

集合住宅におけるアルミルーバーの風騒音対策の検討

鰐淵憲昭 * 近藤誠一 ** 大脇雅直 ***

最近、集合住宅の外装部材としてアルミルーバーが採用されるケースが増えている。アルミルーバーは、アルミ縦格子手摺と同様に風騒音が発生する可能性があるため、採用に当たっては事前に風騒音発生の有無の確認および風騒音が発生する場合にはその対策を検討しておく必要がある。

筆者らは風洞実験によるアルミルーバーの風騒音対策の検討を継続的に実施してきたので、その内容について述べる。

キーワード：アルミルーバー，風騒音，集合住宅，風洞実験

1. はじめに

集合住宅におけるバルコニーや屋上，外部階段などの場所にその目隠しとして，外観の意匠性も考慮してアルミルーバーが採用されるケースが増えている。建物隅角部や屋上など，風が吹き抜けるような場所では，ルーバーが振動して「ブーン・ブーン」といった振動音（ルーバーの振動による接合部での金属同士の擦れ音）や風が抜ける時に「ピー」といった笛吹き音が生じる可能性がある。一般的に自然風は上空ほど強くなるため，高層階では日常的に吹く風によって上述した現象が発生する可能性がある。さらに，振動音の場合には，スラブに振動が伝わり，下階の住居で固体伝搬音として聞こえ，クレームになる場合もある。筆者らは，これまで機会あるごとに，実施物件で採用予定のアルミルーバーについての風洞実験を実施し，風騒音発生の有無の確認，および風騒音が発生した場合の低減対策について検討してきた。以下に風騒音対策事例について紹介する。

2. 風洞実験概要

アルミルーバーにおける風騒音の発生状況を把握し，風騒音低減対策の効果について詳細に検討するため，技術研究所所有のエッフェル型吹出し式境界層風洞を用いて風洞実験を実施した。以下に風洞実験の概要について述べる。

2. 1 試験体の形状寸法

実験に使用したアルミルーバー試験体（5種類）をTable1, Fig. 1~Fig. 5 および Photo. 1~Photo. 5 に示す。試験体の外形は，風洞断面の大きさを考慮した形状・寸法としている。

- * 技術研究所 都市・居住環境研究部 風環境研究グループ
- ** 技術研究所 都市・居住環境研究部 音環境研究グループ
- *** 技術研究所 都市・居住環境研究部

Table 1 試験体の形状寸法

試験体NO.	タイプ	断面形状	断面寸法(mm)	部材内法間隔	取付方法
1	縦ルーバー	Vの字型	20×40	10mm	横材にビス止め
2	縦ルーバー	Tの字型	120×2	5mm	横材にボルト止め
3	縦ルーバー	矩形	30×75	70mm	金具で横材に挟み込む
4	横ルーバー	矩形	15×60	15mm	縦材にビス止め
5	縦ルーバー	コの字型	86×17	39mm	横材にはめ込む

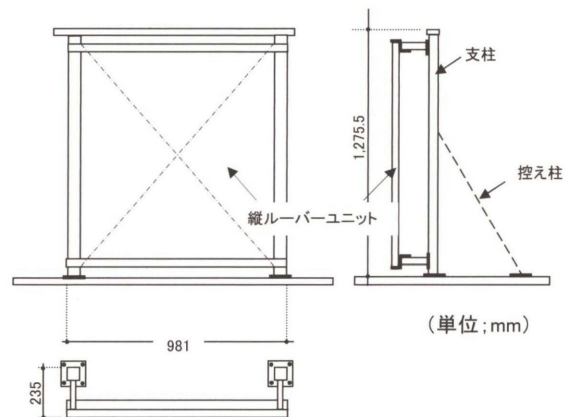


Fig. 1 試験体形状寸法 (NO. 1)



Photo. 1 試験体設置状況 (NO. 1)

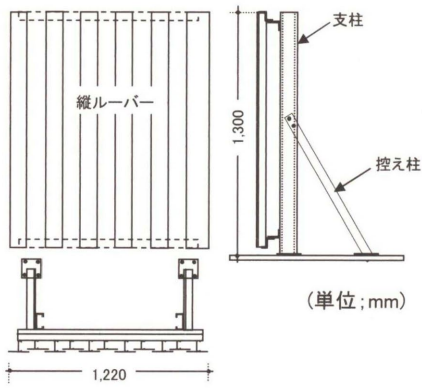


Fig. 2 試験体形状寸法 (NO. 2)

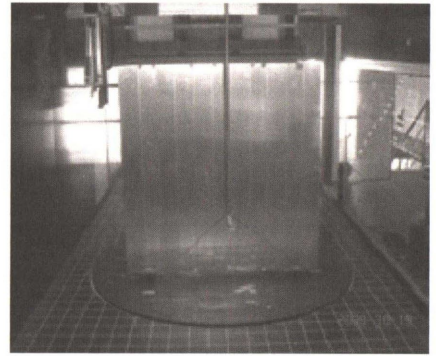


Photo. 2 試験体設置状況 (NO. 2)

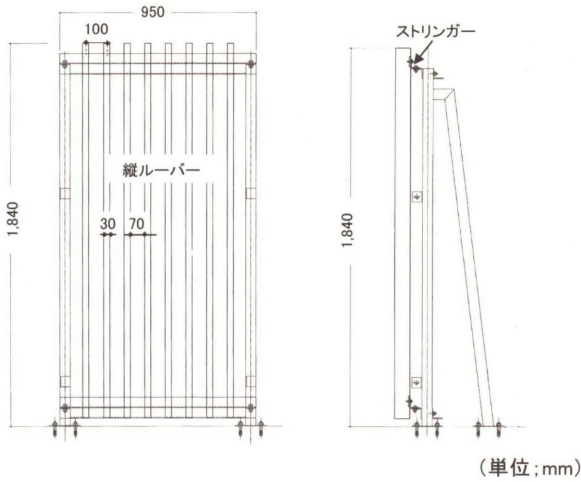


Fig. 3 試験体形状寸法 (NO. 3)

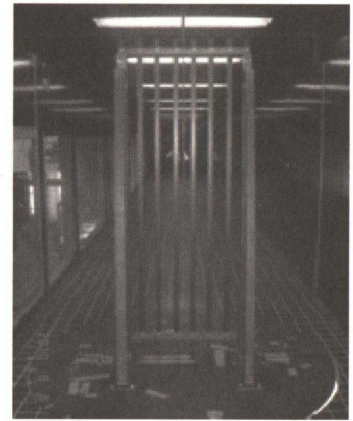


Photo. 3 試験体設置状況 (NO. 3)

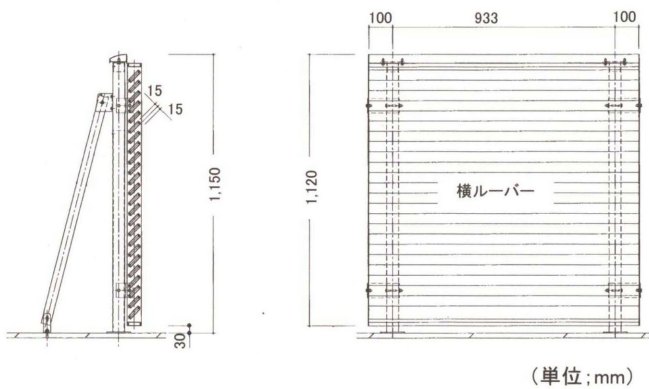


Fig. 4 試験体形状寸法 (NO. 4)

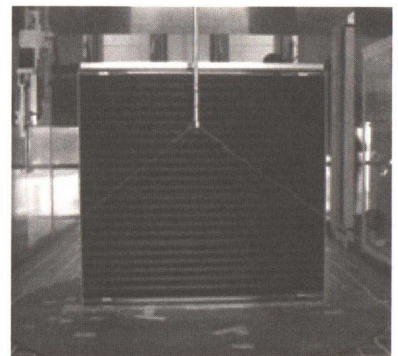


Photo. 4 試験体設置状況 (NO. 4)

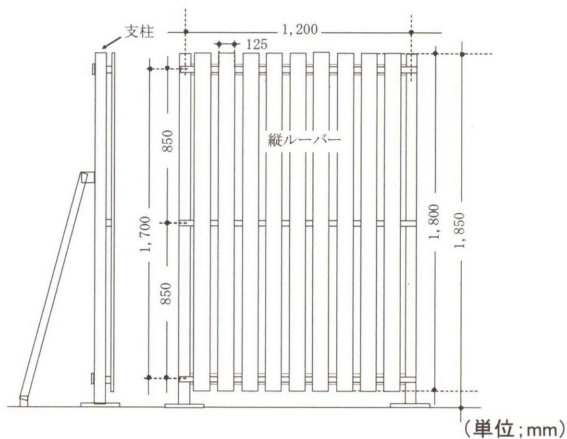


Fig. 5 試験体形状寸法 (NO. 5)



Photo. 5 試験体設置状況 (NO. 5)

2. 2 実験方法

風洞内に試験体を Photo. 1~Photo. 5 に示すように設置して、一様流中で実験を行った。実験時の風速は、3~15 m/s の範囲内で 1.0 m/s 間隔で変化させ、風向ごとに発生音の測定および聴感上での確認を行った。測定風向は、Fig. 6 に示すように試験体正面に風が垂直にあたる風向を $\theta = 0^\circ$ とし、 $0^\circ \sim 90^\circ$ の範囲で 10° 間隔で回転させて実施した。なお、測定は Photo. 5 に示すように試験体風下側に防風スクリーンを取り付けたマイクロホンを設置し、Fig. 7 に示す測定システムを用いて行った。

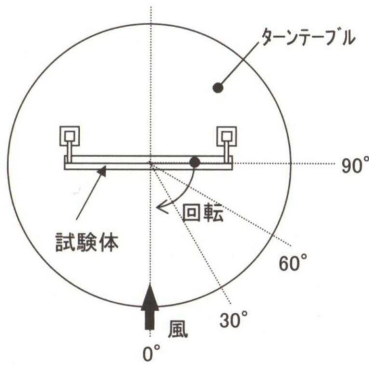


Fig. 6 測定風向

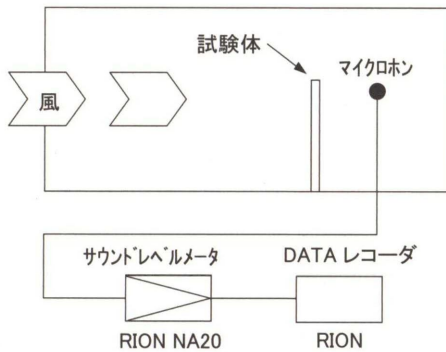


Fig. 7 測定システム

3. 風洞実験結果

実験は、聴感上で発生音の確認を行い、各試験体の風騒音の発生状況について Table 2 に示すように風速毎における風向角の変化についてまとめた。以下に各試験体における測定結果について述べる。

3. 1 風騒音の発生状況

1) 試験体 NO. 1

- 風速 8~10 m/s の時、風向角 $0^\circ \sim 70^\circ$ の範囲内で縦ルーバーが振動し、聴感上、振動音が発生した。

2) 試験体 NO. 2

- 風向角 0° の時、風速 8 m/s で互い違いに重ねた平板の隙間 (5 mm) 部分で気流音が発生した。

3) 試験体 NO. 3

- 風向角 0° の時、風速 6~8 m/s の範囲内で縦ルーバーが振動し、風速 7~8 m/s の範囲内で聴感上、振動音が発生した。
- 風速 8 m/s の時、風向角 $0^\circ \sim 30^\circ$ の範囲内で縦ルーバーが振動した。

4) 試験体 NO. 4

- 風向角 0° の時、風速 5~15 m/s の範囲内で横ルーバーが振動し、聴感上、振動音が発生した。
- 風速 6 m/s の時、風向角 $0^\circ \sim 40^\circ$ の範囲内で横ルーバーが振動し、聴感上、振動音が発生した。

5) 試験体 NO. 5

- 風向角 0° の時、風速 8~15 m/s の範囲内で縦ルーバーが振動し、聴感上、振動音が発生した。
- 風速 8 m/s の時、風向角 $0^\circ \sim 10^\circ$ の範囲内で縦ルーバーが振動し、聴感上、振動音が発生した。
- 風向角 60° の時、風速 9~15 m/s の範囲内で縦ルーバーが振動し、聴感上、振動音が発生した。

Table 2 風騒音の発生状況

試験体NO.	風速(m/s)	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
アルミ製縦ルーバー 試験体NO.1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-
	9	-	-	x	-	x	-	-	-	-	-
	10	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アルミ製縦ルーバー 試験体NO.2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アルミ製縦ルーバー 試験体NO.3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アルミ製横ルーバー 試験体NO.4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
	7	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アルミ製縦ルーバー 試験体NO.5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-
	10	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-
	11	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-
	12	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-
13	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	
14	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	
15	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	

—:振動なし x:振動あり □:聴感上、風騒音が発生

3. 2 風騒音対策の事例

試験体 NO. 1~試験体 NO. 5 の実験結果を踏まえ、以下に具体的な風騒音対策について述べる。なお、発生音の測定結果は、FFT解析を行い、周波数(Hz)ごとの音圧

レベル(dB)を示した。Fig. 10, 12, 15, 16 に各試験体における発生音の状況を示す。なお、図中における 300(Hz)とその倍数の周波数は風洞内の暗騒音を示している。

3. 2. 1 部材振動の低減

試験体 NO.1 や試験体 NO.3 の実験結果から、ルーバー部材間を風が吹き抜ける場合、ルーバーが振動することにより、ルーバーの接合部分で金属同士が擦れて「ビーン／ブーン」といった発生音が生じる場合がある。このようなケースでは、アクリル系素材の振動吸収材を使用して部材振動を低減させることによって、風騒音の発生を防ぐ対策が考えられる。

<対策例 1>

縦ルーバーの片端を外壁面を利用して固定する場合

・ Fig. 8, Photo. 6 に示すように縦ルーバーと外壁部分に中間支持部を設け、さらにルーバーと支持部材の間に振動吸収材を挿入する対策を考えた。風洞実験では、ルーバーの振動が低減し、聴感上風騒音が発生していないことを確認した。

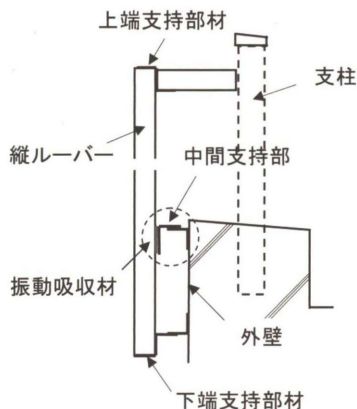


Fig. 8 風騒音対策 (試験体 NO.1)

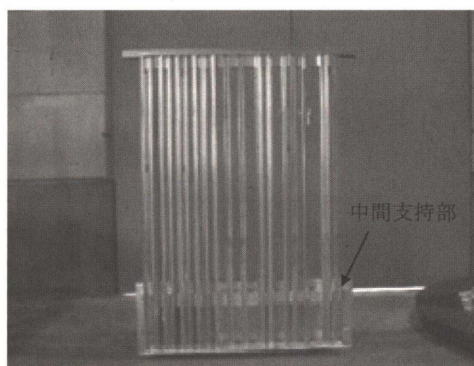


Photo. 6 対策試験体 (試験体 NO.1)

<対策例 2>

縦ルーバーを外階段の周囲に設置する場合

・ Fig. 9 および Photo. 7 に示すように縦ルーバーの接合部分に振動吸収材を挿入する対策を考案した。風洞実験では、ルーバーの振動が低減し、聴感上風騒音が生じていないことを確認した。風騒音対策の効果を Fig. 10 に示す。

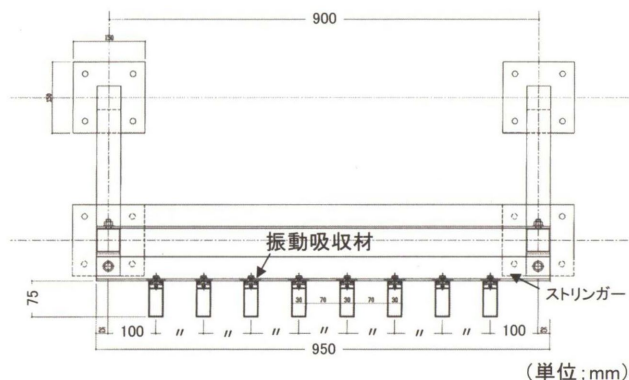


Fig. 9 風騒音対策 (試験体 NO.3)

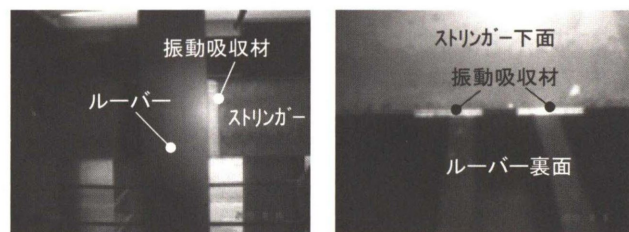


Photo. 7 風騒音対策 (試験体 NO.3)

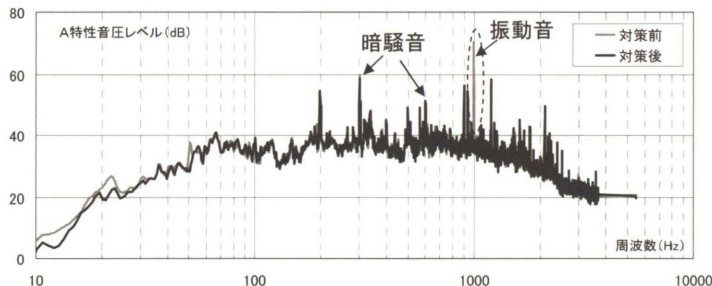


Fig. 10 風騒音対策の効果 (試験体 NO.3)

3. 2. 2 部材間隔の調整

試験体 NO.2 や試験体 NO.4 のようにルーバーの部材間隔が狭い場合、部材間で気流音が発生したり、部材が振動することにより、ルーバーの接合部分で金属同士が擦れて発生音が生じる場合がある。このようなケースでは、部材間隔を調整することにより、気流音や部材振動による風騒音の発生を防ぐ対策が考えられる。

<対策例 3>

部材を互い違いに重ねた縦ルーバーの場合

・ Fig. 11 に示すように部材の内法間隔が狭い (5 mm) ため、この部分で気流音が発生したので、Photo. 8 に示すように内法間隔を 10 mm に広げることにした。風洞実験では、聴感上気流音が生じていないことを確認した。風騒音対策の効果を Fig. 12 に示す。

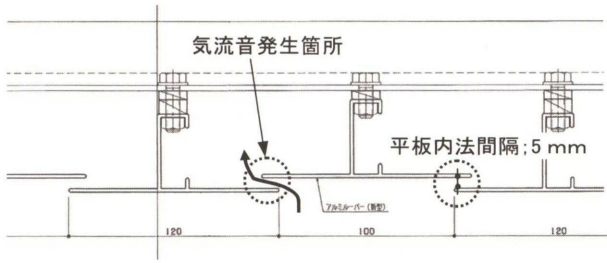


Fig. 11 ルーバー形状及び風騒音発生箇所 (試験体 NO. 2)

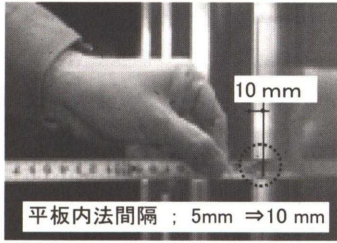


Photo. 8 風騒音対策 (試験体 NO. 2)

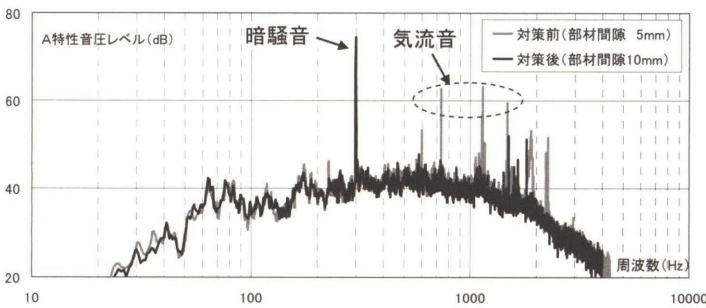


Fig. 12 風騒音対策の効果 (試験体 NO. 2)

<対策例 4 >

部材間隔の狭い横ルーバーの場合

・ Fig. 13 に示す部材内法間隔が 15 mm の状態では部材が振動し、ルーバーの接合部分で金属同士が擦れて風騒音が生じた。そこで Fig. 14 および Photo. 9 に示すように部材内法間隔を 22.5 mm に広げることによって振動が低減し、聴感上風騒音が生じていないことを確認した。風騒音対策の効果を図. 15 に示す。

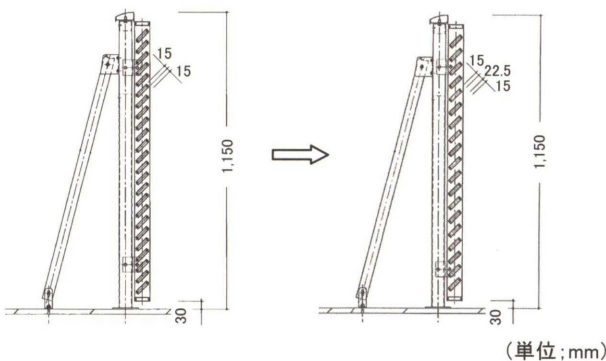


Fig. 13 対策前 (試験体 NO. 4)

Fig. 14 対策後

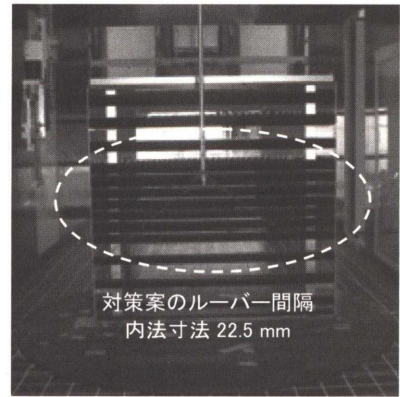


Photo. 9 風騒音対策 (試験体 NO. 4)

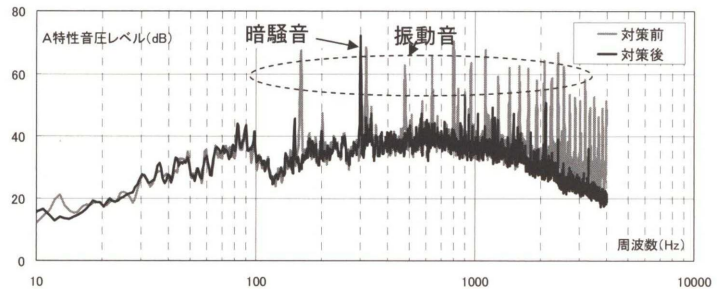


Fig. 15 風騒音対策の効果 (試験体 NO. 4)

3. 2. 3 設計上の工夫

ルーバーの種類によっては振動吸収材を用いたり、部材間隔を広げるなど、部材そのものに風騒音対策を講じることが難しい場合もある。このように部材そのものに風騒音対策を講じることができない場合でも、意匠設計上で工夫することによりルーバーによる風騒音の発生を防ぐことができる。たとえば、試験体 NO. 5 の場合、Fig. 16 に示す風騒音の発生状況から、ルーバー正面(風向角 0° の時)から風が吹き抜ける時に風騒音が発生していることがわかる。この結果から判断して、風が外装部材の正面から吹き抜けやすい建物隅角部では風騒音の発生可能性がある部材は取り付けない、あるいは風が抜けにくくなるような設計上の配慮を施すことが必要である。

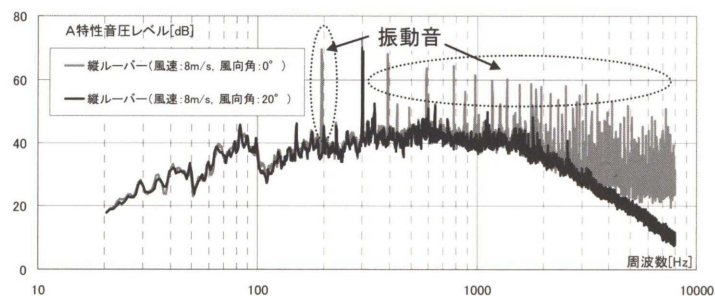


Fig. 16 風騒音の発生状況 (試験体 NO. 5)

4. まとめ

これまで実施物件で採用してきたアルミルーバーの風騒音対策の事例について記述した。ルーバーの部材同士の間隔を少し広げたり、部材接合部（接触面）に振動吸収材を挿入することにより、風騒音の発生を防ぐことができた。同種のアルミルーバーを採用する際、風騒音対策として、少しでも参考になれば幸いである。今後も継続的にアルミルーバーの風騒音対策の検討を実施していく予定である。

謝辞

風洞実験を実施するに当たり、試験体製作や実験の立会いなど、大変ご協力いただきました現場所長ならびに設計担当者の皆様に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山田伸志：建築物まわりの風切り音の防止，第16回GRCシンポジウム講演要旨集，pp7-12，2004
- 2) 社団法人日本鋼構造協会：設計に役立つ風工学の知識，pp74-76，平成19年6月

A Study on a Reduction Method of an Aerodynamic Noise of an Aluminum Louver in Multi-family Housing

Noriaki WANIBUCHI, Seiichi KONDO and Masanao OWAKI

Abstract

Recently, The cases that an aluminum louver is adopted in multi-family housing increase. An aerodynamic noise of an aluminum louver may occur like an aluminum balustrade. When we adopt an aluminum louver, it is necessary to examine the measures of the aerodynamic noise beforehand. We report the content that examined a reduction method by wind tunnel tests about an aerodynamic noise of an aluminum louver.

Keywords: Aluminum louver, Aerodynamic noise, Multi-family housing, Wind tunnel test
