

⑱ ハイブリッド車等の静音性対策のための 車両接近通報音に関する認知性調査

環境研究領域

※坂本 一朗

宝渦 寛之

自動車安全研究領域

関根 道昭

森田 和元

1. まえがき

ハイブリッド車及び電気自動車等は、低炭素社会を進める上で、普及促進を図ることとされており、近年急増傾向にあり、今後さらに増加が見込まれる。一方、これらの自動車は、モーターのみで走行している時は、構造的に従来のエンジン音及び排気系の音が発生しないため、車両の接近に気付かず危険を感じるとの意見が、視覚障害者団体やユーザー等から国土交通省に寄せられた。そのため、国土交通省は平成 21 年 7 月に検討会を設置し、検討会の報告を基に平成 22 年 1 月に「ハイブリッド車等の静音性に関するガイドライン」を公表した。このガイドラインでは、モーターのみで低速走行しているときは音で車両の接近を知らせることとしており、車両接近通報装置が満たすべき要件を示したものである。

当該ガイドラインでは、規制内容等必要な検討を行った上で、新車に可能な限り早期に車両接近通報装置の義務づけをすることとしており、国土交通省では基準化のための検討を行っているところである。

2. 車両接近通報装置の要件に関する検討

車両接近通報装置の基準化については、国連欧州経済委員会自動車基準調和世界フォーラム (UN/ECE/WP29) に設置された gtr (世界統一基準) のためのインフォーマル会議で議論されている。ここでは、各国で行った調査結果や、人間の耳の聴覚特性に関する報告¹⁾が行われ、それらを基に接近音の要件について検討が行われている。

一般に、正常な聴力を有する成人は、1kHz から 5kHz までの音に対しては感度が良い。従って、この周波数帯域にある程度以上のレベルの音が存在すれば、その音は認知されやすいと考えられる。一方、高齢者は、2kHz 以上の音に対する聴力が低下することが分かっている。従って、聴力の低下の少ない 1kHz

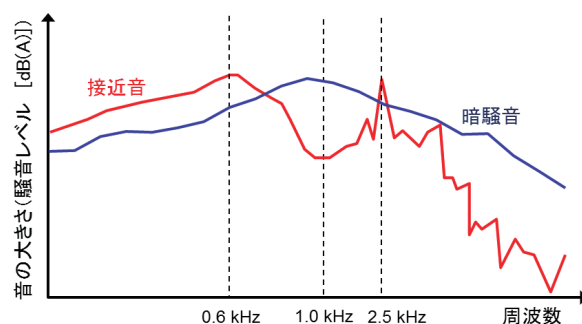


図1 暗騒音と接近音の周波数特性のイメージ

以下の低い周波数帯域にもある程度以上のレベルの音が存在すれば、高齢者にとってもその音は認知されやすいと考えられる。

また、接近音が認知できるかどうかについては、暗騒音も影響する。図1に暗騒音の周波数特性のイメージ図を示す。一般に暗騒音は1kHz 前後のレベルが大きい。接近音が認知されるためには暗騒音のレベルよりも卓越したレベルでなければならぬため、暗騒音のレベルが小さい周波数で音を出せば、必要以上に大きな音を出す必要がなく、環境騒音の悪化を回避できると考えられる。

この考えに基づき、日本は、1/3 オクターブバンドで、1.25kHz 以上と、800Hz 以下のそれぞれに、少なくとも1つ卓越したバンドをもつという、2バンドのコンセプトをインフォーマル会議で主張しており、このような音であれば、オーバーオール音量(騒音レベル)と、音が聞こえる距離(認知距離)は比例関係にあるということを主張している。

本報告では、接近音の音量を規定するために、2バンドの接近音のサンプルを試作し、オーバーオール騒音レベルと認知距離を調べることにより、日本が主張している2バンドコンセプトの妥当性について検証を行った結果を報告する。

3. 2バンドコンセプトの検証

まず、2 バンドを有する接近音のサンプル音を作成した。可聴域の周波数帯において、1.25kHz 以上と 800Hz 以下から、それぞれ一つの 1/3 オクターブバンドを選ぶとその組み合わせは 200 以上となる。そこで、今回は 1.25kHz 以上からは 2kHz と 5kHz の 2 つを、また、800Hz 以下からは 200Hz と 500Hz の 2 つを選び、その組み合わせとして、200Hz+2kHz、200Hz+5kHz、800Hz+2kHz、800Hz+5kHz の 4 種類の接近音を作成した。選択した周波数のバンドは国内の自動車メーカーが作成した既存の接近音を参考にした。接近音の音量は、2 バンドのレベルがほぼ同じレベルになるようにした上で、オーバーオール音量を 46dB(A)、52dB(A)、58dB(A) を目標に調節した。周波数が 4 種類、音量が 3 種類で、計 12 種類の接近音を作成し、それぞれの認知性を評価した。

電気自動車の先端に固定したスピーカから接近音を発音し、10km/h で接近しているときの認知距離を被験者実験により測定した。測定を行った場所は、日本自動車研究所城里テストセンターのテストコースで、暗騒音が 25dB 程度で、十分静かな場所であった。被験者に提示する暗騒音の条件を統一するために、米国運輸省の NHTSA により公表された NPRM (Notice of Rulemaking) で規定されている暗騒音をスピーカにより発音し、被験者の耳元で 55dB となるように調整した。図 2 に、NPRM で規定されている暗騒音と、スピーカから発生させた暗騒音の周波数特性を比較した結果を示す。両者がよく一致していることが分かる。実験参加者は、30 代から 60 代の健常者 12 名で、交通安全環境研究所における人間を対象とする実験に関する倫理規程に基づいて実施した。テストコースの車両中心線から横方向に 2m、高さ 1.2m の位置付近に被験者の耳が来るようにし、2 台のスピーカから

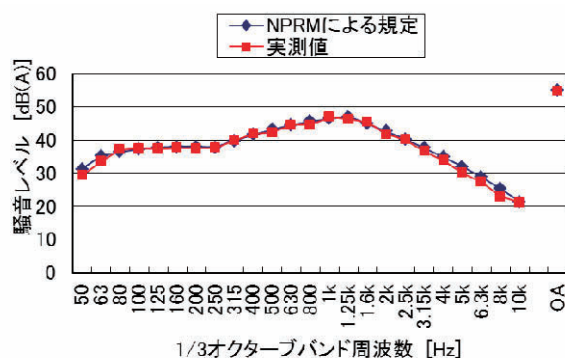


図2 被験者実験で使用した暗騒音の周波数特性



写真1 認知性試験の様子

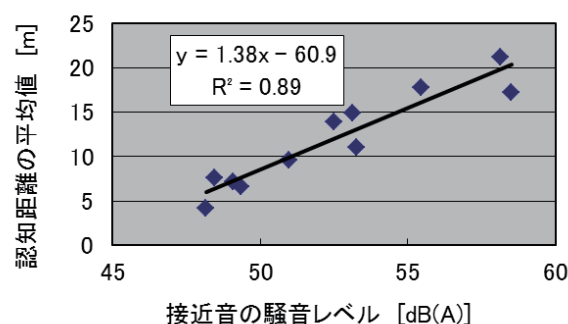


図3 接近音の騒音レベルと認知距離の関係

NPRM 規定の暗騒音を発生させ、被験者の耳の位置で 55dB となるように調整した。写真 1 に認知性試験の様子を示す。被験者はアイマスクを装着して写真中央の椅子に座り、接近音に気がいたら、手元のスイッチを押してもらい、そのときの被験者と車両との距離を求め、認知距離とした。

図 3 に、今回の使用した 12 種類の接近音の認知距離の結果を示す。横軸は接近音のオーバーオールのレベル、縦軸は、12 名の認知距離の平均値である。これらの結果の一次の直線近似曲線を求めると、決定係数は 0.89 で高い相関が認められた。

4. まとめ

テストコース上において被験者実験により 2 バンドを有する接近音の認知距離を求めたところ、接近音のオーバーオールの騒音レベルと認知距離は線形の関係にあることが認められた。従って、2 バンドコンセプトに基づく接近音であれば、必要とされる認知距離が決まれば、必要とされる接近音の騒音レベルを求めることができ、音量を基準化（定量化）できると考えられる。今後、この結果を基に基準化を進めていく。

参考文献

- 1) JASIC, Status Report on Activities in Japan regarding the Guideline on Measures against Quietness issue of HV, etc., 8th QRTV Informal meeting, QRTV-08-02, (2011-8)