

◇技術紹介 Technical Report◇

風騒音試験における外装部材の適否判断の 合意形成のためのアンケートシステム A Questionnaire System for Consensus Building on Suitability Judgments of Exterior Components in Wind Noise Surveys

池上 雅之 Masayuki Ikegami

1. はじめに

強風時に高層建物等の外装部材に起因して、近隣住民や建物利用者がいわゆるクレームに繋がるほどの不満を訴える騒音（以下風騒音と総称する）が発生することがある。過去事例を見ると風騒音の発生報告はそう多くは無いものの、それが一たび発生すると、強風時に外装部材に接近することも容易ではなく、調査や対策に多大な労力を要する。そのため設計段階において、外装部材からの風騒音を十分に予防することが望まれている。

高層建物等の設計図書の特記仕様書では、風騒音の予防のため風洞を用いた風騒音の試験の実施を設計者が施工者に指示することが多いが、この試験には第2章で後述する様な多くの難しさがあり、標準的な試験方法が確立されていない。そこで求められる合意形成を円滑に行うため、施工者から設計者への技術支援として、風騒音試験におけるアンケートシステム (Fig.1 参照) を構築した。本報ではその概要について紹介する。

2. 風騒音の調査の現状

外装部材は建物外観の意匠を特徴づけるものであり、オフィスビル等では計画のたびに新しく設計されることが多いが、風騒音を予防するために外装部材を「この形状にすれば／しなければ大丈夫」とした設計指針はまだ存在しない。また外装部材の出隅をミリ単位で面取りする等の微細な形状の違いで音の発生有無や特性が変化するため、過去の類似形状の実績が保証にならず、既存建物で発生していない形状と同一にしても、風の状況が異なる別の建物で発生しないことの保証にはならないという課題もあり、風騒音の問題にはこの様な難しさを伴う。

自動車の様に風向が進行方向に限定される分野では、気流による音の発生に関する数値解析技術が進んでいるが、多様な風の状況（風向・風速・乱れの強さ等）と多様なスケール（地域・建物・外装部材の寸法等）を対象とし一品生産品である建物の分野では、建物全体を対象とした音の発生に関する数値解析技術はまだ発展途上にある。

風により発生した音の音響物理量と、実験室条件下での「気になる」等の感じ方との関係は被験者実験で整理が進みつつあるが、風により発生した音を近隣住民等が風騒音として不満を訴えるには、住民等の置かれた状況も音の受け取り方に関係しているため、音響物理量と不満との関係付けには更に整理が必要と思われる。

また外装部材によって風（気流）の流れに変化が生じれば、圧力変動が生じて何らかの音は必ず発生するが、風の流れには気象条件が関係するため、ある風の条件で不満が生じ得る様な音が発生することが明らかな外装部材だとしても、当該気象条件の出現頻度に応じて、対策の可否の合理性を判断することも必要となる。

設計者は計画を進めるために仕様の適否を評価する必要に迫られているが、負担が大きい作業であり、計画の円滑な遂行のため負担軽減の技術支援の必要がある。

3. アンケートシステムの構築

大林組では Fig.2 のフローに沿って風騒音試験を行うが、前述の様な背景を踏まえ、外装部材の仕様の適否の評価において人々の多様な感じ方をより広く設計に反映できる様に、複数の異なる立場の評価者（発注者・設計監理者・設計者）による評価の導入を設計者に提案している。その評価における合意形成円滑化を目的として、今回アンケートシステムを構築した。風騒音試験の流れと評価におけるアンケートシステムの利用概要を以下に示す。

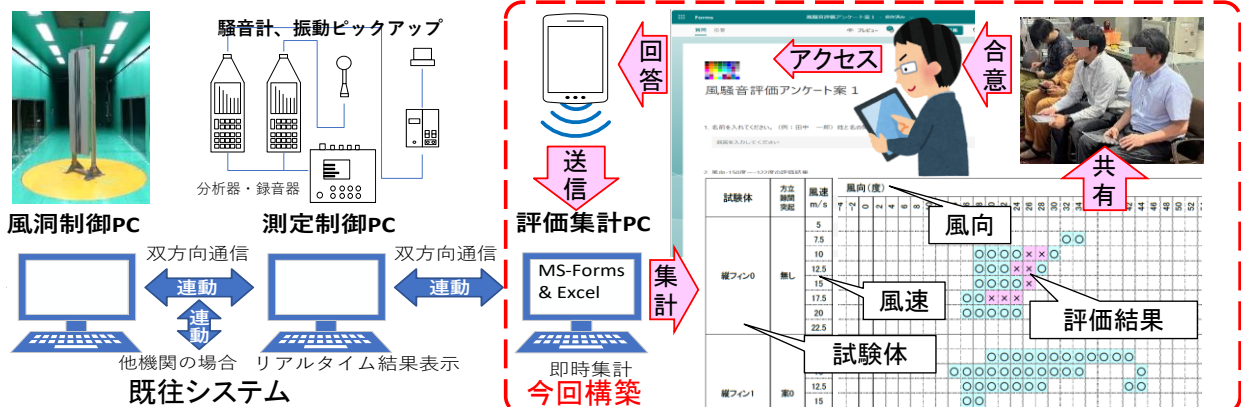


Fig. 1 風騒音試験とアンケートシステムの構成図 Configuration of Wind Noise Test and Questionnaire System

3.1 風騒音試験の流れ

- a) 施工者は、外装部材原案に対して、過去の発生事例などの情報を参考に、試験対象の選定や試験条件の設定を行い計画の承認を受ける。試験条件の設定では、風環境シミュレーションの結果から、外装部材廻りの階毎・位置毎・方位毎の平均風速と超過確率(出現頻度)の関係を示し、超過確率がほぼゼロとなる風速を試験の上限風速に設定する。加えて見逃し回避と効率化のバランスを踏まえ、風向風速の変化の刻みを設定する。
- b) 施工者(大林組)は、風騒音のクレームが発生したデモ用試験体を風洞内に準備し、その音を例として示す。評価者は風洞内で体験して、「この様な音が発生すると確かにクレームになる」という共通認識を得る。
- c) 施工者は、今回の試験体を風洞のターンテーブル上に設置し、風洞代表点で規定の風速になる様に調整する。
- d) 評価者は、ターンテーブル近傍で音の評価を行う。風洞の駆動音もある程度聞こえるが、施工者は、駆動音を評価の対象としない様に評価者に依頼する。
- e) 施工者は、ターンテーブル開口下部で、風速毎風向毎の等価音圧レベル周波数特性を、また試験体の代表点で振動加速度レベル周波数特性の参考測定を行う。
- f) 試験終了後、施工者は評価者全員の合意の記録及び参考測定データを報告書に掲載し、設計者に報告して当該外装部材の仕様の承認を得る。

3.2 評価におけるアンケートシステムの利用

アンケートシステムは以下の様に評価で利用する。下線部分は Fig.1 の桃色矢印の記述に相当する。

- g) c)で風速を設定した後、評価者はモバイル端末で QR コードを読み取り、システムにアクセスする。
- h) 施工者は、対象の風向範囲にて一定の刻みごとに風向を変化させ、その都度一旦風向を固定する。
- i) 評価者は風向毎に試験体の出す音を聴き、端末画面上に表示された選択肢(「建物利用上支障がない」「支障がある(音)」「支障がある(振動)」「パス(評価スキップ)」)から選択して端末画面をタップし回答する。
- j) 風向範囲終了後、評価者は評価結果を送信する。
- k) 回答受信後、システムはそれらを即時集計し一覧表として評価者の端末画面上に表示し共有する。評価者のうち一人でも「支障がある」場合は、一覧表の当該風向のセルに(匿名で)「支障がある」のマークが付く。

- l) 「支障がある」場合、評価者は再聴聴するか、対策を検討するか等を協議し必要に応じてそれを実施する。
- m) 評価者は対策案の効果も聴き、同様にアンケートに回答して「支障がない」状況に至るまで(「支障がある」のマークが消えるまで)試験を繰り返す。
- n) 最終的に「支障がない」状況を評価者全員で合意して、次の風向風速、次の試験体へと試験を進める。

3.3 複数の評価者の試験参加の利点

アンケートシステムを適用した結果、以下の利点が明らかになった。これらは互いの評価結果の即時閲覧と共有という、アンケートシステムの機能によるものである。

- 1) 外装部材の風騒音の問題やその調査の困難さ、現状の技術レベルに対して評価者の共通理解が促進された。
- 2) 音の発生を共通体験し、評価者の誰かが「支障がある」とする状況等、多様な感じ方の共通理解を容易にした。
- 3) 音の発生はゼロにはならない状況や、評価者全員が合意した状況の共有が容易になった。
- 4) 「支障がない」状況に至るまで対策案の試行錯誤を評価者が一緒に行い、「我が事」との認識を容易にした。
- 5) 「支障がある」、「支障がない」の各状況を評価者がその場で音を聞いてアンケートシステムで確認するので合意形成と意思決定の迅速化が図られた。

3.4 風洞を使った聴聴による試験の課題

一方で、風洞を使った聴聴による試験には以下のような不明点があり、その解明は今後の課題である。

- 1) オフィスビルであれば、室内で業務を行っているなかで音を聞く状況になるが、試験では風路のそばで意識を集中して音を聞く状況となり、集中度合いの違いが評価に及ぼす影響が不明である。
- 2) 現場と試験とでは、風の状況、外装部材(試験体)の大きさや設置状況、暗騒音等の音環境が異なるが、それらが音の再現性や評価に及ぼす影響が不明である。

4. おわりに

以上、高層建物等の外装部材に起因する風騒音の問題、その調査の現状等を述べ、風騒音の試験における合意形成のためのアンケートシステムについて紹介した。風騒音の調査には依然様々な課題²⁾があるが、そのリスクを少しでも減らし安心して建物が利用できるように、今後とも検討を重ねていきたい。

参考文献

- 1) 例えば富高、建物外装材を対象とした風騒音の測定と評価、日本音響学会誌 75 巻 11 号, p. 636-643, 2019. 11
- 2) 例えば池上、建築物の風騒音とその調査の方法の課題、音響技術 No. 201, vol. 52, no. 1, p. 35-42, 2023. 3

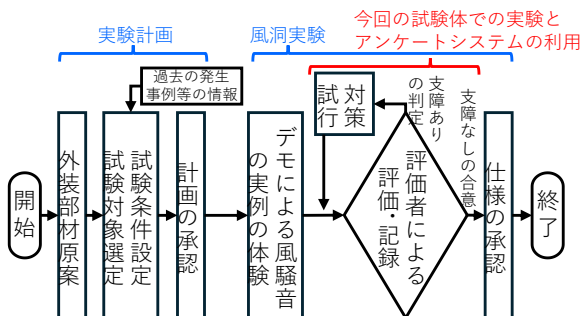


Fig. 2 風騒音試験のフロー
Flow Chart of Wind Noise Test