

技術講座

エレベーター巻上機用ディスクブレーキ

柴原 和 則

(Kazunori Shibahara)

三陽工業株式会社 技術部

1. はじめに

当社は創業以来、動力伝達・制御機器製品を通じて数多くのお客様からご信頼を頂け得る事業活動を展開してまいりました。1997年に高速ギヤレスマシン用のディスクブレーキ(当社商品名：電磁クランプ)を開発して以来、数多くの電磁クランプを国内外のエレベーターメーカー様、巻上機メーカー様にお納めさせていただいています。

エレベーターは、1852年のE. G. オーチスの落下防止用の非常止め装置の発明により、縦の移動手段として世の中に広がりました。

1903年にニューヨークに最初のトラクション式による150m/minギヤレスエレベーターが納入され、これ以後トラクション式の有用性が認められて高層ビルのエレベーター方式として急速に普及しました。

ブレーキは非常止め装置に勝るとも劣らずエレベーターの安全を確保するために大切な役割を果たしています。当社の製品である電磁クランプについて説明させていただきます。

2. エレベーターのブレーキの原理

古くから用いられているドラム式ブレーキの概念図を図1に示し、動作原理を説明します。

図1は、エレベーターの巻上機をブレーキ部分から見たものです。図示されたブレーキドラムは、電動機の回転軸に、エレベーターを駆動させる綱車と共に固定され、一緒に回転します。

この図では、電動機と綱車は省略しています。

ブレーキは摩擦材を巻上機の回転部分(ドラム)にバネで押し付けることにより摩擦力を加えて巻上機が動かないようにするものです。そして、制御装置により電磁石の電磁コイルに電流が流れると電磁石の力がバネに打

ち勝ってブレーキが解放されエレベーターは走行可能になります。電磁石の電磁コイルに電流が流れなくなると摩擦材が再びドラムに押し付けられます。

停電などで電気が供給されない場合は電磁コイルへの電流が流れなくなるので、ブレーキがかかります。エレベーターに何らかの異常が発生して、安全回路が動作して電源を切った時にもブレーキが動作し、エレベーターを停止させるというフェールセーフの基本思想に基づくものです。

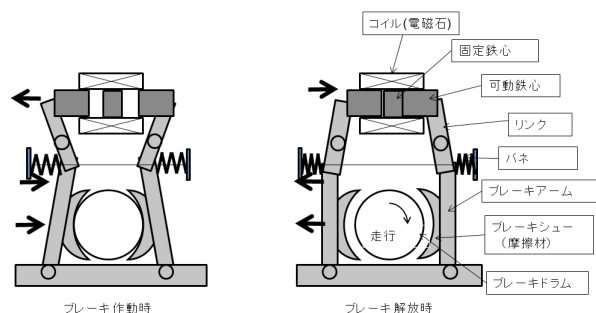


図1 ドラムブレーキ概念図

3. エレベーターのブレーキの役割の変遷

エレベーター巻上機用ブレーキに対する機能要求も、エレベーター制御方式の変遷により、変化してきています。

(1) 安定した保持力

当初のエレベーターは電動機の制御が単純な電動機回路の開閉だけで行われていたため、目的階に向けて速度を徐々に低下させるためにはブレーキが用いられていました。インバーターによる速度制御が広く採用されると、エレベーターは電動機のみで速度制御が目的階に向けて減速停止できるようになり、通常の状態ではブレー

技術講座

キは停止後にエレベーターを保持することが主な役割になりました。摩擦力という観点で見ると、従来は動摩擦力が求められていたのに対して、静摩擦力がより重視されるようになりました。ブレーキで減速していた時代には、制動を行うたびに摩擦材の表面が研磨されて制動面がリフレッシュされていましたが、リフレッシュが無い状態でも保持力を維持できることが必要になります。

(2) より大きな制動力

20世紀の終盤に、大きな磁力を発生することができる希土類磁石が導入されると、電動機が発生できるトルクが格段に大きくなりました。その結果エレベーターの駆動装置は、減速機を用いたギヤードマシンから、永久磁石を用いた同期電動機（PMモーターと呼ばれます）で直接駆動するギヤレスマシンが主流になってきました。減速機が不要になったため、エレベーターの効率が格段によくなったのですが、減速機の摩擦損による走行抵抗がなくなり、また減速比によるブレーキトルクの緩和が無くなったため、その分、ブレーキには大きな能力が求められています。

(3) 戸開走行保護装置としての新しい役割

2009年にエレベーターに関係する法規が改訂され、エレベーターは乗場の戸が開いたままで走行し始めたときに（戸開走行と呼ばれます）、乗客が乗場の枠とかごに挟まれる前に停止する機能が求められることになりました。

戸開走行保護装置として使用されるブレーキは、何らかの原因でエレベーターの戸が開かれた状態で走行し始めたときに、扉の枠とかごの間に乗客が挟まれる前に走行を止めなければなりません。ブレーキの動作時間を短くし、エレベーターが乗場から大きく離れる前に停止させることが求められます。

ブレーキには、制動力と早い応答、そして万々に備えて独立した2つの冗長性が求められることになりました。ブレーキはエレベーターの制御回路とともに戸開走行保護装置としての役割を果たします。戸開走行保護装置はエレベーター安全装置の一つとして、国土交通大臣の認定が必要になりました。

(4) エレベーターの乗り心地への配慮

オフィスビルやタワーマンションに据付けられるエレベーターの乗り心地は建物の印象に直結します。ブレーキが動作する音、走行時に摩擦材と回転体が触れ合うときに発生する音を抑制する必要があります。そのためには、ブレーキパッドとブレーキディスクとの間に隙間を確保しなければなりません。その一方で、隙間が大き過ぎるとブレーキの動作時間が長くなったり、動作時に音がする等の問題が発生するので、ブレーキの摩擦材と回転体の隙間はできるだけ小さく管理する必要があります。

制動力に調整機能を持たせることは、非常停止時に減速度が必要以上に大きくなることを抑制し、ブレーキが動作したときに感じる不快感を和らげるための配慮にもなります。

4. ディスクブレーキ

ディスクブレーキは自動車や鉄道などでも広く使われておりますが、前述のドラムブレーキに比べると新しい技術です。

図2にディスクブレーキを用いたエレベーター巻上機概念図を示します。モーター軸に固定されたブレーキディスクを摩擦材（ブレーキパッド）で挟み込む構造です。ブレーキを解放する場合は、バネで押付けられた可動鉄心を電磁石で吸着します。ドラムブレーキに対して、ブレーキの可動部分が小型化されているため、動作が早いこと、つまりブレーキがすぐ効きはじめること、そして保守がしやすいことが特徴です。

当社ではこのブレーキのうち、ブレーキパッドを挟む部分を電磁クランパという商品名で提供しております。

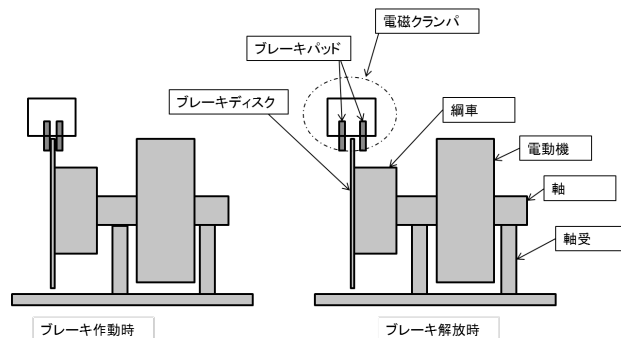


図2 ディスクブレーキ概念図

図3に当社の電磁クランパの製品写真、図4に構造図を示します。基本はバネにより摩擦材（ブレーキパッド）

技術講座

をブレーキディスクの両側から挟み込み制動力を発生させます。走行するときは、電磁石のコイルに電流を流し、電磁石の力がバネに打ち勝つことで、可動鉄心に連結したブレーキパッドをブレーキディスクより引き離します。バネによる押し付け力が無くなると反対側のブレーキパッドをブレーキディスクに押付ける力も消滅します。

ブレーキパッドは、いわゆる「首振り機構」になっており、電磁クランプとディスクの取り付け誤差を吸収してディスク面に対して摩擦材を直角に押し付けるようになっています。これにより安定した制動力を保てるようになっています。

バネの押し付け力はトルク調整ボルトの締め付けにより調整が可能です。これにより制動力が過大になることを避けることができます。

また、左右のブレーキパッドとディスクとの隙間も調整が可能であり、ディスクと電磁クランプの取り付け誤差を吸収できます。ブレーキパッドとディスクの隙間が小さくできれば、ブレーキの動作音が小さくでき、動作時間も短くすることができます。

安全に対して、冗長性を持たせるため、1台の巻上機に対して2個以上の電磁クランプが使用されています。

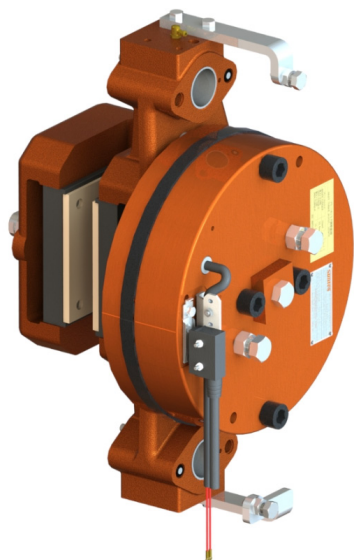


図3 電磁クランプ写真

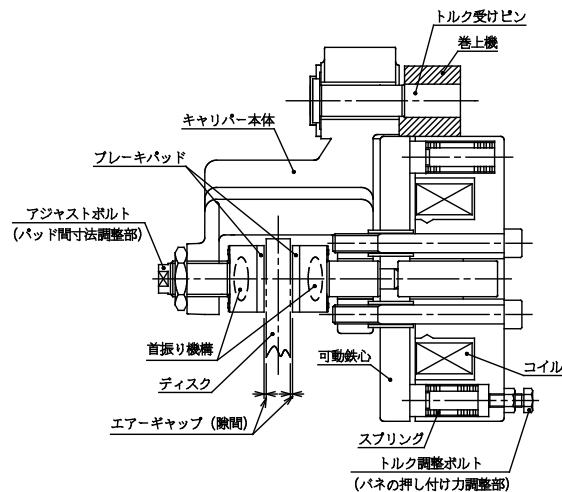


図4 電磁クランプ構造図

5. 当社電磁クランプの特徴

ブレーキの役割を果たすため、当社電磁クランプは下記の特徴を持っています。

(1) 耐久性

安定した摩擦力を長期にわたって出せるように、電磁クランプ及びその構成各部品に対して寿命試験を行うなど耐久性を重視しています。

(2) 動作時間

可動部分の部材を小型化し、ディスクブレーキの最大の特徴であるブレーキが動作する時間を短くしています。

(3) 静音性

ブレーキパッドとディスクの間の隙間の調整が可能であることで、ディスクと電磁クランプの取り付け誤差を吸収でき、ディスクとパッドとの擦れ音（引き擦り音）が出ないように調整することができます。前述のようにブレーキパッドとディスクの隙間が小さくできれば、ブレーキの動作音が小さくできます。

(4) ブレーキ解放装置

エレベーターの信頼性は向上しており、またバッテリーバックアップなどで停電時でも最寄り階まで走行するなどの新しい機能も備わっています。しかし、不測の事態でかごの中に閉じ込められた乗客を救出する手段として、従来から行われていた手動でブレーキを解放し、かごの自重（釣合おもりとのアンバランス）を使ってかごを

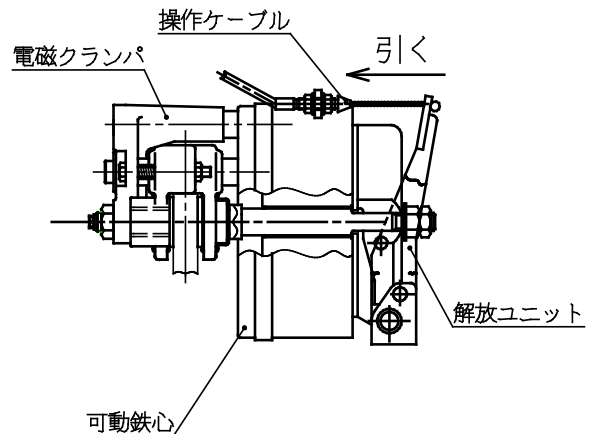
技術講座

乗場まで動かすという措置は考えておかなければなりません。

当社の電磁クランプは、比較的簡単な方法でブレーキを安全に解放することができます。当社は、エレベーターの構造に応じて、手動解放レバー又は解放ユニットを提供しています。図5に当社で提供している解放装置の説明図を示します。

①は、機側にてブレーキを解放するための手動解放レバーを示します。エレベーターが乗場以外で停止してしまった場合、エレベーター保守員がこのレバーを電磁クランプに取付け、巻上機の機側でレバーを操作して、電磁クランプを解放します。

②は、巻上機が昇降路内に設置される等により、巻上機機側で操作できない場合に使用される解放ユニットを示します。解放ユニットは事前に電磁クランプに取付けておいて、非常時にはエレベーター保守員が巻上機から離れた所から操作ケーブルのワイヤーを引っ張ることで、電磁クランプを解放します。

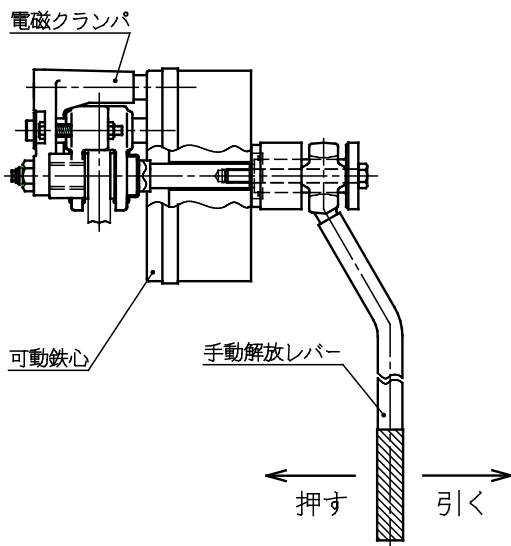


② 【リモートで解放する場合】

図5 解放装置の説明図

6. おわりに

当社の提供する電磁クランプは、エレベーターメーカー様、巻上機メーカー様で巻上機に組み込まれて初めて性能を発揮します。多くの種類の電磁クランプのラインナップを整え、各種巻上機に最適な組み合わせをご提案できるように努めております。



① 【機側で解放する場合】