

## 風による雑音を低減する帽子的開発と雑音低減効果の評価

## Development and Evaluation of Wind Noise Prevention Hat

○ 野澤正和（秋田高専） 佐藤圭（JX エンジニアリング） 茂木良平（秋田高専）

伊藤毅（秋田テクノデザイン） 佐藤真紀子（秋田テクノデザイン）

Masakazu NOZAWA, NIT Akita College

Kei SATO, JX Engineering

Ryohei MOTEGI, NIT Akita College

Takeshi ITO, Akita Techno Design

Makiko SATO, Akita Techno Design

**Abstract:** The wind noise prevention hat was developed for the visually impaired people. This hat is aimed to support these people under the strong wind to be able to hear the ambient sounds and move safely in the daily life and the disastrous evacuation. The shape is a hat or hair band with earmuffs with fur. For the evaluations of the hat, the response evaluations by the use of the wind tunnel and the natural wind were conducted in association with visually impaired and normal people. The quantitative evaluation by the pressure variation measurement was also conducted by use of the head mannequin with the pressure sensor. It was confirmed by these evaluations that this hat had the wind noise prevention effect and the frequency of the wind noise in the range from several dozen Hz to several hundred Hz was decreased.

**Key Words:** Life Support for Visually Impaired People, Hat, Wind Noise Prevention, Air Pressure Variation

## 1. 緒言

視覚障害者は、日常生活の上で視覚以外から多くの情報を集めなければならない。遠くの情報は殆どの場合、音によって把握することになる。風の強い日に屋外で行動しようとする時、風音のために周囲の環境音や会話が聞こえなくなり大変危険である。特に台風などの災害時には、視覚障害者は健常者の誘導によって避難をすることになるが、強風下では誘導音が風によってかき消されてしまい、互いの意思疎通が困難になる。風音による自分で判断できる情報の喪失が、視覚障害者の不安感と恐怖感を募らせることになっている。

このような背景から、視覚障害者の方より、風音を消すことができる装置の要望があり、風音を除去可能な形状や素材について明らかにしてきた<sup>(1,2)</sup>。それらで得られた知見を踏まえ、風による雑音を低減することができる帽子型とヘアバンド型の装置（風音防止装置）を開発した。本研究では、試作した風音防止装置について、風洞や自然風下において効果を検証する。さらに、視覚障害者の方に日常生活において使用してもらい、風音防止装置の有用性について評価を行った。また、風音防止装置の効果の定量的評価として、変動圧センサを設置したヘッドマネキンを用いて、圧力変動の変化について解析を行った。



Fig. 1 Pictures of wind noise prevention device (hair band type)

## 2. 風音防止装置試作品

試作したヘアバンド型の風音防止装置の写真を図1に示す。本装置の外観は、ヘアバンドもしくは帽子に、ファー付きの耳あてを取り付けた形状となっている。人体に風が当たった際、耳付近の気流の乱れにより発生する渦や骨伝導により、風音が雑音として聞こえる。これらの雑音を極力減少させるために、頬骨から耳をファーで覆うことで、耳の周囲に発生する気流の乱れを減少させる。同時に、骨伝導による雑音を減少させるために、風が直接当たりやすい額等をバンドや帽子で覆う構造となっている。ファーの部分は、風にあおられて捲れるのを防ぐために、あご紐やマジックテープで密着できるようにしている。また、本装置の試作には、視覚障害者の観点から、盲学校の先生より助言を頂いた。これらの助言を踏まえて、バンドの前後を判別できるようにするために、バンド後部にタグを取付け、色も男性用・女性用を意識して、鮮やかな色のバンドも用いて試作品を作成した。

## 3. 風音防止装置の機能評価

風音防止装置の効果や不具合点を確認するために、風洞および自然風を用いて評価を行った。いずれの評価も、実際に装置を装着してもらい、効果や不具合点の感応評価を行った。感応評価の信頼性を高めるために、実験協力者として、視覚障害者の方や健常者の学生、社会人等様々な人々に実験協力者として参加して頂いた。

### 3.1. 風洞による評価

小型風洞を用い、一定風速での風音防止効果に対し、感応評価を実施した。評価は、視覚障害者3名、健常者3名の合計6名に協力して頂いた。風洞出口の断面積は0.3 m × 0.3 mで、最大約16 m/sの風速を発生することができるが、風速の変化による効果を確認するため、風洞のファンの吸気口開度を調節して、風速を約5 m/sと10 m/sに制御した。風速分布の測定は、熱線流速計式の風速計を用いた。風速分布の測定結果から、被験者を風洞出口から0.9 m離れた

位置に座って頂いて評価を行った。

風洞による評価としては、被験者全員が、5 m/s 及び 10 m/s の条件で風音が弱まったことが体感できた。一方で、風速が 10 m/s になると、耳あて部分が捲かれて、そこから振動が発生するおそれがあることや、風洞のファンの音が比較的大きいため、健常者は風音との聞き分けが難しい場合があった。

3.2. 自然風による評価

冬季の日本海沿岸部の比較的強い風を利用して、自然風による感応評価を行った。評価は、12月に、秋田マリーナ（秋田市）で実施した。当日の天気は曇りで、風速は約 4 m/s であった。今回は、視覚障害者 8 名及び健常者 9 名の合計 17 名に協力して頂いた。この評価では、風音の聞こえ方の変化や雑音の低減効果の有無等についてのアンケートを準備し、自然風下での感応評価の後に、被験者全員にアンケートに回答して頂いた。

ヘアバンド型の風音防止装置を装着した場合の、感応評価の結果の一例を図 2 に示す。「バンド型の風音防止装置は風音を低減する効果があったか」に対する回答については、被験者全員が、「充分効果があった」もしくは「大体効果があった」と回答した。また、装置装着の有無による風音の聞こえ方の違いについては、装置を装着しない場合は、「ゴゴとかゴワゴワする音」や「耳元でサーサーとかサクサクと鳴るような音」が聞こえると回答する人が大半であったが、風音防止装置時には、13 人の被験者が「風音が聞こえなくなった」と回答した。したがって、自然風による評価において、当日の風速が比較的lowかったものの、ほとんどの被験者が風音防止装置の効果を実感できたと言える。

3.3 実用性評価

視覚障害者の有志の方に協力頂き、日常生活で風音防止装置を着用してもらい、使用感や不具合等の実用性の評価を行った。時期は、12月～1月の間に、一人あたり 5～10 日間連続して使用して頂き、アンケートに回答して頂くことで実用性の評価を行った。

アンケートの結果として、多くの被験者が風音防止装置の機能は気に入ってくれたことが確認できた。一方で、外出の際には装着に抵抗がある、ファー付きの耳あてのサイズが合わない、ファーが濡れたり、雪玉が付着すると手入れが大変だったという意見があった。

4. 風音防止装置による圧力変動の変化

風音低減効果の定量的評価のため、高感度の変動圧センサを用いて、風音防止装置の有無による圧力変動の変化について計測を行った。実験は、機能評価の際にも使用した小型風洞を使用した。試験部として、発泡スチロール製のヘッドマネキンを用いて、マネキン内部の人間の鼓膜に相当する位置（マネキン表面から 25 mm の深さ）に圧力センサを設置した。このマネキンの正面から風洞の風を当て、風音防止装置の有無による圧力変動の違いについて検討した。圧力変動の評価は、得られた圧力の時系列データに高速フーリエ変換（FFT）解析を適用して、圧力変動の周波数成分の変化について考察を行った。

FFT 解析結果を図 3 (a) - (c) に示す。縦軸は圧力変動のパワー、横軸は周波数である。縦軸は、変動圧センサの出力値をそのまま用いて解析を行ったため、単位は V になっている。(a)は、青のグラフが、風音防止装置無しで風速が 16 m/s の場合、黒のグラフが、風の無い場合の結果である。風音は、約 1000 Hz 以下で有意な周波数成分を持っていることが分かる。約 25 Hz 付近に、周波数のピークが確認で

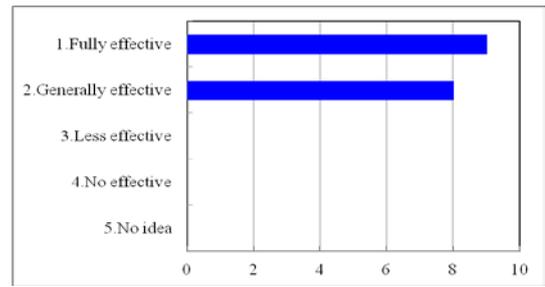
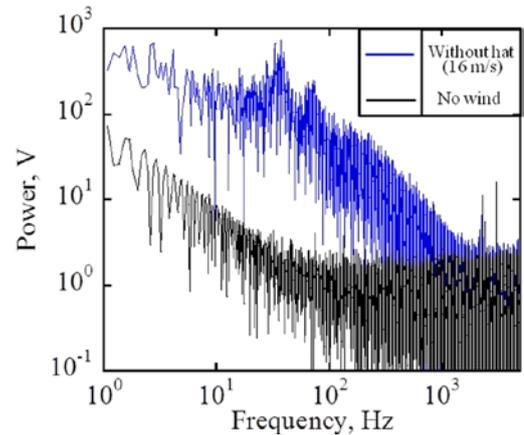
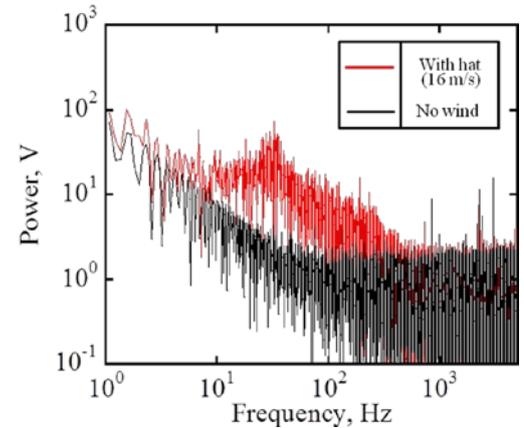


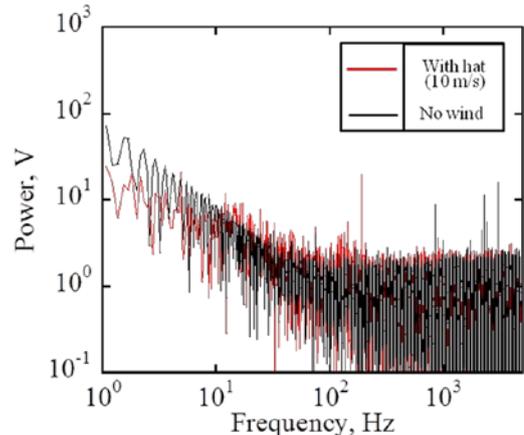
Fig. 2 A result of the questionnaire: Does the hair band type have the wind noise reduction effect?



(a) Comparison between without hat (16 m/s) and no wind



(b) Comparison between with hat (16 m/s) and no wind



(c) Comparison between with hat (10 m/s) and no wind

Fig. 3. FFT analysis results of pressure variation.

きるが、この周波数は、実験時に最も大きく聞こえる、風洞のファンの作動音と考えられる。(b)は、風音防止装置有りで風速が 16 m/s の場合と風の無い場合の比較である。赤のグラフが風音防止装置を装着した場合の結果である。(a)の結果と比較すると、風音防止装置の装着により、風音による周波数成分を大きく低減していることが分かる。しかし、数十～数百 Hz の周波数成分は、有意な成分が残っている。風速が 16 m/s の場合、かなり強い風であるため、風にあおられることで風音防止装置とマネキンがしっかりと密着せず、風による雑音が発生してしまっていると考えられる。(c)は、風音防止装置有りで風速が 10 m/s の場合と風の無い場合の比較である。風音防止装置を装着した場合でも、無風の場合とほぼ同等の周波数成分となり、風音をほぼ除去している結果となった。

## 5. 結言

視覚障害者の強風下での生活支援のために、風による雑音を低減することができる、帽子やヘアバンドにファー付きの耳あてを取り付けた形状の風音防止装置を開発した。装置の効果について、機能性評価および定量的評価を行った。以下に得られた結果をまとめる。

- (1) 被験者に実際に装着してもらった感応評価により、風音防止装置の効果についての評価を行った。ほとんどの被験者が、風音が低減されたことを体感することが確認できた。
- (2) 風音低減効果の定量的評価のため、変動圧センサにより計測した時系列データを FFT 解析し、風音防止装置の有無による周波数成分の変化を明らかにした。風音防止装置の装着により、風音を低減していることが確認できた。風速が 16 m/s では風音を十分に消失させることはできなかったが、風速が 10 m/s の場合、無風状態とほぼ同じ状態まで風音を消失できるという結果となった。

## 謝辞

風音防止装置の開発の際には、秋田県立視覚支援学校の佐藤均教諭に、視覚障害者の観点から助言を頂くことができました。ここに謝意を表明します。また、風音防止装置の自然風実験の際には、秋田市内の視覚障害者グループの方々に被験者としてご協力を頂き、風音防止装置に関する率直な意見を頂戴することができました。ここに謝意を表明します。

## 参考文献

- (1) 奈良，茂木，視覚障害者のための風音の除去方法の検討，秋田工業高等専門学校研究紀要，Vol. 43，pp. 22-30，2008.
- (2) 土佐，茂木，視覚障害者のための風音除去の方法の検討，秋田工業高等専門学校研究紀要，Vol. 46，pp. 8-15，2011.