

9. 2 舗装路面の性能評価法の高度化に関する研究（1）

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 22

担当チーム：道路技術研究グループ（舗装）

研究担当者：久保和幸、寺田 剛、堀内智司

【要旨】

平成 17 年度に発行された「舗装性能評価法（道路協会）」には、疲労破壊輪数、塑性変形輪数、平坦性、透水量、騒音値およびすべり抵抗値の 6 指標について性能評価法が示された。しかし、これら性能指標の評価法の開発が十分でないこともあり、性能規定化が現場に浸透していない。

そこで、本研究では、性能規定発注がしやすい環境を整えることを目的に、その中で未解決の課題を有する疲労破壊輪数、騒音値およびすべり抵抗値について検討を行うとともに、今後道路管理者や道路利用者が必要とすることが想定される舗装性能について、その評価法について検討を行った。その結果、舗装の必須の性能として位置付けられている「疲労破壊輪数」について、既存の評価法を最近のデータを追加して検証した結果、特に見直す必要がないことを確認した。一方、本評価法において用いられる FWD(衝撃式たわみ測定車)について、測定の際のばらつきが生じないように、検定施設を立ち上げ、検定業務を開始した。同じく必須の性能である「平坦性」について、国際的な評価法である IRI(国際ラフネス指数)への整合を図るとともに、IRI での基準値案を示した。また、必要に応じて要求される「騒音値」、「すり減り値」、「衝撃骨材飛散値」、「ねじり骨材飛散値」について評価法と基準値を提案するとともに、アスファルト混合物について、既存評価法の見直しを行うことができた。

キーワード：性能評価法、疲労破壊輪数、タイヤ/路面騒音値、表層用混合物、性能指標

1. まえがき

平成 13 年 7 月に性能規定化をベースとした「舗装の構造に関する技術基準((国土交通省局長通達)」(以下、技術基準という)が出され、舗装の性能指標として疲労破壊輪数、塑性変形輪数、平坦性、騒音値、透水量等が規定された。それを受けて、平成 17 年度に「舗装性能評価法（（社）日本道路協会）」が発行され、疲労破壊輪数、塑性変形輪数、平坦性、透水量、騒音値およびすべり抵抗値の 6 指標について性能評価法が示された。塑性変形輪数、平坦性および透水量については問題ないが、その他の性能評価法は以下の課題がある。

1) 疲労破壊輪数は、疲労破壊論数を求めた推定式のデータ数不足のため、適用条件が限定された評価法となっている。また、疲労破壊輪数を評価に用いるたわみ測定装置（以下、FWD という）に機差があることが分かっておりキャリブレーション方法の確立が望まれている。

2) 騒音値は測定に舗装路面騒音測定車（以下、RAC 車という）が使用され評価が行われているが、道路交通騒音との関係が明確でないとの指摘があり、道路交通騒音と相関があるタイヤ/路面騒音測定方法の確

立が望まれている。

3) 現在の舗装用バインダの品質規格は特定の材料を前提とした仕様規定のもとに策定されており、近年、開発と普及が進みつつある改質アスファルト等の性能評価に適合できていないため、特定の材料を想定しない表層用混合物の性能評価試験方法が望まれている。

4) 今後道路管理者や道路利用者が必要とする舗装性能指標を提案し、その評価法を定め、性能規定発注がしやすい環境を整える必要がある。

そこで、本研究では、これらの課題を解決するために、①疲労破壊輪数を求める推定式の検証、②FWD のキャリブレーション方法の検討、③環境基準を評価できるタイヤ/路面騒音評価法の検討、④表層用混合物の性能評価試験方法の検討、⑤新しい評価法の検討を行うとともに基準値についても検討を行った。

2. 疲労破壊輪数を求める推定式の検証

性能指標の一つである疲労破壊輪数は、平成 18 年 1 月に発刊された「舗装性能評価法（（社）日本道路協会）」に疲労破壊論数を求める推定式が規定されているが、データ数不足のため、適用条件がアスファルト舗装に限定された評価法となっている。そこで、全

全国各地で試験施工された箇所にて FWD の初期たわみ量 (D₀) を測定し、データの補完を行い、疲労破壊論数を求める推定式の検証を行った。

表-1 データ収集した箇所

地域	設計輪数(万輪)	箇所数
沖縄	700	1箇所
	1400	2箇所
	2100	1箇所
九州	3500	1箇所
	100	2箇所
中国	200	1箇所
	700	1箇所
	3500	1箇所
関東	700	1箇所
東北	700	2箇所
北海道	15	1箇所
	100	1箇所
	700	2箇所
	1400	1箇所
	3500	2箇所

2. 1 データの収集

寒地土木研究所との連携および各地方整備局に依頼し、試験施工された箇所にて測定された FWD の初期たわみ量 (D₀) のデータを収集した。収集した箇所を表-1 に示す。

2. 2 データの補完結果

疲労破壊論数を求めるための推定式は、縦軸は施工直後のたわみ量 D₀、横軸は舗装が破壊した時 (ひび割れ率 20% に達した時) の累積 49kN 換算輪数をプロットするが、今回収集したデータは、まだ破壊 (ひび割れ率 20%) していないため、横軸の累積 49kN 換算輪数は計画交通量でプロットした。その結果を図-1 に示す。既存データを ■印に、今回収集したデータを ◆印にそれぞれ記述した。今回収集、補完したデータから推定式を算出すると図中の赤い点線のようになり、補完した推定式は既存の推定式より低い推定式となった。また、既存式より大きな値を示し不合格となるのは 3カ所であり、ほとんどの箇所は下限側で合格となる。よって、今回の結果からは特に見直す必要がないことを確認した。今後は舗装が破壊したデータを収集・補完して、疲労破壊論数を求める推定式の精度向上や多種多様な舗装の疲労破壊論数を求める推定式を確立する必要がある。

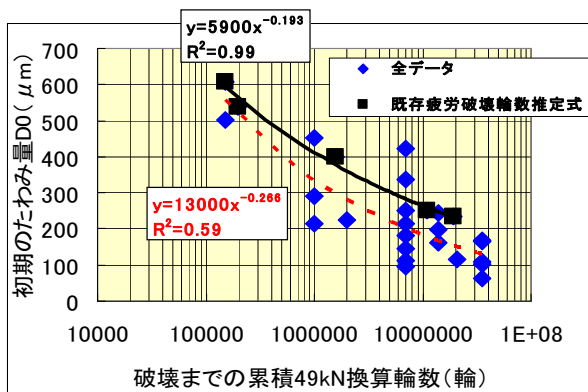


図-1 初期たわみ量の関係

3. コンクリート舗装の圧縮強度から曲げ強度を推定する方法の検討

疲労破壊論数は、FWD により疲労破壊論数を求める推定式が評価法として規定されているが、適用条件がアスファルト舗装限定の評価法となっている。そこで、コンクリート舗装の疲労破壊論数を求める評価法について検討を行った。

3. 1 既存の推定式の妥当性の確認

アスファルト舗装での疲労破壊論数を求める関係図に、コンクリート舗装 (普通コンクリート) の新設 2箇所、既設 1箇所の FWD のたわみ (D₀) を測定した結果を、仮にプロットしたところ、図-1 に示すように既存の推定式よりたわみ量は小さくなり、コンクリート舗装の疲労破壊論数を FWD で評価は難しいことが示唆された。そこで、他の方法でコンクリート舗装の疲労破壊論数を評価する方法を検討した。

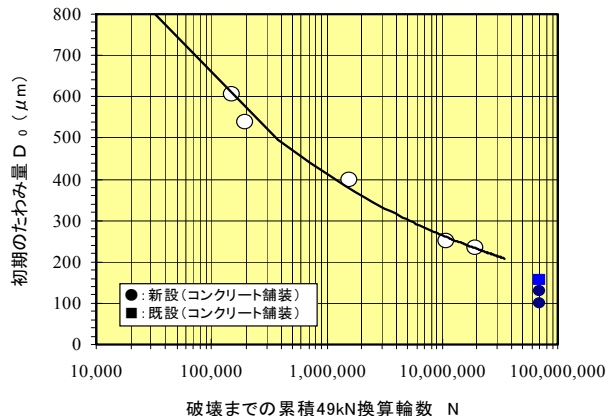


図-1 コンクリート舗装の初期のたわみ量

3. 2 コンクリート舗装の疲労破壊論数評価方法の検討

3.2.1 検討方法

技術基準では、コンクリート舗装の疲労破壊論数の性能の確認方法として、「別表 2 に掲げるコンクリート舗装は疲労破壊論数の基準に適合するとみなす」と記述されている。表-2 に別表 2 に掲げているコンクリート舗装 (版) の設計曲げ強度と版厚を示すが、施工されたコンクリート舗装 (版) の曲げ強度と版厚が、この値を満足すれば疲労破壊論数の基準に適合するとみなすことが可能であるため、コンクリート舗装 (版) の曲げ強度と版厚を確認する方法の検討を行った。現場で施工されたコンクリート舗装 (版) の曲げ強度を確認するには、曲げ供試体 (15×15×53cm) を切り取り測定するのが良いが、現場で大きな穴を開けるのは問題があるため、φ5cm×10cm の圧縮供試体では小さ

な穴で問題ないため、圧縮強度から曲げ強度を推定する方法の検討を行った。

表-2 コンクリート版の設計曲げ強度と版厚

舗装計画交通量 (台/日)	コンクリート版の設計	
	設計基準曲げ強度 (MPa)	版厚 (cm)
100 以下	4.4 (3.9)	15 (20)
100 以上 250 以下	4.4 (3.9)	20 (25)
250 以上 1000 以下	4.4	25
1000 以上 3000 以下	4.4	28
3000 以上	4.4	30

3.2.2 試験内容

コンクリート舗装の配合で曲げ試験用供試体を作製し曲げ試験を行うとともに、その供試体から圧縮試験用のコアを抜き、圧縮試験を行い、曲げ強度と圧縮強度の換算式を作成した。

①試験用供試体標準配合：室内作製供試体

- ・ セメントの種類：普通ポルトランドセメント
- ・ 骨材最大寸法 (Gmax)：20mm, 40mm
- ・ 粗骨材の種類：1種類、設計曲げ強度：4.4Mpa
- ・ 水セメント比：42%、空隙量：4.5%
- ・ スランプ：2.5cm

②養生・材齢：水中養生、28日材齢

③曲げ強度試験：舗装の調査・試験法便覧 B062 に従って、曲げ強度試験（供試体寸法 5×15×53cm）を実施

④圧縮試験：曲げ強度試験後の破断した試験片より φ5×10cm のコアを抜き圧縮試験を実施

3.2.3 試験結果

圧縮強度と曲げ強度の関係を図-2 に示す。この結果、ばらつきはあるものの相関がある結果となり、コンクリート舗装から採取したコアの圧縮試験から設計曲げ強度を推定できることが示唆された。また、版厚は採取したコアの長さから確認ができる。このことより、コンクリート舗装の疲労破壊輪数を評価する方法として圧縮試験から設計曲げ強度を推定する方法を提案する。

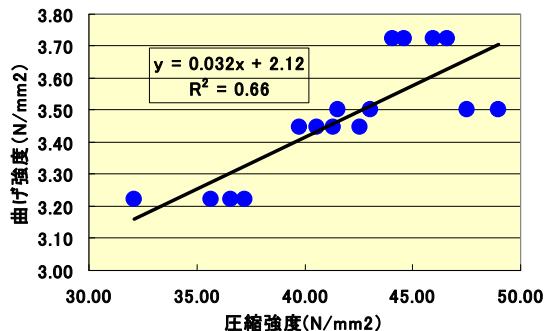


図-2 圧縮強度と曲げ強度の関係

4. FWDのキャリブレーション方法の検討

舗装の疲労破壊輪数の評価と構造評価の試験装置として FWD を使用するが、機種間に個体差があるため、キャリブレーション（検定）を行う必要がある。

そこで、土木研究所に設置したキャリブレーション施設「FWD（重鎮落下式たわみ測定装置）検定施設」を用いた検定方法やデータの解析手法などの検討としてギャップセンサを取付ける PC 鋼棒（不動点）の改良、地下水位の影響確認、較正方法の検討を行い検定方法の確立を行った。

4. 1 FWD 検定施設の概要

FWD 検定施設（写真-1）は、たわみ検定用にアスファルト舗装とコンクリート舗装を有している（図-3）。両舗装のほ



写真-1 FWD 検定施設

ぼ中央部にはトレンチが設けられており、そこに設置した PC 鋼棒にギャップセンサを取り付け、施設舗装のたわみ量を計測する構造となっている（図-4）。

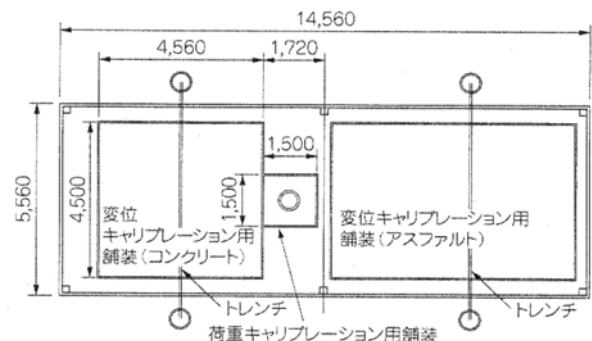


図-3 FWD 検定施設概要図

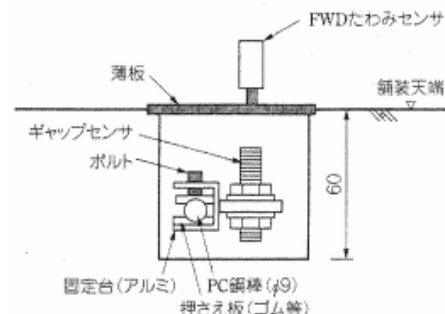


図-4 たわみ検定装置の構造

4. 2 PC 鋼棒（不動点）の改良

舗装のたわみを測定するために不動点として施設の両端に打った PC 杭に PC 鋼棒を取り付け、そこにギ

ギャップセンサーを取り付け基準となるたわみを測定しているが、不動点である PC 杭自体が FWD の衝撃荷重により振動し、誤差 (60 μm 程度) を生じていることが分かった。そこで PC 杭の振動を伝えていた PC 鋼棒の代わりに振動を減衰することが可能なカーボン製のより線 (CFCC) に換えて確認を行った。アスファルト舗装での検証結果を図-5に示す。その結果、-13 μm の誤差が生じている箇所もあったが、その値は非常に小さくなっており問題ない結果であった。

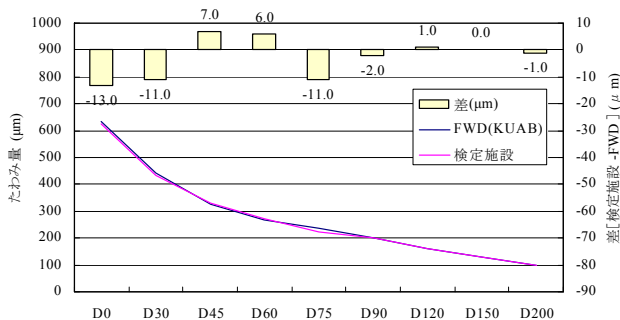


図-5 アスファルト舗装の検証結果

4. 3 地下水位の影響の確認

降雨後に測定を行うと偏差が大きくなることが分かった。水位が高い時に偏差が大きく生じる原因として、降雨後に地下水位が高くなり不動点でなければいけない PC 杭自体が FWD の衝撃荷重により振動し、ギャップセンサ自体が変位している可能性がある。そこで、図-6に示すように、舗装路面に固定したたわみ検定装置の鉄板の上面に加速度計を取り付け、FWD の加振により路面に追従して振動する鉄板の挙動を加速度計とギャップセンサで同時に測定した。水位が 15cm、20cm 及び 40cm の時の加速度計から求めた路面変位とギャップセンサの値の関係を図-7に示す。この結果、水位が 40cm 以下なら若干のバラツキはあるが、加速度計とギャップセンサは、ほぼ同じ値であることが分かった。以上のことより、検定方法として原則、水位が 40cm 以下で FRP 鋼棒に取り付けたギャップセンサで行えば問題ないことが確認された。

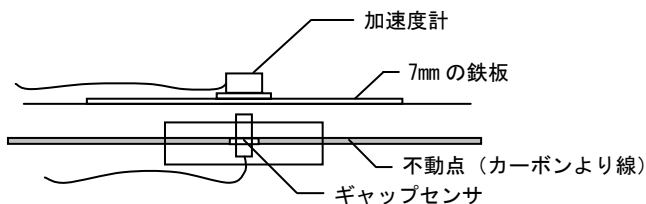


図-6 ギャップセンサと加速度計の比較方法

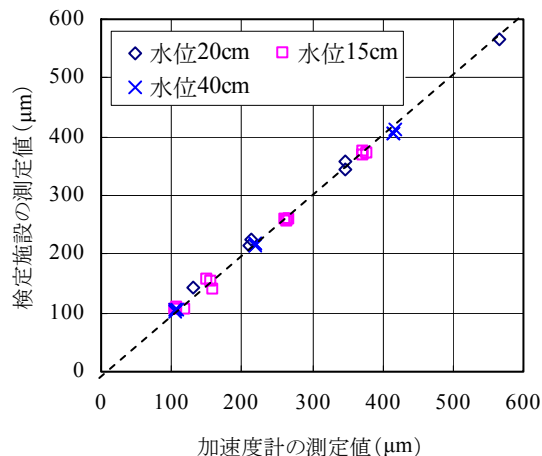


図-7 ギャップセンサと加速度計の関係

4. 4 キャリブレーション (検定) 方法

図-8にアスファルト舗装とコンクリート舗装における一例として D₀ たわみセンサとギャップセンサのたわみ量の関係を示す。アスファルト舗装及びコンクリート舗装とも、FWD たわみセンサとギャップセンサのたわみ量は相関が高く、荷重を3段階変化させその時の載荷荷重に対して得られる FWD のセンサとギャップセンサのたわみ量の関係から、キャリブレーション係数を算出することにより検定が可能であることが分かった。

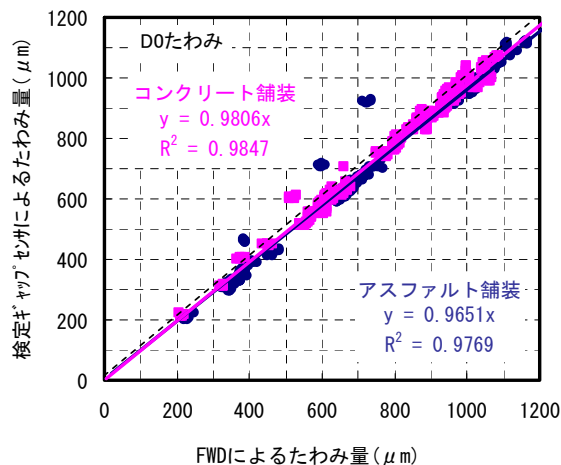


図-8 たわみ検定結果

以上の結果より、検定施設としての機能を十分有していることが確認されたため、本検定施設を用いて FWD のたわみ並びに荷重センサを検定する「FWD 検定要領 (案)」を作成し、平成 23 年 1 月から道路会社等が所有する FWD について、検定業務を開始し 6 台を検定した。

5. 簡便なすべり抵抗測定装置の検討

舗装性能評価法には、実車を用いて直接的に舗装のすべり抵抗値を評価できるすべり抵抗測定車による「すべり摩擦係数」と、性能規定発注方式の性能指標として実績のある DF テスタによる「動的摩擦係数」が併記で規定されているが、現時点では、各測定方法を用いた測定結果の相関性は認められているものの、各測定値をいずれかに換算し統一的に評価するまでには至っていない。また実際のすべりを測定できるすべり抵抗測定車ですべり抵抗値を測定するのが正確な値を測定できるが、全体台数の限定や測定が大変である。よって、実車であるすべり抵抗測定車と相関があり、簡便なすべり抵抗測定装置を開発する必要がある。そこで、文献等で調査を行い、すべり抵抗測定車と整合が取れて簡便に測定ができる測定装置として有効と思われる「DF テスタ」と空港の滑走路で雪氷路面摩擦係数の測定として使用されている「雪氷路面摩擦係数測定装置」²⁾ (写真-2)、雪氷路面のすべり抵抗の測定として導入された寒地土木研究所で所有の「連続路面摩擦抵抗測定装置 (RT3)」¹⁾ (写真-3) についてすべり抵抗測定車とで相関をとり、その妥当性について確認を行った。



写真-2 雪氷路面摩擦係数測定装置



写真-3 連続路面摩擦抵抗測定装置 (RT3)

5. 1 試験結果

5.1.1 DF テスタとすべり抵抗測定車との相関結果

国総研試走路に設置している密粒度舗装、排水性舗装を用いて DF テスタとすべり抵抗測定車 (20、40、60、80km/h) で同一の場所で測定を行い関係を求めた。図-9 に 60km/h での相関関係の図を示す。

全体の相関結果では、相関係数は 0.70 と余り高くないが、速度毎の相関をみると、20km/h では 0.09、40km/h では 0.78、60km/h では 0.92、80km/h では 0.74 となっており、60km/h で相関が高いことが分かった。この原因は DF テスタの機構の問題で 90km/h まで速度を上げて測定版を落とすため、80km/h ではこの影響が出ているためと、20km/h では停止する直前の影響で値がばらつくことが原因と思われる。このことより、DF テスタと実車との相関を取る必要がある場合は

60km/h であれば相関がとれることが分かった。

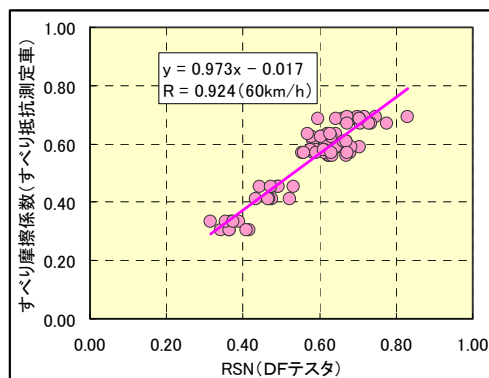


図-9 DF テスタとすべり抵抗測定車の関係 (60km/h)

5.1.2 RT3 とすべり抵抗測定車との相関結果

寒地土木研究所において、美々の試験走路上に雪氷路面 (氷板・圧雪・乾燥路面) を作製し、RT3 とすべり抵抗測定車で各路面のすべり抵抗値を計測した。計測速度は両測定装置共に 40 km/h とし、試験時の気温は -6~-7°C、路面温度は -4~-7°C であった。図-10 に相関関係の図を示す。相関係数は 0.78 という結果¹⁾ であった。

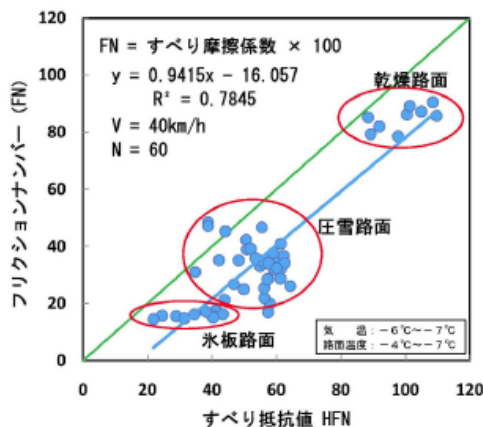


図-10 RT3 とすべり抵抗測定車の関 (40km/h)¹⁾

5.1.3 簡便なすべり抵抗装置の提案

「DF テスタ」と「連続路面摩擦抵抗測定装置 (RT3)」と「雪氷路面摩擦係数測定装置」²⁾ の3装置について、すべり抵抗測定車との相関係数の結果を表-3に示す。その結果、DF テスタが一番相関が高かった。よって、すべり測定車と相関があり簡便で安価な測定ができる測定装置として DF テスタを提案する。

表-3 3装置の相関係数結果

	相関係数 (r^2)
DF テスタ	0.924
RT-3 (寒地データ)	0.785
雪氷路面摩擦係数測定装置	0.752

5.1.3 すべり抵抗値の基準値案の提案

DF テスタを用いた時のすべり抵抗値の基準値案として、図-11 に示すように構造令の制動視距の算出値 0.33 と同等値の 0.35 を提案する。

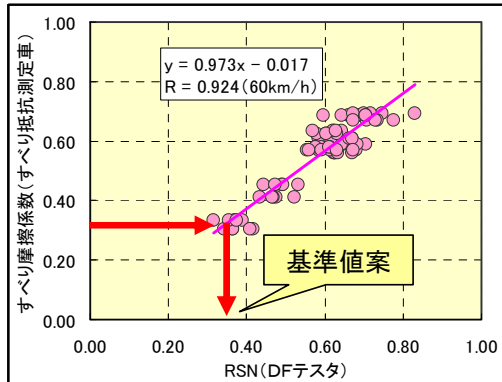


図-11 すべり抵抗値の基準値案

6. タイヤ/路面騒音測定方法に関する検討

性能規定発注方式等の工事での騒音値の評価に舗装路面騒音測定車 (RAC 車) の特殊タイヤによる評価が行なわれている。しかし、環境基準は道路交通騒音で規定されている。そこで、両者の関係を明らかにするとともに道路交通騒音と相関が高いタイヤ/路面評価法の検討を行った。

6.1 RAC車 (特殊タイヤ音) と普通タイヤと道路交通騒音の関係の調査

RAC 車の特殊タイヤ、普通タイヤによるタイヤ/路面騒音測定車(乗用車)で測定された騒音値と道路交通騒音との関係を調査した。

6.1.1 検討方法

国道において RAC 車とタイヤ/路面騒音測定車および道路交通騒音を測定。

- (1)測定箇所: 表-4 に示す 5 箇所
- (2)測定条件
 - ①タイヤ/路面騒音測定車(乗用車) (写真-4)
 - ・普通タイヤ
 - ・走行速度 50km/h、定常走行
 - ②舗装路面騒音測定車 (RAC 車) (写真-5)
 - ・特殊タイヤ
 - ・走行速度 50km/h、定常走行
 - ③道路交通騒音(昼夜の平均を測定結果とした)
 - ・環境基準を測定する方法に準拠し、最近車線中心より 7.5m、高さ 1.2m にマイクロホンを設置

表-4 測定箇所条件

調査対象箇所	表層最大粒径	測定時期
		(施工後)
国道50号広沢	8mm	1年後
国道20号末木	上層: 8mm	1年後
	下層: 13mm	
国道4号鞆堂	上層: 5mm	半年後
	下層: 13mm	
国道4号氏家	9mm	1年後
国道4号上三川	上層: 8mm	1年後
	下層: 13mm	



マイク位置: 後輪後方

写真-4 タイヤ/路面騒音測定車(乗用車)



写真-5 舗装路面騒音測定車 (RAC 車)

6.1.2 測定結果

タイヤ騒音と道路交通騒音の測定結果を図-12 に示す。この結果、道路交通騒音との相関は特殊タイヤを装着した RAC 車が $r=0.24$ と低いのにに対し、普通タイヤを装着しているタイヤ/路面騒音測定車の相関は $r=0.87$ と高い結果であり、特殊タイヤよりも普通タイヤの方が一般車両のタイヤ近接音の傾向に近い状態であった。これは、道路交通騒音は、普通タイヤを装着している一般自動車の騒音を測定しているため、同じ普通タイヤを装着しているタイヤ/路面騒音測定車の相関が高くなり、1000Hz 前後の波長領域を誇張させたトレッドパターンを有する特殊タイヤが低くなったものと思われる。また、試験車両で測定したパワーレベル (PWL) と RAC 車に特殊タイヤと普通タイヤを装着した騒音値は、普通タイヤの騒音値の方が各車両 PWL の傾向と似ている結果であり、特殊タイヤよりも普通タイヤの方が環境騒音に近い PWL と同様の傾向を示した。このことから、環境騒音を評価できるタイヤ/路面評価法としては、普通タイヤで測定するタ

イヤ近接音か普通タイヤを装着したRAC車が有効であることが分かった。

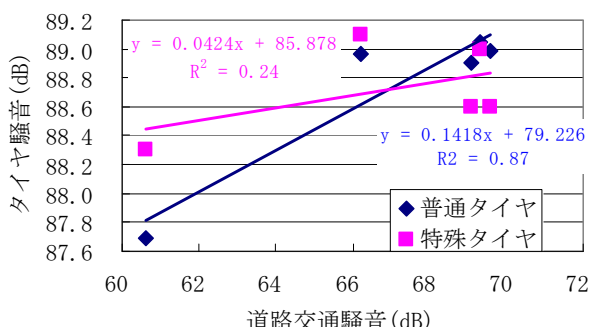


図-12 タイヤ騒音と道路交通騒音の関係

6. 2 タイヤ/路面騒音測定方法の検討

環境騒音を評価できるタイヤ/路面評価法としては、普通タイヤで測定するタイヤ近接音か普通タイヤを装着したRAC車が有効であることが分かった。そこで、普通タイヤで測定するタイヤ近接音測定装置及び普通タイヤを装着したRAC車のタイヤ/路面騒音評価法を確立するため、RAC車に特殊タイヤを、乗用車とRAC車に標準タイヤを装着し、7種類の舗装路面のタイヤ/路面騒音を測定してタイヤ/路面騒音値の比較を行った。

6.2.1 検討方法

- (1) 試験タイヤ：タイヤの製造型枠が確保でき一定供給が可能な標準普通タイヤ，規格は195/65R15
- (2) 試験に供した舗装：表-5に示す7種の舗装
 - ・試走路：国土交通省国土技術総合研究所試走路
 - ・検定路面：土木研究所舗装騒音研究施設
- (3) 試験に供した測定車
 - ①舗装路面騒音測定車（RAC車）
 - ・特殊タイヤ、標準普通タイヤ ・走行速度 50km/h、定常走行
 - ②タイヤ近接音測定車(乗用車)：A～Eの4車
 - ・標準普通タイヤ ・走行速度 50km/h、定常走行
- (4) 温度依存性の確認：夏，冬の昼及び早朝の4回測定

表-5 試験に供した舗装

場所	工区	舗装の種類	最大粒径 (mm)	空隙率 (%)	厚さ (mm)
試走路	1	排水性舗装	5	23	50
	2	排水性舗装	13	20	50
	3	密粒舗装	13	—	—
検定路面	1	多孔質弾性舗装	—	—	20
	2	排水性舗装	5	23	50
	3	排水性舗装	13	20	50
	4	密粒舗装	13	—	50

6.2.2 測定結果

(1) 測定車の違いによるタイヤ/路面騒音

舗装の種別ごとに RAC 車およびタイヤ近接音測定車を比較した結果として、検定路面の結果を図-13に示す。この結果、すべての舗装で特殊タイヤ音が一番大きく、特に密粒度舗装による騒音値が大きい結果であった。RAC 車及びタイヤ近接音測定車に同じ試験(標準)タイヤを装着した場合は、車種によって差はあるものの、RAC 車も含め同様の傾向となることが分かった。また、RAC 車及びタイヤ近接音測定車の相関図を図-14に、相関係数を表-6に示す。同じ試験(標準)タイヤを装着しているため相関係数は0.91以上と高い結果であった。

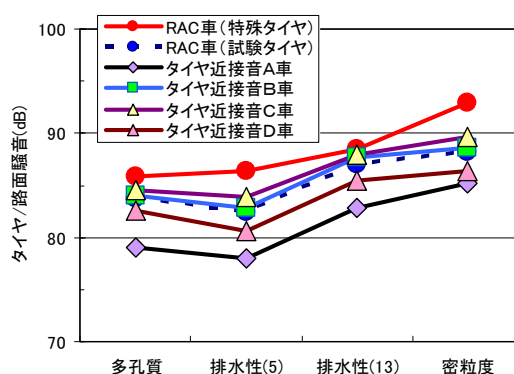


図-13 検定路面における測定結果

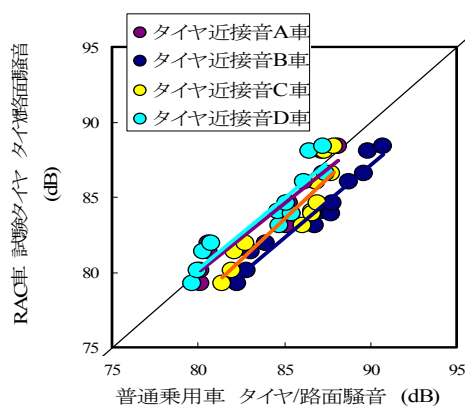


図-14 RAC車と各車の相関

表-6 RAC車と各車の相関係数

車種	タイヤ近接音A車	タイヤ近接音B車	タイヤ近接音C車	タイヤ近接音D車
相関係数(R ²)	0.944	0.972	0.912	0.935

(2) 温度依存性の確認

舗装の種別ごとに4台の乗用車及びRAC車の温度依存性を確認したが、各車とも同様の結果であったため、ここでは乗用車Aの結果を図-15に示す。各舗装とも明確な温度依存性が認められた。排水性舗装(5)は他の2種類の舗装より傾きが大きく温度依存性は大き

9. 2 舗装路面の性能評価法の高度化に関する研究

い結果となった。これらより、標準タイヤを用いたタイヤ/路面騒音測定法では温度補正が必要であり、 $-5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 程度までなら温度補正が可能なが分かった。

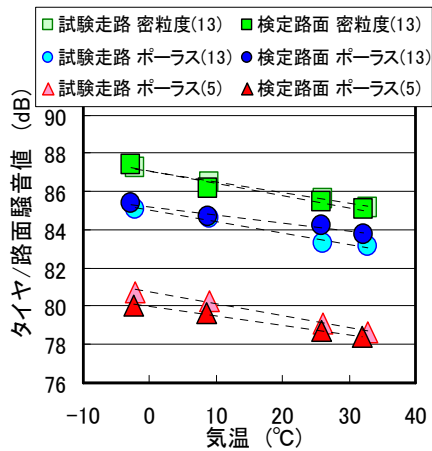


図-15 乗用車Aの温度依存性測定結果

6. 3 環境騒音を評価できるタイヤ/路面騒音評価法の提案

以上の結果から、RAC車及びタイヤ近接音測定車に同じ試験（標準）タイヤを装着した場合は、車種によって差はあるもののRAC車も含め同様の傾向となることが分かった。よって、環境騒音を評価できるタイヤ/路面騒音評価法として、標準普通タイヤを用いたRAC車または、タイヤ近接音測定車を提案する。

6. 4 タイヤ/路面騒音値の基準値案の提案

標準普通タイヤを用いたRAC車または、タイヤ近接音測定車で測定した時のタイヤ/路面騒音値の基準値案として、図-16に示すように2車線以上の要請限度の70dBと同等値の89dBを提案する。

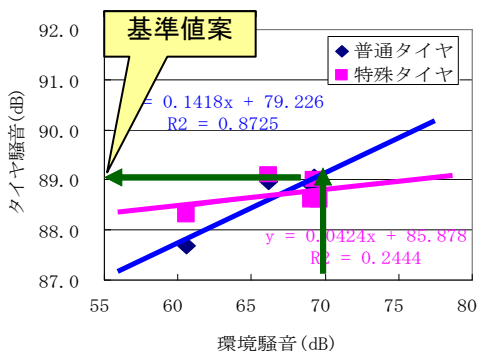


図-16 タイヤ/路面騒音値の基準値案

7. 平坦性測定装置の精度の確認

舗装の平坦性は、施工の良否の判定や供用中の舗装の管理に用いられ、総合評価落札方式やVE方式の発注で採用されたため、評価方法の精度や再現性が否に影響する。そこで、平坦性測定装置として一般に

使用されている装置を一同に集め、各種測定装置間の精度について評価を行った。

7. 1 測定方法

7.1.1 測定路面

表-6に示す試験走路と一般道路（R408）の5箇所で行った。

表-6 測定路面

番号	場所	路面種類	最大粒径 (mm)	測定距離 (m)	MPD (mm)
①	国総研 試験走路	排水性	5	130.87	0.76
②			13	105.14	1.85
③			13	162.6	0.48
④	一般道路	密粒度	13	100	0.75
⑤			13	100	0.75

7.1.2 測定装置

現在一般的に平坦性測定に使用されている3メートルプロフィールメータ（タイヤタイプ、レーザタイプ）、路面性状自動測定車、小型プロフィールメータの合計38台を試験に供した。その装置の一覧を表-7に、装置の一例を写真-6に示す。3メートルプロフィールメータのレーザタイプは排水性舗装への対応など改良が行われた現行機種と改良前の旧機種に分けて評価した。

表-7 試験に供した測定装置

測定装置のタイプ	機種・台数	記号
3mプロフィールメータ タイヤタイプ	2機種, 3台	A
3mプロフィールメータ レーザタイプ	旧機種	2機種, 3台 B-1
	現行機種	3機種, 7台 B-2
小型プロフィールメータ	3機種, 4台	C
路面性状自動測定装置	21台	D



写真-6 測定装置(上段:3mプロフィールメータ、
下段:小型プロフィールメータ)

7.2.1 舗装種による装置間の差

舗装路面5箇所で行った測定したタイプ別の平均値を図-16に示す。どの路面でも各装置の値に差が生じており、その差は最大で0.22となった。また、5箇所の路面のうち③と④-2を除く3路面でB-1タイプが一番大きく、③と④-2の路面においても2番目に大きくなっていった。B-1タイプは改良前のレーザタイプであり、舗装のきめの影響を受けやすいことを示していると考えられる。

9. 2 舗装路面の性能評価法の高度化に関する研究

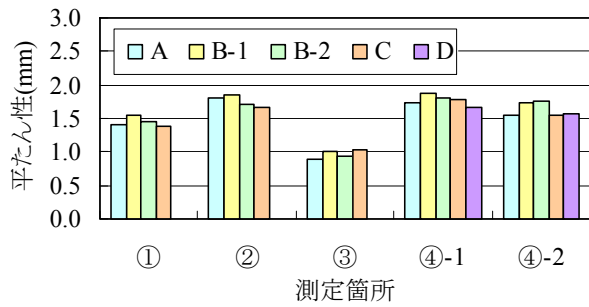


図-17 測定結果

7.2.2 同一装置における差

同一の測定装置間の差について整理した結果の一例として表-8に測定路面②における装置別の集計結果を示す。この結果、最大値と最小値の差で一番大きいのはB-2タイプでその差は0.26と前節の装置間の差よりも大きい結果であった。この程度の差は通常の施工の良否の判定には大きく影響しないが、性能規定や総合評価での合否を行う場合には無視できない差であるといえる。よって、性能規定工事等の際には測定器差を踏まえた上で活用していくことが重要である。

表-8 ②における測定結果の差

	平均値	最大値	最小値	差
A	1.79	1.85	1.75	0.10
B-1	1.84	1.91	1.78	0.13
B-2	1.72	1.85	1.59	0.26
C	1.65	1.69	1.59	0.10

8. 新たな性能指標の評価法の検討

平成17年度に発行された「舗装性能評価法（（社）日本道路協会）」には、疲労破壊輪数、塑性変形輪数、平坦性、騒音値、透水量およびすべり抵抗値が示されている。今後、性能規定化を推進していくために性能評価法が定められていない新たな性能評価法が望まれている。そこで、新たな性能指標として、すり減り値³⁾、衝撃骨材飛散値³⁾、ねじれ骨材飛散値³⁾及び乗り心地について、その性能評価法の素案を作成するために評価法を検討した。

8.1 すり減り値の性能評価法に関する検討

現地で施工された舗装は、締固め度が同一ではない。よって、すり減り抵抗性を評価する場合には、アスファルト混合物の締固め度の影響を考慮する必要がある。このことから、アスファルト混合物の締固め度とすり減り量の関係を確認し、性能評価法について検討した。

8.1.1 試験方法

ラベリング試験は、「舗装調査・試験法便覧(平成19年6月)B002」(以後、便覧という。)に準拠した。試験に使用するチェーンは便覧に示す仕様に適合するサイドチェーンとクロスチェーンを使用した。

(1) 試験供試体

試験を行った混合物は表-9に示す2種類とした。

(2) 供試体の作製方法

基準密度に目標とする締固め度とラベリング試験用型枠体積(40cm×30cm×5cm=6000cm³)を乗じて算出した質量の混合物を型枠に充填し、最適締固め温度で転圧して供試体を作製した。最適締固め温度は密粒GAs混が140℃で細粒GAs混は160℃であった。目標とする締固め度は、96%、98%、100%とした。

表-9 試験供試体

混合物名	本検討での略称	使用アスファルト
密粒度ギャップアスファルト混合物(13F)	密粒GAs混	ストレートアスファルト80~100
細粒度ギャップアスファルト混合物(13F55 [※])	細粒GAs混	ポリマー改質アスファルトII型

※1)名称末尾の55は粗骨材配合比率を示す。

8.1.2 試験結果

(1) 締固め度とすり減り量の関係

クロスチェーンを使ったラベリング試験結果から、各混合物の締固め度とすり減り量の関係を図-18に示す。各混合物とも締固め度が低下するとすり減り量は増大する傾向にあり、締固め度が小さいほどすり減り量の増加の度合いが大きいことが確認できた。

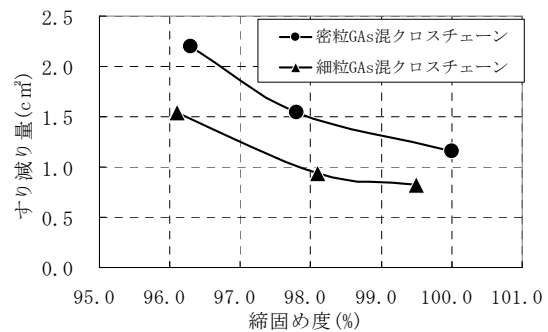


図-18 締固め度とすり減り量の関係

(2) 新たな評価法の提案

以上から、プラント練り落とし混合物を採取して締固め温度を3水準変えて作製することにより3水準の締固め度の供試体が得られ、これを用いラベリング試験を行い、締固め度とすり減り量の関係を求めておき、現場切り取り供試体の締固め度からすり減り値を算出す

ることができることが分かった。よって、この方法を新たな評価法として提案する。

8. 2 衝撃骨材飛散値の性能評価法に関する検討

タイヤチェーン等による衝撃等に起因して発生する骨材飛散の性能指標を「衝撃骨材飛散値」として、その評価方法について検討した。ポラスアスファルト混合物を用いた舗装に対するタイヤチェーン等による衝撃骨材飛散現象を室内で評価する試験方法として低温カンタプロ試験が多く用いられている。また、既往の研究では、低温でのカンタプロ試験に供する供試体（マーシャル供試体）の締固め度に影響する因子として、締固め温度と締固めエネルギー（締固め回数）があり、これらは骨材損失率に影響を与えること、また、締固め温度による影響がより大きいことが確認できた⁵⁾。

このことより、締固め度と骨材損失率の関係を明確にすることを目的として締固め温度と締固め度の関係を把握した。

8.2.1 試験方法

(1) 試験供試体

混合物の種類は、ポラスアスファルト混合物とし、空隙率を17、20%の2種類、使用するアスファルトは、ポリマ改質アスファルトH型とした。

(2) 供試体作製方法

混合物は、使用するアスファルトの最適混合温度は170℃で、締固め温度を最適締固め温度（150℃）と最適締固め温度から20℃低減、最適締固め温度から40℃低減の3水準（150、130、110℃）とし、突固め回数はすべて50回として作製した。混合温度から3水準の締固め温度まで温度を下げる方法は、混合温度で混合した混合物をマーシャルモールドにつめ、予め締固め温度に設定した乾燥炉に入れ、混合物が所定の温度となつてからランマにて締固める方法とした。

(3) 低温でのカンタプロ試験

ロサンゼルス試験機が備えられた恒温室を試験温度（-20℃と0℃の2水準）に設定し、その中に供試体を入れ約20時間養生し、各試験温度で、舗装調査・試験法便覧「B010 カンタプロ試験方法」に準拠し、カンタプロ試験を行った。

8.2.2 試験結果

(1) 締固め温度と締固め度の関係

締固め温度と締固め度の関係を図-19に示す。締固め温度を下げると締固め度は、低下する傾向が見られ、空隙率の違いによる差は、ほとんど見られなかった。

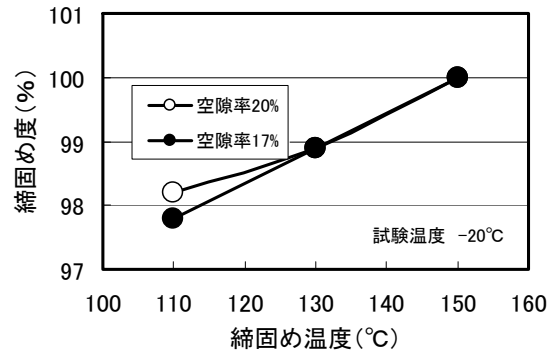


図-19 締固め温度と締固め度の関係

(2) 締固め度と骨材損失率の関係

試験温度-20℃、0℃とも締固め度と骨材損失率の関係は、締固め度が下がると骨材損失率が大きくなる傾向となった。-20℃における締固め度と骨材損失率の関係を図-20に示す。

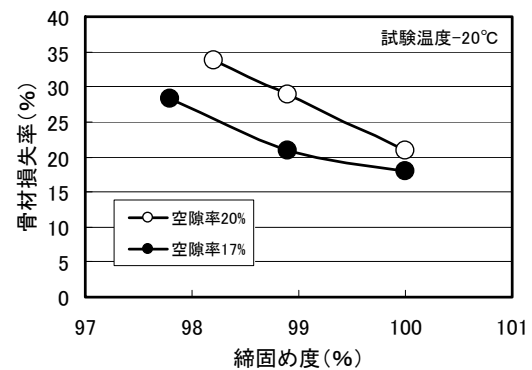


図-20 締固め度と骨材損失率の関係
(試験温度-20℃)

(3) 新たな評価法の提案

以上から、プラント練り落とし混合物を採取して締固め温度を3水準変えて作製することにより3水準の締固め度の供試体が得られ、これを用い低温でカンタプロ試験を行い、締固め度と骨材損失率の関係を求めておき、現場切り取り供試体の締固め度から衝撃骨材飛散値を算出することができることが分かった。よって、この方法を新たな評価法として提案する。

8. 3 ねじり骨材飛散値の性能評価法に関する検討

ポラスアスファルト混合物を用いた舗装を交差点部等に適用した場合のタイヤのねじりによる骨材飛散抵抗性の性能指標を「ねじり骨材飛散値」として、その評価方法について検討した。

8.3.1 検討内容

(1) ねじり骨材飛散試験機に関する検討

タイヤのねじりによる骨材飛散抵抗性を評価する方

9. 2 舗装路面の性能評価法の高度化に関する研究

法として提案されているタイヤ旋回タイプ A, B の 2 種類および供試体スライドタイプ 1 種類およびすえざり試験装置 1 種類の計 4 種類 (表-10、写真-7~写真-10) について、同一の混合物を用いて同等の値が測定できるかどうかを確認した。なお、すえざり試験装置は他の試験機と異なり、車両が停止した状態での骨材飛散の評価を目的としていること等の理由から、今回の評価対象からは除外することとした。

表-10 ねじり骨材飛散試験機

項目	タイヤ旋回タイプ		供試体スライドタイプ	すえざり試験装置	
	A	B			
試験輪	型式	小型トラック用タイヤ	ハンドカートタイヤ	ソリッドタイヤ	
	寸法	5.00-10	直径200mm × 幅65mm	直径410mm × 幅111mm	直径200mm × 幅50mm
	トレッドパターン	リフラグパターン			無し
載荷荷重 (接地圧)	200N (0.15MPa)	490N (0.53MPa)	883N (0.30MPa)	686N (0.64MPa)	
テーブル回転数	5回/分	10.5回/分	—	—	
タイヤ回転数	10回/分	—	650回/時間	1080回/時間	
走行半径	10cm	7.5cm	—	—	
試験温度	50±2℃				
試験時間	120分		60分		
供試体寸法	40×40×5cm		30×30×5cm		



写真-7 タイヤ旋回タイプA

写真-8 タイヤ旋回タイプB



写真-9 供試体スライドタイプ

写真-10 すえざり試験装置

(2) 締固め度とねじれ骨材飛散率の関係

実路におけるタイヤのねじりによる骨材飛散抵抗性を評価する場合には、アスファルト混合物の締固め度の影響を考慮する必要がある。このことから、アスファルト混合物の締固め度とねじれ骨材飛散率の関係を確認した。

8.3.2 試験方法

(1) 試験供試体

試験供試体は、ポリマー改質アスファルトH型を使用した最大粒径 13mm のポーラスアスファルト混合物 (空隙率 20%, アスファルト量 5.2%) を用いた供試体 (以下、改質H型供試体) のほか、当該混合物に表面強化工法を施した供試体 (以下、トップコート供試体) の 2 種類とした。

(2) 試験供試体の作製方法

試験供試体は基準密度に目標とする締固め度と試験用型枠体積を乗じて算出した質量の混合物を型枠に充填し、最適締固め温度で転圧して供試体を作製した。目標とする締固め度は、96%, 98%, 100%の3水準とした。

(3) ねじり骨材飛散試験

ねじり骨材飛散試験は、供試体養生温度 50±2℃、試験温度 50±2℃、試験時間はタイヤ旋回タイプA、Bは120分、供試体スライドタイプは60分とした。試験終了後、ねじり骨材飛散率 (120分試験後もしくは60分試験後の累積骨材飛散質量/試験前の供試体質量×100%) により評価した。

8.3.3 検討結果

(1) ねじれ骨材飛散試験機に関する検討

改質H型供試体でのねじり骨材飛散試験結果を図-21に示す。試験結果より、改質H型供試体を用いた場合のねじり骨材飛散率は、タイヤ旋回タイプA、Bおよび供試体スライドタイプの試験機ともに、14%程度の値を示した。トップコート供試体についても、3種類の試験機ともに、ねじれ骨材飛散率が0.1~0.2%と同様の結果を示している。このことから、タイヤ旋回タイプA、Bおよび供試体スライドタイプの3種類のねじり骨材飛散試験機を使用することで、タイヤのねじりによって路面の骨材が飛散する程度を評価することが可能で、かつ、ねじれ骨材飛散率が同程度の値となることが確認できた。

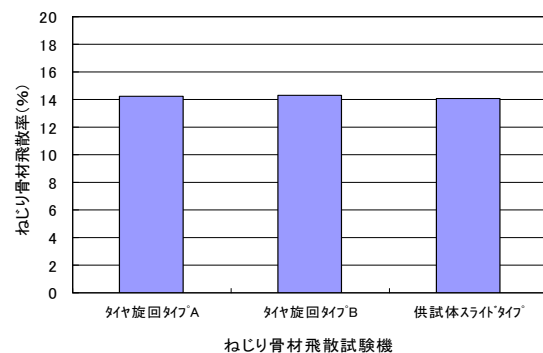


図-21 試験結果 (改質H型供試体)

(2) 締固め度とねじり骨材飛散率の関係

締固め度を3水準変化させた供試体のねじり骨

材飛散試験結果の一例として、タイヤ旋回タイプ A を用いた場合の結果を図-22 に示す。

試験結果より、締固め度が低下することにより、ねじれ骨材飛散率は大きくなる傾向にあることが確認できた。

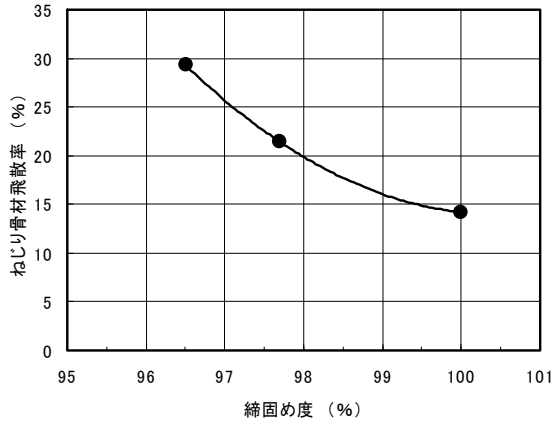


図-22 締固め度とねじれ骨材飛散率の関係

(3) 新たな評価法の提案

以上から、プラント練り落とし混合物を採取して締固め温度を 3 水準変えて作製することにより 3 水準の締固め度の供試体が得られ、これを用いねじり骨材飛散試験を行い、締固め度とねじり骨材飛散率の関係を求めておき、現場切取り供試体の締固め度からねじり骨材飛散値を算出することができることが分かった。よって、この方法を新たな評価法として提案する。

9. 乗り心地の性能評価試験方法の検討

必須の性能指標である平坦性は、施工性を評価する性能であるため、道路利用者の乗り心地と関係が高い IRI (国際ラフネス指数) について評価法と基準値案を検討した。

9. 1 検討方法

以下に示す 3 種類で換算した IRI と平坦性 (3mσ) と相関を調べた。

9.1.1 検討方法

(1) 検討した IRI 換算方法

- ①乗用車の走行輪バネ下に設置した加速度から IRI に変換 (写真-11 参照)
- ②水準測量のプロファイルから IRI に変換
- ③路面性状測定車のプロファイルから IRI に変換 (写真-12 参照)

(2) 測定箇所

- ① 舗装走行実験場
- ② つくば市内の道路



写真-11 加速度計設置状況 写真-12 路面性状測定車の一例

9.1.1 検討結果

乗用車の走行輪バネ下に設置した加速度から変換 IRI と 3mσ との相関関係の結果を図-23 に、水準測量のプロファイルから変換した IRI と 3mσ との相関関係の結果を図-24 に、路面性状測定車のプロファイルから変換した IRI と 3mσ との相関関係の結果を図-25 に示す。加速度から換算した相関係数 (R²) が 0.54 と一番低く、路面性状測定車が 0.97 と一番相関が高かった。

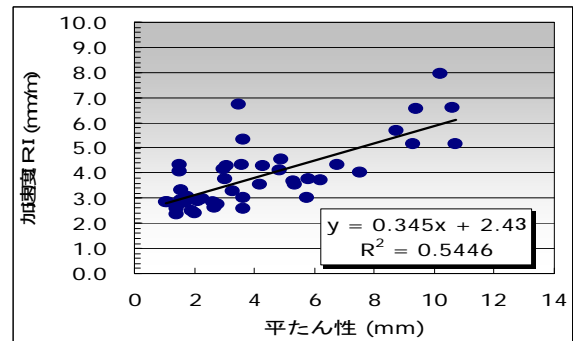


図-23 加速度の IRI と平坦性 (3mσ) の関係

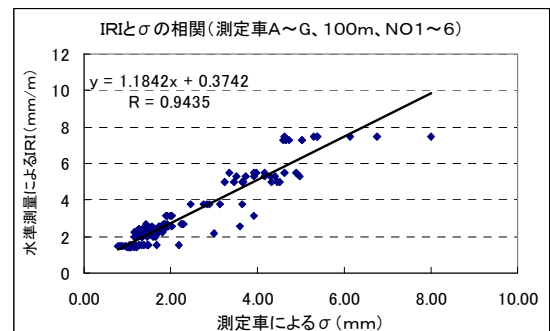


図-24 水準測量の IRI と平坦性 (3mσ) の関係

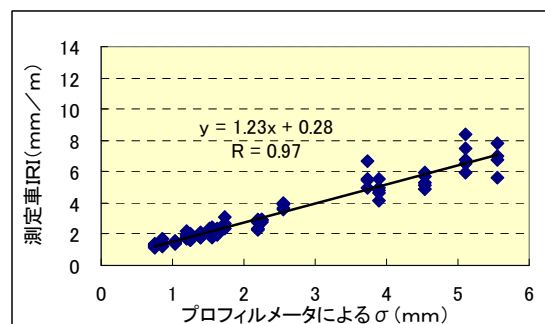


図-25 路面性状測定車の IRI と平坦性 (3mσ) の関係

9. 2 乗り心地の性能評価試験方法の提案

以上の結果から、必須の性能である平坦性と相関が一番高かったのは、路面性状測定車のプロファイルから変換した IRI であった。よって、新たに道路利用者の乗り心地を評価できる性能指標として、走行しながら測定が可能である路面性状測定車の路面プロファイルを用いた IRI（国際ラフネス指数）の評価法を提案する。

9. 3 IRI の基準値案の提案

路面性状測定車を用いた時の IRI の基準値案として、図-26 に示すように平坦性の基準値である 2.4mm と同等値の 3.5mm/m を提案する。

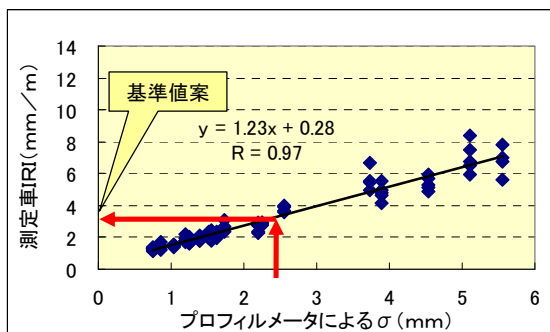


図-26 IRI の基準値案

10. 表層用混合物の性能評価試験方法の検討

現在の舗装用バインダの品質規格は特定の材料を前提とした仕様規定のもとに策定されており、近年、開発と普及が進みつつある改質アスファルト等の性能評価に適合できていないことが問題となっている。また性能規定化により、舗装の性能に応じた材料選定や、長期供用後の材料劣化を考慮する必要性が高まってきている。そこで、本研究では特定の材料を想定しない表層用混合物の性能評価試験方法を提案することを目的に、①耐流動性を評価できる試験方法、②耐摩耗性を評価できる試験方法の検討、③耐水性（剥離抵抗性）を評価できる試験方法の検討、④骨材飛散抵抗性を評価できる試験方法の検討、⑤耐劣化性（供用時）を評価できる試験方法の検討について検討を行った。

10. 1 耐流動性を評価できる試験方法

耐流動性が優れたバインダー（舗装用アスファルト）として改質アスファルトⅡ型（以下、改質Ⅱ型）や改質アスファルトⅢ型（以下、改質Ⅲ型）が市販されており、その耐流動性を評価する試験方法としてホイールトラッキング試験（以下、WT試験）があり、WT試験で測定した動的安定度（以下、DS）が高いほど耐流動性が高いと評価する。DSが6000回/mm程度では変形量（d45-d60）は0.1mmと小さく、更に変

形量が0.01mmと僅かな誤差でも700回/mm程度も変動する。そこで舗装調査・試験法便覧ではDSが6000回/mm以上になった場合は6000回/mmと報告するよう定められている。しかし、最近市販されている改質Ⅱ型やⅢ型のDSは6000回/mmを超えるため、耐流動性を適切に評価できない。よって、改質Ⅱ型やⅢ型の耐流動性を適切に評価できる試験方法として、高動的安定度（6000回/mm以上）のアスファルト混合物について、現行の装置を用いて、評価方法の改良（変位量差を算出する変位量の読み取り時間の変更）によって評価が可能か検討した。

また、実際の舗装で改質Ⅱ型とⅢ型の耐流動性に違いがあるのか、DSとわだち掘れ量に相関があるのかを確認するため舗装走行実験場で改質Ⅱ型と改質Ⅲ型の密粒度混合物(13)と(20)について試験施工を行い荷重車による耐久性試験を実施した。

10. 1. 1 評価方法の改良の検討

(1) 検討方法

- 1) 試験試料：密粒度混合物（ストアス、改質Ⅱ型、改質Ⅲ型）、ポーラスアスファルト混合物（改質H型）
- 2) WT試験：舗装調査・試験法便覧準拠
- 3) 試験時間：120分（通常60分）
- 4) 変位量読みとり：d30,d45,d60,d120（通常は30分後のd30と45分後のd45）
- 5) 評価方法の改良（変位量差を算出する変位量の読み取り時間の変更）の検討内容

通常、45分後の変位量（d45）から30分後の変位量（d30）を引いた変位量差（d45-d60）からDS（DS(60-45)）を求めると、これを（d30-d60）及び（d60-120）にした場合のDSに与える影響を検討した。

(2) 検討結果

- 1) 変位量の読み取り時間の変更による評価

従来の評価値のDS（60-45）と読み取り時間を変更して算出したDS（60-30）、DS（120-60）との関係を図-27に示す。この結果、DS（60-45）が10,000回/mm程度のとき、DS（120-60）は約16,000回/mmで、DS（60-45）に比べ6,000回/mm程度大きい値となり、現在の評価値（DS（60-45））と大きく相違し、新たな評価として適用することは難しいといえる。一方、DS（60-30）は若干小さい値もあるが、ほぼ同じ値となっており、新たな評価として適用することは可能といえる。

図-28に変位量差d60-d45とd60-d30を比較した結果を示す。この結果、d60-d30の変位量差はd60-d45の2倍程度となっている。これはDSは1mm変位する

際の走行回数から求めるため、変位量が2倍になることで、DS値に与える影響が1/2に緩和されることになる。このことより変位量の読取りをD60-D30に変更することは有効と思われる。

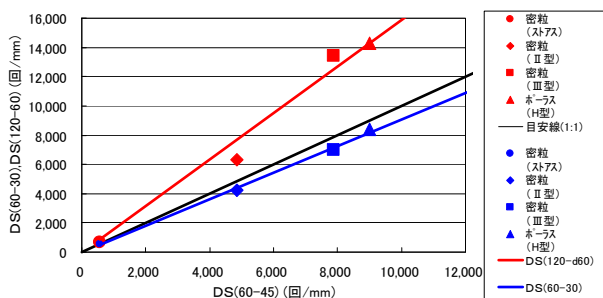


図-27 DS (60-45) と DS (60-30), (120-60) の関係

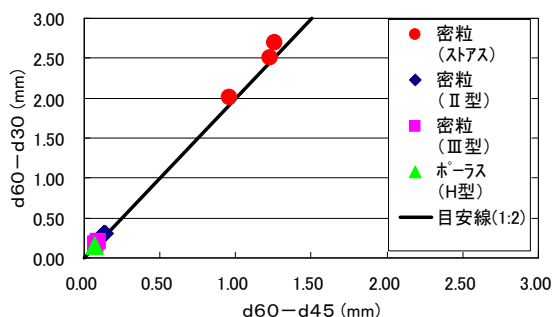


図-28 d60-d45 と d60-d30 の関係

10.1.2 試験施工による耐久性の確認試験

(1) 検討方法

1) 試験試料:

- ①密粒度混合物(13)改質II型 (DS4600 回/mm)
- ②密粒度混合物(20)改質II型 (DS7600 回/mm)
- ③密粒度混合物(20)改質III型 (DS11000 回/mm)

2) 舗装断面

試験施工した舗装の断面を図-29に示す。表層における試験試料の差を調査するため基層以下は同じ材料としている。

	14.0m	14.0m	14.0m
表層	密粒(13)改質II型	密粒(20)改質II型	密粒(20)改質III型
5cm	DS 4,599回/mm	DS 7,590回/mm	DS 11,053回/mm
基層	粗粒改質II型		
5cm	DS 9,403回/mm		
	連続鉄筋コンクリート版		

図-29 舗装断面

3) 耐久性試験

荷重車を1季節毎に10万輪走行させ、昨年に引き続き今年も40万輪走行させ、合計80万輪走行(累積49kN換算: N₅交通8年相当)した。10万輪走行ごとにわだち掘れ量を測定した。

(2) 試験結果

1) 経時変化

荷重車による49kN換算80万輪走行までのわだち掘れ量の測定結果を図-30に示す。この結果、3混合物とも春から夏の走行(0~20万輪と40~60万輪)時にわだち掘れが進行している。また、40万輪走行後時点では改質アスファルトの違いによる有意差は見られなかったが、今年度の走行でわだち掘れ量は密粒(13)改質II型>密粒(20)改質II型>密粒(20)改質III型の順番となっている。これはDSの値と同じ順番となっている。

2) DSとわだち掘れ量の関係

80万輪走行後のわだち掘れ量と混合物のDSとの関係を図-31に示す。この結果、わだち掘れ量とDSには良い相関がある。また、現行のホイールトラッキング試験の試験法で差が明確でないとしてされているDS6000回/mm以上の領域でも、わだち掘れ量の差は表れており、DSが6000回/mm以上になった場合は6000回/mmと報告せずに、そのままの測定値で報告しても良い可能性があることが示唆された。

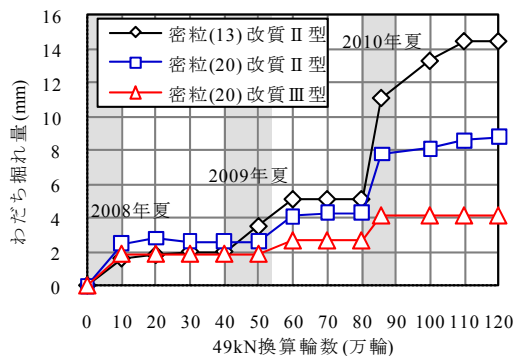


図-30 わだち掘れ経時変化

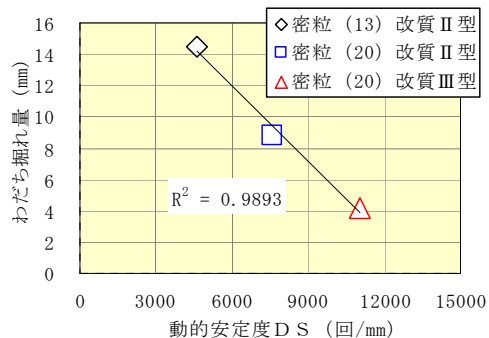


図-31 わだち掘れ量とDSの関係

10. 2 耐流動性を評価できる試験方法の提案

以上の結果から、耐流動性を評価できる試験方法としてホイールトラッキング試験の変位量の読取りをD60-D30に変更する方法を提案する。

9. 3 動的安定度の基準値案の提案

ホイールトラッキング試験で求めた動的安定度の

基準値案として、図-32に示すように改質II型は4000回/mm以上、改質III型は8000回/mm以上を提案する。

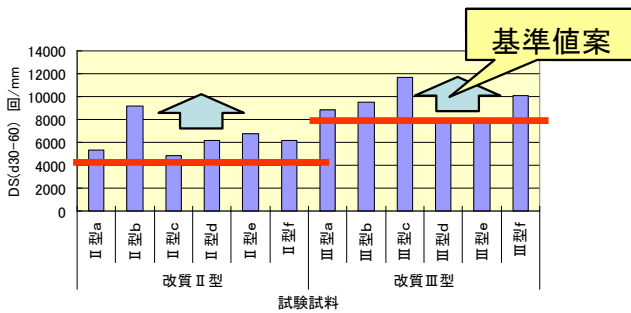


図-32 動的安定度の基準値案

10. 2 摩耗抵抗性を評価できる試験方法

アスファルト混合物の摩耗抵抗性を評価するラベリング試験について、改質アスファルト混合物の差が評価できるか試験を行った。

10. 2. 1 試験方法

「舗装調査・試験法便覧 (B002) ラベリング試験方法」に準拠し、試験機は往復チェーン型、チェーンはクロスチェーン、試験温度は-10℃で試験を行った。

10. 2. 2 試験試料

密密度混合物 (改質II型、改質III型、改質H型)

10. 2. 3 試験結果

ラベリング試験結果を図-33に示す。ばらつきがあるので2枚/試料で試験を行った。平均値では、3種類の混合物の中では、摩耗抵抗性があるといわれている改質II型は、改質III型と差が見られず、流動抵抗性や骨材飛散抵抗性を期待している改質H型が若干だが一番摩耗抵抗性が優れている結果となった。摩耗はチェーン打撃が主な現象であるため、摩耗抵抗性を評価できる試験法としてはラベリング試験は適切であると考えられるため、近年用いられている改質II型と改質III型には差がないと思われる。

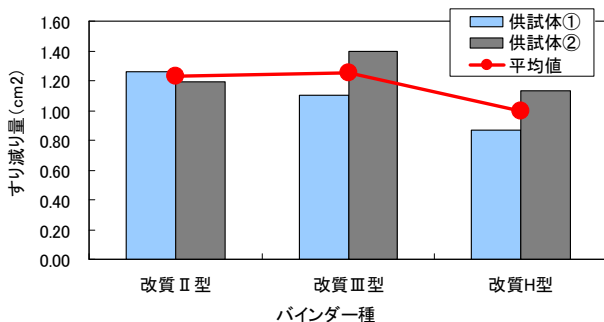


図-33 ラベリング試験結果

10. 2. 4 摩耗抵抗性を評価できる試験方法の提案

以上の結果から、摩耗抵抗性を評価できる試験方法としてラベリング試験を提案する。

10. 2. 5 摩耗抵抗性の基準値案の提案

ラベリング試験で求めたすり減り量の基準値案として、改質II型、III型及びH型とも1.3cm²以下を提案する。

10. 3 耐水性(剥離抵抗性)を評価できる試験方法

アスファルト混合物の耐水性を評価する既存の試験としては、粗骨材の剥離抵抗試験、水浸ホイールトッラキング試験、水浸マーシャル試験及び修正ロットマン試験等があるが、このうち供試体作製が簡単な水浸マーシャル試験及び修正ロットマン試験について、改質アスファルト混合物の差が評価できるか試験を行った。

10. 3. 1 試験条件

試験条件を表-11に示す。

10. 3. 2 試験試料

試験に供した試料を表-12に示す。

表-11 試験条件

試験項目	試験方法	試験条件
水浸マーシャル安定度試験	舗装調査・試験法便覧 (B001)	水浸時間: 48時間 養生温度: 60℃, 70℃, 80℃
修正ロットマン試験 (圧裂強度、圧裂強度比)	AASHTO T 283	空隙率 7±1% 水浸条件 ・標準供試体: 25℃で20分 ・水浸供試体: 60℃で24時間+25℃で1時間

表-12 耐水性試験に供した試験試料

試験項目	備考
水浸マーシャル安定度試験	ストレートアスファルト 60/80、ポリマー改質アスファルト III型、III型-W
修正ロットマン試験	ポリマー改質アスファルト III型、III型-W

10. 3. 3 試験結果

1) 水浸マーシャル安定度試験

水浸を行わない安定度と水浸後の残留安定度の試験結果を図-34及び図-35示す。

安定度は、試験温度が高くなるほど強度低下し、改

質Ⅲ型のバインダが最も高いものであった。試験温度60℃における残留安定度をみると、改質Ⅲ型は89.0%に対してストアス(St.As)は86.3%と2.7%小さいが、試験温度を10℃上げた70℃で行うと両者の差が8.6%認められた。また、耐水性用の改質Ⅲ型-Wは、一般の改質Ⅲ型よりも残留安定度が大きく、かつ試験温度が高くなるほど低下する傾向を示し、両者の差異が大きくなることがわかった。

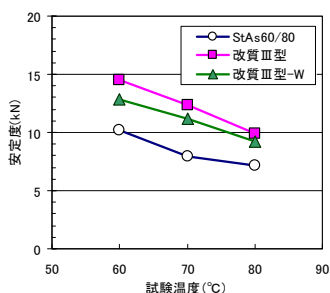


図-34 マーシャル安定度試験結果

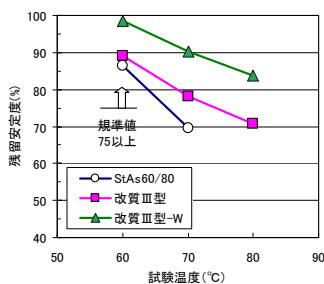


図-35 水浸マーシャル安定度試験結果

2) 修正ロットマン試験

修正ロットマン試験の結果を図-36に示す。なお、海外文献¹⁾および既存の実験結果を勘案し、図中の網掛けで示した部分を危険領域(剥離抵抗性が小さい領域)としている。この結果、修正ロットマン試験による圧裂強度比をみると、改質Ⅲ型-Wは改質Ⅲ型に比べて圧裂強度比が大きく剥離が抑制されていることが伺える。

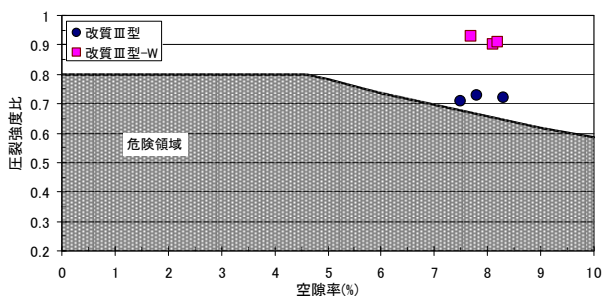


図-36 修正ロットマン試験結果

10.3.4 耐水性を評価できる試験方法の提案

以上の結果から、耐水性(剥離抵抗性)の相違を顕著に表すには、試験温度を高くすることが望ましいことが分かった。よって、試験法として一般のストレートアスファルトとの対比を得るためには、水浸マーシャル試験の試験温度を70℃で実施する方法を提案する。なお、修正ロットマン試験も評価として問題ないが、特殊な試験機が必要であり汎用性に課題が残るため、水浸マーシャル試験を提案する。

10.3.5 耐水性の基準値案の提案

図-37に示すように水浸マーシャル試験(70℃)で求めた改質Ⅲ型-Wの残留安定度の基準値案として、90%以上を提案する。

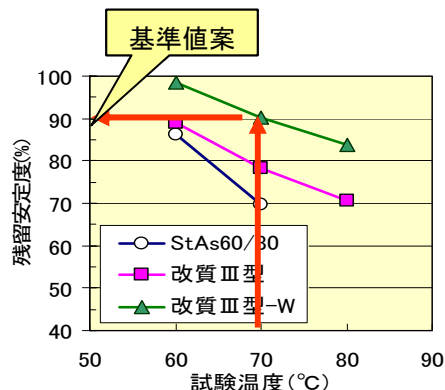


図-37 動的安定度の基準値案

10.4 骨材飛散抵抗性を評価できる試験方法

アスファルト混合物の低温時の骨材飛散抵抗性を評価するカンタプロ試験方法について、改質アスファルト混合物の差が評価できるか試験を行った。

10.4.1 検討方法

- 1) 試験試料: ポーラスアスファルト混合物(改質H型、改質H-F型)
- 2) カンタプロ試験方法: 舗装調査・試験法便覧準拠
- 3) 試験温度: -20℃、5℃
- 4) 回転数: 300回(標準)、500回、700回

10.4.2 検討結果

低温カンタプロ試験の試験結果として-20℃の結果を図-38に、5℃の結果を図-39に示す。この結果、-20及び5℃ともH型に比べ骨材飛散抵抗性を高めたH-F型の方がカンタプロ損失量は低く効果がある結果であった。回転数を300回~700回に上げるとH型とH-F型の損失量の差は増加したが、回転数が標準の300回でも十分に混合物の差を評価できることが分かった。

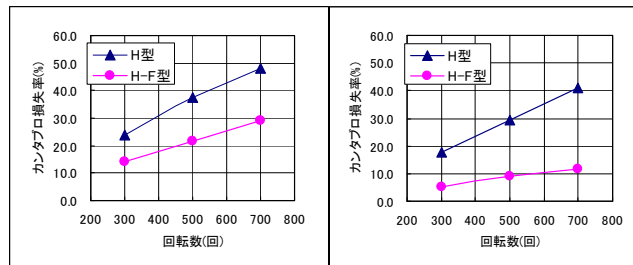


図-38 カンタプロ試験結果 (-20℃)

図-39 カンタプロ試験結果 (5℃)

10.4.3 骨材飛散抵抗性を評価する試験方法の提案

以上の結果から、骨材飛散抵抗性を評価する試験方

法として低温カンタブロ試験を提案する。

10.4.5 摩耗抵抗性の基準値案の提案

低温カンタブロ試験で求めたカンタブロ損失量の改質H型-Fの基準値案として、20%以下を提案する。

10.5 劣化を評価できる試験方法

アスファルト混合物の合材製造時と供用時の劣化を評価することができる試験方法について検討を行った。

10.5.1 検討方法

1) 劣化方法

文献等で調査した結果、以下の2通りの方法とした。

①乾燥炉：混合物をほぐした状態で110℃の乾燥炉で72時間放置

②PAV：混合物をほぐした状態で100℃のPAV試験機に入れ2.1MPaの圧力をかけ15時間放置（写真-13参照）

2) 試験試料：密粒度混合物（ストアス、改質Ⅱ型、改質Ⅲ型）、ポーラスアスファルト混合物（改質H型）

3) 試験方法

劣化状態が評価できる「舗装調査・試験法便覧（B006）圧裂試験方法」に準拠し、最大圧裂強度と最大変位量を求めた。



写真-13 PAV試験機（左：外観、右：内部）

10.5.2 検討結果

圧裂係数（最大圧裂強度／最大変位量）の試験結果を図-40に示す。この結果、乾燥炉で劣化を付与した混合物は、PAVで劣化を付与した混合物に比べて、圧裂係数は大きくなり劣化も大きくなった。しかし、ポーラスの改質H型は乾燥炉及びPAVともほぼ同じ値となり他の混合物とは違う結果となった。

10.5.3 劣化を評価できる試験方法の提案

以上の結果では、どちらの劣化方法が適切か判断できないが、PAVは試験機がほとんどなく汎用性に課題が残るため、乾燥炉による劣化（110℃、72時間放置）後の圧裂試験を提案する。

10.3.5 劣化の基準値案の提案

乾燥炉による劣化（110℃、72時間放置）後の圧裂

試験で求めた圧裂係数の基準値案として、改質Ⅱ型、Ⅲ型で1.0MPa/mm以上を提案する。

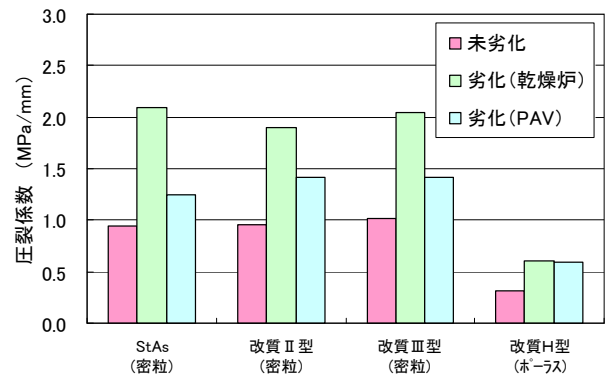


図-40 圧劣係数の結果

11. まとめ

本研究では、性能規定発注がしやすい環境を整えることを目的に、その中で未解決の課題を有する疲労破壊輪数、騒音値およびすべり抵抗値について検討を行うとともに、今後道路管理者や道路利用者が必要とすることが想定される舗装性能について、その評価法について検討を行った。その結果、舗装の必須の性能として位置付けられている「疲労破壊輪数」について、既存の評価法を最近のデータを追加して検証した結果、特に見直す必要がないことを確認した。一方、本評価法において用いられるFWD(衝撃式たわみ測定車)について、測定の際のばらつきが生じないように、検定施設を立ち上げ、検定業務を開始した。同じく必須の性能である「平坦性」について、国際的な評価法であるIRI(国際ラフネス指数)への整合を図るとともに、IRIでの基準値案を示した。また、必要に応じて要求される「騒音値」、「すり減り値」、「衝撃骨材飛散値」、「ねじり骨材飛散値」について評価法を提案するとともに、表層用混合物について、供用性状と舗装用バインダの性能として耐流動性、耐ひび割れ性、耐骨材飛散性、耐水性、耐劣化性(供用時)を適切に評価できる試験方法と基準値案を提案することができた。

参考文献

- 1) 舟橋、徳永、高橋：冬期路面管理における路面状態の定量的計測技術について、第52回海道開発技術研究発表会、H21.2.25
- 2) 外崎、甲斐、上田：雪氷滑走路面摩擦係数測定装置の開発、航空宇宙技術研究所報告1443号
- 3) 寺田、松田、峰岸、高橋：新たな性能評価法確立に向けた検討について、舗装、Vol. 43, No. 3, 2008.3

A STUDY ON PERFORMANCE EVALUATION METHOD FOR PAVEMENT

Budgeted : Grants for operating expenses
General account

Research Period : FY2006-2011

Research Team : Road Technology Research Group
(Pavement)

Author : KUBO Kazuyuki
TERADA Masaru
HORIUCHI Satoshi

Abstract : This study examined the method of evaluating the pavement performance between 2006 and 2010.
The results are as follows.

- ①The number of wheel passes causing fatigue failure is confirmed with data measured recently.
- ②A FWD(Falling Weight Deflectometer) checkup facility has been used to calibrate and check FWD.
- ③Smoothness is adjusted to IRI (international roughness index), and the standard value in IRI is suggested.
- ④Some evaluation method about the tire/road noise value, the abrasion loss value, the aggregate fretting value, and the aggregate fretting by pressed tire value are proposed.
- ⑤A test way and a standard value are suggested to evaluate performance of the pavement and properties of the asphalt bitumen.

Key words : performance evaluation method, number of wheel load for fatigue failure, tire/road noise value, compound for surface, performance index