

IV-75

路面の凹凸が車の振動乗心地に及ぼす影響の最適評価について

函館工業高専 正員 川村 彰
北海道大学 正員 加来照俊

1. はじめに

本研究は、主として人間の振動乗心地に影響を及ぼす路面の凹凸評価手法に関して、信頼性理論及び非線形計画法を導入し、車の運動の数学的モデルのシミュレーションにより検討を行なったものである。

2. 車の振動乗心地と路面の凹凸の評価基準

路面の凹凸が車の乗員に及ぼす振動の乗心地評価基準としては従来よりいくつか提案されているが、後に示す路面の凹凸評価基準との相関性を考慮して図-1に示すISO（国際標準化機構）による評価基準をここでは用いることとする。この基準は、振動の方向・暴露時間及び振動数を考慮し、人間の振動に対する忍限度ごとに等感度曲線を求めており、垂直方向振動に関しては、4~8 Hzが人間の乗心地に敏感な周波数としている。これに対し、路面の評価基準としては、路面の波状性質を統計的に整理して同じくISOより評価基準が提案されており、図-2で示されるように路面周波数ごとのパワースペクトルにより路面の凹凸を分類し評価している。

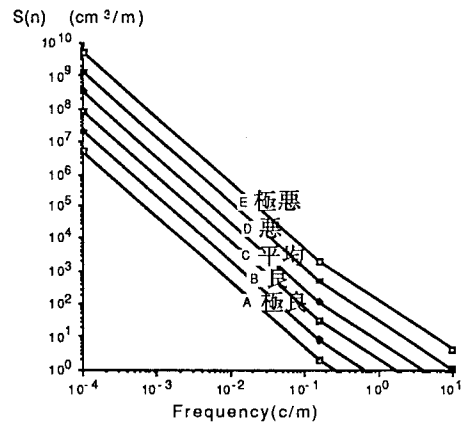


図-1 路面の凹凸スペクトル表示

3. 振動乗心地と路面の凹凸との相関性

2で示した基準相互の関係は、車の数学的モデルによるシミュレーションにより理論的にある程度把握できる。ばね-ダッシュポットで構成される車の2自由度モデルにより求められた上下方向振動加速度に対し、振動の暴露基準ごとの等感度曲線に到達する時の路面の凹凸区分との相関について表-1に示す。表より、振動の評価対象と路面の凹凸区分との相関の概要が示される結果となっている。

(1) 信頼性理論による検討

構造物の設計等に用いられる信頼性理論を用いると不規則過程が与えられたレベルを超過する平均回数が確率的に求められる。すなわち、 $x(t)$ が平均値ゼロの正規分布を持つ定常ガウス過程の時、或値 a を $x(t)$ 上向きに通過する単位時間あたりの発生率 r 、及びサンプル時間 T 内に、 $x(t)$ の極大値が発生する期待値 $E[x(t)_{\max}]$ は、それ

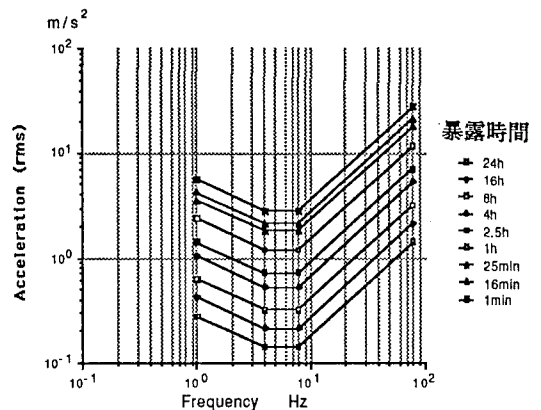


図-2 上下方向振動加速度等感度曲線

$$v = \frac{\sigma_x}{2\pi\sigma_x} \exp\left\{\frac{1}{2\pi}\left(\frac{a}{\sigma_x}\right)^2\right\} \dots\dots(1)$$

$$E[x(t)_{\max}] = \left(\sqrt{2\ln vT} + \gamma/\sqrt{2\ln vT}\right)\sigma_x \dots\dots(2)$$

それぞれで表される。

(γ は、オイラー定数 ($\gamma = 0.5772..$) である。)

上式により、 $x(t)$ を前に示したシミュレーションにより求められた車の振動加速度とし、 a を対象とする振動乗心地基準とすることにより、確率論的に路面の凹凸が車の振動乗心地に及ぼす影響を把握できることになる。図-3に車の走行速度ごとに得られた路面の凹凸パワースペクトルと車の上下方向振動加速度とのシミュレーション結果を示す。

(2) SUMT法 (Sequential Unconstrained Minimization Technique)による検討

現実における車の振動乗心地には、車の走行速度、路面の凹凸の程度、人間の振動に対する耐限度等の制約条件が存在することから、信頼性理論を実用化するために目的関数を $x(t) - E[x(t)]$

$\max$ 、パラメータを車の走行速度、路面周波数及び路面の凹凸パワースペクトルとし、SUMT法を用いて最適化を行なった。振動の暴露基準ごとに最適化を計った結果を表-2に示す。最適化には車の走行速度に比して路面の凹凸パワースペクトル、車の路面周波数の影響が大きいことが示された。

4. さいごに

本研究は信頼性理論を基に非線形計画法の解法問題に路面の凹凸が車の振動乗心地に与える影響評価を置き換えて考察を行なったものであり、本研究をさらに進めていくにあたり、評価指標、車のシミュレーション等について検討を行なう予定である。

表-1 暴露基準による道路区分

暴露時間	暴露基準		
	不快域	疲労作業 減退域	耐久限界域
1 min	B	D	E
16 min	B	D	E
25 min	B	C	D
1 h	A	B	D
2.5 h	A	B	C
4 h	A	B	C
8 h	A	A	B
16 h	A	A	A
24 h	A	A	A

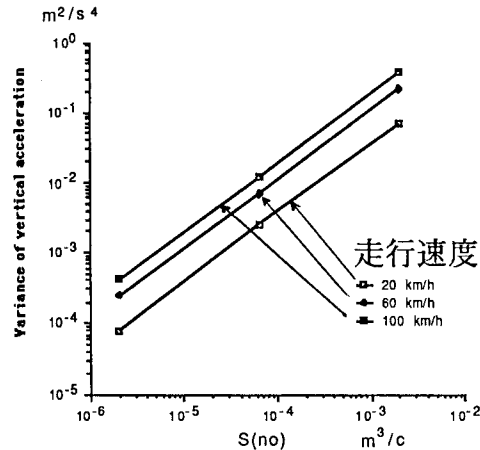


図-3 路面の凹凸と車の振動加速度

表-2 速度、 $S(\text{no})$ 、路面周波数の最適化

暴露時間	$S(\text{no})$	周波数 (rad/s)	速度(m/s)
1 min	0.00205	25.13	22.22
16 min	0.00205	25.13	22.22
25 min	0.00108	8.75	13.88
1 h	0.00111	9.85	13.88
2.5 h	0.00118	11.63	13.88
4 h	0.00125	12.96	13.88
8 h	0.00129	15.72	13.88
16 h	0.00584	15.72	13.88
24 h	0.00088	20.04	13.88