

**2012年度
国土交通省建築基準整備促進事業**

**調査番号44:
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

調査の背景

現行の建築基準法では、拘束装置の構造については加速度に応じた詳細な基準となっていない

昨年度調査により、加速度データによる安全確保の考え方を十分に理解している、又は関心を持っている遊戯施設事業者は少ないことが把握できた。

これにより、加速度や拘束装置の詳細に関して再度精査することが必要であるとともに、回答のなかった遊戯施設事業者で加速度領域の高い遊戯施設を所有する者に対する再精査が課題となった。

調査の方法

本調査においては、

1. 遊戯施設の加速度及び種類に応じた拘束装置の構造や組合せについて、データの実測や、遊戯施設事業者へのヒアリング等により科学的知見を収集し、安全確保のための拘束装置の構造基準について検討を行う。

2. 日本独自の法令や文化等のバックグラウンドにも配慮しつつ、海外基準への適合・対応についても併せて検討を行い、加速度に応じた構造基準・規格について見極める。

【主な検討項目】

- 1.昨年度調査のレビュー
 - 2.科学的知見にかかる既往文献・基準の整理
 - 3.データの実測作業（加速度等）
 - 4.拘束装置の構造や組み合わせに係る関係者等へのヒアリングを通じた分析・考察
 - 5.加速度に応じた拘束装置の構造基準の検討
 - 6.調査のまとめ
- ・拘束装置の構造基準の検討に加え、拘束装置以外の考慮事項について整理。

1. 昨年度調査のレビュー

①海外基準(ASTM等)

・拘束装置については、ASTMとの関係を中心に、加速度に応じた規格について我が国の遊戯施設において検討すべき点を再整理した。

【ASTMにおける拘束装置の基本的な考え方】

ASTM の規格	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。
配慮 事項	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 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。）
拘束 装置	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を要求。 ①加速の持続時間と程度 ②乗客を乗せる装置の地面や他の物体からの高さ ③突風の影響 ④客席反転時の緊急停止など、乗物の想定外の停止位置 ⑤一定時間持続する左右方向加速度(Y)が0.5G以上の場合は、座席、背もたれ等に特別な配慮を要する。 ⑥当該遊戯施設や設備の意図する性質

加速度制限と安全拘束装置

米国ASTM F2291では、遊戯施設の発生させる加速度に応じて、拘束装置に求める要求事項を段階的に規定している。加速度の大きさによりエリアは5段階に分かれ、前後方向(x)、上下方向(z)の最大加速度で決定される。

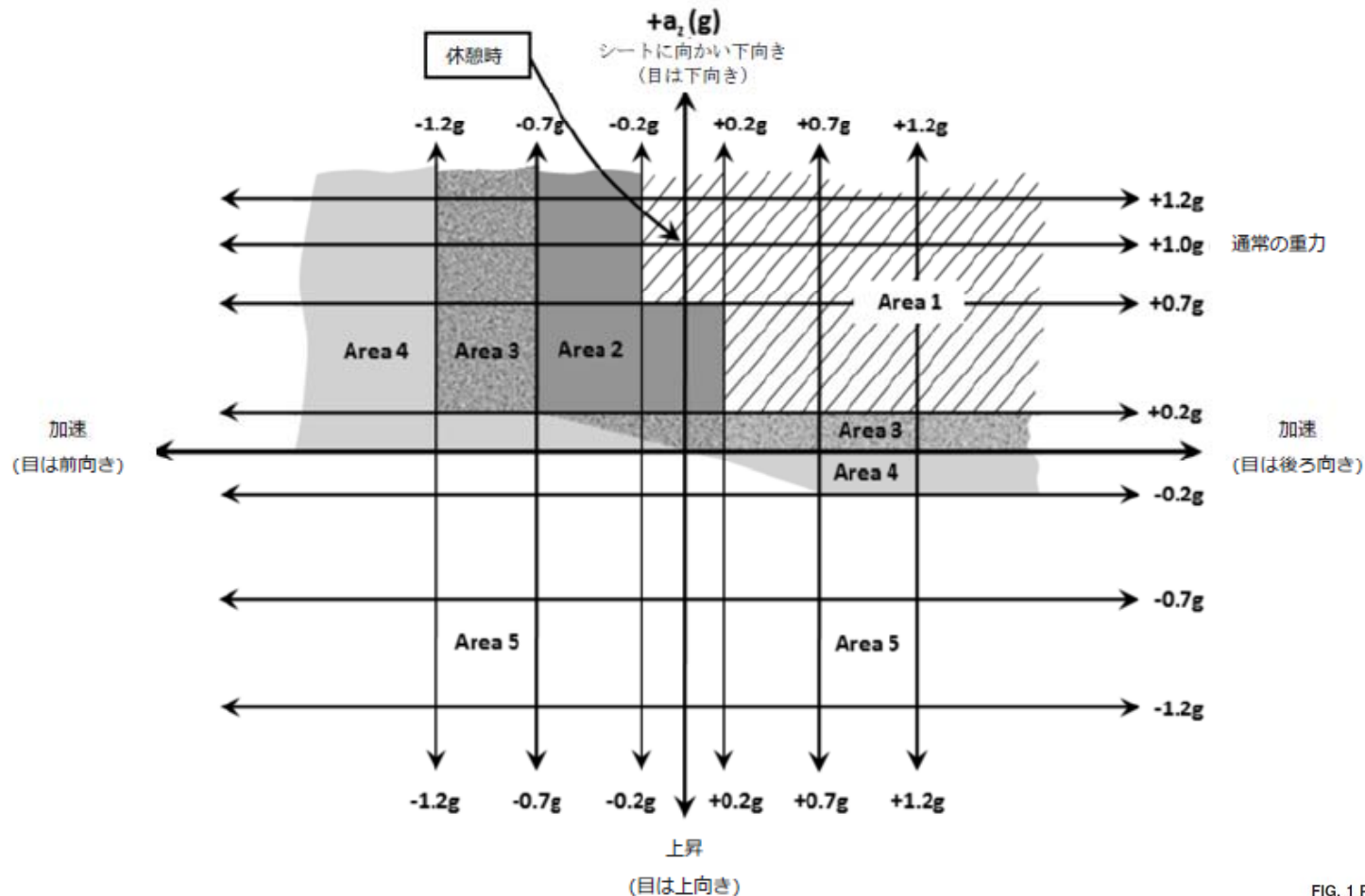
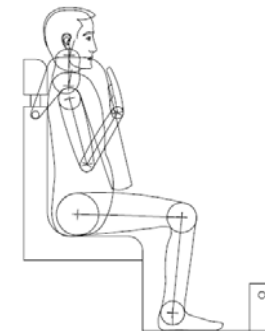
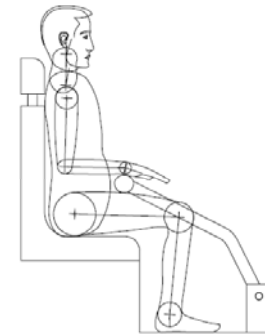


FIG. 1 Patron Containment Area Acceleration Coordinate Axes

拘束装置の種類

拘束装置は、一般的に以下の種類が遊戯施設に多く用いられており、最大加速度のエリアに応じて、これらを単独または組み合わせて用いることで安全確保を成し遂げている。



シートベルト

【特徴】

体の大きさに追従し密着するため、動きの激しくない乗り物には多く用いられるが、自分で乗車中に外す事も可能

ラップバー

【特徴】

最も一般的、かつ前後方向の動きに対して身体を拘束するのに適する

ショルダーハーネス

【特徴】

前後方向の動きに加えて、上下方向の動きに対して身体を拘束するのに適する

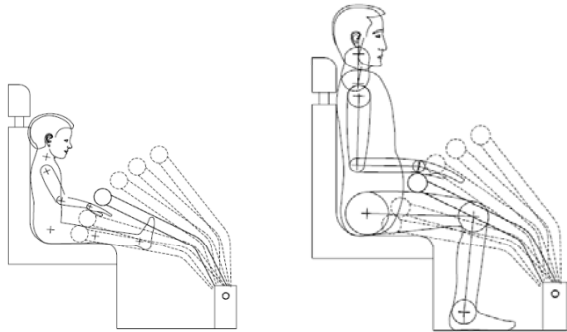
拘束装置の要求事項（例）

エリア3 から求められる要求事項（例）

拘束装置の固定位置が一箇所の場合、

体型の違いにより拘束状態が不十分な場合がある

エリア3からは、段階的に固定位置が変化する拘束装置が求められる

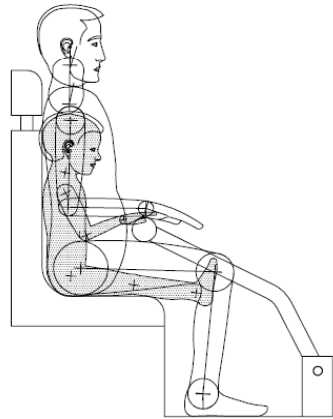


エリア4 から求められる要求事項（例）

一つの拘束装置で複数の乗客を拘束する場合、

体型の違いにより拘束状態が不十分な場合がある

エリア4からは、乗客一人に対して一つの拘束装置が求められる

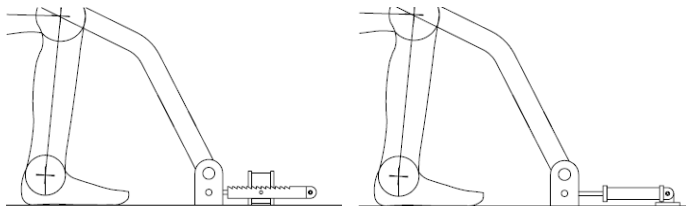


エリア4 から求められる要求事項（例）

拘束装置の固定機構が一つの場合、

機械的な不具合の発生により機能が損なわれる場合がある

エリア4からは、固定機構の冗長性が求められる



②日本の遊戯施設の拘束装置の状況

・次のような部分について、ASTM規格に適合していない可能性がある。

- ・加速度領域5と考えられるもので、二次的な拘束装置やインターロックが具備されていないものがある
- ・加速度領域3～5で、拘束装置(シートベルト)が乗客によって外せるものがある

③拘束装置の設計要件・安全基準に必要とされる事項

・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、ASTM基準を踏まえて、拘束装置の設計要件・安全基準に必要とされる事項は、次の2点である。

- ・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。
- ・拘束装置の種類のみならず、設計時の配慮事項についても乗客の安全確保上重要な点であり、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。

2.科学的知見の収集

①遊戯施設の種類に応じた加速度及び拘束装置のデータ実測

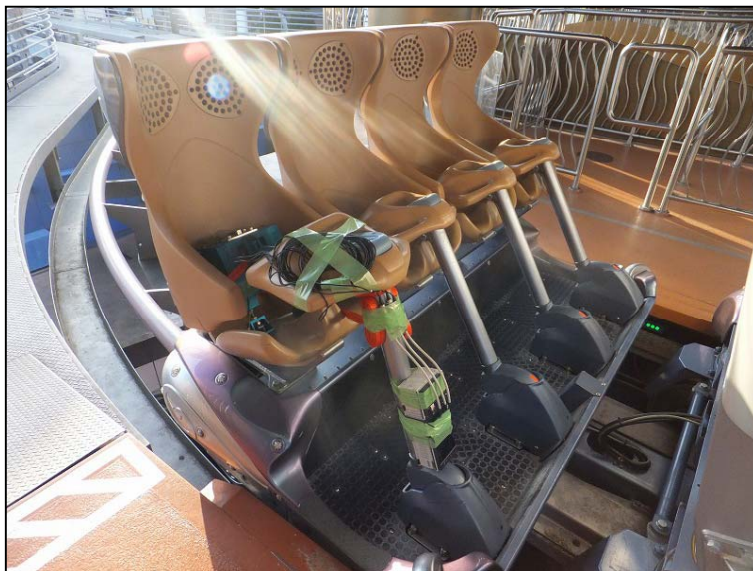
・昨年度のアンケートを基に行った「ASTMへの適合検証」において、ASTM規格に適合しているか検証が必要とされた8施設を対象とする。また、アンケート回答がなかった遊園地についても、加速度エリアの高い遊戯施設の抽出作業を行う。

・コースターを中心とした国内30施設の加速度測定を実施

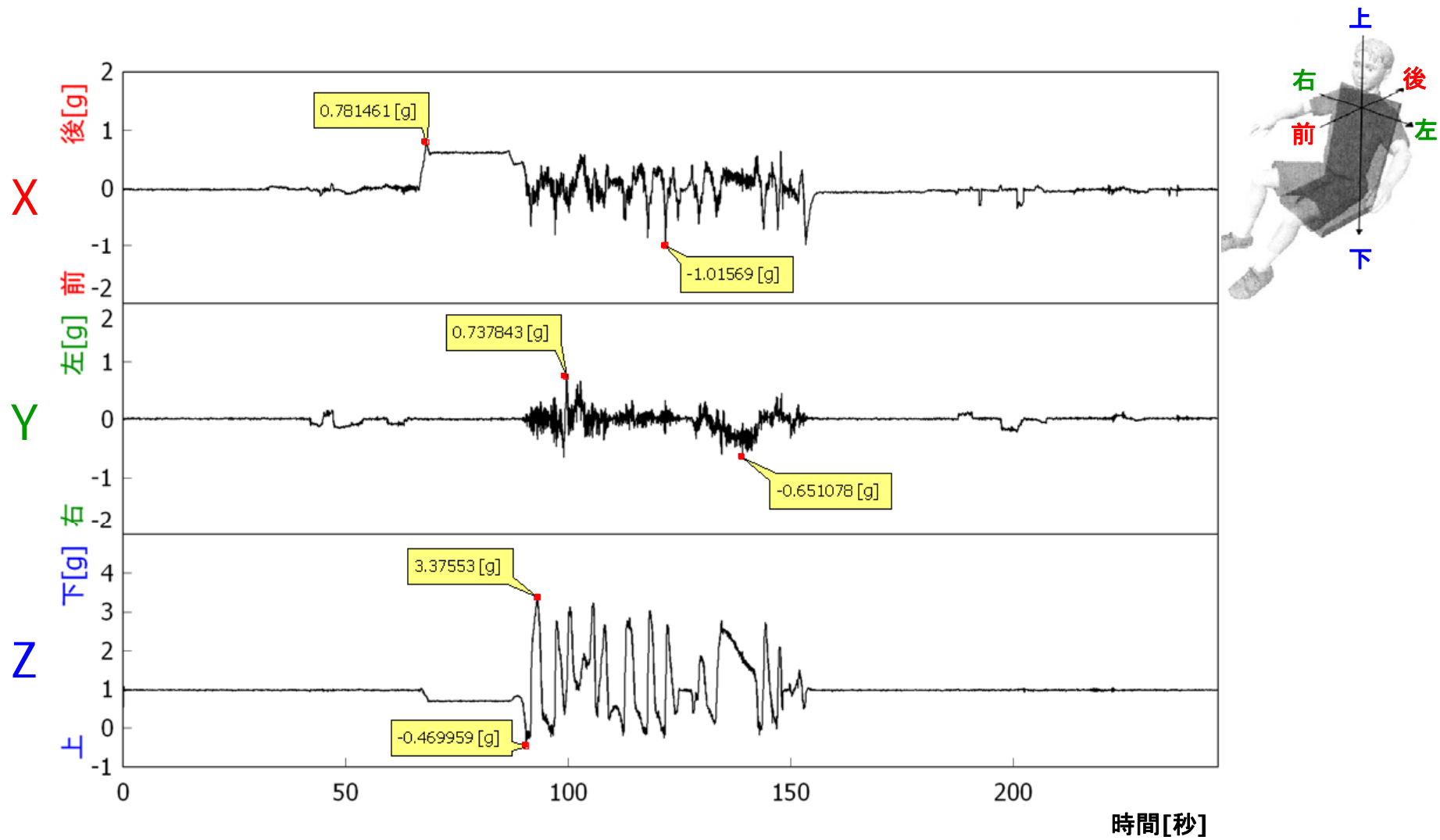
分類		速度時間速度	最大勾配	設置機種	協力可否	備考	
ウォーターシュート、コースターその他これらに類する高架の遊戯施設							
別表第一	(一)	モノレール、子供汽車等	勾配が0.5度未満の軌道を走行するもの	40 km/h	-	【速度係-対象外】	
	(二)	マッドマウス、コースター等	対象を走行するもので、(一)以外のもの	100 km/h	50度	A B C D E F 足ブラの吊り下げ式 吊り下げ式コースター	
	(三)	ウォーターシュート等	対象を有さない軌道を走行するもので、1㊦以外のもの	60 km/h	40度	M	
	(四)	ウォーターライド等	水を噴出した水筒を人が直接押送するもの			【対象外】	
	(五)	パラシュートタワー等	客席部分がゆっくり昇降させるもの	18 km/h	90度	【速度係-対象外】	
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							
別表第二	(一)	回転ブランコ、飛行塔等	客席部分が水平によりつるされ、かつ、回転するもの	800 m/min	15度	【遠心力主体-対象外】	
	(二)	メリーゴーラウンド、ムーンロケット等	客席部分が回転するもの(客席部分を緩やかに上下動させるものを含む。)	270 m/min	15度	【速度係-対象外】	
	(三)	コンドル等	客席部分が垂直軸又は傾斜した回転軸の周りを回転するもので、(一)又は(二)以外のもの	500 m/min	15度	【遠心力主体-対象外か?】	
	(四)	観覧車等	客席部分が水平軸の周りを回転するもの	40 m/min	-	【対象外】	
	(五)	ローター等	客席部分が可変軸の周りを回転するもの(客席部分を緩やかに上下動させるものを含む。)	880 m/min	90度	I J	
	(六)	オクトパス等	客席部分が可変軸の周りを回転するもので、(五)以外のもの	550 m/min	30度	K	○
	(七)	海賊船等	客席部分が回転運動の一部を反復して行うもの	800 m/min	-	L	10

加速度計測概要 | 施設No.1

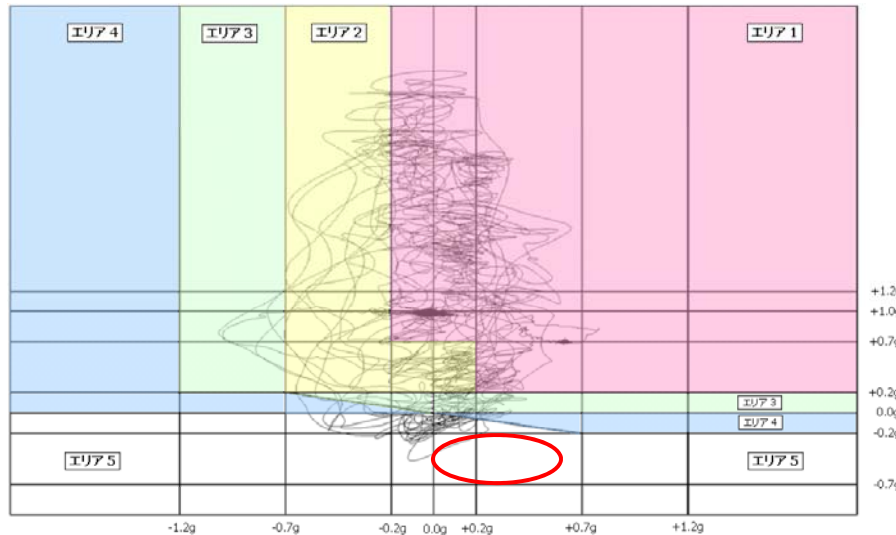
- ・測定年月日: 2012年11月16日
- ・気温/湿度: 9.1°C/55.5%
- ・風速: 4m/s
- ・測定車両: 車両No.2
- ・測定位置: 最後列(9列目)右端
- ・積載重量: 無負荷



加速度計測結果 | 施設No.1



ASTMによる拘束装置評価 | 施設No.1



②実測データの分析・考察

・①で実施した実測データを遊戯施設の種類や領域別に分析・考察する。

(例)乗客自らが外せる拘束装置の設置状況、外部表示の有無、インターロックの有無・詳細等

●ASTM区分による拘束装置

加速度エリア	要求される拘束装置クラス	個別拘束 or グループ拘束	ラッチの位置調整	拘束装置のロック方法	ロックの解除方法	外部表示	インターロック	ラッチ・ロックの冗長性
エリア1	クラス1	なし	不可	手動	手動	なし	なし	なし
エリア2	クラス2	個別/グループ	不可	手動	手動	なし	なし	なし
エリア3	クラス3	個別/グループ	可能	手動/自動	手動/自動	なし	なし	なし
エリア4	クラス4	個別	可能	自動	自動	なし	なし	あり
エリア5	クラス5	個別	可能	自動	自動	あり	あり	あり

●現状の拘束装置

エリア5	クラス5	個別	可能	自動	自動	あり	あり	あり
------	------	----	----	----	----	----	----	----

※Y方向(左右方向)の持続加速度最大値:0.6g>0.5g

加速度調査結果

会社名
遊園地名

提出年月日: 平成24年12月6日

施設名:

1. 施設情報(概要)他

メーカー名	設置年月	遊戯施設の種類の	最大走行速度or 定常円周速度	最大勾配 or 傾斜角度
Bolliger & Mabillard	H19年3月	コースター	89km/h	59度

データ等の問い合わせ担当者

部署/氏名	電話番号	メールアドレス

2. 拘束装置について/利用制限

種類	個別Orグループ	ラッチの最終位置	ロックの自動/手動	ロック解除方法	外部表示	インターロック	ラッチ・ロックの冗長性	利用制限/同伴規定等
安全バー	個別	可能	自動(オペ)	自動(オペ)	あり	あり	あり	身長132cm以上

3. 測定条件

測定年月日	測定時刻	天候	気温	湿度	風速	測定者	備考
2012.11.16	7:30~8:00	晴	9.1℃	55.5%	4m/s	委員会	

車両No.等	車両等測定位置	積載重量	走行条件
#2	9列目右端	無負荷	通常運営と同じ

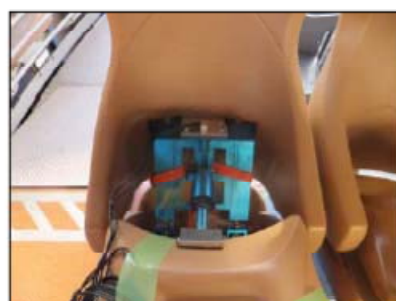
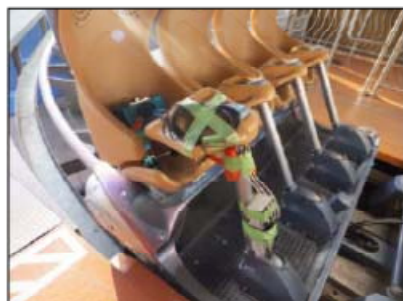
座面からの高さ	サンプリング周波数	フィルター	測定器
330mm	200Hz	ハターワース4次/ ローパス5Hz	(株)東京測器研究所 ARJ-100A-T

4. 測定結果 /乗客への加速度(各軸+方向の最大値を記す)

Z軸の加速度は、重力加速度(1G)を考慮した値で記入してください。

	フィルター 周波数	X軸最大値		Y軸最大値		Z軸最大値 ※		周回時間 (S)	備考 慣らし運転回数又は時間等
		+	-	+	-	+	-		
1回目	5Hz	0.78	-1.02	0.71	-0.66	3.37	-0.45	170.4	慣らし運転3回
2回目	5Hz	0.78	-1.02	0.74	-0.65	3.38	-0.47	170.0	
3回目	5Hz	0.79	-1.00	0.74	-0.66	3.37	-0.45	169.4	
最大値	5Hz	0.79	-1.02	0.74	-0.66	3.38	-0.47	平均 169.9	

5. 設置状況写真



今年度の検討成果

1. 一定の統一化が可能な計測方法の確立

30機種にわたる加速度調査を踏まえ、「加速度の計測要領」としてとりまとめた。加速度計に求められる仕様や、固定器具、積載荷重、調書・記録等を整理し、統一基準で調査を行うことができるものとなっている。

また、以下の具体的な知見を得ることができた。

- 1)測定機器
- 2)周回ごとの差異
- 3)測定位置(高さ)
- 4)測定位置(前後・左右)
- 5)客車重量(フル加重・空加重)
- 6)鉛直軸の取り方

等

今年度の検討成果

2. 加速度計測結果からみた科学的知見の収集

①前後・上下の複合加速度評価の合理性等を確認
既存施設の拘束装置の安全性を評価する基準として、複合加速度のASTM評価方法を当てはめても、ほぼ合理性があり妥当な結果となった。

②加速度計測結果における横方向加速度
今回の計測結果では、0.5Gを超える機種が多く、拘束性の向上対策が指摘された。一方で、国住昇第4号(H24.7.6)では「横方向加速度が0.3G以上(又は不明)」の場合、安全対策を講ずることとされている。このことから、横方向加速度の数値基準(加速度の大きさと持続時間)の根拠及び考え方を整理し、実態に即した基準とする必要がある。

3. 告示・評価基準等との関係の整理

ASTM基準と告示・評価基準等との関係を整理する。まず、ASTM基準を和訳的に示し、そこに日本独自の法令・文化等のバックグラウンドへの配慮事項を記載すると以下の通りとなる。これをもとに、現在の告示・評価基準等との関係を整理した。

	領域 1	領域 2 浮き上がりなし 前方向 0.7G 以下	子供用	領域 3 浮き上がりなし 前方向 0.7~1.2G	領域 4 浮き上がりなし 前方向 1.2G 以上	領域 5 浮き上がりあり	二次的な拘束装置
拘束装置の必要性	不要 0.2G 以上で座席に保持	手すり,足置き等が乗客にない場合は必要	BOX 型の客席でない場合必要	必要	必要	必要	
拘束装置あたりの乗客数		1人でも2人以上の集団式でも可		1人でも2人以上の集団式でも可	各人に設置	各人に設置	1人でも2人以上の集団式でも可
①子供が同乗する場合、体格の違いによる調整方法等の規定							
乗客の最終的なラッチ位置		固定でも調整可能でもよい。	乗客に応じて調節可能とする	調節可能が必須。 (例:複数ラッチ位置を有すバーや手すり)	調節可能が必須。	調節可能が必須	固定でも調整可能でも可
ラッチの種類(主体及び自動・手動)		乗客がラッチしてもよい		乗客が手動でラッチする方式でも可	自動ロック式とする	自動ロック式とする	手動でもよいが、ロックはオペレーターが行う
ラッチ解除の種類(乗客か運転者か)		乗客が解除してもよい		乗客が手動で解除する方式でもよい	運転者のみが手動・自動で解除	運転者のみが手動・自動で解除	運転者のみが手動・自動で解除
装着良/不良の外部表示		不要		不要 (目視・手動で確認)	不要 (目視・手動で確認)	インターロックと外部表示が必要	不要(目視・手動で確認)
ラッチ装置の冗長性		不要		不要	ロック機能に冗長性	ロック機能に冗長性	不要(一次拘束設備とは別個)
②インターロックと外部表示の意義・具体化							
③【日本式】冗長性の詳細化							
拘束装置の構成		④具体的な拘束装置の組み合わせの規定			③フェイルセーフの詳細化		拘束装置2つまたはフェイルセーフ式拘束設備1つが必要
作動手段(開閉)		手動式でも可		手動式でも可	手動式でも可	手動式でも可	手動式でも可

本調査における課題

1. 技術面

- ①加速度測定等による検査方法については、統一的な方法が必要であり、実務者向けの技術資料の提供と、法令関係の整理
- ②積載荷重条件の相違などを加味した加速度測定
- ③背もたれ、仕切り壁、座面の凹凸など座席設計による安全確保と、その規準化検討
- ④横方向加速度に対する安全基準の定義と明確化
- ⑤加速度だけでなく座席からの落下の危険を伴う緊急停止などへの安全確保の検討
- ⑥従来事故や不具合などを念頭においた具体的な安全対策の検討とその有効性の技術的検討

本調査における課題

2. 体制整備面

- ① 現行告示から加速度基準への移行を想定した場合、分かりやすく遵守しやすい基準とした上で、関係者への十分な周知と理解の獲得
- ② 今回の加速度調査に関する知見の業界関係者への周知徹底のため、情報交流会のような情報共有の場の継続
- ③ 現場の技術者が加速度計測、データ分析まで実施できる技術解説書の整備
- ④ 安全性向上のための各遊戯施設でのインシデントや事故例の公表と共に、保守保全、運営管理面での改善事例の情報共有の仕組みの構築