111 最近の大型集客施設にみる遊戯施設機械の技術動向

Technical Trends of Amusement Rides and Devices in the Recent Large Scale Leisure Facilities

正 松尾 諭 (神戸大)

石田 憲治 (神戸大)

Satoshi Matsuo, Kobe University, Fukaeminami-machi5-1-1Higashinada-ku Kobe

Kenji Ishida Kobe University, Fukaeminami-machi5-1-1Higashinada-ku Kobe

In recent years, facilities that attract a large group of people (leisure facilities), typified as amusement facilities became diversified as leisure industry diversified in various fields. In Japan, since the opening of Tokyo Disney Land in 1983, main players of amusement facilities have shifted from traditional simple "amusement parks" to "theme parks" that have been built around various different themes. The term "theme park" refers to facilities that collect entertainment attractions that built around specific themes, and usually have adjacent museums, hotels, and commercial facilities in the same area to attract more people.

Similarly, "rides" in amusement parks have evolved to "attractions" that provide more thrills with entertaining presentations. This report states study results about safety of these ride systems and related codes to evaluate technical trends of amusement rides and devices.

Key words: Amusement Ride and Device, Leisure Facility, Safety

1. はじめに

近年、レジャー産業の多様化に伴い遊園施設に代表される集客施設(レジャー施設)においても多様化が進んでいる。1983年の東京ディズニーランドの開業以来、遊園施設の中心は、演出要素を高めたテーマパークへと発展した。テーマパークの呼称の明確な定義はないが、既設の遊園施設との差別化を図ったビジネスモデルとして定着している。日本では、特定のテーマをベースに全体が演出された施設を指し、遊戯施設に代表される娯楽施設を中心とし、博物館、ホテルおよび商業施設などを併設し集客効果を高めている。

同様に、遊戯施設機械も、従来の「(遊園地の)乗物」は「アトラクション」として、演出効果の向上によるスリル感の高いものに発展した。遊戯施設機械の演出効果は主に以下に挙げる要素の向上によって進められている。

- (1) 大型化 : 高さ、面積、直径の拡大
- (2) 高機能化 : 高速、加速度の増加
- (3) 複合化 : 可動機構の組み合わせ
- (4) 特殊効果 : 霧、噴水、火炎などの演出
- (5) テーマ化 : 特定のテーマに特化した意匠

ここでは、遊戯施設機械の技術動向として、設備安全性および関連法規についての検討を報告する。

2. 遊戯施設機械の位置付け

遊戯施設機械と位置付けられる機械設備は、子供用の小規模コースターから、火炎効果、噴水、霧などの特殊効果や3D映像を併用した大型アトラクション設備まで多岐に渡る。また、アトラクションとは、乗物以外にも劇場型設備、ライブショー、ストリートショーを指す場合もあり、その定義は明確ではない。Fig.1に施設の呼称による一般的な分類を挙げる。遊戯施設機械は、建築基準法に定める工作物の一部として位置付けられ、構造など設計、安全性に関する条件が定められている。しかしながら、同法に定められる遊戯施設とは、Table-1のように定義されており、厳密にはこれらに該当しない設備も増えている。

Fig.1 Group of Amusement Rides and Devices

Table.1 Definitions in the Building Standard Law

建築基準法施行令(抜粋)⁽¹⁾

(工作物の指定)

第百三十八条 煙突、広告塔、高架水槽、擁壁その他これらに類する工作物で法第八十八条第一項の規定により政令で指定するものは、次に掲げるもの(鉄道及び軌道の線路敷地内の運転保安に関するものを除く。)とする。

2 昇降機、ウオーターシュート、飛行塔その他これらに類する工作物で法第八十八条第一項の規定により政令で指定するものは、次の各号に掲げるものとする。

二 ウオーターシュート、コースターその他これらに類する高架の遊戯施設

三 メリーゴーラウンド、観覧車、オクトパス、飛行塔その他これらに類する回転運動をする遊戯施設で原動機を使用するもの

2. 遊戯施設機械の現状

遊戯施設機械の最近の技術動向に、演出要素の向上が挙げられる。特にコースターにおいては、高速化、大型化が進み、良好な集客効果を得ている。演出効果としてのスリルを高めることで実際の利用客の幅を狭めてしまうデメリットもあるものの、話題性による集客効果は依然として高い。

2.1 事例

Table.2 に走行速度に着目したコースター設備の設置事例を挙げる。いずれも、最高走行速度が毎時 100km を超えるものであり、外界に露出した乗客が利用する設備としては、他に類をみない。比較的低速であっても、低重力状態(0G)による浮遊感を提供する設備も設置されている。(Photo-1 参照) また、回転軸や可動軸の増加、かつ映像など特殊効果演出との組み合わせによる体感効果の向上を図った設備が増加している。

2.2 安全性

遊戯施設機械における体感スリルをはじめとする演出効果は安全に裏付けされたものでなければならない。しかしながら、コースター設備に限らず、パレードフロート設備やウォーターライダー設備の事故などにおいては機械的損傷に起因する事故は少なくない。複雑化する設備では、わずかな機械的損傷が重大事故につながる。遊戯施設機械の安全性に関する行政動向および事故事例について以下に報告する。

2.2.1 行政の動向

2007 年に起きた大阪府吹田市エキスポランドのコースター設備における乗客の死亡事故以後、社会的にも遊戯施設機械の安全性への関心が強まる傾向にある。国土交通省においても、遊戯施設機械の安全管理に関する制度的な検討および特定行政庁への技術指導などの支援を推進するための

Table.2 Examples of Existing Coasters

No.	Coaster Name	Velocity [km/h]	G Force [G]
1	Dodonpa	172	4.25
2	Steel Dragon	153	
3	Fujiyama	132	3.5
4	Thunder Dolphin	130	-
5	Zaturn	130	-
6	Eejanaika	126	-
7	Titan V	115	3.7
8	Vandit	110	4.8
9	White Cyclone	102	-
10	Pyrenees	100	4.3

Photo.1 An Example of 0G Coaster

体制が整備されている。この表れとして、2007 年には国土交通省において遊戯施設安全管理室が設置され、国土技術政策総合研究所においても、関連部門の専門家からなる遊戯施設安全技術委員会が設置されている。⁽²⁾

また、従来法的強制力のなかった JIS 規格も建築基準法において定める定期検査項目としてその位置付けが明確化された。この中で、車軸など重要保安部品に対する定期的な探傷試験が要求されている。しかしながら、多様化する遊戯施設機械において、その定期検査の運用は課題が多く、要求内容、検査事項の解釈に関し、点検・検査の現場において協議を要する段階にある。

2.2.2 事故事例

このような法的監視の強化に関わらず、遊戯施設機械の事故は発生している。エキスポランドのコースター事故以降のみでも、国内外において遊戯施設機械の事故は 41 件発表されており、このうち 21 件が国内施設のものである。また、国内での事故報告のうちコースター関連の事故は 11 件あり、国内事故の 52.4% を占める。また、このコースター関連事故のうち、54.5% が機械設備の損傷、不具合に起因することが報じられている。(Fig.2、3、4 参照) また、コースター設備の乗客の受傷事例は設備の運転状態に問題がない場合にも発生している。これは、走行によって生じる向心力や加重力により乗客に過負荷が生じることや、乗客の既往症、スリルに対する心理的要因が原因と推定される。このような事例の場

Fig.2 Reported Amusement Ride & Devices Related Accidents (May 2007~July 2008)

Fig.3 Ratio of Accidents Involved Amusement Ride and Devices in Japan

Fig.4 Classification of Roller Coaster System Related Accidents

合、乗車直後に症状が発生しないこともあり、直接的な原因の特定が困難な場合がある。このため事故発生数は報道または特定行政庁への報告数以上存在にすると考えられる。

2.3 関連法規・規格

遊戯施設機械そのものに関する法規は限られている。法律上は、建築基準法に基づく「工作物」として位置付けられている。以下国内外における関連法規および規格基準の現状について述べる。

2.3.1 国内規格

遊戯施設機械は法的には建築基準法に定められる遊戯施設に区分される。設計・製作段階における遊戯施設機械の構造強度に対する基準を定めており、これに基づく設計を行うことが、同法による建築確認申請において求められる。また、同法に定める遊戯施設機械の仕様を超える設備機械については財団法人日本建築設備・昇降機センターによる性能評価を受けることが求められているが、エキスポランドのコースター事故以後、実施された性能評価報告⁽⁶⁾は公表されていない。(2008年1月31日現在)

近年の建築基準法の見直しにより、遊戯施設機械に対しても同法令の見直しが行われてはいるものの、複雑化、高度化する遊戯施設機械を網羅するには至っていない。加えて、動作を制御するプログラムについては、何らの制約や評価もなされていない。また、運営方法についても具体的な規定はなく、工作物確認申請時に運営体制について提出することとなる。

一方、関連規格・基準として、直接的には定期検査にかかわる JIS A1701「遊戯施設の検査標準」があるにとどまり、間接的にも、設備のリスクアセスメントの実施を目的とした JIS B9700、JIS B9702 が、財団法人日本建築設備・昇降機センターの「遊戯施設 性能評価業務方法書」⁽⁴⁾に挙げられているにすぎない。

しかしながら、テーマパークをはじめとする大型集客施設においては、ライブショーや映像シアターなどが、遊戯施設機械とならびアトラクションとして、来場者に提供される。また、来場者を搬送する設備であっても、ボートを使用する設備の一部、勾配のない床面を走行する設備は、遊戯施設機械に該当しない。また、アトラクション設備においては特殊効果設備を併設するケースが多い。3D 映像をはじめ可燃性ガスを使用した爆発・炎上の特殊効果 (Flame Effect) や、液化窒素ガスを使用した特殊効果 (Fog Effect) があるが、これらの設備は建築基準法における遊戯施設機械設備⁽⁶⁾には含まれない。これらは設備安全の要求から個別に消防法や船舶法など関連法令および規格の適用を必要とする。

2.3.2 海外規格

遊戯施設機械の複雑化、大型化に伴い、遊戯施設産業界においては、企画・設計・製作の国際化が進んでいる。このような市場の変化の一因として、国内需要の長期低迷による国内専業メーカーの規模縮小と、海外メーカーの進出が挙げられる。このためメーカーが準拠する設計規格・基準も海外基準のものが多い。コースター設備をはじめとする、遊戯機械設備に関する国際的な規格・基準として ASTM (アメリカ) および DIN (ドイツ) が挙げられる。Table.2 に示したコースター設備においても、その 80% は海外メーカーの設計によるものである。この結果として、設計・製作においてメーカーが準拠する規格・基準は国際的に通用するものが主流となり、ASTM や DIN に基づく設計・製作が一般化している。

このうち ASTM においては、遊戯施設機械について ASTM International Committee F24 on Amusement Rides and Devices を形成し、30 年以上にわたり遊戯施設機械に関する設計基準・安全管理基準を管理している。⁽⁶⁾ また、ASTM では、設計・製作・試験など、企画から設置までの各フェーズに区分した専門部会を設け、頻度の高い規格・基準の改訂を進めている。これらの規格はメーカ標準として採用されるケースも多く、オーストラリア、ドバイ、アジア圏での大型プロジェクトにおいても受け入れられている。

2.4 演出効果

遊戯施設機械における演出効果の一つに、利用者が体感するスリルが挙げられる。

コースター設備におけるスリルは、乗客が体感する速度・加速度の与える影響が大きい。速度・加速度が与える安全性への影響は国内外でも十分に認識され、設計強度、特に座席形状や座席安全装置に対して加速度を厳密に定め、加速度レベルに対し、異なる座席安全装置の要求を行っている。特に、ASTM では一定加速度の持続時間についても分析を要求し、同規格において規定している。

一方、国内外の事故事例において、乗客のスリルに対する心理的要因や身体的過負荷における受傷、死亡事故も報道されている。コースター設備におけるスリルとの直接的な因果関係は明らかではないが、今後の研究および対策が必要な事象である。

3. メンテナンス

遊戯施設機械・アトラクションは機械設備であり、その保全については、一般の産業設備機械と大きく異なる点は少ない。しかしながら、同一、類似設備の設置台数が少なく保守要領や故障事例の情報共有化が十分行われていない分野でもある。

一方、建築基準法改正に伴い定期検査報告の強化が進み、特に車軸については探傷試験の実施が明確に要求されることとなった。これら定期検査の要求は遊戯施設機械一般に要求されているため、検査の実施や設備の維持管理が経営負担を増加させ、運転休止、施設閉園を迫られるケースも発生している。

最近の遊戯施設機械のメンテナンスに関わる特徴を以下のように整理した。

3.1 遊戯施設機械を専門とする技術者の減少

設計・製作を通じた遊戯施設機械を専門とする技術者が減少し、遊戯施設機械の特徴でもある乗客安全性の確保は運営施設における運転者教育や運行管理者教育に依存している。また、社会的傾向としてメンテナンスを外部に業務委託するケースが多く、突発的な異変への対応が疎かになる恐れがある。

Table.3 ASTM F24 Sub-Committee

F24.10	Test Method
F24.20	Specification and Technology
F24.24	Design and Manufacture
F24.30	Maintenance and Inspection
F24.40	Operation
F24.60	Special Ride and Attraction
F24.70	Water Related Amusement Ride and Devices
F24.80	Harmonization

また、設備の運転においても自動化が進み、かつ技術的背景を持たない係員による運転が行われている。この点により設備不具合に対する初期情報の収集や機器損傷の発見の遅れなどが発生する可能性も否めない。

3.2 事例情報の不足

遊戯施設機械の区分上の分類は同じであっても、同一仕様あるいは、同一運転条件の設備は極めて少ない。特に、高速コースターや、特殊効果設備を多用したアトラクションにおいては、その施設独自の経験に依存せざるを得ない。また、メリーゴーラウンドや小型コースターなどの比較的同レベルの仕様の設備であっても、運転時間や設備稼働頻度は、施設によって差異がある。

このため、類似設備の経験に基づく予防保全のための点検周期や交換周期などメンテナンスに関わるノウハウの蓄積・共有が少ないことが特徴として挙げられる。

3.3 運転条件の多様性

遊戯施設機械、アトラクションにおいて、独自の機械装置を開発し、採用することは比較的少ない。多くは、既存要素技術分野で開発された技術の集積であり、個々の機械装置の信頼性は低いものではない。しかしながら、新奇性の高い設備では、特殊効果設備との併設や、複雑な運動条件を満たすため、モータ、アクチュエータなど構成要素部品メーカの想定しない設置条件、運転条件で使用されることが少なくない。このため、部品に想定以上の負荷が生じる結果となる。

また、類似設備においても、稼働率など運転条件には設備毎に条件差が多いのも特徴的である。Fig.5 に2006年度のテーマパークおよび遊園地における年間入場者数ランキングの上位10位までのデータを示す。上位施設に入場者が集中していることは明らかであり、この傾向は近年定常化しつつある。入場者数と施設稼働率の相関は明らかではないが、上位施設ほど施設稼働率が高くなる傾向にあり、稼働率は90%を超える。この傾向は、機械部品の摩耗、劣化傾向にも一致するため、点検頻度、合否判定基準などにおいても、施設全般に対し一般化することは問題がある。このため、施設あるいは設備毎の独自の傾向を把握する必要がある。

4. まとめ

2007年にエキスポランドで発生したコースター設備の事故以降、遊戯施設機械の安全性に関する社会的関心は高まりつつある。従来、「遊園地の乗り物」として、大きな関心を得にくい産業であったが、ビジネスモデルとしての「テーマパーク」が一般化し、その設備規模は急速に拡大している。

アトラクション設備の多様化は、取り入れられる要素技術の多様化を意味するものでもある。可燃性ガスや窒息性ガスを使用する演出効果を恒常的に運転する場合、利用者の目に触れる華やかな外観とは異なり、バックヤード設備はプラント設備と同様のシステムを有するものが少なくない。2007年6月には東京都温泉施設の爆発事故が発生している。これはアトラクション設備ではないが、多様化する娯楽施設の事故事例として無視することはできない。

大型集客施設でのレジャーは来場者にとって、非日常であり、予期せぬ不安全行動をとるケースも少なくない。安全性の確保の観点から、設計におけるフェールセーフの考え方の徹底、あるいは故障解析手法の利用による設備損傷時の被害の抑制は、今後のレジャー産業において、より一層の浸透が必要である。また、安全性確保のための技術的対策に法的拘束力を与える法的環境の整備も望まれる。

一方で、設備需要の低迷は長期にわたり、新規設備の設置数も限られていること、新奇性の高い設備ほど同型、類似設備の事例が少なく、設計・保全に対する既存設備からのフィードバックが少ないことも、大きな特徴として挙げられる。

これに加え、かつ熟練技術者の減少といった産業社会一般の問題点も、保守・保全の現場には大きく影響している。

遊戯施設機械、アトラクション設備の発展は、レジャー産業界にとって不可欠である。このため、来場者が求めるスリルも既存設備で得られるもの以上にエスカレートすることは否定できない。

今後、高度な安全システムに裏打ちされたスリルの提供と快適な運転環境の確保が望まれる。

文献

- (1) 国土交通省 建築基準法
- (2) 国土交通省 「遊戯施設の安全管理推進体制について」
- (3) ASTM Standardization News 2008 May/June
- (4) 財)日本建築設備・昇降機センター「構造方法等の性能評価業務(平成20年1月31日現在)」
- (5) 財)日本建築設備・昇降機センター「遊戯施設 性能評価表仕方法書」
- (6) 総合ユニコム「レジャーランド&レクパーク総覧2008」

Fig.5 Annual Attendance Ranking for 2006⁽⁶⁾