

応力緩和層を用いたリフレクションクラック 抑制効果に関する研究

阿部長門¹・前原弘宣²・丸山暉彦³

¹正会員 工博 東亜道路工業(株) 技術研究所 (〒 232-0033 神奈川県横浜市南区中村町 5-318)

²正会員 工修 東亜道路工業(株) 技術研究所 (〒 232-0033 神奈川県横浜市南区中村町 5-318)

³正会員 工博 長岡技術科学大学教授 環境・建設系 (〒 940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1)

このクラックの入った舗装やコンクリート版の目地上にオーバーレイを行うと、既設舗装の温度や交通荷重による動きによって早い段階でオーバーレイ層の表面にクラックが生じる。このオーバーレイ層の表面に発生するクラックを遅延させる方法として応力緩和層(Stress Absorbing Membrane Interlayer, SAMI)を中間層に用いる方法がある。

本研究は、SAMI層を用いたオーバーレイの効果を把握するために、交通荷重によるせん断方向の動きと温度による水平方向の動きをシミュレートする試験機を用いて評価を行った。この結果、温度に基づく水平方向の動きに対して SAMI の応力緩和効果が高いことが明らかとなった。

Key Words : SAMI, overlay, reflective cracking, simulation, temperature shrinkage, hysterics energy, attenuated hysterics, crack

1. はじめに

道路の舗装は、アスファルト舗装とコンクリート舗装に大別される。アスファルト舗装は建設費が安価であり、騒音や振動が小さく走行性に優れたといった長所を持っているが、わだち掘れなどの耐流動性や耐摩耗性に問題がある。コンクリート舗装は剛性が高く耐久性に富んでいるが、目地の設置に伴う騒音や振動や平坦性に問題がある。

そこで、1985年以降から舗装の長寿命化を目的とし、アスファルト舗装とコンクリート舗装を合成したコンポジット舗装の研究開発が進められている。コンポジット舗装は、基層もしくは上層路盤に剛性の高いコンクリート舗装を用いて、表層に平坦性の良いアスファルト混合物を用いた構造である¹⁾。ある面では、コンクリート舗装の補修で用いられるアスファルト混合物によるオーバーレイ工法もコンポジット舗装の一種であると考えられる。

しかし、コンクリート舗装にアスファルト混合物によるオーバーレイを行った場合、供用開始から1～2年という比較的早い時期にコンクリート版目地

部の直上にひびわれが発生することが多い。このひびわれはリフレクションクラックと呼ばれている。リフレクションクラックが発生すると、車両の走行快適性が低下するとともに、舗装内部に雨水が浸透し路盤の細粒分が流失するポンピング現象やエロージョンが発生する。この路盤中に発生した空隙や版と版の段差が、コンクリート版の角欠けなどの構造的破壊を引き起こす要因となる可能性が高い。

このため、リフレクションクラックを抑制することが重要な課題となっている。この対策工法には、コンクリート版の目地部やアスファルト混合物のクラック部にシートを接着する方法や、コンクリート版と表層のアスファルト混合物の間に応力緩和層

(Stress Absorbing Membrane Interlayer : SAMI と略す)を用いたオーバーレイ工法である褥層(じょくそう)工法などがある。シート系の補強材料を用いた試験舗装の例では、供用開始後1年から2年でクラックが発生したという報告があるが、褥層工法の場合には供用開始から5年経過してもクラックの発生はなく、比較的良好的な路面性状を保っているという報告²⁾もある。このように、アスファルト系のシ

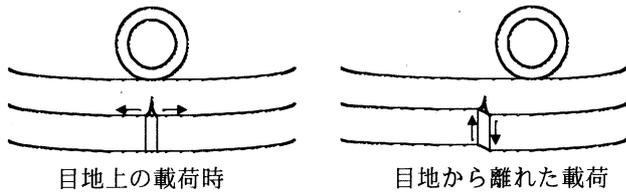


図-1 交通荷重による垂直方向の変形

ートに比べて褥層工法の優位性は経験的に明らかになっているが、これらの工法の定量的な性能の把握がなされていない。この理由として、室内試験における検討が不十分なことや、実路におけるひびわれ発生メカニズムを正確にシミュレートした室内試験方法が確立していないことなどがあげられる。

本論文では、実路におけるリフレクションクラック発生を再現する室内試験および有限要素法による構造解析を行うことにより、褥層工法のリフレクションクラック抑制効果を評価し、リフレクションクラック抑制のメカニズムを把握することが目的である。

2. リフレクションクラック

リフレクションクラックとは、既設舗装のひびわれやコンクリート版目地部の直上に発生する横断ひびわれのことである。リフレクションクラックは一般的に以下の3種類の要因によって引き起こされる。

- a) 交通荷重によるせん断変形
- b) コンクリートの温度膨張収縮
- c) コンクリート版のそりによる変形など

実際の舗装ではこの他の要因も複雑に絡み合ってリフレクションクラックの発生に至るものと考えられる。本研究では、交通荷重による垂直方向の変形と、温度膨張収縮による水平方向の変形の2種類について検討を行う。

(1) 交通荷重の影響

コンクリート版の目地部に交通荷重が載荷すると、目地部では図-1のような垂直変形が生じる。荷重が目地の直上を通過する場合には、アスファルト混合物層に曲げ変形が発生し、アスファルト混合物層下面に引張り応力が生じる。また、目地から離れた位置で荷重が作用する場合には、左右のコンクリート版の変形量の差により、曲げ応力とせん断応力の両方が作用することになる。このように、実際の舗装には交通荷重による版の曲げやせん断が繰り返され、クラックが発生するものと推測される。輪荷重が作

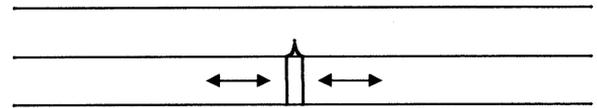


図-2 温度伸縮による水平方向の変形

用したときのコンクリート版のたわみは、コンクリート版の剛性が低い場合や路床や路盤の支持力が低いときに大きくなる。

(2) 温度による水平方向の伸縮変形

コンクリート版は、温度膨張による伸縮で発生する座屈を防ぐために、一定の間隔で膨張目地が設けられている。コンクリート版の目地部分は、図-2のようにコンクリート版の相対的な水平方向の動きにより目地幅が変動する。アスファルト混合物とコンクリート版はゴム入りタックコートによりお互いに接着して一体化した構造になっている。このため、コンクリート版に水平方向の動きが生じると、摩擦の影響によりアスファルト混合物層には応力やひずみが伝達される。コンクリート版の目地部では、相対的な変形量が大きくなり、アスファルト混合物層には応力集中が起こる。目地直上のアスファルト混合物には大きな変形が繰り返され疲労が蓄積していくものと考えられる。このように水平方向の変形が繰り返され、クラックが発生するものと考えられる。

(2) リフレクションクラック抑制方法

リフレクションクラックの抑制方法は、さまざまな角度から多数の対策方法が考えられている。抑制方法は大きく分けると表-1に示すように、オーバーレイ層の処置、コンクリート版および目地部の処置、ひびわれ抑制層の設置という3つのタイプに分類することができる。

第一に、オーバーレイ層の厚さを増加させクラックに対する抵抗性を高める方法がある。しかし、オーバーレイの層厚が増加するとクラックに対する抵抗性は高くなるものの、材料コストの増加やわだち掘れなど耐流動性の低下や嵩上げ高さの制限などの問題が出てくる。

第二に、次にコンクリート版および目地部の処置がある。この方法は、コンクリート版下を安定させ、目地部に発生する動きを小さくしようとするものである。コンクリート版の目地付近は、ポンピングなどの影響で路盤との間に空隙（エロージョン）を生じていることが多い。これを抑制するために、コンクリート版と路盤との間にブローンアスファルトを注入するアンダーシーリング工法や目地に目地材を充填する方法がある。

表-1 リフレクティブクラッキング抑制方法

種類	対策
オーバーレイ層の処置	オーバーレイ厚の増加 改質アスファルトの適用
コンクリート版および目地部の設置	版下や目地部への注入(ブローンアスファルト, 目地材など), プレクラッキング工法の適用
ひびわれ抑制層の設置	ジオテキスタイル(シール材), 金属メッシュ ジオグリッド(プラスチック, グラスファイバー), マスチックシール, 応力緩和層(SAMI)

表-2 RC防止シートの力学特性

試験項目		試験結果
引張り強さ (N)	縦方向	424
	横方向	366
伸び率 (%)	縦方向	58.6
	横方向	63.8
引裂強さ (N)	縦方向	93
	横方向	84

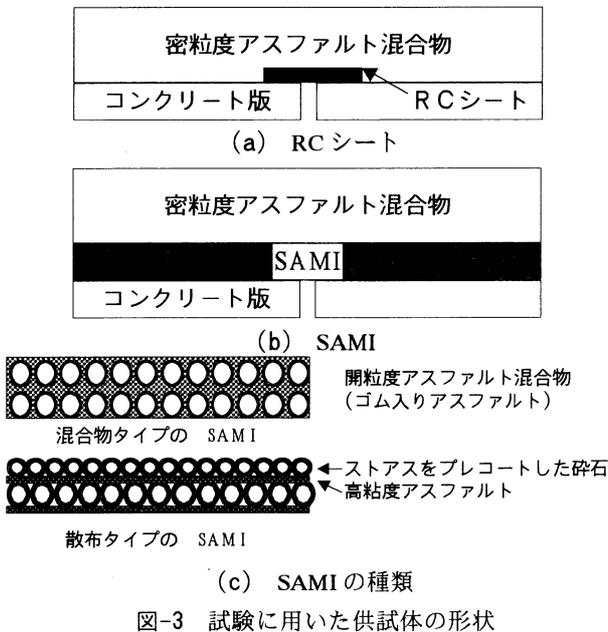


図-3 試験に用いた供試体の形状

第三に、目地部分を拘束する事によって、コンクリート版を落ち着かせる方法の他に、逆に不安定なコンクリート版に意図的にクラックを挿入しブロック化させ、転圧により落ち着かせるプレクラッキング工法がある。

第四に、表層と基層の間にひびわれ抑制層を設ける方法がある。ひびわれ抑制層は、弾性係数の大きな固い材料を使用することにより既設舗装の動きを抑制するものと、逆に弾性係数の小さな柔らかい材料を使用し既設舗装の動きを吸収するタイプの2種類がある。前者はシートやグリッドまたはメッシュをひびわれや目地部に設置するものであり、後者は粘性の高いアスファルトや開粒度アスファルト混合物による SAMI を中間層として設ける褥層工法などがある。

3. 試験に用いた供試体

本検討では、リフレクションクラック抑制工法の供試体として、リフレクションクラック防止シート(以降 RC シート)や2種類の SAMI について検討を行った(図-3参照)。

(1) RCシート

RCシートの構造は、特殊ゴム化アスファルトコンパウンドとアスファルト含浸ポリエステル不織布で構成されている。アスファルトコンパウンドは合成ゴムや合成樹脂等が添加されたもので、既設舗装とシートを接着する役割を果たす。ポリエステル不織布は強靱なもので、引張りに対する抵抗性を増加させることができる(表-2参照)。RCシートは不織布と柔軟なコンパウンドの組み合わせにより、コンクリート版の複雑な動きに対して追従することができ、リフレクションクラックの発生を抑制する。RCシートは防水の機能も有しており、目地および既存のひびわれを覆うように設置し、路盤への水の浸入をも防ぐことができる。

(2) 応力緩和層

この方法は、既設舗装のひびわれやコンクリート版の目地上に SAMI を施工し、その上に表層用混合物によるオーバーレイを行う工法である。応力緩和層の機能は次のようなものである。

交通荷重による垂直方向の変形に対して、クッション層の役割を果たし、アスファルト混合物に発生する不連続な変形を吸収する。つまり、荷重による応力を下層に均一に分散させることにより、応力の集中を抑えようとするものである。また、温度膨張収縮による既設舗装の水平方向の動きに対して、応力緩和層が応力やひずみを吸収することで、表層に伝わる応力を低減させるものである。

SAMIには、混合物タイプと散布タイプの2種類がある。混合物タイプの SAMI は、開粒度混合物であり、排水性舗装と同等の空隙率をもつ配合となっている。この空隙により応力やひずみを分散または吸収させようとするものである。なお、バインダーにはゴム系ポリマーを添加した改質アスファルトを使用している(表-3参照)。

散布タイプの SAMI は、プレコートした単粒の6号砕石と7号砕石を2層に分けて散布する前後に、高ゴム化アスファルトバインダーを噴霧し、その後転圧を行ったアーマーコート層である。バインダ

表-3 SAMI に用いたバインダー特性

試験項目		OGMIXバインダー	高ゴム化バインダー
針入度	(1/10 mm)	63	61
軟化点	(°C)	49.5	67.7
伸度	7°C	100+	—
	15°C	—	23
タフネス	(N・m)	10.48	11.02
テナシティ	(N・m)	6.47	5.35

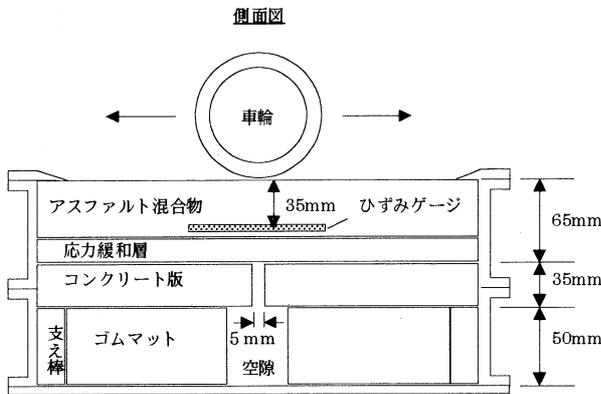


図-4 繰返し載荷試験の概念図

一は多量のゴム粉を含有しているので、弾力性に富み強力な骨材把握力を発揮する。単粒の骨材を用いることにより高い空隙率を確保し、応力緩和効果を期待できるものとなっている。

4. 繰返し載荷試験

(1) クラック貫通までの載荷回数

参考文献3)では、接地圧 755kPa (荷重 880N) 時の繰返し載荷試験で検討を行っていた。しかし、コンクリート版の損傷している区間は重荷重により破損している個所が多いので、表層に改質アスファルトを用いて接地圧を増加させた場合についても検討を行った。ただし、供試体に発生するわだち掘れ量の測定が目的でないため、試験温度を 30°C とした。

繰返し載荷試験に用いた供試体の概念図を図-4に示す。車輪の接地圧に対する混合物表面にクラックが貫通するまでの繰返し回数の関係を図-5に示す。接地圧 1.25MPa の時の表層に樹脂入り改質アスファルトを用いた密粒度(13)と排水性混合物を用いたときの繰返し回数の関係を図-6に示す。

これより、接地圧が小さい場合には混合物タイプや散布タイプの SAMI を用いた場合にクラックの発生が遅いものの、接地圧が高くなると RCシートのクラック発生が最も遅くなる。

接地圧 1.25MPa の時の密粒度(13)のストレート

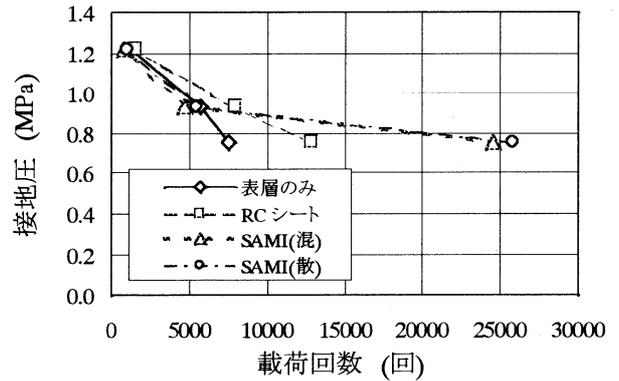


図-5 接地圧と繰返し載荷回数の関係

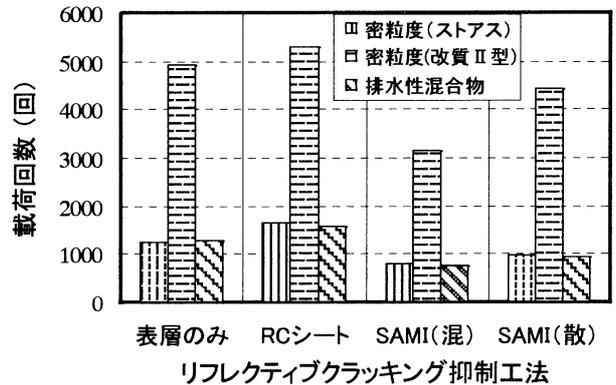


図-6 接地圧 1.25MPa の時の繰返し載荷回数

アスファルトと改質II型と高粘度バインダーを用いた排水性混合物(13)を比較すると、改質していない密粒度と排水性混合物がほぼ同程度となっており、排水性混合物は空隙が多いため高接地圧時のクラック抵抗性が小さい。これに対し、変形抵抗性の高い改質II型を用いると接地圧 1.25MPa の載荷回数とストレートアスファルトの密粒度の 0.93MPa の載荷回数がほぼ一致する。このため、荷重や接地圧に対する抵抗性を接地圧の比率に基づく関数と見なし、両者の比率 1.3 倍に輪荷重の換算輪数である 4 乗則を適用すると 2.86 倍となる。これより、同一の接地圧の場合には改質II型を用いた方がストレートアスファルトの 2.86 倍の繰返し抵抗性があると推定される。

(2) ひずみの測定結果

輪荷重を載荷したときに、アスファルト混合物側面に発生するひずみの測定結果を図-7に示す。ひずみの測定は載荷を開始した直後のものであり、動ひずみ計により波形データの収集を行った。ひずみの測定時間は 4.8 秒であり、輪荷重がコンクリート版

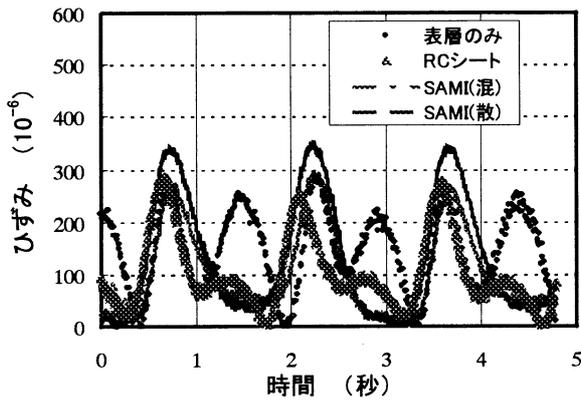


図-7 ひずみの波形データ

の目地上を3回通過したときの例で、表層にはストレートアスファルトを用いている。

ひずみ量は、いずれの場合も 300×10^{-6} 程度となっているが、散布タイプの SAMI を用いた場合にはやや大きくなっている。ひずみのデータはクラックが発生する前のものであり、散布タイプの SAMI が非常に柔らかい材料であることを示している。

ひずみ波形を比較すると、SAMI を用いていない場合には、輪荷重がコンクリート版の目地上を1回通過する際に振幅のピークが2回発生しているが、SAMI を用いた場合は振幅のピークは1回だけとなっている。SAMI を用いていない場合は輪荷重が目地上を通過する際のせん断変形が吸収されないためにこのような波形を示すものと考えられる。これに対して SAMI を用いた場合には、せん断変形が吸収されるため、曲げのひずみだけが観測されたものと考えられる。RCシートを用いた場合は、表層のみの場合と SAMI を用いた場合の中間の動きを示している。RCシートを用いることによって、せん断変形が軽減されることを示している。

5. 水平方向の伸縮試験

(1) 収縮試験

コンクリート版やアスファルト混合物の温度膨張収縮による水平方向の変形で発生するリフレクションクラックを再現する試験として、実際に温度変化を作用させリフレクションクラックを発生させることは非常に困難である。このため、コンクリート版に水平方向の振幅を強制的に与える試験方法が一般的に用いられている。水平方向の伸縮試験を行う前に実際の舗装に温度変化が作用したときのひずみを把握する必要がある³⁾。そこで、コンクリート版

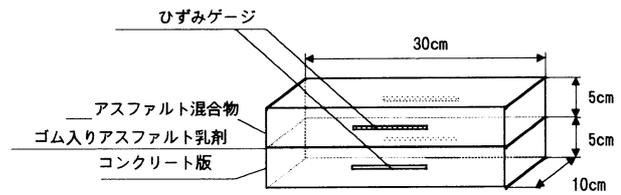


図-8 温度膨張伸縮試験の供試体寸法

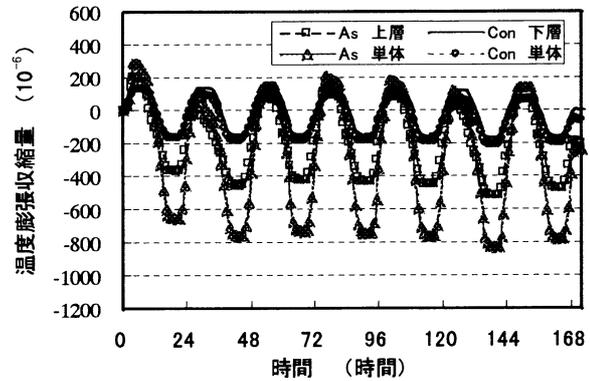


図-9 温度膨張収縮試験の結果

にアスファルト混合物をオーバーレイした供試体を作成し、これに 40°C の温度変化を与えコンクリート版やアスファルト混合物に発生する膨張収縮量を計測した。

供試体寸法を図-8に示す。なお、比較のためコンクリート版単体と、アスファルト混合物単体の供試体も用意した。寸法はホイールトラッキング試験に使用したのと同じものであり、コンクリート版の縦横の比率は実際の舗装に近い3:1である。

試験は、矩形的な温度変化で実施した。スタート時の温度を 20°C とし、はじめの3時間で 40°C まで温度を上昇させ、ここで6時間温度を一定にした後、次の6時間で温度を 0°C まで下降させるというサイクルで実験を行った。温度変化は24時間で1サイクルであり、これを7サイクル繰り返した。ひずみの計測は試験開始から終了まで20分間隔で行い、計測したひずみはデータレコーダーに自動的に記録した。なお、測定データは供試体両側のひずみを平均化したものである。

図-9に温度膨張収縮試験の測定結果を示す。コンクリート版の温度膨張収縮は、アスファルト混合物と接着した複合体と単体の場合で、両者はほとんど同様な挙動を示している。コンクリート版は剛性が高いため、アスファルト混合物の接着に影響されずに膨張収縮を繰り返すものと考えられ、コンクリート版上にアスファルト混合物のオーバーレイを施工した場合でも、コンクリート版自体に作用する温

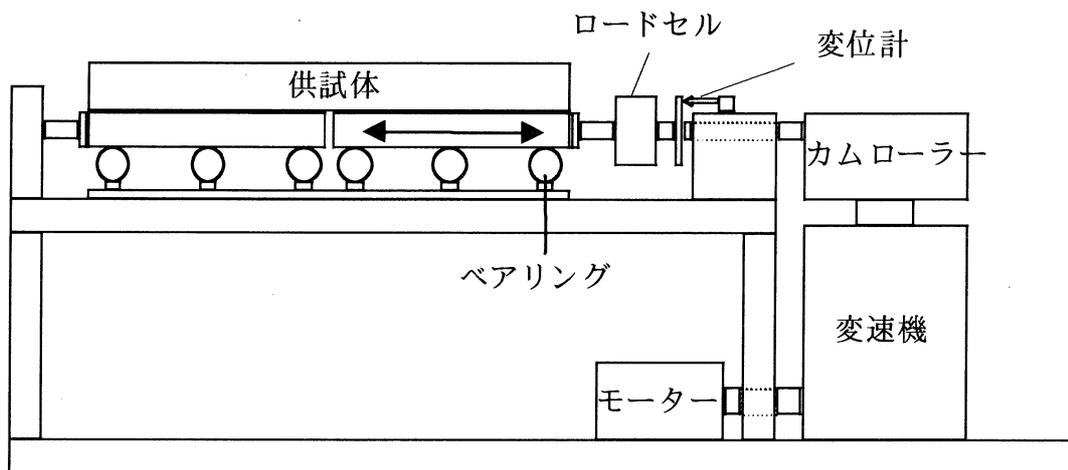
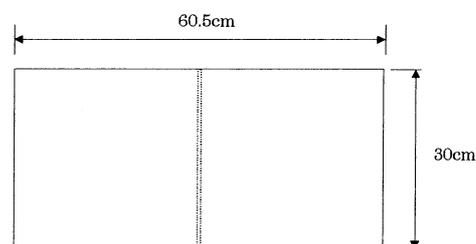


図-10 水平伸縮試験装置の概略図

表-4 各条件における材料の線膨張係数

種類	条件	線膨張係数 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
アスファルト混合物	単体	23.2
コンクリート版	単体	7.0
アスファルト混合物	上層	13.6
コンクリート版	下層	7.4



度変化によって、膨張収縮をするものと考えられる。本実験では 40°C の温度変化に対して約 300×10^{-6} のひずみが発生している。実際のコンクリート版では、膨張による座屈を防ぐために一定間隔で目地が設けられており、コンクリート版1枚の長さが 10m の場合には、 40°C の温度変化で目地部分に発生する移動量はおよそ 3mm となる。

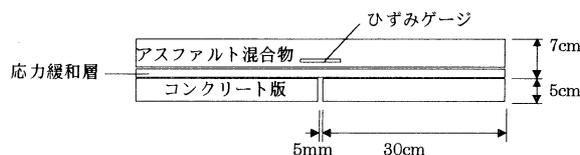


図-11 伸縮試験用供試体の寸法

アスファルト混合物の複合体と単体の挙動は明らかに異なっており、アスファルト混合物とコンクリート版の複合体のアスファルト混合物のひずみ量は $500 \cdot 10^{-6}$ で、アスファルト混合物単体のひずみ量の 900×10^{-6} よりかなり小さい。複合体では、アスファルト混合物とコンクリート版との摩擦の影響を受けて、アスファルト混合物の膨張収縮が抑制されている。

ト混合物自体の動きは、コンクリート版による拘束の影響を強く受けている。

実際の舗装では、表層のアスファルト混合物層は縦断方向に連続した構造になっていることから、舗装体に温度変化が生じた場合にはアスファルト混合物にはひずみが発生せず、内部応力が発生するものと考えられる。

図-9の膨張収縮結果より、コンクリート版では原点に対して対称な形状となっているが、アスファルト混合物は測定結果の変動が大きく、実験終了時にひずみが0に戻らず、残留ひずみが発生している。

(2) 水平伸縮試験による評価

各条件における材料の線膨張係数を表-4に示す。アスファルト混合物の線膨張係数は、コンクリート版の線膨張係数の2~3倍となっている。アスファルト混合物の線膨張係数は大きいものの、応力やひずみを緩和する性質を持っているため、アスファル

ここで開発した水平方向の伸縮試験装置の概略を図-10に示し、試験に用いた供試体寸法を図-11に示す。この試験装置は、コンクリート版中に埋め込んだアンカーにて片側を固定し、片側を可動とする装置である。これは、モーターの回転数を変速機で減速し、カムローラによって1周期2時間の遅い伸縮変位を強制的に与える変位制御式の試験装置である。

供試体は、目地間隔 5mm となるようにアンカー

表-5 伸縮試験の供試体の種類

番号	種類
①	表層のみ
②	RCシート+表層
③	SAMI (混合物タイプ)
④	SAMI (散布タイプ)

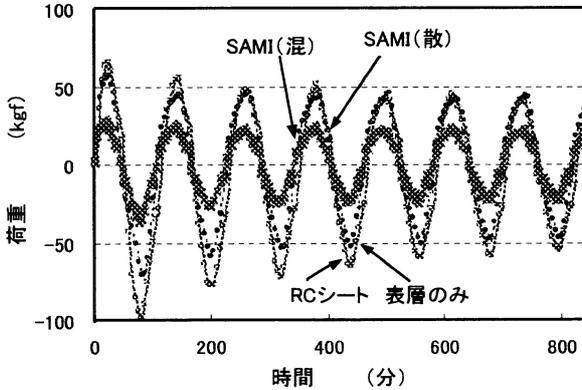


図-12 伸縮試験で得られた荷重

となるボルトを挿入しコンクリートを打設し、養生後に SAMI と表層を打設した。アスファルト混合物の転圧には、振動ローラ(自重 300kg)を用いて表-5 に示した 4 種類の供試体を作成した。伸縮試験は、1 周期 2 時間のサイン波を 10 サイクル載荷し、比較検討を行った。

伸縮試験で測定された荷重を図-12に示す。荷重の正の値は圧縮、負の値は引張を示している。

伸縮で発生する荷重は、供試体の種類の違いにより異なり、RCシートを用いた場合では載荷開始直後において、圧縮時の荷重よりも引張の荷重がやや大きい。これは RC シートが引張りに強いことを示しているが、伸縮が繰り返されて RC シートがたるみ、引張り抵抗が減少するため、SAMI なしの結果と同様な反応を示している。混合物タイプと散布タイプの SAMI は、表層のみの場合と比較して伸縮で発生する荷重の減少がほとんどない。

荷重-変位曲線から得られる伸縮時の損失エネルギーについての概念⁴⁾は図-13の様になる。弾性体の荷重-変位曲線は 1 本の直線状になるが、粘弾性体では伸縮の際にエネルギーを消費するため、荷重-変位曲線はループ状のヒステリシス曲線となる。

各供試体の荷重変位曲線を図-14に示す。各供試体の履歴減衰率と減衰エネルギーの比較を図-15に示す。

これを見ると、減衰エネルギー ΔW および等価弾性エネルギー W は、表層のみや RC シートの供試体よりもいずれの SAMI を用いた供試体の方が小

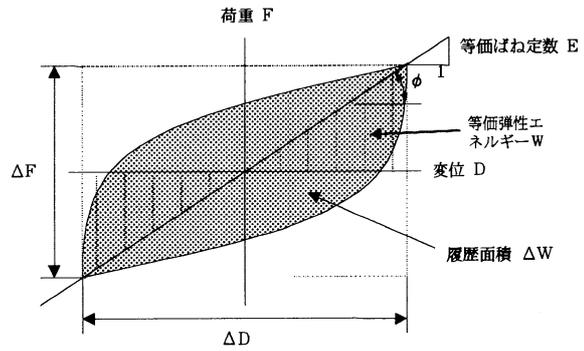


図-13 減衰エネルギーとばね定数の概念図

等価ばね定数 E :

$$E = \frac{\Delta F}{\Delta D}$$

減衰エネルギー ΔW : 履歴(ヒステリシス)曲線に囲まれる面積

等価弾性エネルギー W :

$$W = \frac{\Delta F \times \Delta D}{8}$$

履歴減衰率 h :

$$h = \frac{1}{2} \tan \phi = \frac{1}{4\pi} \frac{\Delta W}{W}$$

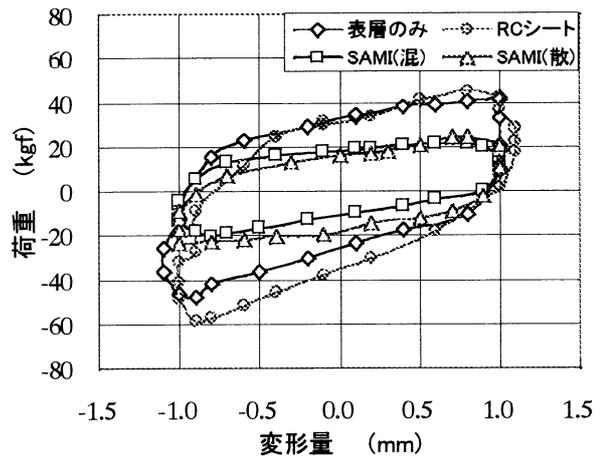


図-14 各供試体の荷重変位曲線

さくなっている。変位一定条件において、伸縮で発生する荷重が小さくなると減衰エネルギーも小さくなる。また、等価弾性率は材料の堅さを示すものであり、この値が小さければ材料の変形が容易なることを示している。つまり、SAMI を用いるとコンクリート版が伸縮した時に発生するエネルギーが抑制されていることを表している。

また履歴減衰率は、一定の等価弾性エネルギーのもとで減衰するエネルギーの割合を示すもので、応力の緩和能力を表す指標と考えられる。

この結果、いずれの SAMI を用いた場合でも表層のみや RC シートよりも履歴減衰率が 10% 以上大きく、厚みのある SAMI が最も効果的である。

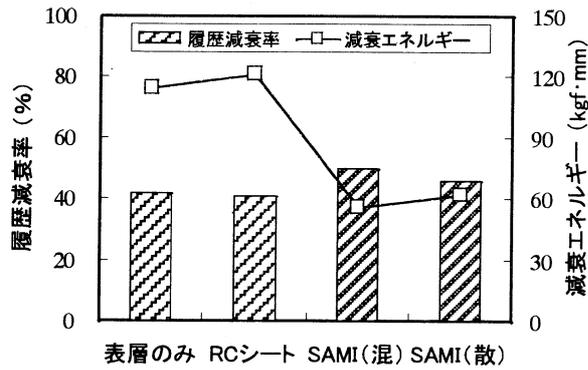


図-15 履歴減衰率と減衰エネルギーの比較

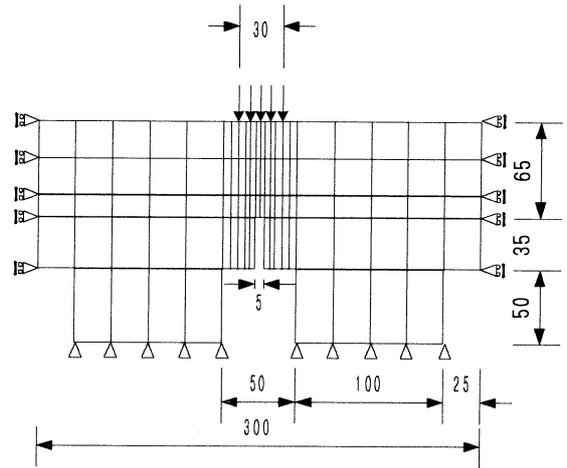


図-16 有限要素解析に用いたモデル

6. モデル解析

(1) はじめに

コンクリート版とアスファルト混合物層の間に設けたRCシートやSAMIの効果について、理論的な検討を行うために有限要素法を用いてモデル解析を行う。

コンクリート版の目地付近に輪荷重が作用すると、目地部直上のアスファルト混合物層に応力集中が発生する。この応力集中がリフレクションクラック発生要因となる。本解析では、4章で検討を行った室内試験の場合で、輪荷重が目地直上に位置する場合のアスファルト混合物層内部の応力とひずみの分布を調べた。

モデル解析には、MSC社の汎用有限要素法プログラムNASTRAN for Windowsを使用し、アスファルト混合物層に生じる垂直ひずみおよび水平ひずみについて検討した。このモデルでは、8節点アイソパラメトリック要素とし、荷重点付近の要素を細かく分割している。各層の境界は粗で、すべりが発生しない条件で検討した。

拘束条件は、底面については剛性結合とし、側面についてはy方向非拘束とした。

(2) 解析結果

目地部直上におけるアスファルト混合物層の水平ひずみの分布を図-17に示す。アスファルト混合物層には曲げが作用することにより、表面には圧縮ひずみが発生し、底部には引張ひずみが発生している。水平ひずみの分布形状を見ると、アスファルト混合物層は圧縮ひずみが生じる領域がやや広く、目地部直上の切欠け部分には大きな引張ひずみの集中が見られる。この切り欠け部分への引張ひずみの集中が

リフレクションクラックの要因となることがわかった。

SAMIの有無について比較すると、荷重点付近の圧縮領域では水平ひずみの分布に大きな差は見られないが、目地部の切欠け部分においてSAMIを用いた場合のひずみ量が大きい。特に、柔らかい散布タイプのSAMIを使用した場合に引張ひずみが最も大きくなっている。また、SAMIを使用した場合には中立軸が上方に移動し、引張ひずみが発生する領域が広がっている。SAMIは表層の弾性係数に比べ小さく、柔軟な材料であるため、荷重が作用した瞬間のひずみ量が大きくなることわかる。

アスファルト混合物層下面の水平ひずみの分布を図-18に示す。アスファルト混合物層底面の引張りひずみは目地部の切欠け部分で最大値となり、目地から離れるにつれて減少している。また、目地から離れた位置においては水平ひずみはほとんど作用していない。これより、アスファルト混合物層に生じる曲げ変形が目地部に集中していることがわかる。引張りひずみの大きさは、SAMIを用いた場合に大きいですが、引張りひずみの影響範囲はSAMIの有無に関わらず同様なものになっている。

室内試験におけるクラックの発生状況を見ると、目地付近の引張ひずみが発生する範囲と一致しており、クラックの発生はアスファルト混合物の引張りひずみの影響が大きいものと考えられる。

目地直上におけるアスファルト混合物層の垂直ひずみの分布を図-19に示す。これより、荷重点付近では圧縮ひずみが分布しているが、底部の方では圧縮と引張りが逆転するため引張ひずみが発生している。アスファルト混合物層はコンクリート版と接着して一体化した構造になっているため、アスファルト混合物層はコンクリート版の変形に追従しなけれ

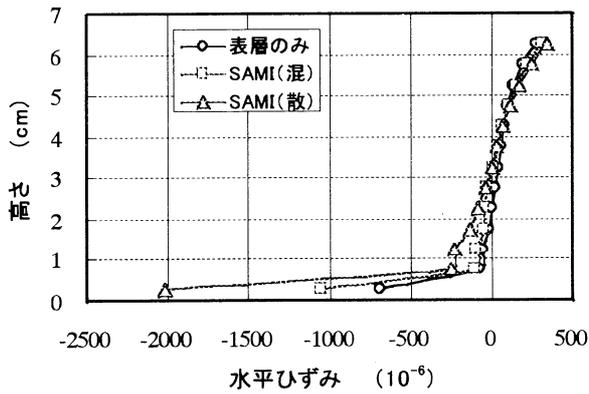


図-17 目地部直上のアスファルト混合物の水平ひずみ

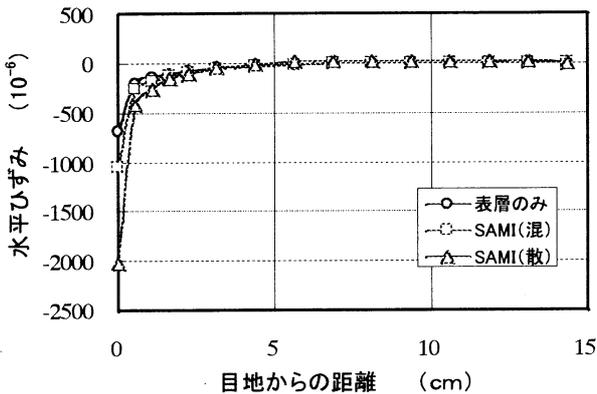


図-18 アスファルト混合物下面の水平ひずみ

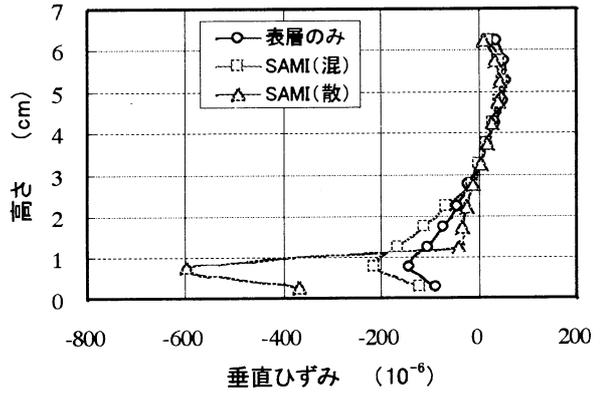


図-19 目地直上のアスファルト混合物の垂直ひずみ

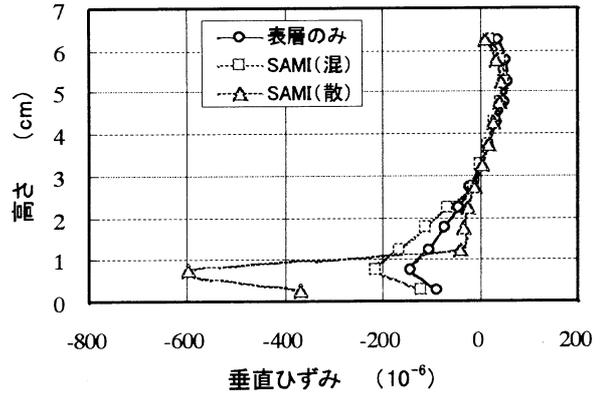


図-20 アスファルト混合物層下面の垂直ひずみ

ばならない。アスファルト混合物は横方向に連続的な構造であるに対し、コンクリート版は目地部で不連続な構造である。また、コンクリート版は剛性が高く、変形の形状は直線的なもので、目地部分の垂直方向の変形量は大きくなる。したがって、目地部直上のアスファルト混合物層下面には、垂直方向にも引張ひずみが作用することになる。引張ひずみは、柔らかい材料である SAMI で大きな値を示している。

アスファルト混合物層下面の垂直ひずみの分布を図-20に示す。目地部分では引張ひずみが作用しているが、目地から離れた場所では圧縮ひずみが発生している。ひずみの分布形状を見ると、表層のみと混合物タイプの SAMI を用いた場合には大きな差が見られないが、散布タイプの SAMI を用いた場合には明らかな違いが見られる。柔らかい散布タイプの SAMI を用いると圧縮ひずみが大きくなるが、圧縮ひずみのピークが目地から離れた位置に移動している。このことは、SAMI が曲げ変形を広範囲に分散させていることを示すものである。

7. まとめ

リフレクションクラック上に SAMI を用いたオーバーレイの効果についてまとめると以下のようになる。

1. 交通荷重が大きい場合には、垂直方向の変形に対して RC シートを用いた場合にリフレクションクラックの抑制効果が見られるが、SAMI を用いた場合にはクラックの抑制効果はなく、逆にクラックの発生が早いものになる。
2. 温度膨張収縮試験による各材料のひずみ量を比較すると、アスファルト混合物のひずみ量はコンクリート版のひずみ量の約3倍の値となっている。アスファルト混合物の温度膨張収縮量は大きいですが、応力やひずみを緩和する性質を持っているため、アスファルト混合物自体の動きは、コンクリート版による拘束の影響を強く受ける。
3. コンクリート版の水平方向の移動に対しては、SAMI を用いることにより SAMI がコンクリート版の動きを吸収し、表層に伝達される応力が緩和される。これより、アスファルト混合物に発生す

るひずみが抑制される。これに対し、RCシートを用いた場合では応力やひずみを緩和する効果が見られない。

4. 輪荷重によるせん断変形に対する有限要素法解析から、目地付近のアスファルト混合物底部には垂直方向および水平方向の双方に引張ひずみが集中することがわかった。また、SAMIを用いた場合ではSAMI自体の変形量が大きくなるため、SAMIが早期に破壊してしまう危険性がある。

謝辞：本研究は、長岡技術科学大学建設系修士2年の品田昌義(現在、新潟県庁)が主に実験などを行った成果であり、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 阿部長門, 雑賀義夫, 上浦正樹: 応力緩和層を用いたコンクリート舗装のオーバーレイ設計と供用性, Vol.31, No.6, pp.8-11, 1996.
- 2) Nagato Abe, Yoshio Saika, Masaki Kamiura, Teruhiko Maruyama: Design and performance of overlay combined with SAMI for concrete pavement, Reflective Cracking in Pavement, E & FN Spon, London, 1996.
- 3) 阿部長門: リフレクションクラックに対する欧米の新しい試み, 舗装, Vol.32, No.10, pp.17-23, 1997.
- 4) 土木学会: 動的解析の方法, 動的解析と耐震設計第2巻, pp.76-99, 1989.

(1998. 8. 20 受付)

THE RESEARCH ON REFLECTIVE CRACKING INHIBITION EFFECT USING STRESS ABSORBING MEMBRANE INTERLAYER

Nagato ABE, Hironobu MAEHARA and Teruhiko MARUYAMA

The crack is caused on the surface of the overlay layer at an early stage by the movement of the pavement with the temperature change in the pavement and the traffic load .

Using the Stress Absorbing Membrane Interlayer (SAMI) for the middle layer as a method of delaying the crack generated on the surface of this overlay layer. To understand the effect of overlay using the SAMI, the examination by which the movement by the traffic load and the temperature in the direction by horizontal shearing movement was simulated and evaluated.

As a result, the effect of high stress absorbing by SAMI became clear for the movement of horizontal direction based on the temperature.