

ドライビングシミュレータへの走行車両地震応答の付加

東京大学大学院 学生員 丸山 喜久

東京大学生産技術研究所 正会員 山崎 文雄

1. はじめに

我が国の高速道路では、地震時通行規制を実施している¹⁾が、高速道路構造物は現在の地震時通行止め基準程度の地震動では被害が発生しないことが近年の研究で明らかとなってきている。したがって、地震時通行規制の緩和の検討が可能になるものと考えられる。しかしながら、規制の緩和を行う前には、地震時に運転者が走行困難に感じて事故を起こす可能性も否定できず、地震動が車両に与える影響を調べる必要がある。そこで、ドライビングシミュレータを用いた地震時車両走行模擬実験を行うためにシミュレータに走行車両の地震応答を付加できるように制御プログラムを改良した。

2. ドライビングシミュレータの概要

本研究で使用するドライビングシミュレータ（写真-1）は三菱プレジジョン（株）によって開発された訓練/研究用ドライビングシミュレータで1999年に東京大学生産技術研究所に導入された。運転者の前方には3面のスクリーンが装備され、高速道路の風景を映し出す。また、6軸の動揺装置を有しており、重力を作用することで運転者に加速感を与える。表-1に動揺装置の仕様を示す。約30cm程度までの最大変位を生じることができる。

図-1にドライビングシミュレータの構成を示す。ホストコンピュータが音響システム、映像システム、動揺装置制御システムにリンクしている。本研究では、ドライビングシミュレータの制御プログラムを改良し動揺装置制御システムにホストコンピュータから変位データを送りドライビングシミュレータのモーションを制御することとした。入力する変位データは、ドライビングシミュレータに搭載されている車両モデルを用いて別途行った走行車両の地震応答解析²⁾の絶対応答変位を入力した。

3. ドライビングシミュレータのモーション再現性の検討

ドライビングシミュレータの動揺装置がどの程度の運動性能を持っているかを検討するために、シミュレータのキャビン上に加速度計を設置し、振幅10mmの正弦波を動揺装置に入力したときのモーションを測定した。図-2に左右方向と上下方向の入力正弦波と動揺装置により再現された正弦波の振幅比を示す。これによると、入力正弦波の振動数が大きくなるほど動揺装置のモーションの再現性が低下してくることが分かる。しかしながら、入力しようとしている走行車両の地表地震動に対する絶対応答には高振動数域の成分は車両のサスペンションやタイヤの滑りなどの影響で車両には伝わりにくいことが分



写真-1 東京大学生産技術研究所に導入されたドライビングシミュレータ

表-1 動揺装置の仕様

項目	移動量	最大速度	最大加速度
X	250mm~ -300mm	330mm/s	0.5g
Y	±260mm	350mm/s	0.5g
Z	290mm~ -400mm	380mm/s	0.5g
Roll	±20deg	23deg/s	—
Pitch	21deg~18deg	21deg/s	—
Yaw	±17deg	22deg/s	—

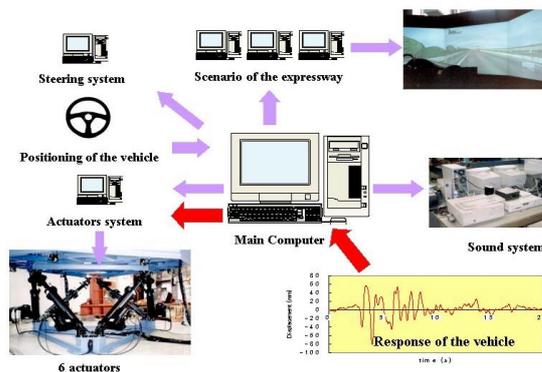


図-1 ドライビングシミュレータの構成

キーワード ドライビングシミュレータ 地震応答 高速道路
連絡先：〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1Bw304 TEL 03-5452-6390 FAX 03-5452-6389

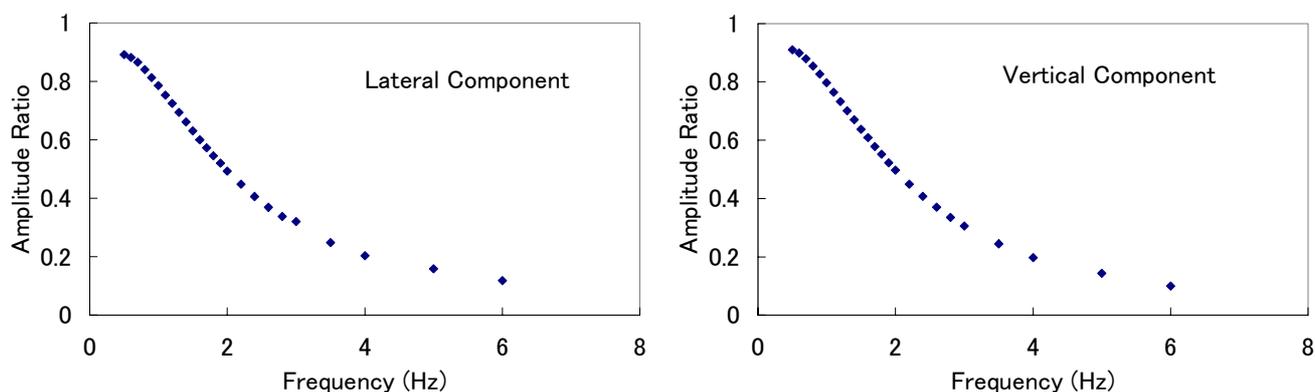


図-2 入力正弦波と再現されたモーションの振幅比

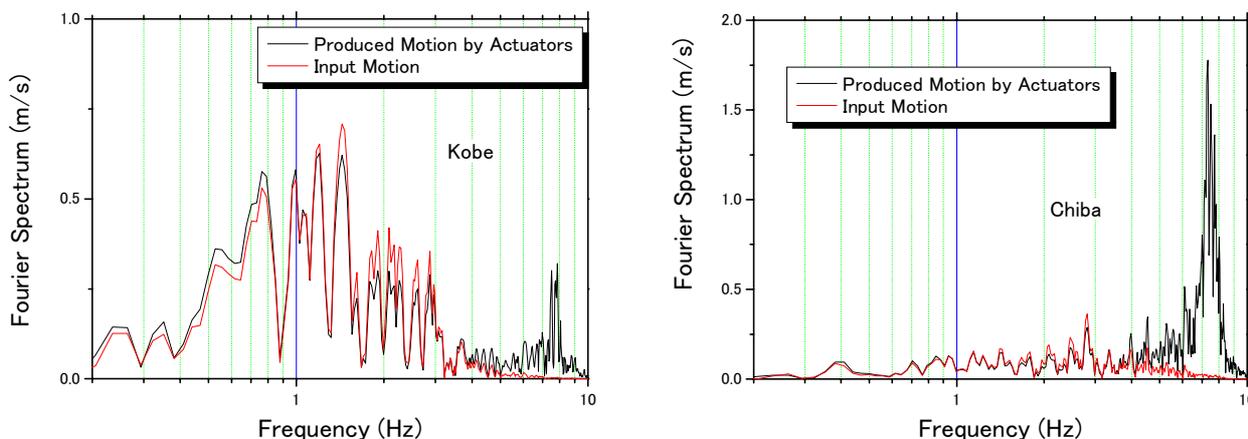


図-3 入力した地震応答の加速度フーリエスペクトルと再現された加速度フーリエスペクトルの比較

かっている．したがって，本研究の目的にはこのような動揺装置のモーションの再現性はそれほど影響しないものと判断した．（実際，図-2の逆関数を入力動に乗じたところ，逆に波形の再現性が悪くなった．）

次に，実際の車両の地表面地震動に対する絶対応答変位を入力した．図-3に兵庫県南部地震の神戸海洋気象台地震記録と千葉県東方沖地震の東京大学生産技術研究所千葉実験所記録の0.2Hzから5Hzまでのフィルター波を最大加速度 200cm/s^2 にスケールしたものを入力地震動とした走行車両の絶対応答変位を動揺装置に入力したときに再現された横方向の加速度フーリエスペクトルと入力した地震応答の加速度フーリエスペクトルの比較を示す．これによると，特に千葉波を入力したときに7-8Hzの振動数域でドライビングシミュレータが自励的に振動していることが分かる．神戸波に関しても若干の自励振動が見られているが千葉波のときと比べてその程度は小さい．また，メキシコ地震のSCT記録のような低振動数域の成分が非常に卓越した地震動の車両絶対応答を動揺装置に入力したとき，このような自励振動は見られないことを確認している．このことから，入力した地震記録に高振動数の成分が卓越している場合，7-8Hzのシミュレータの自励振動の影響が大きくなるものと考えられる．

4. まとめ

本研究では，ドライビングシミュレータを用いた地震時車両走行模擬実験を行うためにシミュレータに走行車両の地震応答を付加できるように制御プログラムを改良し，走行車両の絶対地震応答を入力した．加速度計を用いてモーションの再現性を検討したところ，入力地震動として用いた地震動に高振動数域が卓越している場合，7-8Hz付近に見られるシミュレータの自励振動の影響が無視できないものと考えられる．

謝辞 本研究は笹川科学研究助成による援助を受けている．記して謝意を表す．

参考文献

- 1) 後藤順治：地震時における道路通行規制基準の変更 - 安全性・信頼性の高い道路を目指して - ，EXTEC No. 59，pp. 21-23，2001.
- 2) 丸山喜久，山崎文雄，山之内宏安：高速道路走行車両の地震応答解析，土木学会論文集，No. 696/I-58，pp. 249-260，2002.