

固定式ドライビングシミュレータ実験の速度変動と操舵特性の再現性

武蔵工業大学 学生会員 ○西島 英弘 柚木 裕朗 非会員 高木 重和
武蔵工業大学 正会員 岩崎 征人

1.はじめに

本研究は、固定式ドライビングシミュレータ(以下シミュレータと略称)による走行実験結果の実現象の再現性について検討したものである。本研究は、CG 画像として、実在する首都高速道路の一部区間を可能なかぎり忠実に再現したものを用いている点に特徴がある。走行中の運転者は、情報の90%以上を視覚から入手しているといわれている¹⁾。そのため、本研究ではシミュレータに用いる映像が実在の道路線形、道路環境によく近似しているのであれば、シミュレータ実験の再現性もより高いものとなるとの前提に立っている。

2.実験概要

2.1 ドライビングシミュレータとデータ

本研究で用いたドライビングシミュレータは映像、音響、操舵反力の模擬を行なうことのできる固定式のものである。画像は、実車実験で走行した路線をCG画像を用いて忠実に再現したもので、VTR映像とは異なり、走行状態での運転操作に対応した視点移動が可能である。

シミュレータ実験では、アイマークデータ、速度変動、ハンドル操舵角、アクセル開度、走行位置のデータを収集した。その結果を用いて、過去に同一路区間での実車実験から得られたデータと比較・分析を行い、再現性を検討した。



図1 本研究で使用した定置型ドライビングシミュレータ

2.2 ドライビングシミュレータ実験

シミュレータ実験は2002年9月から12月にかけて実施した。CG映像は、首都高速道路新宿線と目黒線を用いた。これらの路線は本研究室が、過去において実車実験を行った区間である。新宿線においては交通条件

を実車実験に近づけるため、隣接した車線に、車頭間隔40mで常に5台を視野に確認できるように付加させた。目黒線は、ほとんど自由走行であったため、交通量を付加しなかった。被験者は、実車実験に参加したものとすべて同一の被験者である。

3.検定方法

3.1 使用データ

シミュレータ実験では過去に実施した実車実験と同様に速度変動データ、ハンドル操舵角データを収集した。再現性検証のため、ここでは同一被験者の速度変動データ、ハンドル操舵角データを使用する。

シミュレータ実験から得られたハンドル操舵角は、実車が持つ遊び分を除いた操舵角が出力されるため、実車実験に比べ、小さく計測される。そこで、シミュレータのハンドル操舵角については補正係数を用いて補正している。

3.2 速度変動の検定方法

ここでは走行区間中の速度変動の類似性について検討した。実車実験から得られた対象区間内の平均速度の変動と、シミュレータ実験から得られた平均速度の変動とが、同一の変動傾向を有しているか否かを検定した。具体的には、実車実験の平均速度変動をよりどころにして、これを加速と減速との2つの状態に分割し、分割区間内の2つの実験から得られた速度の傾向を直線回帰した。2つの回帰係数に有意差がないならば、当該分割区間の速度変動は、類似していると考えられる²⁾。

3.3 操舵特性の検定方法

操舵特性の再現性については、シミュレータのハンドル操舵位置の安定性を検証するために、2つの実験から得られる各被験者のカーブ地点におけるハンドル操舵位置に格差があるかどうか平均値の差の検定を行った。

4.ドライビングシミュレータの再現性の検証

4.1 速度変動の再現性

本研究においては、新宿線上・下線、目黒線上・下線の走行車線において得られたデータを使用し、再現性

キーワード: ドライビングシミュレータ, CG画像, 再現性, 速度変動, 操舵特性

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 TEL:03-3703-3111(内線:6525) FAX:03-5707-1156

を検証した。ここでは、新宿線上り線、走行車線での検証例を示す。実車実験の速度変動を細分割したものが図2である。

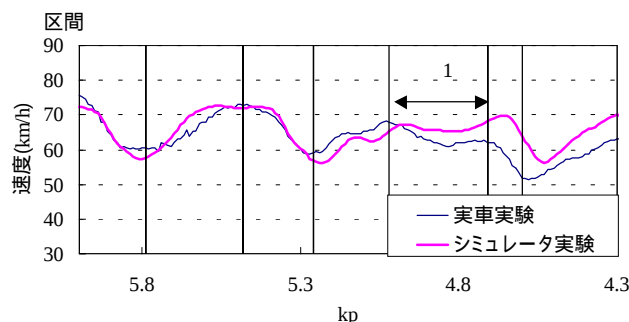


図2 速度変動図 新宿線上り走行車線

1 代々木パーキングエリア(5.01～4.75kp)

各区分ごとの検定結果は以下のとおりである(表1)。

表1 検定結果 新宿線上り走行車線

区分	区分kp	t(0.05)	統計量	判定
区分	6.00 ~ 5.79	2.021	0.407	[]
区分	5.78 ~ 5.48	2.002	1.294	[]
区分	5.47 ~ 5.26	2.021	0.207	[]
区分	5.25 ~ 5.02	2.015	0.142	[]
区分	5.01 ~ 4.71	2.002	5.512	[*]
区分	4.70 ~ 4.60	2.101	4.200	[*]
区分	4.59 ~ 4.30	2.003	0.800	[]

[*]: 5%の有意水準で帰無仮説を棄却

表1に示すように、新宿線上り走行車線速度変動傾向は、全7区分のうち5区分において回帰係数には有意差が認められなかった。有意差のある区分には、代々木パーキングエリアが存在する。本研究で用いたCG画像では、代々木のパーキングエリアを含む映像を簡略化している。その結果、この区分を含む区分では、実車実験での走行挙動とやや異なった運転挙動が再現されたものと考えられる。その影響を受け区分も変動が異なっていると考えられる。これら2つの区分を除けば、新宿線上り線走行車線においては、速度変動において高い類似性が認められた。

また、新宿線下り線、目黒線上り・下線走行車線においても同様の検定を行った結果、新宿線上り線と類似した結果が得られた。本研究で行った新宿線上り・下線目黒線上り・下線については、高い類似性があるということが認められた。

4.2 操舵特性の再現性

ハンドル操舵位置については、目黒線上りについての検証例を示す。下記のカーブ位置において検定を行った(図3)。ほぼ全地点において有意差を認めることができなかった(表2)。有意差の生じた地点Eにおいて

は、少数の被験者の操舵特性が異常な値をとり、平均値に影響したと考えられる。新宿線上り・下線、目黒下り線においても同様の検定を行った結果、全58地点中51地点で有意差の無い結果を得た。実車実験とシミュレータ実験のハンドル操作位置に統計的に見てほぼ全ての地点で有意差がないという結果は、シミュレータ実験での操舵特性が、高い再現性を有することを意味している。

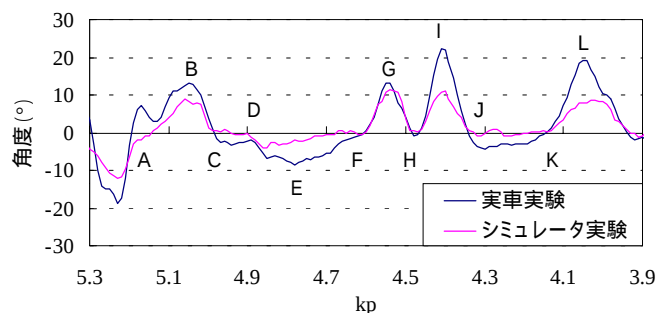


図3 ハンドル操舵変動図 目黒線上り走行車線(補正前)

表2 ハンドル操舵検定結果

カーブ地点	DS平均kp	実車平均kp	判定
A	5.13	5.13	[]
B	5.04	5.05	[]
C	4.97	4.99	[]
D	4.89	4.91	[]
E	4.79	4.84	[*]
	4.61	4.60	[]
F	4.53	4.54	[]
G	4.48	4.48	[]
H	4.46	4.46	[]
I	4.41	4.41	[]
J	4.33	4.34	[]
K	4.13	4.13	[]
L	4.05	4.05	[]

[*]: 5%の有意水準で帰無仮説を棄却

5.まとめ

今回の検証により本研究で用いたシミュレータ実験では、速度変動、ハンドル操舵の視点から、実車実験との間で高い再現性が確認された。このことは、実験路線の線形と沿道景観を可能なかぎり忠実に再現したCG画像を用いることで、固定式のシミュレータであっても、高い再現性があることを確認できた。

今後、有意差を生じた代々木パーキングエリアを含む区分のCG映像の改善をすることで、再現精度の向上を計る必要がある。また、操舵特性に関しては、設定された条件下で多くの実験を行い、サンプル数を増やす必要がある。

<参考文献>

- 1)Hartmann, E: Driver Vision Requirement, 1970 International Automobile Safety Conference, New York, SAE, 700392, 1970
- 2)応用統計ハンドブック編集委員会編: 応用統計ハンドブック, 養賢堂