

鉄道騒音に関する二、三の測定

今泉 信夫 小林 正雄 中村 信一
望月 富雄

1 はじめに

鉄道騒音は、交通騒音の中で自動車騒音に比べ影響範囲が路線の沿線のみに限られているため騒音公害の対象としてとりあげられることが少なく、したがってその性状に関する研究も公害の観点からは自動車騒音ほど多くは行われていない。そこで鉄道騒音関係資料をまとめるにあたり、既存資料だけでは不十分な点もあり、今回国電、列車の走行音を対象として二、三の測定を行なったものである。

2 研究計画

車外走行音の減衰性状については文献によれば、^{1),2)}車両が長い場合には有限長の線音源に近似しているとかが点音源と線音源の中間の傾向を示すとかいわれているが、これも走行状態、地形などにより一様ではない。

そこで本稿では次の項目を重点にデータを集め、考察を行なうこととした。

- ① 距離による減衰傾向 (水平方向)
- ② 地形による変化 (高架、掘割、鉄橋、ガード)
- ③ 拡散状況 (垂直方向)
- ④ その他 時間的変動、走行速度、車種との関係

①、②、③の測定にあたっては、駅と駅の間通常の時速60~80km/hの運行とみられるところで、線路に直角方向の測定が可能な地点をえらび、近接の線路中心を基点として10、20、30、40、80mのごとく測定点を配置し、基点との同時測定によるレベル差を求め比較することとした。測定は指示騒音計(リオンNA-07)を用い、電車通過時のピークレベルをよみとったものであるが、垂直分布測定など一部はレベルレコーダ(リオンLR-01)を併用した。これらの測定は1969年12月から1970年1月にかけて実施し、東京都内及び近郊を走行する国電、列車を対象としたが、一部私鉄についても測定を行なった。

3 測定データの収集と整理

測定点は、各研究項目ごとに極力モデル的な地点をとる方針の下に調査を行なうこととしたが、市街地においては地形の状況、走行する自動車騒音の影響などに制約され、線路から80m程度まで測定できれば可としなければならぬ状況であった。主として行なった分布測定は4班編成で、固定班と移動班に分け、移動班は各点において5~6例のデータを集め、各測定値ごとに基点測定値とのレベル差を求め、距離別減衰傾向を図で示すこととした。基点レベルは電車の走行状況、車種、上り、下り等によってバラツキがあるが、おおよその平均的なレベルをかけた、さらに測定点の見取図、走行速度測定例を参考として示し、測定状況把握の便に資することとした。以下、今回の測定により収集したデータを主としてあげ、鉄道騒音の性状について考察を行なってみる。

4 距離による減衰傾向 (水平方向)

平坦開放地における列車騒音の減衰は、軌道に対し直角方向10mないし100mの距離においてはほぼ逆2乗の傾向であるとされているが、³⁾先ずその記録例を示すと

(1) 図1、2はいずれも常磐線馬橋-北小金における測定で、10m地点では電車通過中のレベル変動がみられ、これは前部、後部、中間等にあるモーターの駆動音によるものと考えられる。しかし、30、60、80m地点の記録は単一な山型となって、ピーク値は比較的とらえ易いことが分かる。これに対し、貨物列車の場合には最前部の電気機関車の通過時にピークがあり、貨車の通過時との差が明瞭である。

(2) 図3は中央線三鷹-武蔵境間における測定で、100mまでは逆2乗に近い減衰とみることが出来る。しかし、140、160、180m地点ではやや減衰が少なくなっている。一般に国電の場合には、おおむね10両編成で全長200m

図1 貨物列車走行音の平坦地における高速度レベルレコーダーによる記録

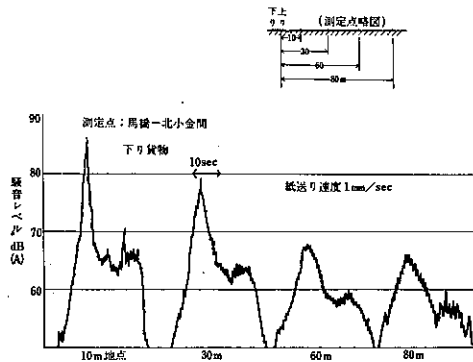
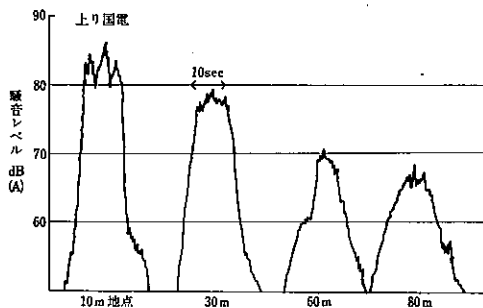


図2 国電走行音の平坦地における高速度レベルレコーダーによる記録



にも達する線音源であるが、わずか10秒程度で目の前を通過するのであって、有限長の線音源とはいえ、むしろ高速で移動する線音源的要素が大きいと考えたい。しかし、100m以上距離がはなれると低周波成分の多い音のため減衰が小さくなるのは当然であろう。

5 地形による変化

市街地によくみられる掘割、高架などの構造差による変化について、前者は掘割下の列車走行音を掘割の上で測ると直接の伝搬が遮られて急激な減衰となり、反対に高架や鉄橋・ガードの場合には軌道構造の差のため騒音レベルが大きくなることが知られている。これも、それぞれの構造、走行条件、周囲の状況などにより一様ではない。測定例に示す距離については、深さ或は高さによ

る補正を必要とするわけであるが、後日活用の便を考えやはり近接線路中心からの水平距離で示してある。

(1) 掘割

図4は中央線国立一國分寺間の掘割下通過音を、周辺の畑を利用してほぼ開放面と考えられる場所で測定した。ただしこの地点の掘割の深さは約4mと比較的浅く、したがって基点レベルは、走行速度とも関連するが、90dB(A)に達するものもあり比較的大きかった。後方の測定点では回折音のみとなって逆4乗を上回る減衰となっている。しかし20mから120mまでの減衰値のみを比較すると逆2乗ないし逆2.5乗に近い減衰形となっている。

(2) 高架

ア 図5は中央線大久保一東中野間の土盛り高架の測定例で快速と緩行の複々線であるが、測定点側の快速の走行音のみを比較してある。この例では基点の10m地点が土手のかげとなったため、20、30m地点のレベルがむしろ高くなっている。30m地点から先は逆2乗に近い平坦地と同様な傾向とみなされる。

イ 図6はコンクリート高架で端に高さ1m程度の低いブロック壁のある構造での測定例で、場所は常磐線綾瀬一亀有間である。高架部は高さ15m程度でかなり高い。この高さの関係から20m点-3dB、30m点-5dBと明瞭なレベル差が出ているが、その後の減衰はやはり逆2乗の傾向とみられる。

(3) 鉄橋およびガード

高架の特殊な例として鉄橋、ガードがあげられ、これらはその構造上電車通過時の騒音レベル絶対値が大きく騒音の一般的な事例としてガード下で100dB(A)といわれているが、今回の測定でも鉄橋下で100dB(A)をこえる値が記録されている。図7は中央線立川一日野間の多摩川鉄橋通過音の河原における測定例であり、20m地点では-3~4dBと減衰がやや小さいが、その後はやはり逆2乗の傾向とみられ、最もはなれた160m地点では-30dBをこえる大幅な減衰となっている。

図8は常磐線北千住一綾瀬間で幅8mの狭い道路にかかる小ガード通過音の測定で、鉄橋と類似の傾向がみられる。

(4) 路線構造別の減衰モデル

以上今回測定例の一部をかかげたが、走行音の減衰状態を近接線路中心からの水平距離で、10m地点レベルを

図3 中央線走行音の平坦地通過時の伝搬性状

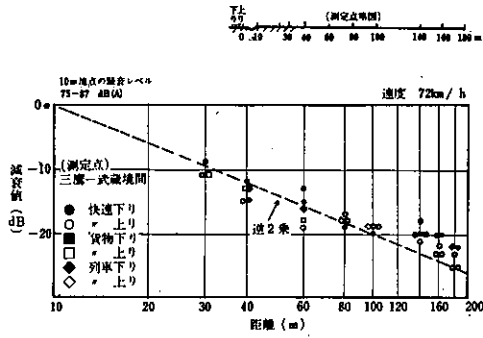


図5 中央線走行音の高架通過時の伝搬性状

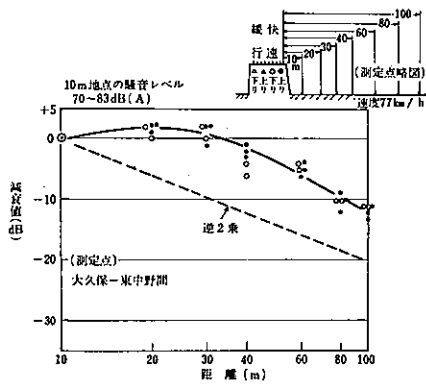


図7 中央線走行音の鉄橋通過時の伝搬性状

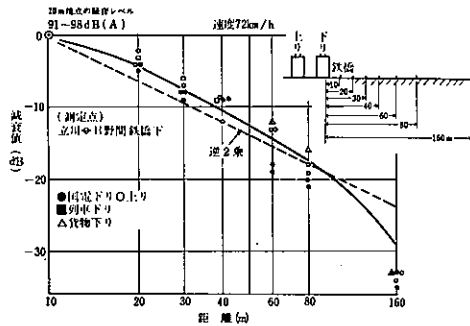


図4 中央線走行音の掘り割通過の伝搬性状

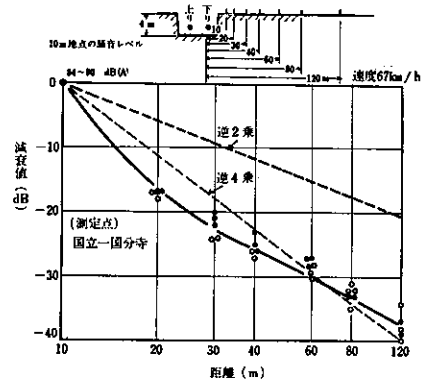


図6 常磐線走行音のコンクリート高架通過時の伝搬性状

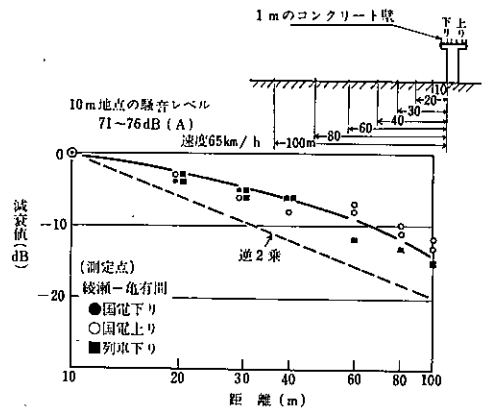


図8 常磐線走行音のガード通過時の伝搬性状

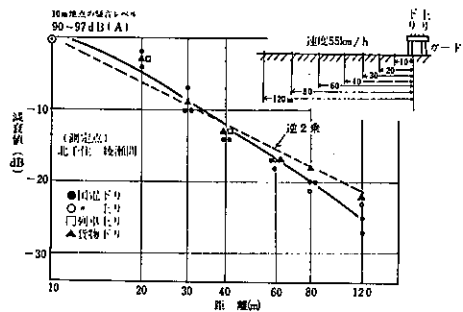
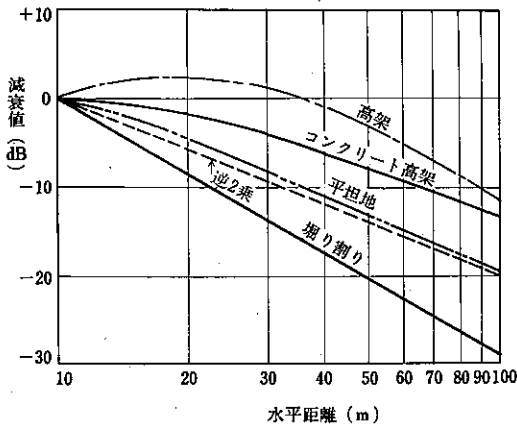


図9 路線構造別の減衰状態モデル



基準にした相対レベルで比較すると、100m位までは平坦開放面で逆2乗に近く、堀割では逆3乗をこえ、コンクリート高架では20~30mまでが逆1乗、その後は逆2乗、無道床高架では20~30mの近距離は逆にレベルが高くなり、その後は逆2乗に近い傾向とみられ、図9のようなモデル的減衰線を示すことができる。

6 住宅・団地間における分布

図10は京浜東北線蕨-南浦和間の上り側にある団地内広場での測定で、団地の5階建アパートは軌道とほぼ直角方向に並んでおり、測定点はアパートの中間に配置した。ここでは80mまでの各点とも平坦開放地の値より減衰が小さい結果となっているが、これはコンクリート建築物による反響のためかと思われる。

図11は中央線国立一立川間の上り側にある団地住宅における測定例で、線路と並列に木造1戸建平家住宅が並んでいる地点を選んだ。図中▲●印は線路に直角な路地における測定値を、△○印はそれぞれ同じ距離のところ、建物のかげにおける測定値を示してある。この例では、40m以上離れた路地奥は急激な減衰となっており、さらに家のかげに入ると7~10dB程度低くなり、全体として逆3.5乗を上回る減衰となって、建物による遮へい効果の大きいことが分かる。

7 拡散状況 (垂直方向)

垂直方向の伝搬については、文献によれば線路際に面したビル・アパートでの測定データが示されており、各階別のレベルは上階になるにつれてやや上昇するもの

とみられる。今回の調査でもやはり建築物を利用した測定値から検討することとしたが、そのレベルは窓の外側の値をとることとした。なお、測定点は駅の近辺はさけて、中間点で線路際にある高層ビルを選び、各階に騒音計とレベルレコーダーを配置してその同時記録から、同一列車の走行音を判定して比較を行なった。

図12は総武線秋葉原-浅草橋間の測定で、高架区間のため路床面と3階床面が同じ高さになっている。2階(2.8m)、3階(5.6m)のレベルは75~81dB(A)で殆んど差がないが、4階から上はやや上の方が高く7階(16.8m)では87~91dB(A)と約10dBの差がみとめられる。この区間は上下線のみであるが、同じ階でも5~6dBのバラツキがある。

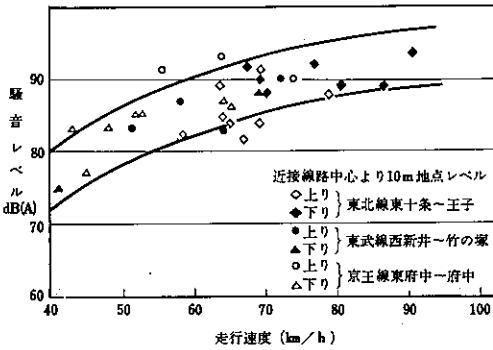
図13は東海道線浜松町-田町間における測定で、京浜、山手、東海道、新幹線と輻そうしている高架区間の沿線である。各階レベルとも、それぞれ走行する線が異なり、速度も同一でないため約10dBのバラツキがあるが、同一列車について階ごとのレベルをみると殆んど差のないところもある。全体として7~8階(21~24m)まではやや高くなっており、9階(27m)からは逆に低下してゆくものと考えられる。すなわち、路線面に最も近い3階(7m)の77~83dB(A)に対し、レベルの高くなる7、8階は81~88dB(A)で4~5dBの差がみとめられる。

図12と13では高架構造、路線状況、測定点の位置が異なるのでその傾向の差も当然であるが、いずれも上階の方がわずかにレベルが高いことが示されている。これは高くなるに従って電車との実距離は長くなるにもかかわらず地面や建築物などによる吸収、遮へい効果の少なくなることや音の指向性によるものと考えられる。

8 走行速度、車種別騒音レベルとパワーレベル

車外走行音の走行速度との関係を求めるには、試験車を用い速度計で正確に速度をとらえながら、他の測定条件を画一にして測定することが望ましいが、今回は市街地を走行する電車を対象としたため、速度は列車の車両数(車両長)と通過時間から換算した概略値を求め、およその傾向を推察することとした。その例として、国鉄および東武、京王電鉄の平坦地走行音の速度別騒音レベルを示したのが図14である。いずれも10m地点レベルで示

図14 国鉄私鉄走行音の速度別分布



したもので、低速の場合のレベル低下が大きいが、これは例数も少ないのでさらに精確な測定値を各社にわたって集め比較する必要がある。

ジェット機のパワーレベルは150～160dB なることがよく知られているが、鉄道の場合どの程度の音響出力があるか今回の測定値を用いて試算してみると、70～80km/h で115～120dB 程度に達するものとみられる。この場合パワーレベルの算出には10m地点の音圧レベルを用い、逆2乗の減衰にあったものとみなし次の式から算出した。

$$PWL = SPL + 20 \log r + 11$$

9 沿線における鉄道騒音の日間変動

市街地では軌道の至近距離に住宅が並んでいるところがあり、その騒音発生回数などは運行時刻表からある程度の想定が可能であるが、実例として最も線が幅そうし、運行ひん度の多いと考えられる東海道沿線での一日の変動をかける。これは線路際にある住宅をえらびマイクロホンを軌道より4.5m、高さ2mに固定し、レベルレコーダにより連続24時間の記録をとり、これを毎時間別に5dBステップでそのピーク度数および騒音持続時間を算出したものである。図15は東海道線品川～大井町間のピーク度数で、各時間帯とも85～94dB (A) のピークが多くなっており、とくに7～9時、16～19時には40回をこえることがあり、さらに95dB (A) から中には100dB (A) をこえる場合もあって、80dB (A) をこえるピークは最高54回とほぼ平均毎分1回にも達する。図16は同じ記録から騒音持続時間をよみとったものであるが、

図15 東海道線走行音のピーク度数

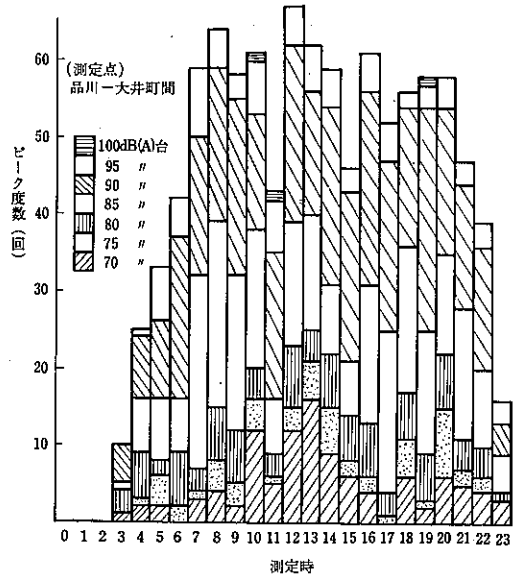
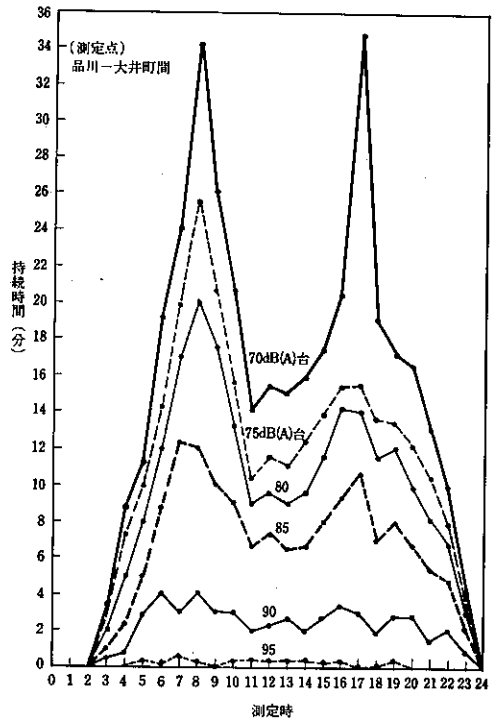


図16 東海道線走行音の持続時間分布



朝夕のラッシュ時の傾向がよく示されている。最もはげしい時は、1時間のうち70dB(A)をこえる時間は合計30分をこえ、80dB(A)をこえる時間でも20分に達することがあるが、90dB(A)をこえる時間となると4分程度とみられる。

10 まとめ

鉄道騒音のなかで、とくに東京付近の国電、列車を中心にその車外走行音の沿線における伝搬性状について補足調査を行なったところ、鉄道騒音の性状を解明する資料としてはさらに研究を要する点も多いが、得られた結果をまとめるとつぎのことがあげられる。

(1) 平坦地における減衰は10~100mの距離においては、列車の種別、走行速度、軌道の状態などにより異なるが、ほぼ逆2乗の傾向にあるとみられ、10m地点で80~85dB(A)とすれば、30m地点で70~75dB(A)、100m地点で60~65dB(A)となる。

(2) 路線構造別の減衰状態を近接線路中心からの水平距離で10m地点を基準にして比較すると、堀割の深さ、高架の構造、高さ、走行状態などにより異なるが、100m位までは堀割の場合逆3乗をこえる急激な減衰、コンクリート高架では20~30mまで逆1乗、その後は逆2乗の減衰となり、無道床高架では20~30mの近距離は逆にレベルが高くなり、その後は逆2乗に近い形である。鉄橋、ガードでは10m地点レベルが90~100dB(A)と大きい、やはり逆2乗に近い減衰とみられる。

(3) 住宅、団地間への伝搬例として、コンクリートアパートにはさまれた広場では平坦開放地に比して減衰がやや少なくなり、木造平家建団地では建物のかげに入ると電車のみとおしのきくところと比べて7~10dB程度低くなり、逆3.5乗を上回る減衰がみとめられた。

(4) 垂直方向の分布を高架線(高さ6~7m)に面した沿線ビルにおける窓外側の騒音レベルで比較すると、2~3階に比べ上階の方がわずかではあるがレベルが高い。

(5) 鉄道騒音の水平方向の分布についてこれらの結果は近接線路中心より10m地点を基準とし、線路からの距離も実距離でなく水平距離としたのは、測定の便宜と資料として活用上の点からであるが、十分路線構造別の差異を対比できるものと考えられる。

参 考 資 料

- 1) 守田 栄：騒音と騒音防止
- 2) 小原 直：日本音響学会講演論文集(42年5月) 357
- 3) 松田俊彰：鉄道技術研究所速報(37年7月) 62-211
- 4) 日本鉄道技術協会：振動騒音の生理的影響に関する研究報告(40年3月)
- 5) 日本音響材料協会：騒音対策ハンドブック
- 6) 小杉 彰外：東京都電気研究所研究報告 7巻4号(28年3月)