

道路橋の路面性状に関する数値データベースについて

金沢大学 正会員 梶川 康男
金沢工業大学 正会員 本田 秀行

1. まえがき 道路橋の振動原因の1つである路面性状に関して、伸縮装置部における段差と橋軸方向の路面凹凸に対して昭和50年から継続して調査を行ってきた。その一部はすでに報告^{1),2)}してきた。路面性状の定量的な把握は衝撃・疲労・利用者の振動感覚の問題のほか、近年では高架橋付近の地盤振動・低周波空気振動などの問題として維持管理の問題として重要となり、データの蓄積が必要である。また、諸外国^{3),4)}においてもこれらの確率統計的把握が必要であることが強調されている。われわれの行った測量用ポールとレベルを用いた“人海戦術”測定法は国を選ばず地域も選ばずどこでも可能であり、すでに全国あちこちで測定されている。そこで、データの公表・交換及び蓄積が今後必要であり、ここに測定法とデータの整理の書式について提案するものである。

2. 伸縮装置部の凹凸調査とデータ整理 伸縮装置部の凹凸測定には図-1のような3mの直線定規とスケールあるいはノギスを用いるが、測量用レベルによってもよい。測定位置はセンターラインから0.5mか2m位置とするが、わだち掘れが著しい箇所があるときは、その位置も測定するのが望ましい。そして、測定間隔は5cmか10cmとする。その凹凸値は図-2に示すように最初と最後の測定線を結んだ線を基準線とし、その基準線からの凹凸の最大値(y_{max})と基準線に平行な平均値線からの標準偏差値(σ_y)を凹凸の評価値とする。なお、調査項目はつぎの通りである。

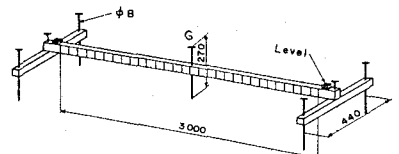
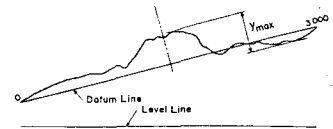


図-1 伸縮装置部凹凸の測定機

図-2 最大凹凸値 y_{max} の読取方法

①測定データ番号/②橋名/③橋梁形式/④橋格/⑤橋長/⑥幅員/⑦測定位置のセンターラインからの距離/⑧舗装種別(アスファルト, コンクリート)/⑨床版材料(鋼床版, RC床版)/⑩床版支持構造(主桁, 縦桁, 床版橋)/⑪架設年月/⑫調査年月/⑬測定間隔/⑭測定データ数/⑮通過交通量/⑯特記事項(冬期のチェーンやスパイクタイヤの装着など)/⑰測定継手前後の支間割/⑱継手下の下部構造(橋台, 橋脚)/⑲継手の形式(鋼製フリンガー, 鋼製重合せ, ゴム製, 盲目・オーバーレイ, その他)/⑳凹凸パターン(へ, う, む)/㉑最大凹凸値 y_{max} /㉒標準偏差 σ_y /㉓測定数値データ(個々のデータはコンマで区切るものとする)。【各項目は記号(/)で区切ること。】

3. 縦断方向の路面凹凸調査とデータ整理 路面凹凸の測定には測量用レベルを用いるのを原則とするが、他の計器による場合も同様の調査・整理を行うものとする。測定位置はセンターラインから0.5mか2m位置とし、測定間隔は10cmとする。ただし、測量時の交通状況や橋面状態から考えて粗くする場合、50cmまでとする。なお、路面凹凸に対する調査項目はつぎの通りとする。

①～⑬は伸縮装置部と同じ/⑭橋梁の支間割/⑮格間長・対傾横間隔/⑯縦断勾配/⑰平滑度パラメーターAの値/⑱指数nの値/㉒ $\Omega=0.05\%$ でのスペクトル値/㉓測定数値データ/。

ここで、路面のパワースペクトル密度は次式で示されるものとする。

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

ここに、 Ω は路面周波数、 a は路面の平坦性を表す平滑度パラメーター、 n は周波数によるパワーの分布を示す指数である。

橋梁の路面をレベルで測定すると縦断勾配も同時に測定される。そのため、従来、勾配を仮定してその成分を除去していたが、スペクトル解析に用いる方法が最大エントロピー法であれば長周期成分も解析できることから今回、除去したものと除去しないものを比較した結果、図-3に示すように凹凸の周波数が約0.05 1/m以下では両者は大きく異なるが、それ以上、すなわち橋梁の振動解析に影響する1~20mの周期の凹凸のスペクトルはほぼ一致することがわかった。そこで、縦断に影響されない0.05 1/m以上のスペクトル値を用いて、式(1)に対する回帰を最小二乗法によって行い、平滑度パラメーター a と指数 n を求めることとする。過去の実測¹⁾によると a は0.001~0.06 cm³/1/mに分布し(平均約0.011 cm³/1/m)、 n は1.3~2.5(平均2.0)である。図-4は実測結果¹⁾とISOの評価基準⁵⁾を参考にして、橋梁の路面状態を分類したものである。この図を用いて道路橋の路面管理も可能である。また、最大エントロピー法で用いる予測誤差フィルターの項数についてはデータを N 個とするとき、一般に $2 \sim 3 \sqrt{N}$ が適しているといわれているが $2.0\sqrt{N}$ と $2.5\sqrt{N}$ を用いた結果を比較してみるとほとんどスペクトルの形状に変化がないことから $2\sqrt{N}$ を用いるものとする。なお、FFTによる解析では高周波数領域でやや不安定なスペクトルとなるが全体としての傾向を把握することはできる。

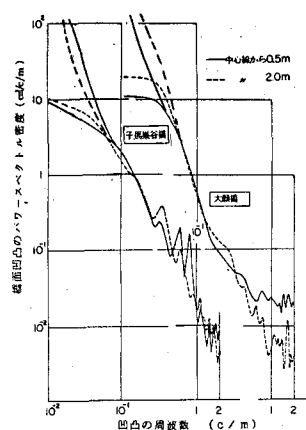


図-3 橋面凹凸のパワースペクトル密度の一例¹⁾

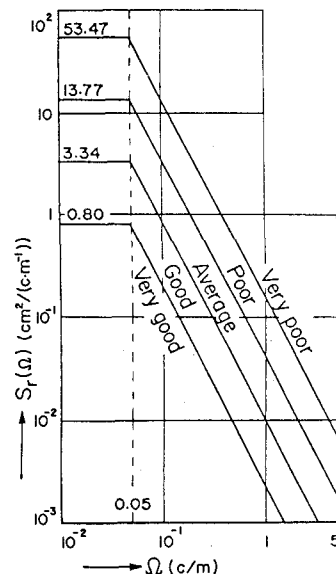


図-4 凹凸スペクトルからの橋面状態の分類

4. あとがき 筆者らは文献^{1),2)}において北陸地方の橋梁についての調査結果を報告してきたが、北陸では降雪時のチェーンやスパイクタイヤの装着によって路面の損傷は著しく、路面凹凸の実態には地域性がかなりあるように考えられる。このような観点からも、橋梁の動的応答問題・環境問題などの解決策を探る上にも路面性状の数値データベースが必要であり、ここにその測定方法・整理方法の書式案を提案した。これに基づいてデータの収集・蓄積を行い、公表していくつもりである。

＜参考文献＞

- 1) 本田城戸・梶川小堀：道路橋の路面凹凸パワースペクトル密度に関する調査，土木学会論文報告集第315号，pp.149-155，1981。
- 2) 本田・梶川小堀：道路橋の伸縮装置部の凹凸性状，土木学会論文報告集第324号，pp.173-176，1982。
- 3) Committee: Bridge Loading: Research Needed, Proc. of ASCE, Vol.108, No. ST 5, pp.1012-1020, 1982。
- 4) Wheeler J.E.: Bridge Dynamics in a Limit State Design Concept, Technical Report No.24, Main Roads Dept. Western Australia, 1981。
- 5) "BSI Proposals for Generalized Road Inputs to Vehicles", ISO/TC108/WG9, Document No.5, 1972。
- 6) Honda H. et.al.: Spectra of Road Surface Roughness on Bridges, Proc. of ASCE, Vol.108, No. ST9, pp.1956-1966, 1982。