

心拍を用いた舗装路面の走行快適性評価に関する研究

中央大学大学院
中央大学
中央大学

学生会員
正会員
フェロー会員

○神谷 宗
前川 亮太
姫野 賢治

1. 背景と目的

現在の道路の維持管理においては、意思決定が管理者側の都合によって行われ、利用者は与えられた道路を利用するしかない。しかし、利用者に与える影響を定量的に示す指標があるならば、それは両者にとって有益であるといえるのではないか。

本研究では、再現性が確認されたドライビングシミュレータ（以下DS）と心拍計を使用し、様々な路面から受ける車両挙動によって心拍データがどのような変化をしていくかを評価し、路面性状と実際に利用者が路面性状から受ける影響を定量的に示すことを目的としている。

2. 心拍による評価法

心電図には、心筋が収縮するときの一連の電気活動が現れる。P波、Q波、R波、S波、T波と名づけられた心電図波形成分のうち、一般的に解析によく用いられるのが、血液を左心室から大動脈に送り出す際に生じるR波である。このR波と次のR波の間隔をR-R間隔と呼ぶ。人が精神的負荷を受ける時、その負荷に抵抗しようとして、心臓交感神経が亢進し心拍数が上昇する。そして、それに伴いR-R間隔が短縮される。これを利用し、路面走行時のR-R間隔の変動を時系列で示すことで、車両の振動により精神的負荷をどのように感じているかを評価する。

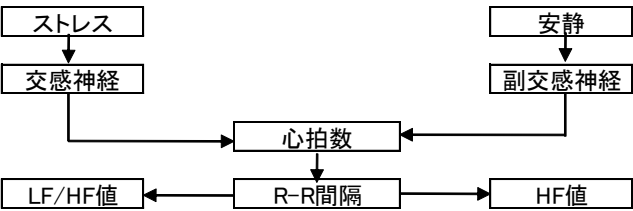


図-1 R-R間隔とストレスの関係

3. 実験条件を以下に示す

- 道路は全て直線道路
- IRIの異なる4パターンの仮想プロファイルを使用 (IRI4, 8, 12, 16mm/m)
- 走行速度：40km/h
- 助手席に座った被験者の心拍を測定
- 測定時間は20分
- 被験者は測定時に耳栓、アイマスクを着用
- 被験者は5人で、1人2回測定

- 測定は1人1日1回に固定（連続した測定による慣れや疲労を防ぐため）
- 心拍計は、Polar Electro社のRS800CXを使用

4. 実験結果

4.1 実験ケース①結果

ケース①：振動区間が常に継続して入力されているプロファイルを使用して実験を行った。使用した路面の波形例は図-3の通りである。



図-2 ケース①使用路面概要

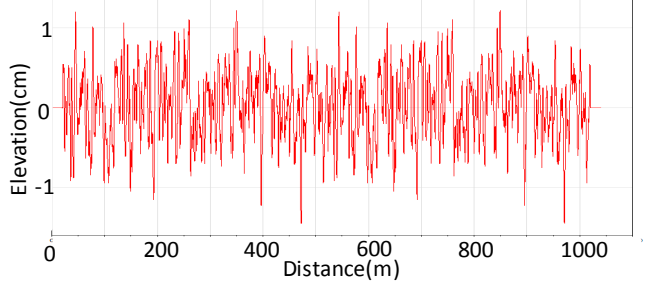


図-3 ケース①入力プロファイル波形（例）

下図は被験者1名のR-R間隔値の平均値(50秒毎)を示したものである。

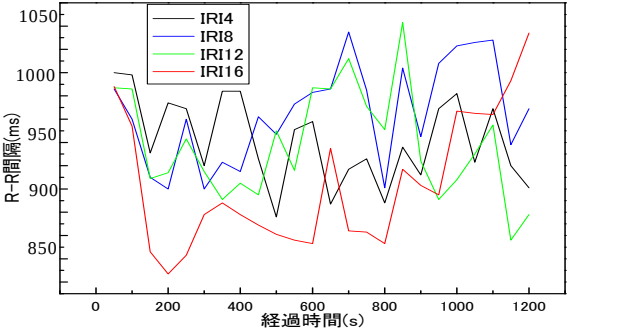


図-4 R-R間隔の平均値(50秒毎)のIRIごとの比較

図-4からわかるように、振動開始である120秒付近からどのIRIでも値が低下している。またIRIが大きくなるにつれR-R間隔の変化量が大きくなっている。特にIRI16では大きく変化している。しかし800秒付近からは、どのIRIにおいても値は上昇した。

キーワード ドライビングシミュレータ, IRI, 走行快適性, 心拍

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部環境学科道路研究室 TEL 03-3817-1796

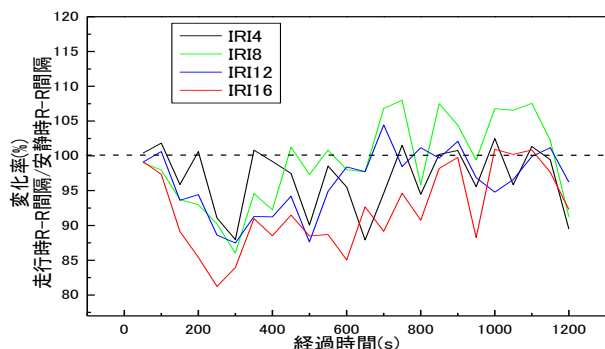


図-5 安静時からの変化率の IRI ごとの比較

図-5 は、安静時の R-R 間隔値を 100%とした時の走行時の R-R 間隔値の変化率であり、5名の被験者の変化率の平均を示した図である。変化率は、【走行時 R-R 間隔値/安静時 R-R 間隔値×100】で求めている。図-4と同様に 120 秒付近で大きく変化し、IRI が大きくなるほど変化率も大きくなっている。後半部分ではどの IRI でも走行時の R-R 間隔は安静時の値に近づいている。

4. 2 実験ケース②結果

ケース②：実験ケース①において、最初の振動開始直後に R-R 間隔に大きな変化がみられた点に着目して、振動開始(再開)点が多く存在する路面プロファイルを新たに作成した。振動区間の途中にフラット路面が9つ挿入されたプロファイルを使用して実験を行った。使用した路面の波形例は図-7の通りである。

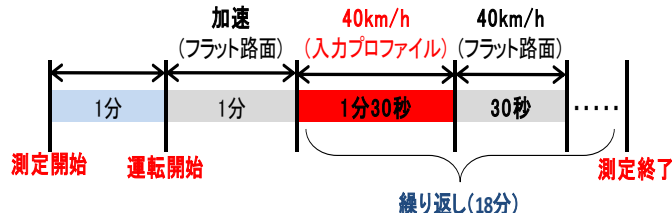


図-6 ケース②使用路面概要

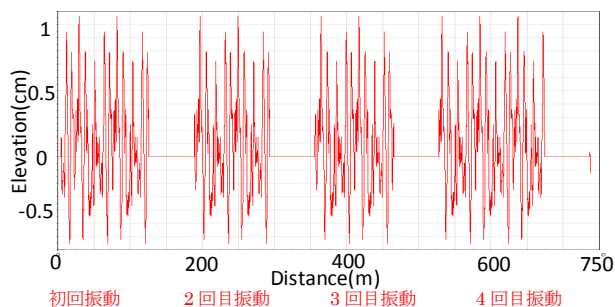


図-7 ケース②入力プロファイル波形(例)

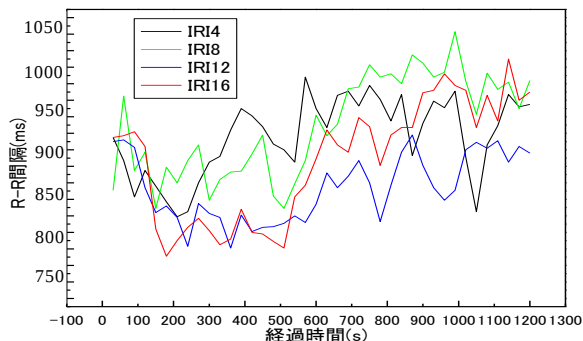


図-8 R-R 間隔の平均値(30 秒毎)の IRI ごとの比較

図-8 は、被験者 1 名の R-R 間隔値の平均値(30 秒毎)を示したものである。ケース①と同様に最初の振動開始である 120 秒付近から値が低下していることがわかる。IRI12, IRI16 では特に大きく変化している。2 回目の振動開始点である 240 秒付近、3 回目の振動開始点である 360 秒付近では、依然と低い値が継続してみられたが、最初の振動開始でみられたような、大きな変化はみられない。後半部分ではどの IRI でも値は上昇している。

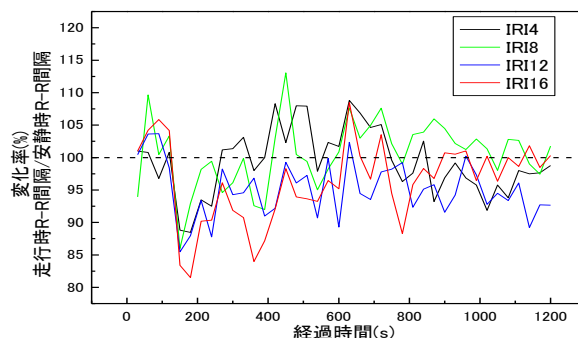


図-9 安静時からの変化率の IRI ごとの比較

図-9 は、図-5 と同様に安静時の R-R 間隔を 100%とした時の走行時の R-R 間隔の変化率であり、5名の被験者の変化率の平均を示した図である。最初の振動開始点である 120 秒付近では、各 IRI で安静時とは大きな差がみられた。また、IRI16 では、最も大きな変化率を示した。2 回目の振動開始点(240 秒付近)やそれ以降の振動開始点に起因する大きな変化はみられない。600 秒付近からは、IRI ごとに多少の差はあるものの、どの IRI でも安静時に近い値となってきている。

5. まとめ・考察

- ・使用する路面の IRI が異なると、振動開始直後である 120 秒～500 秒付近までは、R-R 間隔の変動に違いが表れる。IRI が大きくなるほど、R-R 間隔にも大きな変化がみられ、路面性状と R-R 間隔には関連性がみられる。

- ・一定の振動を連続して発生させると IRI の大きさに関係なく、振動開始から 700 秒～800 秒で精神的負荷をあまり感じなくなっていく。考えられる 1 つの要因としては、振動への慣れが挙げられる。

- ・フラット路面を用いて振動を不連続にした場合も、IRI の大きさに関係なく、振動開始から 700～800 秒で精神的負荷をあまり感じなくなっていく。こちらも中断前の振動への慣れというものが 1 つの要因として考えられる。

参考文献

1) 磯崎大輔：脳波を用いた舗装路面の走行快適性評価に関する研究，土木学会第 66 回年次学術講演会概要集，pp831-832，2011