Title	アスファルト舗装の長寿命化への提言
Author(s)	森吉, 昭博
Citation	土木学会誌, 89(6), 43-45
Issue Date	2004-06-15
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/42540
Туре	article
Note	技術リポート
File Information	moriyoshi-48.pdf



# アスファルト舗装の長寿命化への提言

# 森吉昭博

MORIYOSHI Akihiro 北海道大学大学院教授 工学研究科

### 舗装の寿命と損傷

日本のアスファルト舗装の設計寿命(通常10年に設定される)は、大型車の走行台数による疲労設計に基づいている。しかし、実際のアスファルト舗装の寿命は疲労や本当の意味でのアスファルト舗装のわだち掘れ量で決まるのではない。アスファルト層や粒状層の塑性変形や圧密変形によるわだち掘れが主原因であるい。このような予想しなかった原因が主となっていたため、わだち掘れにより舗装の寿命は、非常に不明確で(通常は1年から15年まで変動し、10年未満が多い)ある。しかし、米国や日本では舗装の評価を舗装表面のたわみ量や平坦性のみを指標としている。したがって、現在のアスファルト舗装の維持・補修費を根本的に大幅に低減するためには、大規模な舗装の各種の仕様の根本的な見直しが不可欠と思われる。今、アスファルト舗装およびセメントコンクリート舗装の一部において性能発注方式が採用され、舗装の損傷が設計耐用期間中に、ある規定値以下になるように指定されている。

ここでは、試験舗装から6年が経過した京都での排水性舗装を例にとり、アスファルト舗装の長寿命化への方策について現在の舗装の問題点を対比しながら述べることとする。



写真-1 ストレートアスファルト 写真-2 (針入度級80/100) の森 吉ぜい化点試験後のア スファルトの亀裂形状 (MBP=-24℃)



写真-2 ストレートアスファルト (針入度級80/100) の森吉 ぜい化点試験後のアスファ ルトの亀裂形状(MBP= -23℃)

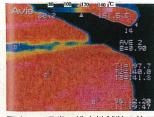


写真-3 通常の排水性舗装の施工 直後の舗装表面の温度分 布(夏期)

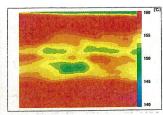


写真-4 京都の排水性舗装の施工 直後の舗装表面の温度分 布(夏期)

## 現在のアスファルト舗装の問題点

現在のアスファルト舗装での主な問題点は以下のとおりである。

#### アスファルトの規格

米国では現場の路面最高温度と最低温度の2つの温度にあ うようにグレード分けしたアスファルトを現場の気象条件に 合わせて使用することを推奨している。しかし、米国が提案し ているアスファルト舗装のわだち掘れ防止のためのアスファ ルトの規格は実際の舗装に適用しても現場ではわだち掘れが 防止できないため、舗装の維持・補修費が毎年増加している。

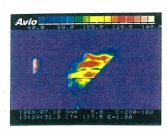
筆者はこれに対応したアスファルトの改造フラース試験、森吉ぜい化点試験注<sup>1</sup> (MBP)、多層系混合物の車両走行試験等のさまざまな試験方法を提案し、これらの結果がアスファルト舗装の全ての損傷と密接な関係にあることを明らかにしてきた。特にアスファルトは骨材と骨材の接着材であるため、この破壊性状やばらつき等の仕様を後で述べる京都のような基準を設定することで舗装の長寿命化と維持・補修費の削減を図ることが可能となった。一例として写真-1、2はほぼ同じ針入度級のアスファルトを用いた MBP 試験後のアスファルトの亀裂形状や破壊温度を示す。同じ規格のアスファルトでもこのように亀裂温度や亀裂形状が異なる。

#### 施工基準

筆者らは世界で初めて赤外線放射温度計を用いて、施工直 後の各地のアスファルト舗装の表面温度を測定し、これより この温度むらを15℃未満に抑えるとアスファルト舗装の混合 物の品質がほぼ均質となり、局部的なわだち掘れが生じなく なることを見出した。

写真-3 は通常の夏季施工が行われた施工直後の冷えやすいといわれる排水性舗装の表面の温度分布を示す。写真でアスファルト混合物の敷き拡げ機(フィニッシャー)が右方向へと移動しており、写真の右端の黒い部分が機械の後部の一部である。写真のように 40℃の温度むらがある場合、相対的に低い箇所の混合物は重いローラーでも十分に転圧できないため、供用後短期間で局部的なわだち掘れが生じやすい。

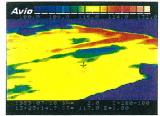
写真-4 はこの温度むらを夏季で15℃未満と規定した京都の 排水性舗装のある区間の施工後の表面温度分布を示す。写真-4 は見た目では写真-3 の結果と同じような画面に見えるが、舗



用トラックがフィニッシ ャーに最後の混合物を投 入しているときの混合物 の温度分布



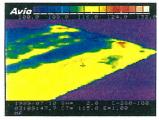
写真-5 アスファルト混合物運搬 写真-6 写真-5撮影時のフィニッシ ャーおよび混合物運搬用 トラックの施工状況



夏期に舗装の表面をA社 写真-8 のフィニッシャーで施工 した舗装の表面温度分布



写真-7撮影時のA社のフィ ニッシャーの施工状況



のフィニッシャーで施工 した舗装の表面温度分布



夏期に舗装の表面をB社 写真-10 写真-9撮影時のB社のフ ィニッシャーの施工状況

装表面の温度むらは6~8℃と少なく,舗装が均質に施工され たため,6年経過でも舗装の平坦性は供用開始時と変わらない。 アスファルト混合物の作製および施工方法

混合物中の水分を混合直後に測定し、加熱混合物中の水分 量を 0.1%以下に抑えると舗装表面の骨材の飛散だけでなく, 均質性、平坦性、温度むら等にも良い影響を与えることが確 認されているので、これは舗装の耐久性向上には不可欠の仕 様である。このため、アスファルトプラントの装置等を大幅 に改造し、このような対策を講じる必要がある。

リサイクルのアスファルト混合物は日本では100%の利用 を目指し、アスファルトの物性が互いに異なっていてもこれ とは無関係に混合し、表層からアスファルト安定処理層まで これらを利用している。欧州ではリサイクル材料が混入され た混合物に均質な品質となるような厳しい規格を設定し、利 用箇所を限定するだけでなく、そのリサイクルの混合物を利 用した舗装で50年以上の将来にわたり禍根を残さないよう に人体に対する安全性に対する規格も策定している。

#### 施工機械

欧州のトラックの荷台は専用の断熱材2枚で保温している ため, 通常 150℃程度のアスファルト混合物 (50 t) の温度 は輸送中に局部的に低下しづらい。これに対して、日本では 少量(10t)の混合物を雪,砂利等を運ぶのと同じトラック

を使用し,荷台の断熱を行っておらず,かつ長時間かかって混 合物をプラントから現場まで輸送するため、混合物の局部的 な温度低下が著しく(写真-5.6)、またフィニッシャーごとに 混合物の冷却状況が異なる。写真-7.8.9.10 は夏季に同一の 表層用混合物を同時に同一区間で施工しているときの2種の フィニッシャーの施工直後の舗装の表面温度を示す。これで も両者とも、今までの舗装の管理基準は全て合格している。

#### 舗装の質の評価方法

アスファルト混合物はある温度(通常のアスファルトでは この温度は7℃程度)より高温側で混合物は流動破壊領域と なるため、この流動領域でアスファルト舗装には疲労や亀裂 が発生しない。ところが舗装の品質評価を気象条件に関係な くたわみ量で行うことが多い。しかし、たわみ量と舗装の引 張ひずみとは必ずしも同一次元にはないこと、また舗装は引 張応力状態で破壊すること、またこの混合物の破壊性状がア スファルトの性状に依存するため、混合物の純粋引張試験で 亀裂や疲労を評価するのが妥当である。

一方、室内で車両走行試験を行う場合、現実の道路の混合 物とは空隙率、温度分布や車両走行状況および舗装構造等が 異なる。したがって、この試験は混合物の配合を検討する一 方法としては適切であるが、現在用いられている手法で現場 のわだち掘れ量を推定することは不可能であるので多層走行 試験のような現実の舗装に近い状態を室内で再現することが わだち掘れ防止の近道である。

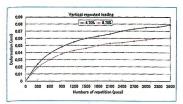
Porter は CBR (California Bearing Ratio) 試験を開発した 約40年前にCBR法は粒状層の支持力を測定しているのでは なく、単に粒状層のせん断抵抗を測定しているにすぎないと 報告している2。筆者らは各種の粒状層での測定例から,同 一荷重で垂直の定位置での変形量と移動荷重での変形量を比 較すると、後者が約100倍大きいこと、また道路築造時に同 一 K-値でも移動荷重による変形量は含水量や配合に依存する が、たわみ量測定ではこれらの因子が変化してもほとんど変 わらないことを室内および室外で実証している3)。

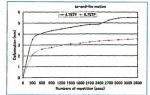
図-1, 2 は含水量が 6.7% (最適含水量) と 4.7%の路盤材 の同一荷重,同一速度のもとで定位置での繰り返し荷重と往 復の繰り返し荷重の場合の表面の変形量と繰り返し回数との 関係を示す。長期耐久のある舗装築造にはこのような実験 を,室内,室外で行い路盤材の配合や転圧を確認しながら進 めることが必要である。

#### 舗装の損傷箇所の補修方法

米国生まれの現状のアスファルト舗装の評価方法はアスフ ァルト舗装の表面での変形や亀裂状態を一種の関数化した数 値として扱い、ここではアスファルト舗装の施工直後の値が いつも一定値と仮定している。そこで米国はこの値がある値 まで低下すると舗装は補修をすべきであるという一種の舗装 マネジメントシステムの概念を提案している。日本でもこれ に同調して同様な考えで既設のアスファルト舗装の評価およ び補修を行っている。

最近米国でこのブラックボックス方式(個々の損傷の原因





定位置で垂直方向の繰返し載 荷の場合の変形と載荷回数との

図-2 往復の移動荷重の繰返 し載荷の場合の変形と載 荷回数との関係

表-1 綾部宮津縦貫自動車道 (南工区:排水性舗装) のアスファルトの規格

試験項目	基準値(京都)	日本改質アスファルト協 会の規格
針入度(25℃) 1/10mm	40以上	40以上
軟化点 (℃)	80以上	80以上
伸度 (15℃) cm	50以上	50以上
引火点(℃)		260以上
薄膜加熱後質量変化率(%)		0.6以下
薄膜加熱後針入度残留率(%)		65以上
薄膜加熱後森吉ぜい化点(℃) MBP	施工地域の最低気温以下	
薄膜加熱後フラースぜい化点(℃) FBP	施工地域の1月の日平均気温以7	
耐久性(163°C, 72h薄膜加熱後)(°C) MBP	-10以下	<b>以其类对于</b>
タフネス N·m (kgf·cm)	20 (200) 以上	20 (200) 以上
テナシティ N·m (kgf·cm)	15 (150) 以上	15 (150) 以上
	20 000 (200 000)以上 MPa 5以上	20 000 (200 000)以上
曲/試験 FBP-10℃ 温度にて 破壊ですみ	MPa 5以上 3,000x10 <sup>6</sup> 以上	
マイクロクリスタリンワックス・ パラフィンワックスの含有		

表-2 綾部宮津縦貫自動車道(南工区:排水性舗装)のアスファルト混合物の性状と規格

試験項目	混合物性状	基準値
空隙率 全層(%)	9	20以下
空隙率 上下層(%)	19.6	20以下
連続空隙率(抜き取り供試体)(%)	14.7	15±3
マーシャル安定度(kg)	567	500以上
マーシャルフロー値 (1/100cm)	34	20~40
残留安定度(%)	96.1	75以上
カンタブロ損失率(%)	10.6	20未満
圧裂強度 全層 (MPa)	2.72	2以上
圧裂強度 上下層 (MPa)	2.67	2以上
動的安定度 トラバース有(回/mm)	7838	1500以上
トラバース無し(回/mm)	8114	1500以上
透水係数 (cm/sec)	1.8x10 <sup>-1</sup>	1x10型以上

を調べずにこれをブラックボックスとする考え方)ではアス ファルト舗装の維持・補修費の根本的な低減に繋がらないこ とがわかってきたため、アスファルト舗装の個々の損傷の原 因を調べた後に補修するという、欧州方式にかわりつつある。 舗装の種々の損傷の原因がほぼ解明された今、逆にこのよう な損傷が生じないような仕様を設定することで、現在の短寿 命の舗装を長寿命化することが可能である。

#### 舗装構造と損傷

室内のわだち掘れ実験の結果、多層系のアスファルト舗装 で表層だけでなく、アスファルト層の2層目以下のアスファ ルト層の圧密変形が表層同様に大きいことが筆者らにより明 らかにされている。また、アスファルト舗装の厚さや交通量、 下層路盤の K-値, その厚さおよび気象条件もほぼ同一区間 で、下層路盤層の配合が若干細かくなっただけで路盤層の圧 密や塑性流動が大きくなり、粗い配合の区間のそれより30 年間の舗装の維持・維持費(100 m ごとのアスファルト舗装 表面の補修費の合計)が約30%増えている。

一方、橋梁部のアスファルト舗装の寿命は一般道路部のそ れの約1/10程度と極端に短く、かつ橋梁のタイプにより舗 装の寿命が明確に異なること、また橋梁部の維持費は補修の ためのペンキの費用より舗装の維持・補修費が極端に大き い。したがって、アスファルト舗装は一種の破壊のセンサー と考え、橋梁部上のアスファルト舗装が損傷しやすいかどう かを見極めてから橋梁の形式を選定する必要がある。

## 京都で実施された長寿命化を目指した排水性舗装

綾部宮津縦貫自動車道(南工区:綾部-大江間の12.1 km. 厚さ4cm)の表層の排水性舗装では長寿命化に不可欠なア スファルトの新しい品質規格を表-1のように設定した。

一方アスファルト混合物の規格も舗装の均質化のため一新 し、表-2のような規格を設定した。京都の排水性舗装では施 工直後の含水量,温度むらおよび空隙率等について従来の規 格から脱却し、舗装の均質化のために新しい規格を大幅に採 用した。このような規格で排水性舗装の上部、下部および水 平方向の均質性を確保し、施工後の舗装の透水性機能と耐久 性の相矛盾する項目の両立を図った。

開通前から5年以上のメンテナンスフリーを目指した結果, 6年経過後の現在でも局部的な補修もなく、メンテナンスフ リーであり、平坦性、透水性、騒音はともに開通時とほとん ど変化していないことから、舗装の均質性は長寿命の最重点 目標といえる。

## 真の「長寿命舗装」

日本で25年間維持・補修の必要性がなかったアスファル ト舗装の施工で開発した技術と綾部宮津縦貫自動車道で培っ た技術を用いると、今でもすぐに「長寿命」のアスファルト 舗装の建設は可能であり、このような舗装技術のノウハウは 日本にしかないと思われる。上で述べたような均質となる舗 装を建設すると、長寿命となり、現在日本では毎年8000 万tといわれる舗装用の混合物の使用量が著しく減る(この うち補修用混合物が混合物全体のほぼ7割)。また、舗装の 維持費や補修用の混合物加熱等のためのエネルギーも極端に 少なくなり、炭酸ガス発生量も著しく少なくなる。

このような技術を国家レベルで検討し、採用することになる とアスファルト舗装の表層だけ補修し、その他の舗装構造の 寿命が40~50年になる可能性がある。そうすると橋やトンネ ルの寿命と肩をならべるような「構造」となるだけでなく、す べての「道路構造物」で同等の寿命が期待できる。今こそ,こ のような国家プロジェクトを至急開始し,40~50年先の道路 の将来を見て日本が世界の標準となる舗装技術を確立し,日 本だけでなく世界の道路のルネッサンスに着手すべきである。

直径 14 cm, 深さ 1 cm の特製のステンレス製の 2 枚の皿にアスファルトを 50gづつ入れ,これを低温のメタノール水槽に 1 分間浸して,アスファルトの亀裂温度を測定する試験。

参考文献

・近藤 崇・森吉昭博・吉田隆輝:ホイールトラッキング試験における アスファルト混合物の内部の骨材の移動特性,石油学会誌,第46巻,

第3号, pp.172-180, 2003 -Porter, OJ.: Trans., ASCE, 115, pp.461-467, 1950 -Moriyoshi, A. Takemoto, H. and Takano, S.: Evaluation method for untreated material due to repeated loading of wheel, SIIV, pp.312-321, 2002

(2003年9月3日・受付)