

遊戯施設の客席の安全性に 関する調査

学校法人 日本大学

• 調査の目的

現在、遊戯施設の安全装置の設置については、その特殊性に応じた詳細な基準がない。

また、装着を確実に担保させる観点からの技術的蓄積も乏しく、他の構造物への接触については具体的基準がない状況にある。



乗客の客席からの落下、客席内でのけが、他の構造物への接触によるけが等の事故が生じているところである。

・調査の目的

最近の内外の事故事例、海外の技術的な標準の動向等を踏まえ、

- ① 遊戯施設における客席の拘束装置に関する検討
- ② 遊戯施設における他の構造物との離隔距離に関する検討

を行い、遊戯施設の安全性向上に資することを目的とする。

調査の方法

- ① 遊戯施設における客席の拘束装置に関する検討
 - ・海外の技術的な標準の状況及び国内の遊戯施設における拘束装置の現状の調査、分析を行う。
 - ・拘束装置を無理のない運行管理において確実に装着するために必要となる工夫、留意点について国内外の事例等を調査・分析することで整理を行う。

- ② 遊戯施設における他の構造物との離隔距離に関する検討
 - ・海外の技術的な標準の状況及び国内の遊戯施設における離隔距離の考え方の調査、分析を行い、客席の構造の差異を踏まえた標準的な離隔距離の考え方を整理する。

1. 遊戯施設における客席の拘束装置に関する検討

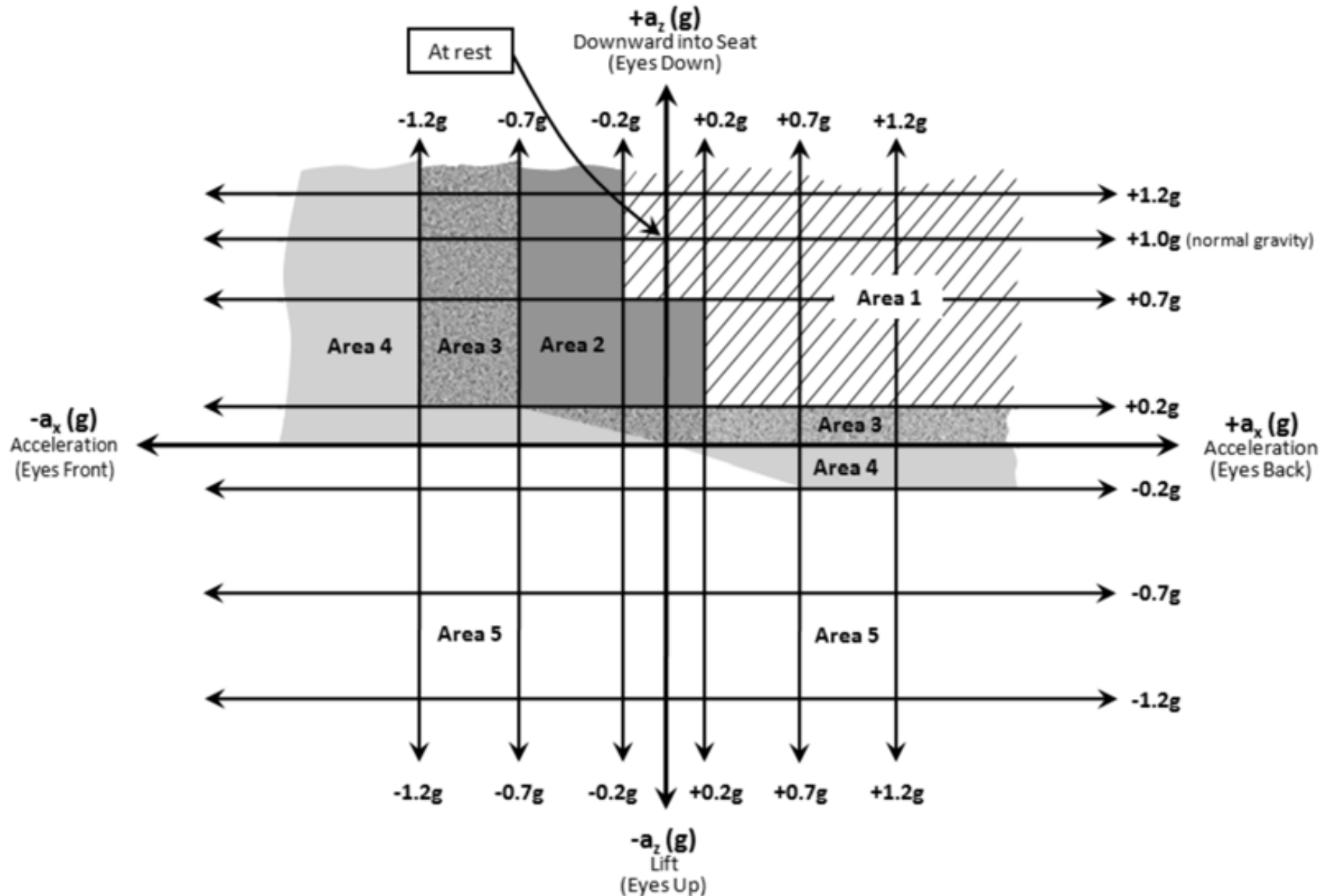
(1) 海外の技術的な標準の状況

ASTMにおける拘束装置の基本的な考え方

ASTMの規格では、乗客に作用する加速度(前後方向,上下方向)に応じ加速度領域(レベル)を1~5までに分け、乗物の稼働時に乗客の受ける加速度に応じた拘束装置の要件の他、次のような点について配慮を要求している。

- ①拘束装置を乗客の身体に合わせて調整できるようにすること
- ②乗物が稼働中に乗客がパニック等により自ら外すことがないよう運行者のみが解除できるものとする
- ③拘束装置の機構部分に対する冗長性
- ④安全確実な身体拘束の確認方法(確実な身体拘束の外部確認表示について規格を設け、また、確実な身体拘束の外部確認表示を求めているものについても、確実な拘束を確認できる設計を求めている。)

ASTM 拘束決定基準図



■領域別の拘束装置の基準1 (ASTM)

別紙	子供用 (各領域とも、下記要件を満たすこと)	領域 1 (拘束不要) 0.2g 以上で座席に保持	領域 2 前方向0.7g以下	領域 3 前方向0.7~1.2g 以下	領域 4 浮き上がりなし 前方向1.2g以上	領域 5 浮き上がり有り	
							二次的な拘束装置
	完全に囲まれた客席を持たない場合拘束設備を設ける		手すり、足置きなど、加力に対抗するに十分な支持と手段を乗客に与えられていない場合は拘束設備を必要	拘束設備必要	拘束設備必要	拘束設備必要	
拘束設備あたりの乗客数			乗客1人が対象でも2人以上の集団式でもよい。	乗客1人が対象でも2人以上の集団式でもよい	乗客各人について備える	乗客各人について備える	乗客1人が対象でも2人以上の集団式でもよい。
乗客のラッチ位置	最終的なラッチ位置やロック位置は調節可能とする。		最終的なラッチ位置は、固定されていても乗客に応じて調整可能であってもよい。	最終的なラッチ位置は、乗客に応じて調節可能でなければならない。たとえば、複数のラッチ位置を有すバーや手すりである。	最終的なラッチ位置は、乗客に応じて調節可能でなければならない。たとえば、複数のラッチ位置を有すバーや手すりである	最終的なラッチ位置は、乗客に応じて調節可能でなければならない。たとえば、複数のラッチ位置を有すバーや手すりである	最終的なラッチ位置は、固定されていても乗客に応じて調整可能であってもよい。
ラッチの種類			乗客がラッチしても運転者がラッチしてもよい。	乗客もしくは運転者が手動でラッチする方式でも、自動式ラッチでもよい。製造者は、運転者が拘束設備のラッチ完了を確認するためのマニュアルを提供する	拘束設備は自動ロック式とする	拘束設備は自動ロック式とする	自動ロック或は手動ロックでも良いが、ロックはオペレーターが行う。

■領域別の拘束装置の基準2(ASTM)

別紙	子供用 (各領域とも、下記要件を満たすこと)	領域1 (拘束不要) 0.2g 以上で座席に保持	領域2 前方向0.7g以下	領域3 前方向0.7~1.2g 以下	領域4 浮き上がりなし 前方向1.2g以上	領域5 浮き上がり有り	
							二次的な拘束装置
ラッチ解除の種類			乗客が解除しても運転者が解除してもよい	乗客が手動で解除する方式でも、運転者が手動または自動で解除する方式でもよい	運転者のみが手動または自動で解除できるものとする。	運転者のみが手動または自動で解除できるものとする。	運転者のみが手動または自動で解除できるものとする
装着良/不良の外部表示			不要	不要。運転者が運転サイクルごとに目視または手動で拘束の確認ができる設計とする	不要。運転者が運転サイクルごとに目視または手動で拘束の確認ができる設計とする。	外部表示が必要。モニターしている拘束設備に不具合があった場合は運転サイクル停止となるか、運転サイクルが起動できないようにする。	拘束自体を目視で確認する以外、外部表示は不要。
作動手段			拘束設備の開閉は手動式でも(モーターなどによる)自動式でもよい	拘束設備の開閉は手動式でも(モーターなどによる)自動式でもよい	拘束設備の開閉は手動式でも(モーターなどによる)自動式でもよい	拘束設備の開閉は手動式でも(モーターなどによる)自動式でもよい。	拘束設備の開閉は手動式でも(モーターなどによる)自動式でもよい。
ラッチ装置の冗長性			不要	不要	ロック機能に冗長性を設ける	ロック機能に冗長性を設ける。	冗長性は不要。二次拘束設備のロックおよび解除は一次拘束設備とは別個とする。
拘束設備の構成						たとえば肩と膝のバーのように拘束設備2つまたはフェイルセーフ式拘束設備1つを必要とする。 (個別の拘束装置2つを使うか、フェイルセーフ式拘束装置1つで実現できる。)	

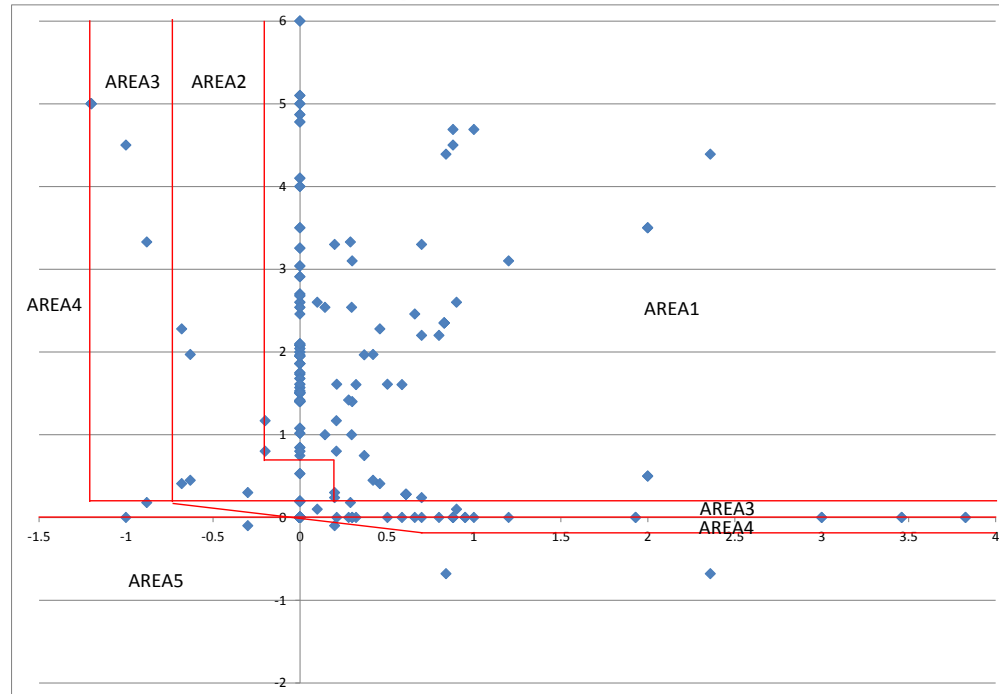
ASTM: 加速度以外での配慮事項

また、ASTMでは、前後方向(X)と上下方向(Z)の加速度による分類に加え、次のような点について考慮しつつ拘束装置を設計することが求められている。

- 加速の持続時間と程度
- 乗客を乗せる装置の地面や他の物体からの高さ
- 突風の影響
- 客席反転時の緊急停止など、乗物の想定外の停止位置
- 左右方向(Y)の加速。たとえば、一定時間持続する左右方向加速度が0.5G以上の場合は、座席、背もたれ、ヘッドレスト、パッド、拘束設備について特別な配慮を要する。
- 当該遊戯施設や設備の意図する性質

(2) 国内の遊戯施設における拘束装置の現状

国内アンケート結果による国内遊戯施設の分布図



ASTM規格をもとに、我が国の遊戯施設についてアンケート結果で得られた範囲内で、不確かな情報については推測も含め比較した。

おおむねASTM規格に適合していると考えられるが、次のような部分については適合していない可能性がある。

- ① 加速度領域5と考えられるもので、二次的な拘束装置が設けられていないもの、インターロックが具備されていないもの
- ② 加速度領域3～5で、乗客によっても外せるもの

(3) 拘束装置の装着確認について

ASTM規格では、拘束装置の確実な装着について、最も危険性の高い領域5のものについて外部確認表示又はインターロックを求めている。

しかし、米国においても外部確認表示に依存し、運行者による確認がおろそかになる等の議論があった。また、この点については、採用していないとする遊園地もあった。

(4) 拘束装置に必要とされる事項1

我が国においては拘束装置の種類について速度を基準に定めているが、

- ① ASTMの基準のうち、加速度の持続時間や衝撃加速度(緊急停止時や急激な運動方向の変化)の影響についてはさらに評価が必要であるが、乗客が受ける加速度に応じた座席拘束装置の考え方の部分は合理性がある。
- ② 拘束装置の種類のみならず、(1) ①～④のような設計時に配慮すべき事項についても乗客の安全確保上重要な点であり、我が国においても遊戯施設の拘束装置の構造の検討にあたっては、十分に考慮することが必要である。



- 我が国の遊戯施設についても、ASTMで規定されている拘束装置の設計要件・安全基準を踏まえ、安全性の向上を図っていく必要がある。

(4) 拘束装置に必要とされる事項2

- 拘束装置の確実な装着について外部確認表示を求めることについては、ASTMにおいても議論があるところであり、さらに検討が必要であるが、外部確認表示等による対応が可能な施設においては採用を検討することが望まれる。また、外部確認表示が必要とされない施設においても、運行者が他の手段で確実な拘束装置の装着が確認できることを担保する必要がある。
- 拘束装置に関しては、単にインターロック等のハードウェア対策のみではなく、確実な装着を運行者によって確認する具体的な方策を講ずる必要がある。

(4) 拘束装置に必要とされる事項3

具体例①:シートベルト

色がついたひも等をベルト部に取りつけ、乗客各自にひもを引き上げさせ、シートベルトバックルが確実にロックされていることを運行係員がすべて確認すること



具体例②: 安全バー、膝押さえ、ハーネス

乗客各自に拘束装置を数度持ち上げさせ、確実にロックされていることを、運行者が確認すること。また、部分的な箇所ではロックがかかる構造の場合、ロックがかかる範囲を明示する等により確認を容易にすること。



具体例③: 鎖等

他の拘束装置(①や②)と同様に、乗客の協力を得るなどし、運行前に鎖フックが取り付け部分に確実に装着されていることを運行者が確認すること。



(5) 拘束装置以外の考慮について

- ASTM規格では客席からの落下防止という観点以外に、人体に与える加速度の影響についても検討を進めており、この点について日本においても検討を行う必要がある。
- 検討にあたっては、加速度の持続時間についての考え方は低い加速でも長時間の場合には、高血圧の方などのリスクが高くなる可能性があり、昇降機や新幹線における乗客の許容加速度なども参照すべきである。
- 衝撃加速度(短時間の大きな加速度変化)に対しては、拘束装置やその一部に体を打撲し、骨折するなどの事故例もあるため、この点についても配慮が必要である。
- その中で日本独自の法令や文化等のバックグラウンドに十分配慮して、規格化していくことが必要と考えられる。

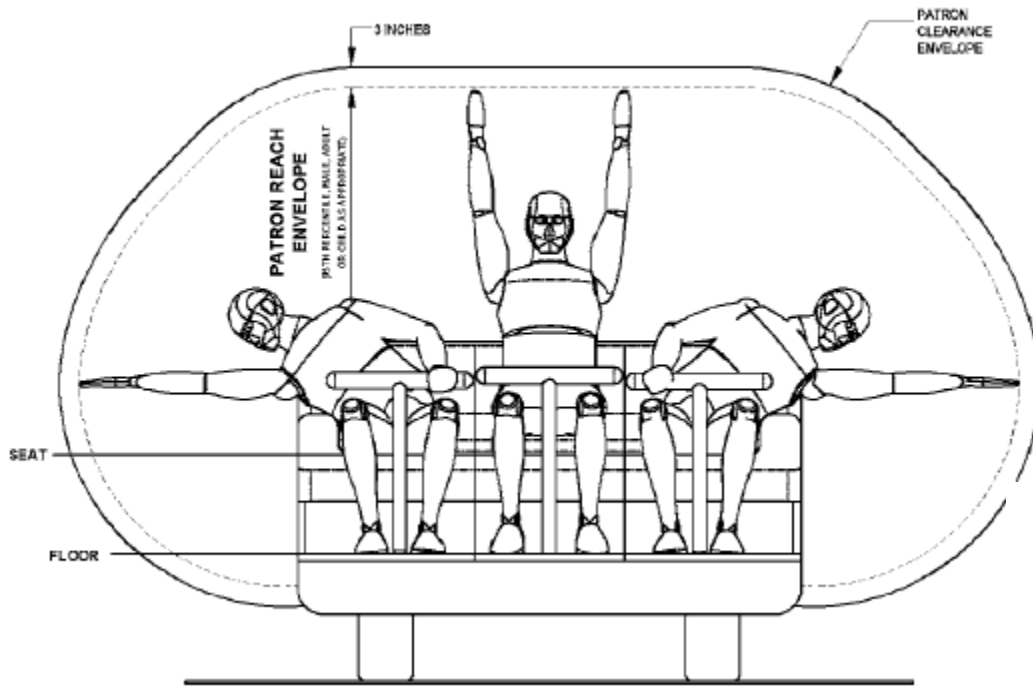
2. 遊戯施設における他の構造物との 離隔距離に関する検討

(1) ASTMとENにおける離隔距離の基本的な考え方

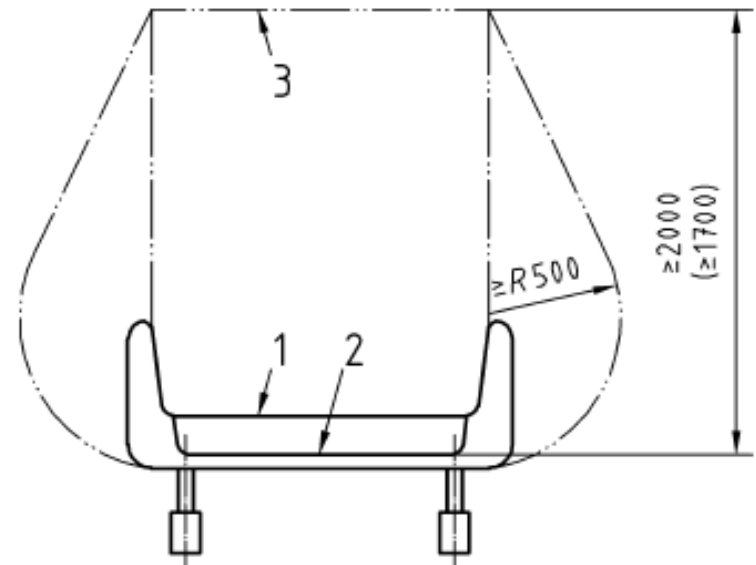
- 離隔距離については、ASTM,ENともに規定が設けられている。ASTMにおいては、米国男性の95%タイル値の者が拘束装置で動作を制限された状態で手先・足先等の到達可能な範囲をクリアランスエンベロープとする考え方が示され、ENにおいては、速度に応じた客席からの安全離隔距離が具体的数値で定められている。
- ASTM,EN双方とも、これらの規定について、クリアランスエンベロープを前後・左右・上下の領域に分け、それぞれの領域ごとに、相対速度に対してその領域に存在を許容するものの具体化を行うことが検討されている。

離隔距離に関する図

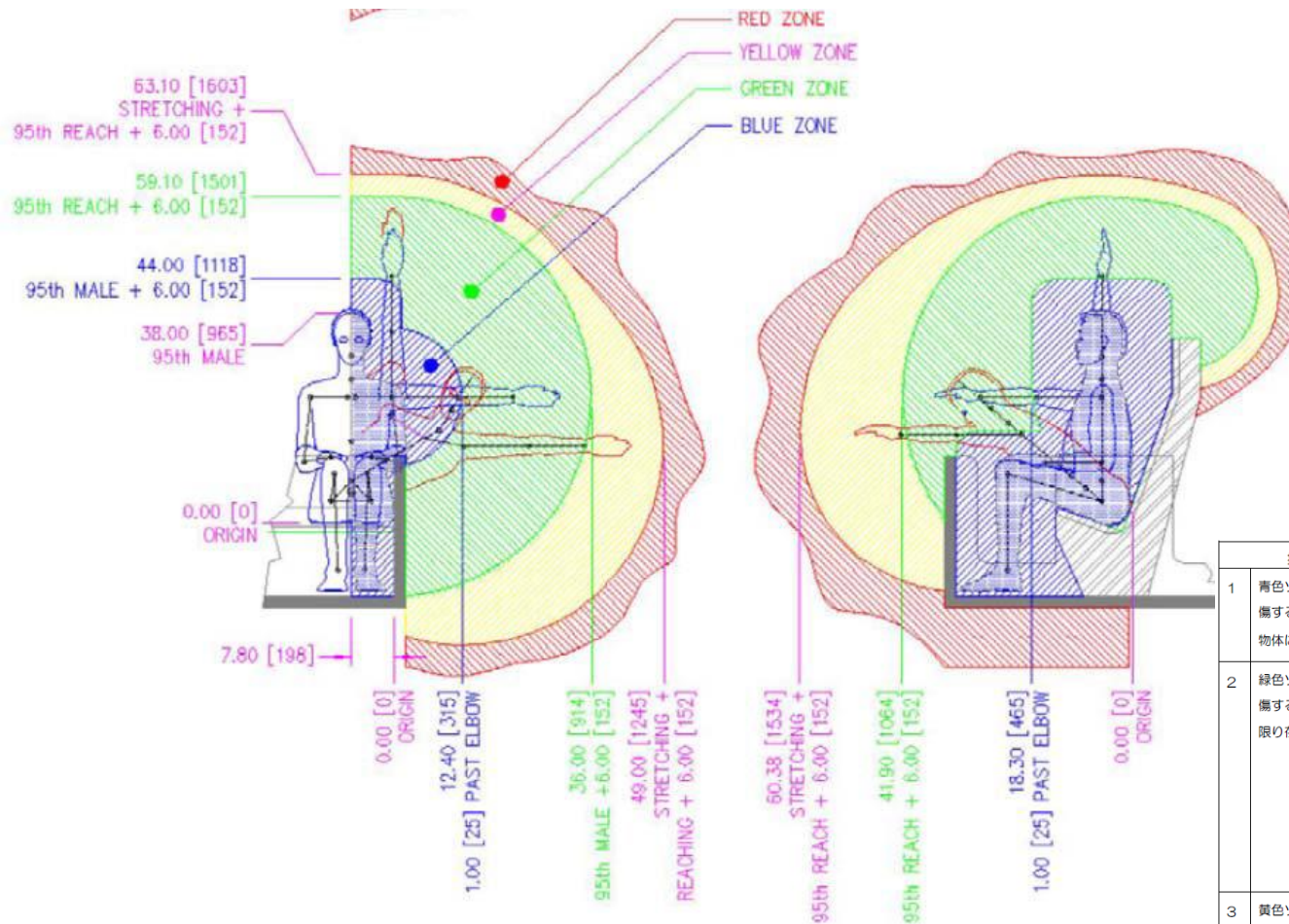
ASTM: 乗客クリアランスエンベロープ図解の例(正立面図)



EN: 床から縦方向のクリアランスと乗客からの横方向のクリアランス

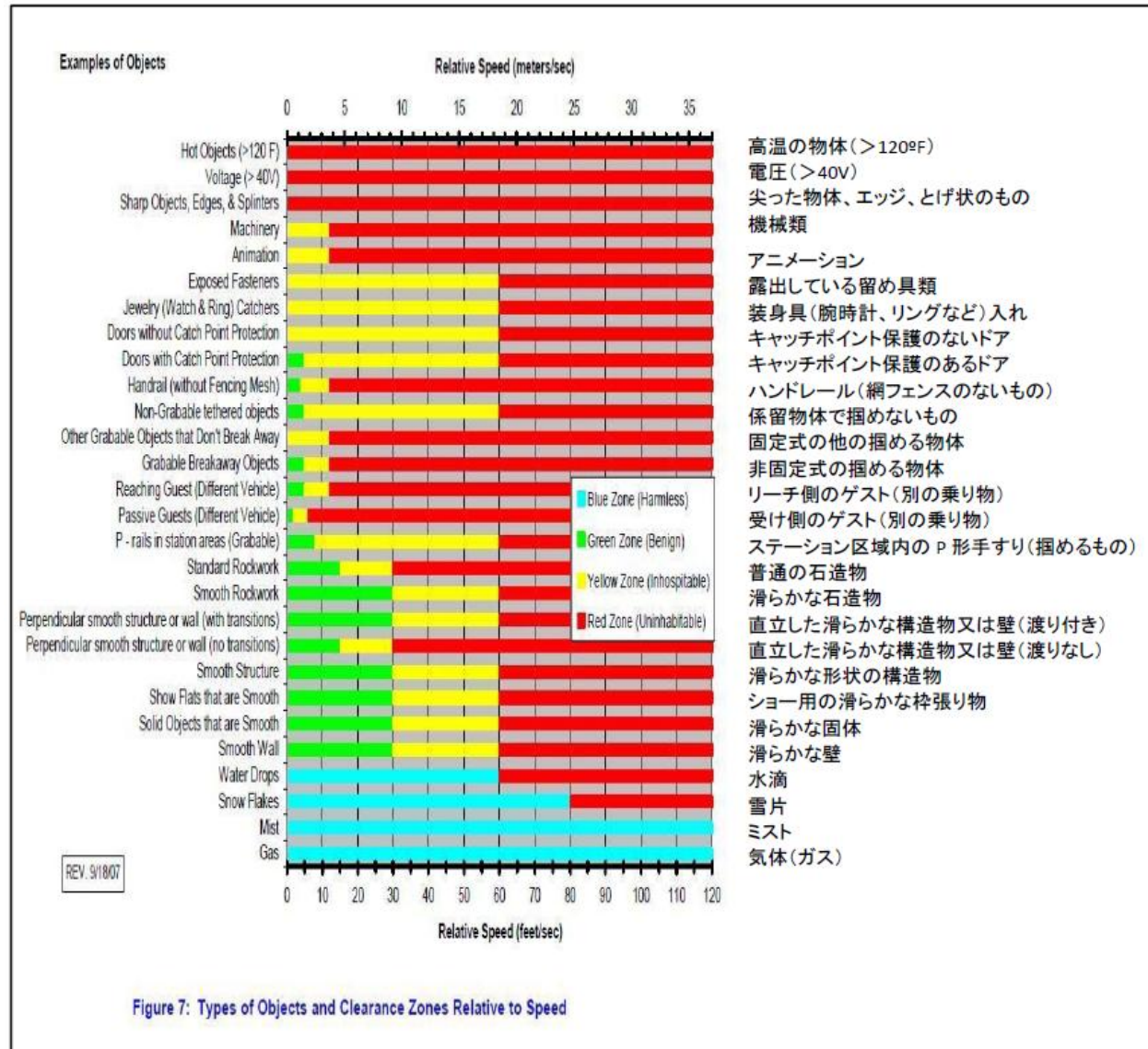


ディズニースタンドアートのクリアランスエンベロープ(例)



	接触防止距離ゾーンの定義	接触防止距離ゾーンの始点
1	青色ゾーン（安全ゾーン） 接触しても負傷する可能性が極めて少ない物体に限り存在が許されるゾーン。	<ul style="list-style-type: none"> ・ゲストに接する位置
2	緑色ゾーン（溫和ゾーン） 接触しても負傷する危険性がそれほど高くない物体に限り存在が許されるゾーン。	<ul style="list-style-type: none"> ・水平方向-95 パーセンタイルの成人男性の肘関節から1 インチ先；床のない乗り物の場合は 95 パーセンタイルの男性の膝部から1インチ先 ・垂直方向-95 パーセンタイルの成人男性ゲストの頭部から 6 インチの高さ ・着座したまま腕や脚を乗り物内に維持しているときのゲストはこのゾーンには入らない。肩部は水平であること。
3	黄色ゾーン（荒涼ゾーン） 接触すると危険な要素や状況が生じうる物体の存在が許されるゾーン。	<ul style="list-style-type: none"> ・水平方向-上半身を起こして着座し、腕を横へ広げた95 パーセンタイルの男性の指先から6インチ先 ・垂直方向-上半身を起こして着座し、肩を上げて腕を上へ伸ばした95パーセンタイルの男性の指先から6インチの高さ
4	赤色ゾーン（非居住ゾーン） 接触すると何らかの負傷を招く可能性が高い物体の存在が許されるゾーン。	<ul style="list-style-type: none"> ・水平方向-95パーセンタイルの男性が体を傾け、伸ばした点から6インチ先 ・垂直方向-95パーセンタイルの男性が垂直方向に伸ばした点から6インチの高さ

ディズニースタンダード: 接触防止距離の各ゾーン内で許容される物体の種類



接触防止距離範囲試験の写真(例)



(2) 遊戯施設の離隔距離に関する 基本的な考え方の整理①

- 現在、日本においては離隔距離に関する具体的な基準・規格がないが、ASTM、ENの考え方を参考に基準、規格を設けることが必要である。この際には次のような点に留意することが必要と考えられる。
 - ①乗客の身体寸法を想定し、乗客が拘束装置、乗物の座席や壁・扉等により動きを制限された状態で手足等の客席外に伸ばすことができる限度に一定の余裕代を見込んで離隔距離を設定する。足についても乗物の壁・扉等で客席外に伸ばすことが制限されていない場合には離隔距離の考慮をしなければならない。

(2) 遊戯施設の離隔距離に関する 基本的な考え方の整理②

- ② 離隔距離については、どのような人であっても対応可能なものとすることは困難であるため、ASTM同様な考え方に基づき設定を行うことが必要である。95%タイル値は米国と日本では異なり、日本の方が小さいが、日本の遊戯施設を外国の者も使うことを考えると、ASTMやENに基づき国際的に採用されている値を用いることが安全側と考えられる。このため、米国男性の95%タイル値に7.5cm程度の余裕をもって設計することが適切と考えられる。
- ③ この離隔距離の範囲内には、相対速度が遅い場合においては、一定の障害物の存在を許容することが可能と考えられる。今後、ASTMやEN等において具体化が進むと考えられるが、少なくとも次のような考え方が基本となっている。

(3) 日本の遊戯施設の離隔距離の状況について

- 日本の遊戯施設のアンケート結果では、離隔距離の検討をするにあたり、足については評価していないものが43.4%あり、足を含めて可動範囲の検討を行い必要な離隔距離の確保又は客席へのドアの設置や安全バーと低い側壁の組み合わせによる足の可動範囲の制約する対策を講ずる必要がある。
- また、客席部が他の構造物と接触しやすいプラットホーム侵入時の相対速度は、10km/h(167m/min)未満が68.5%となっているが、10km/h(167m/min)以上30km/h (500 m/min) 未満が、25.9%、30km/h (500 m/min)以上が5.6%となっていることからプラットホーム等他の構造物と接触しやすい場所におけるリスク管理の徹底、特にはさまれやすい構造のもの、とがった構造のものと接触する可能性がないか確認を行う必要がある。

まとめ

- 1) 国内外の遊戯施設における客席の安全装置及び他の構造物との安全離隔距離に関する技術的な標準の動向等を調査・分析し、建築基準への反映や製造、保守、運行の各々の立場において認識しておくべき安全確保の考え方、技術的な標準について整理した。
- 2) 海外から輸入した遊戯機械を運用・保守することが多い現状も鑑み、欧米での遊戯施設に対する安全確保の考え方や技術標準を十分に把握し、それを国内の現状に適切に対応させることがより合理的な安全方策の実現につながる。
- 3) この結果得られた知見を遊戯施設の製造者だけでなく、保守、運行に携わる者と情報共有することで遊戯施設の安全・信頼向上が実現可能になると考えられる。また、業界団体の協力を得て、技術水準の進展に応じた情報共有を促進するため、定期的に情報交流会を開催したり、講習会やシンポジウムを実施していくこととで、全国の遊戯施設の安全・信頼向上の実質化につながるものと目される。