

実路走行試験調査による HMS 路盤系アスファルト舗装の動的挙動と理論的構造設計法について

神戸大学大学院 工学研究科 学生員 ○古谷 卓也
 神戸大学 都市安全研究センター 正会員 吉田 信之

1. はじめに

著者らは、HMS（水硬性粒度調整鉄鋼スラグ）路盤を有するアスファルト舗装の動的挙動および耐久性を評価するために、計器埋設した実路試験舗装で荷重車走行試験を実施してきた。本報では、夏季ならびに冬季における水平ひずみの動的挙動を示し、さらにその結果から現行の理論的構造設計法について考察する。

2. 荷重車走行試験の概要^{1,2,3)}

実路試験舗装工区は姫路市飾磨区内の一般県道にあり、その舗装構成は図-1に示すように表層が50mm厚の再生密粒度アスファルト混合物(20)、中間層および基層がそれぞれ50mm厚の再生粗粒度アスファルト混合物(20)、上層路盤が100mm厚のHMS-25、下層路盤が100mm厚の再生クラッシュラン、路床は原地盤で階段粒度の礫質土である。舗装内には、ひずみ計、土圧計および熱電対を図-1に示す位置に埋設してある。荷重車走行試験は、荷重調整した20tダンプトラック（前輪1軸単輪、後輪2軸複輪）を所定の速度で走行させ、その時の土圧とひずみを計測するものである。走行位置は、図-1に示すように後輪の複輪中央が埋設計器直上を通過する中央載荷と、後輪の外輪中央が埋設計器直上を通過する外輪載荷の2種類である。本報では2005、2006、2007、2008年の夏季と2005、2008、2009年の冬季に実施した荷重車走行試験において得られた舗装温度、水平ひずみについて述べる。

3. 試験結果と考察

(1) 舗装温度

図-2に試験時の舗装温度の鉛直分布を示す。アスファルト混合物層内について見ると、夏季の場合、2005、2007、2008年では温度勾配はほぼ同じであり、平均温度はそれぞれ42.5℃、42.6℃、52.4℃である。2006年は雨天で路面温度が低かったこともあり温度勾配が緩く平均温度も35.2℃と低い。一方、冬季については調査年月に係らず温度勾配はほとんど無く、平均温度も6.5～8.4℃の範囲内に収まっており、調査年月による差はほとんどない。

(2) 水平ひずみの鉛直分布

図-3は中央載荷時に得られた水平ひずみの鉛直分布を季節別に示したものであり、荷重車速度は全てほぼ15km/hである。横軸は正が引張ひずみである。まず、2005年の夏季の結果を見ると基層下面で最大引張ひずみが生じているが、HMS層下面にも比較的大きな引張ひずみが生じていることがわかる。同

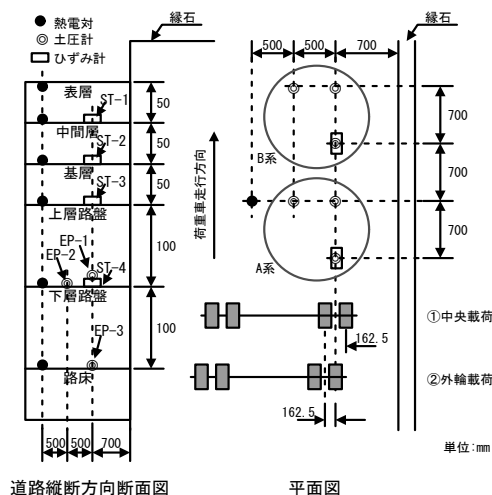


図-1 舗装断面および計器埋設位置

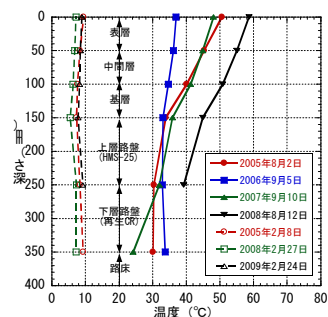
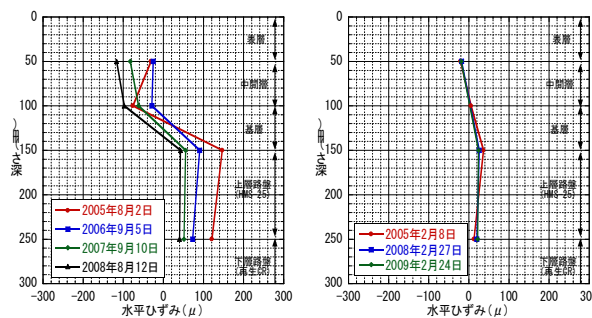


図-2 舗装温度の鉛直分布



a) 夏季 b) 冬季

図-3 水平ひずみの鉛直分布

キーワード 水硬性粒度調整鉄鋼スラグ、実路走行試験、水平ひずみ、理論的構造設計法

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学 都市安全研究センター TEL 078-803-6437

年冬季の場合も、基層下面で最大引張ひずみとなっており HMS 層下面にも引張ひずみが生じていることがわかる。ただし、夏季の場合と比べると舗装内のひずみの大きさはかなり小さい。これは、冬季ではアスファルト混合物層の温度が夏季と比べて 30°C 以上低いから、アスファルト混合物層のスティフネスが大きく撓み難くなったからである。さて、年月の経過とともに夏季の場合、基層下面および HMS 層下面に生じる引張ひずみは小さくなると同時に、両下面でのひずみの差が小さくなり 2007 年と 2008 年ではほぼ同じひずみ量になっている。これは、経年に伴う HMS の硬化の影響が表れているものと考えられる。

例えば、2007 年を 2006 年と比較するとアスファルト混合物層の平均温度は約

7°C 高く累積交通量は増加しているにも係らずひずみが小さくなっていることから頷ける。次に、冬季の場合を見てみると、水平ひずみの分布に 3 つの調査年月間で差はほとんどないことがわかる。前述したように、アスファルト混合物層の平均温度が夏季と比べて非常に低く調査年月間でほとんど差がないことから、アスファルト混合物層のスティフネスが大きく HMS の硬化の影響が隠れているのではないかと推察できる。次に、図-4 に 2005 年と 2008 年の夏季に中央載荷で車速が約 10km/h と約 25km/h のときに得られた水平ひずみの鉛直分布を示す。図より、車速が大きい方が生ずるひずみの絶対値が小さくなる傾向にあることがわかる。また、車速の大小にかかわらず、車速 10km/h の場合と同じように HMS 層下面には基層下面と同等の引張ひずみが生じていることがわかる。2008 年の車速 10km/h の場合には最大引張ひずみの発生位置は基層下面から HMS 層下面に移っている。ここには示さなかった外輪載荷の場合も同じような傾向を示している。

したがって、HMS 路盤のような硬化層を有するアスファルト舗装では、車速、走行位置、季節に関係なく HMS 層下面にアスファルト混合物層下面と同等かそれ以上の引張ひずみが発生することから、構造設計時の疲労破壊の検討に際してはアスファルト混合物層だけでなく HMS 層も対象にしておく必要があると言える。

このように HMS 路盤のような硬化層を有するアスファルト舗装では、輪荷重載荷時に車速、走行位置、季節に関係なく HMS 層下面に比較的大きな引張ひずみが生じることがわかった。したがって、設計時の疲労破壊の検討については、アスファルト混合物層だけでなく HMS 層も対象にする必要がある。

4. 理論的構造設計法の一修正案

現行の理論的構造設計法は、輪荷重載荷時にアスファルト混合物層下面に生ずる最大水平引張ひずみと路床上面に生ずる鉛直圧縮ひずみを用いて破壊基準式により破壊輪数を求め、必要破壊輪数以上になるように設計するものであり未固結粒状路盤を有するアスファルト舗装を対象としたものである⁴⁾。前提としてアスファルト混合物層で疲労破壊が発生するものと考えている。そこで現行の理論的構造設計法で HMS 層の疲労破壊の可能性も評価するように修正した設計フロー(破線が修正箇所)を図-5 に示す。ここで、疲労破壊輪数を算定する場合に疲労破壊基準式は必須要素であるが、現状では信頼性のある HMS の疲労破壊基準式は存在しない。HMS 路盤を有するアスファルト舗装の構造設計を合理的に行うためには少なくとも疲労破壊基準式の確立は急務であるといえる。

5. おわりに

本報では、実路試験舗装での荷重車走行試験結果に基づきアスファルト混合物層のみならず HMS 上層路盤層にも疲労破壊の可能性あることを示し、それに対応できるようにアスファルト舗装の理論的構造設計法の修正を提案した。更なる改良が必要であり引き続き検討していく所存である。

参考文献 1)岡本他：荷重車走行に伴い HMS 路盤系アスファルト舗装内に生ずる水平方向ひずみについて、平成 18 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集 CD, 2006. 2)宮原他：実路試験舗装において計測された HMS 路盤を有するアスファルト舗装の動的応答について、第 42 回地盤工学研究発表会発表講演集 CD, 2007. 3)福津他：荷重車走行による HMS 路盤系試験舗装の夏季における動的挙動に関する一考察、平成 20 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集 CD, 2008. 4)日本道路協会：5-3 理論的設計法，舗装設計便覧，pp.109-144, 2006.

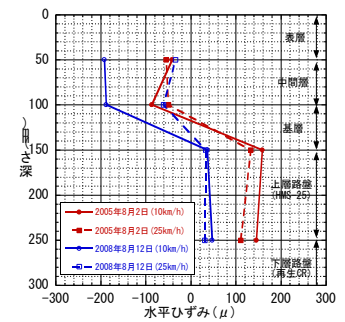


図-4 2005 および 2008 年の夏季における水平ひずみの鉛直分布

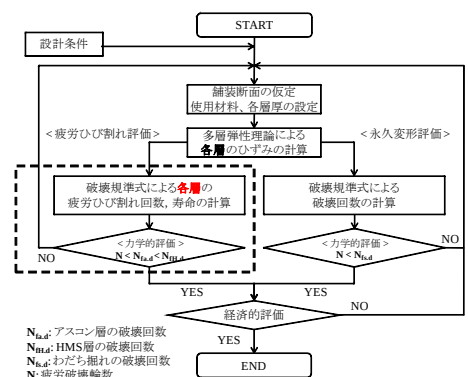


図-5 修正した構造設計フロー