

〔報告〕

# ディーゼル重量車の J E 0 5 モードの計算法 に基づく走行抵抗値と実測値の違いについて

陸田 雅彦 小谷野 眞司 藤田 進 宮沢 佳隆 横田 久司

## 1 はじめに

当研究所では、平成3年から都内を走行する重量貨物車の排出ガスの実態等を把握することを目的として、シヤシダイナモメータ上で東京都実走パターン等の過渡運転による排出ガス測定を行っている。この際、シヤシダイナモメータ上での走行が、一般道路の走行と同様になるように当該試験車両の走行抵抗値を設定する必要がある。走行抵抗値は各車両により異なるため、排出ガス測定の前に、実際に試験車両を自動車試験路（テストコース）上で走行させて、実測データをもとに走行抵抗値を求めてきた（以下、この方法による値を「実測値」という）。

一方、平成17年に適用された新長期排出ガス規制から排出ガス試験モードが定常モードから過渡モードに変更され、この試験モード(JE05)での排出ガス試験を実施する際の走行抵抗値について、当該試験車両の全高、全幅等の車両諸元を基に計算で求める方法（以下、この方法による値を「計算値」という）が規定された。この方法では、ディーゼル重量車については、タイヤや車輪配列、架装のタイプが様々であり、また、導風板の装着の有無など走行抵抗の計算値は実測値と大きく異なることが考えられる。

今回、ディーゼル重量車の走行抵抗値について、当研究所で得られた実測値と計算値を比較した結果について報告する。

## 2 調査方法等

### (1) 対象車両

対象車両は当研究所が平成12年から23年までに排出ガス調査を行った37台であり、表1に概要を示す。これらの車両は、運送事業者が使用している車両（使用過程車）から無作為に抽出したものである。車両重量は2,100～

15,370kg、架装形状はバン26台（内2台は冷凍冷蔵車）、キャブオーバトラック（以下「平ボディ」という）11台である。車両重量約6,500～10,000kgの車両はない。

### (2) 実測調査方法

実測調査は、(独)産業技術総合研究所および(独)交通安全環境研究所が所有する自動車試験路において惰行法により行った。

惰行法とは、試験車両の惰行運転において減速に要した時間（惰行時間）を測定し、その惰行時間から当該車両の式①による走行抵抗の転がり抵抗と空気抵抗係数を算出するものであり、軽・中量車排出ガスの測定方法<sup>1)</sup>に準じて行っている。

$$F = a + b V^2 \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

F：走行抵抗 [N]

a：転がり抵抗 [N]

b：空気抵抗係数 [N/(km/h)<sup>2</sup>]

V：速度 [km/h]

ここで惰行時間の計測は、速度、時間の計測誤差が少ない非接触型速度計(株小野測器 システム非接触速度計 LC-5200)を用い、風損および転がり抵抗の気温補正を行うため、風速と気温を風速計(株カスタム MODEL CW-60)により計測している。

### (3) 計算法による走行抵抗値の計算法

計算法による走行抵抗値の計算法<sup>2)</sup>は以下のとおりである。

$$\textcircled{1} \text{ 転がり抵抗 } a = \mu r W$$

$\mu r$ ：転がり抵抗係数 [N/kg]

$$\mu r = 9.8 \times (0.00513 + 17.6 \div W)$$

W：試験自動車重量 [kg]

$$\textcircled{2} \text{ 空気抵抗係数 } b = \mu a A$$

$$\mu a A = 9.8 \times (0.00299 \times A - 0.000832)$$

(注)バスの空気抵抗  $\mu a A$  にあつては、求められ

た値に0.680を乗ずる。

$\mu a$  : 空気抵抗係数  $[N/(m^2 \cdot (km/h)^2)]$

A : 試験自動車の前面投影面積  $[m^2]$

$A = B \times H$

B : 試験自動車の全幅  $[m]$

H : 試験自動車の全高  $[m]$

表 1 対象車両の概要

車名 (番号)	排出ガス規制区分 ※1	形状	車両重量 kg	乗車 定員 人	積載量 kg	車両 総重量 kg	試験自動車 重量 kg	全高 H m	全幅 B m	タイヤサイズ (前後)	車輪配列 ※2	空気抵抗	空気抵抗	転がり抵抗	転がり抵抗
												係数 実測値 N/(km) <sup>2</sup>	係数 計算値 N/(km) <sup>2</sup>	実測値 N	計算値 N
1	KK (長期)	平ボディ	2,100	3	2,000	4,265	3,155	1.99	1.69	195/85R16	2-4D	0.1043	0.0904	338.77	331.09
2	PA (新短期)	平ボディ	2,150	3	2,000	4,315	3,205	1.99	1.69	205/85R16	2-4D	0.0976	0.0904	293.70	333.61
3	KK (長期)	バン	2,580	3	2,000	4,745	3,635	2.92	1.89	205/65R16	2-4D	0.1660	0.1536	352.03	355.23
4	KR (新短期)	バン	2,700	2	2,000	4,810	3,755	2.92	1.82	185/85R16	2-4D	0.1660	0.1476	306.25	361.26
5	SKG (新長期)	バン	2,740	3	2,000	4,905	3,795	3.11	1.91	195/75R15	2-4D	0.2094	0.1659	556.85	363.27
6	PDG (新長期)	平ボディ	2,940	3	2,000	5,105	3,995	2.08	1.89	205/70R16	2-4D	0.1168	0.1070	399.91	373.32
7	PDG (新長期)	バン	3,040	3	2,000	5,205	4,095	3.09	1.92	195/85R16	2-4D	0.1782	0.1657	414.98	378.35
8	BKG (新長期)	バン	3,110	3	2,000	5,275	4,165	3.06	1.88	195/85R16	2-4D	0.1544	0.1604	533.95	381.87
9	KK (長期)	バン	3,290	3	2,000	5,455	4,345	3.13	1.86	195/85R16	2-4D	0.1824	0.1624	470.06	390.92
10	BKG (新長期)	バン	3,440	3	2,000	5,605	4,495	2.97	2.21	195/85R16	2-4D	0.1693	0.1842	441.06	398.46
11	KK (長期)	バン	3,560	3	2,000	5,725	4,615	3.06	2.19	205/85R16	2-4D	0.2199	0.1882	501.66	404.49
12	KK (長期)	バン	3,320	3	3,000	6,485	4,875	3.10	1.93	205/75R16	2-4D	0.1824	0.1672	543.54	417.57
13	PB (新短期)	バン	2,890	3	4,000	7,055	4,945	2.82	1.90	195/85R16	2-4D	0.1556	0.1488	445.04	421.07
14	BDG (新長期)	バン	4,020	3	2,950	7,135	5,550	3.27	2.19	205/85R16	2-4D	0.2081	0.2017	498.26	451.50
15	KK (長期)	平ボディ	3,880	2	4,000	7,990	5,935	2.74	2.33	225/80R17.5	2-4D	0.2147	0.1789	474.14	470.86
16	ADG (新長期)	平ボディ	3,970	2	3,900	7,980	5,975	2.65	2.24	225/80R17.5	2-4D	0.2164	0.1658	444.15	472.87
17	KK (長期)	バン	4,070	2	3,800	7,980	6,025	3.25	2.31	225/80R17.5	2-4D	0.2390	0.2118	612.99	475.38
18	ADG (新長期)	平ボディ	4,580	2	3,300	7,990	6,285	2.73	2.34	225/80R17.5	2-4D	0.2727	0.1790	527.30	488.45
19	KK (長期)	バン	4,610	2	3,250	7,970	6,290	3.26	2.32	225/90R17.5	2-4D	0.2534	0.2135	525.97	488.70
20	KK (長期)	平ボディ	4,930	2	2,950	7,990	6,460	3.56	2.30	225/80R17.5	2-4D	0.2637	0.2318	465.40	497.25
21	KK (長期)	平ボディ	4,980	2	2,900	7,990	6,485	2.95	2.24	225/85R17.5	2-4D	0.2197	0.1855	436.66	498.51
22	PDG (新長期)	バン	5,270	2	2,600	7,980	6,625	3.37	2.31	225/80R17.5	2-4D	0.1994	0.2200	497.01	505.55
23	PDG (新長期)	バン	5,380	2	2,500	7,990	6,685	3.53	2.49	225/80R17.5	2-4D	0.2347	0.2494	543.86	508.56
24	ADG (新長期)	バン	5,730	2	2,150	7,990	6,860	3.54	2.32	225/80R17.5	2-4D	0.2501	0.2325	490.69	517.36
25	ADG (新長期)	平ボディ	6,410	2	7,200	13,720	10,065	2.96	2.37	265/70R19.5	2-4D	0.2346	0.1974	628.86	678.49
26	KL (長期)	平ボディ	10,320	2	14,500	24,930	17,625	3.23	2.49	295/80R22.5	2-4D・4	0.3821	0.2275	1291.41	1058.56
27	ADG (新長期)	平ボディ	10,460	2	14,400	24,970	17,715	3.32	2.49	295/80R22.5	2-4D・4	0.3671	0.2341	1042.20	1063.08
28	PJ (新短期)	バン	11,240	2	13,000	24,950	17,795	3.76	2.49	275/80R22.5	2-4D・4	0.2913	0.2662	905.41	1067.11
29	KL (長期)	バン	10,780	2	14,100	24,990	17,885	3.78	2.49	295/70R22.5	2-4D・4	0.3406	0.2676	913.15	1071.63
30	PK (新短期)	バン	11,120	2	13,700	24,930	18,025	3.78	2.49	245/70R19.5	2・2-4D・4D	0.2950	0.2676	1207.04	1078.67
31	KL (長期)	バン	11,080	2	13,800	24,990	18,035	3.72	2.49	295/80R22.5	2-4D・4	0.3263	0.2633	1395.15	1079.17
32	KL (長期)	バン	11,220	2	13,600	24,930	18,075	3.76	2.49	245/70R19.5	2・2-4D・4D	0.2951	0.2662	1344.61	1081.18
33	ADG (新長期)	バン	11,260	2	13,600	24,970	18,115	3.79	2.49	245/70R19.5	2・2-4D・4D	0.3245	0.2684	1178.07	1083.19
34	BDG (新長期)	バン	11,660	2	13,200	24,970	18,315	3.78	2.49	245/70R19.5	2・2-4D・4D	0.3253	0.2676	1135.56	1093.25
35	ADG (新長期)	バン	11,680	2	13,200	24,990	18,335	3.77	2.49	245/70R19.5	2・2-4D・4D	0.3180	0.2669	1173.36	1094.25
36	長期規制相当 (輸入車)	バン(冷凍冷蔵車)	12,180	2	12,600	24,890	18,535	3.68	2.49	315/70R22.5	2-4D・4	0.3214	0.2603	1405.63	1104.31
37	長期規制相当 (輸入車)	バン(冷凍冷蔵車)	15,370	2	9,500	24,980	20,175	3.78	2.49	295/80R22.5	2-4D・4	0.3353	0.2676	1163.89	1186.76

※1 排出ガス規制区分 KK:H10年 KL:H11年 KR, PA, PB:H15年 PJ, PK:H16年 ADG, BDG, PDG, BKG:H17年 SKG:H22年

※2 2-4D:前軸2輪-後軸4輪駆動軸

2-4D・4:前軸2輪-後前軸4輪駆動軸-後後軸4輪

2・2-4D・4D:前前軸2輪-前後軸2輪-後前軸4輪駆動軸-後後軸4輪駆動軸

### 3 比較結果

#### (1) 実測値と計算値の相関

実測値と計算値による転がり抵抗、空気抵抗それぞれの相関を図1、図2に示す。

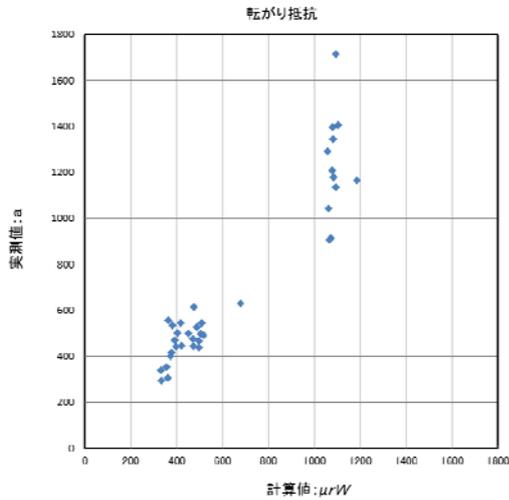


図1 転がり抵抗の相関

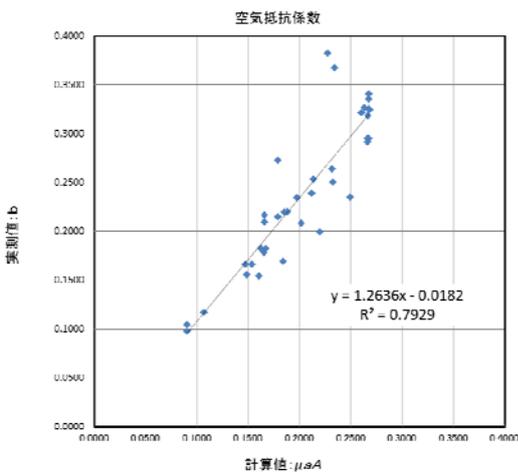


図2 空気抵抗係数の相関

転がり抵抗については、計算値が300～500N付近と1,100N付近の車両に区分できる。計算値が300～500N付近の車両は、計算値と実測値は概ね線形関係が見られるが、計算値が1,100N付近の車両では実測値の値が900～1,700N付近に広く分布している。

空気抵抗係数については、計算値と実測値に相関がみられる。全体的に実測値は計算値より多く、平均すると1.16倍であった。

#### (2) 試験自動車重量との関係

次に、試験自動車重量と転がり抵抗、空気抵抗係数の実績値と計算値の比率を確認した結果を図3、図4に示す。

転がり抵抗に影響する要素として車輪配列、空気抵抗に影響する要素としてボディ形状を区分し分析した。

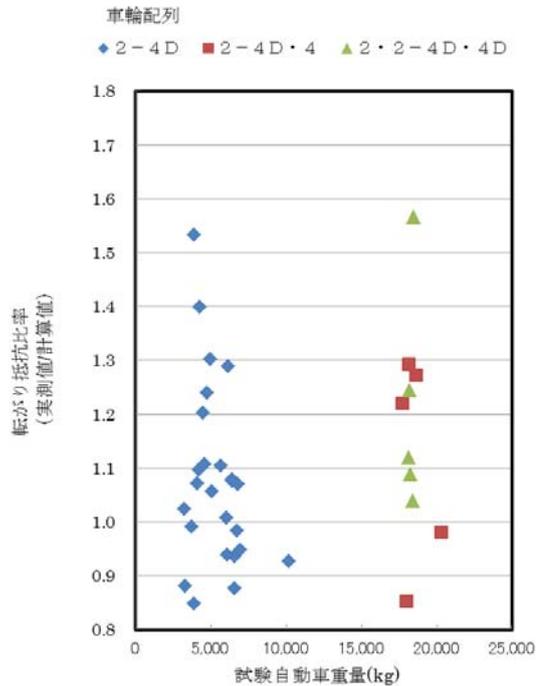


図3 転がり抵抗比率

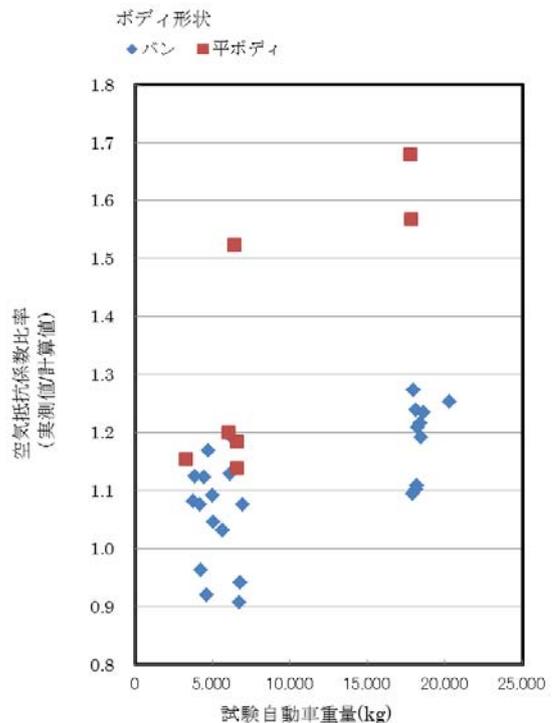


図4 空気抵抗係数比率

転がり抵抗は、試験自動車重量10,000kg以下の24台では実測値/計算値が0.85~1.53、平均値は1.09であった。試験自動車重量10,000kg以上の13台では0.85~1.57、平均値は1.11であった。試験自動車重量の区分にかかわらず、0.85~1.57の範囲で広く分布している。実測値が計算値を下回った台数は13台である。

空気抵抗係数は、試験自動車重量10,000kg以下の24台では実測値/計算値は0.91~1.18の範囲にまとまっているが、最大値を示す1.52の平ボディ1台が集団から離れている。平均値は1.12であった。試験自動車重量10,000kg以上の13台では1.11~1.27の範囲にまとまっているが、1.57,1.68を示した平ボディ2台が集団から離れている。平均値は1.26であった。実測値が計算値を下回った台数は4台である。

#### 4 考察

実測値と計算値の差が大きい車両、ほぼ同じ車両、小さい車両について車両の特徴を表2に示す。

表2 車両の特徴一覧

転がり抵抗が実測値のほうが大きい対象車

実測値	計算値	比率	タイヤサイズ(前後)	車輪配列	形状	試験自動車重量 kg
1713.36	1094.25	1.57	245/70R19.5	2・2-4D・4D	バン	18,335
556.85	363.27	1.53	195/75R15	2-4D	バン	3,795
533.95	381.87	1.40	195/85R16	2-4D	バン	4,165

転がり抵抗が実測値、計算値がほぼ同じ対象車

実測値	計算値	比率	タイヤサイズ(前後)	車輪配列	形状	試験自動車重量 kg
497.01	505.55	0.98	225/80R17.5	2-4D	バン	6,625
352.03	355.23	0.99	205/65R16	2-4D	バン	3,635
474.14	470.86	1.01	225/80R17.5	2-4D	平ボディ	5,935

転がり抵抗が計算値のほうが大きい対象車

実測値	計算値	比率	タイヤサイズ(前後)	車輪配列	形状	試験自動車重量 kg
306.25	361.26	0.85	185/85R16	2-4D	バン	3,755
905.41	1067.11	0.85	275/80R22.5	2-4D・4	バン	17,795
913.15	1071.63	0.85	295/70R22.5	2-4D・4	バン	17,885

空気抵抗係数が実測値のほうが大きい対象車

実測値	計算値	比率	タイヤサイズ(前後)	車輪配列	形状	試験自動車重量 kg
0.3821	0.2275	1.68	295/80R22.5	2-4D・4	平ボディ	17,625
0.3671	0.2341	1.57	295/80R22.5	2-4D・4	平ボディ	17,715
0.2727	0.1790	1.52	225/80R17.5	2-4D	平ボディ	6,285

空気抵抗係数が実測値、計算値がほぼ同じ対象車

実測値	計算値	比率	タイヤサイズ(前後)	車輪配列	形状	試験自動車重量 kg
0.1544	0.1604	0.96	195/85R16	2-4D	バン	4,165
0.2081	0.2017	1.03	205/85R16	2-4D	バン	5,550
0.1556	0.1488	1.05	195/85R16	2-4D	バン	4,945

空気抵抗係数が計算値のほうが大きい対象車

実測値	計算値	比率	タイヤサイズ(前後)	車輪配列	形状	試験自動車重量 kg
0.1994	0.2200	0.91	225/80R17.5	2-4D	バン	6,625
0.1693	0.1842	0.92	195/85R16	2-4D	バン	4,495
0.2347	0.2494	0.94	225/80R17.5	2-4D	バン	6,685

##### (1) 転がり抵抗

タイヤサイズや車輪配列、タイヤ数、試験自動車重量の大小にかかわらず、実測値/計算値が広く分布していることが分かった。表2に記した車両の特徴から差を見分けることが出来なかったが、車両ごとのタイヤ、オイル等

消耗品の使用期間、交換周期の違いや、各摺動部の摩耗状況の違い等の要素が複合しているものと考えられる。

##### (2) 空気抵抗係数

実測値が大きい対象車は3台とも形状が平ボディであった。これはバンに比べて車両に凹凸があるので、走行時に当たった空気が車両周辺で渦を巻き、空気が下流側へスムーズに流れにくいことが要因と思われる。また、平ボディは前面投影面積に当たる前面部分は一様に平面に近い。一方、バンについては導風板を装着することにより車両上部がなだらかに傾斜した構造になる。このため、計算法が導風板を装着した車両も考慮されたものであると、平ボディの実測値は計算値よりも大きくなることが考えられる。

#### 5 まとめ

当研究所が調査した重量車の走行抵抗(転がり抵抗および空気抵抗係数)の実測値は、そのほとんどが計算値よりも大きい値であった。

空気抵抗についてはボディ形状の影響を受けることが推定されたが、転がり抵抗については様々な要素が複合していると考えられ、車両の特徴により差を見分けることは出来なかった。

今後は重量車についてもエコタイヤや導風板の標準装着、車両の軽量化などの走行抵抗低減による燃費向上(CO<sub>2</sub>削減)対策も進展していくものと考えられる。

このため、使用過程車調査における重量車の排出ガス実態を正確に把握するために、自動車試験路における走行抵抗の測定を継続するとともに、走行抵抗値の違いと排出ガスへの影響について確認を行っていく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 道路運送車両の保安基準の細目を定める告示 別添42(軽・中量車排出ガスの測定方法): 国土交通省 平成21年7月30日(2009)
- 2) 「シャシダイナモメータによるJE05モード排出ガス測定方法」について 国土交通省自動車交通局、国自環第280号: 平成19年3月16日(2007)