

IV-159 運転ゲーム機を用いた地震時の走行安定性に関する実験

東京大学大学院 学生員 山之内 宏安
 東京大学生産技術研究所 正会員 山崎 文雄

1. はじめに

現在、日本道路公団が管理する高速道路においては、各観測所に設置された地震計が記録する最大加速度を指標として通行規制を行っており、地震時に 80Gal 以上が観測された場合に通行止め、50Gal で 50km/h の速度規制が実施される。しかし、最近の調査研究によれば、上記の基準で通行規制を行っても、その後の構造物の点検で異常が発見される事は稀である¹⁾ことが分かってきており、現行の速度規制基準を見直していく必要がある。しかし、現行の基準を緩和させるに当たっては、構造物の被害面のみならず、車両の走行安定性も考慮されなければならない。どの程度の強さや性質を持った地震動が車両走行を不安定にさせ、運転者の車両操作が困難になるのかについて検討する必要がある。

そこで本研究では、運転ゲーム機を使用し、振動台上で様々な地震動を加えることにより、地震時における運転者の走行安定性への影響を模擬的に検証することにした。実験は、揺れの強さと地震動の特性に着目し、様々な条件下での運転者が示す地震時の運転操作反応を観察し、実験結果と被験者のアンケート調査をもとに、揺れに対する感覚、及び運転操作への影響について定性的に検討した。

2. 実験設備及び実験条件

実験に使用した運転ゲーム機(図1)は、SEGA より提供を受けた。本格的なシミュレータは自動車メーカーが保有するなど日本で数台しかなく、すぐに利用できる環境にはないうえ、本格的なシミュレータほど、乗り物酔いに似たシミュレータ酔いがあるため、本実験のように、様々に条件を変えて行う実験には課題も多い。逆に運転ゲーム機であれば、シミュレータ酔いも少なく、実験でシミュレータ酔いをした被験者はほとんど見られなかった。

実験には、千葉実験所の2次元(水平1方向+鉛直方向)振動台を使用し、運転ゲーム機を振動台に剛結し、地震時における車両の動的特性を一切排除した形で行った。水平方向の加振は、運転走行上、より影響が強いと推定される、運転者から見て横揺れの方向に行った。被験者は、日常運転ゲーム機に慣れ親しんでいる学生 29 名を対象とした。走行条件としては、被験者にはシミュレータを一定速度で左側車線を運転してもらい、車両が側線からはみ出ないように走行することを条件とした。運転中、揺れを感じた場合には、走行出来そうであればそのまま走行し、操作が困難になれば減速して停止してもよいこととした。

3. 実験内容

(1) 地震動の大きさによる走行安定性の違い

1995 年兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で観測された南北方向の地震記録を用い、最大加速度の大きさを変えて、水平方

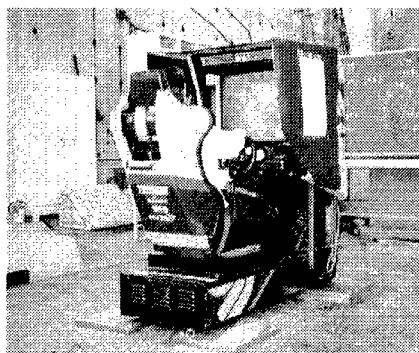


図1: 実験で使用した運転ゲーム機

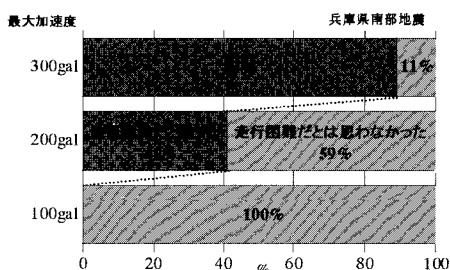


図2: 地震動の大きさによる走行安定性の違い

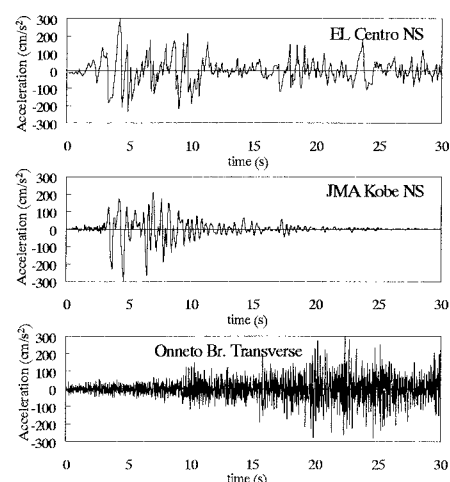


図3: 各地震波の水平方向加速度波形

キーワード: ドライビングシミュレータ, バーチャルリアリティ, 運転者行動, 高速道路, 地震動

〒106-8558 東京都港区六本木 7-22-1 TEL: 03-3402-6231(ext.2537), FAX: 03-3408-2666

向加振した。本実験では、地震波を最大加速度が 100, 200, 300Gal となるよう相似的に縮小して加え、どの地震波が走行困難だと感じたかを被験者の操作面・心理面から検証した。その結果、9 割近くの被験者が最大加速度 300Gal の地震波を運転操作上、または心理的に走行困難だと答え、また最大加速度 200Gal の地震波については半数近くが困難と感じ、最大加速度 100Gal の地震波は一人も走行困難と感じず、問題なく運転を継続した（図 2 参照）。実験後のアンケート調査²⁾によれば、最大加速度 200Gal の地震については大半の被験者が走行上問題なく運転していたが、9 割以上の者が、実際に運転していた場合には車を停止するだろう、と回答している。

最大加速度 300Gal の地震波は、運転の続行は危険だと感じて減速・停止をする者が多く、ハンドル操作に問題がない被験者も、恐怖を感じていた。被験者の中にはハンドルを大きくとられ、画面の中で車両が側壁に衝突してしまう者も見られた。シートベルトである程度体が固定されてはいても、加振中は頭が振り子のように激しく揺さぶられる。加振中恐怖を覚えるのは、この上体の不安定さと視界の不明瞭さが原因である、と推定される。また、加振中の走行で、本人の自覚がないままいつの間にか左右に車が移動してしまうケースも見られた。この結果は、実際に道路上で地震があった場合、並走する車両との側方衝突の可能性を示していると言えよう。

(2) 地震波特性の違いによる走行安定性の違い

続いて、地震波の違いによる走行安定性の違いを検証するため、水平方向と鉛直方向の 2 方向同時加振の実験を行った。地震波は、神戸海洋気象台で観測された兵庫県南部地震の記録、1940 年 5 月 18 日に記録されたエルセントロ記録、温根沼大橋（桁上）にて観測された 1994 年 10 月 4 日北海道東方沖地震の 3 つの記録を採用し、各地震波を水平方向の最大加速度が 300Gal になるようにスケーリングし、鉛直方向については、実地震波での水平・鉛直方向の最大加速度比を保つよう設定した。図 3 に各地震波の加速度波形を示す。

その結果、図 4 に示されるように、エルセントロ記録を最も走行困難と回答した被験者が全体の約 7 割と最も多く、温根沼大橋記録については一人も走行困難とは思わなかった。エルセントロ記録は、速度の大きい、大きな揺れが持続する性質の地震であったため、走行困難と回答する人が多かったと考えられる。神戸記録は、他の地震波に比べ突発性が強かったが、大きな揺れの短い地震波であったために、走行困難と感じる人が少なかった。温根沼大橋記録に対し走行困難と感じた人が皆無だったのは、スケーリング後の速度振幅が最も小さいとともに、漸増性のある地震波で、運転者の走行対応が容易だった、と考えられる。

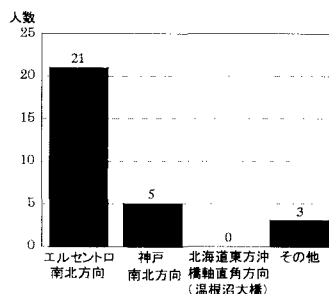


図 4：最も走行困難だと感じた地震

特に、神戸記録を最も走行困難と感じた人が「加振中ずっと走行が困難と感じた」と回答している傾向があった。アンケートによれば、加振中上体の揺れを軽減しようとハンドルに強くしがみつき、かつハンドル操作を正常に戻すことに意識が向きがちになるのが原因である事が分かった。この地震波を選択した被験者は、神戸記録の特性である突発性に驚き、冷静さを多少失ってしまう傾向がある。その結果、ハンドル操作かアクセル操作かの一方に意識が集中してしまい、加振直後、思わずアクセルを踏んでしまったり、もしくはハンドル操作に気を取られ、減速するのを忘れてしまったものと推定される。一方で、エルセントロ記録を最も走行困難と感じた被験者は、加振開始直後走行不安定になるものの、すぐに走行を正常に戻す傾向が見られた。これは、体を振動に抵抗することなく、上体が揺れることを許しながら運転操作するため、振動の影響がそれほどハンドル操作に影響を及ぼさなかった、と考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、地震時における運転者の走行安定性への影響を調べるため、振動台上に設置した運転ゲーム機を加振して、アンケート調査を行った。大きな地震動下では、加振中にハンドル操作に気をとられ、アクセルに意識が向かなくなるなど、実際の道路上で地震時に起こりうる交通事故を推測させる結果を得た。また、突発性の地震よりも、速度の大きい持続的な地震に走行困難と感じる人が多かった。上記の運転シミュレータ実験は簡易なものであるため、走行車両と路面の相互作用の影響、また地震によるハンドルへの影響は一切考慮されていない。車両の動的特性³⁾を検証し、シミュレータ実験に反映させていく事が今後の課題である。

参考文献

- 1) 山崎文雄、大西淳一、田山聡：高速道路構造物に対する地震被害推定式の提案，第 10 回日本地震工学シンポジウム論文集，pp.3491-3496，1998。
- 2) 横山秀史・永田茂・山崎文雄・海老原学：迷路実験による緊急時の人間行動特性，土木学会論文集 No.441/I-18，pp.107-115，1992。