

ノート

振動により製品から発生する異音評価方法の開発

宮入 徹*¹⁾ 神田 浩一*¹⁾ 服部 遊*¹⁾ 福田 良司*²⁾

Development of a method for evaluation of abnormal noise from the product due to the vibration

Toru Miyairi*¹⁾, Koichi Kanda*¹⁾, Asobu Hattori*¹⁾, Ryoji Fukuda*²⁾

キーワード：異音，ラトルノイズ，加振器

Keywords：Abnormal noise, Rattle noise, Shaker

1. はじめに

製品にアセンブリ欠陥がある場合，製品に対して振動が加わった際に部材同士が衝突し，カタカタといったような異音が生じることがある。このような異音を一般にラトルノイズと呼ぶ。ラトルノイズの評価手法としては，加振器を用いて対象を強制加振し，その際得られる放射音を評価するラトル試験があるが，その評価方法に関しては現在確立したものがなく，メーカー各社独自の方法によって評価を行っているのが現状である⁽¹⁾⁽²⁾。ラトル試験特有の課題としては「加振器放射音の影響が無視できない」という点が挙げられる。そこで本研究では，加振器放射音を分離しラトルノイズを抽出して評価する手法について検討し，ラトル試験方法の一つの提案を行うことを目的とする。

2. ラトルノイズの評価

2.1 測定システムの構成 本研究におけるラトルノイズ測定システムの構成を図1に示す。試験品及び試験品固定治具を加振器上に積載し，加振器に対して所定の加振を加えた際に得られる放射音をマイクロホンにて測定・評価を行った。試験品とマイクロホンとの距離は0.5mとした。ラトルノイズ発生サンプルとして，二枚のプラスチック板

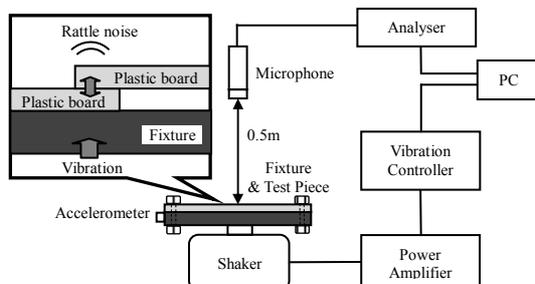


図1. 実験装置

(164×129mm, t=2mm)を20mm重なるよう治具上に設置し，加振時に生じるラトルノイズを測定した。

2.2 加振器放射音の影響 ラトルノイズの評価に当たっては，通常の騒音測定同様，暗騒音に対する補正を行う必要がある。本研究ではラトルノイズ評価における暗騒音を「試験品非積載時の加振器稼働音」とした。ここで，ランダム加振時の「ラトルノイズ発生サンプル積載時の放射音」と「暗騒音」とのA特性放射音圧レベルのオールパス値による測定結果を表1に示す。加振力は，車載品評価を想定し当センターにて行った車室内振動加速度測定の実測値から作成した疑似ランダム信号を用いた（表2）。測定時，ラトルノイズ発生サンプルからは聴感上確認できるようなラトルノイズが発生していたが，表1に示すように，オールパス値による評価では暗騒音との顕著なレベル差が得られていない。JIS Z8737-1等の実用級での放射音測定において，暗騒音は測定対象機器によるレベルより少なくとも6dB低くなければならないとされており⁽³⁾，オールパス値による評価ではラトルノイズの大きさや発生を検知を評価するのは難しいことが分かる。

表1. ランダム加振時のA特性音圧レベルのオールパス値

試験品	オールパス値 [dB A]
ラトルノイズ発生サンプル	40.8
暗騒音 (試験品非積載時稼働音)	40.3

表2. ランダム試験時に用いた疑似ランダム信号

corner frequency /Hz	(m/s ²)/Hz
8	0.01
20	0.1
50	0.1
250	0.02

2.3 ランダム加振時のラトルノイズの抽出 ランダム加振時の測定に対し，1/3オクターブバンド分析を行った結果を図2に示す。図より，ラトルノイズ発生サンプルは加

事業名 平成25年度 基盤研究

*¹⁾ 光音技術グループ*²⁾ 機械技術グループ

振周波数範囲（8～250Hz）以降の周波数域において暗騒音に対するレベル差がみられ、ラトルノイズの発生を確認することができる。しかし相対的に加振器放射音の方が大きいいため、オールパスとして評価した際、ラトルノイズは暗騒音に埋もれる結果となることが分かった。そこで周波数分析の結果から、加振周波数範囲の放射音を「加振器放射音」、加振周波数以上の放射音を「ラトルノイズ」とし、ラトルノイズの抽出を試みた。1/3 オクターブバンド中心周波数 315Hz～16kHz の区間をラトルノイズ評価範囲として設定し、その周波数範囲内の放射音のオーバーオールを算出した結果を表3に示す。本手法を用いることで、暗騒音に対してラトルノイズ発生サンプルは暗騒音補正も十分適用可能なレベル差を得ることができた。これより、今回のサンプルのような微小なレベルのラトルノイズ評価時においても、加振器放射音の影響を除くことでラトルノイズ評価及びその発生の閾値の検討等を行うことを可能とした。

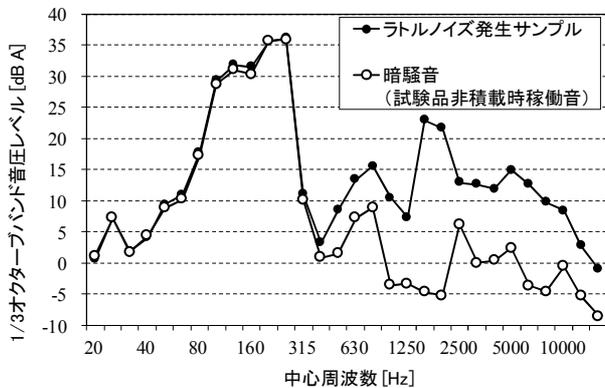


図2. ランダム加振時の1/3 オクターブバンド分析結果

表3. ランダム加振時の提案手法による評価結果

試験品	ラトルノイズ評価範囲音圧レベル [dB A] (評価中心周波数範囲:315Hz～16kHz)
ラトルノイズ発生サンプル	27.5
暗騒音 (試験品非積載時稼働音)	15.7

2.4 スウィープ加振時のラトルノイズの抽出 スウィープ加振時についても同様に、加振器放射音の影響を受けないラトルノイズ評価方法を検討した。各試験品に対しスウィープ加振（周波数範囲：50～150Hz，掃引速度：1Hz/s，加振加速度：3.4m/s²）を行った際の3次元FFT分析結果を図3に示す。左図より、暗騒音測定時は加振周波数の変化に応じて同様の周波数で放射音が得られており、加振信号がそのまま音として放射されていることが分かる。ラトルノイズ発生サンプル測定時は、加振周波数120Hzを過ぎた辺りより聴感的にラトルノイズの発生を顕著に認識できた。その際の分析結果について注目すると、加振周波数120Hzを過ぎた辺りより、加振周波数の高次成分が放射音として現れている。これより、ラトルノイズは加振周波数の倍音成分が多分に含まれており、この加振周波数の高次成分を評価することで、加振器放射音の影響のないラトルノイズの

評価が可能である。そこで、ラトルノイズ発生サンプルに対し、加振周波数の1次成分を「加振器放射音」として抽出、2次以降の成分を「ラトルノイズ」として抽出・各成分のパワー加算を行った結果を図4に示す。次数成分の抽出により、加振器放射音とラトルノイズとを別個に評価することができる。本手法により、従来手法であるオールパスによる評価では加振器放射音の影響が大きいために埋もれていたラトルノイズの発生周波数を的確に捉えることができ、その発生周波数の特定・対策に有効な評価を行うことを可能とした。

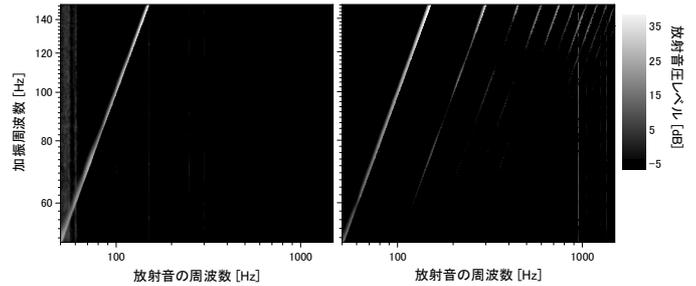


図3. スウィープ加振時の3次元FFT分析結果

(左：暗騒音 (試験品非積載時稼働音)，右：ラトルノイズ発生サンプル)

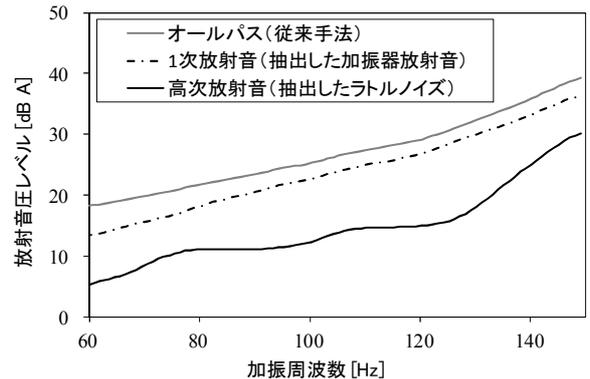


図4. スウィープ加振時の次数成分ごとの評価結果

3. まとめ

本報告では、加振器放射音の影響を受けないラトルノイズ評価方法について検討し、その有用性の確認を行った。これよりラトルノイズの大きさ及び発生の検知を評価可能な手法を考案した。しかし、ラトル試験に当たっては、加振方法や評価方法等多くの課題があり、今後もラトルノイズ評価に有効な試験方法を検討していく予定である。

(平成26年7月7日受付，平成26年8月8日再受付)

文 献

- (1) (例えば) GMW 14011 : “Objective Subsystem/Component Squeak and Rattle Test” (2006)
- (2) (例えば) Edward L. Peterson : “Using Rumble Strips for Buzz, Squeak and Rattle (BSR) Evaluation of Subsystems or Components”, SAE Technical Paper Series, SAE-2007-01-2267 (2007)
- (3) JIS Z8737-1 : 「音響-作業位置及び他の指定位置における機械騒音の放射音圧レベルの測定方法-第1部: 反射面上の準自由音場における実用測定方法」(2000)