

39. 昇降ステージの開発と大規模リニューアル工事への導入

東急建設株式会社 土木総本部 機械技術部 西尾 仁
大野 浩正
○小林 貞夫

1. はじめに

リニューアル工事とは、「建物の長寿命化」を目的に内装・間仕切りや設備などのインフィル部分を更新し機能性や快適性を向上させ建物を改修するものである。したがって、躯体スケルトン部分は壊さず再利用するため、新築工事と比較し省資源・環境負荷低減化が図れる。

近年は、インフィル部分の更新だけでなくスケルトン部をリニューアル時に補強し耐震性を高める工事の割合が増加している。高層ビル(S、SRC構造)の耐震補強はブレスやエネルギー吸収ダンパを鋼製の型枠に組込んだ耐震補強資材(写真・1)を既存躯体の間にモルタルを充填して一体化し、建物の耐震強度向上を図る工法が多く用いられている。これに伴い、リニューアル工事用搬入資材は大型化・重量化が進んでいる。



写真・1 耐震鋼製枠資材

本報文では、制約条件の多いリニューアル工事において、大型化する資材を迅速かつ安全に搬送するために、大型重量資材を垂直搬送し各階床面レベル上に着床可能な昇降ステージの開発経緯と現場導入事例を紹介する。

2. 工事概要と資材搬送計画

2-1. 工事概要

本工事は都内南東部に位置する駅ビルのリニューアル

改修工事であり、工事中も地上1階と2階一部を鉄道乗降客が往来する。しがたって、ビル周辺に移動式クレーンのような搬入資材の揚重設備を設置するスペースの確保が困難であり、夜間の限られた時間に限定される等の制約条件があった。以下に、開発した昇降ステージ導入工事の概要を示す。

建物高さ	40m
建築面積	2,215㎡
延床面積	29,702㎡
建物構造	SRC構造
建物用途	百貨店 事務所 レストラン スポーツ施設 鉄道乗降客通路
改修工事	地下2階から10階および屋上の 外装、内装、電気空調衛生工事 耐震補強工事は1階から8階
工期	平成19年8月から20年3月末 (耐震補強工事は19年9月末から10月末)



写真・2 リニューアル工事全景

2-2. 工事全体の資材搬送計画

本工事における資材の垂直搬送ルートとしては、以下の3系統を設定した。

間仕切り、壁面、床面、天井の仕上げや空調設備に使用する耐火ボード、ALC板、軽鉄、ダクトなどの一般資材の垂直搬送には計5台の常設エレベータ(地下2階から10階)を工事資材搬送用に使用した。

このほか工事用ロングスパンエレベータ(搬器長さ5m×巾1m)を建物外周足場に設置し、地上1階からRF階までの長尺資材の垂直搬送に使用した。

しかし、耐震補強資材は全長6.0m、巾1.6m、質量は最大1.6トンとなり、外周足場設置型の工事用エレベータでは対応できないことが明らかとなった。

そこで、地下1階から7階まで設置されているエスカレータの更新入替が計画されていたため、旧エスカレータ機器の撤去から新機器取付までの期間に大型資材の垂直搬送動線として、この開口空間を活用する事とした。



写真・3 エスカレータ撤去後の開口部

2-3. 耐震補強資材搬送計画

耐震補強資材は外部の工場からトラックで建物正面に搬送される。建物内部への搬入は当初、移動式クレーンを使用し、建物屋上から常設エスカレータの更新入替時に発生する開口空間内に資材を吊り下げ、内部へ搬入する計画であった。

しかし、移動式クレーンを設置する駅前広場の使用は、鉄道終電から始電までの深夜数時間に制限された。また、開口内部を通過時に吊荷の揺れや引っ掛かりの防止および各階開口での資材の引き込み作業の安全性の確保が困難ため、工事用エレベータを開口空間内に設置して各階の床面まで耐震補強資材を搬入することとした。

3. 昇降ステージの開発

3-1. 制約条件と課題

連層開口空間内に工事用エレベータを設置するための制約条件および課題は、以下の項目が挙げられた。

- ・連層開口空間の実質使用可能日数は40日と短期間であり、この期間内に耐震補強資材の搬入だけでなく、工事用エレベータの設置および撤去も完了させなければならない。
- ・この連層開口は開口部底盤に垂直荷重を受ける基礎架台の設置が困難である。
- ・運搬対象資材の形状と質量から搬器の所要寸法は巾2m×長さ7m、積載荷重は1,800kgとなり、エスカレータ撤去後の開口部に工事用エレベータ用ガイドレールを設置すると搬器の寸法が確保できない。

既存の工事用エレベータには上記制約条件を満たす機種はなかった。そこでエスカレータ用開口空間内に容易に設置ができ、長尺重量物を安全かつ迅速に搬入できる新規の揚重装置を開発することとした。

3-2. 昇降ステージの開発仕様

前項の制約条件を満足するため、昇降ステージの開発仕様を以下の通りに設定した。

- ・ガイドレールを使用せず、最上階に設置された2台の巻上げ装置から吊るされた4本のチェーンで搬器を昇降させることで搬器寸法を最大限に確保する。
- ・最上階に設置する巻上げ装置の組立設置、解体撤去の容易化、迅速化を図るため、巻上げ装置の組立・運搬は人力のみで可能とする構成とする。
- ・耐震補強資材の搬器への積込み作業を手押しの平台車に搭載した状態で実施可能とするため、各階に搬器の受け架台を設置し、各階フロアと搬器に段差が生じないようにする。

ガイドレールを用いないリフト形式の揚重装置は一般に製品化されていないので、装置の労働安全衛生法上の位置付けや安全対策などを所轄の監督署と協議し、設計、製作、確認実験を経て現場導入した。また、巻き上げ機構の4本のローラチェーンの同調制御技術や安全確保のための遠隔映像の集中モニタリングシステム技術を組み合わせて、装置を完成させた。

3-3. 昇降ステージの構成

本装置は荷物を載せるためのステージ(搬器)とそのステージを昇降させるための巻上げ装置、ステージを各階に停止固定させる受架台により構成される。表1に仕様を示す。

表・1 昇降ステージ仕様

ステージ(搬器)揚程		35m
昇降速度	高速	6.2 m/min
	低速	2.0 m/min
積載荷重		2.0Ton
ステージ(搬器)有効寸法		長さ7.0m×巾1.83m
昇降電動機		3.7kw×2台
ステージ渡し板開閉時間		12秒
ステージ渡し板開閉モータ		0.2kw
各階停止受け桁張出し		100Vポータブウインチを停止階床上に2基設置
安全装置		過荷重検出リミット 上限停止リミット ステージ受け桁着床時自動停止装置 ステージ渡し板水平・垂直検出装置 非常停止スイッチ 運転操作時監視モニタ(8画面表示)
操作方法		最上停止階に設置する操作盤にて集中制御
電源		3相動力200V 5.0kw
総重量		3.0Ton



写真・5 搬器各階停止状況と昇降状況

(1) 巻上げ装置

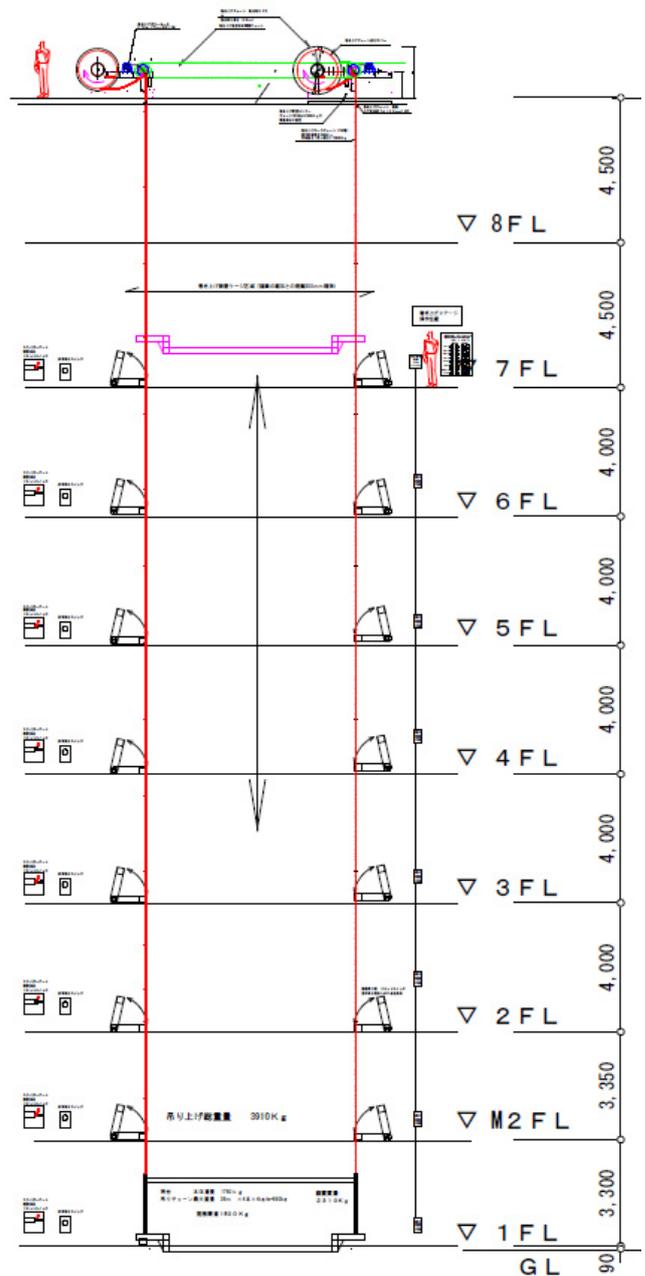
巻上げ装置は、組立解体時の軽量化を図るため、左右分割ユニット化した。また、左右のローラチェーン巻上げ速度の同調制御は左右回転位相検出スプロケットをローラチェーンで連結し、連結チェーンの微妙な弛みを接触型リミットで検出し、巻き上げモーター速度をインバータ電源周波数を変化させることによって修正し、位相を同調させる構造とした。



写真・4 機械室巻上げ装置設置状況と駆動部(9階)

(2) 搬器

本昇降ステージの搬器はガイドレールを設置しないため、開口平面を有効に使用でき、搬送資材のサイズに対し、ゆとりある対応が可能となった。また、装置全体として搬器の寸法を任意に設定可能な機構となっている。



図・1 昇降ステージ概要図

(3) 搬器受架台および回転デッキ

本昇降ステージでは、各階に設置した搬器受架台およびステージ上に設置した回転デッキにより台車や車両が躯体床上から直接乗り入れが可能となり、荷物の搬出入の迅速化を実現した。



写真・6 搬器(ステージ)回転デッキ

(4) 安全装置

搬器とローラチェーン連結部には搬器受け架台接触検出センサーおよび監視モニターカメラを設置した。運転操作器は地上7階の開口部横に設置し、9階の機械室、搬器および各階の映像を確認し、安全運行を実施した。



写真・7 監視モニターおよび操作盤

4. 巻上げ機と同調制御性能の確認

昇降ステージの現場導入後、昇降ステージ搬器に発生する回転角と加速度を計測し、同工事で使用した工事用ロングスパンエレベータ(以下、LSエレベータと称す)と比較することで、昇降ステージの同調制御性能を確認した。搬器の軸および軸回りの向きを図2に、昇降ステージおよびLSエレベータの計測結果を図3、図4に示す。

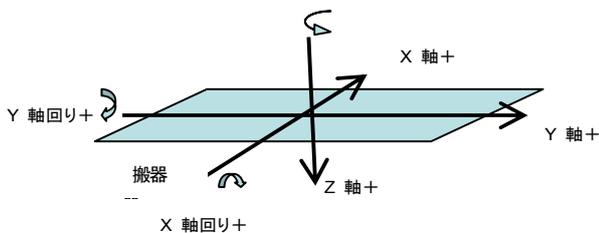


図2. 搬器の軸および軸回りの向き

昇降中の搬器のX軸回りの回転角は、LSエレベータの $-0.5^{\circ} \sim +1.5^{\circ}$ に対し、昇降ステージは $0^{\circ} \sim +$

0.1° と小さい。LSエレベータの波形がのこぎり形で大きいのは、エレベータ左右の昇降速度の差が累積し、角度リミットを超えると補正のため一方の昇降が停止するためである。昇降ステージは左右の昇降速度の差をインバータにより調整しているため変位が小さくなっている。

Y軸回りについては両者に差は認められなかった。

Z軸回りについては、昇降ステージは振り子運動のように周期的に角度が変化しており、ガイドのあるロングスパンエレベータよりは大きくなっているものの振幅は 0.3° 以内に収まっている。

発生する加速度は、X,Y,Z軸とも昇降ステージの方が小さい。LSエレベータはラックアンドピニオンで昇降するため振動が大きいという結果となった。

以上のことから、ガイドレールのない昇降ステージにおいても、搬器の揺れはLSエレベータと同等程度に抑えることが可能であったといえる。

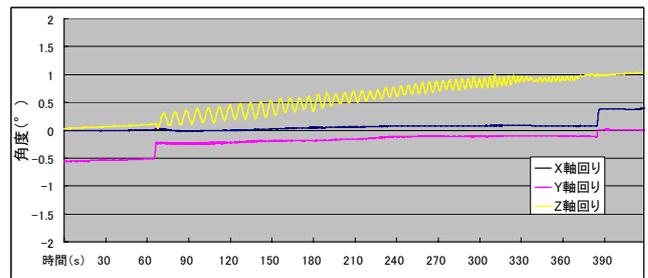


図3. 昇降ステージ姿勢(上昇時)

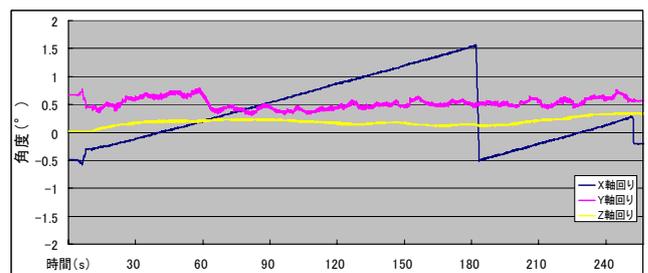


図4. LSエレベータ姿勢(上昇時)

5. 終わりに

本装置は、リニューアル工事において一時的に使用可能となった開口空間を利用して資材搬送を安全かつ効率的に行いたいという現場の要求に応え開発した。

今後も施工が多様化し、既存機械の選定だけでは対応が困難なケースが増加すると考えられる。今後とも関係する各方面の皆様方のご指導をいただきながら、更なる施工の効率化に新たな機械技術で挑戦していきたい所存である。