

世界最高速エレベータ

嶋 根 一 夫

台湾台北市内に、世界一の高さを誇る TAIPEI 101 が 2004 年 12 月 31 日にグランドオープンした。そこに世界最高速となる速度 1,010 m/min のエレベータを 2 台納入した。

この 2 台のエレベータでは、世界最高速走行の達成にとどまらず、乗り心地性能と快適性を重視し、さらに安全性、寿命などの信頼性確保も重要課題として開発が進められた。

キーワード：エレベータ、巻上機、振動、速度、安全装置、寿命、信頼性

1. 昇降設備概要

TAIPEI 101 には、地上 1 階から 89 階までわずか 39 秒で到達する 2 台の世界最高速のエレベータ (2004 年 12 月 16 日、ギネス社より認定) を含む、エレベータ 61 台、エスカレータ 50 台の昇降設備が納入された。これら昇降設備の概要と世界最高速エレベータの技術について紹介する。表-1 に全昇降設備の内、

エレベータの主要諸元を示す。

TAIPEI 101 は 101 階建てのタワー棟 (オフィス用途) とポディウム棟 (商業施設) で構成されている。タワー棟は高層のためダブルスカイロビー方式で 3 つのゾーンに分割されている。各ゾーン内は高層と低層にさらに分割され、4 台 2 バンク構成のダブルデッキエレベータが配置されている。1 階から各スカイロビーには 5 台のダブルデッキエレベータがシャトルエレベータとして接続されており、スカイロビー内にはダブル

表-1 TAIPEI 101 のエレベータ設備一覧：エレベータ仕様 (タワー棟 50 台 ポディウム棟 11 台)

機	号機*	定員(名)	積載量(kg)	速度(m/min)	停止階床数(サービス階)
タ ワ ー	PE 1~4	20/20	1,350/1,350	150	14 (1, 2, M 4, 5, 9-16, 19, 20)
	PE 5~8	20/20	1,350/1,350	360	14 (1, 2, M 4, 5, 19-24, 27-30)
	PE 9~12	20/20	1,350/1,350	150	13 (35-41, 43-48)
	PE 13~16	20/20	1,350/1,350	210	12 (35 & 36, 47-49, 51-57)
	PE 17, 18	20	1,350	105	5 (30-33, 35)
	PE 19~22	20/20	1,350/1,350	210	13 (59-65, 67-72)
	PE 23, 26	20/20	1,350/1,350	210	14 (59, 60, 71-73, 75-81, 83, 84)
	PE 24, 25	20/20	1,350/1,350	210	17 (59, 60, 71-73, 75-81, 83-86, 88)
	PE 27	24	1,600	210	4 (59, 85, 86, 88)
	SL 28~32	31/31	2,040/2,040	300	3 (1 & 2, M 4 & 5, 35 & 36)
	SL 33~37	31/31	2,040/2,040	480	4 (1 & 2, M 4 & 5, 35 & 36, 59 & 60)
	OB 38, 39	24	1,600	1,010	7 (1, 4, 5, 85, 86, 88, 89)
	SE 40, 41	31	2,040	480	91 (B 5-B 1, 1, 2, 4-7, 9-17, 19-25, 27-90)
	SE 42	72	4,800	480	86 (B 5, B 1, 1, 2, 4-7, 9-17, 19-25, 27-88)
	PE 43	17	1,150	105	9 (93-101)
	PE 44~46	24	1,600	120	11 (B 5-B 1, 1-6)
PE 47~49	24	1,600	120	11 (B 5-B 1, 1-6)	
PE 63	15	1,000	60	5 (89-93)	
ポ ディ ウ ム	PE 50, 51	27	1,800	120	10 (B 5-B 1, 1-5)
	PE 52, 53	27	1,800	120	10 (B 5-B 1, 1-5)
	SE 54, 55	31	2,040	60	7 (B 2, B 1, 1-5)
	FE 56	—	3,000	60	7 (B 2, B 1, 1-6)
	SE 57	31	2,040	60	8 (B 2, B 1, 1-6)
	PE 58	17	1,150	45	2 (B 1, 1)
SE 64, 65	31	2,040	60	5 (B 2, B 1, 1-3)	

※PE：乗用，SL：シャトル，OB：展望台用，SE：人荷用，FE：自動車用 各エレベータ，の略称

デッキエレベータの上下のかごへの誘導設備として、エスカレータを配置している。また89階には展望フロアが用意され、前述の世界最高速のエレベータ2台により直行運転を行っている。

ポディアム棟には11台のエレベータと42台のエスカレータが利用されている。

2. 世界最高速エレベータの技術

世界最高速のエレベータには、運行速度だけでなく安全かつ快適な乗物として、世界初となる技術を含む様々な要素技術が活用されている。図-1にその主要な技術要素を示し、以下の章でその概要を説明する。

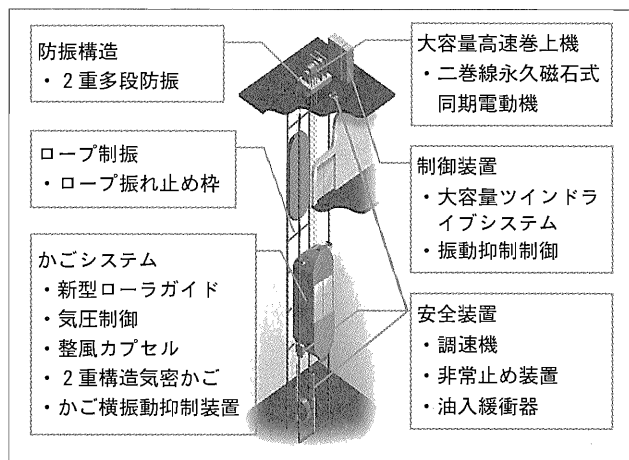


図-1 世界最高速エレベータの技術要素

3. 大容量巻上機とそのドライブ方式

エレベータに使用する巻上機は、近年小型軽量化のために、永久磁石同期電動機（Permanent Magnet Synchronous Motor：PMSM）の採用が一般的となっている。今回吊下げ重量が約40トン、加減速度を 1.2 m/s^2 を確保するため、新規に巻上機を開発した。

2本の巻線を有する定格出力180kW、最大出力約1,200kWである。今回開発の二巻線巻上機を駆動するため、2系統の独立したコンバータ・インバータを有するツインドライブ方式を採用した。インバータ装置には新開発のIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）を6並列接続し、高速スイッチング動作と最大電流1,500Aを実現している。

本装置は大容量であるが、EMC/EMIなどの耐ノイズ性はCISPR（Comite International Special des Perturbations Radioelectriques：国際無線障害特別委員会）のCLASS-Aに準拠する特性を維持している。

4. 乗り心地制御

かご振動には上下方向の縦振動、および左右前後の横振動がある。1,010 m/min 走行時でも 15 cm/s^2 以下になるように設定し、制御、機構品の開発を行った。

縦振動においては、まず400m近い昇降行程のため特に加減速時にロープの弾性振動の影響を除去する制御を実現させた。また回転系の微妙なバランスから生じる振動を相殺する制御も行っている。

横振動の低減に対しては、新規にローラガイドを開発し、ガイドレールの歪や継ぎ目部分の段差から引き起こされるかごの強制変位をローラ揺動軸の反対側のバランスウエイトで打消す構造を採用した。

釣合いおもりは厚さ方向を可能な限り薄くし、かごとの距離を開け、かつ整風カプセルを取付け、高速で押しのける空気量を削減することで、すれ違い時の振動を低減させた。また隣接号機のすれ違いに対しては、加速度センサで検出したかごの振動に対して、可動おもりをリニアモータで逆位相に動かすアクティブマスマダンパ（AMD）が効果を発揮した。

以上のように、縦方向および横方向の振動に対して対策を実施した結果、図-2に示すように縦振動、横振動ともに顕著な減衰効果がみられ、目標とする 15 cm/s^2 以下の走行特性を得ることができた。

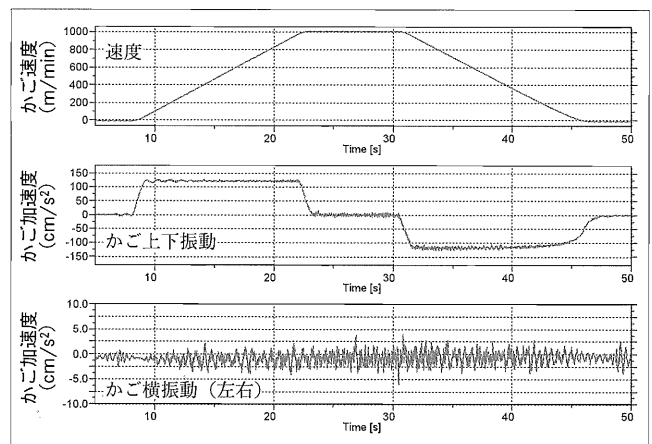


図-2 実機走行波形

5. 気圧制御

TAIPEI 101の1階と89階では約48hPaの気圧差があり、超高速で走行した場合にはその変化が速く、耳詰まりにより不快に感ずる場合がある。今回TAIPEI 101では、エレベータとしては世界初となる、かご内の気圧をフィードバック制御により一定変化さ

せるような気圧制御を採用した。

気密性を向上させたかごを採用したことから、かご外からの騒音の侵入も防ぐことができ、現地実機において1,010 m/min 走行時でも600 m/min 級の騒音を実現することができた。実機走行時の騒音波形を図-3に示す。

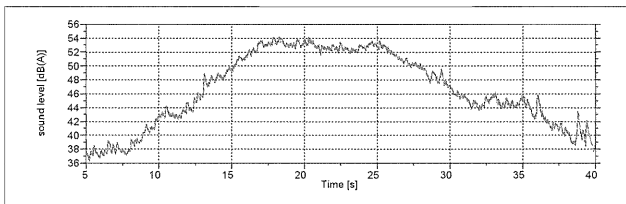


図-3 実機騒音波形

6. 安全装置

調速機、油入緩衝器、非常止め装置は超高速、大容量、高行程対応のため、新規に開発した。

調速機は、軽量化したフライボールをシープ内部に取付け、一体で回転させることにより、遠心力による過速度検知を行った。構造の簡素化、遠心力の低減を実現し、高精度の調速動作が図られた。

油入緩衝器は、終端階強制減速装置を採用しても、従来構造では17 mとなるので、3段に伸縮するプランジャ構造のテレスコピック形オイルバッファを開発し、全長10.65 mと約40%の小型化を実現した。

非常止め装置は、動作最大重量での、作動時から制動停止までの距離は約40 mで、表面摩擦熱により摩

擦材の表面温度は1,000°Cを超過するため、耐熱、耐摩耗性に優れた窒化珪素セラミック材料に特殊加工を施した。

7. ロープ揺止め装置

地震や台風など強風の影響についてもシミュレーションを繰返した。ビル自体は制震構造であるが、大きな地震のときには長い周期でゆっくり揺れる。ビルの揺れにエレベータのロープが共振して、壁に衝突したり、エレベータを損傷させたりすることも想定される。そこでロープの揺止め装置を設置した。

8. あとがき

今回TAIPEI 101に納入した1,010 m/minのエレベータには、多くの新技術が適用され、快適性や安全性を向上させることができ、さらなる高速大容量輸送の可能性を見出すことができた。また、市場としてより大きな、5,6階建てのオフィスビルやマンションなどのエレベータにも、今回培ったさまざまな技術を生かしていきたい。

JICMA

【筆者紹介】

嶋根 一夫 (しまね かずお)
東芝エレベータ株式会社
研究開発センター
電気開発担当グループ長



現場技術者のための

建設機械整備用工具ハンドブック

- ・建設機械整備用工具約180点の用語解説と約70点の使い方を収録。
- ・建設機械の整備に携わる初心者から熟練者まで幅広い方々の参考書として好適。

■ A5判 120頁

■ 定 価：会 員 1,050円 (消費税込), 送料420円

非会員 1,260円 (消費税込), 送料420円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289