

遊戯施設乗客の人体にかかる加速度に関する研究
(その2)

正会員 ○ 町田 大樹*1
同 後藤真理子*2
同 川村かお里*3
同 直井 英雄*4

■研究目的■

前報では¹⁾、実測値のばらつきの程度に関する検討を行い、同時に標準測定法(表1)を提案した。本研究ではこれに引き続き、実測値に加え計算によって加速度を算出し、両者の値の違いの程度を明らかにするとともに、人体許容加速度(提案値)²⁾と比較・検討することを目的とする。

■研究方法■

(1) 実測値について

実測は、前回の研究で提案された標準測定法(表1、図1)に基づいて行った。また、実測対象は、前回既に実測したエキスポランドのスペース・ザラマングー(ループおよびスパイラルの軌条をもつジェットコースター)に加え、後樂園遊園地のリニア・ゲイル(リニアモーター加速のジェットコースター)とタワー・ハッカー(自由落下型遊戯施設)をとりあげた。なお、リニア・ゲイルに関しては、コース特性や連結車などの特徴を考慮して数カ所で測定した。

(2) 計算値について

建築センターより遊戯施設の評定報告書³⁾を入手し、スペース・ザラマングーとリニア・ゲイルの計算値を算出した。なお、スペース・ザラマングーは、書類に諸数値が表記されていたので、表2に記した式を用い算出し、リニア・ゲイルは、数値の代わりに計算値をグラフにしたものが既に作成されていたので、それを用いた。

■研究結果および考察■

(1) スペース・ザラマングーにおける実測値と計算値の比較

ここでの考察の中心は、コース特性や最大加速度値が計測されていることからループ・スパイラル部分のみとする。X・Y軸に関して、この2区間においても目立った差はなく、差のあるところでも振動の影響などで説明のできる差となっている。Z軸においても、図3よりスパイラルでは、ほぼ数値が一致している。ループに関しては図4のように1G弱程度の差がある。

(2) リニア・ゲイルにおける実測値と計算値の比較

実測上のミスで中間値の数値がないため、車両前後の記録で考察した。まずX軸については、図5によれば、実

表1 標準測定法

測定項目区分	測定項目内容
測定周波数	32Hz
測定座席位置	座席上
測定車両位置 (ジェットコースターのみ)	中央部車両

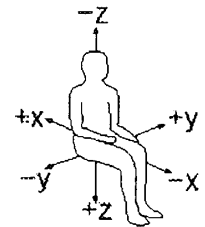


図1 測定軸

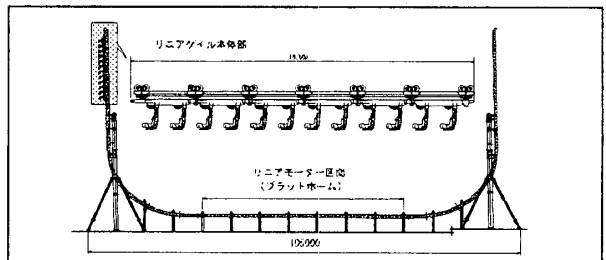


図2 リニア・ゲイル立面図

表2 加速度算出式

<p>X方向の加速度: A_x</p> $A_x = \frac{dV}{dT}$	<p>Z方向の加速度: A_z</p> $A_z = \frac{V^2}{g \cdot R_z} \pm \cos \theta$
<p>Y方向の加速度: A_y</p> $A_y = \frac{V^2}{g \cdot R_y}$	<p>g: 重力加速度 R: 曲率半径 dV: 速度の変化 dT: 所要時間</p>

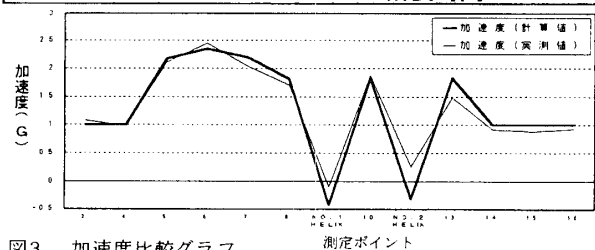


図3 加速度比較グラフ
(スペース・ザラマングー、スパイラル部分、Z軸)

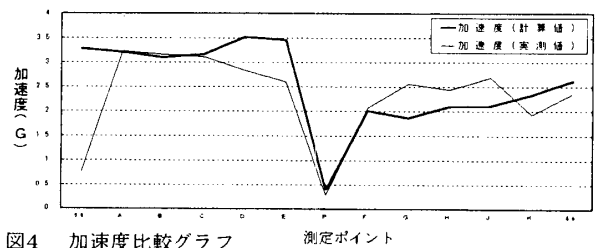


図4 加速度比較グラフ
(スペース・ザラマングー、ループ部分、Z軸)

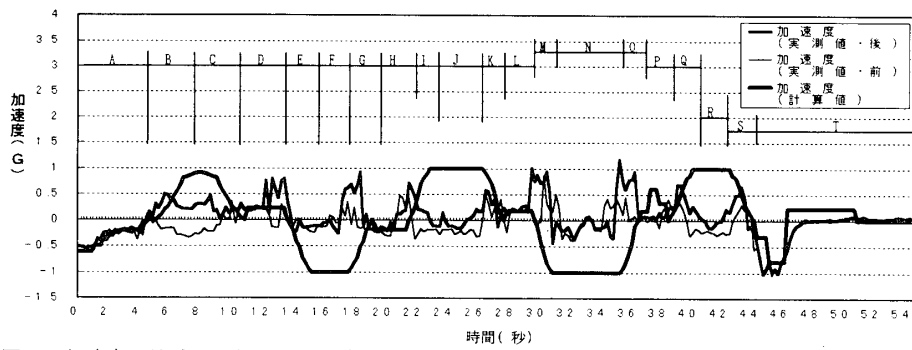


図5 加速度比較グラフ(リニア・ゲイル、X軸)

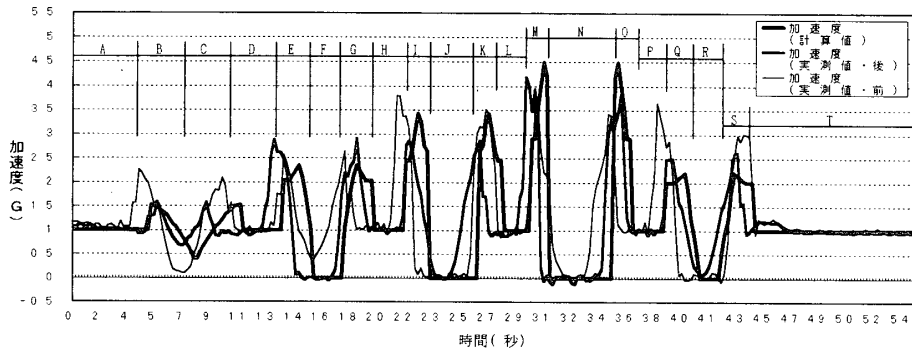


図6 加速度比較グラフ(リニア・ゲイル、Z軸)

測値(前部・後部)と計算値のグラフが一致しているのはA区間とT区間だけである。垂直部U字形走路においては、計算値では重力加速度が一定に加わるため±1Gになっているが、実測値ではまったく違った数値になっている。値が1G以下と小さいため、振動等による影響によりうまく計測できなかったものと思われる。次にZ軸についてだが、図2の水平区間では、進行方向にかかわらず加速度は重力加速度のみなので1Gで一定、垂直区間では加速度がかからないので0Gとなるのは当然の結果である。ここで、加速度一定区間での実測値における細かい波形は、振動の影響であると思われる。曲線部に関しては、表3により区分した区間ごとに区切って考察する。B-C区間については、垂直区間まで到達していないため0Gになっていない。この区間で見られる値の大小関係は、垂直区間に近づくほど加速度も0Gに近づくことより説明できる。ここでは前進していることから、前部座席の値が最小となっている。E-F-G区間では、垂直区間まで達していない前部車両を除いては0Gになっている。水平→曲線区間および垂直→曲線区間の切替部で、加速度が急激に増加しているのは、遠心力が影響しているものと思われる。また、値の差に関しては、切替部に達し遠心力がかかる際のスピードの差が影響しているものと思われる。

(3) 許容値との関係について

表4は、本研究のデータと、人体許容加速度値およびその値の継続時間を比較したものである。なお計算値に

表3 詳細コース区間

A	1回目前進方向 水平部リニア区間	K	4回目後退方向 曲線部U形走路
B	1回目前進方向 曲線部U形走路	L	4回目後退方向 水平部リニア区間
C	2回目後退方向 曲線部U形走路	M	4回目後退方向 曲線部U形走路
D	2回目後退方向 水平部リニア区間	N	4回目後退・1回目前進 垂直部U形走路
E	2回目後退方向 曲線部U形走路	O	1回目前進減速 曲線部U形走路
F	2回目後退・3回目前進 垂直部U形走路	P	1回目前進減速 水平部減速区間
G	3回目前進方向 曲線部U形走路	Q	1回目前進減速 曲線部U形走路
H	3回目前進方向 水平部リニア区間	R	1回目前進・2回目後退 垂直部U形走路
I	3回目前進方向 曲線部U形走路	S	2回目後退減速 曲線部U形走路
J	3回目前進・4回目後退 垂直部U形走路	T	2回目後退減速 水平部減速区間

表4 許容値との比較(上: 加速度値、下: 加速度の継続時間)

		+X	-X	+Y	-Y	+Z	-Z
人体許容値		5	1	1	1	6	1.5
計算値	最大値	1.62	1.23	1.46	1.743	2.754	0.96
	最小値	3.22	3	1.28	1.29	5.5	1.57
	継続時間					4.3	0.6
実測値	S・Z	1.5234	1.5717	2.7124	2.0762	4.3227	
	R・G	1.2269	1.7478			4.4934	0.1834
	T・H					4.6755	0.2062
人体許容値		<2	<2	<2	<2	<1	<2
計算値	最大値	0.1	0.3	0.1	0.1	瞬間	0.3
	最小値	0.2	0.3	0.5	0.5	0.7	0.4
	継続時間					0.1	0.1
実測値	S・Z	0.22	0.78	0.19	瞬間	0.5	
	R・G	1.2	0.5			1	瞬間
	T・H					0.5	0.69

ついては、表4にあるような3機種に大別し、その中の数種の遊戯施設の最大加速度値とその継続時間を示したものである。これを見ると、許容値を超えている加速度値が見られる。また、許容値以下の数値になっているものにおいても、継続時間にあまり差がないことがわかる。許容値との比較に際しては、どの値を用いるのかで判定が違ってしまふ恐れがある。

■まとめ■

以上本研究により、実測値と計算値の関係の概略が把握できた。通常の動きの区間では数値にあまり差はないが、最も問題となるZ軸のかつ波の最大値で比較すると、ほぼ2~3割の違いが見られる。人体許容値と比較する場合には注意が必要である。なお本研究に際しては、平成10年度東京理科大学卒研究生井上影子氏、野口晋氏の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献: 1) 後藤真理子: 「遊戯施設乗客の人体にかかる加速度に関する研究(その1)」日本建築学会大会学術講演梗概集(1999)
 2) 黒田豊氏による「加速度評価方法及び基準(案)」
 *本研究は(財)日本建築センターによる委託研究である。

*1 東京理科大学大学院生 Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo
 *2 同大学大学院生 Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo
 *3 同大学助手 Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo, M. Eng.
 *4 同大学教授・工博 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Science Univ. of Tokyo, Dr. Eng.