



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	各種転圧条件がアスファルト混合物の空げき特性および力学特性に与える影響
Author(s)	笠原, 彰彦; 天野, 隆明; 徳光, 克也 他
Description	ノート
Citation	石油学会誌, 40(1), 39-45
Issue Date	1997-01-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40049
Type	journal article
File Information	moriyoshi_JJPI40_39.pdf



[ノ ー ト]

各種転圧条件がアスファルト混合物の空げき特性 および力学特性に与える影響

笠原 彰彦^{†1)}, 天野 隆明^{†1)}, 徳光 克也^{†2)}, 森吉 昭博^{†1)}*^{†1)} 北海道大学工学部, 060 札幌市北区北 13 条西 8 丁目^{†2)} 日本道路(株)技術研究所, 146 東京都大田区多摩川 2-11-20

(平成 8 年 6 月 19 日受理)

本研究は、寒冷期施工や常温切削面上のアスファルト混合物のオーバーレイ工法などで、アスファルト混合物の転圧特性に影響を与える施工基盤の温度および材質、その表面の凹凸形状が当該混合物の空げき率および深さ方向の空げき分布に与える影響、またその違いが供用後のわだち掘れなどに与える影響について室内実験により検討したものである。

実験の結果、これらの因子はアスファルト混合物の空げき率やその分布に著しい影響を与えることを明らかにした。すなわち、施工基盤の温度が寒冷期施工のように低い場合には、アスファルト混合物層の下部の空げき率が大きくなる。この傾向は施工基盤の材質の熱伝導が大きい場合にはより顕著となる。施工基盤の表面の凹凸形状が常温切削面のような粗面の場合では、アスファルト混合物層の全体の空げき率が大きくなる。また、このような空げき率の深さ方向の不均一は、アスファルト混合物の高温時における変形形態が圧密と塑性変形の 2 種類に分けられ、各々が主にアスファルト混合物層の上部および下部の空げき率に依存するため、当該混合物の供用後の路面の変形に影響を与えることなども明からにした。

1. 緒 言

アスファルト舗装の施工は、アスファルト混合物をフィニッシャーで敷きならし、ローラーを用いて転圧するといった確立された作業のように思われる。しかし、アスファルト舗装の施工では、各工区毎に外気温、アスファルト混合物層の施工厚、幅員、使用機械などの環境および施工条件が異なるため、アスファルト混合物の物理的および力学的性状が深さ方向ならびに水平方向とも均一である、すなわち均質なアスファルト舗装を舗設することは極めて難しい作業である。これは同一施工区間内の狭い範囲においても同様であることが確認されている¹⁾。

近年、アスファルト舗装の維持修繕の間隔(年数)が短縮する傾向²⁾にあり、アスファルト舗装の維持修繕工事では、常温切削後にアスファルト混合物を舗設するオーバーレイ工法が主流となっているが、当該工法は加熱切削後のオーバーレイ工法と異なりわだち掘れが多い傾向にある。その中には同じ路線内で舗装構造が同一でも局部的に維持補修の間隔が異なる例も多くみられる。この原因は、アスファルト混合物の温度むらなどに起因した局部的な不良箇所におけるアスファルト舗装の破損によるものと考えられる。

一方、外気温 5℃ 以下での作業となる寒冷期施工も舗装工事の通年施工を目指して最近数多く行われている^{3),4)}が、寒冷期施工のアスファルト舗装では、わだち掘れの発生が顕著であること、局部的な破損が比較的早期に生じ易いことなどがいわれている。こうした傾向は、寒冷期施工の外気温が比較的低いため、アスファルト舗装の所定の品質確保が難しいだけでなく、均質性の確保も極めて難しい状況であることに起因してい

ると考えられる。

アスファルト混合物の転圧は舗装の均質性に影響を及ぼす最も重要な作業であり、これに関する研究⁵⁾は数多くなされている。しかし、アスファルト混合物の転圧特性に関わる因子が複雑なため、これら因子と均質性との因果関係を明らかにするまでには至っていない。また、アスファルト舗装の品質管理はアスファルト混合物の転圧温度、採取コアの締固め度(マッシュ密度に対する割合)、厚さなどの因子で行われているが、その管理結果と供用後のわだち掘れ等との関連性についても不明な点が多い。

筆者らは既に現場の施工結果から、寒冷期施工や常温切削後のオーバーレイ工法などにおける転圧条件の違いにより、アスファルト舗装の空げき率が水平および深さ方向に不均質となることを確認している¹⁾。本研究は、特にアスファルト舗装の深さ方向の不均質に対して種々の転圧条件がどのような影響を与えているのか、またその結果が供用後の路面の変形状態に対してどのような影響を与えるかについて検討したものである。すなわち、アスファルト混合物の深さ方向の均質性を空げき率で評価することとし、寒冷期施工や常温切削後のオーバーレイ工法における種々の転圧条件が空げき率とその深さ方向の分布に与える影響、またその差がわだち掘れなどの供用性に与える影響について表層用混合物を対象として室内実験により検討した。

実験の結果、転圧時における影響因子として選定した施工基盤の温度および材質、その表面の凹凸形状が現場の施工結果と同様にアスファルト混合物の下部の空げき率に著しい影響を与えること、また供用後のわだち掘れはアスファルト混合物の上部および下部の空げき率に依存することから、アスファルト舗装の深さ方向の不均質が当該舗装の供用性に影響を及ぼすこと

* 連絡先

などを明らかにした。

2. 実験概要

2. 1. アスファルト混合物の配合

実験に使用したアスファルト混合物の配合は表層用として一般に用いられる密粒度型アスファルトコンクリート（最大粒径 13 mm）⁶⁾を選定した。また、アスファルトは舗装用石油アスファルト、針入度級 80/100（Pcn. : 90, $T_{R\&B}$: 47.5°C, P.I. : -0.4）を使用した。当該アスファルト混合物の配合を **Table 1** に示す。

2. 2. 実験方法

2. 2. 1. 供試体の種類および作成方法

本実験で使用したホイールトラッキング試験の供試体（300×300×35 mm）作成は、施工基盤の材質、表面の凹凸形状および温度による影響を検討するため、以下のように行った。なお、供試体の種類と評価試験の組合せを **Table 2** に示す。

施工基盤の材質は、型枠底部に厚さ 15 mm の鋼製の板とアスファルト混合物による 2 種類の材料層を設置した（以下、型枠底部に設置したこれらの材料層を下層材料と称す）。下層材料に用いたアスファルト混合物は **Table 1** に示した配合で、以下の方法で十分締め固めたものを使用し、この表面に実際の施工と同等にアスファルト乳剤を塗布した。なお、評価対象とするアスファルト混合物の供試体厚さは、型枠の厚さが 50 mm であるため、下層材料を除いた 35 mm とした。

施工基盤の表面の凹凸形状は、新設の舗装面と常温切削後の舗装面を想定して、下層材料の表面を通常の平滑面と粗面の 2 種類とした。ただし、常温切削後の舗装面を想定した粗面は、最も一般的な常温切削面の形状（凹凸深さ : 5 mm 程度、間隔 : 17 mm 程度）を現場で実測し、十分締め固めたアスファルト混合物の表面をカッターで切削して現場とはほぼ同一形状となるように下層材料を作成した。また、粗面とした下層材料表面の凹凸形状の方向は転圧時および試験時とも現場の切削方向（縦断方向）と同一とした。

施工基盤の温度は、夏期および冬期施工時を想定した温度条件を設定した。夏期および冬期施工時の温度条件は、それぞれの施工層下面の温度を実測し、供試体作成時における供試体下面の温度がこれと同等となる下層材料の温度として 80°C および 0°C を設定した。すなわち、型枠の下面に付属した水槽により、下層材料の温度がこれらの設定温度に保持されるよう常時制御されており、この際の供試体下面の温度曲線は各現場の施工時のものとほぼ同一である。

供試体作成のその他の条件として、転圧はローラーコンパクターを用いて線圧 177 N/cm で行い、転圧回数は各供試体とも 24 回で一定とした。アスファルト混合物の混合および転圧温度はアスファルトの粘度がそれぞれ 2 ポアズ、30 ポアズとなる温度（混合 : 144°C, 転圧 : 97°C）とした。これら条件はホイールトラッキング試験の供試体を作成する際の一般的な条件であり、今回使用したアスファルト混合物で供試体を作成した場合には、マーシャル供試体密度の 98% 以上得られることを確認している。

2. 2. 2. 試験方法

(1) 空げき率の測定

Table 1 Gradation of Mixture

Sieve opening [mm]	Weight percent passing [%]
13.2	100
4.75	67.0
2.36	48.5
0.6	28.5
0.3	16.7
0.15	10.1
0.075	7.3
Asphalt content [%]	5.8

Table 2 Various Samples and Combination of Test Conditions

Characteristics of base		Tests and sample number					
Surface	Quality	Temp. [°C]	Void ^{a)}	Temp. ^{b)}	WT ^{c)}		Flex-ural
					45 ^{d)} [°C]	60 ^{d)} [°C]	
Smooth ^{e)}	Metal	0	1	1	1	2	3
Ditto	Ditto	80	1	2	1	3	6
Ditto	Mixture	0	1	1	1	1	3
Ditto	Ditto	80	1	1	1	2	6
Rough ^{f)}	Mixture	0	1	1	1	1	3
Ditto	Ditto	80	1	1	1	2	3

a) Measurement of total void, upper, middle, and lower voids.

b) Measurement of surface and bottom temperatures of a mixture when it is compacted.

c) Wheel tracking test.

d) Temperature of wheel tracking test.

e) Smooth surface is assumed to be of ordinary surface of asphaltic pavement.

f) Rough surface is assumed to be of cold cutting surface of asphaltic pavement.

空げき率の測定方法は舗装試験法便覧⁷⁾に準拠した。ただし、空げき率の測定は、ホイールトラッキング試験の供試体を平面的には 9 等分に、深さ方向には 3 等分に分割して空げき率を測定した予備試験の結果より、型枠による拘束の影響が最も少ないと判断された転圧方向中央部を対象とした。また、空げき率およびその分布の評価は、アスファルト混合物層全体の空げき率（以下、これを全体空げき率と称す）とこれを上部、中央部、下部に等分割した各部の空げき率（以下、これらを上部、中央部、下部空げき率と称す）で行った。

(2) 転圧時の供試体表面および下面温度の測定

一般的にアスファルト混合物の転圧時の温度は転圧特性に影響を及ぼす重要な因子と考えられており、現場の施工結果においてもアスファルト混合物の転圧時の表面温度および下面温度が空げき率に影響を与えていることが確認されている¹⁾。このため、本実験では供試体作成時の供試体表面および下面の温度を測定した。供試体表面は赤外線放射温度計を用い、一方で下面温度は熱電対を下層材料上に設置して測定した。なお、赤外線放射温度計による測定結果では、表面温度の平面的なばらつ

きは特に認められなかった。

(3) ホイールトラッキング試験

アスファルト混合物の高温時の流動特性はホイールトラッキング試験を行い、動的安定度⁹⁾（試験開始後 45 分と 60 分の 15 分間における単位変形量あたりの車輪通過回数）や変形量などで評価した。載荷輪荷重は 540 N で行い、試験温度は 45°C および 60°C の 2 水準としたが、これと供試体種との組合せは **Table 2** に示した。その他の試験条件は舗装試験法便覧⁹⁾に準拠した。さらに一部の供試体については、ホイールトラッキング試験前と試験後のアスファルト混合物の空げき率を比較するため、非走行部の空げき率を試験前に想定し走行部の空げき率と比較した。また、アスファルト混合物表面の横断方向の変形量も一定時間毎に測定し、変形の推移および体積変化を以下のように実測した。ただし、空げき率の測定対象とした転圧方向の供試体中央部では、非走行部と走行部の試験前の空げき率が同一転圧条件の場合にはほぼ同じであることを予備試験で確認している。変形量の測定は鋼製型枠の表面を基準高とし、進行方向の供試体中央部と前後 100 mm の 3 カ所でデジタルゲージ（測定精度：±1/100 mm）を用いて行った。また、供試体の体積変化の評価は基準高を基線とし、基線より上を正、下を負として供試体の断面積の増減を算出して行った。

(4) 曲げ試験

アスファルト混合物の破壊強度は曲げ試験で評価し、解析には弾性解を用いた。試験は2点支持、中央集中荷重方式（支点間長：200 mm）で行い、試験条件はぜい性破壊領域の曲げ強度を測定するため、試験温度を 0°C、載荷速度を 50 mm/min と設定した。なお、供試体（25×25×250 mm）はホイールトラッキング試験の供試体下部より縦断方向に切り出したもの（各 3 本）を使用し、それぞれの空げき率も測定した。

3. 結果および考察

3.1. 転圧特性に関わる諸条件がアスファルト混合物の空げき分布に与える影響

3.1.1. 全体空げき率と各部の空げき率との関係

各供試体の空げき率を **Table 3** に示す。これによると各供試体の全体および各部の空げき率は転圧条件に応じて異なる。また、転圧条件に応じた空げき率の違いは、全体および各部の空げき率でそれぞれ傾向が異なっている。これは、全体空げき率がアスファルト混合物層における空げき率の平均を表しているものと考え、同空げき率が深さ方向の各部の空げき率の参考値になるとは限らないことを示唆している。

3.1.2. 施工基盤の材質が空げき分布に与える影響

下層材料の温度が 0°C の場合の各供試体の空げき分布を **Fig. 1** に、同温度が 80°C の場合を **Fig. 2** に示す。下層材料の温度が 0°C の場合で、同一凹凸形状（Smooth）で下層材料の材質の違いによる影響に着目すると、空げき分布はともに下部空げき率が増加する傾向にあるが、鋼製の場合には同空げき率の増加が 4% 程度とその傾向が特に著しい。下層材料の温度が 80°C の場合で、下層材料の材質が異なる場合の空げき分布を同様に比較すると、下層材料の材質の違いによる大きな差はみられず、ともに下部に向かって空げき率が減少する傾向にある。

Table 3 Void Ratios of Samples

Characteristics of base			Void ratios [%]			
Surface	Quality	Temp.[°C]	Upper	Middle	Lower	Total
Smooth	Metal	0 ^{a)}	7.7	9.5	11.6	9.3
Ditto	Ditto	80	10.2	8.4	7.7	8.7
Ditto	Mixture	0	8.7	7.5	8.1	8.1
Ditto	Ditto	80 ^{b)}	10.5	8.2	6.9	8.6
Rough	Mixture	0	9.8	8.4	8.0	8.7
Ditto	Ditto	80	10.6	9.0	7.2	8.8

a) Sample B. b) Sample A.

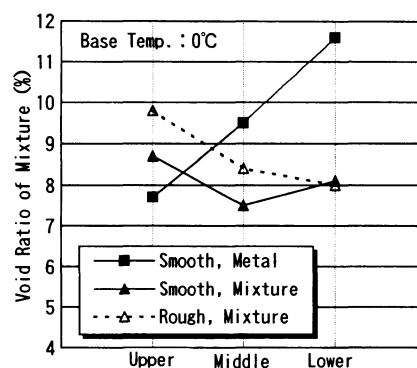


Fig. 1 Vertical Distribution of Void Ratio (base temp.: 0°C, thickness: 35 mm)

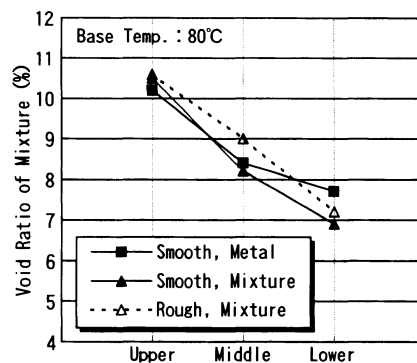


Fig. 2 Vertical Distribution of Void Ratio (base temp.: 80°C, thickness: 35 mm)

したがって、施工基盤の材質が空げき分布に与える影響は施工基盤の温度によって異なり、同温度が 0°C と低い場合には材質の違いによって空げき分布に差がみられるが、80°C と高い場合には特に大きな差は生じない。これは、主として鋼製とアスファルト混合物の熱伝導の差に起因しており、前者の方が下部から急速に冷却されるため、締まり難くなったものと考えられる。また、鋼製の場合にはアスファルト混合物のような熱可塑性による境界面の軟化がないことから、空げきが生じ易くさらに両者の差が助長されているものと推測される。

以上の結果から、同様な温度条件となる寒冷期施工では、施

工基盤の材質はアスファルト舗装の均質性に影響を及ぼすものと考えられる。

3. 1. 3. 施工基盤の表面の凹凸形状が空げき分布に与える影響

下層材料の温度が 0°C と 80°C の場合で、同一材質 (Mixture) について表面の凹凸形状の違いによる影響に着目した場合、空げき分布は概して下部に向かって空げき率が減少する傾向にある。しかし、下層材料の温度が 0°C の場合では、平滑面 (Smooth) で中央部と下部空げき率の逆転がみられ、粗面でも中央部に対する下部空げき率の減少は 80°C の場合と比較して小さいことから、下部空げき率は増大する傾向にあると推測される。また、各部の空げき率は下層材料の温度の違いにかかわらず粗面の方が大きい傾向を示し、これは下層材料の温度が低い 0°C で顕著である (Fig. 1)。

これらの傾向は、下層材料の表面が粗面である場合には、アスファルト混合物が締め固まり難く、下層材料の温度低下によってそれがさらに助長されたためと考えられる。すなわち、転圧時におけるアスファルト混合物の挙動は、当該混合物中の骨材自身の回転やモルタルのニーディングにより締め固まることが知られている¹⁰⁾が、下層材料の表面が粗面で滑り難くなることによってこうした挙動が阻害されているものと考えられる。しかも、下層材料の温度が 0°C と低い場合には、冷却によるアスファルトの粘度の増加によって、その傾向が助長されることが考えられる。また、下層材料の温度が 0°C の場合の平滑面における中央部と下部空げき率の逆転は、下層材料の温度低下による冷却が特にアスファルト混合物の下部において大きいこと、および当該混合物の温度低下が締め固めの挙動に対して及ぼす影響は平滑面と粗面の比較において前者の方が大きいことに起因していると推察される。

以上の結果から、施工基盤の表面の凹凸形状が空げき分布に与える影響は顕著とはいえないものの、施工基盤の温度の違いにより差が生じ得るものと考えられる。また、粗面に対応する常温切削面上のオーバーレイではアスファルト混合物が締め固まり難い傾向にあると考えられ、特に施工基盤の温度が低い寒冷期施工ではその影響が懸念される。実際の施工においても、常温切削面上のオーバーレイではアスファルト混合物の空げき率が大きい傾向にあり、これと一致した結果¹⁾が得られている。

3. 1. 4. 施工基盤の温度が空げき分布に与える影響

下層材料の温度が 0°C と 80°C の場合を比較すると (Figs. 1, 2)、下層材料の材質および表面の凹凸形状にかかわらず、下層材料の温度が 0°C と低い場合にはいずれも下部空げき率が增加する傾向にあり、下層材料の温度が空げき分布に影響を与えていることは明らかである。

供試体の転圧時におけるアスファルト混合物表面の平均温度と各部の空げき率との関係について、他の因子にかかわりなく全ての供試体を対象にまとめた結果を Fig. 3 に示す。また、アスファルト混合物下面の平均温度と各部の空げき率との関係について同様にまとめた結果を Fig. 4 に示す。Fig. 3 によるといづれの空げき率もアスファルト混合物の表面温度との間に明確な関係は認められず、転圧時のアスファルト混合物の表面温度が各部の空げき率に与える影響は小さいと判断される。一方、Fig. 4 では、中央部空げき率はアスファルト混合物の表面

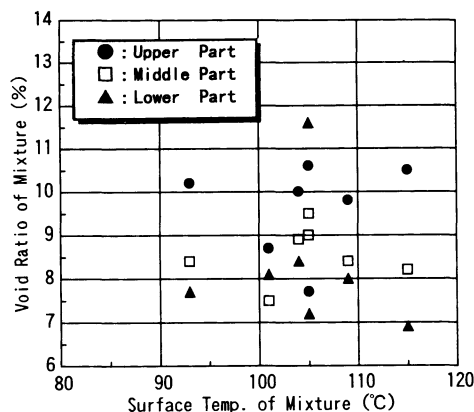


Fig. 3 Relation between Average Surface Temp. of Mixture and Void Ratio of Mixture

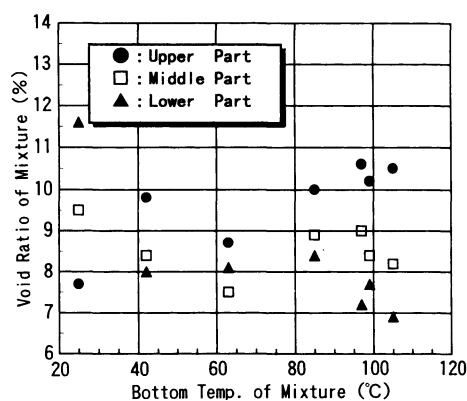


Fig. 4 Relation between Average Bottom Temp. of Mixture and Void Ratio of Mixture

温度の場合と同様に明確な関係は認められない。しかし、下部および上部空げき率では他の因子が異なるにもかかわらず明確な関係がみられ、それぞれ下面温度の低下および増加に伴い増大している。これは、下面温度の低下によるアスファルトの粘度の増加によって、アスファルト混合物の下部が締め固まるためと考えられ、下層材料の温度による影響が大きいと判断される。ただし、下面温度の増加により上部空げき率が増大する原因については現在検討中である。

以上の結果から、施工基盤の温度はアスファルト混合物の空げき分布に大きく影響を与えていると判断され、本実験における要因の中ではアスファルト混合物の空げき分布に対して最も支配的な要因と考えられる。本実験では針入度級 80/100 のアスファルトを使用した。針入度級 60/80 のアスファルトに対しても同様な傾向が得られている。したがって、寒冷期施工においては施工基盤の温度がアスファルト舗装の均質性に大きく影響を与えているものと考えられる。また、この結果は現場における施工実験の結果¹⁾と一致していることから、その妥当性が示された。

3. 2. 空げき分布と力学性状との関係

3. 2. 1. 空げき分布と流動特性との関係

各部の空げき率と動的安定度との関係について、他の因子にか

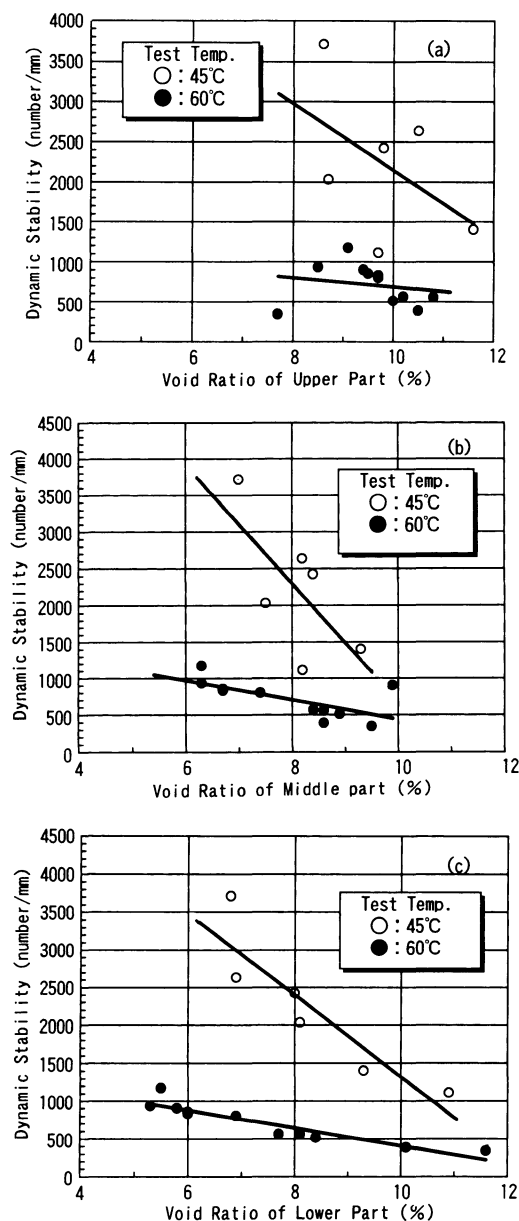


Fig. 5 Relation between Void Ratios of Mixture and Dynamic Stability (test temp.: 45°C and 60°C)

かわりなく全ての供試体を対象にまとめた結果を Fig. 5 に示す。また、Table 4 は各部の空げき率と動的安定度の相関係数とホイールトラッキング試験の温度条件を示したものである。これらによると各部とも概して空げき率の増加とともに動的安定度が低下しているが、両者の相関は下部空げき率が最も高く、各温度条件における相関係数からは上部になるに従い相関が小さくなる傾向がみられる。これらの傾向は、動的安定度が走行初期の変形の程度を評価対象としておらず、主にアスファルト混合物層下面の引張り応力による塑性変形¹¹⁾が原因と考えられる。また、温度条件の違いに着目すると、試験温度が 45°C では 60°C と比較していずれの場合も空げき率の差による動的安定度の変化が大きい。この結果は、使用したアスファ

Table 4 Relation between Dynamic Stability (y) and Void Ratio (x)

Part	Test temp. [°C]	Coefficient of correlation	Linear regression	Number of samples
Upper ^{a)}	45	-0.50	$y = -420x + 6300$	6
	60	-0.20	$y = -57x + 1260$	11
Middle ^{b)}	45	-0.68	$y = -810x + 8800$	6
	60	-0.67	$y = -130x + 1800$	11
Lower ^{c)}	45	-0.90	$y = -540x + 6700$	6
	60	-0.92	$y = -120x + 1600$	11

a) Upper part of pavement layer.

b) Middle part of pavement layer.

c) Lower part of pavement layer.

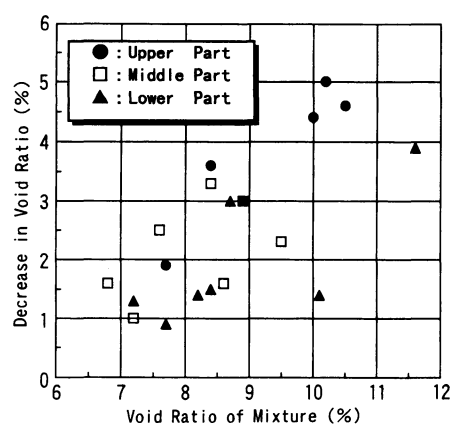


Fig. 6 Relation between Void Ratios of Mixture and Decrease of Void Ratios after Wheel Tracking Test (test temp.: 60°C)

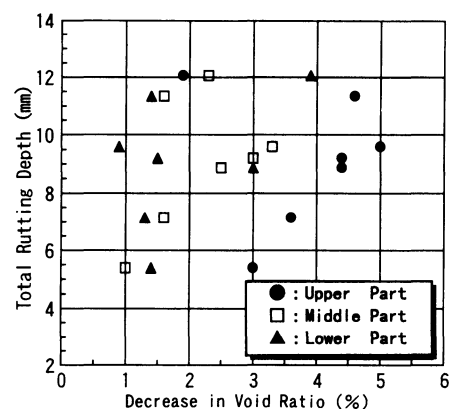
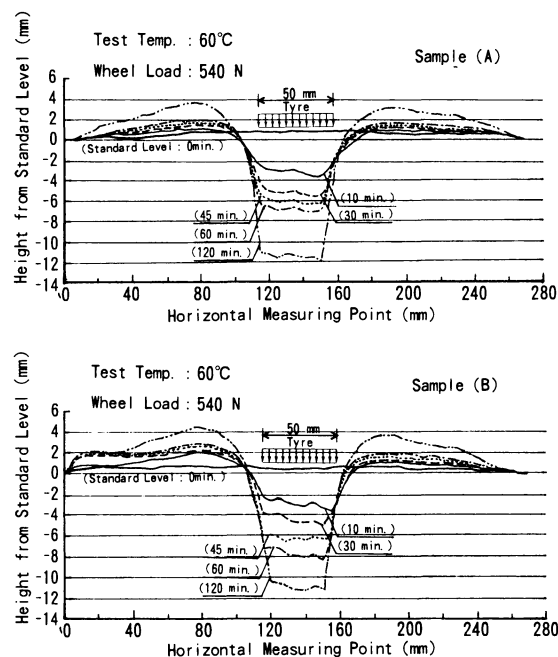


Fig. 7 Relation between Decrease of Void Ratios after Wheel Tracking Test and Total Rutting Depth (test temp.: 60°C)

ルトの軟化点より路面温度が低い場合でも、各部の空げき率の差が流動特性に大きく影響することを示唆している。

ホイールトラッキング試験前の各部の空げき率と試験後の各部の空げき率における減少量との関係を Fig. 6 に、各部の空

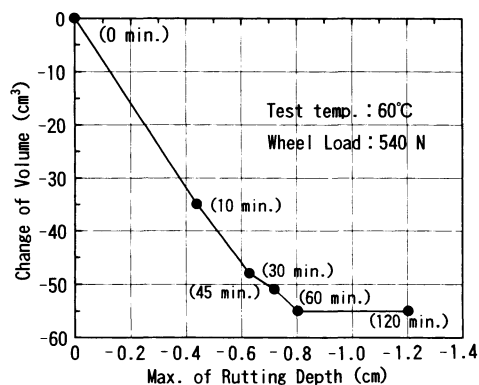


Numbers in parentheses indicate lapped time from the start of test.

Fig. 8 Deformation Process of Mixture at Wheel Tracking Test (test temp.: 60°C)

げき率の減少量とホイールトラッキング試験における総変形量との関係を Fig. 7 に示す。Fig. 6 によるといずれも試験前の空げき率の増加に応じて試験後の空げき率の減少量は増加する関係にあるが、これは上部空げき率の場合が最も著しく、試験後の空げき率の減少量も上部空げき率は 2~6% で大きい傾向にある。一方、Fig. 7 における各部の空げき率の減少量と総変形量についても同様な関係がみられる。これらの関係は、表面近傍の空げき率が高いものほど総変形量も大きくなることを示唆している。すなわち、総変形量に対しては上部空げき率の減少による影響が大きく、圧密による変形が支配的であると推測できる。ただし、総変形量が極端に大きい場合には、この仮定と符合しない例もあるが、このような例では下部空げき率が極めて大きいことから、むしろ塑性変形による影響が大きいと解釈できる。

Table 3 に示した供試体のホイールトラッキング試験時の変形を経時的に測定した結果（中央部）を Fig. 8 に示す。供試体 A は下部空げき率が小さい（6.9%）場合を、供試体 B は下部空げき率が大きく（11.6%）、破壊的な変形（動的安定度：340 回/mm）が生じた場合を示したものである。試験時間 60 分までの変形について供試体 A と供試体 B を比較すると、供試体 A では荷重部側方の隆起が少なく、荷重部近傍の沈下による体積の減少が顕著である。一方、荷重部近傍の沈下とともに荷重部側方の隆起も増大していることから体積の変化は供試体 A と比較して少ない。実験結果の多くは供試体 A のような傾向を示しており、体積変化を伴う圧密による変形で説明が可能と考えられる。また、破壊的な変形の場合には、供試体 B のように体積変化が比較的小さいことから、塑性変形によるもの



Numbers in parentheses indicate lapped time from the start of test.

Fig. 9 Relation between Max. of Rutting Depth and Change of Volume at Wheel Tracking Test (test temp.: 60°C)

と考えられる。Fig. 9 は各測定時間毎の最大変形量と供試体の体積変化との関係について、両者の全測定結果の平均値を用いて示したものである。これによると、ホイールトラッキング試験開始後 60 分までは供試体の体積は最大変形量の増加とともに減少しているが、それ以降は体積の変化が認められない。これらの結果は、ほとんどの供試体で圧密による変形が支配的であることを示すものであり、実道におけるわだち掘れに関しても圧密に起因する例が多いと推察できる。

以上の結果から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変形を説明する場合、荷重初期の変形は主に表面近傍の圧密による変形で、これは上部空げき率に依存しており、圧密が進んだ後の変形あるいは破壊的な変形は下部空げき率に依存した塑性変形によるものと考えられる。したがって、アスファルト混合物の深さ方向の空げき分布が当該舗装のわだち掘れ進行に影響を及ぼすことは明らかであり、換言すればアスファルト混合物層の全体空げき率による単一的な評価では、供用後の路面変形状との関係づけが難しいことを示唆している。

3. 2. 2. 空げき率と破壊強度との関係

空げき率と曲げ強度の関係について、他の因子にかかわりなく供試体作成時の下層材料の温度条件毎にまとめた結果を Fig. 10 に示す。これによると、曲げ強度は空げき率の増加とともに低下しており、両者は比較的良好な相関を示している。また、下層材料の温度条件の違いに着目して両者の関係を比較した場合、特に大きな差は認められないものの、概して下層材料の温度が低い場合には空げき率が大きい傾向にあり、曲げ強度は小さい。これは、供試体の作成条件とともに下部空げき率が下層材料の温度に依存していることを考慮すると、下部空げき率の増加が大きく影響していると考えられる。

したがって、寒冷期施工のようにアスファルト混合物の下部空げき率が大きくなることが予想される場合には、これが当該舗装の維持修繕間隔の短縮につながるものと推察される。

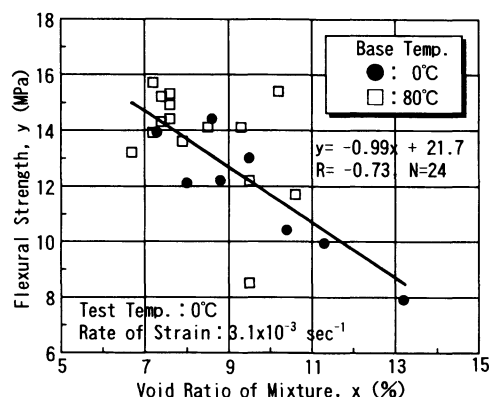


Fig. 10 Relation between Void Ratio of Mixture and Flexural Strength

4. 結 言

本研究から明らかになったことを以下に列挙する。

- 1) 深さ方向の空げき分布は種々の転圧条件に応じて異なる。
- 2) アスファルト混合物の空げき率とその深さ方向の分布は、施工基盤の表面の凹凸形状、材質およびその温度に影響される。
- 3) アスファルト混合物の高温時の変形形態は空げきの減少によ

る圧密変形と下面の引張りひずみによる塑性変形の2種類に分けられ、それぞれ上部および下部空げき率に依存する。

- 4) アスファルト混合物の空げき率と破壊強度との関係は、空げき率の増大により曲げ強度は低下する。施工基盤の温度が低い場合には、下部空げき率の増加により曲げ強度が低下する。

References

- 1) Tokumitsu, K., Moriyoshi, A., Kawamura, K., Kasahara, A., *Sekiyu Gakkaishi*, **38**, (3), 173 (1995).
- 2) Hanshinkosoku dorojijutu senta, "Highway Bridge Maintenance," (1993), p. 37.
- 3) Hotta, N., Kitagawa, K., Nagayoshi, T., *Nippondorokodan Gijutujoho*, **84**, 53 (1986).
- 4) Madokoro, M., *Asphalt*, **29**, (150), 23 (1987).
- 5) Symposium-Compaction of Asphalt Concrete, *Proc. AAPT*, **36**, (1967).
- 6) Japan Road Association, "Manual for Design and Construction of Asphalt Pavement," (1992), p. 92.
- 7) Japan Road Association, "Manual for Test Method of Pavement," (1992), p. 574.
- 8) Japan Road Association, "Manual for Test Method of Pavement," (1992), p. 546.
- 9) Japan Road Association, "Manual for Test Method of Pavement," (1992), p. 539.
- 10) Nitta, N., *J. Jpn. Petrol. Inst.*, **16**, (6), 446 (1973).
- 11) Inoue, T., Uchida, S., *Dorokensetu*, **476**, (9), 54 (1987).

Summary

Effects of Rolling Conditions on Void Ratio and Strength of Asphaltic Mixture

Akihiko KASAHARA^{†1)}, Takaaki AMANO^{†1)}, Katsuya TOKUMITU^{†2)},
and Akihiro MORIYOSHI^{†1)}

^{†1)} Faculty of Engineering, Hokkaido University, Nishi 8, Kita 13, Kita-ku, Sapporo 060

^{†2)} Nippon Doro Co., Ltd., Research Laboratory, 2-11-20 Tamagawa, Ota-ku, Tokyo 146

This paper describes the influence of temperature, of quality, and of unevenness of the base course for void ratios and vertical distributions of asphaltic mixture at rolling of asphaltic mixtures in cold season and under cold cutting pavement. This paper also describes the influence of the vertical distributions for rutting after service.

The following conclusions were obtained:

The void ratios of the lower parts of asphaltic mixtures were observed to increase with decreasing temperature of the base course in cold season. The observed phenomenon was particularly conspicuous for the base course of

high thermal conductance.

The void ratios of asphaltic mixtures increased when the surface of the base course became rough due to cold cutting.

Rutting of asphaltic mixtures under high temperatures resulted in two forms, consolidation and plastic deformation. The former depends on the void ratio of the upper part of the asphaltic mixture and the latter depended on the void ratio of its lower part. Thus, it could be assumed that deformation of asphaltic pavement depended upon the vertical ununiformity of these void ratios.

Keywords

Asphalt, Void ratio, Rolling, Rutting, Construction, Cold season