改善

日立製作所は、昭和45年4月ビルエースシリーズを発表したのと並行して、中・高層住宅専用エレベータを中心に種々検討と試行をかさね、このほど大形電算機を駆使した効率的な生産管理システムを確立した。

すなわち受注伝票などをテレックス伝送システムに移行し、受注契約成立後各営業所で受注情報をタイプライタで入力すると同時に製作工場の受注システムに受信される仕組みである。製作工場ではこの情報を、大形電算機 HITAC-8400 にかけて製作指示書を編集出力し、工場内関係部署へ発行する。また、建築側の工程情報も同様に製作工場の大日程・作業量計画システムに受信して適正な製作指令を自動編集する。これにより、迅速に情報をキャッチすることが可能となり、建築工事と生産との同期化が実現できた。

製作工場においては、電算機による科学的な管理へ移行したことにより、さらに管理精度を向上させることができる。たとえば大日程・作業量計画において、従来エレベータ台数のみを指標にしていたのを改め、新システムでは、仕様データを分析して作業時間単位まで、ち密な管理を行なうことにした。さらに本社事業部をコントロールセンタとし、営業部門にまで製品ならびに工事の作業進捗状況を正確にフィードバックするなど、適切な生産管理条件を把握(はあく)できるようにした。

#### 2.2 建築工程との同期化

エレベータを建物に設置するいわゆる据付工事は、建築側の工程と同期させて、短期間に完了することが、ビル建設を合理化するための不可欠な条件である。すなわち、エレベータメーカー独自のペースで進められるものでなく、コンクリート工事、電気工事、左官工事など数多くの業種が入り組んで進められ、エレベータ据付途上で、これら関連業種のタイムリな協力が必要となる。したがって、建築全体の工程を計画するとき、エレベータ工程面もじゅうぶん考慮した PERT ネットワークを組む必要がある。

図1は、6階床ビルへ設置した規格形乗用エレベータ工程ネットワークの一例である。

詳細な工事工程に関しては、着手時点で再度、図2に示すエレベータ据付工程表を建築側に提示し、最も効率的な工事日程と関連業種の作業日程を相互に確認し合い、計画した PERT により、効率よい作業を実施した。その結果、従来の固定足場工法で、目標どおり

\* 日立製作所水戸工場

\*\* 日立ビルディングサービス株式会社

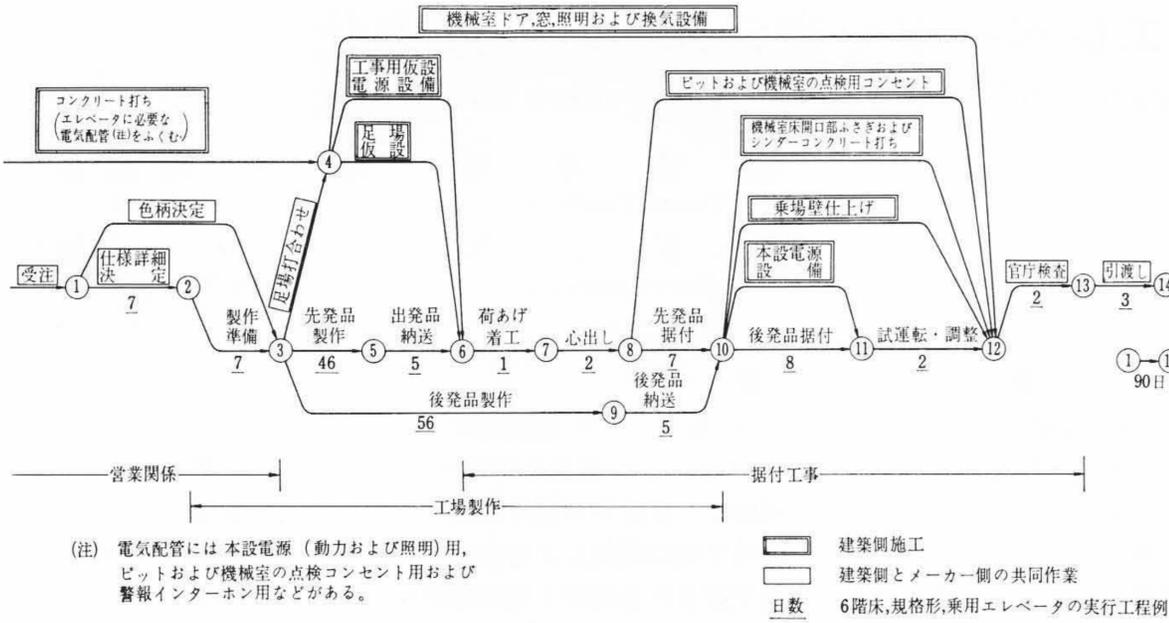


図1 エレベータ工程ネットワーク

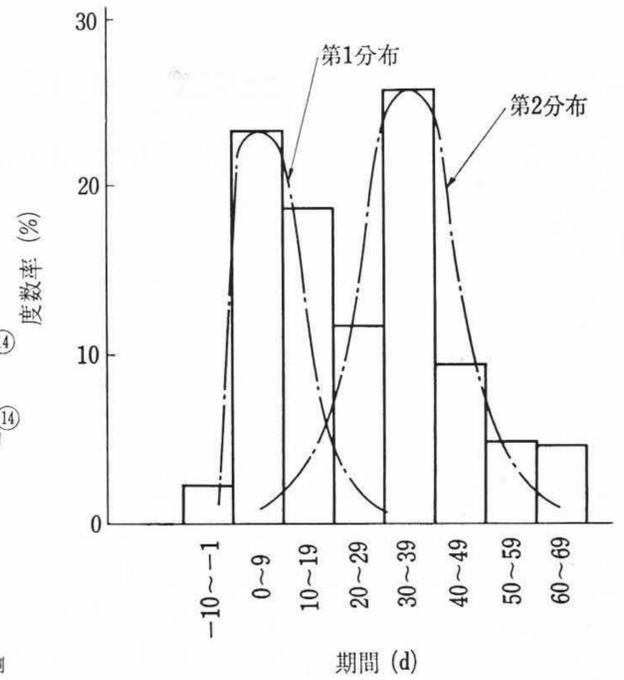


図3 指定納期と実際納期の偏差

受注後90日の短時日の工程で完成引渡しができる。

通常エレベータの受注時点で行なう必要納期の決定は、できる限り正確に打ち合わせることが建築側にとっても必要である。図3は最近の規格形乗用エレベータの指定納期と、実際に完成引渡しした実績との日数差を示したものである。この図は2種類の分布を重ね合わせた形態とみることができ、おおむね次のような傾向を持つものである。すなわち、第1分布は、適切な計画とその実行の結果を示すもので、大部分はその期限までに完成したが、一部はエレベータまたはビル自体の工程遅延があったため、遅れ側に尾を引く、かたより分布を呈したものである。第2分布にももちろん工程上の遅延が含まれているが、建築上の計画延期が仕様決定にまで反映した

ものも多く、今後第1分布に集中するように密接な連絡を促進する必要がある。このように、工程計画上必要以上の余裕を見込むことは、きびしい住宅ビル建設の諸条件を満足させるために望ましいことではない。

また、エレベータの打合せ項目のひとつに、出入口およびかご内室の色柄決定がある。これについても図4に示したように、最近では半数以上が計画的に推進されるように改善されたが、極端なものは2ヶ月以上も遅延し指定納期を過ぎた後決定した例もある。このような場合には当然指定納期をできるだけ早目に変更し、効率よい生産を計画的に行なうようにすべきである。

以上二つの事例について述べたが、このほかにも、仮設あるいは

顧客名 御中

エレベータ据付工程表

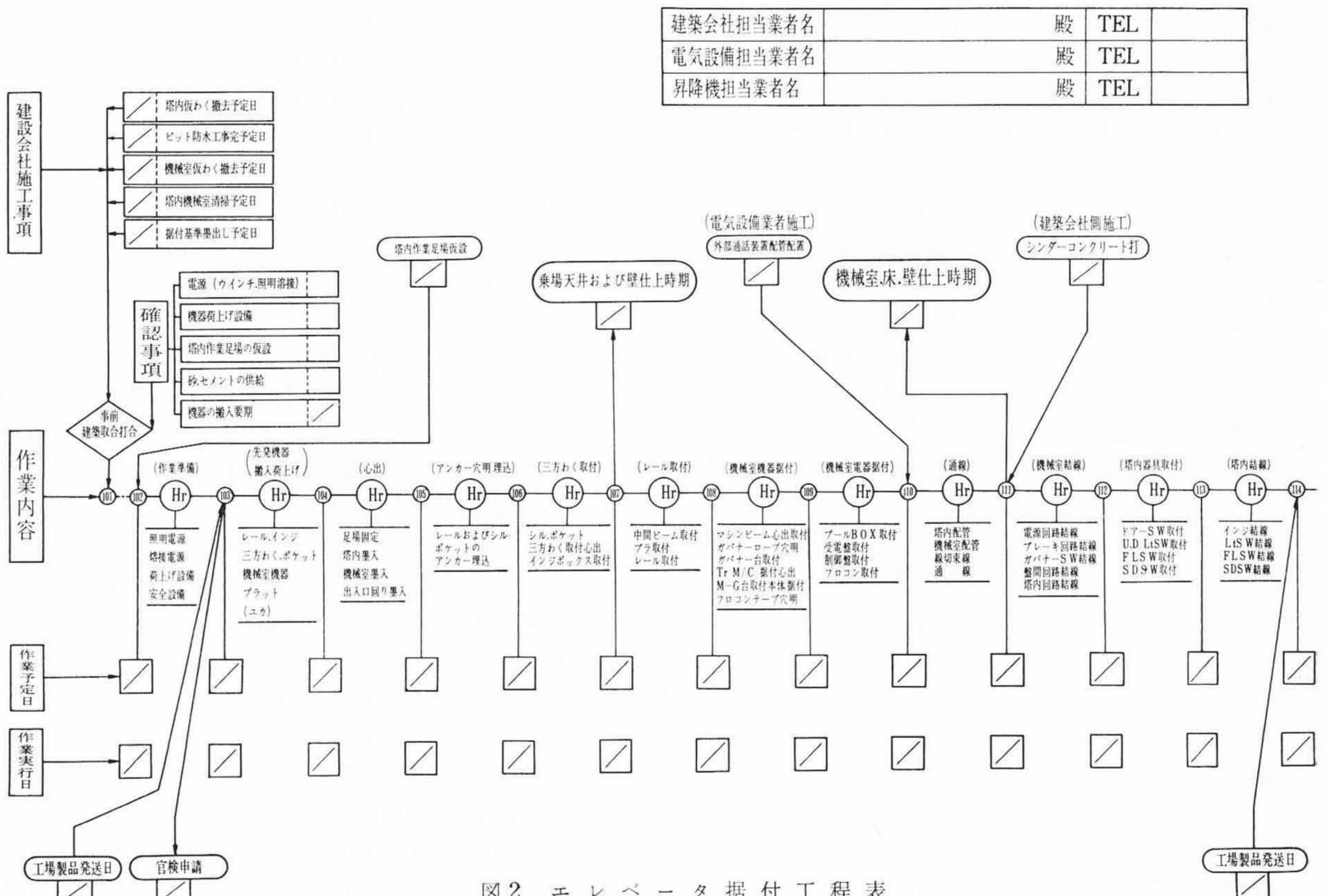


図2 エレベータ据付工程表

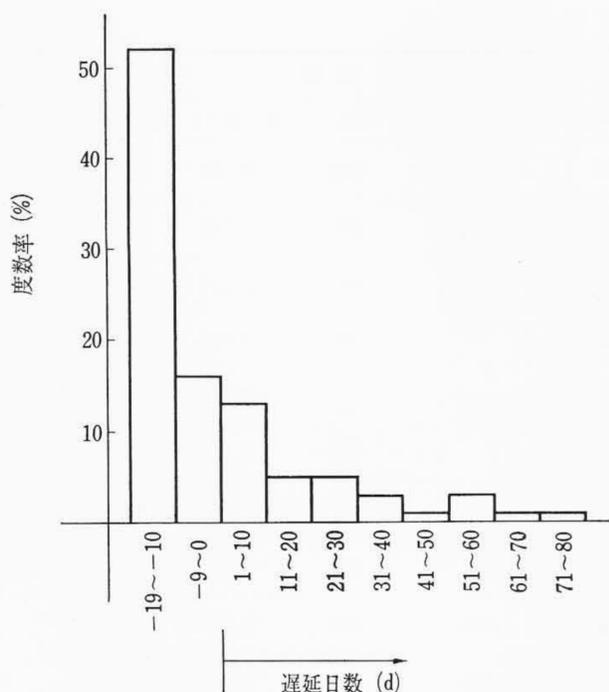


図4 色柄決定状況

本設の電源設備、乗場壁仕上げ、機械室床工事など、関連部門とのタイムリな協調を必要とすることが多い。これらはいずれも図2のエレベータ工程ネットワークをじゅうぶん考慮して、建築全体のPERTネットワークを組み、これを実行することにより解決される。前述した管理改善ならびに後述する据付工法の改善を合わせ推進すれば、エレベータ受注から完成までの期間を、従来の50%程度に短縮することができる。

### 3. 標準化

生産性の向上と納期の短縮は、受注から据付工事に至る全生産過程を標準化しなくては達成できない。なかでも設計の標準化は、あらゆる生産部門に大きな影響を及ぼし、最も重要である。

設計標準化の最大効果は、機種を統合し、規格化することによって得られる。早くから、市場、業界の一部にこの考えはあったが、需要家、建築界、メーカーの間での気運が醸成され、建設省の指導のもとによりやく昭和45年度のJIS改訂となって実現した<sup>(2)</sup>。

表1は、その結果を示したものである。一般用8機種、住宅用、寝台用、非常用、それぞれ2機種の合計14機種に整理統合することによって大きく前進し、古い歴史をもつ欧米諸国にさらに一步近づくことができた。

このように画期的な規格化が行なわれたとはいいいながら、中量産品であるエレベータでは、部品の標準化と、これによる機種間の共用化を図らない限り大幅な生産性の向上は望めない。

一方、エレベータが建築物の付帯設備であることから、その建築物に調和した仕様を提供する必要があり、これを満足させながら、いかに生産性と両立させるかも、エレベータ標準化のポイントである。

#### 3.1 部品の標準化

部品の標準化の最大目的は、機種間の部品の共用性を高め、その種類を減らすこと、いいかえれば、量産効果を発揮し在庫による迅速な適用を図ることにある。

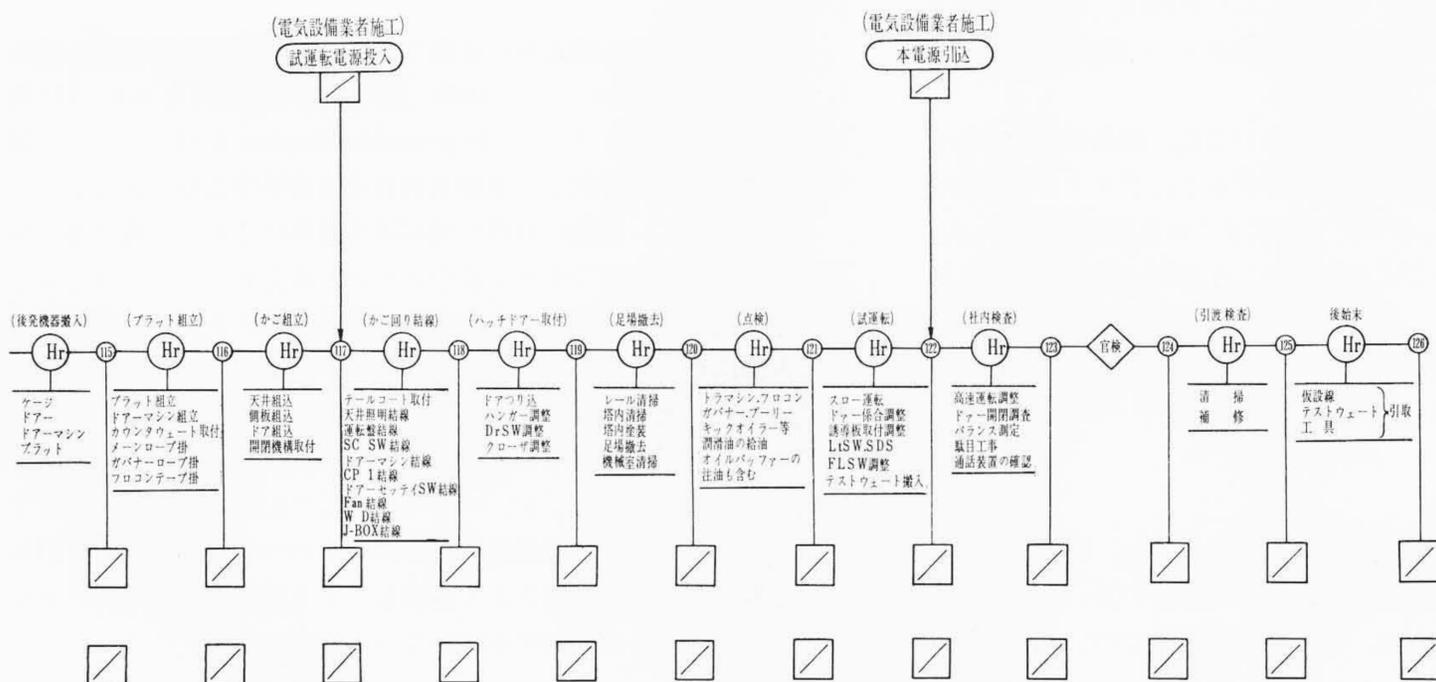
部品の標準化には、これらの見地から、(1)標準数の適用。(2)部品の組合せによる多仕様の構成の2項目が基本である。

標準数は、別名ルナール数とも言われるように、ルナール(フランス)が、気球用ロープの標準化を進めるにあたって考案したもので、一種の等比数列である。近年逐次この適用による標準化の有効性が見直されつつあり、その実施例も多い。

今回、標準数を採用するにあたっては、過去の標準数適用例を参考にして、適用基準を定め、各種寸法に徹底して標準数を適用した。この結果は、部品種類の減少のほか、部品の互換性が増し、工事・保守部品の供給体制確立にも、大きな効果をあげている。

作成年月日 S 年 月 日

機種	台数	停止数
工期	/ ~ / ( 日間)	
工事番号		



○：丸内の数字は作業に必要な時間を Team Hour で示す。

表1 かごおよび昇降路の寸法

JIS A 4301-1970

用途	記号	積載荷重 (kg)	最大定員 (人)	かご内のり寸法			昇降路の最小寸法		有効出入口		床持ち出し E	適用図	参考適用速度
				A (間口)	B (奥行)	C (高さ)	X (間口)	Y (奥行)	W (幅)	H (高さ)			
一般用	P-6-2S	400	6	1,150	900	2,300	1,500	1,550	800	2,100	140	図-1	30~60
	P-9-CO	600	9	1,400	1,100	2,300	注1 1,750	注1 1,700	800	2,100	100	図-2	45~105
	P-11-CO	750	11	1,400	1,350	2,300	注1 1,750	注1 1,950	800	2,100	100		
	P-13-CO	900	13	1,600	1,350	2,300	注2 A+500	注2 B+750	900	2,100	100		
	P-15-CO	1,000	15	1,600	1,500	2,300			1,000	2,100	100		
	P-17-CO			1,800	1,500				1,000	2,100	100		
	P-20-CO	1,350	20	1,800	1,700	2,300	注2 B+800	1,000	2,100	100	105~300		
	P-24-CO	1,600	24	2,000	1,500			1,000	2,100	100			
							2,000	1,750	2,300				
				2,150	1,600			1,100		2,100	100		
住宅用	R-6-2S	450	6	1,050	1,150	2,200	1,500	1,800	800	2,000	140	図-1	30~90
	R-9-2S	600	9	1,050	1,520	2,200	1,500	2,200	800	2,000	140		
寝台用	B-750-2S	750	11	1,300	2,300	2,300	2,050	2,900	1,100	2,100	110	図-3	15~45
	B-1,000-2S	1,000	14	1,500	2,300	2,300	2,300	2,900	1,100	2,100	110		
非常用	E-9-2S	600	9	1,050	1,520	2,200	1,500	2,200	800	2,000	110	図-1	(60以上)
	E-17-CO	1,150	17	1,800	1,500	2,300	2,400	2,350	1,000	2,100	110		

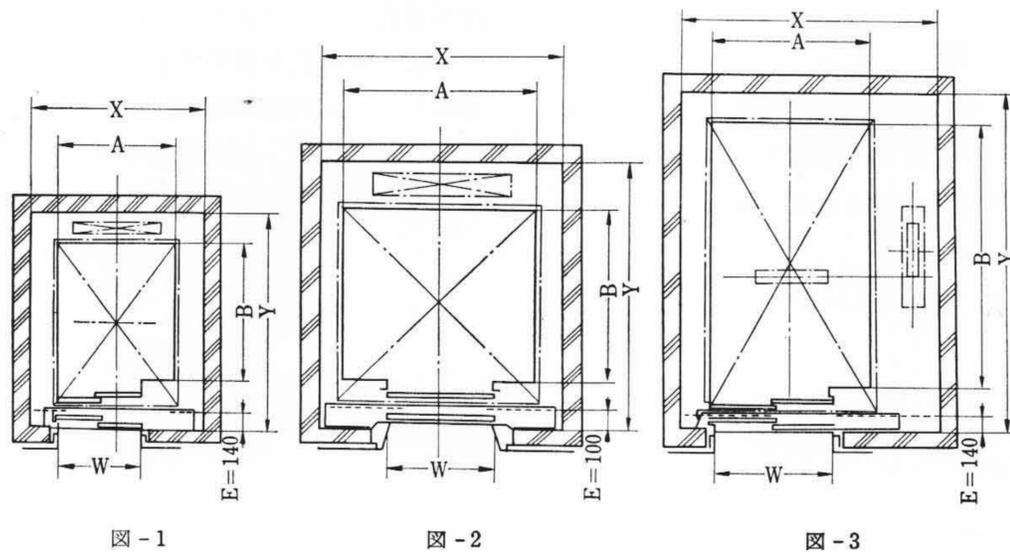
備考 エレベータが2台以上並ぶ場合は、昇降路の幅は次の式による

$$\text{昇降路の幅 (mm)} = nX + (n-1) \times 100$$

ここに、 $n$ ；エレベータの並ぶ台数  $X$ ；1台のエレベータの昇降路の幅 (mm) は上表による。

注1：定格速度 90 m/min 以上 105 m/min 以下のものは、 $X$  が +100,  $Y$  が +50 となる。

注2：定格速度 180 m/min 以上 300 m/min 以下のものおよび柔構造ビルにたいしては  $X, Y$  とともに更に 100 を加えた値とする。



一方、鋼板、型鋼などの鋼材を中心とした材料関係、各種のびょうら類などについても、標準数を基準に整理統合し、使用品種を30%削減した。

かごを中心としたいわゆる意匠品については、部品の組合せによる多仕様の構成を基本として、需要家の好みと、デザインの動向を調査研究し、最も機能的で、デザイン的にすぐれた標準を確立した。

この結果、たとえば、かごについては、4種類の標準を設け、高級マンションからアパート、事務所に至る幅広い需要に応じうる体制を確立するとともに、組合せ意匠の徹底した追求により部品の種類を従来の50%以下に減らし、短納期体制を、さらに充実することができた。

### 3.2 特殊仕様の即応体制

エレベータは、建築物の付帯設備としての性格上、設置される建築物に合わせて、各種特殊仕様の要求される場合が多い。なかでもかご、乗場出入口を中心とした、いわゆる意匠品についてこの傾向が強い。

特殊仕様品は、その都度設計し、製作しなければならず、生産性の悪いことはいうまでもないが、そのうえに標準仕様品の生産工程にまで、悪影響を及ぼし、短納期体制確立の大きな障害となっ

ている。

このような状態を抜本的に改善するため、従来の仕様実績を徹底して調査し、この上に立って機能、意匠両面に再検討を加え、113種の準標準仕様をNSコード (Negotiation Service Code) 化した。図5はこの一例として示した乗場三方わくの準標準仕様である。

これによって、従来の特殊仕様が広く標準化され、多種多様な需要家の希望と合理的な生産を望むメーカーの立場が両立できるようになった。また生産手配も、前節で述べた電算機システムの導入によって大幅に迅速化された。すなわちNSコードを手配する場合は、営業担当者が仕様打合せマニュアルの中から需要家の希望に合ったNSコードを選択し、そのコードとそれに付属した数値、たとえば乗場三方わくの高さなどを、テレックスにて工場の電算機に投入すればよい。これにより直接製作指示が行なわれる。今後とも、利用者の立場に立って、建築とよく調和し、より機能的なエレベータを提供するため、その標準化を進めていく所存である。

### 4. 据付工事方式の改善

近年、建築工法は、プレハブ化を中心として長足の進歩をとげ、建築工期は、ますます短縮化してきている。

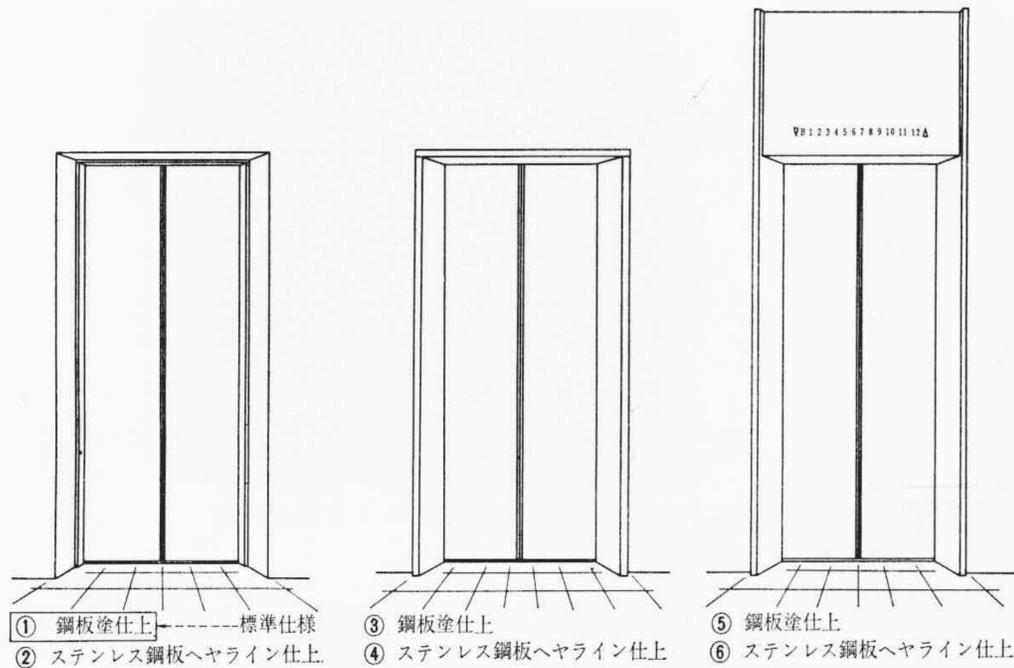


図5 乗場三方わくのNS仕様

エレベータもこれに即応するため、受注—生産—工事の各部門において合理化を推進し、体制の確立を図ってきているが、とくに建築工法に密接な関係を持つ据付工事については、抜本的な改善を行ない、工事体制の合理化を図っている。

据付工事は、建築工程、建物の構造、精度などに大きく影響されるうえに、生産作業に比べ環境条件も悪く、作業の標準化、機械化の困難な面を持っている。これらの悪条件を克服して、据付工事の効率化を図るためには、以下に述べる項目を果たすことが基本的に必要である。(1) 自動化、機械化の進めやすい工場作業に切换え、現地作業を極力減らす。(2) 建物の構造、精度からくる影響を排除するため、建物と取合う構造と作業をできるかぎり減らし、建築工程からの影響をも排除する。(3) 据付工事工程に同期した製品の工場発送を行なう。

以上の考え方にに基づき、計画、立案したユニット搬入方式、WP工法、工事作業に同期した製品発送、の3件を中心に、工事作業の合理化を推進した。

#### 4.1 ユニット搬入方式

ユニット搬入方式とは、エレベータの乗場出入口部分、かごおよび機械室部分をそれぞれユニット化し、工場で組立て、そのままの状態而建物内に搬入取付ける方法である。

この方法には、最下層または、その付近階のホールから昇降路内へ搬入する下部搬入方式と、機械室の屋根を設置する前に、クレーンでつり上げたユニットを機械室の床開口部から昇降路内へ搬入する上部搬入方式とがある。

前者の方式は、一般に横引き時の搬入路を確保することがむずかしく、乗場出入口部分のユニットに限って適用可能である。

後者の上部搬入方式は、建物外をクレーンでつり上げるため、ユニットの大きさに制限がなく、かご、機械室の搬入も可能で、本格的な搬入方式といえる。

上部搬入方式で最大の問題は、搬入用クレーンの確保である。

これには、建築用クレーンを、建築施工業者の協力をえて利用させてもらう場合と、エレベータの据付専用として、トレーラ式クレーンを調達する場合とがある。後者は、クレーンの組立場所確保の困難性ならびに調達費用と工事費の見合いから相当台数のエレベータを同時に据付けるような場合以外、実施はむずかしい。

建築用クレーンが設置されている前者の実施例では、当該作業について、固定足場工法の1/10程度に短縮でき、エレベータの据付作業全体では、1/2に工期が短縮できる見通しをえている。

今後ますますプレハブ化していく建築工法に対し、きわめて有効

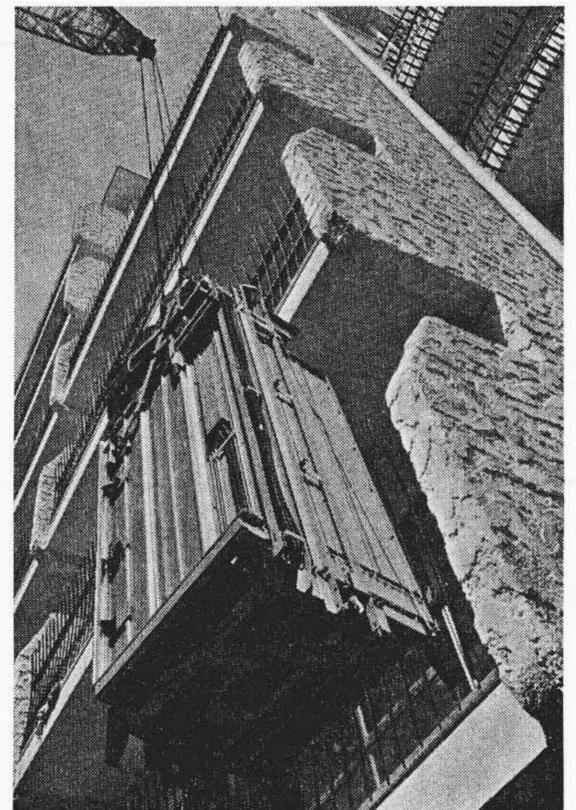


図6 乗かごのユニット搬入

な工法であるといえよう。

#### 4.2 WP工法

エレベータの据付工事は、昇降路内に木材や鋼管で、井桁(いげた)状に足場を組み、この上に板を渡して作業する固定足場工法が、わが国では主流をなしている。

この工法は、建物が低層であるうちは、簡便で効率的な作業方法といえるが、高層になるに従い、上下移動のため階段を利用したり、場合によっては、直接足場を登り降りする時間と労力の浪費が増大する。

この固定足場工法の限界を打破するものが、可動足場工法である。可動足場工法として従来より知られていたものに、ゴンドラ工法がある。これは専用のゴンドラを昇降路内に設置するとともにウインチで上下に移動させ、これに乗って据付作業を行なうもので、疲労を伴わない近代的作業方式といえることができる。

今回開発したWP工法(Working Platform 工法の略)も可動足場工法の一つであるが、ゴンドラ工法をさらに一歩進めて、エレベータそのものを可動足場として利用したきわめてユニークな方法である。(特許出願中)

WP工法の作業手順はまず、かご側、つり合いおもり側それぞれのレールを珠数つなぎに連結し、専用ウインチでつり上げる。移動足場を必要な乗場開口部にセットし、これを利用して正規取付ピッチの数倍の間隔で昇降路にレールを仮固定する。次に、かごわくとつり合いおもりを昇降路内に搬入し、これを組み立ててロープ掛けする。

この状態になってから電源を投入し、低速でかごわくを動かしこれに乗って作業し、先に仮固定したガイドレールを心出調整しながら正規のピッチで昇降路壁に固定する。これで可動足場が完成したことになる。これ以後の作業、たとえば、乗場出入口部品の取り付け、塔内配線などはすべてこの可動足場を使って行なわれる。

このWP工法は、固定足場工法に比べて据付作業者の疲労度合いが少ないことを一大特長としているが、そのほか、最適位置で作業ができるため、作業精度が向上し、工事品質の向上に大きく貢献する。

またWP工法がゴンドラ工法に比べてすぐれている点は、(1)エレベータそのものを可動足場として使うので、特別な設備、用具を必要とせず、一般に小規模企業であるわが国の据付工事業者に適す

表2 WP工法と他工法との比較

項目	固定足場工法	可動足場工法	
		ゴンドラ工法	WP工法
据付作業効率	中	小	大
安全性	小	大	大
作業員の合 疲労度	大	小	小
設備費用	中	大	小
据付精度	良	優	優

表3 据付工法と関連条件

据付工法	据付 工期比較	条件	推奨順位
WP	0.7	1. 乗場まわり取付けが固定足場工法より数日後へずれるが安全かつ迅速な工事作業が推進できるので総合的に見て最も効率的である。	1
ユニット搬入	0.5	1. クレーンなどの揚重設備が必要 2. 機械室天井の開口ならびに搬入後のふさぎ工事必要 3. 搬入日時が気象条件（風雨）に左右される。 4. 乗場まわり取付けが固定足場工法より2～3日遅れる 5. 教台並設の場合に有利	2
固定足場	1.0	1. 昇降路内に作業足場仮設が必要	3

る。(2) エレベータそのものを使うので、簡易構造になっているゴンドラより安全性が高い。(3) ゴンドラの組込、解体、撤去などの戻り作業がないので、作業効率が高い。などがあげられる。

他の工法との定性的比較をまとめて示したのが表2である。

以上述べたとおりWP工法は、高層化しつつあるわが国の建築現状に対し、きわめて有効な工法であり、建築工期の短縮に大いに寄与するものである。しかし、従来の足場工法とは、工事順序が若干異なるので、次の点を特に建築施工者側に理解していただき、協力を願わねばならない。(1) 乗場出入口部分の取り付けは、可動足場(かごわく)を使用して行なうので、工事着工から10日程度経過後となる。乗場壁仕上げの工程については、これに留意して計画する必要がある。(2) 着工後まもなくエレベータを走行させるので、着工時点に同期した電源の設置が不可欠である。なおガイドレール、乗場部品機械室機器などの取付用インサート埋込みは、すべての工法に対してきわめて有効であるので、建築施工業者の協力を得て積極的に推進したい。

### 4.3 同期化発送体制の確立

建築の進行状況に合わせて、エレベータの据付作業は進められるため、工場からの製品発送もこれに同期させる必要がある。

建築の進行状況は、流動的であるので、これらの情報を、工事担当会社である日立ビルディングサービス株式会社から工場の電算機に投入し、これに基づいて、工場の全生産工程をコントロールする。いわゆる同期化発送体制の確立を図っている。

このシステムによれば、工程管理者の経験に頼っていた管理が、最新情報による電算機のコントロールに置き換わり、建築工程の変化に対して柔軟に対処できる。一方年々交通事情の悪化してきている大都市に対しては、工場から製品を適時直送することが困難になりつつある。このため現場付近に集中倉庫を設置して、いったんこれにストックし、各現場には、この倉庫から工事の進行状況に合わせて部品を供給する、いわゆるデポジット方式を推進中である。

また受注情報を製作進度管理情報から、地域別に、月別製品出荷予定量を電算機で打ち出し、各地区の工事担当部門に連絡して、変動する工事作業量に対処した工事体制の先手管理を実現している。

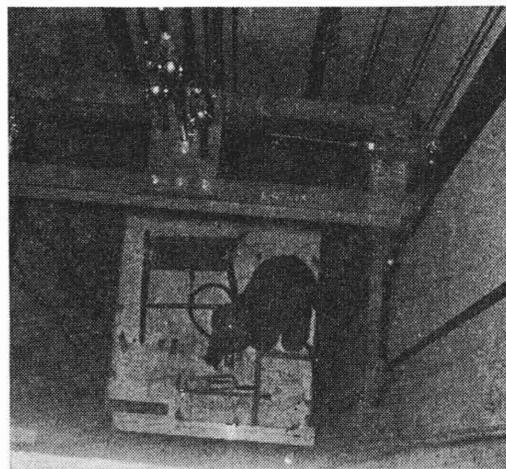


図7 WP工法による据付作業

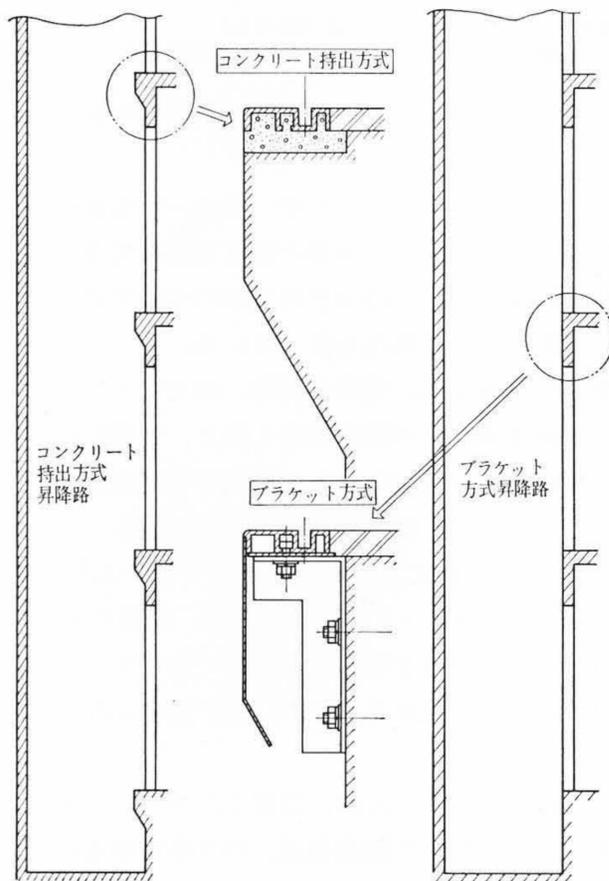


図8 乗場敷居下構造

以上述べた主要テーマのほかに、乗場敷居部分のコンクリート持出しをやめ、ブラケット方式として、建築コストの低減と取付作業の改善を図る(図8)など数十項目にのぼる改良を加え(特許出願中)工事期間短縮のための抜本的改善を図っている。

### 5. 結 言

据付工法と関連条件を整理すると、表3のようになる。新規に開発したWP工法は、本文中に詳述したように近代的でユニークな方法であり、今後積極的に採用し普及させたい工法である。工期面では、ユニット搬入工法が有利であるが付帯条件が多い。建築側各位の積極的な理解と協力のもとに、可能なものを選択して採用したい。また工場の製作工程も、工事工法により若干異なるので、受注時点で明確に打ち合わせることが必要である。

今回、管理システムの改善、部品の標準化、据付工事新方式の開発など一連のエレベータ生産体制を見直し、改善を積極的に推進した。この結果、受注から引渡しまでの期間を従来の50%程度に短縮できる体制を確立し、工事用への活用による建築の省力化と工期の短縮にじゅうぶん応じられることを深く期している。

### 参 考 文 献

- (1) 日本工業年鑑：(1970, 日本工業新聞社)
- (2) 富永：建築設備 241, 32 (1971-3)