

金沢工業大学 正 員 ○本田 秀行

金沢大学工学部 正 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おいて, 自動車振動の主原因は橋面凹凸であると考えられている。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からの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非常に少ない。そこで, 本研究では, 橋面凹凸の特性を把握し, あわせて道路橋の動的応答解析の資料を提供するために基礎的な調査を行なった。

2. 調査方法. 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おもに国道と県道に架設されている約50橋をピックアップした。路面凹凸の測定は, プロフェルメーターや非接触型光学計(OCS system), あるいは伝達関数が既知の自動車を走行させる方法など各種考えられている。しかし, 本研究では, 原始的な方法であるが, 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って凹凸値を測定した。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約0.5 mと2.0 mを選び, それぞれ橋軸方向に10 cm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の定常ランダムな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。パワースペクトル密度の推定には, ①Blackman-Tukey法, ②高速フーリエ変換法(FFT), ③最大エントロピー法(MEM)があるが, 説明は割愛する。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。ここに,

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

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, n は周波数によるパワーの分布を表わす指数をそれぞれ示している。自動車の走行速度を一定にすると, $\omega = 2\pi\Omega V$, および波長 $\lambda = 1/\Omega$ の関係がある。なお, レベル測量では橋面凹凸値のほかは橋梁の縦断勾配やキャンバーも同時に測定され, 橋面凹

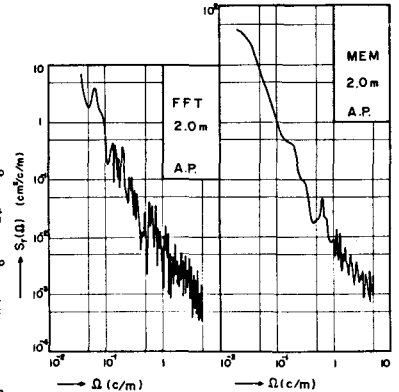


図-1. 単線合成桁橋(実測値)

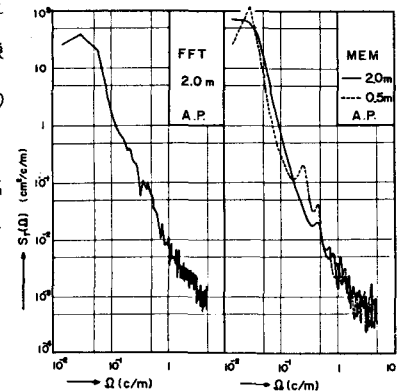


図-2. トラス橋(実測値)

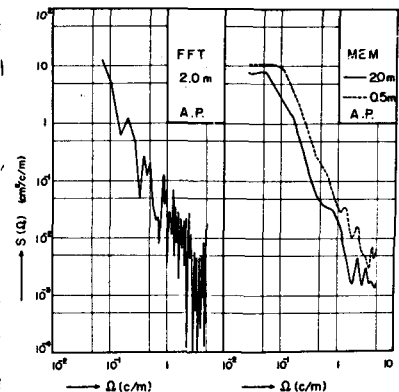


図-3. ロ-ギ橋(実測値)

凸の平均値が時間に比例して変わるためにデータ解析が不都合となる。そこで、本研究では、いわゆるトレッドを含んだ凹凸値を定常ガウス過程とするため、最小2乗法を用いて最適な縦断勾配を推定して、凹凸値との差をデータとして解析している。

4. 調査結果および考察. 図-1から図-5に各形式橋梁における橋面凹凸のパワースペクトル密度の実測結果を示す。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FFTは高速フーリエ変換法を、MEMは最大エントロピー法による結果である。また実線と点線はセンターラインから2.0 mおよび0.5 mを、A.P.はアスファルト舗装を、C.P.はコンクリート舗装をそれぞれ示している。図-1から図-5で、①橋面凹凸は路面凹凸と同様に解析ができ、式(1)の指数関数に近似できる。②各橋梁形式によって、 $S_r(\Omega)$ は変動する。③MEMは分解能や安定性の点でFFTより優れていることがわかる。図-6に n と α の関係を示す。相関係数 $\rho = -0.145$ で無相関であり、また、橋梁形式および舗装別にグループ分けは困難である。図-7と図-8に n および α のヒストグラムを示す。 n は正規分布に、 α は指数分布に近似できる。図中の点線はヒストグラムの面積と等価に換算した理論分布を示している。

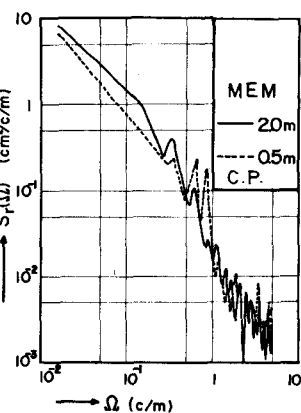


図-4. ランガー橋(実測値)

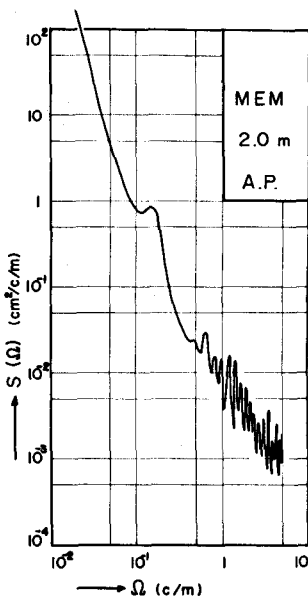
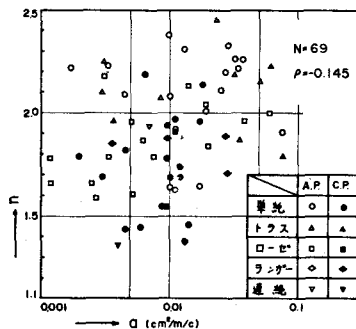
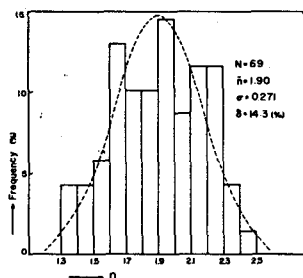
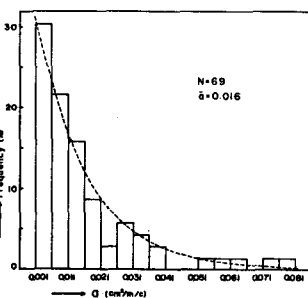
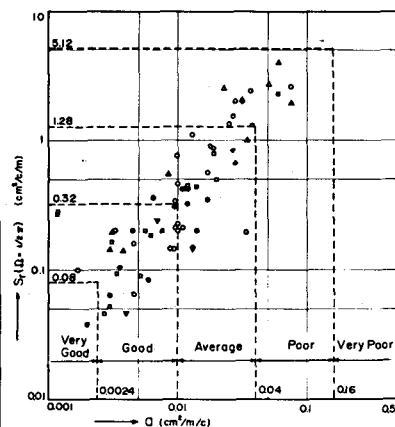


図-5. 三径連続鋼橋(実測値)

図-6. n と α の関係図-7. n の分布図-8. α の分布図-9. α 値による橋面の各カテゴリ

ISOの規格案では、 $\Omega = \frac{1}{2}\pi$ の値をもって路面状態を分類している。図-9はこの $S_r(\Omega = \frac{1}{2}\pi)$ と α の関係を示す。図中の記号は図-6と同様である。図中、縦軸の点線はISOの規格案を示す。また、横軸 α の点線は、 n の平均値1.90を用いて、ISOの規格案に相当する α を式(1)から求めたものである。この図から、 α 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、調査と膨大なデータ解析に協力してくれた中村守君、高野弘和君、桑原秀之君をはじめ、卒研の学生諸君に感謝の意を表する。