

金沢工業大学 正会員 ○本田 秀行
 金沢大学工学部 正会員 梶川 康男
 金沢大学工学部 正会員 小堀 為雄

1. まえがき 走行自動車による道路橋の動的応答解析にあたり、自動車振動の主な原因は橋面凹凸であるとされている。そして、橋梁の動的応答量は定常、あるいは非定常応答解析とも橋面凹凸のパワースペクトル密度の平方根に比例することが報告されていることから、橋面凹凸の特性は動的応答解析の重要なパラメータとなる。しかし、自動車の乗心地や走行性に関する研究から、路面凹凸の調査報告は比較的多いが、橋面凹凸に関する調査はほとんど行われていない現状である。そこで、本研究では、橋面凹凸の特性を把握し、あわせて走行自動車による道路橋の動的応答解析の一資料を提供するために基礎的な調査を行なった。

2. 調査手法 対象とした橋梁は、交通量や幅員から調査可能な北陸三県の主に国道と県道に架設されている84橋をピックアップして調査を行なった。路面凹凸の測定方法は各種考案されているが、本研究では調査が簡単で、しかも精度の点から比較的信頼性の高いレベル測量による凹凸値を測定した。写真-1はその測定風景を示している。すなわち、測定点は橋軸と直角方向に対して、自動車の通過頻度が比較的高いセンターラインから0.5m、あるいは2.0mを選び、それぞれ橋軸方向に10cm間隔で測定した。

3. データ解析 路面凹凸の特性については、路面を平均値0の定常ランダムガウス過程とみなして、不規則振動論からパワースペクトル密度で表わす方法が一般的である。いま、路面凹凸のパワースペクトル密度を $S_f(\Omega)$ とすると、一般に $S_f(\Omega)$ は次式のように指数関数に近似される。

$$S_f(\Omega) = a \Omega^{-m} \quad (1)$$

ここに、 Ω は路面の周波数を、 a は路面の粗さを表わす平滑度パラメータを、 m は周波数によるパワーの分布を表わすべき指数をそれぞれ示している。

橋面凹凸については、レベルによる凹凸の読取り値から縦断の放物線勾配を差引き、最大エントロピー法(MEM)によってパワースペクトル密度を求めた。

4. 調査結果および考察 図-1から図-4は各橋梁形式における橋面凹凸のパワースペクトル密度を示している。横軸は凹凸の周波数を、縦軸はパワースペクトル密度を示している。図中の実線と点線はセンターラインから0.5m



写真-1 測定風景

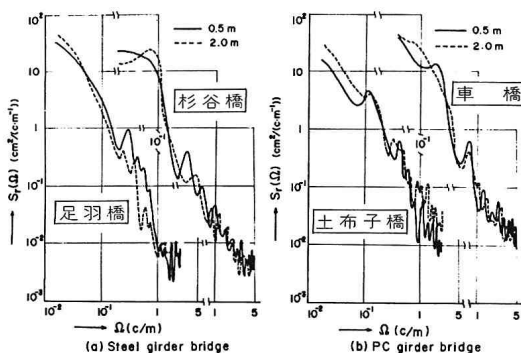


図-1 単純桁橋

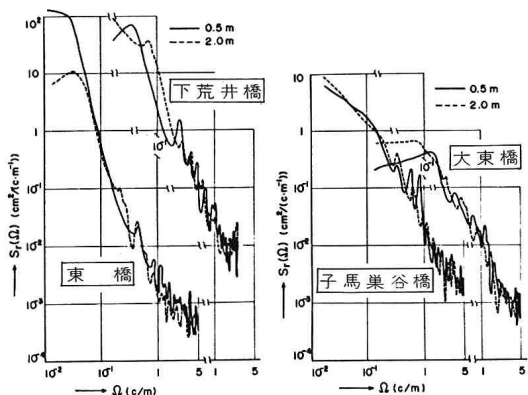


図-2 トラス橋

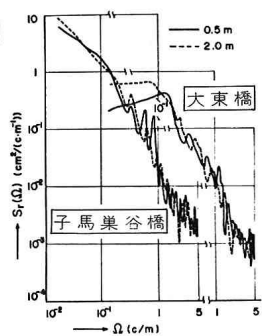


図-3 ランガー桁橋

および2.0 m地点での計算結果を示している。これらの図から、①橋面凹凸は路面凹凸と同様に解析でき、さらに橋面凹凸のパワースペクトル密度も一般道路と同じく式(1)のように路面の周波数と指数関係があると言える。②単純支持の橋梁では、 Ω がある値以下において、 $S_r(\Omega)$ を一定と考えてもよいように思える。③同じ橋梁形式でも $S_r(\Omega)$ は非常に変動し、また各橋梁形式の $S_r(\Omega)$ のパターンもさまざまであることから、 $S_r(\Omega)$ による各橋梁形式の分類は困難のようである。④最大エントロピー法は分解能や安定性の点で優れており、高速フーリエ変換法(FFT)よりも良い結果を得る¹⁾。図-5は各橋梁形式および舗装別による n と a 値の関係を示している。図中のA.P.はアスファルト舗装を、C.P.はコンクリート舗装を示している。

n と a 値の関係は、相関係数が $\rho=0.239$ となり、無相関である。すなわち、 n と a 値は互いに独立に取り扱ってもよいことを示している。また、この図から、各橋梁形式および舗装別による n と a 値のグループ分けは困難である。図-6は n の分布を示している。橋梁全体(Whole)では正規分布に近似できそうであり、全体の平均値は $\bar{n}=1.94$ を得た。図中の点線は橋梁全体における確率密度の面積と等価になるように求めた理論正規分布を示している。また、橋梁をガーター系と非ガーター系に分けた場合、双方ともそれぞれ正規分布に近似できそうである。図-7は a の分布を示している。橋梁全体での平均値は $\bar{a}=0.0167$ となり、全体では指数分布に近似できそうである。すなわち、非常に悪い橋面は少なく、調査を多く行なえば、普通、あるいは良好な橋面が多くなることを意味していると思われる。また、ガーター系および非ガーター系とも指数分布に近似できそうである。表-1は橋梁をガーター系と非ガーター系に分けた場合、あるいは全橋梁における a と n 値双方の平均値を舗装別に表示したものである。ISOの規格案では、 $\Omega=1/2\pi$ のときのパワースペクトル密度の値によって路面状態を分類している。図-8はこの $S_r(\Omega=1/2\pi)$ と a 値との関係を示している。図中の記号は

表-1 構造形式および舗装別による a と n の平均値

	Pavement	Total	$\bar{a}$ (cm ² /m ²)		$\bar{n}$	
① Girder	Asphalt	28	0.0137	0.0159	2.10	1.92
	Concrete	32	0.0172		1.75	
② Non-girder	Asphalt	18	0.0145	0.0179	1.98	1.96
	Concrete	6	0.0209		1.90	
③ Whole	Asphalt	46	0.0141	0.0167	2.04	1.94
	Concrete	38	0.0195		1.84	

図-5と同様である。図中、縦軸の点線はISOの規格案を示している。また、横軸 a の点線は、 n の平均値1.94を用いて、ISOの規格案に相当する a 値を式(1)から求めたものである。この図から、 a の値が調査によってわかれば橋面凹凸の状態を知ることができる。最後に、多くの橋面調査と膨大なデータ解析に協力してくれた金沢工業大学土木工学部橋梁研究室の学生諸氏に感謝いたします。

参考文献 1) 本田・小堀：橋面凹凸のパワースペクトル密度に関する調査的研究、土木学会中部支部研究発表会講演要旨集、I-1, pp.1~2, 1980年2月。

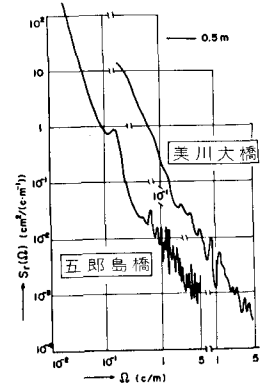


図-4 連続桁橋

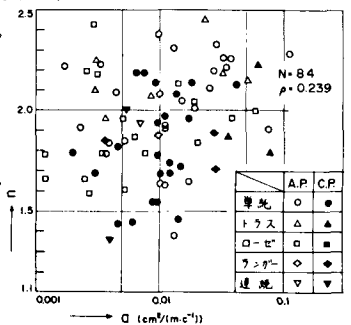


図-5 n と a 値の関係

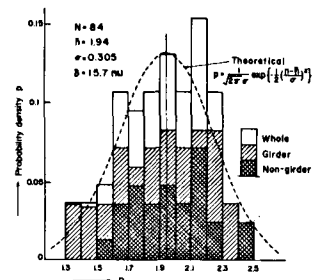


図-6 n の分布

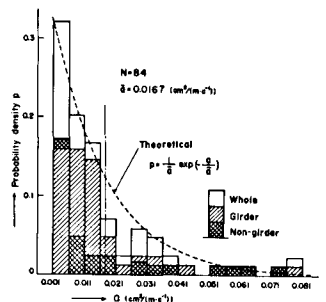


図-7 a の分布

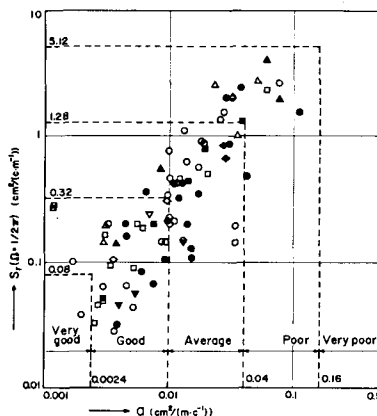


図-8 a 値による橋面の各カテゴリ