

建設省土木研究所 正員 野中 宏

〃 〃
〃 〃

川石万寿雄

荒木 隆雄

1. はじめに

トンネル坑口からの騒音については、トンネル内を走行する車からの騒音が、解放条件で走行する場合のように放射減衰されず、それが集積されて坑口から大きなレベルとなって放射されるため、しばしば坑口周辺を問題となっているものである。トンネル内に存在する車からの音のトンネル内での距離減衰や、それらを合成することで得られる坑口でのレベルがどのようになるかは、実測と比較的容易であり、それからの経験式も得られており、さらには、トンネル内壁面での反射を多次に渡って計算することで、廊下を伝播する音の算出法等で求め得る。しかしながら、坑口周辺でのレベルがどのようになるかという実測の予測において問題となるのは、この坑口から、どの方向へ、どのように発せられて放射されるか、あるいは、坑口からの距離減衰がいかなるもので、トンネルからの音のどの程度の範囲まで及びかということである。このトンネル坑口からの騒音放射指向特性については、久野¹²⁾による回折理論と成層場の理論を適用しての近似解等もあるが、実測、実験等による検証はほとんどない。ここに、それらの特性を、実用的予測方式の検討という立場から捉えて、無響室における縮尺模型実験、さらには、それより現実なものとするために実物大実験用トンネルにおける人工音源を用いて、実験を行い、模型および実大トンネルの断面は図-1に示す。

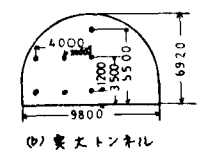
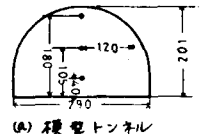


図1 トンネル坑口断面図 (寸法は、mm)

の騒音放射指向特性については、久野¹²⁾による回折理論と成層場の理論を適用しての近似解等もあるが、実測、実験等による検証はほとんどない。ここに、それらの特性を、実用的予測方式の検討という立場から捉えて、無響室における縮尺模型実験、さらには、それより現実なものとするために実物大実験用トンネルにおける人工音源を用いて、実験を行い、模型および実大トンネルの断面は図-1に示す。

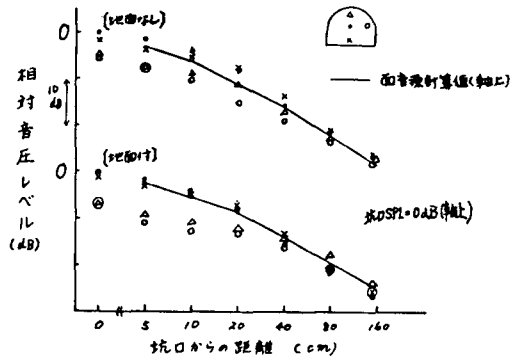


図-2. 模型トンネル距離減衰 (ワイドノイズ)

2. 実験結果

(1) トンネル坑口よりの距離減衰

面音源よりの断面中心での距離減衰については、音源を指向性を有する点音源の集合と考えれば、理論的には、音源形状、指向性成分によらず、等面直径の1/4の距離で音源の単位面積あたりのパワーレベルにほぼ等しく、又、指向性の極度に強い場合を除いては、ほぼ等面直径に等しい距離で遠く、倍距離6dB

表-1. トンネル内距離減衰, 100 m当りの減衰係数

周波数	250 Hz	500 Hz	1 K Hz	ワイドノイズ
トンネル				
実大トンネル	-2.6 (dB/100m)	-2.4 (dB/100m)	-4.2 (dB/100m)	-3.5 (dB/100m)
模型トンネル	-3.7	-6.7		-4.7

するわけ、点音源からの距離減衰状況を量することになる。図-2に模型実験の結果を示す。壁面近くの受音ラインを除いては、面音源としての距離減衰計算値と一致した。実大トンネルの場合も、等面直径に遠く設定したこの受音範囲では、坑内音源位置の如何によらず、倍距離6dB、距離減衰と一致した。

(2) トンネル内距離減衰

トンネル内を走行する1台の自動車からの騒音、トンネル内での距離減衰については、既に幾つかの実測とそれの例があり、例えば、北海道庁²²⁾の断面の異なる幾つかのトンネルでの調査例では、その減衰は $-aL^2$ の形で表

わしてあり、その係数 $a = 0.4 \sim 0.5$ としている。又、土木研究所²²⁾の測定例もあり、それを同様の形に表わせば、その係数が約0.5では同様の結果である。ここで、行なってピーカン人工音での模型および実大トンネル実験結果は、最小自乗法により、レベル減衰の回折減衰を求め、100mおりの減衰量として表示すれば表-1となる。すなわち、これを先 $-aL^2$ の形で係数を求めれば0.35 \sim 0.47であり、ほぼ同様の結果である。開放条件の場合には100mおりに40dBであり、トンネル内におけるその減衰量の非常に小さいことが判る。

(3) トンネル坑口面音圧分布

音源の坑内での位置あるいは音源の指向性等により、坑口での音圧分布などのように異なるが、模型および実大実験によって検討した。図-3に実大トンネルでの結果を示す。模型実験、実大実験ともに、音源指向性あるいは音源の坑内位置によらず、坑口断面中央付近に周辺壁面近傍より音圧が大きくなる傾向が得られた。従って、坑口面に仮想面音源を想定して周辺音圧の計算を行う場合には、このトンネル坑口断面での音圧分布を考慮する必要があり、断面中央付近のレベルで代表させることは、坑口面音源パターンを過大にすることはなく、

(4) トンネル坑口からの放射指向性

トンネル坑口周辺のレベルを予測するに必要あり、トンネル坑口面近くを仮想面音源を想定して、それからの音についてトンネル壁での回折減衰計算もあてはめられるため、模型実験結果より、その放射指向パターンを最も近似するよう仮想面音源の最適位置と、それから求めるものに対して補正量を求める。その結果、各トンネル断面、坑口条件等により、最適仮想音源位置にはほとんど差異がなく、坑口よりトンネル内8 \sim 20mが適合性良く、最適位置は、坑口16m(30倍とする実物換算では面積の効果も考慮して5.8mとなる)となる。そこで、この仮想面音源位置をあてはめて、トンネル坑口縁での回折減衰を計算して求められるものに対して補正量を各条件ごとく求めた結果、

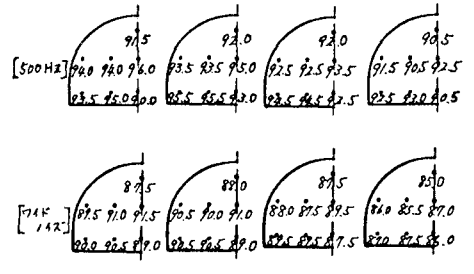


図3 実大トンネル3坑口の音圧分布 (音源: 2面スピーカ)

半円形に硬音性地面がある場合、低い受音位置で小さい値となる以外は、各条件により全体に大きな差異はなく、その平均値は5.5dBとなる。実大トンネルでの坑口周辺放射指向性の測定結果を、坑口からの受音距離、坑内音源位置ごとく、上述の(仮想面音源を想定して壁縁での回折減衰計算を行う)計算値による値と、又野らの近似理論式による値と対比した結果より、ワイドノイズを用いて、受音高が地上3.5mの場合のものについて図-4を示す。ただし、代表周波数を500Hzとして計算を行っている。実験値と計算値は比較的対応しており、その差異は、坑口から6mの受音位置の場合に放射角70 \sim 90 $^\circ$ 、坑口から18mの場合に50 \sim 80 $^\circ$ と並んでいる。

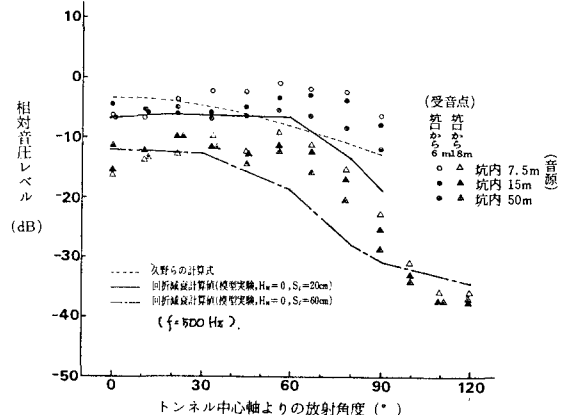


図-4 実大トンネル実験結果、トンネル坑口からの騒音放射指向性(ワイドノイズ、受音地点地上高3.5m)

本実験もあり、御前町へ戻ると本町公園企画南郷部調査課の皆様へ感謝致します。

- 1) 又野和宏: 指向性騒音源群による騒音分布について、日本音響学会誌, 33巻5号, 1977.5.
- 2) 北海道南支局土木試験所: トンネル坑口付近の交通騒音について、才17回北海道南支局技術研究発表会資料, 1974.2.
- 3) 近田浩三郎: トンネル騒音の特性について、才13回土木研究所研究発表会資料, 1975.3