

技術講座

エレベーターのロープの振れ抑制装置

中 川 淳 一

(Junichi Nakagawa)

フジテック株式会社 商品開発本部 技術研究部

中 野 貴 広

(Takahiro Nakano)

フジテック株式会社 商品開発本部 機器開発部

1. はじめに

超高層ビルに設置されるエレベーターのロープは、強風時や地震時の建物揺れに共振することによって大きく振れ、昇降路内機器への衝突や引っ掛かりなどが発生し、エレベーターの正常運行に支障をきたすことがあります。

新潟県中越地震では、震源から約200km離れた関東平野部で、長周期地震動が発生し、高層、超高層ビルおよびビル内に設置されたエレベーターのロープの振れが大きくなり、昇降路内機器に引っ掛かるなどの被害が発生しました。

このような問題の対策として、昇降路内機器への引っ掛かり防止保護措置の施工や、建物の揺れが所定の値を超えるとエレベーターを停止するなどの運行制限（管制運転）が行われていますが、更なるエレベーターの運転効率向上や安全性確保の観点からロープの振れの抑制が望まれています。

そこでロープの振れの共振ピークを抑え、より早期にロープの振れを減衰させるため、エレベーターのロープの振れ抑制装置を開発しました。

2. 制振原理⁽¹⁾

エレベーターのロープの振れ抑制原理の概略図を図1に示します。本図はロープの水平方向振動である1次モードの弦振動とロープ下端の質量体（かご、釣合ロープ張り車、調速機ロープ張り車など）の鉛直方向振動の関係を表しています。これらの質量体は鉛直方向に移動できるようにガイドされているため、ロープが弦振動すると、ロープのたわみにより質量体は鉛直方向に振動し、ロープの水平方向振幅が成長するに伴って鉛直方向振幅も大きくなります。この鉛直方向振幅を減衰機構により抑制すると、鉛直方向の振動に伴って発生する減衰力により、ロープ弦振動の復元力であるロープ張力が変動します。この張力変動が弦振動を減衰させるように作用するため、ロープの弦振動を抑制することができます。

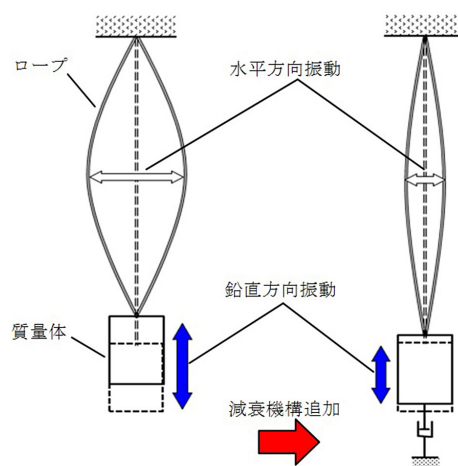


図1. 振れ抑制原理の概略図

3. 各装置の概要

エレベーターの構成を図2に示します。エレベーターのロープには、主ロープ、釣合ロープ、調速機ロープがあります。各装置の概要は以下の通りです。

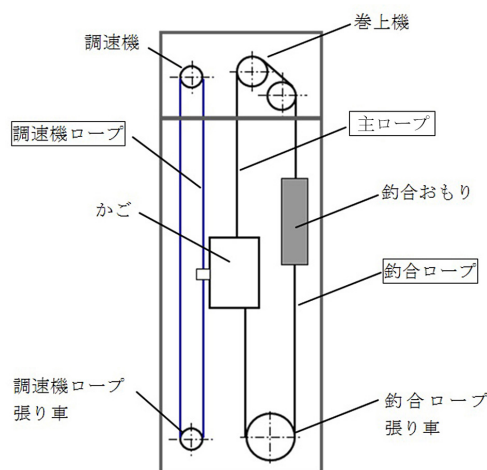


図2. エレベーターの構成

3.1 主ロープ振れ抑制装置⁽¹⁾

図3に主ロープ振れ抑制装置の基本構成を示します。主ロープの水平方向振動に伴って、かごはガイドレールに

技術講座

沿って鉛直方向に振動します。この際に、かごとガイドレール間に鉛直振動に対する減衰機構を設けることで、図1の制振原理を用いた抑制装置を実現しました。

本装置により、主ロープの水平方向振動の1次モード共振ピークを最大で40%程度低減することができます。ただし、本装置では釣合ロープの振れに対する抑制効果はありません。

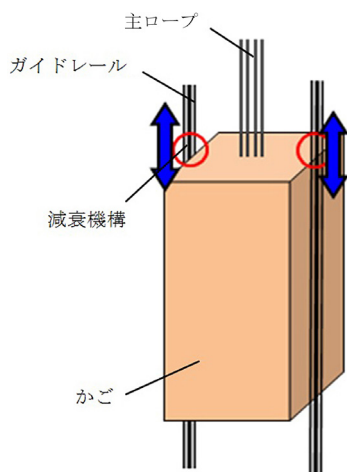


図3. 主ロープ振れ抑制装置

3.2 釣合ロープ振れ抑制装置⁽¹⁾

図4に釣合ロープ振れ抑制装置の基本構成を示します。釣合ロープの水平方向振動に伴って、釣合ロープ張り車は鉛直方向に振動します。この振動に対して減衰力を発生させるため、釣合ロープ張り車にダンパーを設置する機構を採用しました。

図5に釣合ロープ張り車に減衰機構を設けた場合のエレベーターロープの挙動を示します。釣合ロープが共振し、大きく振れる場合、釣合ロープ張り車は鉛直方向に振動します。また、主ロープが共振し、大きく振れる場合、かご、又は釣合おもりが鉛直方向に振動します。この振動は釣合ロープを介して釣合ロープ張り車に伝わり、釣合ロープ張り車も鉛直方向に振動します。したがって、釣合ロープ張り車に減衰機構を設けることにより、釣合ロープ張力が変動するだけでなく、主ロープ張力も変動するため、どちらのロープ振れも抑制することができます。

本装置により、釣合ロープの水平方向振動の1次モード共振ピークを最大で40%程度、主ロープの水平方向振動の1次モード共振ピークを最大で20%程度低減することができます。

3.3 調速機ロープ振れ抑制装置

釣合ロープ振れ抑制装置と同様に調速機ロープ張り車にダンパーを設置することで、調速機ロープ張り車の鉛

直方向の振動に対して減衰力を発生させる機構を採用しました。

本装置により、調速機ロープの水平方向振動の1次モード共振ピークを最大で20%程度低減することができます。

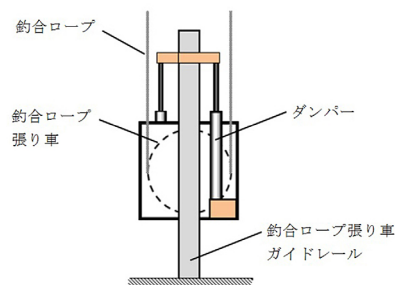


図4. 釣合ロープ振れ抑制装置

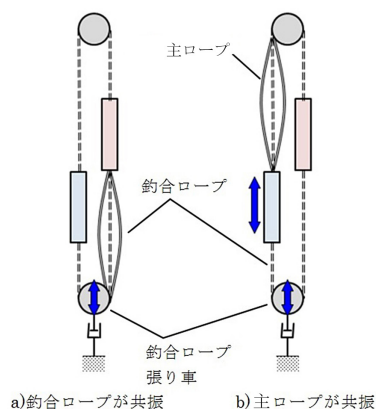


図5. エレベーターロープの挙動

4. おわりに

エレベーターのロープの振れが大きくなり、昇降路内の機器への引っ掛かりや衝突によって機器の破損などが発生した場合、復旧に多大な時間がかかります。特に強風や長周期地震動による建物揺れとエレベーターのロープが共振しやすい条件となっている超高層ビルでは、エレベーターが停止してしまうことによる利用者の利便性への影響も非常に大きくなります。今回開発したエレベーターのロープの振れ抑制装置は、上記リスクを低減することで利用者の利便性の向上に貢献できます。

当社は更なる安全安心を向上した製品の提供を実施していきます。

5. 文献

- (1) 中川淳一, 新井晋治, コンペンセーションシーブの抑制によるエレベーターロープの制振, 昇降機・遊戯施設等の最近の技術と進歩技術講演会講演論文集: Elevator, Escalator and Amusement Rides Conference 2011, 23-26, 2012-01-18