

## 1. はじめに

道路橋伸縮装置の損傷は日常点検において点検車に乗った点検員が、車両が伸縮装置通過するときの通過音を聞くことで判断している。しかし、技術継承が進んでいないためこの技術が失われつつある。そのため、この技術をシステム化することが必要とされている。そこで、伸縮装置上を通過する走行車両により収録された伸縮装置通過音から、伸縮装置の損傷検知を行う試みが行われており、一定の成果が得られている。しかし、収録の条件等に関する検討が不足しているため、本研究では、周波数解析による方法と、カオス時系列解析による方法を用いた損傷検知における測定条件等の影響について検討を行った。



写真 1 伸縮装置の損傷例（ボルト緩み）

## 2. 解析方法

### 2.1 各解析手法

周波数解析においては、図 1 より 500~800Hz の周波数帯<sup>2)</sup>に着目し、その帯域のパワーのみ抽出できる POA(Partial Over All) 値を用いる。カオス時系列解析<sup>1,2)</sup>においては、点検により健全と診断された伸縮装置の通過音を教師データとし、対象データに対しての予測波形を求め、実際の波形との誤差である予測誤差を求める。また、損傷判断に用いる指標としては、データの偏差と最大値との比を指標とし、その値がある閾値を超えた場合損傷と判断する。

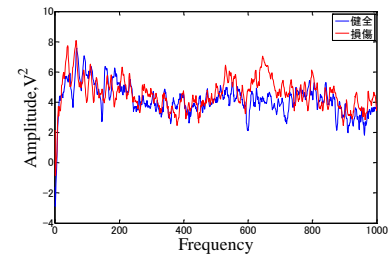


図 1 周波数帯におけるスペクトルの違い

### 2.2 対象データ

対象とした伸縮装置の種類は主にゴムジョイントで、総数 16 個（損傷 6 個、健全 10 個）に対して、複数回の走行計測を行い、それぞれ損傷 39 個および健全 49 個の 1 秒間の収録データを用いた。

### 2.3 検討項目

検討項目として、サンプリングレートおよび窓の幅の適正を検討した。サンプリングレートは 51.2kHz およびその 1/10 である 5.12kHz について検討した。また、窓の幅に関して、POA は FFT 解析をするときの窓の幅の大きさ、予測誤差は得られた予測誤差の値における移動平均の幅の大きさについて検討を行った。

## 3. 解析結果

### 3.1 各因子の影響

#### (a) サンプリングレートによる影響

POA および予測誤差におけるサンプリングレートの影響をそれぞれ図 2, 図 3 に示す。ただし、図は全て、縦軸が指標、横軸が伸縮装置を表しており、青いものが健全、赤いものが損傷した伸縮装置となっている。これらの図より POA および予測誤差に関して値に違い出ているのが分かる。POA については全体としての傾向に違いは見られないので今回は POA については 51.2kHz を用いた。予測誤差については傾向にも若干の違いが見られたが、計算処理上の都合を優先し 5.12kHz を用いた。

## (b) 窓の幅による影響

POA および予測誤差における窓の幅の影響を図4, 図5に示す。図は全て、縦軸が指標、横軸が伸縮装置を表しており、青いものが健全、赤いものが損傷した伸縮装置となっている。図より、予測誤差、POA共に値に違いが出ているが、全体としての傾向は似ているので、損傷検知への影響は少ないと思われる。今回は10msの窓の幅で検討を行った。

### 3.2 各手法の検出性能

検出性能として、検出率と誤検出率の関係を図6にまとめた。ここで、検出率とは、損傷のある伸縮装置のうち損傷と判断された割合を表し、誤検出率とは、健全な伸縮装置に対し損傷と判断されてしまう割合を表す。設定した閾値によるこれらの関係の変化を検討した。これより検出率を100%とすると両者共に誤検出率も100%となったが、検出率を点検員の正解率に近い70%に下げると誤検出率はPOAでは40%程度、予測誤差では25%程度まで下がった。なお、POAによる損傷判断と予測誤差による損傷判断では損傷と判断した伸縮装置に違いがみられ、これら二つの手法を組み合わせることで検出性能の向上の可能性が期待できる。

## 4. 結論

本研究では、各手法においてサンプリングレートおよび窓の幅について検討を行ったが、両者による影響はさほどみられなかった。検出性能では、検出率を点検員の正解率に近い70%まで下げれば誤検出率は25%程度まで下げることができた。今後は検出性能の改善に関する検討としてPOA値では別の周波数帯についての検討を行い、また予測誤差に関しては、ダウンサンプルをせずに計算を行い、かつ、指標についても検討を行っていく必要がある。

### 参考文献

- 1) 佐藤 忠信, 田中 庸平: 構造物のカオス応答アトラクタを用いた損傷検出法の開発, 土木学会論文集A, Vol. 62, No. 4 pp.915-924, 2006
- 2) 服部洋 大島義信 塚本成昭: 車両通過音を活用した道路橋伸縮装置の異常検知に関する基礎的研究, 2011

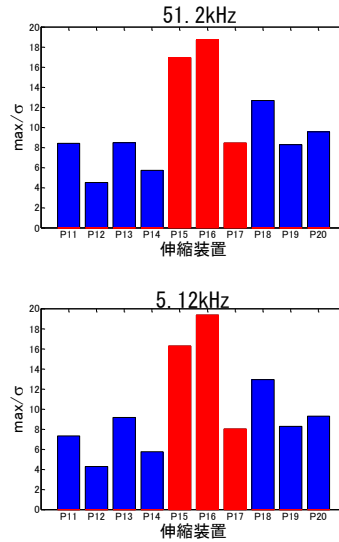


図2 サンプリングレートの影響 (POA)

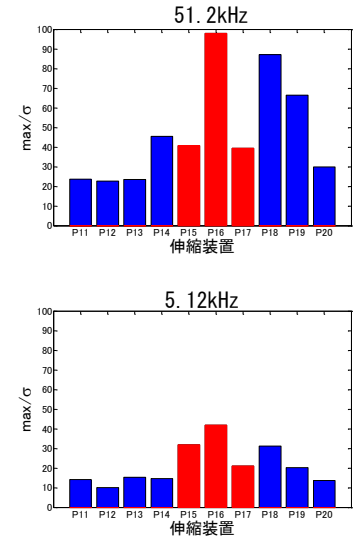


図3 サンプリングレートの影響 (予測誤差)

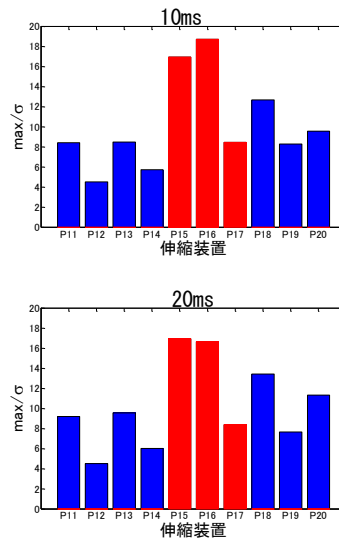


図4 窓の幅の影響 (POA)

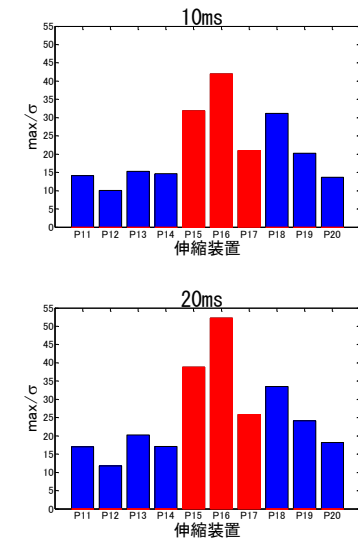


図5 窓の幅の影響 (予測誤差)

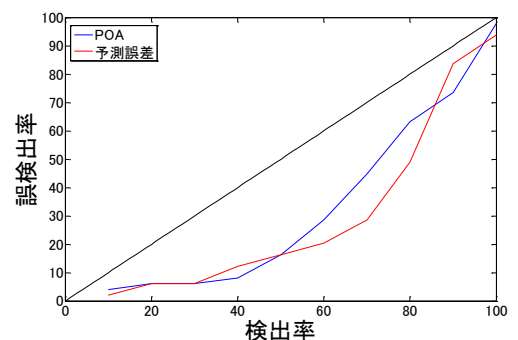


図6 検出性能