

道路情報板 F 型支柱の疲労寿命評価におけるひずみ加速相関への作用外力の影響 Effect of the applied force to correlation between strain and acceleration for fatigue life evaluation of road information board F type pole

群馬大学	正会員	岩崎 篤
群馬大学		熊谷 丈
中日本高速道路(株)	正会員	山本 浩司
能美防災(株)	正会員	山岸 貴俊
能美防災(株)		中村 洋幸

1. 緒言

昨今、高速道路付帯施設の経年劣化が懸念されている。懸念される経年劣化として疲労破壊が挙げられるが、既往の検査手法は人による定期点検が主流であり、疲労破壊は初期における損傷領域が極めて小さい為、疲労破壊を早期に発見する手法が確立されていない。一方、鋼構造の疲労寿命は作用応力から S-N 曲線を用い評価可能である。そこで、本研究では情報板 F 型支柱を対象とし、加速度計を用いた作用応力評価法の提案と実機での検証を行う。本稿では、加速度から作用応力の推定に用いる加速度ひずみ相関について、短期間の計測値から導出した値の妥当性および長期評価への有用性の検討を行う。さらに、情報板 F 型支柱の振動強度の加速度ひずみ相関への影響について検討を行う。

2. 実験概要

本研究で対象とする情報板 F 型支柱概略と加速度センサ、ひずみゲージの位置を図 1 に示す。加速度センサは支柱頭頂部に設置し、振動による情報板の動きを計測する。疲労亀裂はリブ上部に生じると仮定し、ひずみゲージは、接着型のひずみゲージをリブ直上に設置し、鉛直方向の作用応力を計測する。F 型支柱では疲労破壊は柱脚部リブ部付近で問題となり、作用応力と寿命に関し S-N 曲線等々の評価法が確立されていることから、ひずみゲージを用いて作用応力の計測を行う。しかしながら、ひずみゲージは耐候性の問題から、疲労等の長期間の計測には適さない為、常時モニタリングシステムには耐候性が高く超寿命な加速度センサを用いる。本研究においてひずみゲージは、加速度と作用応力の相関及び変換係数を得る為に使用する。また、

疲労進行は自然風や車両走行風の影響を受けやすい為、車両進行方向リブに限定して計測及び解析を行った。今回の実験では、情報板実機 3 サイトにおいて、通常供用時と人が情報板に登り強制的に車両進行方向に振動させた強制励振時の 2 条件で計測を行った。また、両センサは常時計測を行っており、約 1 年の計測から疲労寿命評価を行った。

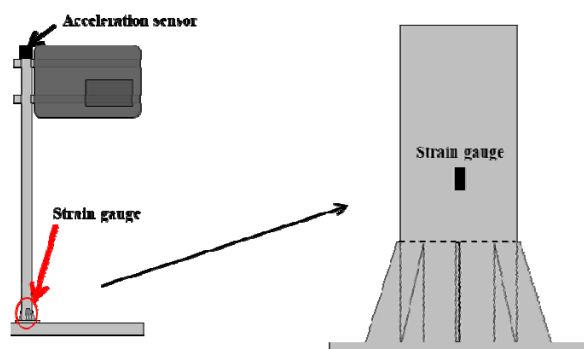


Fig.1 Information board

3. 加速度と歪みの相関

F 型支柱の振動は 1 次モードが支配的であり、作用応力と加速度の関係は 1 次近似で評価する。この際、回帰係数を変換係数[μ strain/gal]と呼ぶ。寿命評価を行う場合、この係数の時間的な安定性、作用外力による影響が重要となる。

3・1 変換係数の時間的安定性

通常供用時の任意の 1 時間における加速度とひずみの相関を求め、図 2 に(a)1 時間、(b)2 分間の加速度とひずみの相関を示す。縦軸がひずみ、横軸が加速度、図上部の値が加速度ひずみ変換係数である。加速度、ひずみともに 1 時間内での最大値を 1 とし無次元化している。図 2 に示すようにそれぞれに明確な相関が見られる。図 3 に 2 分毎の変換係数のヒストグラムを示す。

標準偏差が小さいことから変換係数のばらつきは小さいことが分かる。1時間と2分間の計測による変換係数の差は4%程度となり十分小さいことから、2分間の短期計測にて一定の精度でのひずみ計測が可能である。図3に示すように、変換係数の変化は±3%程度であり、変換係数には瞬時的な交通影響はないといえる。また、作用応力3%の差は疲労寿命に換算した場合9%であり、変換係数の差による影響は小さいといえる。

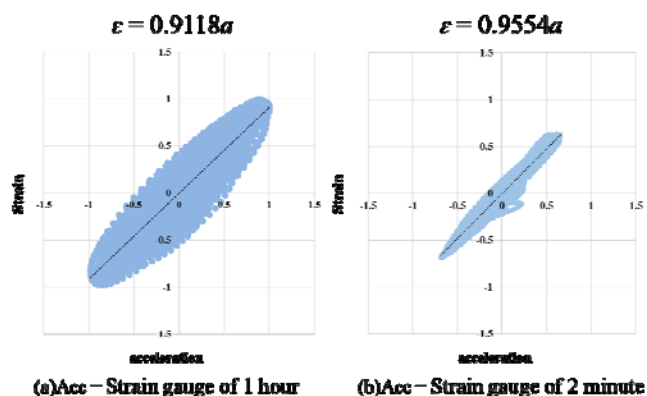


Fig.2 Correlation of normal condition

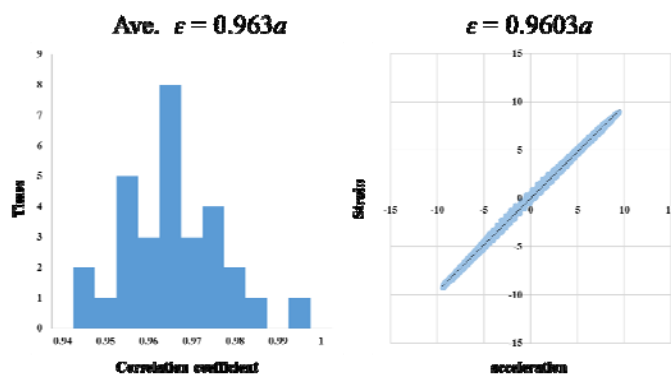


Fig.3 Histogram of coefficient for 2 minutes

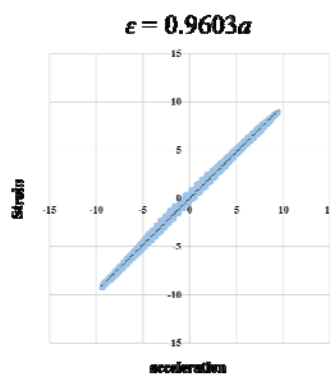


Fig.4 Correlation of forced excitation

3・2 変換係数への作用外力の影響

車両進行方向への人為的な強制励振から、作用外力の影響の検討を行った。図4に2分間の強制励振時の加速度とひずみの相関を示す。図2, 4に示すように、強制励振時の加速度と作用応力は通常供用時の10倍以上であるが、変換係数に著しい変化は見られない。図3に示すように、強制励振時の変換係数は通常供用時の変化の範囲内であることから、作用外力による変換係数への影響は小さいといえる。

4. 情報板 F 型支柱の累積損傷度

計測時間や振動強度の異なる条件で導出した変換係数を用い、約1年間の加速度データから累積損傷度を

求め、評価性能について検討を行う。図5に加速度からの累積損傷度を示す。縦軸が累積損傷度、横軸が損傷度の計算に用いた変換係数の条件である。累積損傷度は1年間の平均の変換係数より求めた値を1とし無次元化している。図5に示すように、1年間の計測から変換係数を求めた場合(図中 1year)と1時間の計測で変換係数を求めた場合(図中 1hour)で累積損傷度の差は2%程度であり、1時間の計測から得られた変換係数で1年間の計測から得られた変換係数と同等の結果を得られるといえる。2分間計測の場合では、いずれも1より大きな値となったことから、2分間の短期計測による変換係数は1時間の値より大きくなる傾向があり、作用応力を大きく見積もるため、より安全側の疲労寿命評価となるといえる。また図に示すように高負荷時の変換係数を用いた場合の差異は、より小さく、疲労評価性能への作用外力の影響は小さいといえる。

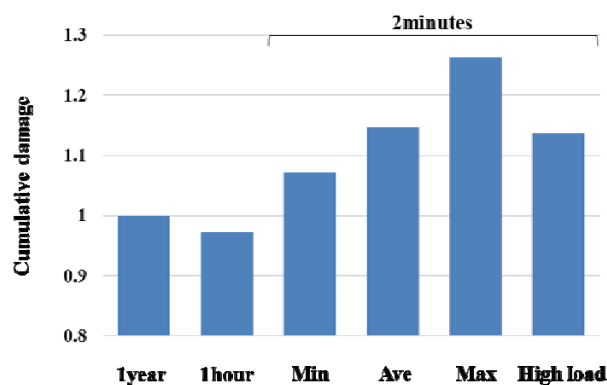


Fig.5 Cumulative damage by acceleration

5. 結言

本報告では、加速度計測による疲労寿命推定法における加速度ひずみ変換係数について、短期計測値の長期評価への有用性及び振動強度による影響について検討を行った。以下に結言を述べる。

- 1時間の計測から得られた変換係数で1年間の計測から得られた変換係数と累積損傷度評価に対しては、同等の結果を得ることができるといえる。
- 極短時間の評価で相関の変化は±3%程度、疲労寿命は±9%程度であり、2分間の評価でも一定の精度での評価が可能である。
- 通常供用時と強制励振時において計測を行い、高負荷時の相関の変動は、2分間での変動の範囲内であり、変換係数および疲労寿命評価に対する影響は小さいといえる。