

リニアモーターによるねじ式宇宙エレベーターの提案

第18回 君が作る宇宙ミッション ALTAIR班：

岡田 周大（高2）【灘高等学校】、足立 愛恵（高2）【杉並学院高等学校】、
遠藤 才織（高2）【北海道札幌南高等学校】、丸山 多聞（高1）【渋谷教育学園渋谷高等学校】、
馬場 悠人（高1）【東京都立戸山高等学校】、長瀬 明日香（高1）【神奈川県立柏陽高等学校】

要 旨

特別な訓練を受けていない一般人が安全に宇宙に行ける新たな輸送手段を確立し、人々にとって宇宙を身近なものにするため、リニアモーターによるねじ式宇宙エレベーターを提案する。

1. はじめに

宇宙に行くことが可能な人間は極少数であるのに対し、それを望む人間は数多くいる。宇宙飛行士として宇宙に行くにもロケットやスペースシャトルに搭乗するには多くの制限や訓練が必要である。そこで一般人に向けた宇宙への輸送手段としてカーボンナノチューブを用いたケーブル式宇宙エレベーターの開発が検討されている。しかし、数100kmのケーブルを繋げるための技術的課題は多く、現状実用化の目処は立っていない。

そこで我々は、特別な訓練を受けていない一般人が安全に宇宙に行ける輸送手段を確立することで、人々にとって宇宙をより身近なものにするをミッションの目的とした。そして新たな宇宙エレベーターの様式として「リニアモーターを用いたねじ式宇宙エレベーター」を提案する。

2. 構造

ねじ式宇宙エレベーターとは、溝の切られた塔内を自身が回転することによって昇降するエレベーターである。我々が提案するリニアモーターを用いたねじ式宇宙エレベーターの構造のイメージを図1に示す。以下、全体の特徴、図1上部の客室、図1下部の動力部について説明する。

【全体の特徴】常温常圧である塔内に超電導磁石が配された溝が存在する構造となっている。ケーブル式は干渉する構造に局所的な力が掛かるケーブル式に対し、ねじ式は塔内にねじ部分が全体的に干渉するので力が分散し、安全性が高い。さらに干渉部分は超伝導磁石を用いるため、ケーブル式における技術的課題であった摩耗の心配がない。

【客室】上部の外径10m高さ6.0mの円筒形の構造物が客室である。客室は2階層構造であり、内部に30名の旅客と2名の添乗員を10時間程度搭乗可能な設備を有する。

【動力部】図1下部のねじ山を備えた部分が動力部である。ねじ部1回転につき鉛直方向におよそ14.7m上昇または下降する。動力としてはリニアモーターを使用する。そして、推進コイルが動力部のねじの山部分に埋め込まれている。これが塔の溝側に埋め込まれている超電導磁石と反発することで動力部自身が浮遊し回転する。この回転により、溝の切られた円筒内を上下に移動することができる。このとき、客室と動力部の接続にベアリングを用いることで動力部の回転が客室に影響を与えない構造となっている。

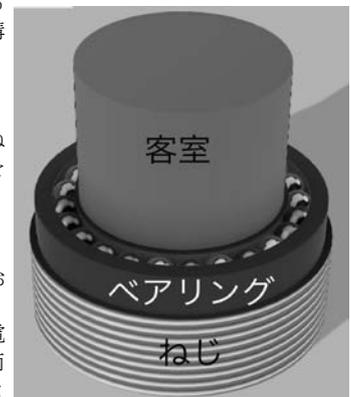


図1. リニアモーターを用いたねじ式宇宙エレベーターの構造のイメージ

3. 材料

【ねじ】快削アルミニウムであるA2011、熱処理合金の16条ねじを選定した。アルミニウム合金は2027年開通予定のリニアモーターカーの材料として用いられる予定であり、近年注目を浴びている材料の1つである[1]。選定理由は強度が高く高速域の切削加工性に優れているためである[2]。また、2011系のアルミニウム合金の比重は20度の水に対して2.82と小さく非常に軽い[3]。製作には旋盤またはマシニングセンターを用い、ねじを切削する[4]。

【ベアリング】窒化ケイ素セラミックスを選定した。選定理由は温度耐性が高いためである。これにより高温環境下でも使用できる。また、非磁性体かつ絶縁体であるためリニアモーター付近での利用における安全性も高い[5]。

4. まとめ

新たな宇宙への輸送手段としてリニアモーターによるねじ式宇宙エレベーターを提案した。課題として高度100kmの宇宙空間まで届くねじ穴構造状の塔の建設可否、塔自体の安定性、そして環境への影響が挙げられる。このねじ式宇宙エレベーターを建設することで、宇宙をより身近なものとするに繋がるだろう。

5. 参考文献

- [1]リニア中央新幹線 <https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp>
- [2]アルミの特性https://tokusyuko-kakou.com/pdf/tkc_lib_003.pdf
- [3]アルミ合金の物理的性質http://www.alumi-world.jp/files/pdf/chishiki_03seishitsu.pdf
- [4]株式会社寺内製作所 <https://www.terauchi-mfg.co.jp/>
- [5]武藤睦治, 田中紘一, 秋山智彦, 軸受け用セラミックスの高温転がり疲労特性(高温転がり疲労試験機の試作と一, 二の試験結果, 日本機械学会論文集(C編), Vol. 54, No. 499 (1988), pp.667-672