路面形状が車両挙動に及ぼす影響に関する一検討

中央大学　学生会員　○緒方　亮介
中央大学　正会員　郭　慶煥
中央大学　フェロー会員　姫野　賢治

1.はじめに

舗装を適切に管理することは重要であり,その為には路面凹凸と車両の相互作用を検証する事が有用である.

しかし,従来の舗装管理における主な問題点として,路面の縦横断形状が考慮されていない,走行軌跡や走行速度による違いが考慮されていない,道路利用者による評価が考慮されていない,等が挙げられる.

このような問題を解決することによって,道路の利用状況に見合った舗装の維持管理が可能になると考えられる.

本研究では,路面性状測定車から測定される路面の縦横断プロファイルを,シミュレーションソフト「TruckSim」へ入力し,様々な条件下で走行シミュレーションを行うことによって,路面形状と車両の相互作用について検証し,車両の走行性に影響を及ぼす路面形状について検討する事ことを目的とする.

2.TruckSim を用いた車両挙動のシミュレーション

本研究では,路面性状測定車を用いて測定した 2 種類の路面の縦横断プロファイル(表-1)を TruckSim へ入力した.車両モデルは 3 種類のトラックを用いた(表-2).また,走行シミュレーションに関しては,車速 40km/h,60km/h の 2 通りで直進走行(500m)させ,車両 6 分力特性(前後,左右,上下方向加速度,ロール,ピッチ,ヨー角度)および操舵角度を出力した.

表-1:路面性状

	ひび割れ(%,度)	わだち掘れ量(mm)		縦断凹凸量(mm	MCI	PSI
		最大値	平均値			
路面①	1.2	10.2	7.2	1.5	7.1	4
路面②	11.8	25.4	14.9	4	4.7	2.7

表-2:車両モデルの主要諸元

	車両重量(Kg)	ホイールベース(mm)	トレッド(前輪)(mm)	トレッド(後輪)(mm)	タイヤ半径(mm)
大型(3軸)	8440	7125	2065	1850	792
中型(2軸)	3470	4860	1795	1660	625
小型(2軸)	2170	2490	1395	1240	527

3.車両挙動解析

車両 6 分力特性各々の出力結果の絶対値の合計を取り,各路面の車両挙動の大小を比較した (表-3).また,各路面における操舵角度を図-1,2 に示す.

表-3:車両挙動大小比較(中型トラック:40km/h)

	Ax(m/s^2)	Ay(m/s^2)	Az(m/s^2)	ロール角(deg)	ピッチ角(deg)	ヨー角(deg)
路面①	32	69	696	189	378	50
路面②	58	150	1187	546	392	56

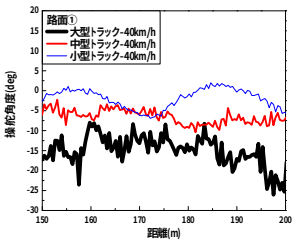

図-1:操舵角度(左図:路面①:150～200m 区間)

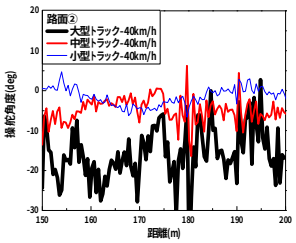

図-2:操舵角度(右図:路面②:150～200m 区間)

表-3 および図-1,2 より,路面②のほうが車両挙動および操舵角度を生じさせていることが分かる.

次に,各々の車両を 40km/h で走行させたときの上下方向加速度,および中型トラックを 40km/h,60km/h で走行させたときの上下方向加速度を図-3,4 に示す.

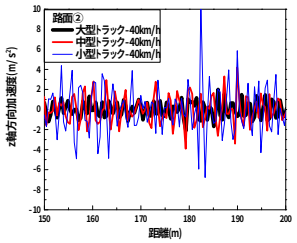

図-3:Az(路面②:車種別)

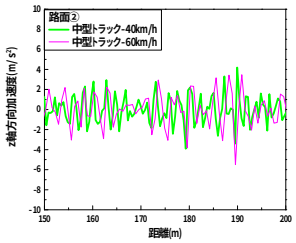

図-4:Az(路面②:車速別)

図-3 より,同じ路面であっても車種が異なれば車両挙動が変化することが言える.この傾向は特に,上下方向加速度,操舵角度において顕著に現れた.

車種が異なれば走行軌跡(トレッド,ホイールベースなど)も異なるため,適切な舗装管理の為には,縦横断形状,走行軌跡などを考慮した車両挙動及び操舵情報を表す路面指標の検討が必要であると考えられる.

また,図-4 より,車速は車両挙動の大きさには影響するが,車両挙動の変化という点では影響は少ないということが結果から言える.

キーワード　縦横断プロファイル，車両挙動，TruckSim
連絡先　〒112-8551　東京都文京区春日 1-13-27　中央大学理工学部道路研究室　ＴＥＬ03-3817-1796

4.車両挙動及び操舵情報を表す路面指標の検討

3次元の縦横断プロファイルを用いて，以下の車両挙動及び操舵情報を表す路面指標について検討した.

①走行軌跡の IRI

各車輪の走行軌跡の IRI を各々算出した.

車両モデルは TruckSim の Default(2 軸)を用い,車速40km/h で走行シミュレーションを行い,各車輪の走行軌跡の IRI を Road Ruf を用いて算出した(表-4).

表-4:走行軌跡の IRI 算出結果(路面②)

	L1(前輪左)	L2(後輪左)	R1(前輪右)	R2(後輪右)
IRI	5.01	3.42	2.36	2.45

表-4 より,走行軌跡の違いによって IRI が異なることが分かる.

②タイヤ走行位置付近における横断プロファイルのばらつき

①と同一条件下でシミュレーションを行い,左右方向加速度と横断プロファイルのばらつき(標準偏差)との比較を行った(図-5).

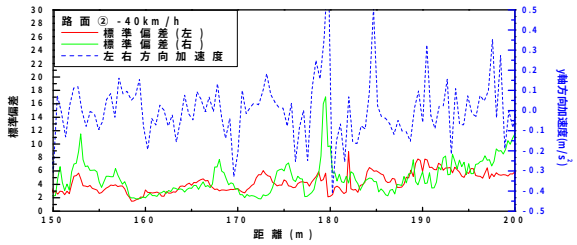

図-5:左右加速度比較(路面②:150～200m 区間)

図-5 より,横断プロファイルのばらつきが大きい場所においては左右方向加速度が大きくなる傾向が局所的に見られる.このことから,横断プロファイルのばらつきで左右方向加速度を表現できる可能性がある.

③前輪軸と後輪軸のなす角度

4 車輪の接地位置が同一平面状にない場合,前輪軸と後輪軸の間には図-6 で示すような角度θが生じる.

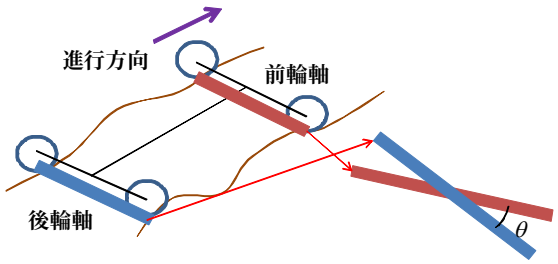

図-6:前輪軸と後輪軸のなす角度

角度θは図-7 の関係より，次式によって表わされる.

$$\theta = \tan^{-1}\frac{y}{x}$$

ここで, x :トレッド(mm), y :変位量(mm)

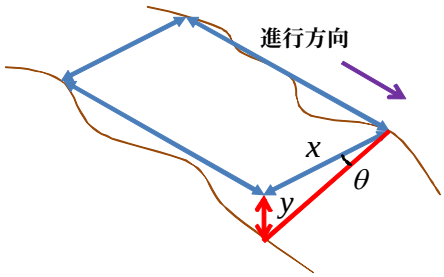

図-7:角度θの算出原理

①と同一条件下でシミュレーションを行い,操舵角度と角度θとの比較を行った(図-8,9).

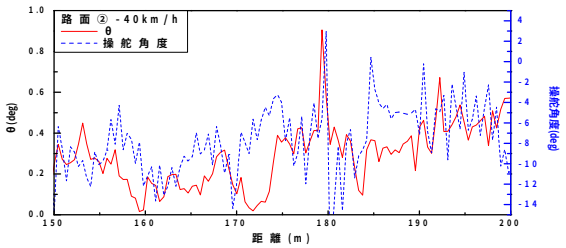

図-8:操舵角度比較(路面②:150～200m 区間)

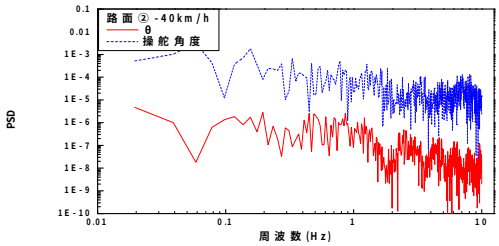

図-9:PSD 算出結果

図-8 より,θの波形と操舵角度の波形が類似する傾向が局所的に見られ,図-9 より,低周波における波形が類似しているため,ハンドル操舵の大まかな動きが角度θによって表現出来る可能性がある.

5.おわりに

・同じ路面であっても車種が異なれば走行軌跡が異なり,車両挙動も異なるため，縦横断形状,走行軌跡などを考慮した車両挙動及び操舵情報を表す路面指標の検討が必要であると考えられる.

・車両挙動及び操舵情報を表す路面指標を検討するのに 3 次元の縦横断プロファイルおよび TruckSim は有効であり,今後更なる検討が必要である.

参考文献

1) 川村彰:路面評価における CarSim の応用について ,CarSim/TruckSim/BikeSim User Conference 2007,CD-ROM,2007.

2) 関口英輔:自動車の乗り心地に影響を及ぼす路面の特性, ASPHALT Vol.43 No.206