

'90年代をリードする日立乗用エレベーター 「ビルエースプリード」

Hitachi Passenger Elevator "BUIL-ACE PULIDO"

近年、ビルオートメーションや情報サービス機能の高度化のほか、ビルの快適性が重要視されてきている。日立乗用エレベーター「ビルエース」についても、ビル内の重要な公共設備であることから、そのビルへのふさわしさが要求されてきた。これにこたえるため、今回、最新のモータドライブ技術と高精度機械加工技術を駆使し、はすば歯車減速機による高効率巻上機を開発するとともに、マイクロエレクトロニクス応用のマンマシンインタフェースを整備した。さらに、心理的優しさを基調とし、用途に応じてフレキシブルに選択できるかご意匠、視認性・操作性を向上した操作表示装置を開発し、1989年10月「ビルエースプリード」として発売を開始した。

増田勝太郎* *Katsutarō Masuda*
中村 清** *Kiyoshi Nakamura*
柴田 昇*** *Noboru Shibata*
萩中弘行**** *Hiroyuki Haginaka*

1 緒 言

日立製作所の乗用エレベーター「ビルエース」は、これまでに信号制御回路のマイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)化(1980年)¹⁾、インバータ制御の採用(1985年)²⁾に代表されるように、信頼性および乗り心地の向上ならびに省電力化を追求してきた。また、1986年には、かごの天井を高くし意匠品の高級化を中心としたモデルチェンジを図り、より使いやすいビルエースへと発展させてきた。

今回、これらの実績をもとに、さらに省電力化と、最近の個性化、高品位化、高機能化の要求に対応するため、高効率巻上機の開発を含めたシステム高効率化の追求、マンマシンインタフェース機能の充実、アメニティ(快適性)を指向した新意匠の開発などを行い、'90年代をリードするビルエースプリードとして、1989年10月に発売を開始した。

本稿では、製品化の背景とビルエースプリードの特長について紹介する。

2 ビルエースに対する市場ニーズ

ビルエースは、1961年に発売開始以来、定員の拡大、高速化を図り、積載荷重450 kg(6人乗り)~1,000 kg(15人乗り)、速度30~105 m/minと機種をシリーズ化してきた。また、中・小規模のビルを対象とし、事務所、ホテル、住宅、病院などの用途に適合した意匠や使い勝手など、市場ニーズにこたえた標準化を推進してきた。この結果、今や乗用エレベーター

の中心的機種として成長している。

一方、ビルの省力化、情報サービス機能の強化およびオフィスアメニティの追求を指向したインテリジェントビル化の要求が、中・小規模ビルにも波及してきており、ビルエースに対しても高度情報サービス機能の付加、アメニティ・利便性の向上など、多様かつ高度な仕様への対応が必要になってきた。

このようなニーズに対して、最新のエレクトロニクス技術を駆使し、先進のデザインと気配りソフトを随所に折り込んだ'90年代をリードするビルエースプリードを開発した。ビルエースプリードの主な特長は、

- (1) 高効率巻上機の開発およびシステム効率の向上
- (2) マンマシンインタフェース機能の充実
- (3) アメニティを指向した新意匠などである。

3 高効率・省電力化の追求

3.1 高効率・低騒音巻上機の開発

従来、速度105 m/min以下の低・中速エレベーターは、ウォーム歯車減速機による巻上機を採用してきた。その理由として、1段の減速構造で高減速比(20~80)が得られ、構造的にもコンパクトであることから低・中速エレベーターの巻上機に適していること、また滑り伝動のため運転騒音が静粛であ

* 日立製作所 水戸工場 ** 日立製作所 日立研究所 *** 日立製作所 デザイン研究所 **** 日立製作所 機電事業本部

ることなどがあげられる。しかし、ウォーム歯車は図1に示すように、一般に伝動効率が低く、減速比が大きいほど効率が低い。また、逆伝動(逆駆動)は正伝動(正駆動)より効率が低い。一方、はすば歯車(ヘリカルギヤ)の伝動効率は、同図に示すように0.95以上得られ、正・逆駆動、減速比にほとんど無関係に高い効率が得られる。

日立製作所では、従来エレベーターの省電力化を指向してきたが、低・中速エレベーターでは1985年にインバータ制御の導入により、50%の消費電力の低減を図った²⁾。また、速度120~240 m/minの高速エレベーターでは、1986年に従来の直流電動機によるギヤレス方式に代え、小形の交流誘導電動機をインバータによって制御し、高効率のはすば歯車を採用したギヤード方式を開発し、10%の省電力化を図った³⁾。

このように、高速(速度120 m/min以上)の領域ではすば歯車減速機を開発してきたが、今回、エレベーターの主力機種である低・中速エレベーターを対象として、さらに省電力化を図るため、はすば歯車減速機による高効率巻上機を開発した。

(1) 最適小形巻上機構造

今回開発した巻上機の構造を図2に示す。減速機は、はすば歯車を2段減速とし、その入力軸側にカップリングを介して交流誘導電動機を、出力軸側に綱車を電動機と同一側に配置した。また、電磁ブレーキは従来のドラム式に代え、コンパクトなディスク式を採用し、電動機と反対側の入力軸に設けた。ディスクブレーキには特有の現象として、制動時いわゆる「鳴き」音の発生があるが、現在の制動システムでは、電気ブレーキによって電動機の回転を停止させた後、電磁ブレーキで保持する方式のため「鳴き」の発生はない。

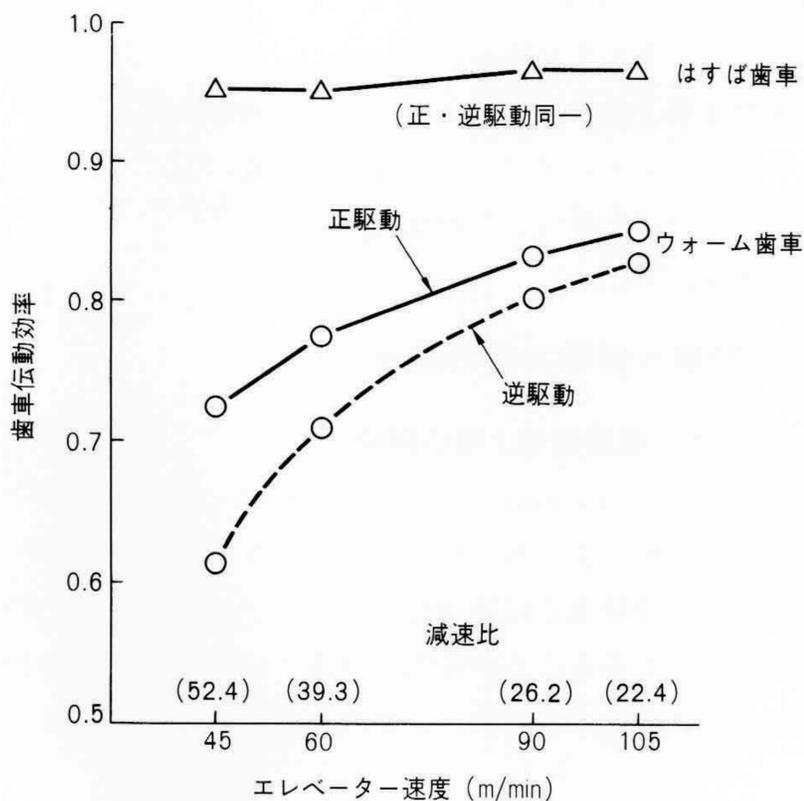


図1 歯車の伝動効率比較 はすば歯車は、ウォーム歯車に比べて正・逆駆動、減速比にほとんど無関係に高い効率が得られる。

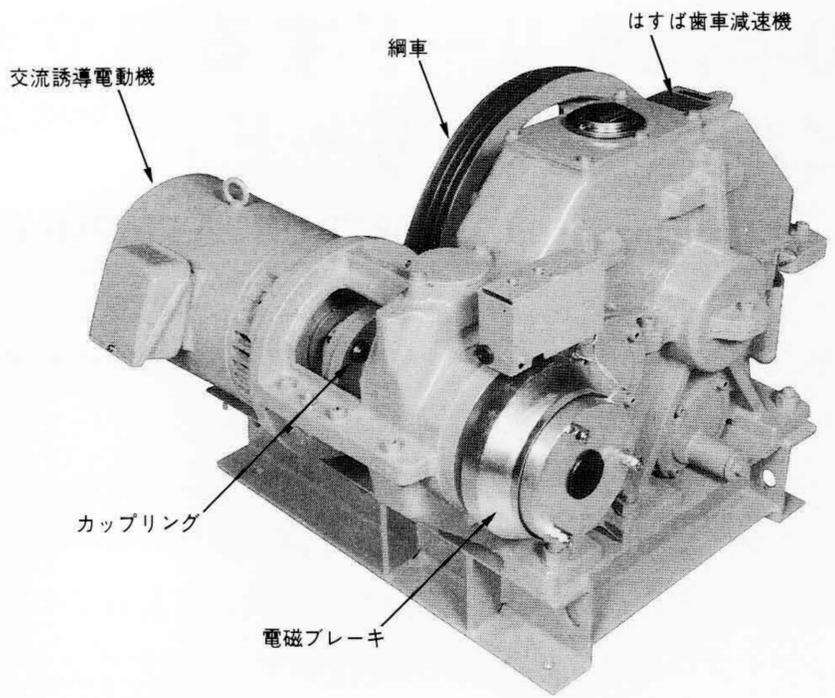


図2 高効率巻上機の構造 高効率のはすば歯車(2段)による減速機の入力軸に電動機とディスクブレーキを、出入軸に綱車を配置して小形化を図った。

このように小形化のための徹底した検討を行うとともに、量産化のための組立性評価を行って最適構造を決定し、強度試験や耐震試験などを実施して安全性を確認した。

(2) はすば歯車減速機の低騒音化

はすば歯車は一般には騒音が大きいとされてきた。日立製作所では、前述のように、すでに高速エレベーターに容量の大きいはすば歯車による巻上機を開発しており⁴⁾、その低騒音技術を基に歯車を設計した。また、徹底した品質管理のもとに、従来のウォーム歯車減速機による巻上機と同等の低騒音化を実現した。

(3) 電動機容量の低減

効率測定の結果、歯車伝動効率は97%と高効率であり、潤滑油のかくはん損失や各部の摩擦損失などを考慮した減速機効率は90%以上と評価できる。この結果を用いて電動機容量を求めると、表1に示すようにビルエースのシリーズ18機種中16機種の容量が低減でき、建屋側電源設備容量の低減、および約15%の省電力を達成した。

表1 電動機容量の低減 はすば歯車減速機の採用により、ビルエースのシリーズ18機種中、16機種(*印)の電動機容量が低減できた。

積載荷重(kg) 定員(人)	450 (6)	600 (9)	750 (11)	900 (13)	1,000 (15)
速度(m/min)					
45	2.7*	3.7*	4.5*	5.5*	5.5*
60	3.7*	4.5*	5.5*	7.5*	7.5*
90		7.5*	9.5	11.0*	11.0*
105		9.5*	11.0	13.0*	13.0*

注：単位 (kW)

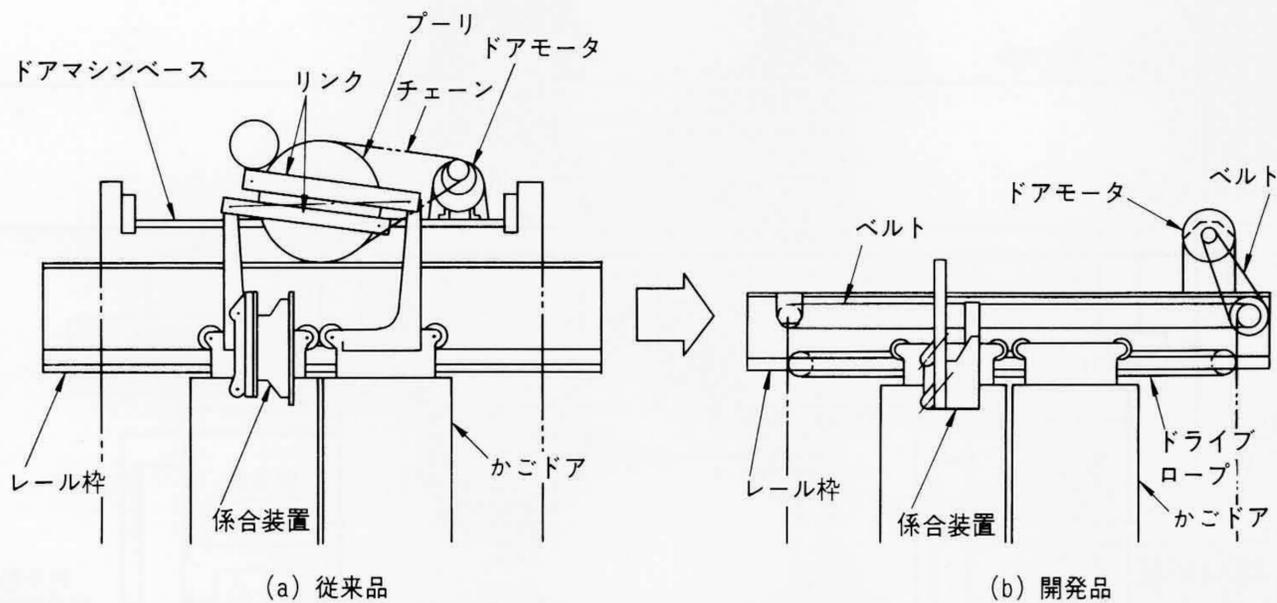


図3 ドアの駆動機構 従来のリンクを介してドアを開閉していたのに対して、直接ドアを開閉するコンパクトな機構とした(2枚戸中央開きの場合を示す)。

3.2 システム効率と使い勝手を追求したドアシステム

エレベーターの性能として、円滑な加速・減速、乗り心地に加え、乗降時のドア開閉も重要な要素である。今回、効率と使い勝手を追求した新しいドアシステムを開発した。

(1) ドアの駆動機構および制御

ドア駆動機構の概略を図3に示す。従来は、かごドアの上部にドアモータを設け、チェーン、プーリおよびリンクを介してドアを開閉していたのに対して、ドアモータの回転をベルトにより減速して、直接ドアを開閉するコンパクトな機構とした。

開閉制御は図4(a)に示すように、ドアモータをPWM(Pulse Width Modulation:パルス幅変調)制御し、エンコーダで速度を帰還することにより、ドアの開閉性能の向上を図った。また、ドアの制御装置にマイコンを内蔵し、3種類の開閉速度パターンを組み込むことにより、使い勝手に応じて、同図(b)に示すように選択または変更できるようにした。

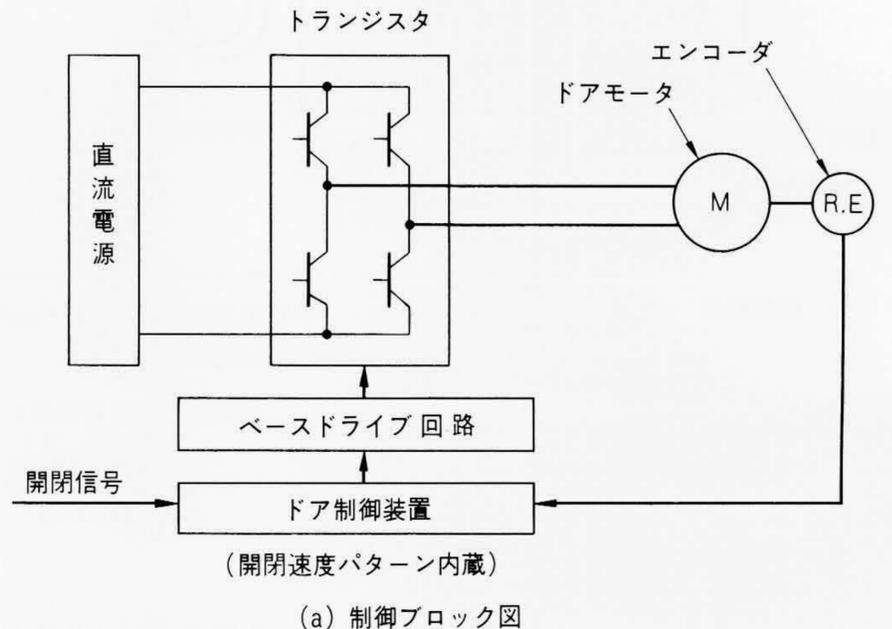
(2) クイックオープン

エレベーターシステムの運転効率は、加減速度、定格速度およびドアの開閉時間によって決められるが、このほかに、かごの着床から戸開き開始までの時間も関係する。今回、前述のドアの開閉速度パターンの検討と合わせ、着床から戸開きまでのシステムを見直し、乗降時の安全性も考慮して、そのアイドルタイムを約1秒短縮した。この結果、かごへの乗降がより円滑となり、また運転効率も向上することができた。

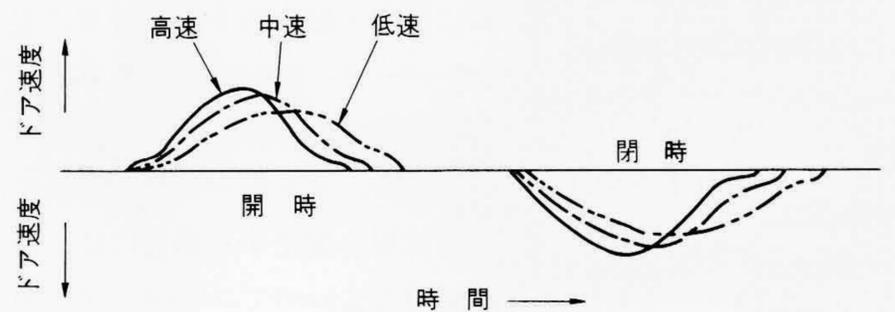
4 マンマシンインタフェース機能の充実

エレベーターにインテリジェントビル対応の高度情報サービス機能を持たせるには、乗客との接点となるかごや、各階乗り場の端末の機能アップと、それらへの信号伝送能力の向上を図ることが必要である。

このような背景を踏まえ、独自の伝送用LSIを開発し、この



(a) 制御ブロック図



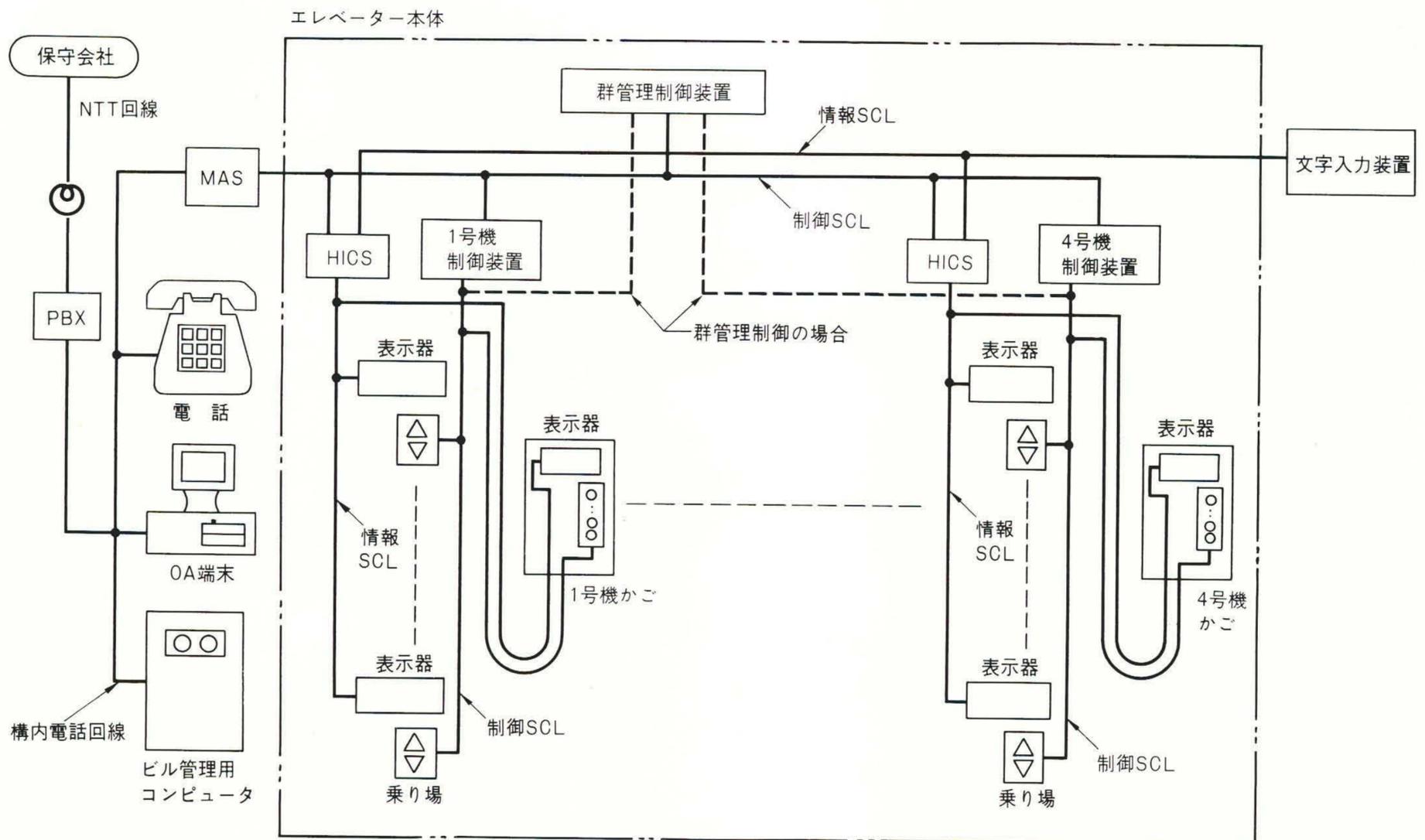
(b) 開閉速度パターン

図4 ドアの開閉制御 ドアモータをPWM制御し、速度を帰還することによって開閉性能の向上を図るとともに、使い勝手に対して開閉速度を選択できるようにした。

LSIを核としたエレベーター信号多重伝送網(Serial Communication Link:以下、SCLと略す。)を構築し、各端末間の信号伝送を行うようにした。これにより、信号伝送能力が飛躍的に向上し、高度な乗客サービスが可能になった。

4.1 エレベーター-SCL

今回開発したエレベーター-SCLの全体構成を図5に示す。各階乗り場やかごの制御用プリント板に伝送用LSIを実装し、



注：略語説明 NTT(日本電信電話株式会社), PBX(私設電話交換局), MAS(遠隔監視診断装置)
HICS(情報制御装置), SCL(信号多重伝送網)

図5 エレベーター信号多重伝送網(SCL) 伝送用LSIを各端末に設置し、それぞれをバス形伝送路で結合して配線本数の低減を図っている。

これらをバス形伝送路に接続して信号線の本数を最小(2本)にした。また、情報サービスに対する顧客の多様な要求に柔軟に対応可能とするため、エレベーター運転信号伝送を主体とした制御用SCLのほかに、情報サービス信号伝送を主体とした情報用SCLを設けた。その結果、エレベーター稼動後にビル案内メッセージなどの一般情報を変更する場合には、情報用SCLのデータを変更するだけでよいのでエレベーターの運行に支障がない。

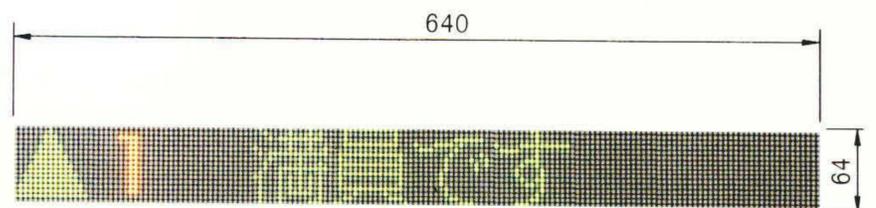
このほか、このSCLを遠隔監視診断装置(保守契約締結後、日立エレベーターサービス株式会社が設置)を経由して電話回線にも接続し、ビル内の端末装置や保守会社からもエレベーターの監視・制御を行えるようにした。

4.2 インテリジェントビル対応新機能

SCLの布設により、ビルエースプリードにはこれまでにない新機能を付加することが可能になった。以下に、主な新機能を紹介する。

(1) インフォメーションディスプレイ(乗用90,105 m/min機種)

これは、乗り場やかごに設けた表示器に、エレベーターの運行情報や館内案内・ニュースなどの一般情報をリアルタイ



(a) ホールインフォメーション



(b) カーインフォメーション

図6 インフォメーションディスプレイ (a)は高輝度の3色(赤・だいだい・緑)LED(発光ダイオード)を使用し、16ドット×16ドットの文字を1段10文字で表示できるようにした。また(b)は、至近距離から見ても文字が明りょうな高精細EL(エレクトロルミネセンス)表示器を使用した。

ムで表示するシステムである。ホールインフォメーションおよびカーインフォメーションの具体例を図6に示す。SCLと高精細表示器の設置により、きめ細かな情報サービスが可能となり、乗客の「いらいら」解消にいくぶんなりとも効果を上げることができる。

(2) 電話によるエレベーター呼び寄せ機能(乗用90,105 m/min機種および寝台用)

これは、ビル内の電話からエレベーターの呼び寄せを行うものである。例えば、秘書室の電話からエレベーターをVIP(要人)用運転に切り換える指令を入力すると、構内電話回線を経由してエレベーター制御装置に伝送する。エレベーター制御装置は、この指令を受けてエレベーターをVIP運転に切り換え、所定の階にエレベーターを呼び寄せる。寝台用エレベーターでは、手術前後での呼び寄せに有効である。

5 アメニティを指向した新意匠

5.1 デザインコンセプト

最近のアメニティ指向の高まりに呼応して、建築物に対する社会的なニーズは、よりきめ細かな配慮と高品位な演出に変化してきている。最近話題となっているインテリジェントビルでは、ハイテクノロジー機能の導入にとどまらず、そこに居住し、働く人々への人間的な触れ合い、心理的な優しさといったアメニティ要素が重視され、それに対応した施策が実施されていることが特徴となっている。

このような背景のもとで、特に人とかわりあいの多い設備であるエレベーターの新しい意匠を決めるに当たって、次の2点を基本的なデザインコンセプトとした。

- (1) 利用者に対する優しさを配慮したヒューマンデザインの確立
- (2) 用途特性に立脚し、多様化、高級化に対応した意匠シリーズの展開

5.2 新意匠の特長

今回、開発したかごの新意匠の特長を図7に示す。

(1) 用途指向のかご天井意匠

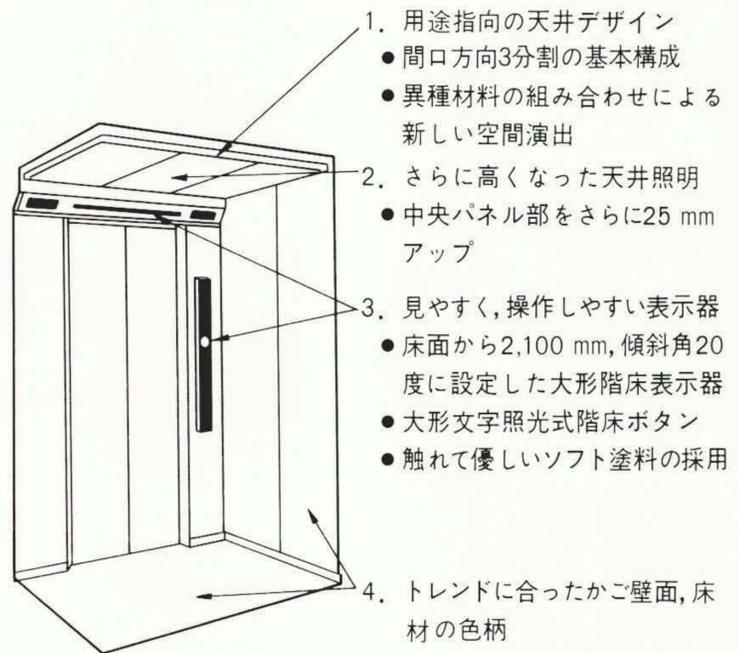
エレベーターは不特定多数の利用者を対象にしている。このため、基本フォルムをベースに趣向の異なる機種展開が多数できることが重要で、主にかごの天井照明部の意匠の違いによって対応できるようにした。開発に際しては、図8に示すようにエレベーターを設置するビルの用途を、ホテル、店舗、事務所および住宅に分類し、それぞれに連想されるキーワードをもとにアイデアを展開した。また、意匠上のスペックの違いによってデザイングレードを設定し、図9に示すようにエレベーターの機種に対するシリーズ化を図った。

(2) アメニティを演出する天井高さ

エレベーターのかごのような狭い空間では、天井を高くすることがアメニティを造り出すポイントとなる。人間の視線



(a) 大形階床表示器(グランドインジケータ)



(b) 運転操作盤

図7 かごの新意匠の特長 (a)はかご出入口上部に設ける階床表示器で、図6(b)に示すインフォメーションも表示できる。(b)はかご前側に設ける運転操作盤である。

デザイングレード	エクセレント	[Design Concept]			
	デラックス	[Design Concept]			
	カスタム	[Design Concept]			
	豪華	楽しい	清楚(そ)な	明るい	
	リッチ	カラフル	幾何学的な	無性格な	
	ゴージャス	親しみやすい	知性のある	安らぎのある	
	ホテル宴会場	店舗ビル	事務所ビル	共同住宅	

図8 ビルの用途とデザイングレード エレベーターを設置するビルの用途を分類し、連想されるキーワードをもとにデザイングレードを設定した。

から天井面までの距離を考えると、たとえ数センチメートルでもゆとり感が得られるものである。そこで、図7に示すように、間口方向に3分割した天井パネルの中央部分をさらに25mm高くすることにより、ゆとり感と合わせて立体的な造形効果も得られた。

(3) 見やすく、操作しやすい操作表示装置



図9 かが意匠の多様化・高級化 デザイングレードを設定し、エレベーターの機種に対するシリーズ化を図った。

運転操作盤と階床表示器は、エレベーターでのマンマシンインタフェースとして重要な装置である。特に、利用者が老若男女、千差万別であり、わかりやすく、細やかな気配りが必要である。今回、開発した操作表示装置を図7(a)および(b)に示す。押しボタンは操作しやすいように大形とし、文字自体を発光させて見やすくした。かごドア上部に設ける階床表示器は傾斜角度を20度とし、見やすく大形とした。また、運転操作盤は感触性に優れたレザー調の塗装仕上げとした。

(4) トrendに沿った内装材の採用

かご内の空間を演出するツールとしての壁面・床材は、トrendにあったものを常に導入し、ニーズに即応する必要がある。今回、インテリア素材の動向を注視して、新たなバリエーションを準備した。

6 結 言

以上、省電力化、高機能化およびアメニティを指向して開発した日立乗用エレベーター「ビルエースプリード」の特長について紹介した。

最近のビルおよび設備に対する要求は多様化・高級化してきており、これらにいかに対応するかがメーカーの責任であ

る。今回、量産機種であるビルエースに、高効率化のためはすば歯車減速機による巻上機を開発し、低騒音化と電動機容量の低減を図った。また、アメニティ・利便性を追求し、マンマシンインタフェース機能の充実、用途指向の新意匠などを開発して利用者の要求にこたえた。今後とも、市場のニーズに対応しながら、機能の充実、性能および信頼性の向上に取り組んでいく考えである。

参考文献

- 1) 弓仲, 外: マイクロコンピュータ制御による規格形エレベーターの開発, 日立評論, 61, 11, 821~826(昭54-11)
- 2) 高橋, 外: マイクロコンピュータ利用インバータ駆動省電力規格形エレベーターの開発, 日立評論, 66, 6, 425~428(昭59-6)
- 3) 三井, 外: 正弦波インバータ制御高速エレベーター, 日立評論, 68, 6, 495~500(昭61-6)
- 4) 奈良, 外: インバータ制御高速エレベーターにおける軽量化技術, 日立評論, 68, 6, 501~506(昭61-6)