

IV—1 大型貨物自動車の積載量と騒音に関する研究

北海道大学工学部 正会員 加来 照俊
札幌市建設局 正会員 ○小野 義孝

1. はじめに

従来、陸上における貨物輸送は、大量と安価に、迅速確実に輸送できる。鉄道輸送を中心として行なわれてきた。しかしながら、戸口から戸口へという自在性、荷主の要求により即座に輸送できるという即時性、機動性、利便性に欠けている点で、最近の社会においては必ずしも有効な輸送手段とはなり得なくなっている。そして、鉄道輸送のこれらの欠点を補う輸送方法として、自動車による輸送が広く現代社会に受け入れられてきている。

このように輸送構造が変化してきているが、自動車運送業者は個人経営的なものが多く、輸送コスト軽減のため最大積載量を超えた状態、いわゆる過積載の状態で行なっているのが現状であった。これに対して、昭和53年8月、運輸省は交通安全上の見地から省令改正を行ない、営業用貨物自動車の過積載に対する規制を強化した。しかしながら、大型貨物自動車の過積載が及ぼす影響は、交通安全に対してのみならず、道路の破壊やその自動車が走行中に発生する騒音、振動にも大きくかかわっているものと推定される。

過積載が自動車走行時の騒音に及ぼす影響を明らかにするためには、まず第一段階として、積載量の増加により自動車走行時の騒音はどのように影響を受けるかについて明らかにしておく必要がある。自動車が走行中に発生する騒音は、図1に示すように、車両各部からの個々の音が合成されたものである。本研究は、定積載の範囲内で積載量を変化させ、これらの個々の騒音のうち、どの音が積載量の増加によって影響を受けるかについて、大型貨物自動車の実車走行試験により解明しようとしたものである。

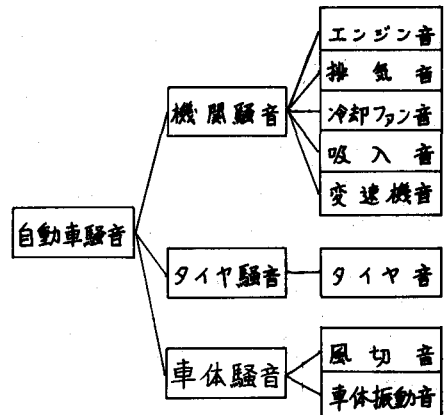


図1 自動車騒音の騒音源

2. 実験概要

- 実験日 1978年11月1日～8日
- 実験場所 北海道開発局土木試験所江別走行試験場
- 試験車両 三菱ふそうトラック FV112N

総排気量	13.273 cc
車両総重量	19.900 kg
空車重量	11.435 kg
最大積載量	8.300 kg
最大出力	265 PS
車輪配列	前2、後4輪駆動
全長	10.15 m
全幅	2.49 m
軸距	5.80 m
減速比	6.833

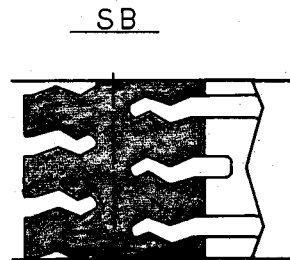


図2 夏タイヤのトレッドパターン

○使用タイヤ

下記に示す4種のタイヤを使用した。空気圧は冷間時測定で 6.75 kg/cm^2 である。(B:バイアス, R:ラジアル)

タイヤ	略号	サイズ	溝深さ
夏タイヤ(B)	SB	10.00-20-14PR	19.3
スパイクタイヤ(B)	WS	10.00-20-14PR	19.8
スノータイヤ(B)	WB	10.00-20-14PR	19.8
スノータイヤ(R)	WR	10.00 R 20	20.0

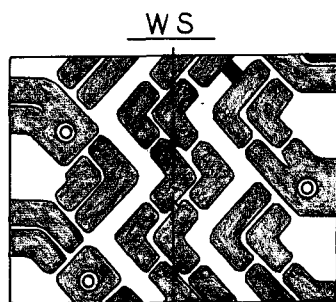


図3 スパイクタイヤのトレッドパターン

以上、使用タイヤのトレッドパターンを図2～5に示す。

○試験方法

図6に示すように、車両走行中心線(X-X')より5m離れた路面上1.0mの高さに5m間隔で7点測定点を設け、騒音レベル測定区間(B～C)を試験車が通過するときの騒音計の最大指示値をとった。測定は聴感補正回路A特性を用い、動特性FASTで行ない、レベルレコーダに出力した。測定単位はdBAで表わしており、測定値は7点の測定点の平均値とした。

走行方法は、定常走行と惰行走行の二通りについて行なった。ここに定常走行とは試験車が速度変化をすることなくトップギアで一定速度のまま走行することをいい、一方、惰行走行とは騒音レベル測定区間(B～C)の手前(B点)より20mの点(A点)で試験車のエンジンを止め、ギアをニュートラルの位置にし、さらにクラッチペダルを踏み込んだ状態で測定区間を惰行走行することという。

○測定機器

精密騒音計	B & K 社製	7台
高速度レベルレコーダ	リオン LR-03	7台

○試験条件

4種類のタイヤについて、積載量を変化させ、速度別に定常走行時、惰行走行時の騒音レベルを測定した。この内容を表1に示す。ここに、積載量は、最大積載量(8,300 kg)との比で表わしており、積載量 $\frac{3}{2}$ で約8,000 kg、 $\frac{1}{2}$ で約4,000 kgの積載量となっている。なお、積荷は、コンクリートブロックを用いた。

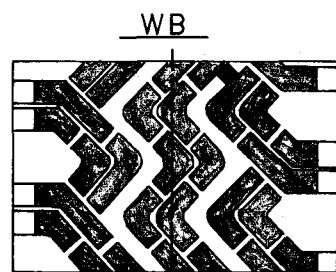


図4 バイアススノータイヤのトレッドパターン

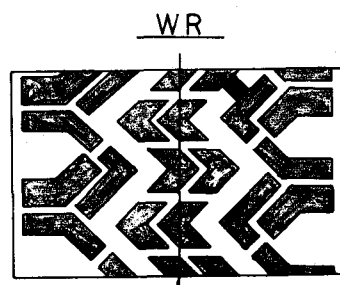


図5 ラジアルスノータイヤのトレッドパターン

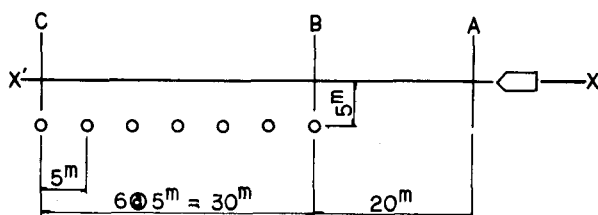


図6 騒音レベル測定方法

3. 実験結果および考察

自動車が定常走行中に発生する騒音は、前に述べたように、エンジン音、排気音、冷却ファン音、吸入音、タイヤ音、変速機音、車体の風切音などの音が合成されたものであると考えられる。そこで、定常走行時に発生する騒音を全体音と呼ぶことにする。これに対し、

定常走行時に発生する騒音を全体音と呼ぶことにする。これに対し、

情行走行中に発生する騒音は、タイヤ音、車体の風切音、振動音が考えられる。しかしながら、車体の風切音、振動音はタイヤ音のレベルに比べてかなり小さく、これを無視できるものとする、情行走行時の騒音はタイヤ音とみなしてさしつかえないことになる。この意味で、情行走行時の騒音をタイヤ音と呼ぶことにする。

○全体音

全体音の騒音レベルの測定結果を表2に示す。また、この結果を図に表わしたものが図7～9である。これより以下のことがわかる。

大型貨物自動車の全体音は、速度、積載量およびタイヤ種別に影響を受け、速度については、速度が増加すると騒音レベルも増大する。表2によると30 km/hで、80 dBAの騒音レベルが、70 km/hでは91 dBAとなっている。また、50 km/hの速度をすぎるところから速度の増加に対する騒音レベルの増加割合は小さくなっている。ただし、積載量 $2/2$ ではこの傾向はみられず、騒音レベルは速度の増加に伴ない直線的に増大している。

次に、積載量を増加させた場合について騒音レベルに及ぼす影響をみるため、各タイヤ別に積載量0の場合を基準として積載量の増加による騒音レベルの増加量をとってみたものを表3に示す。これより、積載量が増加すると騒音レベルはわずかながら増加する傾向はあるもののこの増加量のうちで最も大きな量でも1 dBAである。したがって、定積載の範囲内では積載量は騒音レベルに影響しないといつてよい。

○タイヤ音

タイヤ音の測定中、試験車は情行走行を行なっている、ので走行抵抗により試験車の速度は次第に低下する。そこで、図6における騒音レベル測定区間(B～C)の入

表1 試験条件

タイヤ	積載量	速 度 km/h				
		30	40	50	60	70
SB	0	○	○	○	○	○
	$1/2$	○	○	○	○	—
	$2/2$	○	○	○	○	—
WS	0	○	○	○	○	○
	$1/2$	○	○	○	○	○
WB	0	○	○	○	○	○
WR	0	○	○	○	○	○
	$1/2$	○	○	○	○	○

表2 全体音の騒音レベル測定結果 (dBA)

タイヤ	積載量	30	40	50	60	70
SB	0	80.1	83.3	87.0	88.4	90.0
	$1/2$	80.6	82.8	87.2	88.6	—
	$2/2$	80.6	83.2	86.0	89.2	—
WS	0	80.5	84.3	87.7	89.7	90.6
	$1/2$	81.0	85.3	88.5	90.0	91.5
WB	0	80.6	83.7	87.9	89.5	91.2
WR	0	80.3	83.6	87.3	90.0	90.7
	$1/2$	80.9	84.4	87.3	89.3	90.6

表3 積載量の変化による全体音の騒音レベルの変化量 (dBA)

タイヤ	積載量	30	40	50	60	70
SB	$1/2$	0.5	-0.5	0.2	0.2	—
	$2/2$	0.5	-0.1	-1.0	0.8	—
WS	$1/2$	0.5	1.0	0.8	0.3	0.9
WR	$1/2$	0.6	0.8	0.0	-0.7	-0.1

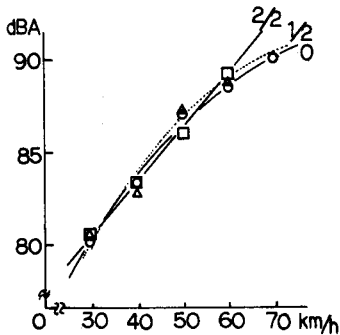


図7 夏タイヤ 全体音の騒音レベル

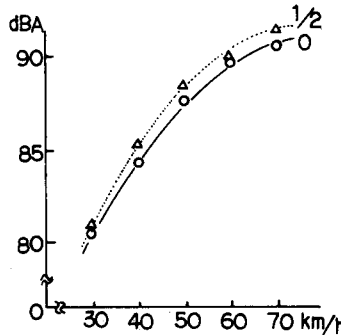


図8 スパイクタイヤ 全体音の騒音レベル

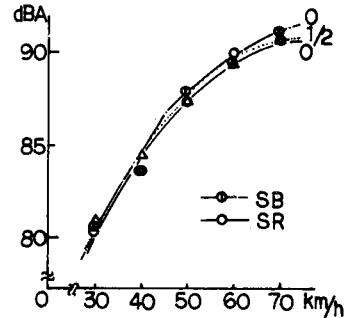


図9 スノータイヤ 全体音の騒音レベル

口(B点)と出口(C点)を通過する際にスピードメータにより速度を測定し、2点での速度の平均値と測定区間における速度とした。タイヤ音の騒音レベル測定時の速度および騒音レベルの測定結果を表4に示す。しかしながら、各条件下での速度が異なっており、速度によって騒音レベルを比較することは直接には不可能である。ところが、タイヤ音の騒音レベルと速度の対数との間には、図10～12にみられるように明確な直線関係が認められ、相関もかなり高い。そこで、タイヤ音の騒音レベル(TN)と速度(V)との回帰式を

$$TN = a \log_{10} V + b \quad (1)$$

とおき、各条件下における回帰係数を最小二乗法により求め、これより、30～70 km/h の10 km/h ごとの速度に対応するタイヤ音の騒音レベルを求め、この値を、それぞれの速度におけるタイヤ音の騒音レベルとした。この結果を表5に示す。

以上より、積載量が増加すると夏タイヤ、スパイクタイヤにおいては、速度の増加に対するタイヤ音の騒音レベルの増加割合が大きくなっていることがわかる。次に積載量の増加によるタイヤ音の騒音レベルへの影響をみるために、各タイヤ別に積載量0の場合を基準として積載量の増加による騒音レベルの増加量をとってみたものが表6である。これより、30 km/h の速度においてタイヤ音の騒音レベルは、各タイヤとも積載量による変化はほとんど認められないが、70 km/h の速度になる

表4 各速度におけるタイヤ音の騒音レベル

タイヤ	積載量	騒音レベル dBA				
		速 度 km/h				
SB	0	73.0	75.7	77.3	79.9	82.2
		32.0	39.5	49.0	56.5	67.0
	1/2	72.5	76.9	78.1	80.9	—
		32.0	38.5	47.0	58.0	—
	2/2	73.0	76.1	79.2	82.3	—
		30.0	38.0	48.0	56.5	—
WS	0	77.9	79.4	82.4	85.0	88.1
		30.0	38.4	49.0	57.5	70.7
	1/2	78.8	81.6	84.4	87.5	90.4
		33.0	39.0	49.5	59.0	71.5
WB	0	72.9	79.1	82.2	85.1	88.5
		28.0	39.5	48.0	59.5	70.5
WR	0	74.0	77.7	80.1	83.3	86.8
		30.0	39.0	47.5	59.0	69.5
	1/2	74.6	78.9	82.0	83.9	86.7
		30.0	39.0	49.0	59.0	70.0

表5 タイヤ音の騒音レベル(補正値)(dBA)

タイヤ	積載量	30	40	50	60	70
SB	0	72.1	75.6	78.3	80.6	82.4
	1/2	72.5	76.3	79.2	81.6	(83.7)
	2/2	72.7	76.9	80.1	82.7	(85.0)
WS	0	77.0	80.5	83.2	85.4	87.3
	1/2	77.5	81.7	85.0	87.7	90.0
WB	0	74.4	79.1	82.8	85.8	88.4
WR	0	73.8	78.1	81.5	84.2	86.5
	1/2	74.9	78.9	82.0	84.5	86.6

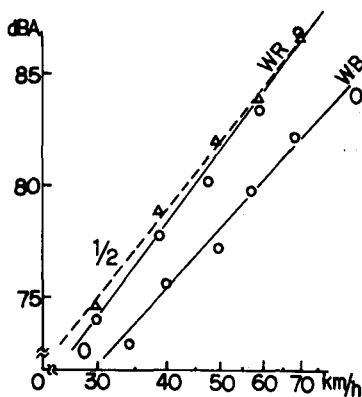


図10 スノータイヤ タイヤ音の騒音レベル

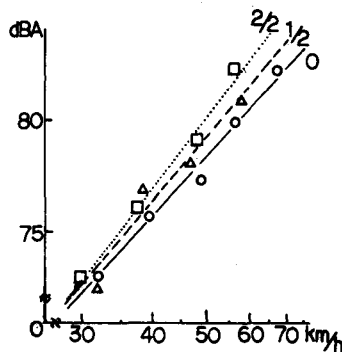


図11 夏タイヤ タイヤ音の騒音レベル

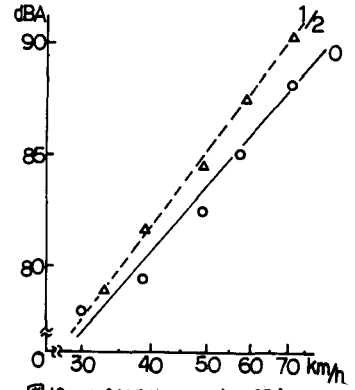


図12 スパイクタイヤ タイヤ音の騒音レベル

と、夏タイヤでは積載量が0から $1/2$ 、 $1/2$ から $2/2$ へと増加するにつれ、タイヤ音の騒音レベルが、それぞれ、約1 dBA増加している。また、スパイクタイヤについては、70 km/hの速度で積載量が0から、 $1/2$ に増加することにより3 dBAも増加している。しかしながら、ラジアルスノータイヤではこういった傾向はみられず、積載量が増加しても速度の増加に対するタイヤ音の騒音レベルの増加割合は大きくならず、逆に若干ながら小さくなっている。しかし、この程度のレベル差では積載量によるタイヤ音の騒音レベルの変化はみられないといつてよい。

○機 関 音

全体音とタイヤ音との差は、図1より、エンジン音、冷却ファン音、吸排気音、変速機音の合成音と考えられる。今、この合成音を機関音と呼ぶことにする。全体音の騒音レベルを L 、タイヤ音、機関音の騒音レベルをそれぞれ L_1 、 L_2 とすると、全体音 L は、タイヤ音 L_1 と機関音 L_2 とを合成したものであると考えられる。 L_1 、 L_2 の音の強さ(エネルギー)をそれぞれ、 I_1 、 I_2 とすると、

$$L_1 = 10 \log_{10} I_1 / I_0 \quad (2)$$

$$L_2 = 10 \log_{10} I_2 / I_0 \quad (3)$$

$$(I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2)$$

である。これより、

$$I_1 = I_0 10^{\frac{L_1}{10}} \quad (4)$$

$$I_2 = I_0 10^{\frac{L_2}{10}} \quad (5)$$

を得る。合成音の強さ I は

$$\begin{aligned} I &= I_1 + I_2 \\ &= I_0 (10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}}) \end{aligned} \quad (6)$$

なるから、合成音(全体音)の騒音レベル L は

$$L = 10 \log_{10} (I_1 + I_2) / I_0$$

表6 積載量の変化によるタイヤ音の騒音レベルの変化量(dBA)

タイヤ	積載量	30	40	50	60	70
SB	$1/2$	0.4	0.7	0.9	1.0	1.3
	$2/2$	0.6	1.3	1.8	2.1	2.6
WS	$1/2$	0.5	1.2	1.8	2.3	2.7
WR	$1/2$	1.1	0.8	0.5	0.3	0.1

表7 機関音の騒音レベル(計算値)(dBA)

タイヤ	積載量	30	40	50	60	70
SB	0	79.4	82.5	86.4	87.6	89.2
	$1/2$	79.9	81.7	86.5	87.6	—
	$2/2$	79.8	82.0	84.7	88.1	—
WS	0	77.9	82.0	85.8	87.7	88.0
	$1/2$	78.4	82.8	85.9	86.1	86.2
WB	0	79.4	81.7	86.3	87.1	88.0
WR	0	79.2	82.2	86.0	88.7	88.6
	$1/2$	79.6	83.0	85.8	87.6	88.4

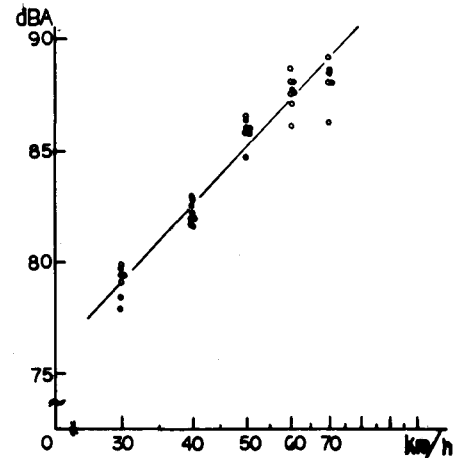


図13 機関音の騒音レベル

$$= 10 \log_{10} (10^{\frac{1}{10}} + 10^{\frac{1}{10}}) \quad (7)$$

により求められることになる。また、全体音 L とタイヤ音 L_1 から機関音 L_2 の騒音レベルを求めるには、エネルギーの分解より、

$$L_2 = 10 \log_{10} (10^{\frac{1}{10}} - 10^{\frac{1}{10}}) \quad (8)$$

によればよいことになる。これを用いて、各条件における全体音とタイヤ音の実測値より、機関音の騒音レベルを理論的に求めてみたものを表7に示す。これより、機関音の騒音レベルは速度とともに増大している。また、タイヤ種別、積載量による影響はほとんど認められず、各速度において機関音の騒音レベルはほぼ一定となっている。このことは、図13により、より一層明確となっている。積載量の増加により自動車のエンジンにかかる負荷も増大し、これが機関音の騒音レベルを増大させる原因になると予測していたが、定積載内では、積載量は機関音の騒音レベルには影響がないことが明らかとなった。すなわち、タイヤ種別および積載量が全体音の騒音レベルに及ぼす影響は、タイヤ音に起因しているのである。

○ま と め

本研究により明らかとなった事柄を以下に列举する。

1. 定積載の範囲内では、積載量が増加すると全体音の騒音レベルはわずかに増加するが、問題となる量ではない。
2. 積載量 0 および $1/2$ の状態では、速度が 50 km/h をすぎるころから、速度の増加に対する全体音の騒音レベルの増加割合は小さくなるが、最大積載量まで積載すると、全体音の騒音レベルは速度に比例して増大する。
3. タイヤ音の騒音レベルと速度の対数との間には、明確な直線関係がある。
4. バイアスタイヤにおいて、積載量が増加すると、速度の増加に対するタイヤ音の騒音レベルの増加割合が大きくなる。
5. 定積載の範囲内では、積載量が増加するとタイヤ音のみが増大し、機関音には影響しない。

4. お わ り に

騒音は振動とともに日常生活に密接に結びついた公害で、例年、公害に対する苦情件数のうちで騒音に對してのものが最も多い。発生源別の内訳で交通に起因しているものは、自動車 3%、航空機 1%、鉄道 1% である。このうち航空機、鉄道については、騒音の発生源を特定でき、また、騒音の発生時間帯もある程度限られている。一方、自動車騒音は、その発生時間がほぼ一日中続き、発生源が常に移動しており、影響が広範囲に及び、さらに、発生源を特定できないこともあり、騒音対策上のネックとなっているのが現状である。一般に、道路交通騒音対策の研究を行なう上では、(1) 騒音の発生源、(2) 騒音の伝播経路、(3) 受音点側として地域騒音の減少手段、さらには、(4) 騒音減少対策を実際に行なうにあたっての経済性の評価、の4種が対象となる。このうち本研究では騒音の発生源を対象とし、自動車走行時に発生する騒音を、発生源別に個々に測定することにより、積載量が自動車騒音に及ぼす影響を明らかにすることができた。今後の課題として、過積載状態での騒音、路面の種類、空気圧と騒音との関係についても明らかにすることが必要であり、さらには、振動をも同時に考慮した場合からのアプローチも必要であらうと考えている。

最後に、本研究を行なうにあたり、各種測定機器と試験のための大型貨物自動車を提供いただきました北海道開発局機械工作所、並びに、試験場を貸与していただきました北海道開発局土木試験所に深く感謝致します。