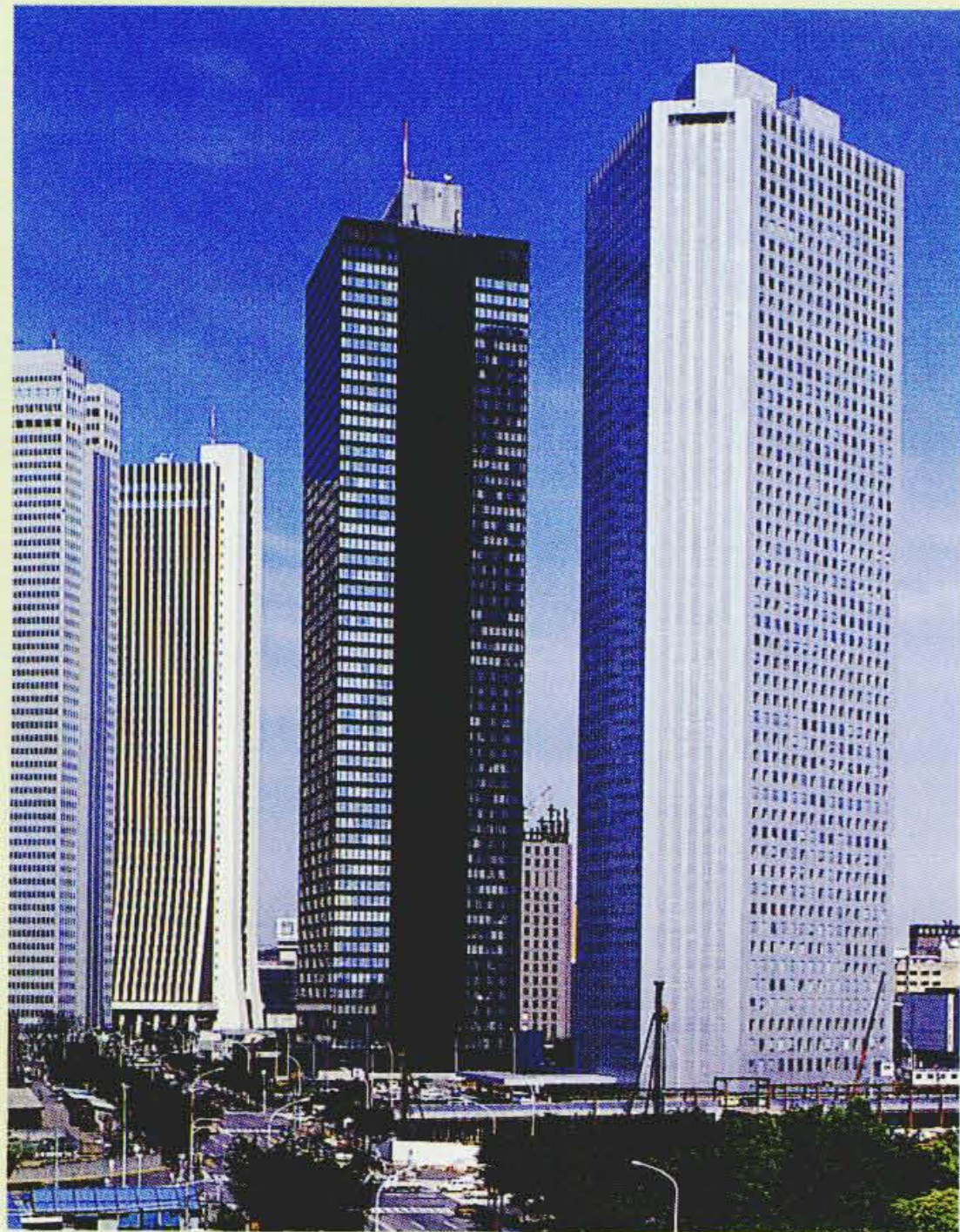


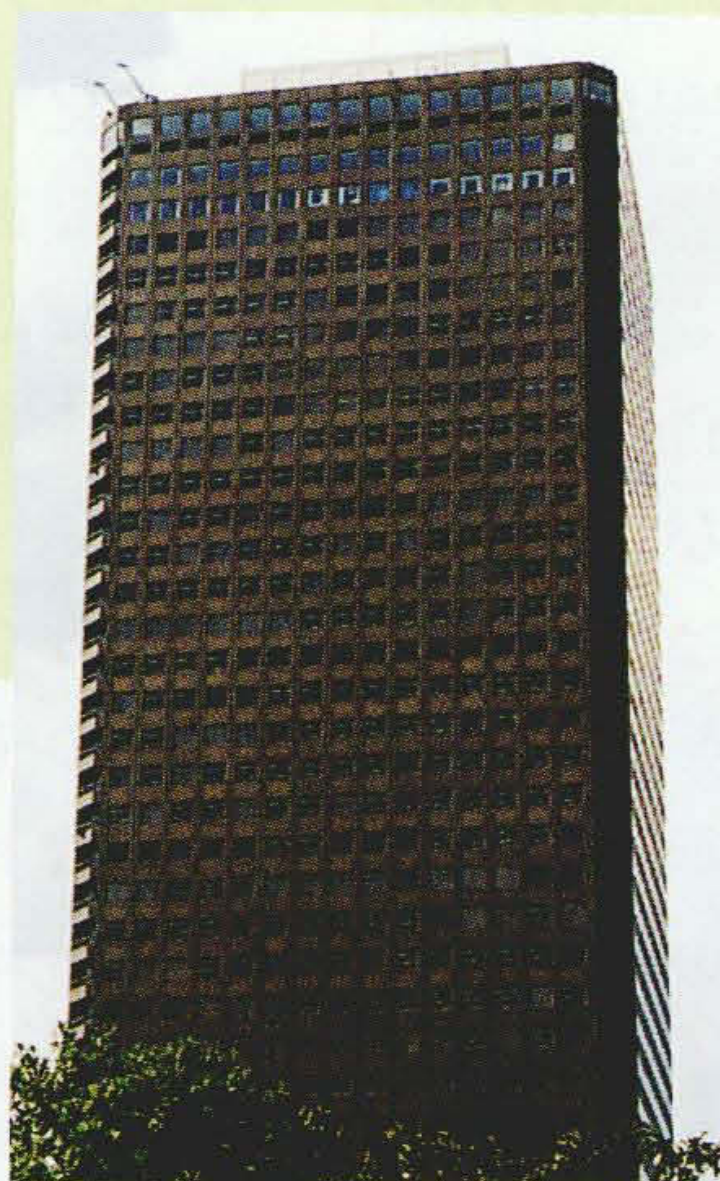
超高層ビルの昇降機リニューアル

Renovation of Ultrahigh-Speed Elevators for High-Rise Buildings

松澤秀登 Hideto Matsuzawa 横瀬晴央 Haruo Yokose
江口 清 Kiyoshi Eguchi 佐藤 潔 Kiyoshi Satō



新宿副都心の超高層ビル群



世界貿易センタービル



新宿三井ビル



竣(しゅん)工当時の霞が関ビル

リニューアル対象の超高層ビル

超高層ビルの幕開けとなった霞が関ビル(昭和43年竣工)は全面リニューアルを完了し、世界貿易センタービル、新宿三井ビルも現在、全面リニューアル工事中である。20数年前に建てられた超高層ビルでは、エレベーターを含めて、ビル全体のリニューアルを実施し、時代に合った快適なオフィス環境を再構築することが求められている。

昇降機の技術は年々進歩しており、特に1980年代に入って急速に進歩したマイクロコンピュータ技術は、昇降機の乗り心地・運転効率・着床精度・省エネルギーを大幅に向上させた。一方、わが国のビル超高層化の幕開けとなった霞が関ビル、世界貿易センタービル、そして新宿三井ビルをはじめとする新宿副都心の超高層ビル群も、建築後すでに20年を経過している。これら超高層ビルの昇降機に要求される機能・性能は、ビル内の交通需要の増加・居住者の使い勝手の変化・インテリジェント化によって大きく変わってきている。これに応じて、長年使用の昇降機をビルの個性に合った意匠に刷新するとともに、最新技術を活用することにより、機能・性能を

大幅に向上させるリニューアルが重要になってきている。

超高層ビルでのリニューアルは、「生きたビル」の中での大規模、かつ長期にわたる工事となるため、工事中的影響を極力抑えつつ、限られたスペースと設備による大型機器の搬出入、組立といった、新築工事にはない課題を解決することが要求される。

日立製作所は、数多くの実績に基づいた超高層ビル用昇降機リニューアル技術により、多様なニーズと条件を的確に把握してさまざまな問題を解決し、超高層ビルを利用する人々に快適な環境を提供して、ビルの機能と経済性を向上させている。

1. はじめに

近年、都心でのビルの改修工事が目立つようになり、これらの改修工事では、従来の壁の塗り替えや老朽設備の取り替え中心のものから、ビルデザインの更新、OA情報システム対応などのインテリジェント化を目指したもののへと発展してきている。これらの改修は「リニューアル」や「リフォーム」などと呼ばれ、本格的に事業化が推進されてきている。この背景には、ビルの物理的な老朽化だけでなく、近年の急激な情報化やOA化などによる入居テナントのオフィス業務の高度化、オフィス環境のアメニティ向上へのニーズなどがあげられる。

既存ビルのリニューアルには、新築のビルと比較して難しい条件がある。その主な点は、(1) 既存建築本体の構造上の制約、(2) 現状の都市計画法などの規制、(3) 現状オフィスの使用とリニューアルの同時進行などであり、エレベーターのリニューアルにも共通したものがある。特に、超高層ビルの昇降機のリニューアルは建築工事との関連が複雑で、綿密な計画が重要である。これらのリニューアルへのニーズは、今後ますます強まっていくものと考えられる。

ここでは、超高層ビル昇降機のリニューアルの必要性、および数多くの経験に基づいて開発したリニューアル工法について述べる。

2. 超高層ビルとエレベーターのリニューアル

超高層ビルでは、縦の交通機関としてのエレベーターの能力が建物の価値を左右するといっても過言ではない。

20数年前に竣(しゅん)工した超高層ビルは、当時の技術の粋を結集して建てられたものであるが、近年の急激なオフィスの高度情報化・OA化には対応できなくなっている。昇降機設備もその経年化とともに、最先端技術が求められている。そのため、これらの超高層ビルでは、エレベーターを含めてビル全体のリニューアルを実施し、時代に合った快適なオフィス環境を再構築する必要性が生じている。

3. リニューアルのねらい

超高層ビルのエレベーターリニューアルのねらいとしては、次の点をあげることができる。

- (1) サービス予約案内付き個性化知能群管理方式の採用による運転効率と機能の向上
- (2) エレベーターホールと乗りかごなどを、使いやすさ

を重視したデザインに一新する。

- (3) インバータ制御方式への切換による省エネルギー
- (4) エレクトロニクス技術の採用による安全性、信頼性の向上

従来のリレー制御全自動群管理方式は、1階からの出発を制御する出発時間制御や、あらかじめ数種の運行パターンを設定し、交通量と時間帯で切り替えるパターン制御を採用していた。しかし、ビル内交通需要の増加とフレックスタイムの採用などによる交通流の変動に対応できず、サービスの低下を招いていた。

これに対してリニューアル後は、最新の個性化知能群管理方式により、ビル内交通需要をエレベーターが学習して適切な運行を行う。また、乗客に対してサービスするエレベーターを、ホールランタンの点灯と電子チャイムの鳴動によって予約案内を行う。これにより、運転性能、運転効率、運転機能を大幅に向上することができる。

同時にエレベーターの消費電力量は、インバータ制御化によって従来のワードレオナード制御に対し、30%以上低減することができる。また、かごの意匠も、汚れない、傷がつかないなどを配慮した新素材を採用し、明るく、天井を高くするなど快適な移動空間を演出することができる。

4. リニューアルの課題とその対応策

超高層ビルのエレベーターのリニューアルでは、「活動中のビル」の中で、利用客や他設備への影響を極力抑えながら、限られたスペースと設備による大型機器の搬出入、組立といった、新設にはない課題を解決することが要求される。また、建築工事はフロアごとに順次行われる水平工事であるが、エレベーター工事は号機単位の垂直工事であり、工事中的エレベーターのサービス性・意匠面・作業工程など、建築工事との関連が複雑である。すなわち、(1) 休止するエレベーター以外のサービス水準の低下をできるだけ抑える、(2) 工事期間は建築工事との協調が必要である、(3) 限られたスペースの中での施工となるなどの課題があり、そのビルに合った工事台数・順序・揚重・設置計画、安全計画が重要なポイントとなる。超高層ビルのエレベーターリニューアル実施例を表1にまとめて示す。これらの技術的な内容について以下に述べる。

4.1 機器の搬出入計画

機械室品の搬入方法として、新築工事の場合には一般的に次の方法を採用し、機器は分割することなく一体品

表1 超高層ビルのエレベーターリニューアル実施例(日立グループが納入したエレベーターに限定)
豊富な経験と技術力の結集により、個々のビルに合った工法を適用して、ビルのデザイン・利用状況に応じた製品を納入できる。

納入先		霞が関ビル		世界貿易センタービル			新宿三井ビル		
		Aバンク	Bバンク	2バンク	4バンク	1バンク	Dバンク	Cバンク	Bバンク
エレベーター仕様	台数	8	7	6	5	5	7	8	8
	定員(人)	24	24	24	24	24	24	24	24
	速度(m/min)	150	210	240	300	180	540	360	240
	停止階	LB, 3～12	LB, 12～21	1, 2, 12, 14～23 2, 12, 14～23	2, 32～39 1, 2, 32～39	2～12	1～3, 43～55	1～3, 29～43	1～3, 17～30
	制御方式	インバータ制御							
運転方式		CIP-52000 学習機能付き即時予約方式		FI-320 個性化知能群管理方式					
工期		Aバンク 12か月 Bバンク 12か月 (1991年2月～1992年12月)		2バンク 12か月 4バンク 15か月 1バンク 10か月 (1994年10月～1997年10月予定)			Dバンク 13.5か月 Bバンク 12.5か月 Cバンク 13.5か月 (1996年5月～1998年6月予定)		
工事台数		2台ずつ	2, 2, 2, 1	1台ずつ			3, 2, 2	2台ずつ	
工事中ゾーニング		なし						なし	あり
揚重方法		エレベーター(積載2,300 kg)で揚重		エレベーター(積載1,800 kg)＋電動チェーンブロックで揚重			エレベーター(積載2,650 kg)で揚重 かご内搬出入時チェーンブロック併用		
既設巻上機の重さ		3,910 kg	8,480 kg	8,480 kg	8,480 kg	3,170 kg	5,630 kg	4,830 kg	4,830 kg
巻上機解体方法		分解してプラズマ切断		分解してプラズマ切断		分解解体	分解解体		
新設巻上機の重さ(形式)		1,600 kg (ギヤード)	1,600 kg (ギヤード)	1,600 kg (ギヤード)	6,800 kg (ギヤレス)	1,600 kg (ギヤード)	7,800 kg (ギヤレス)	6,800 kg (ギヤレス)	1,600 kg (ギヤード)
巻上機据付け方法		モータ取り外し現地取付		モータ取り外し 現地取付	ロータとステータ 現地組立	モータ取り外し 現地取付	ロータとステータ現地組立		モータ取り外し 現地取付
制御盤分割		なし		なし	2分割	なし	2分割		なし
工事中制御盤仮設		仮設機械室に仮置き		機械室・MG室に仮置き			機械室・MG室に仮置き		
昇降路間仕切り		防災シート	メッシュシート＋金網	メッシュシート＋金網			メッシュシート＋ワイヤロープ		
出入り口周り	戸	流用し再塗装		新製			流用し再塗装		
	三方枠	流用し再塗装							
	ホールランタン	新製					流用		
	ホールボタン	新製と増設		新製(ボックス流用)			新製(ボックス流用)と増設		

注：略語説明 MG (Motor Generator)

として搬入する。

- (1) トラッククレーンによる揚重方法
- (2) タワークレーン(屋上に設置)による揚重方法

しかし、既設ビルでは、以下の理由から、不可能であることが多い。

- (1) 高行程の揚重用トラッククレーンの組立・設置に必要な広い場所が確保できない。
- (2) 屋上階にタワークレーンが設置されていない。また、既設ビルであるため、タワークレーン設置用の土台作りは不可能である。

このため、超高層ビルの昇降機リニューアル工事での搬入方法は、既設エレベーターを使用するか、既設エレベーターの昇降路を使用した搬入方法を採用することになる。また、機器の一体搬入は不可能であり、搬入可能な寸法・重量に分割して搬入することが必要となる。

4.1.1 昇降機リニューアル工事の揚重方法

機械室品の主要部品の中で、最大の重量物は巻上機であり、4.1.2で述べる分割搬入の場合でも、ロータの重さ

は、速度300 m/minの場合で、運搬用台車などを含めて約2,900 kg(本体2,700 kg+台車200 kg)である。そこで、ロータの搬入方法を開発すれば、すべての機械室品の搬入が可能となる。

リニューアル施工中のビルは通常どおり営業している場合がほとんどであり、作業を行う際に以下のような条件が求められる。

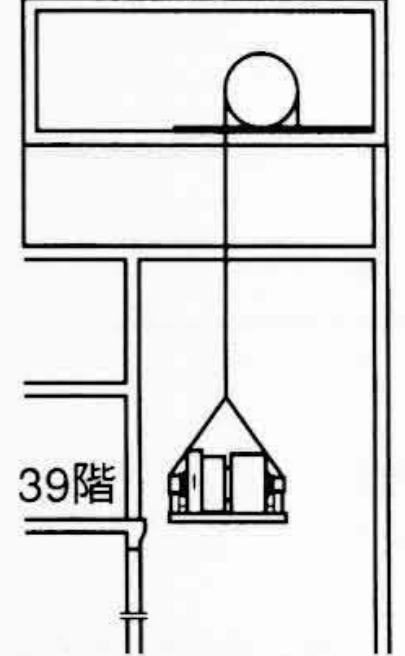
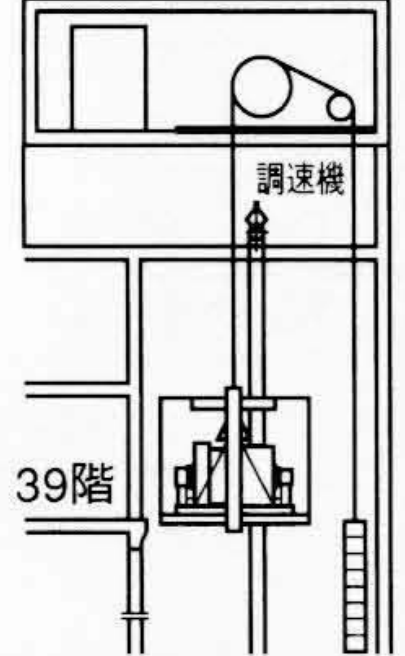
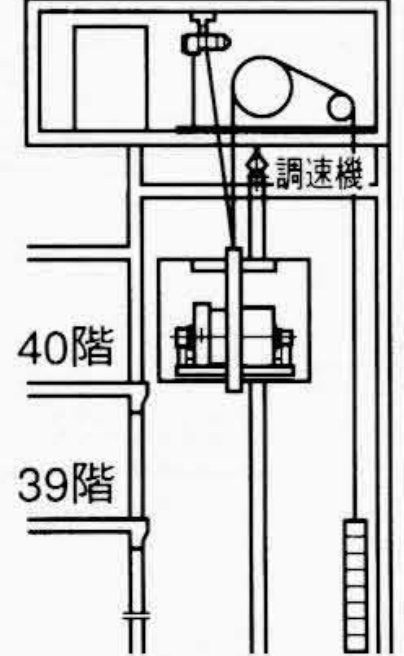
- (1) 建屋改造作業を極力少なくする(機械室穴あけなどの振動・騒音を発する作業の低減)。
- (2) テナントの営業に支障のない作業で実施する。

したがって、搬入経路および揚重方法は、上記条件に照らして決定する必要がある。各種方法を表2に示す。

表2の第1案は建屋に対する改造作業やテナントとの時間調整が困難であり、安全面でも問題がある。第2案は分割した機器の最大重量が既設エレベーターの定格積載量以下であれば、最も適した方法である。しかし、超高層ビルのエレベーターでは、それを越えることが多い。このため、安全に、かつ短時間に作業が行える方法とし

表2 昇降機リニューアル工事の揚重方法

分割した巻上機を揚重する方法として、エレベーターと電動チェーンブロックを併用する方法を確立した(第3案)。

	第1案	第2案	第3案
方法	ウインチ揚重	既設エレベーターによる揚重	人荷用エレベーターと電動チェーンブロック
概要			

て第3案の方法を開発した(図1参照)。

この方法は、エレベーターのかごに定格積載量を越える機械室機器を乗せ、かごとつり合おりのアンバランス荷重分を、機械室に設置した電動チェーンブロックで引き上げて揚重する工法である(特許出願中)。

これにより、建屋に負担をかけず、時間的制約も受けずに巻上機を揚重することができる。

4.1.2 巻上機の分割発送と現地組立

巻上機は、搬入経路・現地での作業性・揚重方法などを考慮し、ベース、ロータ、ステータ、マグネットブレ

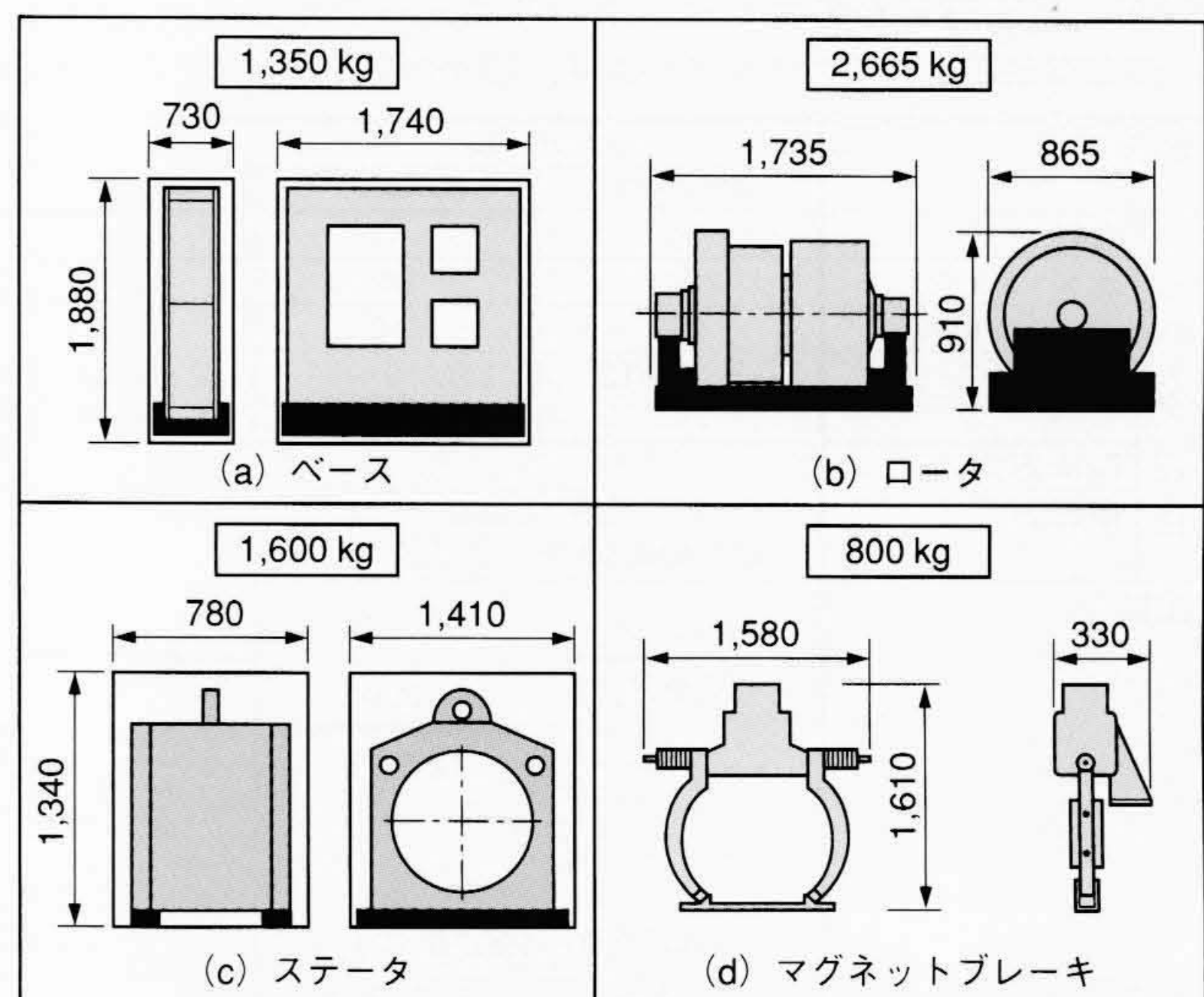


図2 巻上機の主要部品の分割寸法と重さ(速度300 m/minの場合)

超高速エレベーターの巻上機は大容量となるため、分割して搬入することとした。

ーキの四つの主要部品と付属部品に分割して発送し、機械室内で組み立てる方法とした。

その結果、1梱(こん)包当たりの最大の重さを、一体搬入に比べて約40%に低減した。

巻上機主要分割部品の外形寸法と重さを図2に示す。

分割し搬入した機器は、狭い機械室内でチェーンブロックなどの限られた揚重装置を使用して巻上機に組立てる。したがって、工場組立と同等の品質を確保するため、特別な組立方法と作業手順が必要となり、(1)ロータ固定、ステータ挿入方法、(2)シーブ軸ベアリングの圧入方法を開発した(図3参照)。これらは、限られたスペースを有効に活用し、かつ短工期で巻上機を組立てる方法として効果的である。

4.1.3 既設巻上機の解体

新設の巻上機もさることながら、既設の巻上機はさらに大型の重量物であり、搬出には解体が必要である。しかし、稼動中のビル内でのリニューアル工事では、火気に対して細心の注意を払わなければならない。そのため、各種の切断方法を検討し、巻上機の解体に適したプラズマ切断方法を取り入れた。

この方法は、アセチレンガス切断に比べて、(1)鋳物品の切断が可能、(2)プラズマガスとして、空気を使用したエアプラズマ切断機を採用しており、安全性が高い、(3)切断時の火花・ドロス(切り口部で鋼材の溶解したもの)が少ないなどの利点がある。

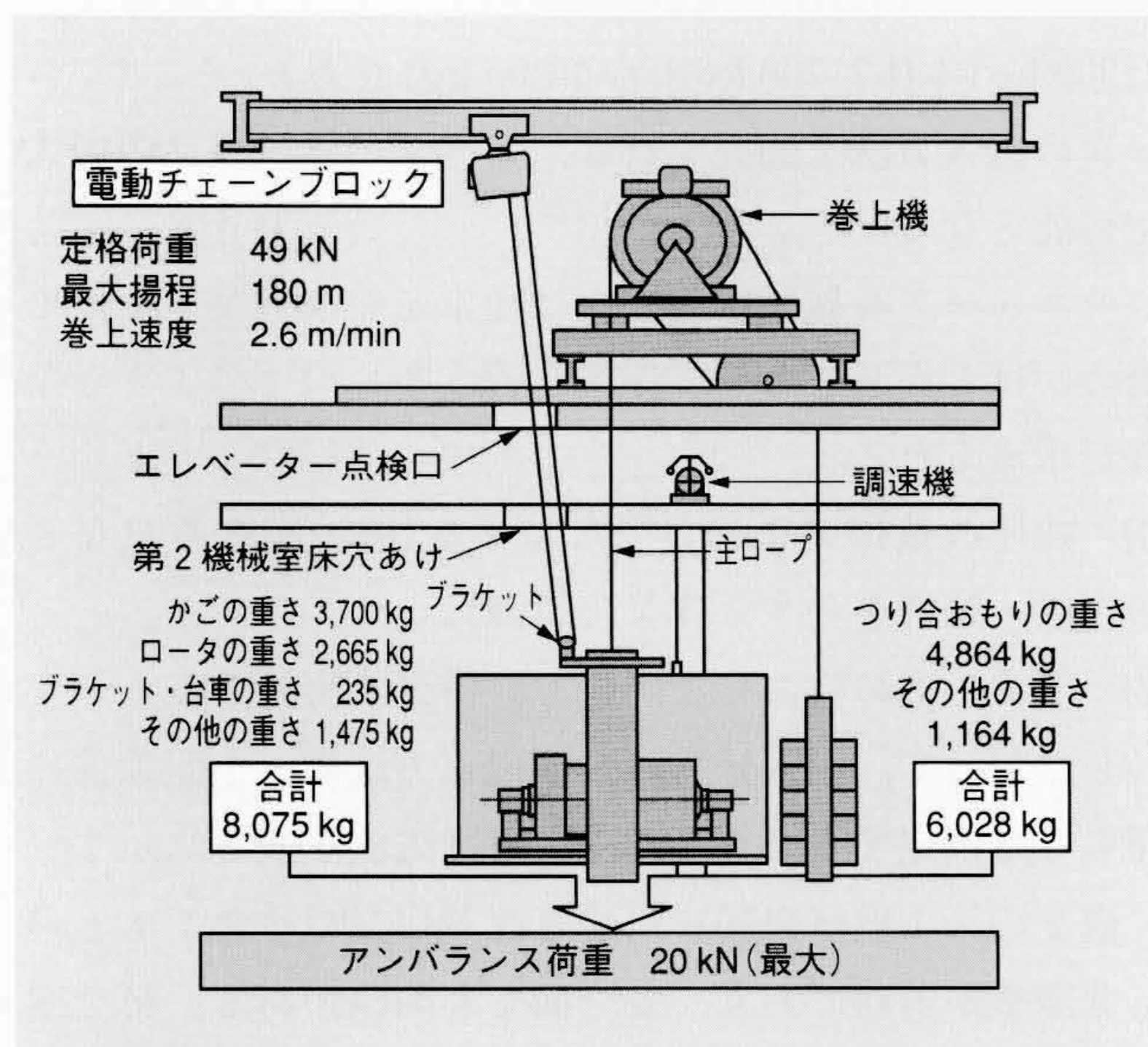


図1 人荷用エレベーターと電動チェーンブロックによる揚重方法

通常の使用に対してアンバランス荷重が増加するが、かご枠の強度などを確認し、アンバランス分を電動チェーンブロックで揚重する方法を開発した。

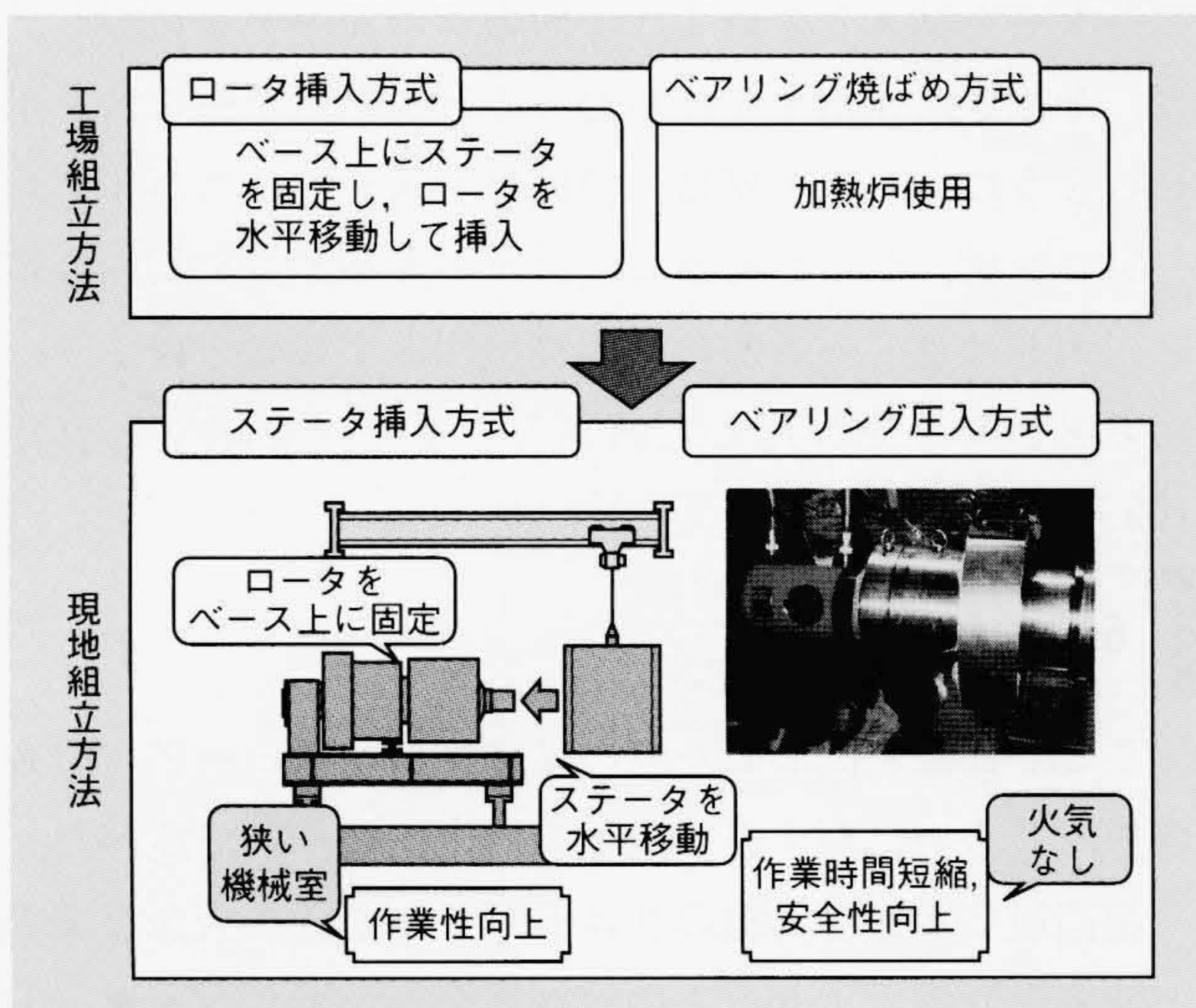


図3 巻上機の現地組立概要図

モータの組立を現地機械室内で行うための工法を開発した。これにより、狭い機械室で工場組立同様の高い信頼性を確保することができる。

4.2 制御盤類の仮り設置計画

工事中は、既設機器と新設機器を混在して配置する必要があるが、機械室はオフィス部分の有効面積を大きくするため、スペースに余裕がないのが現状である。限られたスペースの中で、既設機器の搬出と新設機器の搬入を行うため、工事期間中は、搬出入計画を考慮した工事順の決定と新設制御盤の仮り設置が重要なポイントとなる。制御盤の仮り設置位置は工事期間中に何度か移動する場合もあり、また、正規位置への設置時に短期間で接続替えが可能のように、仮り設置用のコネクタ式延長ケーブルを追加して、これらに対応している。

4.3 乗り場ボタンの設置計画とゾーニング

リニューアル工事の特徴は、エレベーターを1台ないし2台(多くても3台)ずつ撤去、新設していくことである。このため、工事期間中は新旧エレベーターの群管理が混在し、同一階、同一方向のホールボタンで2台のエレベーターがサービスする場合がある。このような運転効率の低下をできるだけ抑えるため、既設エレベーターとリニューアル後のエレベーターで、ホールボタンに应答する階を分離して対応することも行っている。つまり、新旧のホールボタンによるサービスゾーンを切り替えていく方法である。

5. リニューアルの効果

5.1 運転効率

エレベーターを最新のインバータ制御方式とし、個々

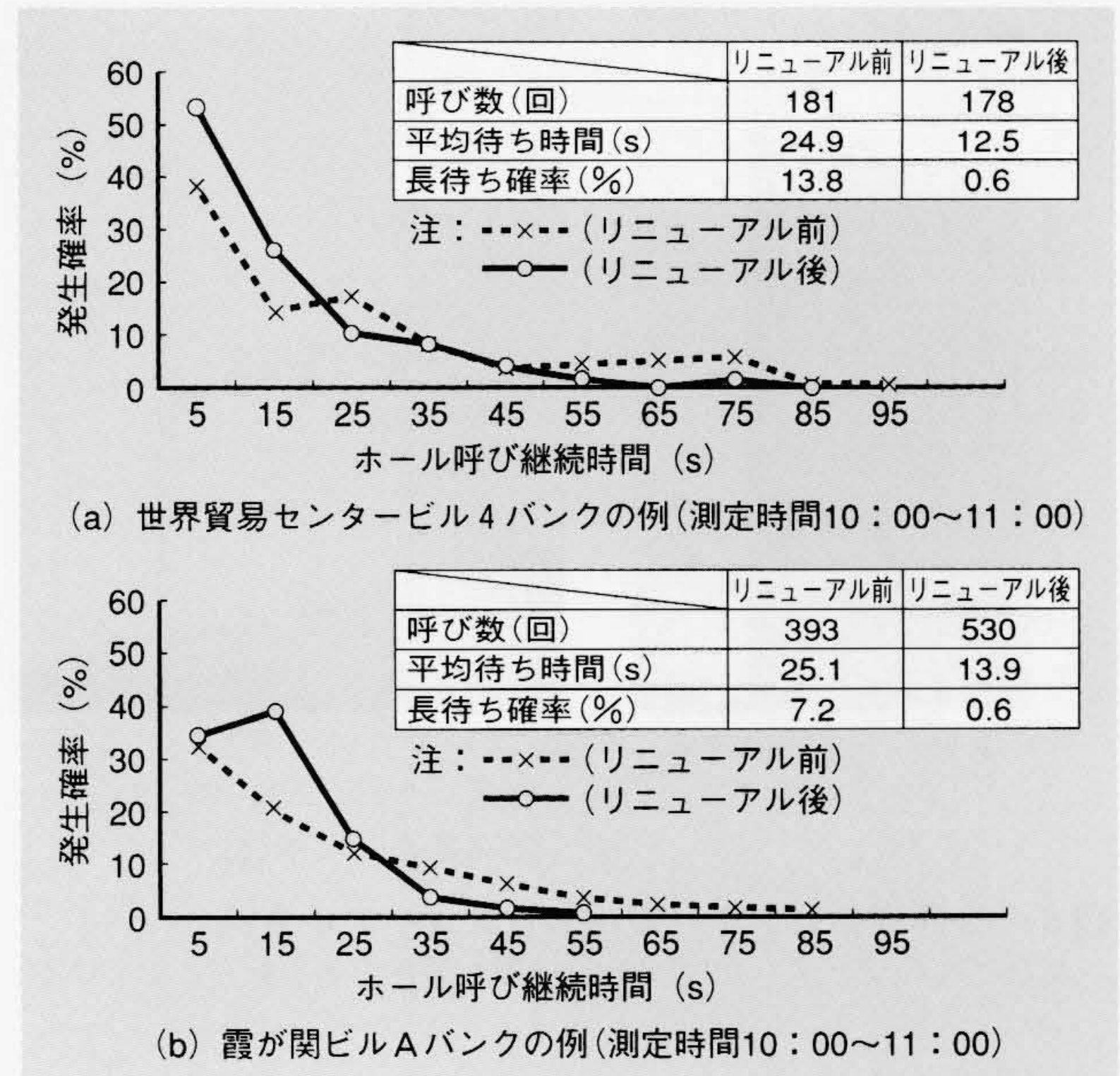


図4 リニューアル前後のエレベーターの呼び継続時間の比較

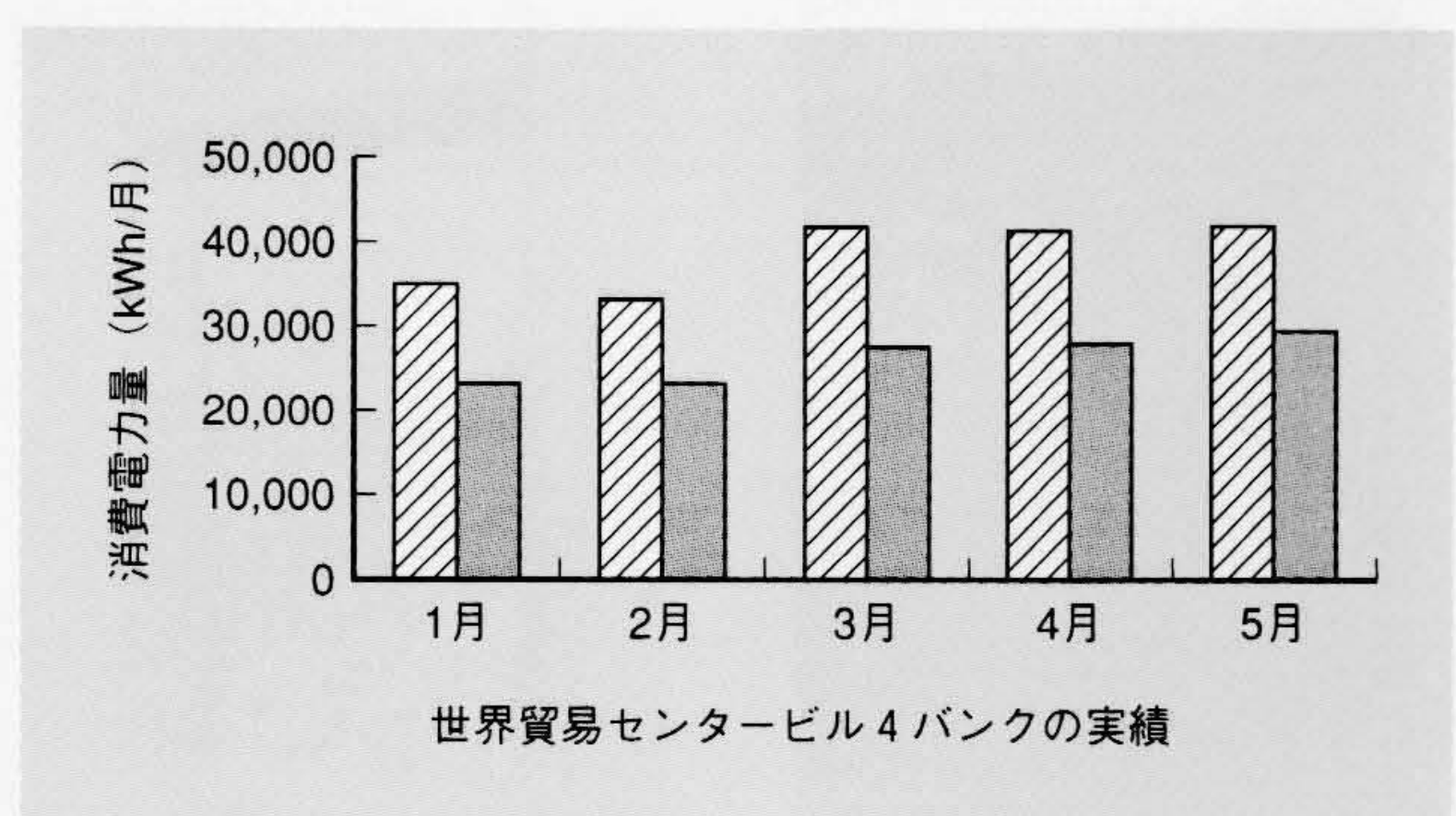
リニューアルを実施することにより、平均待ち時間、長待ち確率とも大幅に改善している。

のビル内交通需要をエレベーターみずからが学習して適切な運行を行い、さらには、使い勝手の変更にも対応する「個性化知能群管理方式」を採用することにより、大幅な運転性能向上と効率の向上を図った。

リニューアルの前後の群管理の実態調査を行った例を図4に示す。平均待ち時間と60秒以上待つ確率がともに大幅に改善しており、所期の目標を達成している。

5.2 省エネルギー

リニューアル前後の消費電力を比較した一例を図5に示す。インバータ制御化と群管理による運転効率の向上



注1: ▨ (リニューアル前), □ (リニューアル後)
注2: リニューアル後はパッケージエアコンの電力量を含む。

図5 リニューアル前後の消費電力量比較

リニューアル後は、リニューアル前に比べて消費電力量が30%以上低減している。



図6 世界貿易センタービルのリニューアル事例
かごビルのデザインにマッチした落ち着いた意匠としている。

により、リニューアル前に比べて30%以上の省エネルギーを達成した。

5.3 意匠の刷新

5.3.1 世界貿易センタービルの事例

世界貿易センタービルのリニューアルでは、工事の基本コンセプトであるイメージアップと快適性の向上に合わせ、エレベーターホールを統一したインテリアで構成し、人にやさしいイメージへの刷新を図った。天井の高さを300 mm高くしたかご室にドーム形の間接照明を採用することにより、圧迫感のない空間とし、働きやすいオフィスにマッチしたデザインとしている(図6参照)。

5.3.2 新宿三井ビル的事例

新宿副都心の超高層ビルとして昭和49年に竣工した新宿三井ビルには、当時わが国最高速の540 m/minのエレ



図7 新宿三井ビルのリニューアル事例
かご室天井には斬新なデザインを採用し、インテリジェントビルにふさわしいものとしている。

ベーターを納入している。今回のリニューアルに際しては、今後さらに数十年にわたってビルのステータスを示せるように、かご室壁には鏡面材とステンレスバイブレーション材、およびセラミックコートパネルを組み合わせ、天井は逆ドーム形の半間接照明とすることにより、高さと広がりを演出した斬新なデザインを取り入れた(図7参照)。

6. おわりに

ここでは、超高層ビルでの昇降機のリニューアルの必要性、ねらい、および工法上の対応策について述べた。

超高層ビルの昇降機のリニューアルでは、入念な調査と綿密な計画により、そのビルに合ったエレベーターと工事方法を決定することが重要である。

今後も、快適なビル環境を創出するために、最新の技術を応用して、さまざまなニーズに対応した超高層ビルのエレベーターリニューアル技術の開発に努めていく考えである。

参考文献

- 1) 松澤, 外: 最新技術を駆使した昇降機モダニゼーション, 日立評論, 75, 7, 475~480(平5-7)
- 2) 昇降機のモダニゼーション, 日立建築設備機器ニュース, 設備とシステム, No.124(1993)

執筆者紹介



松澤 秀登

1960年日立製作所入社, 昇降機事業部 事業統括部 所属
現在, 昇降機のリニューアル業務に従事
E-mail: matsuzae@cm.head.hitachi.co.jp



江口 清

1970年日立製作所入社, 水戸工場 エレベータ設計部 所属
現在, オータエレベーターの設計業務に従事



横瀬 晴央

1978年日立エレベータエンジニアリング株式会社入社,
エンジニアリング本部 東部営業技術部 所属
現在, 日立製作所 昇降機事業部で昇降機のリニューアル業務に従事



佐藤 潔

1979年株式会社日立ビルシステム入社, 昇降機保全事業部
改修技術部 所属
現在, 昇降機のリニューアル施工技術の開発に従事