

掘割り道路側壁での反射音の影響

今井章久
(非常勤研究員)

1. まえがき

掘割り道路は、従来主に交差点の立体化のためのアンダーパスとして建設されてきたが、近年では騒音対策などのために、バイパス道路などとしても建設されるようになった。

掘割り道路は、そこを走行する車両が地上からは見えず、そこから放射される騒音に対しても影となって、その影響を小さくできるが、対向壁からの反射音が影とはならない場合には、騒音低減のための掘割り道路の意味はなくなってしまう。

ここでは掘割り道路側壁の吸音処理の有無による騒音レベルの違いを、簡単な計算機シミュレーションによって検討した。

2. シミュレーション手法

周辺が開けている場合、及び建物に囲まれている場合の掘割り道路付近の騒音レベル中央値を、日本音響学会式¹⁾に準じて求めた。

(1) 周辺が開けている場合

掘割り道路では走行車両(仮想車線, 実車線)からの直接音だけでなく、図1のように、側壁での反射によ

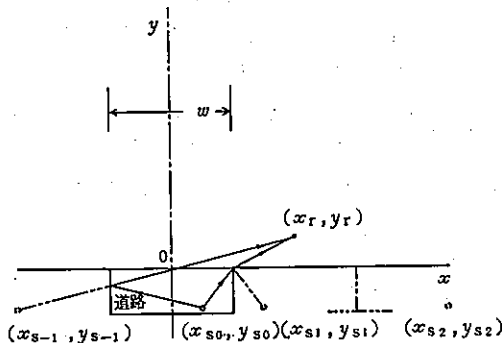


図1 掘割り道路側壁によって生じる虚音源

て多くの虚音源(虚車線)が生じる。これらの虚車線に便宜的に、 x 軸方向に番号 i を付すと、 i 番目の虚音源は正の i については x の正側の、負の i については x の負側の側壁を最後に、側壁に $|i|$ 回反射して到来する騒音に対応する。 $i=0$ は直接音、即ち実車線に対応する。騒音レベルの中央値 L_{50} はそれぞれの虚車線による騒音レベルの中央値 L_{50i}

$$L_{50i} = L_{wi} - 8 - 20 \log li + 10 \log (\pi li/d \tanh 2\pi li/d) + \alpha_{di} \text{ [dB]} \quad (1)$$

のエネルギー和として、(2)式によって求めた。

$$L_{50} = 10 \log \sum 10^{L_{50i}/10} \text{ [dB]} \quad (2)$$

ここで、 li は i 番目の虚車線から受音点までの距離[m] L_{wi} は i 番目の虚車線の車の仮想平均パワーレベル[dB]であり、壁面での反射回数、反射率に応じて小さくなるとする。

$$L_{wi} = L_w + 10 |i| \log R \text{ [dB]} \quad (3)$$

R は側壁の音の強さの反射率、 L_w は1台の車から発生する平均パワーレベルである。 α_{di} は掘割り道路側壁端での回折による補正值である。 x の正の領域での騒音レベル分布を求めようとする場合、正の i 番目の虚車線に対しては手前側壁端だけの考慮でよいが、負の虚車線に対しては対向側壁端による回折も考慮しなければならない。しかしこの場合、どちらか一方の側壁端に対しては常に見通せる関係になるので、ここでは両方の側壁端それぞれでの補正值 α_{di+} と α_{di-} の和とした。

$$\alpha_{di} = \alpha_{di+} + \alpha_{di-} \text{ [dB]} \quad (4)$$

L_w , α_{di} などは全て日本音響学会式によるが、 α_{di} は簡単な近似式²⁾によった。なお、日本音響学会式によれば、道路構造などによる補正值を、また掘割り道路などで側壁の両面が反射性的場合には α_d に2 dBを加えるとなっているが、これらの補正は施さなかった。

(2) 建物に囲まれている場合

簡単のために掘割り道路と同じ幅の、十分に高い建物で囲まれている空間を考える。周囲が開放されている場合と同様に、側壁及び建物によって多くの虚車線が生じる。この場合、例えば建物の壁面が完全に吸音性であるなら開放の場合と同一となるはずであり、また実際には吸音処理の有無の境界で回折現象が存在するが、ここでは簡単のために、壁面は全て鏡面反射し、建物で囲まれた空間からは側壁又は建物の壁面を通して全ての虚車線が見通せ、その強さはそれらの反射率だけによるとした。即ち、 i 回の反射の内、建物の壁面での反射回数が i_p 回である場合には、

$$L_{wi} = L_w + 10(|i| - i_p) \log R_n + 10 i_p \log R_p \quad \text{[dB]} \quad (5)$$

とする。 R_n 、 R_p はそれぞれ道路側壁と建物壁面の音の強さの反射率である。

なお、建物壁面での反射回数 i_p は、図2のように、(6)式によって求められる。

$$i_p = [|x_r - (x_{si} - x_r) y_r / (y_{si} - y_r)| / w + 0.5] \quad (6)$$

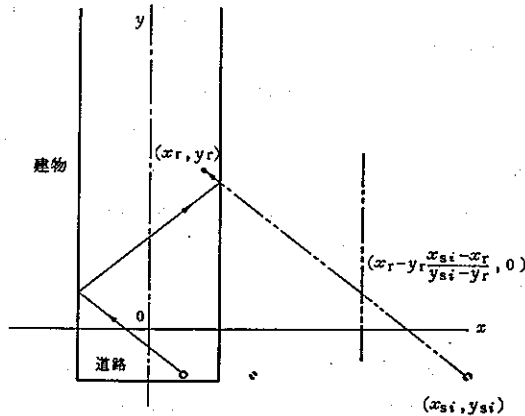


図2 建物壁面での反射

ここで、 (x_{si}, y_{si}) 、 (x_r, y_r) はそれぞれ i 番目の虚車線及び受音点の座標、 w は掘割り道路の全幅であり、 $[]$ はガウスの記号(その数を超えない最大の整数を表わす)である。

3 シミュレーション例

全幅30mの掘割り道路において、上下車線それぞれの中央に交通量2,000台/時、速度50km/h、大型車混入率0.1の仮想車線を設定して、側壁の反射率が0.9及び0.0(完全吸音)の場合の道路に垂直な面の騒音レベル分布を、側壁などでの反射を10回まで考慮して求めた。

なお、平均パワーレベル L_w としては65年規制に対して修正した音響学会式を用いた。

図3、4は掘割り道路の深さが5、10mで、周辺が開けている場合である。道路側壁を吸音処理することによる騒音レベルの減少は、深さ5、10mそれぞれに対して、道路開口面上で3、4dB、道路から離れた地表付近で9、12dB程度、道路端上方20m付近では共に1dB以下である。実車線が見え、直接音が到来する範囲では吸音による効果は小さいが、実車線を見通せない範囲では10dB以上の減少効果が得られる。また、道路から離れた地表付近の騒音レベルは、吸音処理の有無それぞれに対して、道路深さ10mの方が5mの場合よりも5、2dB程度小さい。

図5、6は建物に囲まれている場合の騒音レベル分布である。建物表面はいずれも反射性とし、反射率を0.9とした。建物表面に吸音処理を施さない場合、高さ方向の距離による減衰が小さく、空間内の騒音レベルは大きくなる。道路側壁に吸音処理を施した場合には道路側壁間での音の多重反射がなくなり、道路内及び道路開口付近の騒音レベルは小さくなるが、道路上方の建物に囲まれた空間では、壁面での反射は変わらず、また壁面への入射角が大きく、反射回数の少ない音波だけになるため、距離による減衰は更に小さく見える。

吸音処理を施した場合の騒音レベルの減少は、道路の深さが5、10mに対して開口面上では周辺が開放の場合と同じく3、4dB、20m上方で1、3dB程度である。道路側壁に吸音処理を施さない場合には、道路深さによる本質的な差異は無いが、吸音処理を施した場合には、吸音面積の比にほぼ対応して、10mの方が5mよりも騒音レベルは2dB小さい。

道路周辺が建物によって囲まれることによる騒音レベルの上昇は、道路開口面では原理的に0dBであるが、20m上方では、吸音処理を施した場合に3dB、施さない場合には6dBとなる。

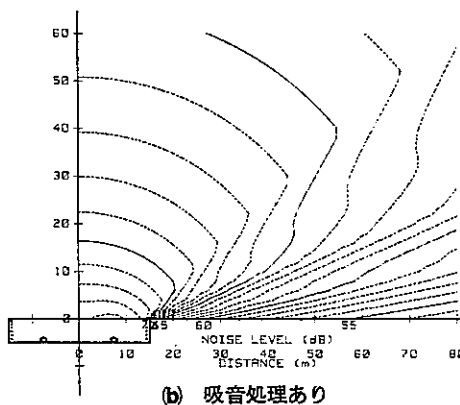
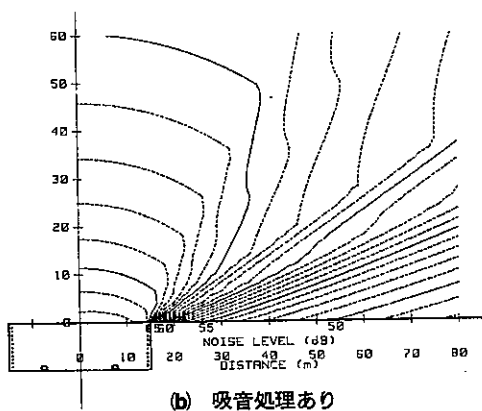
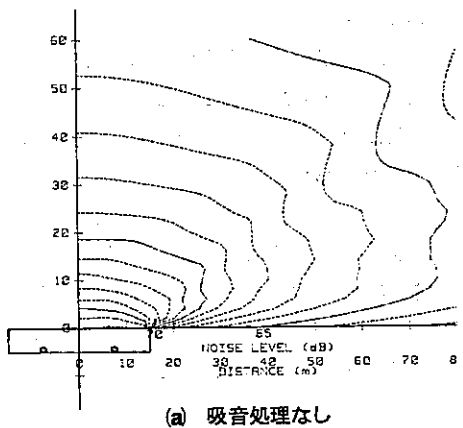
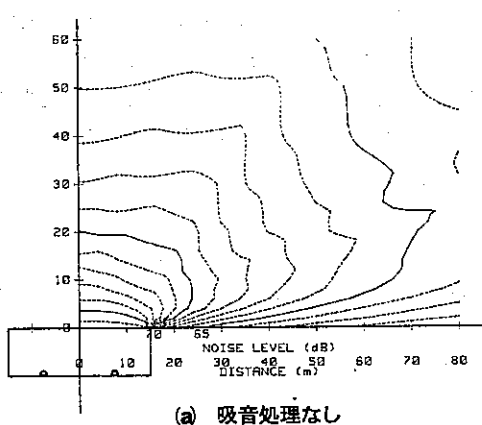


図3 周辺開放、深さ10mの騒音レベル分布

図4 周辺開放、深さ5mの騒音レベル分布

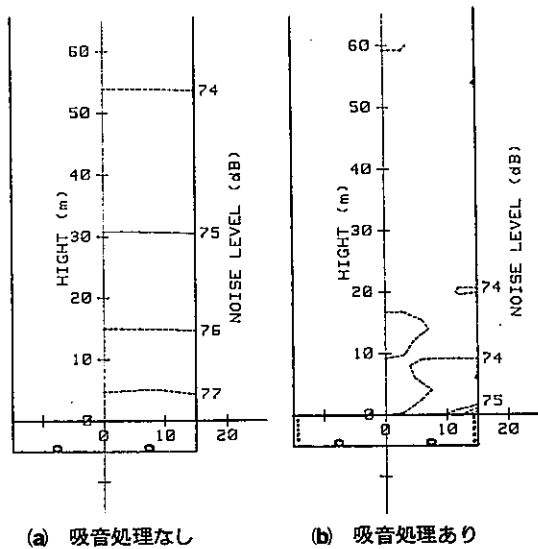
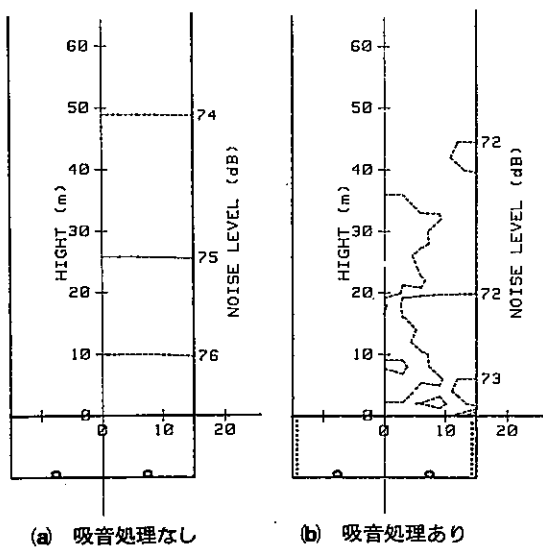


図5 建物に囲まれた空間、深さ10mの騒音レベル分布

図6 建物に囲まれた空間、深さ5mの騒音レベル分布

4 あとがき

掘割り道路の側壁を吸音処理すると、騒音レベルは周辺が開放されている地域では10 dB程度減少するが、建物などに囲まれた空間では道路の深さにより1~3dB程度しか減少しない。

周辺開放地で、走行車両が見通せない受音点に対しては、側壁を吸音処理することによって、掘割り道路の低騒音性を更に生かすことができるが、走行車両を見通せ、更に建物などからの反射音が存在する受音点では道路側壁の吸音処理の効果は少なく、また掘割り道路の利点も

現われ難い。掘割り道路の利点は単にその側壁を吸音面として利用できることだけになってしまう。建物などに囲まれた地域に対しては、掘割り道路の開口を小さくして吸音処理を有効にする半地下構造が考えられ、その解析が望まれる。

参 考 文 献

- 1) 日本音響学会編：騒音・振動（下），47，（1982）
- 2) 今井章久，今泉信夫：高架道路床版裏側での反射音の影響，東京都環境科学研究所年報，146，（1986）