

アスファルト混合物の流動特性に関する基礎的研究

田口 仁¹ ・ 大川秀雄²

¹正会員 工修 福田道路(株)技術研究所(〒959-04 新潟県西蒲原郡西川町大潟中之島 2031)

²正会員 工博 新潟大学教授 工学部建設学科(〒950-21 新潟市五十嵐2の町 8050)

アスファルト混合物の流動現象を要因化し、現道におけるわだち掘れ量の推定方法を構築するために、舗装厚を変化させたホイールトラッキング試験と側圧を変化させた三軸圧縮試験を実施した。舗装厚を変えたホイールトラッキング試験では、変形量は舗装厚が厚くなるほど大きくなるとは限らず、変形量を最小とする最大舗装厚が存在することが推察された。側圧を変化させた三軸圧縮試験では、最大主応力差-側圧の関係から、高温時にホイールトラッキング試験と同様の強度特性を示す側圧領域が存在すること、アスファルト混合物の強度には粘着力 c の影響が大きいことが推測された。

Key Words : rutting, wheel tracking test, thickness of pavement, triaxial test, confining pressure, friction angle, cohesion

1. はじめに

舗装は人工的な構造物であるが、人為的にコントロールできない環境におかれているものである。舗装の挙動は室内実験では再現しにくく、現場では施工精度の影響を受けて適正な材料評価ができなかったり、たとえ適正な施工が行われたとしても舗装の挙動を明確に把握するまでに長い年月を要する。また舗装は、気象条件、路床条件、交通荷重、舗装構成、使用材料などの挙動に関わる変数がきわめて多いため、理論的には取り扱いにくいと考えられている。しかし、このような分野にこそ理論的な検討の必要性があるとも言える。条件が複雑になればなるほど組み合わせ数が多くなり、そのすべての場合について経験を得ることが困難になるからである。

アスファルト舗装の塑性流動によるわだち掘れは、アスファルト舗装の寿命を左右し、舗装の修繕サイクルを決定づける主要因の一つである。それにもかかわらず、我が国ではその挙動の理論的な検討が少ない。表層・基層用アスファルト混合物の材料としての耐流動性評価は、ホイールトラッキング試験が定着している。そして材料単体の耐流動性を高めるために、変形しにくい硬いバインダーを用いることで対応している。

一方、大粒径混合物やストーンマッシュアスファルト混合物が、耐流動性の高い混合物であることや厚層施工が可能で経済性に優れていることから、長寿命化舗装として検討され始めている¹⁾。また同一粒度形態の混合物の場合、最大粒径の大きい方が

流動しにくいという認識がある。これらのことから、耐流動性、耐久性および施工性を考え併せた場合、限られた舗装厚における最適な舗装構成、混合物の組み合わせが存在すると推定される。そのためには流動というメカニズムを理論的に解明することが重要であると考ええる。交通荷重を表面載荷させた場合、どの部分からどの程度変形・流動するのか、その推定方法を見いだすことが求められている。

本研究ではホイールトラッキング試験における流動、最終的には現道での流動現象を理論的に推定することを目的としている。ここでは、アスファルト混合物の体積変化を因子としてわだち掘れ形状を解析した結果と、拘束圧の違いが強度定数に与える影響を中心に、塑性流動に関する基礎的な知見を得るための実験を行ったので報告する。

2. わだち掘れ形状の解析

(1) わだち掘れ

諸外国ではわだち掘れの研究は理論的な取扱いが先行しており、シェル石油の手法²⁾をはじめ、多くの研究がある。アスファルト舗装の層構造の応力状態を弾性解析や粘弾性解析によって求め、これと対応する応力状態の室内クリープテストとを関連づけてわだち掘れを予測している。一方我が国の場合は経験則が先行しており、現道におけるわだち掘れ量と室内でのホイールトラッキング試験データが豊富にある。経験則としてはホイールトラッキング

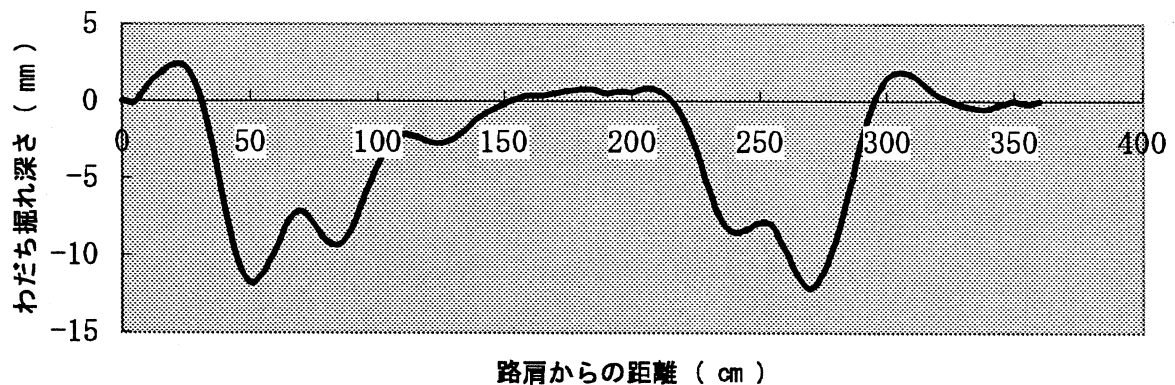


図-1. 横断形状の測定例(11断面の平均)

試験による変形係数や動的安定度とわだち掘れ量を関係づけており、両者には良い相関があるとされている³⁾。

現道のわだち掘れ量は、ある基準線からの最大深さ、つまり最大わだち掘れ深さ(mm)を用いており、わだち掘れ形状そのものの議論はほとんどなされていない。わだち掘れ形状から得られる凹凸量の面積割合やその経年変化、凹凸量が何に起因して生じているのか等を推定した報告⁴⁾は少ない。

ホイールトラッキング試験では、アスファルトの種類や混合物粒度を変化させ、試験温度、接地圧、走行速度等の影響を調査したものや、トラバース走行によるニーディングを起こさせた場合の密度変化⁵⁾、アスファルト混合物下面の引張ひずみを評価した2層モデルの試験⁶⁾等が行われている。

(2) わだち掘れの原因

アスファルト舗装の流動によるわだち掘れの原因は、外的な要因として①夏期の路面温度の上昇②重車両の特定車線への集中、内的な要因としてアスファルト混合物の流動抵抗性であるとされている⁷⁾。また、わだち掘れのタイプと要因として、①側方流動によるもの ②圧密によるもの ③路盤以下の沈下によるもの ④摩耗によるもの と分類している文献⁸⁾もある。

ここでは、既往の文献における施工直後と1年経過後の密度測定データ⁹⁾と筆者らの横断形状測定データを用いて、わだち掘れを①側方流動によるもの ②圧密によるもの ③その他によるもの と分類して解析を試みた。

(3) わだち掘れ形状における凹凸部の面積割合

図-1に北陸地方の道路で測定した施工1年6ヶ月経過後の横断形状の測定例を示す。測定箇所は平成

2年5月に表層4cmが施工されており、横断形状は平成3年10月に11断面を測定している。測定形状にはダブルわだちが明確にみられ、摩耗によるわだち掘れもあるが、流動によるわだち掘れが卓越していると推測される路面である。横断形状から、ラインとラインとを結んだ線を基準とし、下がっている部分を凹部面積、盛り上がっている部分を凸部面積としてプランメータを用いて求めた。11断面の平均値は凹部面積127cm²、凸部面積14cm²となっており、凹部面積は凸部よりかなり大きい(凸/凹=0.11)。ちなみに最大わだち掘れ深さの平均値は16mmである。

(4) わだち掘れ形状の解析

ここで横断形状の凹凸部面積を

凸部面積=(①表層の側方流動)

凹部面積=(①表層の側方流動)+(②表層+基層の圧密)+(③その他)

としてそれぞれの要因別の面積を算出した。③は、アスファルト安定処理を含む路盤以下の沈下と表層の摩耗を含んだ値として考える。その値は凹部の面積より①+②の面積を減じた値として求める。ここで圧密による面積を算出する仮定を以下に示す。

- ・わだち部の空隙率は施工直後より2%減少する

- ・わだち部の圧密の影響範囲は表層と基層の

厚さ10cm、幅180cm(わだち部)とする

この仮定のもとに要因別の面積を求めると

①側方流動：14cm² (11%)

②圧密：36cm² (28%)

③その他：77cm² (61%) となる。

アスファルト混合物の塑性流動を圧密+側方流動として考えると、その面積は、摩耗があることを割り引いて、わだち掘れ量の40~60%程度と推定される。この推定値からは、アスファルト安定処理を含む路盤以下の圧密、塑性変形の占める割合が大き

表-1. アスファルト混合物の配合

混合物	配合割合 (%)						粒度 (%)	
	5号	6号	7号	粗砂	細砂	石粉	2.36mm	0.075mm
密粒度13	—	38	23	28	6	5	40.5	5.3
SMA20	45	—	30	17	—	8	27.1	7.9

表-2. アスファルト混合物の性状

混合物	7入量 (%)	密度 g/cm ³	7入容積 (%)	空隙率 (%)	VMA (%)	安定度 kgf	D S 回/mm
密粒度13	5.8	2.376	13.4	3.4	16.8	1150	700
SMA20	4.8	2.417	11.3	3.4	14.7	970	1500

表-3. ホイールトラッキング試験の試験条件

項目	設定内容
供試体厚さ	5, 7.5, 10, 12.5, 15cm
供試体寸法	長さ30cm×幅30cm
走行試験輪	幅50mm, ゴム厚15mmのソリッドタイヤ
輪荷重	686 N (70kgf)
走行輪の走行速度	42回/min
試験温度	60℃
試験時間	3時間

いことが推測される。ただし、推定値はデータ数が少なく、仮定を多く含んでいるため、今後さらに検討が必要である。

空隙率等の体積変化データを用いてわだち掘れ形状の解析を行うことは、アスファルト舗装の流動現象を解明する上で有用なことでありと考える。

3. 実験方法

(1) 使用材料

実験に使用した混合物は、密粒度アスコン(13)およびストーンマスチックアスファルト(20)（以下SMA(20)と略す）である。密粒度アスコン(13)は最も一般的に使用される連続粒度の混合物として、SMA(20)は不連続粒度で動的安定度が密粒度(13)より明らかに大きなものとして選定した。表-1に使用混合物の配合を、表-2にその混合物性状を示す。SMA(20)は粗骨材に5号砕石と7号砕石を用いてギャップ粒度形態とし、より骨材のかみ合わせを発揮できる混合物としている。アスファルトはストレートアスファルト60/80を用い、添加剤は使用していない。アスファルト量の求め方は混合物によって異なり、密粒度アスコン(13)は通常のマーシャル試験での共通範囲法によって求め、SMA(20)は粒度とアスファルト量の関係で骨材空隙率が最小となる配合とした。

(2) 試験方法

表-4. 三軸圧縮試験の試験条件

項目	設定内容
供試体寸法	φ100 × H 200mm
載荷速度	1 mm/min
側圧(σ ₃): 密粒度(13)	0, 49, 98, 147, 196, 245 kPa
: SMA(20)	0, 49, 98, 196 kPa
試験温度: 密粒度(13)	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60
: SMA(20)	30, 40, 50, 60℃

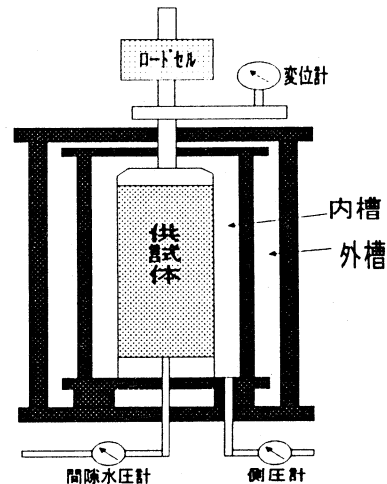


図-2. 三軸圧縮試験の構造

a) ホイールトラッキング試験

試験は、供試体の厚さを5cmから15cmまで変化させ、試験温度60℃、載荷荷重0.69 kN(70kgf)にて3時間走行させ、走行部中央の変形量を測定した。また試験後の供試体を走行方向と直角に切断し、その切断面をコピーして凹凸部の面積を求めた。表-3にホイールトラッキング試験の試験条件を示す。

ホイールトラッキング試験は、5cm厚、30cm×30cmの供試体を、60℃の温度でアスファルト混合物に比べて非常に剛性の高い鉄板に設置して1時間走行させて行うのが普通である。本研究では、流動を理論付けるための基礎資料を得る目的で、同じ鉄板上ではあるが、供試体の厚さを変化させることによって拘束条件と応力状態を変化させ、流動挙動に対するこれらの影響を検討した。

b) 三軸圧縮試験

三軸圧縮試験は土質材料の変形挙動や強度定数、特に内部摩擦角φと粘着力cを求めることなどに用いられている¹⁰⁾。舗装でも路盤材や路床材の弾性係数を求めるために繰返し三軸圧縮試験を適用している例¹¹⁾はあるが、わが国ではアスファルト混合物の評価として用いられた例¹²⁾は少ない。本研究では、現道におけるアスファルト混合物は拘束圧が作用している応力状態にあるので、拘束圧下での混合物の挙動を知る必要があることと、アスファルト混合物が基本的には粒状材的な性質を有しているはずであるとの考えのもとで、三軸圧縮試験を

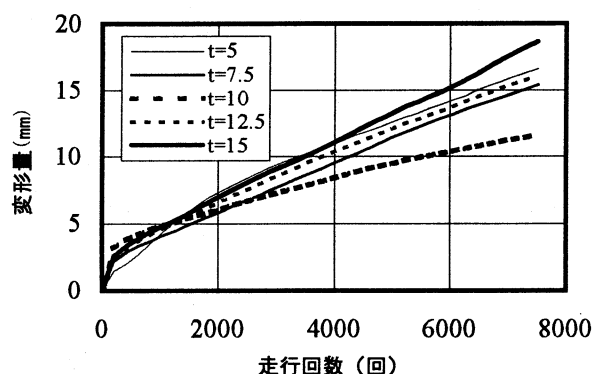


図-3. 変形量と走行回数の関係 (密粒度13)

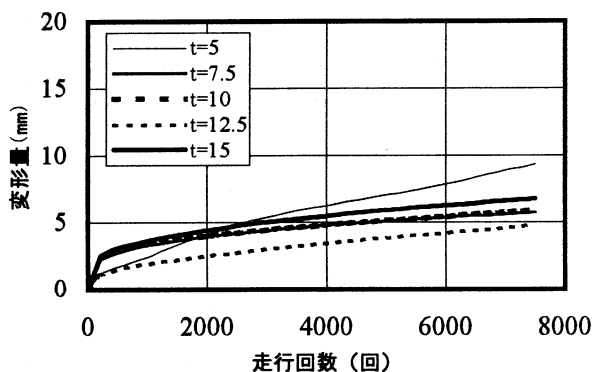


図-4. 変形量と走行回数の関係 (SMA20)

実施した。

試験は温度 (概ね $30^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$) および側圧 (概ね $0 \sim 196 \text{ kPa} : 2 \text{ kgf/cm}^2$) を変化させて、ひずみ制御、排水条件で実施した。表-4 と図-2 に三軸圧縮試験の試験条件と試験機の構造を示す。三軸圧縮試験装置は、供試体を設置し側圧をかける三軸セル内槽と、その外側に温度をコントロールする外槽の二重構造となっている。内槽には加熱ヒータが、外槽には制御温度範囲 $-20 \sim +70^{\circ}\text{C}$ の温度制御ユニットが設置してある。供試体は一軸試験用モールド内に3層に分けて材料を投入し、各層毎にマーシャルランマでマーシャル密度と同程度の密度が得られるように締め固めて作製した。この供試体をセル内に設置し、所定の温度に達してから数時間養生した後、試験を実施した。養生時間は概ね4時間程度である。

4. ホイールトラッキング試験の結果

(1) 変形量

図-3~4 に走行回数と変形量の関係を示す。3時間経過後の変形量は、密粒度アスコン(13)で5cm, 7.5cm, 10cm と供試体が厚くなるほど減少し、さらに12.5cm, 15cm と厚くなると逆に増加する傾向を示している。最終変形量としては15cm厚 $>$ 5cm厚 $\approx$ 12.5cm厚 $\approx$ 7.5cm厚 $>$ 10cm厚の順となっている。動的安定度を算出するときのように、15分間の変形量 ($d_{60}-d_{45}$, $d_{120}-d_{105}$, $d_{180}-d_{165}$) をとってみても最終

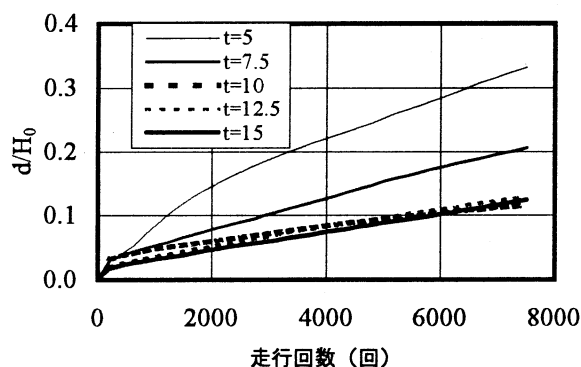


図-5. ひずみ量と走行回数の関係 (密粒度13)

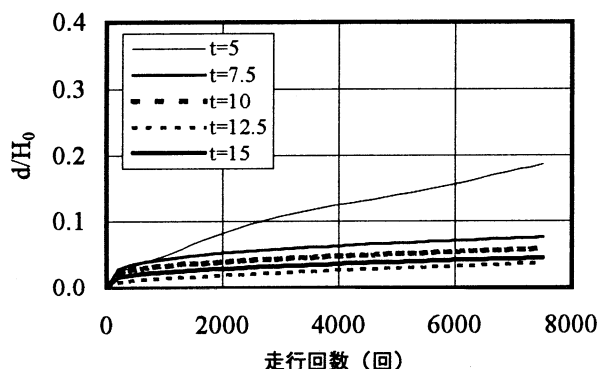


図-6. ひずみ量と走行回数の関係 (SMA20)

変形量と同じ傾向を示している。ただし、初期の15分間における変形量 ($d_{15}-d_0$) は供試体が厚いほど大きい。

SMA(20)では5cm, 7.5cm, 10cm, 12.5cm と供試体が厚くなるほど変形量は減少し、さらに15cmになると反転して増加している。変形量としては5cm $>$ 15cm $>$ 10cm $\approx$ 7.5cm $>$ 12.5cm の順となっている。SMA(20)の最終変形量は密粒度アスコン(13)の30%~60%と小さい。

(2) ひずみ量

ホイールトラッキング試験における変形量 d を供試体厚さ H_0 で除した値をひずみ量 (d/H_0) として算出した。図-5~6 にひずみ量と走行回数の関係を示す。

密粒度アスコン(13)の場合、ひずみ量はどの走行回数でも供試体が厚いほど小さな値となっている。3時間経過後のひずみ量は5cm $>$ 7.5cm $>$ 12.5cm $\approx$ 15cm $\approx$ 10cm となっている。SMA(20)の場合も同様な傾向を示し、3時間経過後のひずみ量は5cm $\gg$ 7.5cm $>$ 10cm $>$ 15cm $\approx$ 12.5cm である。供試体が厚いほどひずみ量が小さくなっているのは、供試体厚さに関わらず載荷荷重を一定としているためと考える。

供試体厚と載荷荷重、および温度を変化させて測定された変形量、ひずみ量を理論的に説明する因子を明らかにすることが、アスファルト舗装の流動現象を解明する手がかりになると考える。

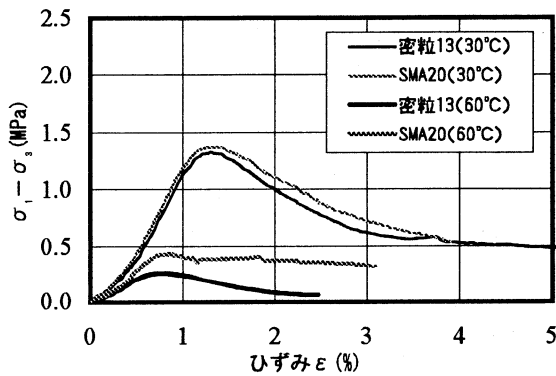


図-7. 主応力差とひずみの関係 (側圧0)

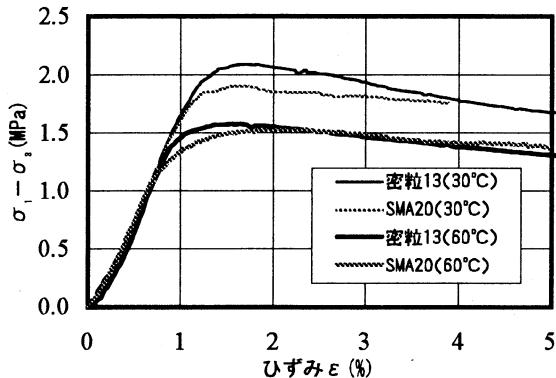


図-8. 主応力差とひずみの関係 (側圧196 kPa)

(3) 供試体切断面における凹凸部の面積

試験後の供試体切断面における凹凸部の面積をプランメータで測定した結果を以下に示す。測定結果は密粒度アスコン(13)について示す。

t=5cm	凸部 5.0cm ²	凹部 10.2cm ²	凸/凹=0.49
t=7.5cm	凸部 6.0cm ²	凹部 8.1cm ²	凸/凹=0.74
t=10cm	凸部 5.5cm ²	凹部 5.9cm ²	凸/凹=0.93
t=12.5cm	凸部 7.9cm ²	凹部 10.0cm ²	凸/凹=0.79
t=15cm	凸部 8.3cm ²	凹部 11.2cm ²	凸/凹=0.74

ホイールトラッキング試験後の供試体における凸部と凹部の面積比(凸/凹)は、現道のわだち掘れ形状からの面積比 0.11 と比較すると大きな値となっている。現道とホイールトラッキング試験とでの拘束条件の違いが原因と考えられる。

5. 三軸圧縮試験の結果

(1) 応力-ひずみ曲線

図-7に側圧0、図-8に側圧196 kPa(2kgf/cm²)の応力-ひずみ曲線を試験温度30℃と60℃の場合について示す。ここで示している応力は軸応力 σ_1 から側圧 σ_3 を差し引いた主応力差としている。応力-ひずみ曲線はピーク値とその後の挙動に、試験温度や側圧による影響がみられる。ピーク値は、温度が低く側圧が小さいほど明確に現れる。温度が高温側になるか、側圧が高くなると、ピーク後の応力低

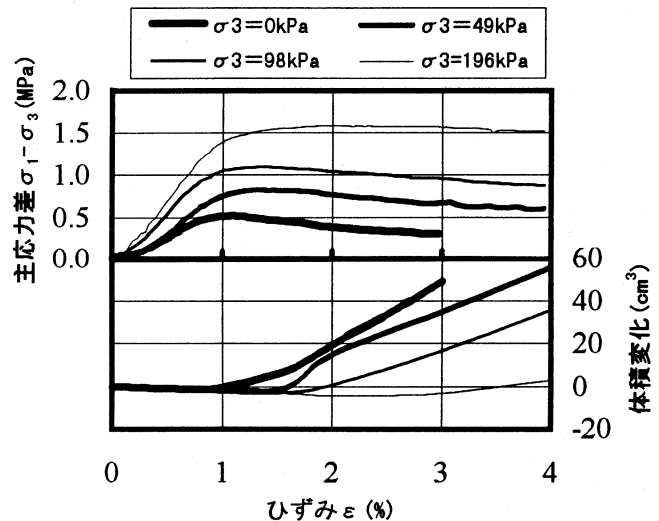


図-9. 主応力差-ひずみと体積変化(55°C, SMA)

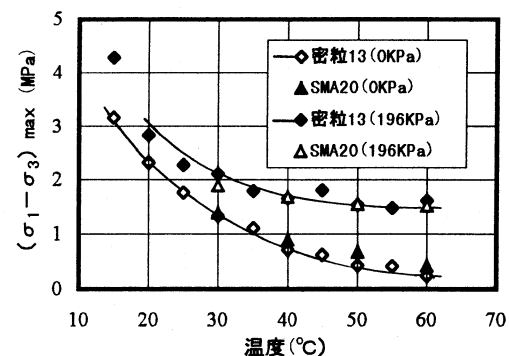


図-10. 最大主応力差と温度の関係

下が少なく、ピークが明確に現れない。この傾向は密粒度アスコン(13)の方により顕著にみられる。密粒度アスコン(13)とSMA(20)の挙動が大きく異なるのは、拘束圧が小さく試験温度が高温側の場合である。例えば側圧0で試験温度が60℃の場合、密粒度アスコン(13)のピーク値はSMA(20)の約57%程度となっている。

図-9に応力-ひずみ関係と、体積変化-ひずみ関係を示す。アスファルト混合物の軸ひずみに対する体積変化は密詰め砂のような挙動を示し、体積は一旦減少して最小値を示してから増加し続ける。ただし、アスファルト混合物の場合、体積が減少した後、膨張して初期の体積に戻るときの位置と強度のピーク位置の関係は、側圧によって変化する。側圧が小さい場合、初期の体積に戻るひずみはピーク位置とほぼ一致するが、側圧が大きくなるほどピーク値を示すひずみより大きくなる。

(2) 最大主応力差と温度の関係

図-10に側圧が0と196 kPa(2kgf/cm²)の場合のピーク値における主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\text{MAX}}$ と温度の関係を示す。最大主応力差は温度が低いほど、側圧が高いほど大きな値を示している。

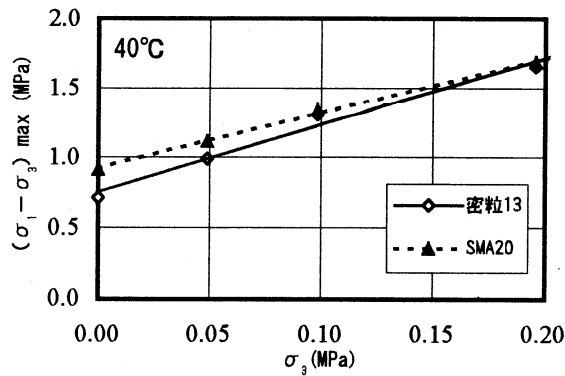


図-11. 最大主応力差と側圧の関係 (40°C)

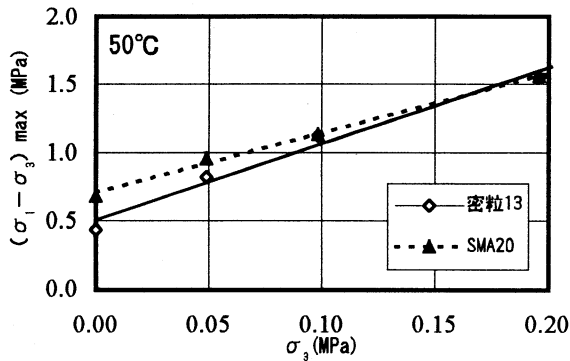


図-12. 最大主応力差と側圧の関係 (50°C)

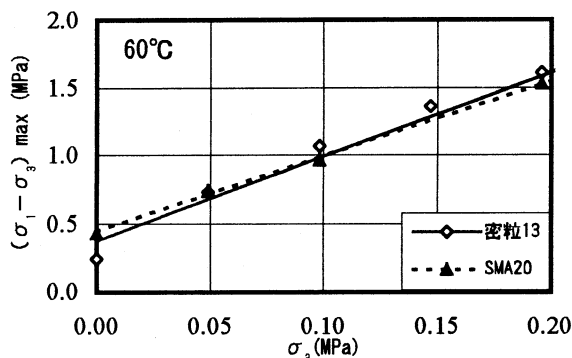


図-13. 最大主応力差と側圧の関係 (60°C)

30～60°Cの温度域においては、側圧0ではSMA(20)の方が密粒度(13)よりいくぶん大きな値を示しているが、側圧196 kPaではほぼ同程度の値となっている。最大主応力差の大きい方が流動抵抗性に優れているとすれば、ホイールトラッキング試験の変形挙動と同じように、SMA(20)が密粒度アスコン(13)より大きな最大主応力差を示す領域が側圧や温度毎に存在することになる。このことは、材料に作用する拘束圧の程度によって、SMA(20)の強度が大きい場合や、密粒度アスコン(13)が大きい場合があり、強度が逆転することを意味している。

(3) 最大主応力差と側圧の関係

図-11～13に、各温度における主応力差－ひずみ曲線の最大値 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ を、側圧を横軸としてプロットしたものを示す。SMA(20)の方が密粒度アスコン(13)より大きな最大主応力差となる側圧は温度

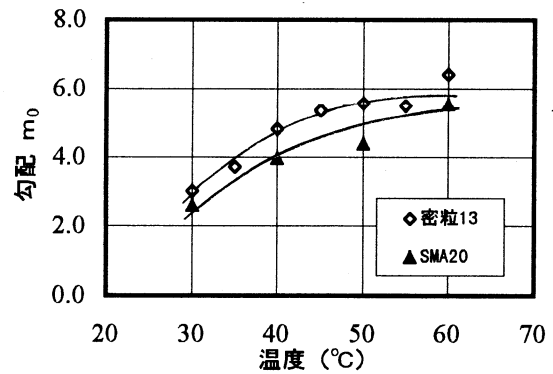


図-14. 回帰式における勾配と温度の関係

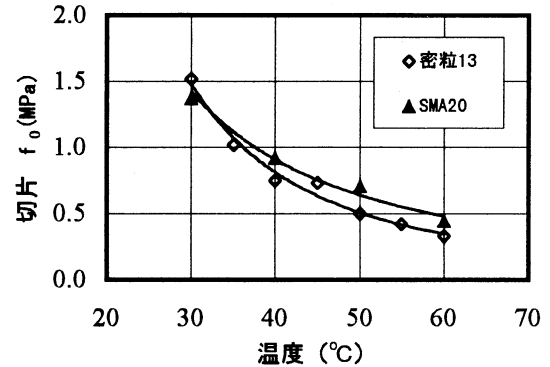


図-15. 回帰式における切片と温度の関係

毎に変化し、温度が高くなるほど小さい。密粒度(13)とSMA(20)における各回帰式の交点の側圧を求めると、温度40°C、50°C、60°Cでそれぞれ203 kPa (2.07 kgf/cm²)、174 kPa (1.77 kgf/cm²)、100 kPa (1.02 kgf/cm²)となる。

最大主応力差－側圧の関係を直線回帰させたときの勾配 m_0 を図-14に、切片 f_0 を図-15に示す。勾配 m_0 は温度が高くなるほど大きな値となり、概ね50°C付近に変化点がみられる。また、切片 f_0 は温度が高くなるほど小さな値となっている。

(4) c, ϕ による評価

最大主応力差－側圧の関係を直線回帰させたときの勾配 m_0 と切片 f_0 を用い、アスファルト混合物の強度定数として、内部摩擦角 ϕ と粘着力 c を以下の式¹³⁾で各試験温度毎に求めた。

$$\phi = \sin^{-1} \left\{ m_0 / (2 + m_0) \right\} \quad \text{式(1)}$$

$$c = f_0 / 2 \sqrt{1 + m_0} \quad \text{式(2)}$$

図-16に内部摩擦角 ϕ と温度の関係、図-17に粘着力 c と温度の関係を示す。

砂等では内部摩擦角は密に詰まったもののほど大きな値となり、内部摩擦角の大きい材料は破壊強度が大きい。密粒度アスコン(13)では、内部摩擦角 ϕ は温度が高いほど大きな値となり、アスファルトの

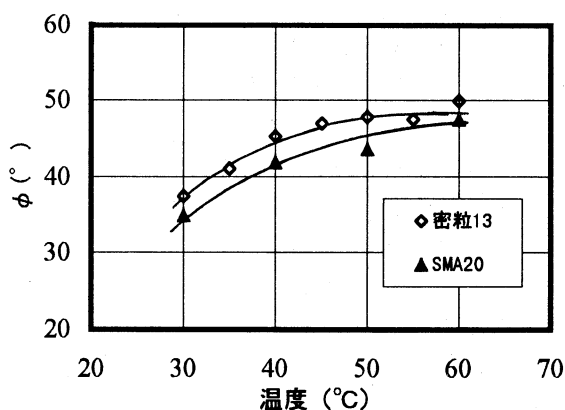


図-16. 内部摩擦角と温度の関係

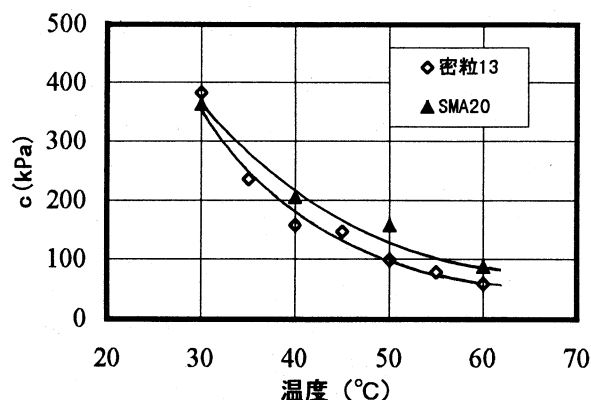


図-17. 粘着力と温度の関係

軟化点付近の温度 50°Cでほぼ一定の値となっている。一般的にアスファルト混合物は同一配あれば、高温側になるほど力学的な強度が低下する。つまり高温側になれば強度定数としての内部摩擦角 ϕ は小さくなることが想定される。しかし本三軸圧縮試験結果では、密粒度アスコン(13)、SMA(20)とも高温側になるほど内部摩擦角は大きくなっている。

一方、粘着力 c は高温側になるほど小さな値となっており、40~60°Cの温度領域では SMA(20)の方が密粒度アスコン(13)より大きな値となっている。つまりアスファルト混合物の強度を評価する場合、土質材料とは異なり、粘着力 c の影響がより大きくなると考えられる。

今回の主要なデータを比較すると

密粒度アスコン(13)

40°C : $f_0 = 753$ kPa	$m_0 = 4.8$
$c = 157$ kPa	$\phi = 44.9^\circ$
50°C : $f_0 = 503$ kPa	$m_0 = 5.6$
$c = 98$ kPa	$\phi = 47.4^\circ$
60°C : $f_0 = 327$ kPa	$m_0 = 6.4$
$c = 59$ kPa	$\phi = 49.6^\circ$

SMA(20)

40°C : $f_0 = 924$ kPa	$m_0 = 4.0$
$c = 206$ kPa	$\phi = 41.7^\circ$
50°C : $f_0 = 708$ kPa	$m_0 = 4.4$
$c = 157$ kPa	$\phi = 43.4^\circ$
60°C : $f_0 = 443$ kPa	$m_0 = 5.5$
$c = 88$ kPa	$\phi = 47.2^\circ$ となる。

また高温側になると、主応力差が拘束圧の影響を受けやすくなり、主応力差-ひずみ曲線にピーク後の応力低下が少なくなるので、アスファルト混合物は高温側では粒状体としての挙動、低温側では連続体としての挙動を示す材料であると考えられる。

6. 結論

本研究では、アスファルト混合物の流動現象を構成する因子を探り、現道におけるわだち掘れ量の推定方法を構築するために、舗装厚を変化させたホイールトラッキング試験と側圧を変化させた三軸圧縮試験を実施した。ここでは、拘束圧の違いが強度定数へ与える影響を中心に、塑性流動に関する基礎的な知見を得るための実験を行った。以下に本研究で得られた知見をまとめる。

(1) 現道とホイールトラッキング試験後のわだち掘れ形状から凸部面積と凹部面積との比を求めると、現道の方がかなり小さい値となる。

(2) アスファルト混合物の厚さを変化させたホイールトラッキング試験結果から、舗装厚が厚いからといって必ずしも変形量が大きくならないことが分かった。

(3) 側圧を変化させた三軸圧縮試験では、混合物によって最大主応力差-側圧の関係に違いがあることが分かった。よって、同一温度でも拘束圧が異なると2つの材料の強度が逆転することがある。

(4) 内部摩擦角は密粒度アスコン(13)、SMA(20)とも高温側になるほど大きくなり、50~60°C付近でほぼ一定の値となる。アスファルト混合物は高温側になるほど強度は低下するので、内部摩擦角が大きい材料の方が破壊時の強度が大きいという概念だけで、アスファルト混合物の高温時の強度を説明できない。アスファルト混合物の強度を評価する場合、粘着力 c の影響がより大きくなると考えられる。

7. あとがき

アスファルト混合物の塑性流動は、土質力学等で用いられる内部摩擦角 ϕ 、粘着力 c の一方だけを用いて単純に比較できない。また拘束圧 σ_3 を考慮していない Coulomb の式 $\tau = c + \sigma \tan \phi$ を用いて求められた内部摩擦角 ϕ と粘着力 c を代入してせん断強度 τ を求めても、ホイールトラッキング試験における変形量のような差はみられない。今後、舗装体内部の任意の位置での拘束状態を試算し、拘束圧 σ_3 を考慮したわだち掘れの推定方法を検討したい。

参考文献

- 1) 建設省道路局国道課, 建設省土木研究所: 20. 長寿命化舗装の開発, 第 50 回建設省技術研究会報告, pp. 20-1~18, 1997.
- 2) 牛尾俊介: アスファルト舗装のわだち掘れ予測方法に関する研究, 土木学会論文報告集, No. 323, pp. 151-163, 1982.
- 3) 建設省道路局企画課, 建設省土木研究所: アスファルト舗装の塑性流動に関する調査研究, 第 32 回建設省技術研究会報告, pp. 217-234, 1978.
- 4) 松野三郎, 西沢辰男, 高野啓吾: 加熱アスファルト混合物の目標とすべき動的安定度について(2), 舗装, Vo. 18-9, pp. 11-19, 1983.
- 5) 水田徹, 高橋力, 近藤陽: コンクリート版上のオーバーレイ層のわだち掘れ, 舗装, Vo. 12-8, pp. 3-12, 1997.
- 6) 井上武美, 内田精一, 井原務: 2 層モデルのホイールトラッキング試験による流動特性の検討, 舗装, Vo. 23-3, pp. 18-22, 1988.
- 7) 土木学会土構造物および基礎委員会, 「舗装工学」編集委員会: 舗装工学, pp. 280-291, 1995.
- 8) 荒井考雄, 岩井立雄: アスファルト舗装の耐流動対策に関する一考察, 道路建設, 57/3, pp. 46-53, 1982.
- 9) 坂下治雄, 和田良雄: 耐流動舗装材料の建試協における調査例, 舗装, Vo. 21-11, pp. 20-28, 1986.
- 10) (社)土木学会: 土木工学ハンドブック, Vol. 1, pp. 351-357, 1990.
- 11) 阿部長門, 雑賀義夫: 路盤材料のレジリエントモジュラス, 舗装, Vo. 29-6, pp. 9-13, 1994.
- 12) 清水浩昭ほか: 三軸圧縮試験によるアスファルト混合物の変形特性について, 第 21 回日本道路会議, pp. 274-275, 1995.
- 13) (社)土質工学会: 土質試験の方法と解説, pp. 381, 1994.

FOUNDAMENTAL STUDY ON RUTTING OF ASPHALT MIXTURE

Hitoshi TAGUCHI, Hideo OHKAWA

In this paper, it was experimented on the wheel tracking test and triaxial test in order to make new basic theory of rutting. Wheel tracking test was achieved by changing thickness of pavement. It was found to be maximum thickness of pavement to bring the minimum deformation. It was found to the range of similarities to wheel tracking test in Triaxial test. It was determined by the intercept f_0 and increment m_0 making the relationship between maximum deviator stress and confining pressure.