

# コンクリート舗装と重量車の転がり抵抗・燃費

吉本 徹\*

**概要** 道路舗装における路面の種類が重量車の燃費に及ぼす影響について調査することを目的に、成田国際空港の誘導路、国総研の試走路および道東自動車道で重量車の惰行による走行抵抗の測定を行った。JIS D 1012 で規定された走行抵抗の測定方法は、縦断勾配やカーブがある実際の道路に適用するには測定延長が不足するなど、問題が多い。本報告では、走行抵抗の縦断勾配補正を精度よく比較的簡易に行う方法を提案するとともに、走行抵抗のうち路面の評価につながる転がり抵抗の算出方法を提案した。さらに転がり抵抗の差異がどの程度重量車の燃費に影響を及ぼすかを明らかにした。

**キーワード**：コンクリート舗装、アスファルト舗装、燃費、惰行試験、走行抵抗、転がり抵抗、二酸化炭素、重量車

## 1. はじめに

二酸化炭素などの温室効果ガスの排出量削減が地球規模の大きな課題として取り上げられている中、我が国における二酸化炭素排出量の2割に当たる運輸部門ではその約88%が自動車からの排出(2006年度)となっている。そのような状況の中、ハイブリッド車の開発や転がり抵抗の小さいタイヤの開発など、自動車単体の燃料消費率の向上に自動車関係メーカーは開発・普及にしのぎを削っている。また、行政においても渋滞解消などの交通流対策などさまざまな角度から対策・施策が講じられている。

一方、北米では舗装路面の種類により、自動車の燃料消費率(以下、燃費と略す)が異なるという報告<sup>1)~3)</sup>がなされており、我が国においても舗装の種類や使用材料の選定が温室効果ガス削減対策となる可能性がある。

本報告は、舗装路面の種類と自動車の燃費に関する海外情報を紹介するとともに、筆者らが行った、路面の種類すなわちコンクリート舗装とアスファルト舗装の違いと重量車(車両総重量3.5t超の貨物自動車と乗車定員11人以上の乗用自動車)の転がり抵抗・燃費に関する調査結果について述べる。

## 2. 北米での調査概要

カナダでは1998年から2003年にかけて、NRC(National Research Council Canada)を中心に自動車の燃料消費に対する舗装種別の影響について、カナダ国内の国道(Highway)のコンクリート舗装とアスファルト舗装を対象に、主に重量車による燃費の実測調査を実施した。ここでは、燃費の調査方法(以下、調査①<sup>3)</sup>および調査②<sup>2)</sup>)とその結果について概要を述べる。

### 2.1 供試車両と試験条件

#### (1) 供試車両

調査①は後輪2軸駆動の全3軸トラクタと2軸のタン

クタイプのセミトレーラを組み合わせた大型自動車を使用(車両A)。調査②は後輪2軸駆動の全3軸トラクタと53フィート(約16m)3軸のバンタイプのセミトレーラを組み合わせた大型自動車を使用(車両B)。

#### (2) 荷重/供試車両の質量

荷重は①積載なし(車両A:17100kg, 車両B:16000kg), ②実用レベルの積載(車両A:28400kg, 車両B:43660kg), および③満載(車両A:39700kg, 車両B:49400kg)の3種類。

#### (3) 車速

一定速度での燃費を調査。その速度は100km/h, 75km/h(調査①のみ), 80km/h(調査②のみ)および60km/h。ドライバーの技量の影響を除くために、速度の制御は自動車が搭載しているクルーズコントロールにより測定を実施。

#### (4) 環境条件

通年の環境温度下(-20~25°C)。

#### (5) 道路舗装

調査対象となった道路舗装は、ケベック州とオンタリオ州の国道のコンクリート舗装とアスファルト舗装である。一部コンポジット舗装も調査をしている。調査箇所は、調査①ではコンクリート舗装4路線、アスファルト舗装は6路線で調査を行った。調査②では、調査①の測定箇所に加えて、コンクリート舗装3路線、アスファルト舗装2路線を追加している。

#### (6) 測定条件

選定された路線での測定条件としては、路面がドライ、風速10km/h(2.8m/s)以下、さらに道路舗装の縦断勾配が0.5%以下の区間データを有効データとして取り扱った。

### 2.2 測定方法と結果

#### (1) 測定方法

測定は、専用のコンピュータソフトウェアによりエンジンマネジメントシステムから走行時の燃料の流量と車

\* よしもと・とおる/㈱セメント協会 コンクリート研究グループ

速をリアルタイムに収集することで、瞬間燃費を計測した。さらに走行車両から計測した風速や別途収集したIRI (International Roughness Index), GPSによる地形情報などを組み合わせて、距離および時間を基軸としたデータ群を作成した。

### (2) データ処理

一連のデータ群を用い、統計解析ソフトウェア Minitab により多変量解析を行い、100 km の距離を走行したときの燃料消費量 (L) を推定する推定式を作成した。

### (3) 統計解析結果

調査①と調査②による燃費の推定結果 (図-1, 図-2 参照) によると、IRI や縦断勾配、風速等の条件を同一とした場合、コンクリート舗装の方がアスファルト舗装よりも、調査①では 4.1~6.9%, 調査②では 0.8~3.9% 燃費が優れていると述べている。調査①と調査②では舗装種別による影響の度合いが異なるが、その理由は明らかにされていない。なお、路面の種類が燃費に影響を及ぼす自動車の種類は車体重量が重い重量車のみであるとしている。

## 3. 日本における調査概要

### 3.1 走行抵抗試験の概要

筆者らはこの結果に注目し同様な調査を日本国内で実施することを検討した。その結果、直接燃費を測定する方法は膨大な時間と費用がかかることはもとより、日本においてコンクリート舗装が一般道にほとんど存在しない現実から、カナダの手法とは異なるアプローチを取ることにした。すなわち、自動車の走行抵抗を測定することで、路面と自動車の転がり抵抗を評価することを試みた。

走行抵抗は、JIS D 1012 : 2001 「自動車—燃料消費率試験方法」にある惰行試験による測定方法 (以下、JIS 法という) に準拠することを基本とした。具体的な測

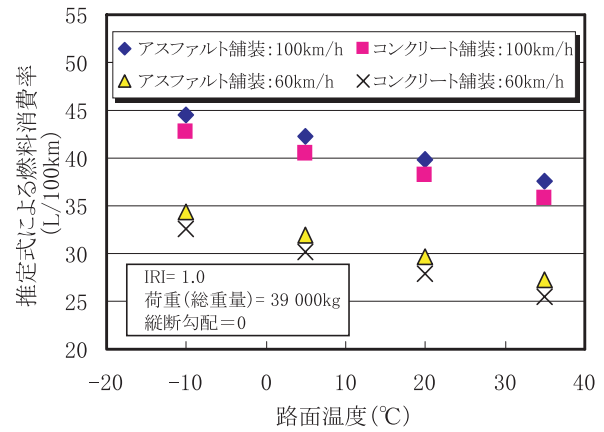


図-1 調査結果の例 (調査①, 筆者作図)

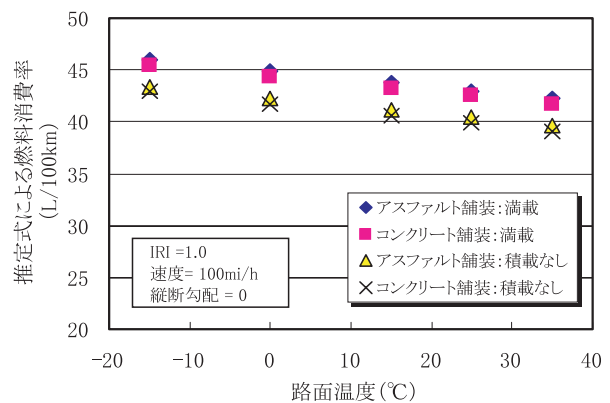


図-2 調査結果の例 (調査②, 筆者作図)

定方法は、ある一定速度 (例えば 55 km/h) まで加速させた後、ギアをニュートラルにし、極力ハンドル操作を行わないで惰行させ、速度が 5 km/h に落ちるまでの時間を 0.1 秒ごとに測定し、速度と経過時間の関係から式 (1) および式 (2) を用いて走行抵抗を算定した。

$$F_j = \frac{1}{3.6} (m + m_r) \frac{dV}{dT_j} \quad (1)$$

ここに、

$F_j$ : 車速  $V_j$  km/h 時の走行抵抗 (N)。

$m$ : 試験時車両質量 (kg)。

## A Study of Rolling Resistance Measurement and Effect on Heavy-duty Fuel Consumption on Concrete Pavement

By T. Yoshimoto

Concrete Journal, Vol.48, No.4, pp.11~17, Apr. 2010

**Synopsis** The objective of this study is to research the influence of heavy-duty vehicles fuel consumption for concrete pavement and asphalt pavement respectively, and then drag forces on the rolling vehicle tests are done by real truck coast down tests on the closed test course in Tsukuba, the taxiways in Narita Airport and the expressway in Obihiro. Measurement test method of drag forces on the rolling vehicle test (JIS D 1012) is unrealistic when it is applied for real roads. The JIS test method has some problems because the test distances are always short due to grade and curve on actual road conditions. This report suggests rolling resistance calculation method, which can evaluate road surface among drag forces by applying easier road grade adjustment than JIS test method. Further more, this study clears how the difference of rolling resistance affects the fuel consumption.

**Keywords** : concrete pavement, asphalt pavement, fuel consumption, coast down test, rolling resistance, road grade

$m_r$ : 車両駆動系の回転部分相当慣性質量 (kg) で、空車質量の7%<sup>4)</sup>とした。

$\Delta V$ : 車速の変化量で JIS 法の場合は 10 (km/h)。

$\Delta T_j$ : 車速  $V_j$  時の  $\Delta V$  に要する時間 (s)。

車速  $V_j$  ( $j=10, 20, 30 \dots$  (JIS 法の場合)) とそのときの走行抵抗  $F_j$  とを用いて次の 2 次式を用いて回帰し、走行抵抗  $F$  と指定速度  $V$  の関係式は次のようになる。

$$F = f_0 + f_1 \cdot V + f_2 \cdot V^2 \quad (2)$$

ここに、

$f_0$ : 走行抵抗の定数項 (N)

$f_1$ : 走行抵抗の  $V$  の 1 次項の係数 (N/(km/h))

$f_2$ : 走行抵抗の  $V$  の 2 次項の係数 (N/(km/h)<sup>2</sup>)

速度が早く低下するような場合は走行抵抗が大ききことを意味する。ここで示した走行抵抗は空気抵抗と転がり抵抗の和であり、エンジン以外の損失抵抗の総称である。また、転がり抵抗は駆動系の回転により生じる機械抵抗とタイヤが路面と接触・回転することによって生じる抵抗である。この方法でアスファルト舗装とコンクリート舗装に対して、同じ車両 (以下、供試車両) を用いて走行抵抗を測定したとき、風の影響を無視できる場合、その走行抵抗の差は路面の特性による転がり抵抗の差ということになる。

### 3.2 供試走路の選定

JIS 法による測定を精度よく実施するためには、試走路の選定が重要となる。例えば風速・風向による影響が挙げられる。アスファルト舗装を測定しているときは追い風でコンクリート舗装を測定しているときは向かい風であったとすると、走行抵抗の差は路面によるものか風によるものか判別がつかなくなる。路面の縦断勾配も重

要である。JIS 法によれば、同じ供試路を往復で測定し調和平均することで縦断勾配の影響をキャンセルできるとあるが、下り勾配では、勾配の程度にもよるが、低速域での速度低下が緩慢なため測定延長が数 km 必要になる場合もあり、実際の道路で測定することは極めて困難である。筆者の経験では、縦断勾配が 1.1% の場合、供試車両は低速域では減速しなかった。

このようなことより、走行抵抗の舗装種類による影響の調査において、容易にかつ信憑性の高いデータを得るためには、コンクリート舗装とアスファルト舗装が平行に隣接して、縦断勾配がないことが重要な測定条件となると考えた。また、走行抵抗を測定する供試走路には十分な延長が必要となる。これらの条件を満足する場所を調査した結果、成田国際空港会社が運営・管理する空港内の誘導路と国土交通省国土技術政策総合研究所 (以下、国総研) 所有の試験走路が候補に挙がり、両者の協力により試験が実現した。その後、実際の道路においても測定を行うため、高速道路総合技術研究所および東日本高速道路の協力により、供用前の道東自動車道 (以下、道東道) で試験を行う機会を得た。

成田国際空港、国総研および道東道で行った主な試験条件は表-1 に示すとおりであり、供試車両は満載状態の重量車を使用した。表を見てわかるように、道東道の場合はコンクリート舗装の供試走路 F はトンネル内舗装であり、アスファルト舗装の供試走路 G は明かり部の舗装である。また F、G とともに縦断勾配を有しており JIS 法に従った往復測定がすべての速度域でできないため、別途縦断勾配の補正について検討を行うことにした。

縦断勾配を有する場合で風の影響が無視できる条件において、縦断勾配がない場合の走行抵抗の推定は縦断勾

表-1 試験条件

試験場所	成田国際空港		国総研	道東道		
供試車両	車軸数: 3 (前軸 1 後軸 2) 試験時質量: 19 407 kg		車軸数: 3 (前軸 1 後軸 2) 試験時質量: 25 720 kg	車軸数: 3 (前軸 1 後軸 2) 試験時質量: 24 640 kg		
供試走路	コンクリート舗装	B 滑走路端誘導路 (A)		走行路往路直線部 (D)	トンネル内舗装直線部 (F)	
	種類	連続鉄筋コンクリート舗装		連続鉄筋コンクリート舗装	目地ありコンクリート舗装 (骨材露出工法)	
	版厚	25 cm		36 cm	25 cm	
	路面性状	平坦性	1.29 mm		1.22 mm	—
		IRI	—		—	1.46 mm/m
	縦断勾配	0%		0%	1.1%	
	延長	約 250 m		約 700 m	約 900 m	
	アスファルト舗装	B 滑走路端誘導路ショルダー部 (B)	空港内外周道路直線部 (C)	走行路復路直線部 (E)	明かり部直線部 (G)	
	種類	密粒舗装	粗粒舗装	密粒舗装	ハイブリッド舗装	
	版厚	表層 5 cm 基層 19 cm	表層 5 cm 基層 5 cm	表層 4 cm 基層 6 cm	表層 4 cm 基層 5 cm	
	路面性状	平坦性	1.17 mm		1.07 mm	1.72 mm
		IRI	—		—	—
縦断勾配	0%		0%	0%	0.5%	
延長	約 250 m		約 300 m	約 700 m	約 800 m	

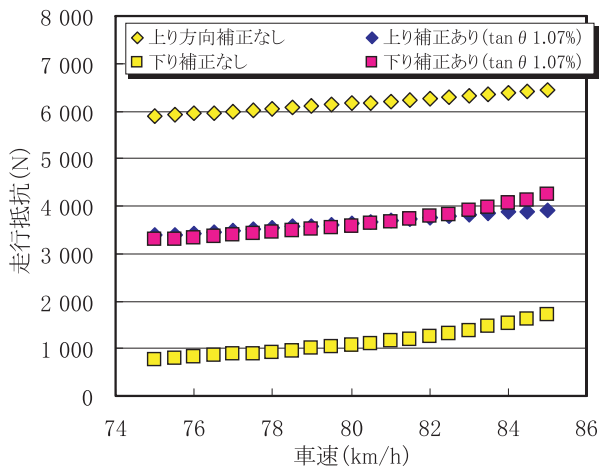


図-3 勾配補正の例 (道東道 供試走路 F)

配がある場合の上り方向の走行抵抗から、斜面の走行抵抗を差し引いたものと、下り方向の走行抵抗から斜面の走行抵抗を足し合わせたものに等しい。これより、今回の測定結果と式(3)を用いて、縦断勾配による走行抵抗を算出し、縦断勾配補正を試みた。

$$F_j = F_{ju} - mg \sin \theta = F_{jd} + mg \sin \theta \quad (3)$$

ここに、

$F_j$ : 車速  $V_j$  時の縦断勾配がない走行抵抗 (N)。

$F_{ju}$ : 車速  $V_j$  時の縦断勾配  $\tan \theta$  がある場合の上り方向の走行抵抗で、下式で表される。

$$F_{ju} = -\frac{1}{3.6} (m + m_r) \frac{\Delta V}{\Delta T_{ju}} \quad (N)$$

$F_{jd}$ : 車速  $V_j$  時の縦断勾配  $\tan \theta$  がある場合の下り方向の走行抵抗で、下式で表される。

$$F_{jd} = -\frac{1}{3.6} (m + m_r) \frac{\Delta V}{\Delta T_{jd}} \quad (N)$$

$\theta$ : 勾配角度 (deg), 縦断勾配は  $\tan \theta$  となる。

$g$ : 重力加速度 ( $m/s^2$ )

$\Delta V$ : 車速の変化量でこの場合は 0.5 (km/h) とした。

$\Delta T_{ju}$ : 上り方向時において  $\Delta V$  が 0.5 (km/h) 変化するのに要する時間 (s)。

$\Delta T_{jd}$ : 下り方向時において  $\Delta V$  が 0.5 (km/h) 変化するのに要する時間 (s)。

勾配補正に用いる車速データは、上りおよび下り方向で重複している車速区間データを用いた。道東道の供試走路 F の上り方向および下り方向における勾配補正前後の走行抵抗の算定結果を図-3 に示す。縦断勾配  $\tan \theta$  を変数に、同じ車速区間の上り方向の走行抵抗と下り方向の走行抵抗の差の自乗和が最小になるよう検討した。その結果、補正用縦断勾配は設計縦断勾配 1.1% に対して 1.07% であった。同様に道東道の供試走路 G では設計縦断勾配 0.5% に対して補正用縦断勾配は 0.46% であった。

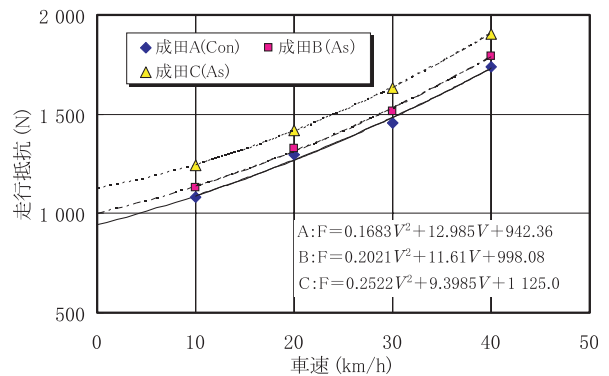


図-4 走行抵抗測定結果 (JIS 法, 成田国際空港)

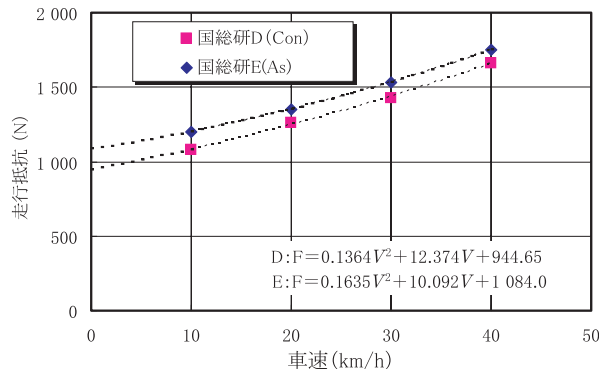


図-5 走行抵抗測定結果 (JIS 法, 国総研)

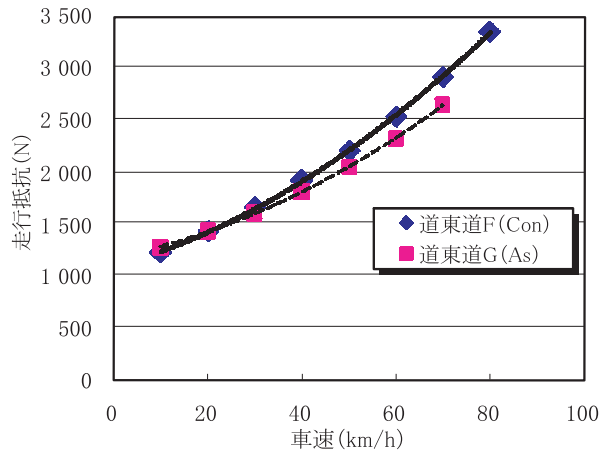


図-6 走行抵抗測定結果 (JIS 法, 道東道)

### 3.3 走行抵抗試験結果<sup>3)~7)</sup>

測定の最高速度は、測定延長と加速区間の制限から、成田国際空港と国総研で 55 km/h、道東道では 85 km/h とした。また、最高速度から 5 km/h まで連続して測定できる測定延長を確保できなかったため、適当な速度域ごとに分割し測定した。

式(2)から求めた走行抵抗と車速の関係を図-4~図-6 に示す。図-4 は勾配補正後の値である。また試験実施状況を写真-1~写真-3 に示す。

図-4 および図-5 から走行抵抗は速度の上昇とともに大きくなること、および舗装の種類ごとの走行抵抗の差は、速度にかかわらずほぼ一定であることがわかる。この走行抵抗の差は、それぞれの試験場所において同一の供試車両を使用していることより、タイヤと路面の間の



写真-1 成田国際空港での走行抵抗試験状況 (舗装 C, 場周道路アスファルト舗装)



写真-2 国総研での走行抵抗試験状況 (D, 往路直線部コンクリート舗装)



写真-3 道東道での走行抵抗試験状況 (舗装 F, トンネル内コンクリート舗装)

転がり抵抗の差であると考えられる。すなわち、コンクリート舗装の方がアスファルト舗装よりも転がり抵抗が小さいことがわかる。また、指定速度ごとの走行抵抗の形状が図-4 と図-5 とで異なるが、これは成田と国総研とでは別々の試験車両を使用したことによる空気抵抗の違いが影響しているものと思われる。一方、図-6 の走行抵抗曲線は、速度が上昇するほど供試走路 F の走行抵抗が卓越し、図-4 および図-5 とは傾向が異なること

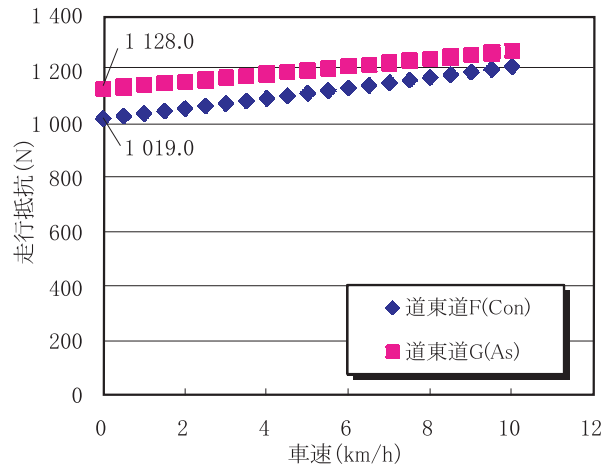


図-7 走行抵抗測定結果 (提案法, 道東道)

表-2 転がり抵抗 (N) の調査結果

	成田国際空港	国総研	道東道
コンクリート舗装	942.4 (100)	944.7 (100)	1019.0 (100)
アスファルト舗装	998.1 (105.9)	1084.0 (114.7)	1128.0 (110.7)
	1125.0 (119.4)		

( )内の数字は、調査箇所ごとにコンクリート舗装を100としたときの割合を示す。

がわかる。前田<sup>®</sup>は列車のトンネル内と明かり部の走行抵抗試験結果を示しており、トンネル部の空気抵抗係数は明かり部のそれより大きくなることが明らかにされている。これより、トンネル内舗装である供試走路 F の空気抵抗が明かり部の供試走路 G より大きいことが走行抵抗曲線に表れていると推察される。このように、転がり抵抗は路面の影響を受けることが明らかになったが、空気抵抗の影響が異なるトンネル部と明かり部とでの比較においては、その算定精度をよりよくするために空気抵抗の影響が小さい速度域での検討が必要であると考えた。そこで、車速が10 km/h以下のデータを用いて低速時の走行抵抗を算出することにした。図-7は、車速が0.5 km/h変化するときの加速度から求めた走行抵抗の算定結果であり、車速5 km/h以下のプロットは車速と経過時間の関係を外挿して求めたものであり、いずれも勾配補正後の値である。この図から空気抵抗のない車速0 km/hのときの走行抵抗、すなわち転がり抵抗は、供試走路 F のコンクリートは1019 N、供試走路 G のアスファルトは1128 Nであった。供試走路 G が109 N大きい結果となった。同様に他の調査箇所においても空気抵抗のない車速0 km/h時の走行抵抗である転がり抵抗を表-2に示す。この表から、コンクリート舗装の転がり抵抗を100とするとアスファルト舗装は105.9~119.4になることが明らかになった。

#### 4. 転がり抵抗に及ぼす影響要因について

転がり抵抗に及ぼす影響要因について検討するために、FWD試験を各調査箇所で行った。FWDの測定結果

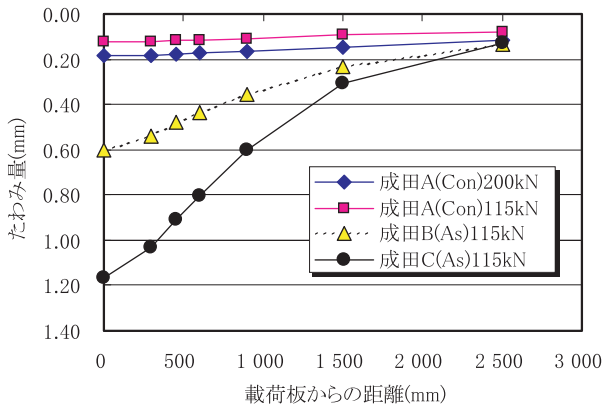


図-8 FWD 測定結果 (成田国際空港)

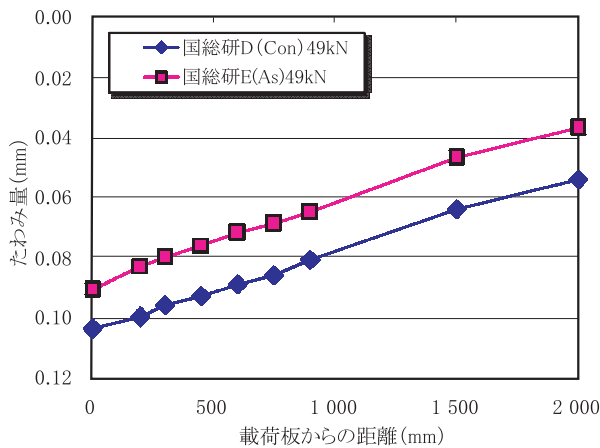


図-9 FWD 測定結果 (国総研)

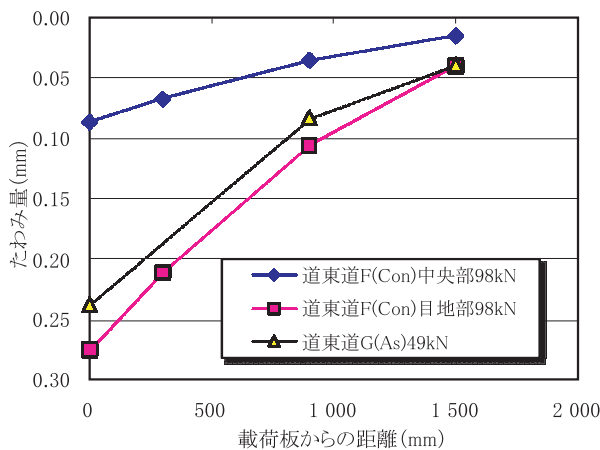


図-10 FWD 測定結果 (道東道)

を図-8～図-10に示す。各調査箇所で行ったFWD試験機の機材が異なり、荷重も異なること、および試験時の温度条件も異なるなど、各調査箇所間の直接の比較検討はすべきでないものの、各調査箇所内での評価は可能である。成田国際空港での結果である図-8では、FWDによるたわみ量はコンクリート舗装である供試走路Aが一番小さく、B、Cの順となった。これは転がり抵抗係数が小さい順番と一致した。これらの測定箇所の平坦性はほぼ同等(表-1参照)であったことより、転がり抵抗の差異は、舗装路面のたわみが原因である可能性が示唆された。図-10は道東道の結果であるが、コ

表-3 IRIの閾値 (走行速度 80 km/h)

乗り心地 (Ride Quality)	閾値
Very good	<1.43
Good	1.43~2.24
Fair	2.25~2.84
Mediocre	2.85~4.05
Poor	>4.05

ンクリート舗装の供試走路Gは目地部ではたわみが大きく、中央部では小さい。これは目地部にひび割れが誘発され、ダウエルバーの補強があるものの、荷重条件が縁部となるためである。一方アスファルト舗装である供試走路Fは荷重荷重がGの半分であるが、たわみ量はGの目地部とほぼ同じであることより、同じ荷重条件ではFのたわみ量はGより大きい。また、表-1のIRIの結果は、表-3に示したJianxiongらによるIRIによる乗り心地 (Ride Quality) の区分<sup>9)</sup>において、コンクリート舗装Gの乗り心地がGoodに区分されるのに対してアスファルト舗装FはVery goodであった。より平坦な路面特性を有するFの方が転がり抵抗が大きい。この理由として考えられることは成田国際空港の場合と同様に、たわみ量の差異と考えられる。すなわち、タイヤが回転して走行する際に、タイヤと接触している舗装表面がその荷重により変形することにより本来前進させるために消費すべき回転エネルギーがその路面変形でエネルギーを消費し、転がり抵抗に差異が生じたものと推察される。一方、国総研の試験結果である図-9ではコンクリート舗装の供試走路Dとアスファルト舗装の供試走路Eとでたわみ量に明確な差はなかった。たわみ量に差がなかったにもかかわらず転がり抵抗に差が生じた理由のひとつにアスファルト舗装のEの平坦性がDに比べて悪いことが挙げられる。通常アスファルト舗装の方が平坦性に仕上げられるため、建設時の平坦性はコンクリート舗装よりもアスファルト舗装の方が一般的に優れているが、試験を実施した供試走路D、Eとも建設後20年以上経過しており、Eの表層のアスファルト混合物が老化しひび割れ等が生じ、平坦性が悪化したと推察される。今後は定量的に原因究明を行いたいと考えている。

## 5. 転がり抵抗が及ぼす燃費/CO<sub>2</sub>への影響

その転がり抵抗がどの程度燃費へ影響するかについては、重量車の燃費基準(トッランナー基準)に採用されている燃費の測定方法であるシミュレーション法<sup>10)</sup>から推定することができる。このシミュレーション法を用いて転がり抵抗係数の変化率と重量車の燃費変化率の関係を走行モードごとに示したものが図-11および図-12である。上述したようにアスファルト舗装は5.9~19.4%転がり抵抗係数がコンクリート舗装より大きくなることから、比較的低速な都市内モードであるJE05

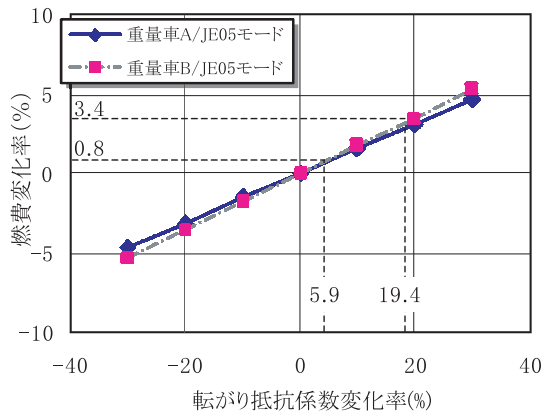


図-11 転がり抵抗係数変化率と燃費変化率の関係 (JE05モード)

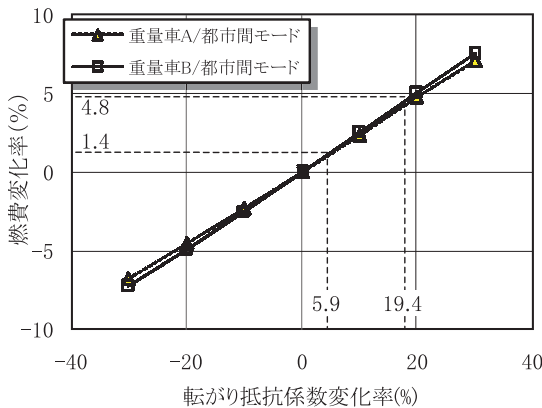


図-12 転がり抵抗係数変化率と燃費変化率の関係 (都市間モード)

モードでは、図-11に示すように0.8~3.4%、東名高速を模擬した縦断勾配付き80 km/h定速の都市間モードでは図-12に示すように1.4~4.8%、それぞれアスファルト舗装の方が重量車の燃費が劣ることがわかる。

では燃費改善がどの程度CO<sub>2</sub>排出削減できるか少し触れてみたい。ガソリンエンジンやディーゼルエンジンから排出されるCO<sub>2</sub>は、ガソリン1リッターで2.359 kg-CO<sub>2</sub>、軽油1リッターでは2.644 kg-CO<sub>2</sub>である<sup>11)</sup>。我が国の2006年度のCO<sub>2</sub>総排出量は1274百万t-CO<sub>2</sub>/年であり、運輸部門はその19.9%を占めている。運輸部門のうち、自動車が87.5%を占めており、その中で貨物車が40.8%となっている。ここで貨物車がすべて重量車であると仮定すると、重量車からのCO<sub>2</sub>排出量は90.6百万t-CO<sub>2</sub>/年と試算することができる。重量車の走行比率が高い「高速道路、一般国道の指定区間(以下、幹線道)」は1999年センサスデータによれば、貨物自動車走行台キロの37.1%に相当する。これより、幹線道路を走行する重量車からのCO<sub>2</sub>排出量は、推定33.6百万t-CO<sub>2</sub>/年となる。このCO<sub>2</sub>すべてが軽油を燃やして排出されているとすると、消費した軽油の量は約1200万キロリッター/年となる。ここで当該道路舗装がすべてアスファルト舗装でそれをコンクリート舗装に置き換えたとすると、消費する軽油量は、年間で約10万~55万キロリッター(平均33万キロリッター)節約でき、そのCO<sub>2</sub>排出削減量は23.6万~145.4万t-CO<sub>2</sub>/年

(平均87.2万t-CO<sub>2</sub>/年)となる。数パーセントの燃費改善が大きなCO<sub>2</sub>排出削減効果を生む可能性があり、まさに“ちりも積もれば山となる”である。

## 6. おわりに

重量車の燃費に与える舗装種別の影響について、海外の調査事例とこれまでの日本国内での調査の概要について紹介した。これらの結果は、限られた条件ではあるが、アスファルト舗装よりもコンクリート舗装の方が、重量車の燃費がよくなるという結果であった。また、コンクリート舗装はアスファルト舗装に比べて耐久性が高く供用期間が長いという特徴を有することから、重交通路線の道路舗装への適用性はアスファルト舗装よりも優れていると考えられる。

また、転がり抵抗の測定は、同一の道路において定期的に測定することで路面の劣化が経時的に評価することができ、補修時期や方法選定の目安になることも考えられる。今回は縦断勾配の補正方法も提案し、JIS法よりもかなり簡便な方法となったと考えている。今後は更なるデータの蓄積を進め、試験方法の標準化も視野に入りたいと考えている。

最後に、本調査・研究を実施する貴重な機会と、多大なるご指導・ご協力をいただいた関係各位に深く謝意を表します。

## 参考文献

- 1) Effect of Pavement Surface Type on Fuel Consumption—Phase 2: Seasonal Tests, National Research Council Canada, Canada, August 2000
- 2) Additional Analysis of the Effect of Pavement Structure on Truck Fuel Consumption, G.W. Taylor Consulting in collaboration with Dr. Patrick Farrell and Anne Woodside, Carleton University, August 2002
- 3) Effects of Pavement Structure on Vehicle Fuel Consumption—Phase III, National Research Council Canada, Canada, January 2006
- 4) 総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会重量車判断基準小委員会・重量車燃費基準検討会：総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会重量車判断基準小委員会・重量車燃費基準検討会最終取りまとめ, 2005
- 5) 吉本 徹：道路舗装の種類と重量車の燃費, 自動車/タイヤ/路面の安全・環境・省資源技術, No.10-7, JSAE SYMPOSIUM, pp.40~44, (株)自動車技術会, 2008
- 6) 笠原 篤ほか：コンクリート舗装新時代—舗装種別と重量車の燃費とCO<sub>2</sub>排出—, セメントコンクリート, No.753, pp.9~14, 2009
- 7) 吉本 徹ほか：高速道路での重量車の転がり抵抗の測定と燃費に及ぼす影響に関する研究, 舗装工学論文集, 第14巻, pp.203~209, 土木学会, 2009
- 8) 前田達夫：新幹線電車(0系, 200系, 100系)の空気抵抗, 鉄道総研報告, Vol.1.1, No.3, 1987
- 9) J. Yu, E.Y.J. Chou and J.-T. Yau : Development of Speed-Related Ride Quality Thresholds Using International Roughness Index, Journal Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol.1974, pp. 47-53, 2006
- 10) 鈴木 忠ほか：重量ディーゼル車の燃費シミュレーション, 自動車研究, 第25巻, 第4号, pp.9~12, 2003
- 11) 笠原 篤：PAVEの時代, 舗装, Vol.42, No.1, pp.3~4, 2007