

## リニア新幹線のアキレス腱

2022-08-12

Q: 2020年7月14日にも同様の表題で安全情報が配信されましたが、今回はどのような情報ですか？

A: 本年、リニア新幹線プロジェクトを積極的に推進してきた JR 東海経営者と政権与党政治家が相次いで鬼籍に入りました。これを期に、プロジェクトの推進に何らかの変化が生じるかも知れません。弊社は先の安全情報でリニア新幹線の危険性を示唆しましたが、説明が具体的でないために説得力に欠けていた感も否めません。リニア新幹線には、一般には理解されにくい致命的な欠陥 (Critical Defect) が潜在しています。リニア鉄道を発明したドイツは、その欠陥に気づいていたのか、早くからリニア鉄道の実用化を断念しました。すでにリニア鉄道を実用化している中国は、その欠陥に気づいているとも思われません。時速 500 km で高速走行する JR 東海のリニア新幹線で欠陥が顕在化すれば、とてつもない大事故が起きます。今回は、読者の方々にリニア新幹線の安全性を冷静に考えていただくために、航空工学の話も交えてわかりやすく解説してみたいと思います。



図.1 JR 東海のリニア新幹線

Q: リニア新幹線の致命的な欠陥とはどういうことですか？

A: リニア新幹線は、図.2のように電磁石の吸引力と反発力のバランスで宙に浮きながら走行します。物理的な抵抗がないために、航空機と同じように高速で走行することができます。電磁石は通常のものではなく、コイルを絶対温度ゼロ (-273°C) 近くまで冷却して電気抵抗をゼロにすることで実現した超電導磁石 (Superconducting Magnet) です。超電導磁石には、よく知られている欠陥があります。クエンチ (Quench) という物理現象で、超電導磁石の磁力が突発的に失われる現象です。原因はまだ定かではなく、防止策も確立されていません。

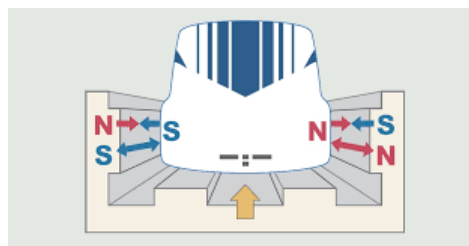


図.2 リニア新幹線の走行原理

**HuFac Solutions, Inc.**

Q: クエンチという現象は頻繁に起きるのですか？

A: 超電導磁石は病院などのMRI (Magnetic Resonance Imaging、磁気共鳴映像法) でも使われていますが、クエンチが原因と思われる事故が何件も起きています。クエンチが起きる確率は決して稀とはいえません。



図.3 病院のMRI の爆発事故

Q: リニア新幹線でもクエンチが起きているのですか？

A: リニア新幹線の運行実績は山梨の実験線でしかありません。JR 東海は公式には起きていないとされていますが、実際にはクエンチを経験しているとの内部情報もあるようです。

Q: JR 東海や鉄道総研の技術者は、時速 500 km の高速走行でクエンチが起きることも想定して対策をとっているのではないですか？

A: その疑問に的確に応えるには、弊社代表の若い頃の体験をお話する必要があります。弊社代表がまだ 30 歳台半ばで JAL の技術部に在籍していた頃、鉄道総研でリニア新幹線のプロジェクトを担当している大学の航空学科の後輩が職場を訪れたことがあります。鉄道総研の上層部が JAL に正式に協力要請したことによるものでした。協力要請の内容は、航空機の降着装置 (Landing Gear) について詳しく聴きたいというものでした。当時、弊社代表は航空機の操縦系統 (Flight Control) を担当していて、降着装置は担当外でした。その弊社代表が協力要請に応じることになったのは、JAL 技術陣の上層部の判断によるものでした。

Q: 鉄道総研はなぜ航空機の降着装置について詳しく聴きたかったのでしょうか？

A: まさに、リニア新幹線でクエンチが起きた際の対策を検討するためでした。500 km の高速走行でクエンチが起きれば、超電導磁石が磁力を失って車体が浮上できなくなります。そのままでは車体が軌道に接

**HuFac Solutions, Inc.**

触して大事故が起きます。そこで鉄道総研が考案したのが、航空機のような降着装置を車体に装備することでした。航空機の降着装置にはさまざまな高度技術が盛り込まれています。弊社代表はその長所と短所について詳しく解説しました。

Q: 航空機のような降着装置はリニア新幹線に採用されたのですか？

A: 不本意にも、採用されてしまいました。それが図.4の「リニア新幹線の降着装置」です。ケチが起きて超電導磁石の磁力が失われれば、降着装置が自動的に降りて車体が車輪で軌道上を走行できるように設計されています。

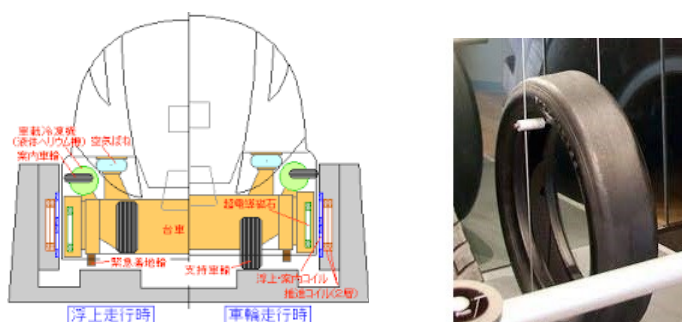


図.4 リニア新幹線の降着装置

Q: 「不本意にも」とはどういうことですか？

A: 航空機のような降着装置はリニア新幹線には採用できないと説明したつもりですが、鉄道総研にはそれが伝わらなかったようです。後輩は理解できたようですが、鉄道総研の上層部が理解できなかったのかも知れません。

Q: 航空機のような降着装置は、なぜリニア新幹線に採用できないのですか？

A: 航空機の降着装置は、ボーイング 747 のように 4 本以上の主脚 (Body Gear 2 本と Wing Gear 2 本) で接地する機体では問題が起きます。4 箇所以上の支点をもつ構造は「不静定構造 (Statically Indeterminate Structure)」といって、支点のバネ定数を均等にしなければ不安定になるからです。リニア新幹線では、車両当たり 4 本以上の降着装置が必要です。降着装置のバネ定数を均等に調整しなければ、不安定になって接地時に振動や発散現象が起きることになります。

Q: リニア新幹線の車体も、台車の空気バネで振動や発散を防いでいるのではないですか？

A: 確かに、図.4 の リニア新幹線の台車には空気バネが取り付けられています。ですが、空気バネの調整に関する鉄道総研や JR の考え方は根本的に間違っています。鉄道総研や JR は、新幹線をはじめ他の鉄道車両でも空気バネの内圧を均等にするようにしています。この考え方では、不静定構造の不安定を防ぐことはできません。

Q: これは重大な指摘ですが、明確な根拠を聞かなければ鉄道総研や JR の技術者は納得しないのではないですか？

A: そう思います。そこで示す根拠が、747の降着装置の空気バネの調整におけるボーイングの失敗談で

HuFac Solutions, Inc.

す。ボーイングは当初、不静定構造であるボーイング747の降着装置を安定化するために、鉄道総研やJRと同じように空気バネの内圧を均等にすることを考えました。そのために導入したのが図.5に示す荷重均等化装置 (Load Evener) です。Body GearとWing Gearのレオの間をパイプでつないで内圧を均等にしています。

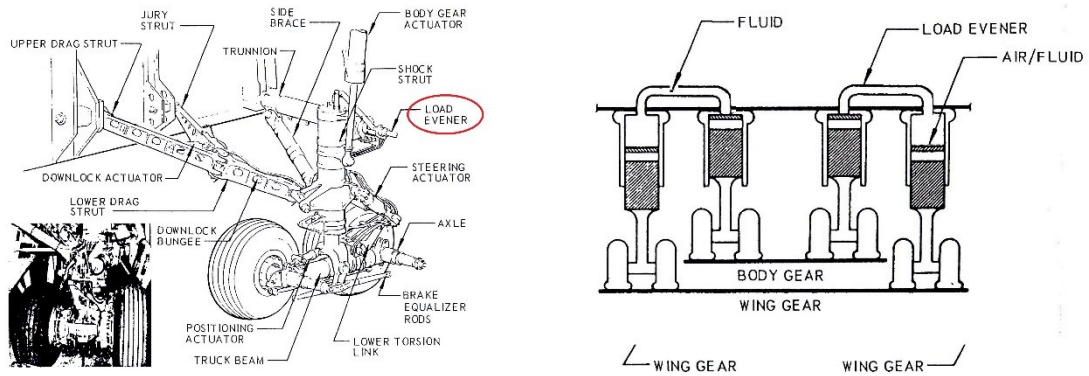


図.5 ボーイング747のLoad Evener

Q: Load Evener で問題は解決したのですか？

A: いいえ、事態はかえって悪化しました。Load Evenerを装備したボーイング747の降着装置で原因不明の振動が相次いだのです。原因を精査したボーイングは、直ちにLoad Evenerを撤廃しました。空気バネの内圧を均等にするのが間違っていることに気づいたからです。この失敗談は、JALが1970年にボーイング747を導入する以前の事です。現在では、ボーイングは747の空気バネの内圧ではなくバネ定数を均等にする調整方法を整備マニュアルに規定しています。つまり、レオの内圧と伸縮の関係が図.6の曲線になるように窒素ガスを充填するよう規定しています。

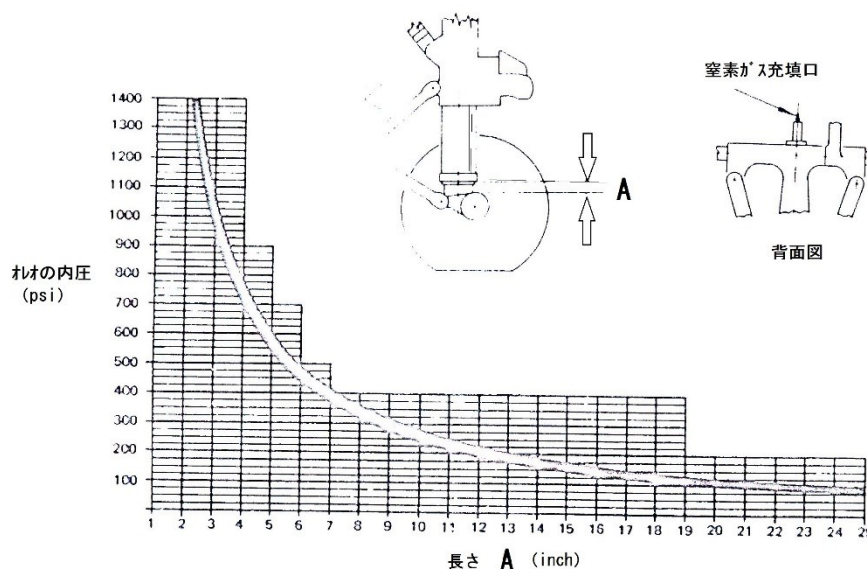


図.6 747の空気バネの調整方法



**HuFac Solutions, Inc.**

Q: 図. 6 の方法で空気バネを調整することで問題は解決したのですか？

A: いいえ、問題はまだ解決していません。図. 6 の方法で空気バネを調整することは、航空会社にとっては現実的に不可能だからです。多くの航空会社は、整備マニュアル通りの調整をせずに独自の簡便法を用いているようです。

Q: 独自の簡便法で問題は起きていないのですか？

A: 正規ではない調整方法で問題が起きないはずはありません。わが国のマスコミはあまり報じていませんが、ボーイング 747 が接地時に不安定となって起きる事故は過去に数多く起きています。図. 7 は事故の原因となるポッピングが撮影されたものです。機体はこの後で再び浮上して機体が飛び跳ねるような動きをします。



図. 7 747 の接地時のポッピング

Q: 747 の接地時の事故がそれほど多いとは知りませんでした。世界で最も多く 747 を運航していた JAL では経験していないのですか？

A: 御巣鷹山事故の切っ掛けとなった 1978 年の伊丹空港における尻餅事故があります。原因は、接地時に起きたポッピング（機体が飛び跳ねるような動き）に航空機関士が慌てて、地上用スプイアーを引いてしまったためと考えられました。当時は、降着装置の空気バネの調整方法に問題があることは担当者以外には知られていませんでした。そのため、JAL の技術陣はポッピングの原因が降着装置の空気バネの調整不良にあるかも知れないとは考えませんでした。尻餅事故がなければ御巣鷹山事故も起きなかったと思うと、大いに悔やまれます。

Q: 747 の降着装置の空気バネの調整方法に問題があることは、航空会社が 747 を使わなくなった要因にもなっているのですか？

A: 最大の要因は、747 の燃料消費効率が中型の航空機に比べて劣ることとされています。ですが、降着装置の空気バネの調整が難しいことを理由に 747 を敬遠した航空会社も一部にはあるのではないかと思います。

Q: エアバス A380 の降着装置も不静定構造ですが、空気バネの調整方法に問題があるのですか？

A: 状況は 747 とまったく同じだと思います。現在のところ A380 では目立った接地時の事故がないようですが、いずれ 747 と同じような問題に遭遇すると思います。弊社代表が JAL を退職する頃に

**HuFac Solutions, Inc.**

JAL も A380 の導入を検討していました。弊社代表は退職時に「A380 の導入には慎重になっていたきたい」と当時の経営トップに個人的に進言しました。なぜか、その後に JAL は A380 を導入せず、エアバスは A380 の製造を終了しました。

Q: 新幹線や最近の鉄道車両では速度やカーブにおける車体傾斜に応じて空気バネの内圧を自動調整するシステムがありますが、これはどうなのですか？

A: 空気バネのバネ定数ではなく内圧を調整しているという点では、このシステムも 747 の Load Evener と同じです。厳密な意味で正しい調整ではありませんので、新幹線などでは時速 350km 以上で振動が始まるようです。鉄道総研や JR が考えている空気バネの内圧を均等にするという方法では、時速 350km が振動を防げる限界速度といえそうです。

Q: これまでの話をまとめると、空気バネの内圧を均等にするという方法では時速 500km で走るリア新幹線のケンチ現象に対応できないといえますか？

A: そういうことになります。そのことがまさに「リア新幹線のアキレス腱」ということです。747 のケースでもわかるように、空気バネのバネ定数を均等にするという方法でリア新幹線の大事故を防ぐのは現実的に不可能といえます。

Q: JR 東海はすでにリア新幹線のためのトンネルの掘削に着手しているようですが、ケンチ現象の問題に気づいているのでしょうか？

A: 一説には、すでに気づいているともいわれています。JR 東海は、リア新幹線を実現できない場合には長いトンネルに在来型新幹線を走らせることを考えているようです。その場合、長時間にわたってトンネル内を走る新幹線に乗りたいと思う乗客がいるのか、掘削したトンネルが国土の環境破壊につながるのかなど、国民が関心をもって議論すべき事項が数多くありそうです。

本情報に関する連絡先：

(株)ヒューファクソリューションズ

URL: <http://www.hufac.co.jp>

E-mail: [info@hufac.co.jp](mailto:info@hufac.co.jp)