



今・遊園地が危ない ～被害を防ぐためにはどうあるべきか～

大阪府吹田市の万博記念公園内にある遊園地で、ジェットコースターの2両目の車軸が折れ脱線し、乗客の1名が死亡、1名が重傷、18名が軽傷を負う大事故が発生した。事故原因等については現在調査中である。

遊園地での事故については、過去同種の事故が繰り返され、その都度その防止が叫ばれているが、いっこうに被害はなくなる。

本稿は、「機械は必ず故障する・人間は必ず何らかのミスを犯す」ことを前提とした安全に対する考え方を紹介し、繰り返される遊園地事故を防ぐためには、それらの考え方をどう適用するべきかについて所見を述べる。

1. 今回の事故の概要

2007年5月5日午後0時48分ごろ、大阪府吹田市の万博記念公園内にある遊園地で、ジェットコースター(6両編成、最高時速75キロ)の2両目が脱線し、同車両の前列左側に乗っていた乗客が鉄製の手すりと衝突し死亡、後列左側に乗っていた乗客も、手すり等に前頭部をぶつけて重傷を負った。またこの2名以外の11～45歳の乗客計18名が軽傷を負った。このジェットコースターは、車両を車底部の左右それぞれ5つの車輪でレールをはさみ込んで固定する構造であり、脱輪した2両目は、進行方向左側の車軸が折れたことで車輪が脱落し、レールと車体が離れ左側に傾き、手すりにコースターが時速30キロ程度で衝突したとみられる。

コースターは毎朝点検し、空の状態でも3回運行させている。この日の点検では、異常は発見されなかった。午後1時半から30分の間点検が予定されていたが、その直前に事故が発生した。

運営会社によると、年1回は分解して超音波や磁石を使った解体点検も行っていた。直近は昨年1月に実施したが、「(今年は)3か月半遅らせても大丈夫」と判断し、今月15日に実施する予定だったという。法的には問題ないが、遅らせた理由について同社は「新アトラクションを建設する影響で、車体を解体するスペースが確保できなかった」と説明した。折れた車軸については、92年の製造以来、交換したことがなかったとされている。

2. 繰り返される事故の実態

今回の事故の約2時間後の午後2時45分ごろ、福井県の遊園地で、2名乗りの遊具の1台が突然停車し、後続のコースターが時速15キロ程度で追突した。前方のコースターに乗っていた乗客2名と、後続に乗っていた乗客1名が首などに重軽傷を負った。

この他にも、最近の主要な遊園地事故は、2005年4月に東京都港区の遊園地で、上下動する遊具から、男性が約7メートル落下し死亡した。また、2003年8月には、三重県の遊園地で、ジェットコースターの車輪のボルトが折れ車輪が脱落し、乗客10名が重軽傷を負った等、1990年から2005年までの間に、10件以上が報告されており、多くの人々が怪我をし、また亡くなっている。

これらの事故原因は、乗客にシートベルトを装着させるよう、マニュアルで指示されていたにもかかわらず、それをさせなかった等の従業員のマニュアル遵守違反、遊具の車軸が折れたりロープが切れたりする機材保守（点検・修理等）や製造（設計）ミス、施設責任者等の監督・審査ミス等に分類できる。

3. 被害を防ぐための考え方

我々は、「機械は誤りなく設計され、通常であれば故障はしない。人間は、教育や訓練によりミスを犯さなくなる」と考えがちである。しかし、事例が示すとおり、機械はしばしば何らかの理由で故障するし、人間はいくら教育訓練してもいつかはミスを犯す。絶対に故障しない・ミスを犯さないということは、現実には不可能で、「機械は必ず故障する・人間は必ず何らかのミスを犯す」ことを前提とした、安全に対する考え方を持つ必要がある。

この前提に立った安全に対する考え方に、フェールセーフ（Fail safe）とフォルトトレランス（Fault tolerance）がある。その2つを紹介し、繰り返される遊園地事故を防ぐためには、どのように考えればよいのかについて所見を述べる。

まず、「フェールセーフ」とは、機械は故障する、人はミスを犯すことを前提として、故障が発生しても、常に安全を確保する方向にその機能が作用するよう機械を設計する考え方である。具体的な事例としては、①鉄道車両がなんらかの衝撃で車両の連結が外れても自動的に非常ブレーキがかかり、車両を停止する。②電気機械のヒューズは、ショートなどによる過電流が機材に流れると切断され通電を停止させることにより、機器や他の部品の損傷、使用者への危険を回避する。③無人ロケットでは、発射後、何らかの理由で制御不能となった場合、飛翔の継続を断念し地上に被害が及ぶ前に、空中で爆破させる。等が挙げられる。

ここで重要なことは、安全を確保する方向である。その方向は、機材が本来遂行しなければならない目的と安全確保という価値を比較し、安全が全てに優先すると判断した場合、本来の目的を停止させることにより安全を確保することである。

一方、「フォルトトレランス」とは、欠陥を許容することを意味し、システムの一部に問題が生じても、全体が機能停止することなく動作し続けるようなシステムを設計する考え方で、航空業界では常識となっている考え方である。

1903年、ライト兄弟による初飛行以来、航空機は100年余りで長足の進歩を遂げた。しかし、その進歩は航空機事故との戦いの歴史でもあった。地上から飛び上がった航空機は、エンジンが停止すれば墜落する。航空機の墜落は多くの人命を失う大事故となる。航空業界にとって安全の確

保は、過去も現在もまた将来も至上命題である。

航空機が墜落しないようにするためには、まず、各機材の信頼性を高めエンジンや飛行制御装置が故障しないようにすることが必要である。その為には、信頼性の高い部品を使って、はじめから不具合が生じないようにすることである。しかし、高信頼な部品であっても故障を皆無にはできない。そのため、部品の信頼性をより増すため、定期点検をマニュアルに従って厳格に実施し、重要な部品については、たとえそれが使用に耐えるものであっても時間交換する等のメンテナンスを実施することが必要である。

更に、それだけでは、100%の信頼性は確保できないことから、機材（部品）が故障した場合でも、他の代替手段でそれを補うサブシステムを持たせる。たとえば、複数のエンジンを搭載し、たとえ1つのエンジンが故障しても、他のエンジンで飛行が可能にする。1つのオイル系統が故障しても他のオイル系統を働かせて最低限の機能は維持できるようにする等、多重系によって信頼度を上げ故障しても最終的な安全は確保するものである。これが、フォルトトレランスの考え方である。

フェールセーフが直接、安全性を目標にしているのに対して、フォルトトレランスは、どのような状況になっても、出来るだけ機械の機能を維持し、安全を確保しようとする信頼性の向上を目標にしている。一般に、信頼性が上がれば安全性も上がると考えられるが、そうではない。ある目的地に行くため、航空機や車に乗るが、安全が100%確保されないからといって航空機の運航をとめてしまえば安全性は確保されるが、人を運ぶという本来の機能は失われて信頼性は下がることから考えると、安全性と信頼性は相互に密接な関係はあるが、実は異なった概念である。

故障が発生した場合でも、常に安全を確保する方向にその機能が作用するフェールセーフの場合と、機能を出来る限り維持することで安全を確保しようとする、フォルトトレランスの場合とでは、前者のほうが格段に安全性は高い。後者の場合には、多重性という機構を導入しているので、各サブシステムの独立性が保障されていれば、高い信頼度を得ることが出来るが、1985年8月に発生した日本航空123便墜落事故では、圧力隔壁の破壊がオイル系統と垂直尾翼を吹き飛ばし、サブシステムの独立性は確保できなかった。

4. 今回の事故についていかに考えるべきか

今回の事故の原因についてはいまだ調査中であるが、決められた点検を決められた時期に実施していなかったと言われている。また、この機材は設置以来一度も車軸を交換していない。これらのことから、金属疲労による切断が原因と現時点では推測される。

定期点検に関して、航空業界では、定期点検を定められた方法で、定められた期間内に実施することが厳しく求められている。機材の信頼性を確保するための定期点検は、飛行前点検、飛行後点検、日々点検、毎週点検、3か月点検、半年点検、1年点検等があり、それぞれの点検において点検の部位や点検の精度が細かく規程され、その厳守が要求される。また、エンジン等については、定められた時間以内に製造工場等に搬入し定期整備を受け、定められた部品については、使用の可否に関わらず、新しいものと交換する等の処置がなされている。

しかし、危険が売り物の遊園地の遊具については、定期点検の延期や車軸の不交換は、現状では法的には何も抵触しないと伝えられている。また、点検の方法に対する規制は緩やかだと報じられており、たとえ点検されていたとしても、欠陥が確実に発見されたかどうか不明である。本事故に関するその後の報道で、政府は、コースターの金属部分の定期点検に、金属疲労による亀裂の検査を法的に実施させるようにすべきとしており、今までその様なことすら決まっていなかったのかの疑問はあるが、早期に実現すべきだと考える。

ただ、定期点検等を確実に実施させることには効果はある。しかし、「フェールセーフ」の考え方で紹介したが、「機械はしばしば何らかの理由で故障するし、人間はいくら教育訓練をしてもいつかはミスを犯す」もので、安全が 100%確保されるという保証はなく、根本的な解決ではない。それでは、遊具の運営に当たっては、いかなる考え方をとるべきだろうか。

遊園地の乗り物は、それを何が何でも継続して運行する必要があるというものではない。遊具は、スリルを楽しむことに意味があり、それが目的である。遊園地の乗り物の運営は、遊具が本来遂行しなければならない目的と、安全確保という価値を比較し、安全が全てに優先すると判断した場合、本来の目的を停止させることにより安全を確保するフェールセーフの考え方に基づき行動する典型的な事例である。

今回の事故では不幸にも車軸が折れてしまったけれども、フェールセーフ機能を働かせ、常に安全を確保する方向にその機能が作用するよう機械が設計されていれば、死亡事故は防げたかもしれない。フェールセーフの考え方を、今回の状況に具体的にどの様に適用させるかについては、実際の状況を見なければ分からないが、一般的に車軸が折れても即座に緊急停止できるようにしておく。構造的に車体が側面に倒れないようにする。側面に倒れても体が障害物に当たらないようエアバッグ等を装着する。車体が傾いても、車体が手すり等の障害物に衝突しないよう障害物とレールの間隔を考えて設計する。障害物を弱い構造にし、ダメージが少ないようにする等、いろいろ策はあったと思われる。「機材は故障する・人はミスをする」ことを前提に、安全管理を実施し、事故が発生しても人命に関わる大事故にまで発展させないよう諸施策を講じることが必要である。

遊園地の遊具のようにより高度の安全性が要求されるような分野での安全に関する考え方は、フォルトトレランスにより、機材の信頼性を確保するだけでなく、フェールセーフの考え方により、事故が発生しても常に安全を確保する方向にフェールセーフの機能が作用するよう機械を設計し、運営することが大切ではないだろうか。

また、行政として点検のあり方だけではなく、「遊具についてのフェールセーフの基準」について、どうあるべきかについて示すべきだろう。

5. 最後に

今回、フェールセーフという考え方は、故障が発生した場合、常に安全を確保する方向にその機能を働かせる考え方であることを中心に紹介した。しかし、この考え方は、それだけでなく、事故が発生する前でも、安全が確認されない限り、危険が発生する可能性がある機材は運行させないとする考え方にも、発展的に適用できるとされていることを補足したい。

また、フェールセーフやフォルトトレランスの考えは、全てのリスク評価と安全確保の考え方に有用なものであり、今後ともリスクマネジメントをする際、大いに取り入れるべきものだと考える。

最後に今回の事故について適切な対処がなされ、今後二度とこの様な被害が発生しないことを祈るものである。

以上

(第 126 号 2007 年 5 月発行)