

リニアモータ駆動のスキーリフト*1

井崎 剛*2

Linear-Motor-Driven Ski Lift

Tsuyoshi Izaki

1 はじめに

川鉄鉄構工業(株)は、昭和63年オーストリアGIRAK社と技術提携しリフトの開発を行ってきた。その第1号機を昭和63年に小海リエックススキー場へ納入して以来、今日までの納入実績は15基になっている。しかし、当社が後発メーカーとして先発メーカーに追いつき追いこして業界に確固たる地位を確立するためと、今後の営業政策を考えた場合、新しい形のリフトが必須であるとの判断から平成2年よりリニアモータ駆動によるリフトの開発に踏みきった。

以後、実機リフトを使用し、運輸省交通安全公害研究所のご指導のもと株式会社東芝の協力を得て実験を繰り返した結果、実用化の見通しがたち、平成4年12月神立高原スキー場へリニアモータ駆動リフトの1号機を完成し納入することができたのでここに紹介する。

2 開発から実用化までの経緯

- 平成元年 ・ 運輸省交通安全公害研究所がリニアモータ駆動方式の実験を実施
- 平成2年 ・ 索道におけるリニアモータ駆動の実用化に向けて研究開発開始
・ 実験計画を策定し、設計に着手
- 平成3年 ・ 実験実施の許可を受けるため、運輸省近畿運輸局へ実験計画書を申請

・ 近畿運輸局より許可を受け、実験機の製作・取付を行う。

平成4年 ・ 4～5月駆動実験を実施

・ 実用化の検討

・ 神立高原スキー場滝の沢トリプルリフトの営業線に採用するため新潟運輸局へ事業許可申請を行い建設許可を受ける。

・ 12月運輸省新潟運輸局の完成検査に合格し、営業運転開始

3 リニアモータ駆動の構造と特徴

索道の原動滑車の駆動には、これまでは回転形の直流または交流モータを用い減速機を介して適切なトルクと回転数で滑車を回転させていたが、リニアモータを用いるとこの方式は大幅に変わる。

リニア誘導モータ(LIM)はFig.1に示すように回転形モータの一部を切り開いて直線状に広げた構造になったものである。電気を通す一次側は鉄心とコイルから構成されており、一次側に対する二次側は回転形モータのロータに相当し、銅板またはアルミ板と鉄板を貼り合わせたものでリアクションプレートと呼ばれている。滑車側にリアクションプレートをドーナツ盤状に取付け、滑車周囲にこれと対向させるように配備されたリニアモータに通電すると、リアクションプレートに推力が発生し滑車を回転させることができる(Fig.2)。

この方法によれば、リニアモータで滑車を直接回すことができ、減速機は不要である。この点がリニアモータ駆動の最大の特徴であ

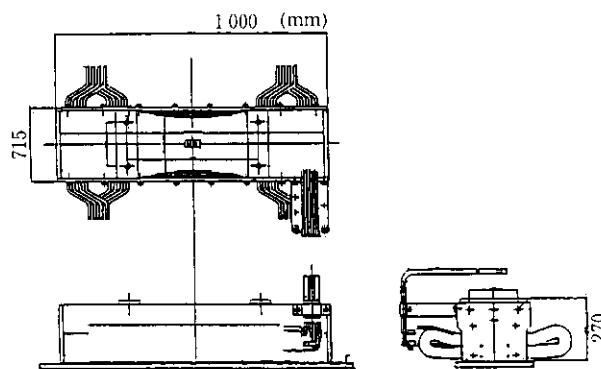


Fig. 1 Linear induction motor (LIM)

*1平成5年8月13日原稿受付

*2川鉄鉄構工業(株) 産業機械エンジニアリング事業本部
設計部水島設計室 部長

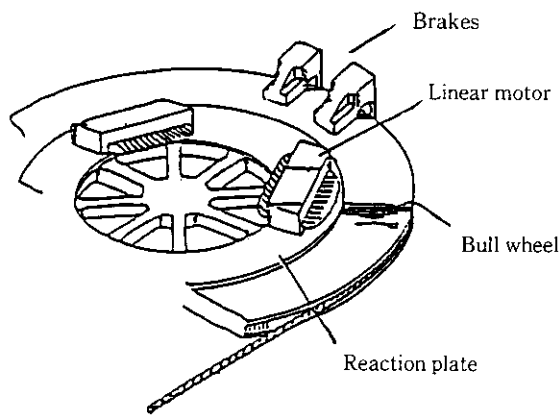


Fig. 2 LIM drive system

るが、さらに、構造が大変シンプルになるので、原動設備がコンパクトとなり、故障も少なくメンテナンスも簡単になってくる。また高速回転部がなくなることから、騒音や振動の心配も少なくなる。

4 リニアモータ駆動システムの実験と実用化

4.1 ソラ山高原、高速リフトにおける実機実験

平成4年4月に、兵庫県ソラ山高原スキー場の第6クワッドリフト（自動式4人乗りチェアリフト4 m/s）を使用し、アクチュエーター4ユニット（TLM 34×2台×4ユニット=168 kW）を取付けリニアモータ駆動による実機での走行実験を行った。

走行実験では、速度制御試験、乗車状態での再起動試験、制動試験等の実使用状態での試験を実施した他、騒音、温度、効率等基本的な特性の測定も行い、リニアモータ駆動システムが所定の性能や信頼性を有していることを確認した。

4.2 滝の沢トリプルリフトの実用システム

ソラ山高原高速リフトにおける実験および試験結果をふまえて、平成4年12月に神立高原スキー場の滝の沢トリプルリフト（固定式3人乗りチェアリフト）に同リニアモータ駆動システムを採用して実用システムを製作し納入した。

4.2.1 リフト仕様

滝の沢トリプルリフトはアクチュエーター2ユニット（TLM 34×2台×2ユニット=84 kW）によるシステムであるが、ソラ山高原スキー場の高速リフトのロープスピード4 m/sに比べ1.8 m/sと低速である。このため、原動滑車ダイレクトドライブ方式は採らず、別に駆動用滑車と減速機を設けることにより所定のロープスピード（1.8 m/s）と性能を引き出した。

神立高原スキー場に納入した滝の沢トリプルリフト（固定式3人乗）の仕様をTable 1に示し、Photo 1に営業運転中の山頂停留場を示す。

4.2.2 原動装置

山頂停留場降車ステージ下を機械室として利用し、リニアモータと駆動用滑車を配置している。リニアの駆動方法は、リニアモータで駆動用滑車を回転させユニバーサルジョイント・減速機を介して原動滑車を駆動させている（Fig. 3, Photo 2）。

Table 1 Specifications of triple chair lift

| | | |
|--|----------|---------|
| Drive terminal elevation (upper terminal) | (m) | 853.73 |
| Return terminal elevation (lower terminal) | (m) | 718.40 |
| Horizontal length | (m) | 462.50 |
| Vertical height | (m) | 135.33 |
| Line length | (m) | 485.34 |
| Mean gradient | (%) | 29.3 |
| Maximum gradient | (%) | 55.8 |
| Speed with main drive | (m/s) | 1.8 |
| Carrier spacing | (m) | 12.6 |
| Carrier interval | (s) | 7 |
| Capacity per carrier | (person) | 3 |
| No. of carriers on the line | | 78 |
| Output main drive | | 21 kW×4 |
| Track | (m) | 4.0 |
| Haul rope diameter | (mm) | 32 |
| Hydraulic tensioning | (kN) | 216 |



Photo 1 Kandatsu Takinosawa triple chair lift

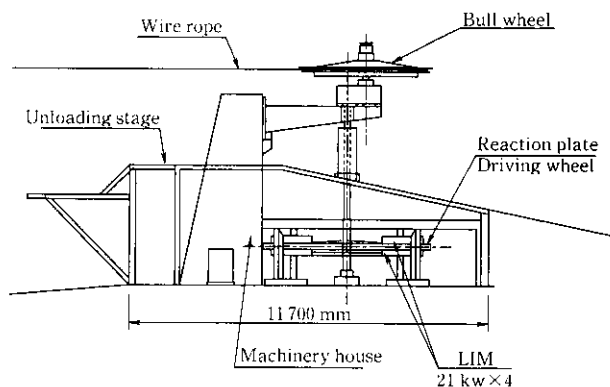


Fig. 3 Triple lift drive system



Photo 2 Linear motor and reaction plate driving wheel

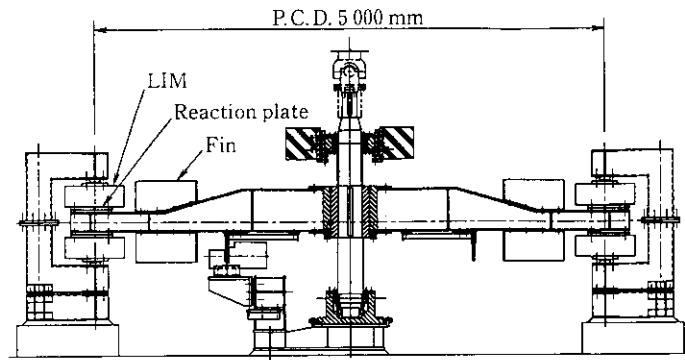


Fig. 4 LIM and driving wheel

4.2.3 リニアモータによる駆動滑車の設計

ソラ山高原スキー場での実験結果から、LIMとリアクションプレートとのギャップを一定幅に保持することが最重要課題と判明したので、滝の沢トリプルリフトの駆動部分の構造は、滑車本体ならびに取付部材の剛性を上げて撓みを極力少なくするとともに、加工と組立の精度をあげるにより長時間の運転に耐えうる設計としている。

また、駆動滑車の回転を安定させるため駆動用滑車（直径5000mm）の外周上・下面にリアクションプレートを連続取付け、リニアモータにて挟みこみ磁力による吸収力をバランスさせることにより駆動用滑車の振れを極力おさえる構造としている（Fig. 4）。

5 おわりに

本リフトは、世界初のリニアモータ駆動リフトということで業界注視のなか新潟運輸局の性能検査に合格し平成4年12月22日営業運転が開始され、平成5年5月5日の営業終了までの4.5箇月間ト

ラブルもなく稼動したことは、当社の技術力の高さを示すものである。

今後は本リフトを第一歩として更なる技術力の向上に努め信頼される製品作りに努力したい。

最後にリニアモータ駆動リフトの実用化にご指導、ご協力いただきました運輸省交通安全公害研究所並びに株式会社東芝の関係各位に謝意を表します。

<問い合わせ先>

川鉄鉄構工業株式会社

産業機械エンジニアリング事業本部

設計部 水島設計室

電話(086)447-4635 FAX(086)447-4644