

国鉄 東京オニ工事局

長田 寛

国鉄 東京オニ工事局 正員 石川 賢一

国鉄 東京オニ工事局 〇正員 福永 保寛

1. まえがき

在来線鉄道で得られた騒音レベルの実測データを基にして、騒音予測のモデル式を得ることを目的とし、レベル波形の検討を行い、距離減衰式を求めた。

2. 在来線鉄道騒音のレベルレコーダ記録

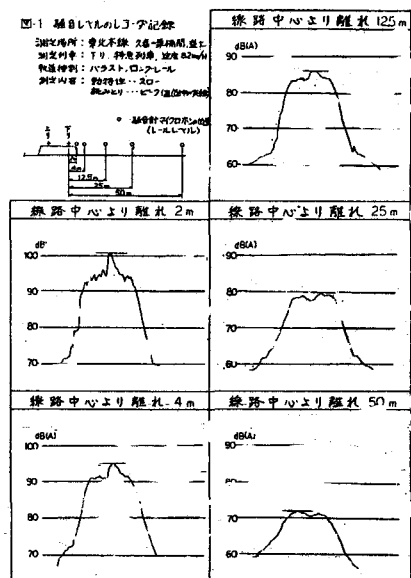
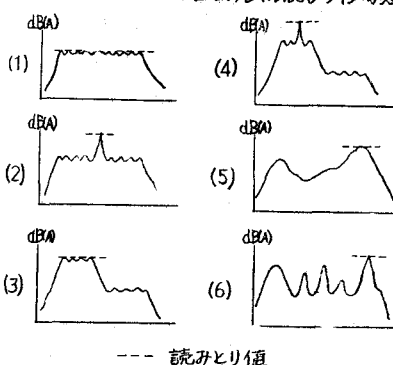


図-2 在来線鉄道騒音のレベル波形タイプ分類



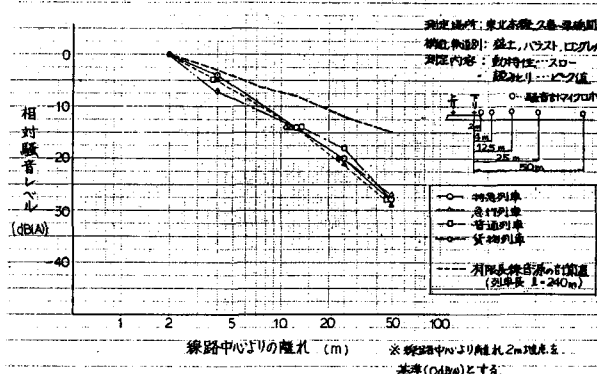
在来線鉄道騒音の代表的なレベルレコーダ記録として、東北本線、盛土区間（バラスト軌道）における特急列車のレベル波形を図-1に示した。また、図-2に実測データに基づいた騒音レベル波形の代表的な6つの分類を示した。在来線鉄道騒音の場合、図-2の(1)

のような定常的なレベル波形を示すことは少なく、車両種別の違いや、タイヤフラット音等の影響により複雑に変動している場合が、かなり多い。

3. 騒音レベルの距離減衰傾向

図-3は東北本線における実測データを基にして求めた、騒音レベルの距離減衰傾向である。測定場所は、盛土区間で、周囲は開放平坦であり、騒音計のマイクロホンの位置は、レールレベルの高さとした。また、レベル波形はピーク値を読みとり、線路中心より距離2mの地点における騒音レベルを基準(0dB(A))として、各測定地点の相対的な減衰量を求めた。図-3において、特急、急行、普通、貨物の各列車ともほぼ同様の減衰傾向を示している。

図-3 在来線鉄道騒音の距離減衰傾向



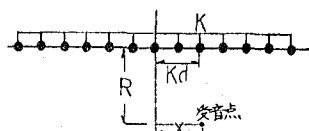
示している。

ところで、従来の車輪とレールとの間で発生する転動音については、個々の車輪から発生する転動音の放射パワーがすべて等しいと考え、列車長に対応する有限長線状音源モデルで騒音予測が行われてきている。そこで、列車長を240m(12両編成)と仮定して、有限長線状音源のモデル式により求めた計算値を図-3に示した。これと実測値とを比較してみると、両者の減衰傾向はかなり異っており、実測値の騒音減衰量が音源から離れるに従い大きくなっている。

4. タイヤフラット等を考慮した騒音予測モデル

在来線鉄道騒音においては、タイヤフラット等の異常音、その他複雑な要因が含まれているため、単純な線状音源モデルでは予測することができないと考えられる。そこで、個々の要因を取り入れることのできる騒音予測モデルとして、有限個の点音源が直線状に分布した点音源モデルを用いることにした。

図-4 点音源列のモデル



N 個の点音源列

N : 音源数(車両数+1), 奇数とする

R : 音源から受音点までの距離(m)

X : 音源中心から受音点までの水平距離(m)

d : 音源間隔(列車長)(m)

K : $-\frac{n-1}{2} \leq K \leq \frac{n-1}{2}$

車両と車両との間に1個の無指向性の点音源を想定して、図-4に示すような n 個の点音源列を考える。各点音源の放射パワーを w とし、さらにタイヤフラットの存在する音源位置には、放射パワーの異なる点音源を考える。今、 J 番目の音源位置にタイヤフラットがあり、その放射パワーを w_f とすると、受音点における音の強さ I (w/m^2)は、

$$I = \sum_{k=-\frac{n-1}{2}}^{\frac{n-1}{2}} I_k(w) + I_f(w_f) - I_f(w) = \frac{w}{2\pi} \sum_{k=-\frac{n-1}{2}}^{\frac{n-1}{2}} \frac{1}{R^2 + (X - Kd)^2} + \frac{w_f - w}{2\pi} \frac{1}{R^2 + (X - Jd)^2}$$

$w_f = mw$ として、上式を音圧レベルに書き直すと、

$$L_A = PNL - 8 + 10 \log_{10} \left[\sum_{k=-\frac{n-1}{2}}^{\frac{n-1}{2}} \frac{1}{R^2 + (X - Kd)^2} + (m-1) \frac{1}{R^2 + (X - Jd)^2} \right] \dots (1)$$

L_A : 受音点における騒音レベル(dB(A))

PNL : 音源1ヶあたりのパワーレベル(dB(A))

図-5 列車の走行に伴う騒音レベル波形(計算値)

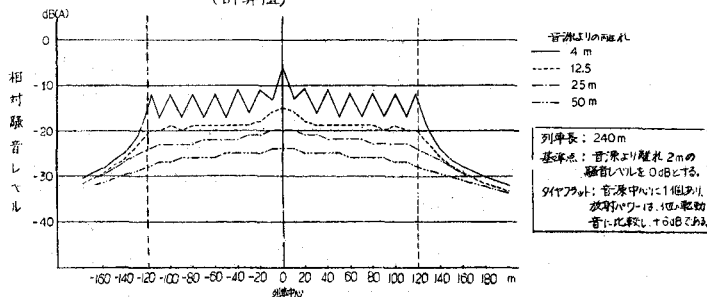
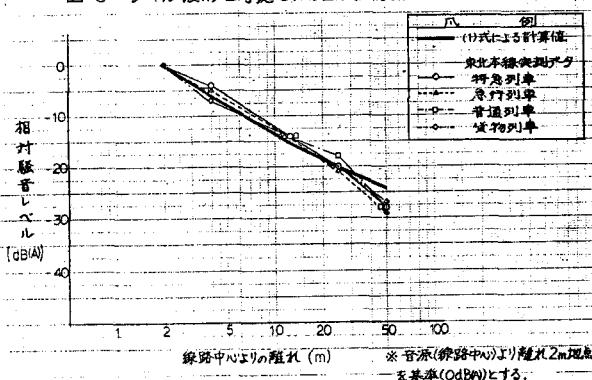


図-5は、音源の中心にタイヤフラットがある場合を想定し、その放射パワーを他の騒音と比較して、6 dB(A)を増し、(1)式より計算して求めたレベル波形である。6 dB(A)は、音源近傍におけるタイヤフラットによる平均的レベル増加分で、各地の在来線鉄道の実測データから求めたものである。

5. 騒音予測モデルによる距離減衰傾向

図-5の計算により求めたレベル波形におけるピーク値を読みとり、その距離減衰傾向を図-6に示した。図-6には東北本線における実測値も示したが、計算値は比較的良く実測値の傾向を表わしている。

図-6 レベル波形を考慮した距離減衰傾向



-6には東北本線における実測値も示したが、計算値は比較的良く実測値の傾向を表わしている。

この理由は、実測値においてほとんどの場合にフラット等が含まれており、線路近傍ではフラット車輪の騒音によってピーク値が決まり、遠方では全車輪の騒音が寄与してピーク値が決ったため計算式と近似したものと思われる。

(1)式において、 $d=20m$, $m=4(+6dB(A))$, $X=0$, $J=0$ を代入すれば、ピーク値の距離減衰量は、

$$L_A = PNL - 8 + 10 \log_{10} \left[\sum_{k=-\frac{n-1}{2}}^{\frac{n-1}{2}} \frac{1}{R^2 + 400K^2} + \frac{3}{R^2} \right]$$

によって簡単に求めることができる。

6. あとがき

今回は、レベル波形の上から距離減衰の傾向の検討を行ったが、在来線鉄道騒音においては一概にタイヤフラットに起因するものと決めかねる波形の乱れも多く、レール継目の位置、車両種別の違い、駆動の有無、軌道の保存状態等、音源としての放射パワーを決定する要因が多いので、今後はこの点に検討を加えていきたい。