

音による伸縮継手の異常箇所検知システムの開発

阪神高速技術（株）正会員 ○塚本 成昭

阪神高速技術（株）正会員 山上 哲示

（株）日本工業試験所正会員 一ノ瀬伯子ルイザ

国際振音計装（株）非会員 西川 善久

京都大学大学院正会員 大島 義信

1. はじめに

伸縮継手部（以降ジョイントと表記）の異常箇所検出手法の1つとして、路上点検の経験豊富な点検員（熟練点検員）による聴覚判定手法がある。日常点検で走行中の点検車両内でジョイント通過時に発生する音を聞き、その音でジョイント異常をリアルタイムに判定する手法である。しかし、熟練点検員の技術継承が進んでいないため、その技術が失われようとしている。そこで、熟練点検員の聴覚判定手法を定量化し、車両走行時に簡便かつ短時間でジョイント異常を検知するシステムを構築することが望まれている。

今回、異常検知の聴覚判定手法の定量化を目的とした分析アルゴリズムの開発のため、走行計測を行い、4種の手法で計測データを分析し検討を行った。また、システムの信頼性の向上のためには、ジョイント通過のタイミングを精度よく取得する必要がある。そこで、ジョイント検出タイミングの取得を目的としてレーザ変位計をもちいた手法の開発および検討を行った。

2. 熟練点検員同乗の走行計測および分析

走行計測では、これまでの成果をふまえ、検証対象をゴム製のトランスフレックスジョイントに重点化し、車内音と車外音の計測および車内音を重点とした分析を行った。なお計測したジョイントは熟練点検員によって、あらかじめ異常と判断されたジョイントである。同じジョイントに対して複数回、熟練点検員が運転する点検車で計測を行い、ジョイント通過時に押下式ハンドスイッチを用いることでデータ収録を行った。また、このとき熟練点検員の判断も記した。なお、ジョイント通過タイミングの特定は、地図上でのGPSデータの照合、波形データのグラフ、走行時撮影写真等から総合的に人が判断する方法を用いた。

分析では51.2kHzのサンプリングで収録した波形データに対して、窓幅40msオーバーラップ75%による10msの刻みのFFTをもちいて、車内音のパーシャルオーバーオール値分析（A法）、車内音と車外音のパーシャルオーバーオール積値分析（B法）、1/3オクターブ分析（C法）、ガボール関数による連続ウェーブレット変換を用いた回帰直線分析（D法）を行った。なお、視認による卓越の有無で判定を行っている。

結果を表1に示す。ただし、回帰直線分析では、異常ジョイントで回帰直線とのずれが大きくなる傾向がみられるが、他の分析手法よりも正常なジョイントを異常と判定する傾向があった。

表 1 異常判定結果

点検員	A 法	B 法	C 法	D 法
65%	27%	37%	51%	-

*D法の結果については数値では示していない。

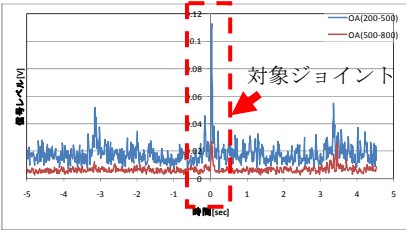


図 1 A 法結果

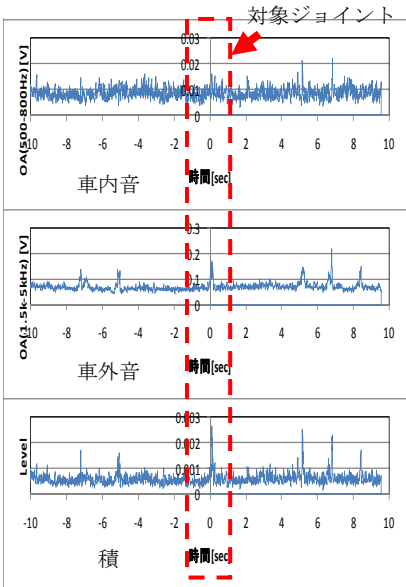


図 2 B 法結果

キーワード伸縮継手, 異常音, 周波数分析, パーシャルオーバーオール

連絡先〒550-0005 大阪市西区西本町 1 丁目 4-1 阪神高速技術（株）TEL: 06-6110-7200

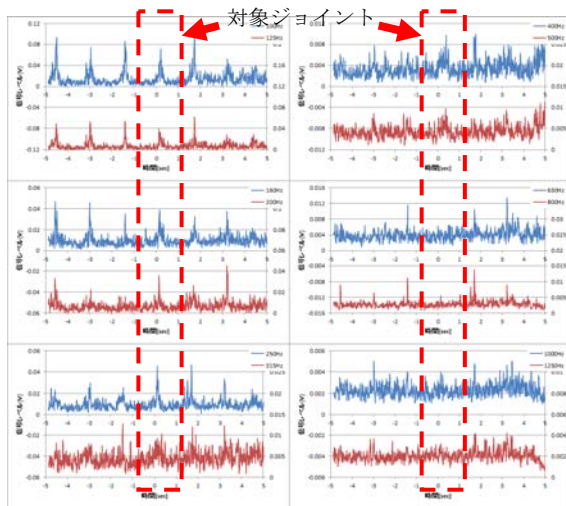


図 3 C 法結果

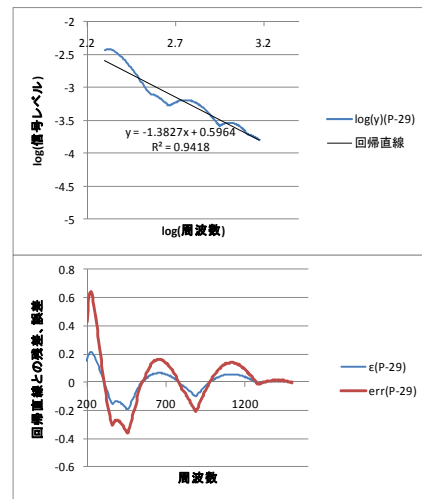


図 4 D 法結果

3. ジョイント通過タイミングの取得

計測車両には普通車を使用し、ジョイント検出用のセンサとして車体側面にレーザ変位計を取り付けて出力データを採取した。またジョイント通過のタイミングがわかるように、ボタン押下時に電圧が印加されるハンドスイッチをもちいて電圧データを収録した。

レーザ変位計の計測結果では、ジョイント通過時にセンサ-路面間距離が短くなっている箇所が存在した。これは局部的な路面凹凸や加速・減速の車体への影響、坂道での重心位置の変化等の原因によりセンサ-路面間距離が変動するためであると考えられる。このことから、センサ-路面間距離でジョイントを検出することは難しい。そこで、センサ-路面間距離の変化量を求めた(図5参照)。ハンドスイッチ押下に合わせてセンサ-路面間距離の変化量が顕著に変わっていることがわかる。したがって、センサ-路面間距離の変化量からジョイント通過のタイミングを顕著に捉えることが可能である。

今回の計測におけるジョイント検出確度はハンドスイッチ押下 47 回に対し、ジョイント検出 39 回で、約 83%であった。

4. まとめ

異常箇所検知について、例えば 1/3 オクターブ分析の判定結果 51%は、熟練点検員の判定結果 65%の内の 51%とみれば検知率は 78%となる。したがって、熟練点検員の感覚を模倣するという視点からみれば、高確度で異常箇所の検出が行えているといえる。

ジョイント通過タイミングについては、センサ-路面間距離の変化量から 83%の確度でタイミングを取得することが可能であった。したがって、異常検知システムに組み込むことで、ジョイント通過タイミングを特定する手順の簡易化、蓄積データの縮小化および分析時間の短化が期待できる。

参考文献

- 1) 塚本, 山上, 片岡, 貴傳名, 車両走行時の異常音計測による伸縮継手異常検出の試み, 土木学会年 65 回年次学術講演会講演概要集, 2010 年 9 月

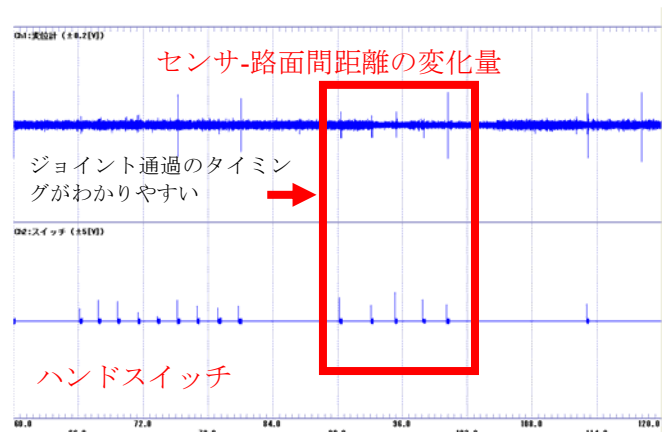


図 5 センサ-路面間距離の変化量

横軸: 計測時間[sec], 縦軸: 出力信号変化量