

耐荷力評価を行うための応力頻度測定手法に関する提案

第一技研コンサルタント 正会員 ○小寺 徹
 第一技研コンサルタント 正会員 古市 亨
 第一技研コンサルタント 正会員 村上 郷太
 東洋技研コンサルタント 前田 和夫

1. 目的

道路構造令および車両構造令の改訂に伴い、貨物輸送の効率化、国際物流の円滑化に資するために、全国各地でその整備に取り組んでいる。既設橋梁の主桁・主構については「既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)」に従って補強要否判定を行い、補強が必要な橋梁に対しては補強工事を実施することとなっている。実施要領案では、①損傷の有・無、②断面力による評価（照査Ⅰ）、③応力度による評価（照査Ⅱ）の順で照査を行い、応力度による照査の段階でも耐荷力を有していない場合には、④72時間連続応力頻度測定を実施し、その最大発生応力度（ピークバレーデータ）を用いて補強要否の最終判定を行うこととなっている。よって、現場で実施される応力頻度測定結果の信頼性は耐荷力評価に大きな影響を及ぼすこととなる。

応力頻度測定は「応力頻度測定要領(案)」(以下、要領案)を順守し、計測計画の作成、72時間連続計測の実施、データ整理、等を行うが、詳細な計測手法については技術者の判断に委ねられている。

本論では、応力頻度測定時に大きな影響を及ぼす可能性がある温度ドリフトとノイズ（車両無線、電氣的ノイズ）に着目し、その補正・確認を行うための手法を提案するものである。

2. 応力頻度測定結果を用いた耐荷力照査方法

実施要領案に示す耐荷力照査フローにおいて最終段階で行う応力頻度測定結果を用いた耐荷力照査方法を式-1に示すが、実態に即した応力頻度測定結果($\sigma_{\max}$)を用いて評価を行うこととなっている。

$$\sigma_a - \sigma_d \geq \sigma_{\max} : \text{耐荷力有り}、\sigma_a - \sigma_d < \sigma_{\max} : \text{要補強検討} \quad (\text{式-1})$$

式中、 σ_a ：許容応力度、 σ_d ：設計死荷重応力度、 $\sigma_{\max}$ ：応力頻度測定による最大発生応力度

3. 要領案に示されている応力頻度測定実施上の問題点

要領案では、応力頻度測定を実施する場合には、以下の5項目に注意するように示されている。

- (1)部材損傷の影響、(2)ノイズ(車両無線等)の影響、(3)高電圧の添架物の影響、
- (4)フールスケールの設定、(5)温度変化による影響（温度ドリフト影響）

4. 実際の応力頻度測定による事例

実際に鋼鈑桁橋の主桁下フランジの応力頻度測定を行い、採取した頻度分布を図-1、図-2に示す。一般的なピークバレー法の頻度分布は発生応力度の正負の境界位置で回数が最大値を示すが、図-1に示す橋梁では回数の最大位置は -8.7 N/mm^2 の位置にドリフトしており、この実測値 49.3 N/mm^2 を最大発生応力度として式-1の評価を行えば 8.7 N/mm^2 だけ、危険側の評価を行うこととなる。図-2の頻度分布は、 58.0 N/mm^2 までは、なめらかな分布を示しているが、 89.8 N/mm^2 と突出したの応力の発生が確認されている。

これらの事例は前章に示す5項目のうち、図-1は(5)温度変化による影響、図-2は(2)ノイズの影響の可能性が高いと考えられるため、その補正を行うための計測方法を検討することとした。

5. 提案する計測方法と補正手法

温度ドリフトおよびノイズ影響を補正・確認する方法として、以下の手法を提案する。

- ① 一般的には1日毎にデータを保存しているが、1日単位の温度ドリフト影響を最小限に抑えるため、現状の測定機器の性能を考慮して、データの保存は3時間単位で行うこととする。

キーワード 応力頻度測定、耐荷力評価、温度ドリフト、電氣的ノイズ、トリガー、補正

連絡先 〒556-0005 大阪府大阪市浪速区日本橋4-5-21 第一技研コンサルタント(株) TEL06-6645-4752

- ② 温度ドリフトの影響を補正するため、図-1に示すように実測値(49.3N/mm^2)に回数の最大値位置と正負の境界位置とのドリフト量(8.7N/mm^2)を補正した採用値(58.0N/mm^2)を最大発生応力度とする。

- ③ ノイズの影響か一般走行車両による実際の発生応力であるかを判断するために、一定以上の応力が発生した場合にその応力波形（事象波形）を保存する機能を有

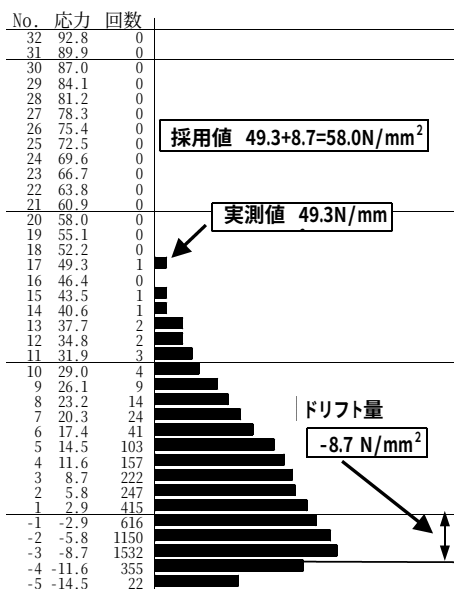


図-1 温度ドリフトの影響がある頻度分布

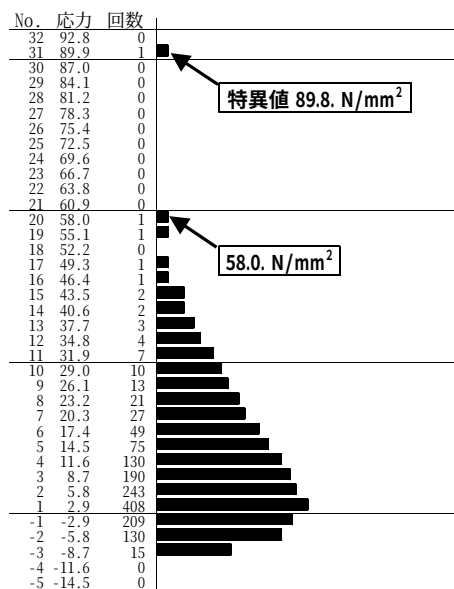


図-2 特異値を持つ頻度分布

するヒストグラムレコーダ(東京測器研究所：HR908A相当品)を用い、トリガーの設定は前述の温度ドリフトの影響も考慮して($\sigma_a - \sigma_d$)の80%程度の応力に相当するひずみとする。

6. 提案する計測手法による応力頻度測定結果

提案した計測手法により、応力頻度測定を行った。図-3に各時間帯(3時間)のドリフト量と気温の相関を示すが1日の気温差が 8°C 程度

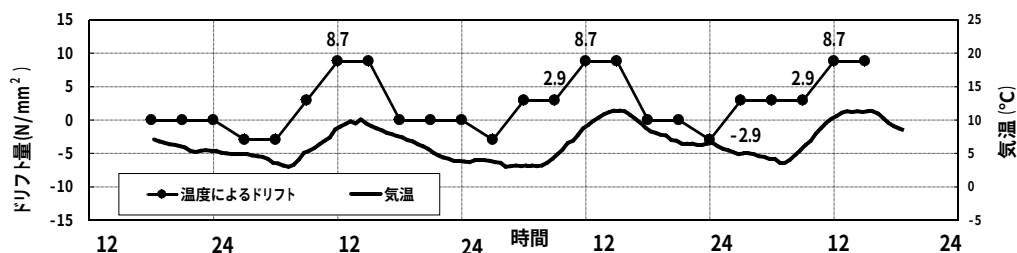


図-3 各時間帯毎のドリフト量と気温の相関性

でも、 $+2.9 \sim -8.7\text{N/mm}^2$ と 11.6N/mm^2 の温度ドリフトが発生しており、温度による影響は大きく、応力頻度測定を行う場合には、温度ドリフトを修正するとともに、データを24時間単位で保存した場合には補正が難しいことがわかる。図-4には応力頻度測定時にトリガー機能を用いて採取した動的波形を示すが、一般走行車両による波形と無線、あるいは電気的なノイズによる波形は明らかに異なる形状を示しており、前述の図-2に示す最大発生応力度は一般走行車両によるものであることが確認できた。

7. まとめ

今回提案した手法を用いれば、温度ドリフト影響の補正とノイズ影響を排除することが確認できた。なお、このドリフト影響は疲労寿命推定時に用いるレインフローデータにも影響を与えるため、この目的での測定時にも適用した方がよい。また、今回は3時間毎にデータを保存したが、計測器の性能が向上し、1時間毎にデータ保存を行えばより精度は高くなる。

さらに、MAX・MINデータ、レインフローデータとの整合性の確認や簡易動的載荷試験を併用すれば、より高い精度のデータが得られると考える。

参考文献

- ・既設橋梁の耐荷力照査実施要領（案）
- ・応力頻度測定要領(案),平成8年3月,(財)道路保全技術センター

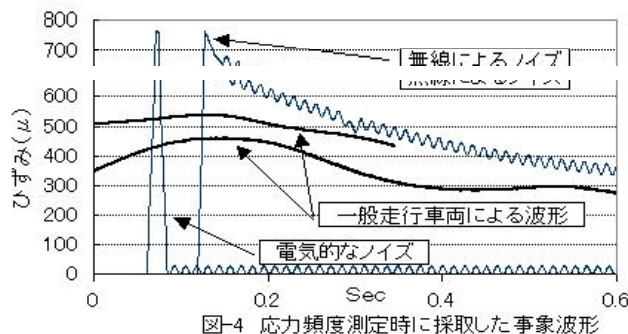


図-4 応力頻度測定時に採取した事象波形