

リフレクションクラックに関する光弾性実験

東北大学工学部 学生員 ○鈴木 良治
東北大学工学部 正 員 村井 貞規
東北大学工学部 正 員 鈴木 登夫

1. はじめに

アスファルト混合物のオーバーレイによって舗装を補修した場合、下層の舗装の変形挙動によって、オーバーレイ層にリフレクションクラックが発生する場合がある。このリフレクションクラックは補修後の舗装に対する供用寿命に大きな影響を与える。本実験では特にコンクリート舗装を、アスファルト混合物でオーバーレイした場合に、オーバーレイ層に発生するリフレクションクラックを対象にし、このような舗装構造を2次元2層および3層のモデルによって表現し、光弾性実験によりオーバーレイ層内の応力状態を定性的に検討した。

2. 実験方法

コンクリート舗装をアスファルト混合物でオーバーレイした複合舗装では、コンクリート版の目地部における垂直あるいは水平変位によって、上層のアスファルト層に過大な応力が局部的に作用しリフレクションクラックが発生する。ここでコンクリート版の目地部の垂直変位は交通荷重によって、また水平変位は温度や水分変化によって生じるものであるが、これまでの調査研究によると交通荷重による舗装の垂直変位挙動が、リフレクションクラックの発生に対して大きな影響を及ぼしていることが報告されている。そこで本実験では、載荷重を受けた複合舗装のコンクリート版の目地周辺でのアスファルト層内の応力状態、特にひび割れ破壊に関係を持つせん断応力の分布状態を光弾性実験によって検討した。

実験モデルは、実際の舗装材料であるコンクリートとアスファルト混合物の弾性率を考慮して、上層にエポキシ樹脂を、下層にフェニール樹脂を用いた2層構造と、路盤に相当する部分に硬質ゴムを用いた3層構造とした。また、2層および3層構造モデルでの上部2層の材料弾性率を1:0.15とした。これはコンクリート版の弾性率を 300000 kg/cm^2 とすると、アスファルト層の弾性率が 50000 kg/cm^2 の場合であって、実際の舗装においてリフレクションクラックが発生しやすい低温の状態に相当する。使用した材料の弾性率と光弾性感度は表-1の通りである。

実験用2層モデルの構造と寸法は図-1に示す。上層のエポキシ樹脂板の高さは4cm、6cm、8cmの3種類で、下層はコンクリート版の目地およびひび割れに相当する、幅2mm、5mm、1cm、2cmのスリットを有する高さ20cmのフェニール樹脂板である。また3層モデルでは2層モデルのフェニール樹脂板の下側10cmを、硬質ゴムに置き換えたものである。

載荷重は 96 kg で載荷幅を4cmとし、また載荷位置をスリット位置を基準に移動させることも行なった。

表-1 実験用モデルに用いた材料の弾性率と光弾性感度

材 料	弾 性 率 (kg/cm^2)	光弾性感度 (mm/kg)
エポキシ樹脂	200	1.05
フェニール樹脂	1300	—
硬質ゴム	12~30	—

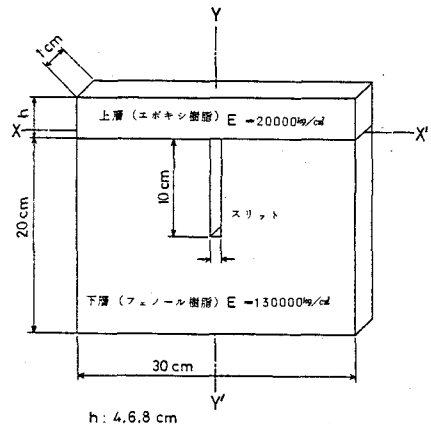


図-1 実験用モデル

3. 実験結果

(1) 上層の厚さの影響

写真-1は上層の厚さを変えて載荷実験を行なった場合の上層内部の光弾性写真の一部であり、この写真はスリット隅角部において最も高い応次数が現われた上層厚4cmのものである。この写真も含め一連の光弾性写真によれば、下層のスリット隅角部と上層下面の接触点周辺に高い応次数の等色線が発生しており、これがリフレクションクラックの原因であるせん断応力の応力集中点であることを示している。またスリット周辺のせん断応力のピーク値は、層厚にはほぼ反比例して減少していることが示された(図-2)。

(2) スリット幅の影響

コンクリート版の目地幅とリフレクションクラックとの関係を検討するために、スリット幅を変化させて載荷を行なった。写真-2はスリット幅5mmの光弾性写真である。ここでもスリット隅角部と上層下面の接触点周辺に応力集中が見られるが、そのせん断応力のピーク値はスリット幅の違いによって図-3に示す様に变化する。これによると、スリット幅が小さい場合には、せん断応力が減少していることがわかる。

(3) 路盤の影響

ここでは路盤による上層の応力状態への影響を見るために、路盤に相当する硬質ゴムを有する3層構造モデルを用いた。写真-3はそのモデルに載荷を行なった場合の光弾性写真であるが、写真-1の2層構造モデルに比べて応次数が高く、せん断応力のピーク値が高くなっていることがわかる。

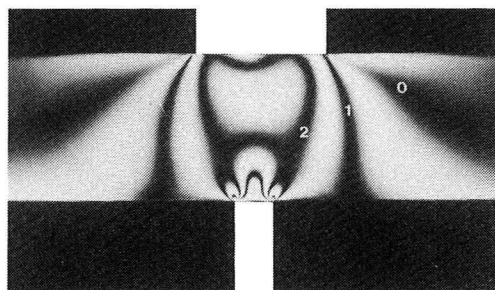


写真-1 層厚4cm スリット幅1cm 2層モデル

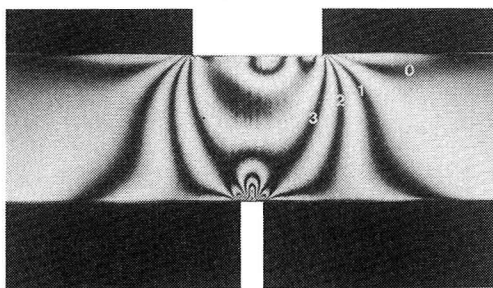


写真-2 層厚4cm スリット幅5mm 2層モデル

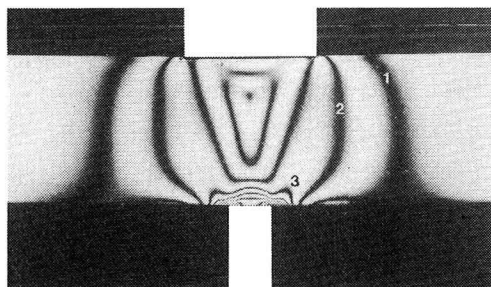


写真-3 層厚4cm スリット幅1cm 3層モデル

4. まとめ

本実験において、スリット隅角部に応力集中が生じていることが示され、そのせん断応力のピーク値は、オーバーレイ厚の増加およびスリット幅の減少に伴って、小さくなることが明らかにした。

さらに、3層構造モデルにより路盤によるオーバーレイ層の応力状態への影響が示された。

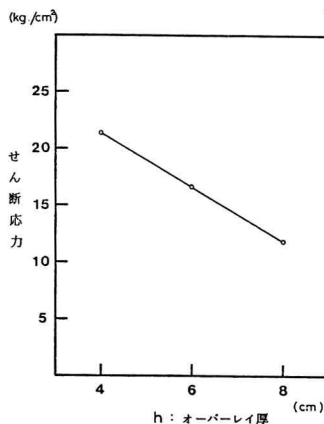


図-2 層厚とせん断応力との関係

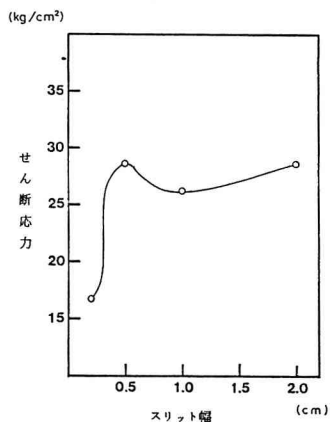


図-3 スリット幅とせん断応力との関係