

インパクトレンチの騒音対策 及びトランスミッション試験工程における特徴量抽出

Noise countermeasures for impact wrench and feature extraction in Transmission inspection

1W173113-2 福正 拓哉 指導教員 及川 靖広 教授
FUKUSHO Takuya Prof. OIKAWA Yasuhiro

概要: 近年、ボルトのねじ締といった作業は手持ち式電動工具を用いることで作業の効率化を図ることが可能となっている。しかし、これらの電動工具から出る音の騒音は人に不快感を与え安全面にも影響を与えており、特に健康問題として「騒音性難聴」が指摘されている。その騒音対策のため制振シートを用いた実験と偏光高速度干渉計を用いた実験により工場内低騒音化の検討を行う。また工場内で組み立てられたトランスミッションの試験項目において騒音レベルのみとなっていることがある。音響特徴量として騒音レベルだけでなく他の複数の特徴量抽出を行う。また主成分分析を行うことで低次元での可視化を行い、さらに状態変化と時間変化における新しい試験工程の提案を目指す。

キーワード: インパクトレンチ, トランスミッション, 特徴量, 主成分分析

Keywords: impact wrench, transmission, features, principal component analysis.

1. まえがき

近年、ボルトのねじ締といった作業は手持ち式電動工具を用いることで作業の効率化を図ることができ、工場現場などにおいて使用されている。しかし、これらの電動工具から出る音の騒音が問題となっている。作業に伴い騒音は人に不快感を与え、安全面にも影響を与えている。特に健康問題として「騒音性難聴」が古来より指摘されている。また、工場内で組み立てられた製品において検査項目に音に関する項目がしばしばあるが、現状として検査項目の対象が騒音レベルのみであることから音に関する情報量が少なく、検査結果を定量化することが難しいといった課題があげられる。

本研究は工場内の騒音源となっているインパクトレンチを用いた実験、工場内低騒音化の検討及びトランスミッション試験工程における特徴量抽出とその処理を行った。

2. 工場内音環境

2.1 工場内音環境の現状

工場内設備の変化や作業工程での使用器具の変化により音環境の変化が生じることがある。例えば近年、ボルト締めめに電動インパクトレンチを用いる機会が増えたことで作業中の騒音が大きく感じるといった意見が増加している。そこで、現状の調査を行った。

2.2 工場内測定

重機組立工場において工場内測定を行った。測定結果を図-1に示す。また工場内の騒音に対する管理区分と作業環境の評価は定量的に決められており [1], 基準値 85dB を超えると作業改善が求められる。測定箇所において基準値の 85dB を超えているところに着目するとこれらの騒音源はインパクトレンチによるものであった。

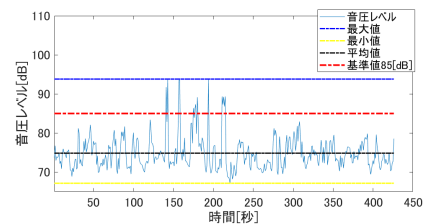


図-1 騒音レベルの結果

3. 測定, 工具から発生する音

3.1 インパクトレンチ負荷あり実験

締付土台のベースジグにプレートを含んだ状態とプレートに制振シートを貼付した状態での測定を行った。図-2, 図-3 にインパクトレンチ締付時の締付音と残響音のスペクトログラムを示す。制振シートを貼付すると図-2において 10~15kHz の帯域において締付時のレベルが小さくなっており、図-3においても 10~15kHz において締付後の残響音が除去されていることが確認できた。

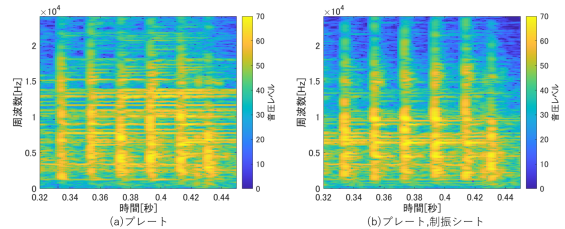


図-2 締付音のスペクトログラム

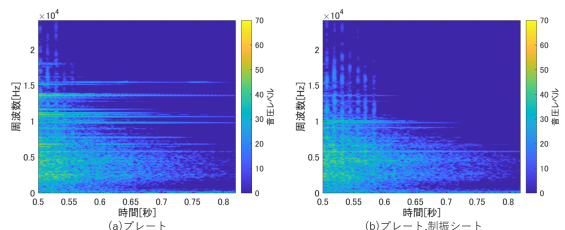


図-3 残響音のスペクトログラム

3.2 偏光高速度干渉計による測定

光学的音響計測は非接触計測が可能であるため計測器の設置による音の散乱や回折等に影響を受けずに計測ができ物体付近の音場の可視化ができる [2]。制振シートの有無による音の広がり方を違いを検証する。最大周波数を中心周波数とする帯域幅 100Hz のバンドパスフィルタをかけた音波の可視化画像の結果を図-4、図-5 に示す。図-4、図-5 において、上段は音の出始め、中段は締付時の中で音が大きく出ている箇所、下段は締付後の残響音を可視化したものである。音の出始め、締付時は 2 条件ともインパクトレンチとプレートの接地部分から音が広がっているが、残響音について、図-4 はプレート全体から上方向に音が広がっているのが見て取れる。一方で図-5 ではプレート全体からの音の広がりは見られず、インパクトレンチとプレートの接地部分からの音が広がっていることが確認できた。

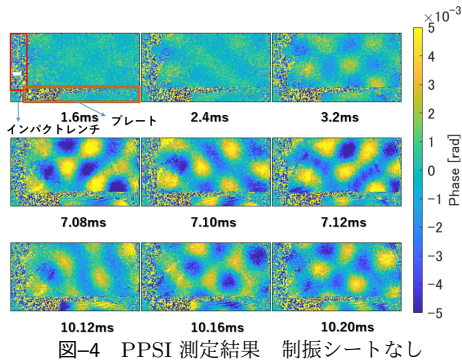


図-4 PPSI 測定結果 制振シートなし

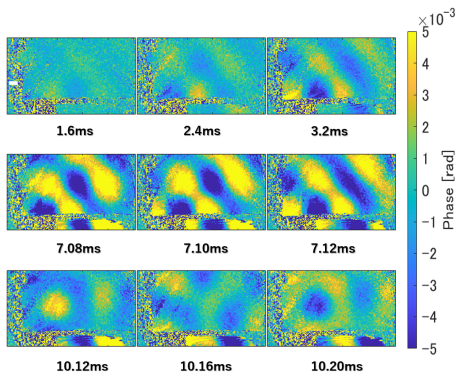


図-5 PPSI 測定結果 制振シートあり

4. トランスミッション試験のための特徴量抽出と処理

4.1 現段階のトランスミッション検査

一般的に、トランスミッション動作試験等において振動や音に関する項目があるが、音に関する項目として「騒音レベル」のみとなっていることがある。音響特徴量として騒音レベルだけでなく他の複数の特徴量抽出、さらにそれを利用することでトランスミッション検査試験時の性能向上を目指す。

4.2 特徴量抽出と抽出場所

抽出する特徴量として ClearanceFactor, CrestFactor, ImpulseFactor, Kurtosis, PeakValue, THD, SNR, ShapeFactor, Skewness を用いる。測定結果を図-6 に示す。特徴量抽出の箇所として 4 か所を抽出する。また 1,2,3,4 をそれぞれ便宜的に定常音、ギアアップ音第一段階、ギアアップ音第二段階、ピーク音と呼ぶこととする。

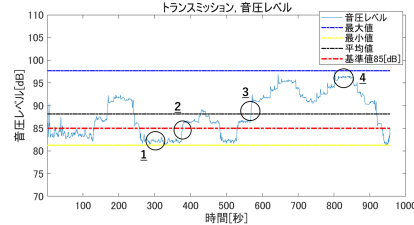


図-6 トランスミッション測定結果

4.3 主成分分析による処理とその結果

特徴量抽出場所の音源 10 秒を切り出し 0.1 秒ごとに区切り各 100 個計 400 個のデータを作成しそれぞれに対して 9 つの特徴量を算出する。多次元特徴量に対して主成分分析を行うことで低次元での可視化を行う。今回、取り出す主成分として必要な累積寄与率は 80% を閾値とする。図-7 の (a) において、閾値を超えている第 3 主成分までの可視化を行った。また図-7 の (b) に主成分分析による 4 つの状態の同時可視化を示す。4 つの状態において分布が分かれており、トランスミッション検査工程の状態変化を音圧レベル以外の特徴量から分類する糸口を見つけた。試験工程は決まっており、その状態変化を考慮した試験の可能性が示唆される。

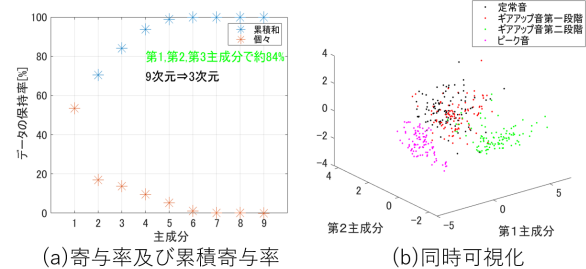


図-7 PCA 分析による結果表示

5. むすび

工場内騒音の原因となっているインパクトレンチに対して騒音対策を施すことで特定の周波数での減衰を確認した。また偏光高速度干渉計による測定ではボルトの締付時に放出される音の広がり方を明らかにした。今後は音の広がり方の理解から効果的な部品取付作業の改善を目指す。さらに、トランスミッションの作動音から特徴量抽出とその処理を行うことで状態変化の違いを明らかにした。今後は状態変化を考慮した試験の提案をしたい。

参考文献

[1] 厚生労働省, 都道府県労働局, 労働基準監督署, 「騒音障害防止のためのガイドライン」, 解説パンフレット, pp.6
 [2] 矢田部浩平, 石川憲治, 谷川理佐子, 及川靖広, 「[解説論文] 光学的音響計測」, 電子情報通信学会 Fundamentals Review, Vol.12, no.4, pp.259-268, 2019.