

実物大標識柱に生じた疲労損傷が振動特性に与える影響に関する考察

| | | |
|---------------|-----|--------|
| 京都大学大学院工学研究科 | 学生員 | ○市川 凌大 |
| 京都大学大学院工学研究科 | 正会員 | 五井 良直 |
| 京都大学大学院地球環境学堂 | 正会員 | 河邊 大剛 |
| 京都大学工学部 | 学生員 | 加藤 万梨乃 |
| 京都大学大学院工学研究科 | 正会員 | 北根 安雄 |
| 京都大学大学院工学研究科 | 正会員 | 杉浦 邦征 |

1. はじめに

土木構造物の老朽化が課題となっている中で、道路標識柱では過去に疲労損傷の事例が報告されており、倒壊などを防止するために適切に管理することが必要である。現状では点検は主に目視で行われており、点検の効率化への関心は高まっている。本研究は実験室で実物大柱状構造物を対象として繰り返し载荷による疲労試験を行い、損傷の有無が振動特性に与える影響を検討した。加速度計から得られる振動データから固有振動数を推定し、疲労き裂の発生ならびに進展と共に比較し結果を考察した。

2. 実験概要

対象構造物は図1に示す標識柱であり、基部はコンクリートブロックにアンカーボルトとアンカーフレームで固定されており、コンクリートブロックは反力床と固定されている。各部材の寸法を表2に示す。基部はベースプレートと高さ200mm、厚さ12mmのリブ6枚で構成されている。高さ2mの位置に設置した起振機を用いて、張

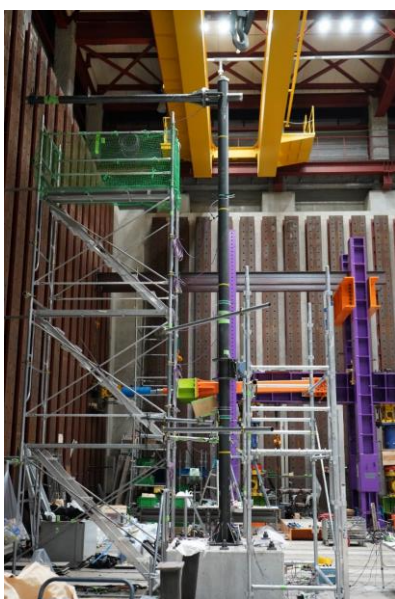


図1 実物大柱状構造物

载荷方向

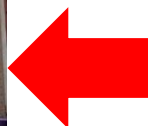


表1 各部材寸法

| 部材 | 寸法 |
|-------|-------------|
| 柱 | Φ139.8*t4.5 |
| 張り出し部 | Φ101.6*t4.2 |

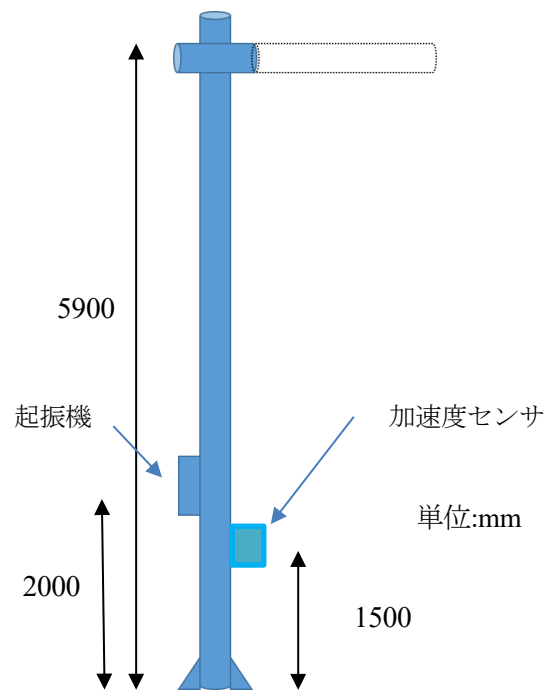


図2 センサ設置位置

り出し部と平行の向き(図1の左方向)に繰り返し载荷を行うことで疲労試験を実施した。

本実験ではURAS VIBRATOR KEE3-6Cを用いた。なお、60万回载荷終了時に張り出し部との溶接部分にき裂が発生したため、張り出し部を取り外した状態で実験を再開し、取り外した直後の振動データを健全時としている。振動実験では、高さ1mの柱側面を手で押すことで実施した。本論文では高さ1.5mに設置した三軸加速度センサ(EPSON M-A552AC1x)のデータを考察に用いた(図2)。

3. 実験結果・考察

張り出し部を取り外した60万回载荷終了後に再度計測

キーワード 標識柱 疲労 振動数

連絡先 〒615-8530 京都市西京区京都大学桂 TEL 075-383-3164

した健全時データ、基部リブの溶接端上部でき裂を確認した72万3000回載荷終了後、実験を終了した80万8000回載荷終了後の3つの計測パターンを比較した。き裂が発生した場所3つにおけるき裂発生箇所とき裂長さを記録した。き裂の進展の様子を図3、図4に示す。き裂が発生したリブをS1、S1+z、S3-zとした(図3、図4参照)。特に、図でS1からS1+zに向かってき裂の進展が大きく進行し、最終的にはS1+zから進行していたき裂とつながった段階で実験を終了した。

得られた振動データの解析において、二次曲げに相当する固有振動数に着目し、3つの計測パターンについて比較した結果を表2に示す。なお、サンプリング周波数200Hzで計測し、固有振動数の推定にはウェルチパワースペクトル推定を用いた。健全時の固有振動数と比べて、き裂確認時の固有振動数では0.18%の減少が見られ、き裂が進展した状態では、2%以上も減少するという結果となった。

き裂の発生・進展により基部の剛性が低下したことが原因で固有振動数が減少したと考えられる。また、き裂を確認する前から載荷方向に対して傾いて振動していたため(図3、図4参照)、非対称にき裂が発生・進展したと考えられる。(図5参照)60万回載荷終了時点までに目視では確認できない損傷が発生し、振動方向の傾きの原因となったと考えられる。今後は詳細な有限要素解析モデルを作成し、リブ上端周辺での応力集中を確認し、き裂発生・進展を再現する方法について検討していきたい。

4. まとめ

本研究から得られた結論と今後の課題を以下に示す。

- き裂の発生、進展に伴って固有振動数が減少する。
- き裂の進展方向が振動方向に影響する。
- 本研究で対象とした標識柱を解析モデルで再現し、き裂が発生した箇所の応力状態を確認することを今後の課題としたい。

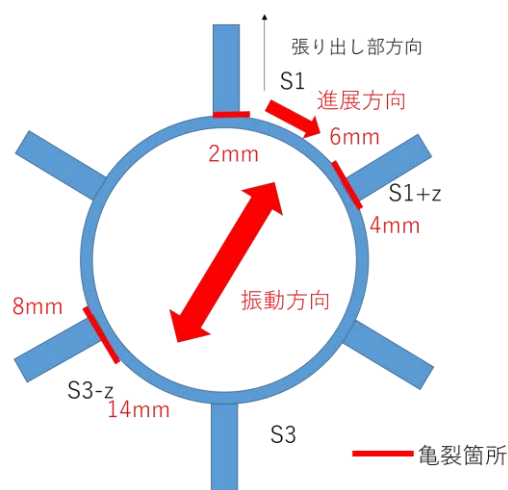


図3 き裂確認 基部断面

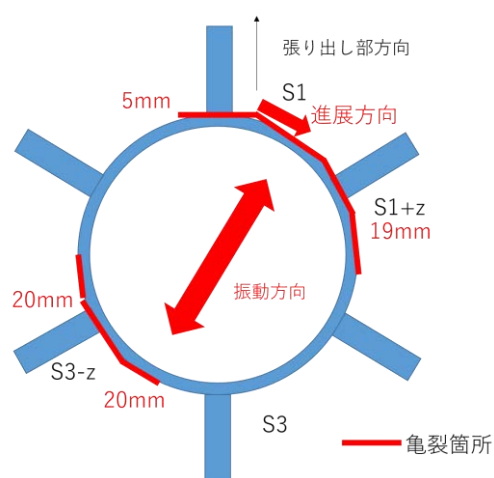


図4 き裂進展 基部断面

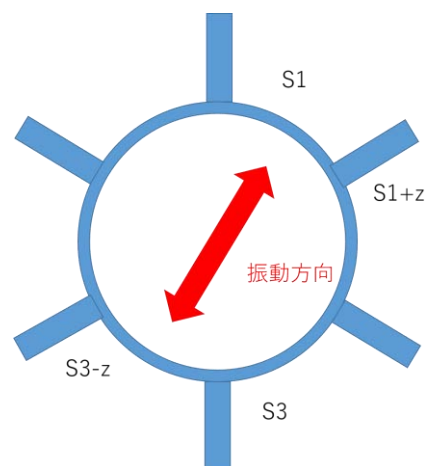


図5 健全時振動方向

表2 固有振動数

| 計測パターン | サンプル数 | 固有振動数 (Hz) | 不偏標準偏差 | 健全時からの変化率 |
|--------|-------|------------|--------|-----------|
| 健全 | 6 | 16.60 | 0.0271 | |
| き裂確認 | 6 | 16.57 | 0.0224 | -0.18% |
| き裂進展 | 4 | 16.25 | 0.0202 | -2.11% |

参考文献

- 1) 鋼構造物の疲労設計指針・同解説 一付・設計例一 2012改定版 社団法人日本鋼構造協会 編