

# IBM 車輪：磁気力内部補償による車輪機構

## — 基本概念と第一次試作 —

### IBM Wheel: Mechanism of Internal Balanced Magnetic Wheel - Basic Concept and the First Prototype Model -

○ 正 多田隈 建二郎 (大阪大) 正 田中崇裕 (三菱電機)

Kenjiro TADAKUMA, Osaka University, tadakuma@mech.eng.osaka-u.ac.jp  
Takahiro TANAKA, Mitsubishi Electric Corporation

This paper describes the IBM Wheel: mechanism of internal balanced magnetic wheel. IB-Magnet has been proposed and developed by prof. Shigeo Hirose. This time, we tried to expand the concept of it to the wheel mechanism. The prototype model is designed and developed. The basic motion of the prototype is confirmed experimentally.

**Key Words:** Mechanism, Internally-Balanced Magnet, Wheel, Suspension

## 1. はじめに

インフラ点検において、人に代わって点検作業を行う壁面移動ロボットの吸着用機構として、電磁石式・吸引方式のものなど、様々なものが研究開発されている。電気系統の故障やバッテリー切れなどが起こったとしても、落下などの事故を防止する観点からは、永久磁気式の吸着機構を用いる方が得策であるが、車輪自体が永久磁石である場合は、引き剥がし作業に非常に困難であるという問題があった。

本研究においては、上記の問題を鑑み、広瀬により考案され、研究開発されてきた IB マグネットの原理を、回転車輪による移動体用の機構に発展させた IBM 車輪というものを新たに提案し、設計・試作した実機による実験を行なったので報告する。

## 2. 磁気内部補償式車輪機構

### 2.1 IB マグネット [1]

IB マグネット [1] は、吸着時において、引き剥がしにエネルギーをバネに蓄積し、引き剥がし力をほとんど発生させる必要が無いという画期的な構造である。

本研究においては、IB マグネットの特長である引き剥がし力をほとんど必要としないという点に着目し、車輪型の壁面移動体としての用途を見据えて開発を行なった。

### 2.2 IBM 車輪

提案する車輪機構は、図 1 (b) (c) に示すように、車輪回転により吸着対象物に対して平行に車輪ユニットが転がり移動することを可能とし、垂直方向には吸着力を維持するというものである。同軸構成の (b) にすることで、進行方向にはコンパクトな構造を構成できるが、今回は原理確認を主目的とし、より部品点数の少ない分離構造 (c) を用いた。

## 3. 実験用実機の設計・試作

### 3.1 具体的設計

実機の設計であるが、実験用の実機であるため、磁石は円柱状のもので、表と裏とで極性の異なるものを用いた。これにより、車輪回転時に抵抗なく移動することが可能となる。また、磁石本体を挟み込むようにヨークを軸方向両側に二つ配置して、一体化した車輪として構成した。磁気車輪ユニットは受動的に上下動出来るようになっており、引っ張りバネによりこの微調整を行うために、バネではなく、引っ張りばねを使用できる構成とした点も、本 IBM 車輪機構の新しい点である。

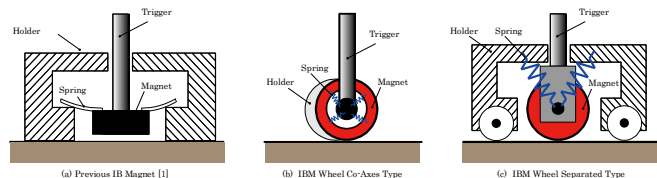


Fig. 1: Concept of IBM Wheel

## 4. 基本実験

実際に設計・試作した実機を用いて行なった実験についてのべる。

### 4.1 磁気車輪吸着力測定実験

構成した磁気車輪機構において、実際に使用する環境と同様のレールを設定しての実験により、実際に吸着力を測定した。その結果を図 3 に示す。図 3 の曲線を今回の基本実験においては 2 つの線形バネを用いて近似して、吸着力と逆向きの特性を持つバネユニットを構成した。図 2 の試作機は、引っ張りバネの力をプーリーを介して中央車輪につたえているが、本体部品に対して垂直向きに構成することも可能である。

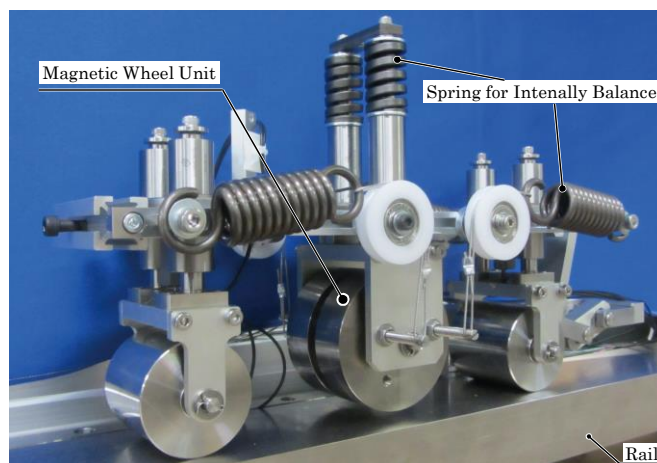


Fig. 2: Overview of the Mechanical Prototype Model

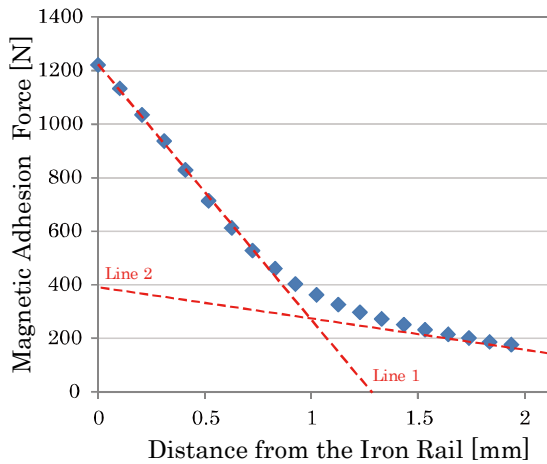


Fig. 3: Property of the Magnet in the Prototype Wheel Unit

#### 4.2 磁気車輪走行実験

車輪として吸着対象面上を移動可能であるかどうかを確認するため、に走行実験を行った。実験機自身には、車輪駆動するアクチュエータを現時点では搭載していないため、手動で実験機のボディ部を走行対象面と平行に押し引きすることで車輪ユニットを移動させる。図に示すように、吸着状態を維持したまま、走行面に沿って移動できることを確認した。

#### 4.3 磁気車輪引き剥がし実験

引き剥がし実験を図のように行なった。(a)はボディ部に力を加えた場合いで、(b)はバネにより補償されている中央部に力を加えた場合である。後者の方が弱い力で引き剥がすこと

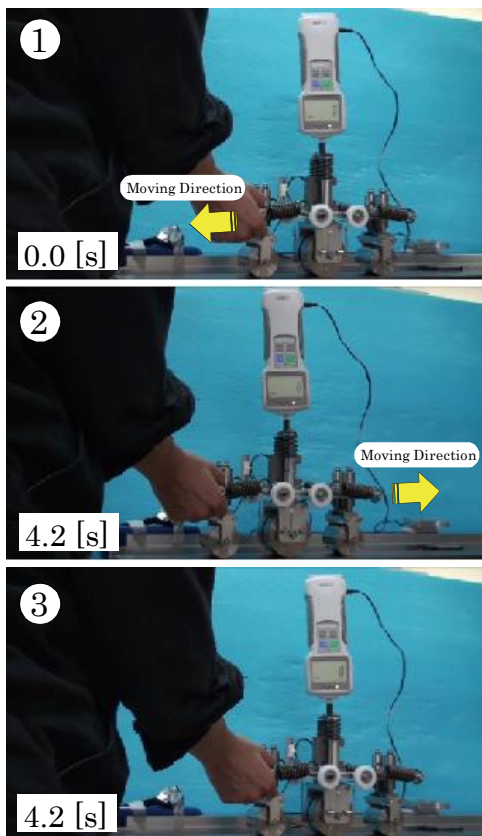


Fig. 4: Experiments of the Moving Motion of the IBM Wheel Unit

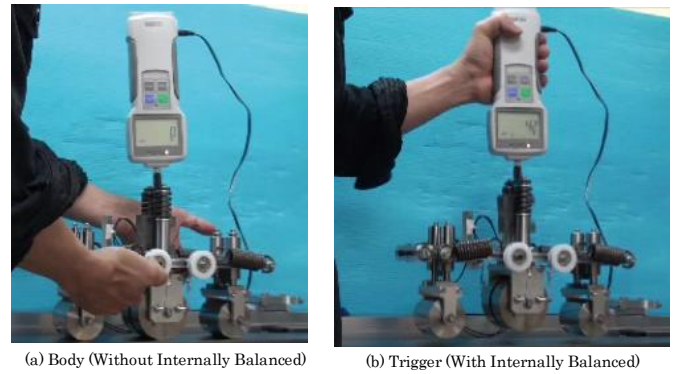


Fig. 5: Experiments of the Releasing Property of the IBM Wheel Unit

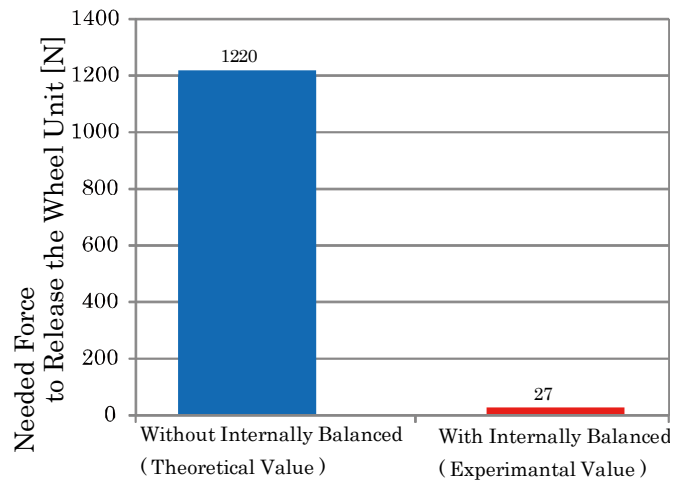


Fig. 6: Comparison of the Experiments of the Releasing Properties of the IBM Wheel Unit

が可能であることを実機実験を通して確認した。また、本引き剥がし力の比較を図に示す。図からも、引き剥がし力は非常に小さく収めることが出来ている。

また、磁気吸着に着目して、把持対象物の剛性が高く、その弾性領域においては、グリップ機構としても応用可能であることも、実験により確認している。

### 5. まとめと今後の予定

本研究においては、IB マグネットの原理を拡張させた IBM 車輪という車輪式移動体に関して提案した。また、提案の構造の有効性を、実機を具体的に設計・試作することで確認した。今後は実際のインフラ点検現場に投入する機体の構築に取り組んでいく予定である。

### 文 献

- [1] Shigeo Hirose, Minehisa Imazato, Yoshiaki Kudo, Yoji Umetani : Internally-Balanced Magnetic Unit, Advanced Robotics, 1, 3, 225-242(1986)
- [2] S. Kim, M. Spenko, S. Trujillo, B. Heyneman, D. Santos, M.R. Cutkosky. Smooth Vertical Surface Climbing with Directional Adhesion. IEEE a special issue of transactions on Bio-Robotics, 24(1):65-74, Feb 2008.