

読者からのコメント

2022-09-04

Q: どのようなコメントですか？

A: 「リニア新幹線のアクセス鍵」に関して、読者から下記のようなコメントが寄せられました。この方は大学の工学部の先輩で、わが国の原子力発電業界で要職に就いておられました。それだけに、コメントには重みがあります。この場をお借りして、コメントに答えさせていただきます。この方には、忌憚のない意見を述べさせていただき旨をあらかじめお断りしています。

記

いつもヒューファク安全情報を送信していただき、ありがとうございます。毎回、興味を持って読んでいます。私の専門は原子力工学です。最近のヒューファク安全情報に書かれている「リニア新幹線は航空機的一种と考えるべし」という基本理念に目が覚める思いがしました。そして、リニア新幹線の技術の問題とともに、もう一つ、「リニア新幹線の設計基準・安全基準・安全性評価基準の策定」が課題であると痛感しました。航空機は、米国で設計審査を経て製造・検査された機体を購入しています。原子力発電については、設計・製造技術だけでなく、安全設計と安全性評価の方法論・手法を体系的に導入しました。リニア新幹線については、日本で安全設計基準、安全性評価基準、安全性試験基準を策定しなければなりません。基準策定は機器・設備の術開発と並行して進めなければなりません。開発と並行して基準の策定が進められ、基準案が公開されて、広く一般からのコメントを求め、そして基準が開発に反映されなければなりません。リニア新幹線についても、JR 東海、研究機関、メーカーが開発を進めるのと並行して、開発の初期段階から設計基準・製造基準・安全設計基準・安全性評価基準（試験基準も含む）の策定を進めて、基準が設計に反映されるようにする必要があります。基準策定は誰が行うことになっているのか、作業は進行しているのか。日本では、この種の仕事は、大学、研究所などの専門家がパートタイムで参加して行われるのが通例です。しかし、専任のスタッフがフルタイムで従事する体制が必要だと思います。原子力発電分野では、米国にはそのような体制がありました。航空機では、FAA が多数の専門家を要する大組織で、これを行っているのではないのでしょうか。日本では官庁は設計基準を策定しません。官庁の仕事は審査と監督であり、基準を策定する体制がありません。専門家もいません。どの分野でも、企画・設計・製造にかかわる部門のほかに、第三者の目で安全性・経済性・将来性を評価する部門が開発の初期段階からかかわる体制が望ましいと思います。日本のだいたいの組織では開発・設計が終わった段階で、その成果を評価しているようです。したがって、基準があらかじめ策定されていません。

## HuFac Solutions, Inc.

Q: 冒頭、「リニア新幹線は航空機的一种と考えるべしという基本理念に目が覚める思いがしました」というコメントがありますが、どのような感想ですか？

A: 突飛とも思える弊社の考えを理解していただけたのは、身に余る光栄です。失礼な言い方かも知れませんが、この方は流石に原子力の分野で要職に就いておられた技術者です。「リニア新幹線は航空機的一种」という考えは、鉄道技術者はおろか、航空技術者にも理解できる人が少ないといえます。その理由は、耐空性 (Airworthiness) という概念を理解できないからです。わが国の航空界では耐空性という言葉が軽々しく使われていますが、本当の意味について真剣に議論されることはほとんどありません。

Q: 「耐空性の本当の意味」とはどういうものですか？

A: 耐空性とは、「エネルギーを供給し続けることにより、移動体を重力に抗してバランスよく空間に浮上させる能力」を指します。エネルギーを供給できなくなるかバランスを保てなくなれば、移動体は空間に浮上できなくなります。そうすると、移動体の搭乗者や周囲の人間に危害を及ぼすことがあります。これが事故です。航空機では、空間に浮上させるエネルギーはエンジンの推力を生み出す化石燃料の燃焼エネルギーです。リニア鉄道では、超伝導磁石の磁力を生み出す電気エネルギーです。電気エネルギーを供給できなくなるか、供給できても磁力を生み出せなくなれば事故が起きます。このように考えれば、リニア鉄道も航空機と同類であることが理解できるはずです。

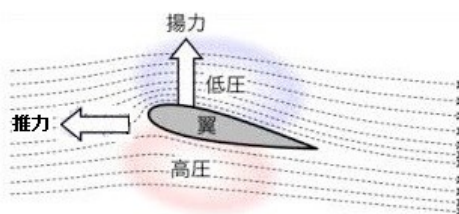


図 1. 航空機の浮上原理

Q: リニア新幹線が米国に輸出されれば連邦鉄道局 (FRA) に代わって連邦航空局 (FAA) がリニア新幹線の耐空性を審査することになるというのは、そういう理由なのですね？

A: その通りです。ボトムアップ思考のわが国の鉄道技術者は気づきませんが、トップダウン思考ができる米国の国家運輸安全委員会 (NTSB) は必ずそのことに気づくはずですよ。

Q: FAA がリニア新幹線の耐空性を審査すれば、合格する可能性はあるのですか？

A: 合格する可能性はほとんどありません。これまではケンチ (Quench) の存在を強調しましたが、もっと決定的な理由があります。

Q: 「決定的な理由」とは、何ですか？

**HuFac Solutions, Inc.**

A: 航空機の耐空性は、乗客を有償搭乗させることを前提に認められます。パイロットがいない航空機での有償搭乗はあり得ません。同じように、運転士がいないリモート制御のリア新幹線では、耐空性は認められません。リア新幹線では、磁場が強すぎるために健康上の理由から運転士を乗務させることができません。結局のところ、安全基準が厳しい米国ではリア新幹線の運行は実現できないと思われま

Q: コメントには「航空機は、米国で設計審査を経て製造・検査された機体を購入しています」と書かれていますが、どういうことですか？

A: この方は、航空機の事情もよくご存知のようです。航空機の設計や製造、運航、整備、訓練の方式は、故障樹分析 (FTA: Fault Tree Analysis) と故障モードと影響分析 (FMEA: Failure Mode & Effect Analysis) というリスク分析を経て決定されます。詳細は、米国の連邦航空規則 (FAR) や欧州連合航空規則 (JAR) に記述されています。わが国と米国の間では耐空性の相互承認協定が締結されています。わが国の航空局 (JCAB) は独自に FTA や FMEA を行なうことなく、米国製の航空機の耐空性を自動承認しています。

Q: FTA とはどのような分析ですか？

A: わがりやすく言えば、対象となる型式の航空機でどのような重大な故障や事故が起きるかを予測するための分析です。

Q: FMEA とはどのような分析ですか？

A: わがりやすく言えば、対象となる型式の航空機で予測される重大な故障や事故をどのような設計や製造、運航、整備、訓練の方式で対処すべきかを定めるための分析です。FMEA の結果は、航空機的设计や製造、運航、整備、訓練のマニュアル類に反映されます。

Q: わが国の航空会社は FTA や FMEA の結果を知ることができるのですか？

A: まったく知ることができません。FTA や FMEA の結果をまとめた書類は、航空機を航空機メーカーから受領する際に立ち会った JCAB の担当者に手渡されます。JCAB がその書類を航空会社に開示することはありません。JCAB には開示しない方針があるようです。弊社代表は JAL に在籍時から疑問に思っていたのですが、理由を聞いたことはありません。わが国の航空会社の技術者の多くは疑問をもたないだけでなく、FTA や FMEA の存在すら知らないようです。航空会社にとっては、FTA や FMEA の結果は「猫に小判」なのかも知れません。

Q: FTA や FMEA は、わが国の国産民間航空機 (MRJ) が FAA の型式証明 (TC: Type Certificate) を取得する際にも必要なのですか？

A: もちろん必要です。最近の FTA や FMEA では、ヒューマンファクターの要件を考慮することも要求されています。MRJ の審査の内容は報道でしか知り得ませんが、FAA はわが国の航空機メーカーが MRJ で適切

**HuFac Solutions, Inc.**

な FTA や FMEA を行なっているかどうかを厳しく審査しているようです。FTA や FMEA は、設計や製造だけでなく航空会社の運航や整備、訓練方式などに幅広く反映されていなければなりません。厳しい言い方をすれば、わが国の航空機メーカーにはそこまでの認識はないようです。

Q: コメントには「原子力発電については、設計・製造技術だけでなく、安全設計と安全性評価の方法論・手法を体系的に導入しました」と書かれていますが、どういうことですか？

A: この方は、原発の安全設計と安全性評価の基となる MORT (Management Oversight & Risk Tree) を指しておられるのだと思います。エネルギーを供給し続けなければ空間に浮上してられない航空機と同じように、原発も電気エネルギーを供給し続けなければ炉心のムダダウンを防ぐ冷却機能を維持できません。世界の原子力業界は、原発にも航空機と同じような FTA や FMEA による厳しいリスク分析が必要と考えました。その結果、航空機の FTA や FMEA の派生型として原発に特化して開発されたのが MORT です。原発は航空機と違って一基ごとに設計が微妙に異なりますので、国連の国際原子力機関 (IAEA) はヒューマンファクターも考慮した MORT を原発ごとに行なうよう勧告しています。

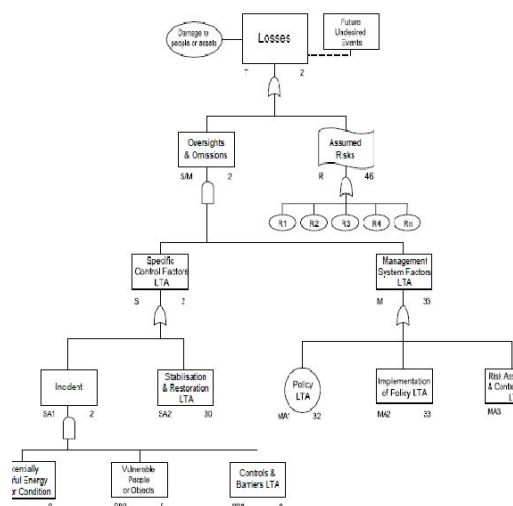


図.2 MORT の一例

Q: わが国の原発業界は MORT の結果を実践できているのですか？

A: ここでは、忌憚のない意見を述べさせていただくこととなります。東京電力などわが国の電力会社は MORT の結果を実践できていません。東京電力ができていれば、福島第一原発の事故は起きませんでした。

Q: 聞き捨てなりません、どういうことですか？

A: 福島第一原発の事故は、全電源が喪失して冷却機能が失われたことによる炉心のムダダウンです。このような事故の態様は、当然 MORT でも想定されて分析されています。とるべき対策は、①主電源喪失を防ぐ対策を講じる、②主電源喪失後のバックアップ電源（非常用直流電源）を準備する、③バックアップ電源が使えない場合の最後の手段として、緊急炉心冷却装置 (ECCS、当該原発では

**HuFac Solutions, Inc.**

「非常用復水器」) を稼働させる、です。全電源喪失の後でも、非常用復水器の注水をうまく繰り返していれば炉心のムルダウンは防げていたはずです。

Q: ①の主電源喪失はなぜ起きたのですか？

A: 事故直後の東京電力の報告書には、原発敷地内の主電源送電線の鉄塔が地震で倒壊したと書かれていました。送電線の鉄塔は盛土の上に建てられていて、盛土が地震で崩れて鉄塔が倒壊したようです。東京電力の報告が事実であれば、主電源喪失を防ぐには膨大な数の送電線鉄塔の地盤を点検しなければなりません。なぜか、その後の事故調査や原子力規制委員会の議論では鉄塔倒壊の事実は無視されてしまいました。原発を再起動するうえでは都合が悪いようです。

Q: ②のバックアップ電源は機能しなかったのですか？

A: 直流の発電機とバッテリーが配備されていました。発電機とバッテリーがハリケンや竜巻に備える米国方式で地下に配備されていたために、津波による浸水で使えなかったとされています。他説では、発電機とバッテリーが米国式の 400V 直流方式であったために使えなかったとも言われています。

Q: ③の非常用復水器は使えなかったのですか？

A: そのことが最も重要なことです。東京電力は「全電源が喪失して非常用復水器も使えなかった」と HP で述べています。ですが、これは明らかに事実ではありません。非常用復水器は電力がなくとも蒸気圧だけで稼働するように設計されています。どうやら、東京電力は非常用復水器を使えなかった事実を隠したいようです。まったく同型の原発を使用している台湾の電力会社では、非常用復水器の活用を訓練していました。韓国の原発でも全電源喪失を何回か経験していますが、何とかムルダウンを回避できています。おそらく、ECCS をうまく活用できたものと思われる。米国のスリーマイル島 (TMI) 原発の事故でも、運転員は ECCS をうまく活用してムルダウンを寸前で回避しました。IAEA は福島第一原発事故の前に ECCS の有効活用を勧告していました。

Q: わが国はこのままで原発を再稼働できるのでしょうか？

A: 原子力規制委員会は「安全が確認できた原発から順次再稼働できる」と見解を表明しています。ですが、安全の確認で MORT の結果を確認したという声は聞こえていません。しかも、ヒューマンファクターについてはまったく考慮していないようです。率直に言って、わが国は原発のムルダウ事故に対して万全の備えをしているとは言えません。

Q: コメントには「開発と並行して基準の策定が進められ、基準案が公開されて、広く一般からのコメントを求め、そして基準が開発に反映されなければなりません。」と書かれていますが、どうですか？

A: これも重要なコメントです。米国の航空界には、FAA が連邦航空規則 (FAR) の重要な改定や緊急耐空性改善命令 (AD) の発効に関する一般社会の意見を聴くための NPRM (Notice of Proposed Rule Making) という制度があります。これは、規則の改定や命令の発効が経済活動などの社会生活に

**HuFac Solutions, Inc.**

影響を及ぼす可能性があるからです。それに、多数の意見を参考にすれば間違いを防ぐこともできます。NPRM に対しては、誰もが意見を述べることができます。因みに、弊社代表も NPRM に意見を提出して採用されたことがあります。わが国もこのような制度をもたなければ真の民主主義国家にはなれませんが、道のりは遠いようです。

Q: この方は、リニア新幹線についても安全設計基準や安全性評価基準が確立されているのか心配されていますが、どうなのですか？

A: この方は、コメントの最後でわが国の安全管理体制の甘さを大所高所から指摘されています。わが国の安全管理体制の甘さは、この方がおっしゃる通りだと思います。リニア新幹線の安全管理体制も然りです。弊社代表はこれまで、2002 年に東京で開催された国際鉄道安全会議で基調講演をさせていただくなど、鉄道安全に深く関わってきました。鉄道安全では、耐空性など考えなくともよいせいか、FTA や FMEA などのリスク分析は行なわれていません。JR 東海はそのままリニア新幹線という新しい技術分野に挑戦してしまったといえます。リニア新幹線が航空機的一种であり、耐空性の要件を満たさねばならないことに気づいていれば、もっと早くリニア新幹線を断念できたと思われる。そうすれば、長いトンネルを掘ることによる経費の無駄や環境の破壊に対する懸念も払拭できていたはずで

Q: わが国が航空安全や原発の安全、リニア新幹線の安全を実現できないと言い続けていけば、一部の人が自虐思想などと批判されませんか？

A: そのように思う人がいることも事実です。ですが、現在のわが国ではさまざまな社会的不条理や矛盾が噴出しています。それを正面から直視することは決して自虐思想ではありません。弊社は、日本人は優秀な民族であると信じています。ただ、いつの間にかボトムアップ思考でしか考えられなくなっています。いわゆる先進国病の 1 つの症状といえるかも知れません。先進国病の治療は簡単です。ボトムアップ思考からトップダウン思考に考えを変えれば、すべてを克服できます。トップダウン思考というのはそれほど難しい発想法ではありません。人間にとって、ごく自然な発想法といえます。ただ、物事に対して健全な疑いと不満 (Healthy Discontent) をもつことから始めればよいのです。弊社は、トップダウン思考の重要性をわが国だけでなく世界に発信し続けています。この読者の方のコメントに対する応えからも、トップダウン思考の片鱗を感じ取っていただければ幸いです。

本情報に関する連絡先：

(株)ヒューファクリューションズ

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

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