線形粘弾性解析による橋面舗装の ひずみ挙動に関する研究

久利良夫¹・鎌田 修²・横田慎也³・狩野正人⁴・飛ヶ谷明人⁵

¹正会員 博(工) 阪神高速道路技術センター 企画研究部 (〒541-0054 大阪市中央区南本町 4-5-7)

E-mail : hisari@tech-center.or.jp

²正会員 博(工) 鹿島道路株式会社 技術研究所 (〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1)

³正会員 鹿島道路株式会社 技術研究所 (〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1)

⁴正会員 博(工) JIP テクノサイエンス株式会社 システム技術研究所 (〒532-0011 大阪市淀川区西中島 2-12-11)

⁵正会員 阪神高速道路株式会社 大阪建設部 設計課 (〒552-0007 大阪市港区弁天 1-2-1-1900)

橋梁上のアスファルト舗装では様々な損傷が発生しており、特に鋼床版舗装での損傷が多い。しかし、交通荷重載荷時の橋梁上のアスファルト舗装の挙動は十分に把握されているとはいえない。筆者らはこれまで、鋼床版舗装を模擬したアスファルト混合物と鋼板との複合供試体での載荷試験の結果を、線形粘弾性解析を用いて再現した。そして線形弾性解析では表現できない鋼床版舗装特有の挙動を再現することができた。本研究では、実路(実橋)モデルの線形粘弾性解析を実施し、床版構造などアスファルト舗装下面の構造の違いによる舗装体の挙動を検討した。その結果、コンクリート床版、鋼床版、土工部では交通荷重載荷時の舗装体の挙動がそれぞれ大きく異なっており、橋梁上のアスファルト舗装は土工部とは異なる損傷発生原因を有していることが示唆された。

Key Words : asphalt pavement, concrete plate deck, steel plate deck, strain, viscoelastic analysis

1. はじめに

橋面舗装の損傷は、コンクリート床版上の舗装に比べ、鋼床版上の舗装に多く発生している¹⁾。鋼床版では、その構造から、交通荷重(以下、輪荷重)の載荷位置により舗装体は様々な挙動を示すと考えられるが、その挙動を十分に把握しているとは言い難い。

これまで筆者らは、鋼板上に表基層2層のアスファルト混合物(以下、As混合物)を設置した複合の梁供試体での3点曲げ試験を実施し、荷重載荷時に発生した鋼板底面の引張ひずみ、As混合物の基層上下部、表層下部に発生する圧縮ひずみが、荷重除荷後のひずみ回復過程において、粘弾性体であるAs混合物が圧縮ひずみを生じる際の粘弾性挙動によるエネルギー損失と弾性体である鋼板のエネルギー貯蔵との差の影響(以下、鋼板(床版)の曲げ戻し)で、As混合物の圧縮ひずみが引張ひずみにまでに変化することがある現象を捉えた²⁾。これは、鋼床版舗装の橋軸方向に発生する縦ひび割れのうち、舗装表面が負曲げ状態となる縦桁上だけではなく、正曲げ状態となる縦桁のウェブとウェブの間でも発生している現象の原因とも考えられる。

そしてこの現象は線形弾性解析により再現することが難しいことから、線形粘弾性解析を用いて曲げ試験で発生し

たひずみ挙動の再現を試みた³⁾。その結果、粘弾性モデルにBurger'sモデルを適用し、As混合物に対応した材料定数を設定することにより、鋼板とAs混合物との複合供試体の曲げ試験で見られたAs混合物の圧縮ひずみが引張ひずみに変化する状況や、高温状態において床版との付着が極端に低くなった状態(解析上では床版とは未接着)では、荷重載荷当初からAs混合物に引張ひずみが発生し、除荷後の鋼板のひずみ回復過程でひずみの最大値をとること、さらにAs混合物の舗装体内に生じるひずみの最大値が荷重に対して遅れることなどの曲げ試験の結果を概ね再現することができた。

そこで、本研究では、室内の試験結果を再現した線形粘弾性解析を使用して、実路の土工部舗装、コンクリート床版舗装、鋼床版舗装を模擬したモデルを作成して、舗装下面の構造の違いによる舗装体のひずみ挙動を把握することを試みた。

2. 粘弾性解析モデルおよび解析条件

(1) 解析に使用したソフトウェア

粘弾性解析には、JIP テクノサイエンス(株)の

EPASS/USSP⁴⁾を、複素数による線形解析ができるように修正したソフトウェアを用いた。EPASS/USSP は、実設計における橋梁の解析に適用されているもので、粘弾性挙動の解析精度に関しては、文献 3)により、鋼板と As 混合物との複合梁供試体実験により確認している。

(2) 解析モデル

a) 土工部

土工部は、阪神高速道路の土工部の舗装構成⁵⁾とし、縦 10m×横 10m×深さ 10m を全てソリッド要素（8 節点 6 面体要素）でモデル化し、底部を鉛直に支持した。各層の接着は完全に接着した条件（以下、剛結）とした。土工部の解析モデルを図-1 に、層厚および各層の弾性係数、ポアソン比を表-1 に示す。節点数は 73,529、ソリッド要素数は 68,760 である。

このモデルに輪荷重を載荷し、その荷重を Y 方向の中央部で図-1 に示す X 方向に移動させた。ここで、本稿では、輪荷重の走行方向を橋軸方向、輪荷重の走行と直角方向を橋軸直角方向ということとする。

b) コンクリート床版

図-2 にコンクリート床版（以下、Con 床版）舗装の解析モデルを示す。Con 床版のモデル化は阪神高速道路で供用中の 4 径間 RC 床版橋を参考に 3 径間でモデル化した。輪荷重による影響を見る橋梁上の部位（以下、着目部位）のみソリッド要素でモデル化し、それ以外の部位はシェル要素でモデル化した。ソリッド要素モデルは橋梁上の任意の部位でシェル要素と入替えができ、影響を把握したい部位での舗装挙動を見ることができる。なお、ソリッド要素とシェル要素との境界部分は、シェル要素を上下からソリッド要素で挟み込むようにして結合した。アスファルト舗装厚は 75mm⁵⁾、Con 床版厚は 240mm とし、コンクリートの弾性係数は $3.0 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比は 0.167 とした。また、今回の解析では境界に発生するせん断応力が最も大きい状態を確認するために、As 混合物と床版との付着切れが生じていない完全接着の場合を対象としたことから、基層と床版との接着は剛結とした。

着目部位は、側径間中央部付近と中間支点付近の 2 箇所とした。また、輪荷重の移動は図-2 に示す P1 から P4 方向へ進むものとし、橋軸直角方向（Y 方向）の載荷位置は、図-3 に示す幅員構成の走行車線と、トラックの一般的な左右輪の間隔（2,060mm）とから Load A-C および Load B-C とした。

c) 鋼床版

図-4 に鋼床版舗装の解析モデルを示す。モデル化は阪神高速道路の 2 径間鋼床版箱桁橋を参考に作成し、3 径間鋼床版箱桁橋とした。解析モデルの作成では、Con 床版舗装と同様に着目部位はソリッド要素でモデル化し、その他はシェル要素でモデル化した。ただし、着目部位の

モデル化は図-4 の部分モデルのようにひずみ挙動を解析する舗装部のみを鋼床版上に設置するようにし、舗装部をソリッド要素とし鋼桁部は全てシェル要素としている。シェル要素の鋼構造部は少し粗めにメッシュ分割しているが、舗装体を含めモデル化している着目部位では鋼構造部から着目部位近傍に近づくほど分割を細かくし、舗装の直下ではソリッド要素のメッシュサイズに合うようにした。ソリッド要素とシェル要素との境界部分は、Con 床版と同様の扱いとした。アスファルト舗装厚は 80mm⁵⁾、鋼床版の板厚は 12mm とし、支点上では 14~16mm とした。鋼板の弾性係数は $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比は 0.3 とした。また、基層と床版との接着は、Con 床版と同様に剛結とした。

着目部位は、Con 床版と同様に側径間中央部付近、中間支点付近の 2 箇所とし、それぞれの部位にソリッド要素を組み込み解析した。輪荷重は、P1 から P4 方向へ進向させた。橋軸直角方向の載荷位置は、車線構成とトラックの左右輪の間隔（2,060mm）、そして鋼床版の主桁、U リブ位置を考慮して、輪荷重の影響が大きくなる位置で U リブのウェブとウェブの間に載荷輪が位置する中央分離帯から 5,195mm の箇所とした（Load A-M）。これと橋軸直角方向に載荷輪を移動し、U リブウェブ直上となる Load B-M、U リブウェブと隣の U リブウェブとの間に載荷輪が位置する Load C-M の 3 種類の載荷位置を設定した。（図-5）

(3) 輪荷重モデル

輪荷重は一輪載荷とし、これまでの研究事例など⁶⁾を参考に設置面積を 300mm×250mm、載荷荷重を 30kN とし

図-1 土工部解析モデル

表-1 土工部モデルの層厚および材料定数

	厚さ (mm)	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比
表層	40	(粘弾性特性 は表-2参照)	0.4
中間層	50		
基層	60		
上層路盤	130	300	0.35
下層路盤	200	150	0.35
路床以下	9520	100	0.4

図-2 Con 床版モデル

図-3 Con 床版における輪荷重載荷位置

図-4 鋼床版モデル

図-5 鋼床版の輪荷重載荷位置

図-6 輪荷重の接地圧分布

図-7 Burger's モデル

表-2 アスファルト混合物の定数

温度	$\eta_1(\text{N}\cdot\text{s}/\text{mm}^2)$	$\eta_2(\text{N}\cdot\text{s}/\text{mm}^2)$	$E_1(\text{N}/\text{mm}^2)$	$E_2(\text{N}/\text{mm}^2)$
40℃	20,700	22	1,545	147
60℃	20,700	10	551	145

※ポアソン比:0.4

た。また、今後 2 軸や 3 軸車、車両の連行を考慮し、ひずみ回復過程で新たな載荷が始まるような現象も対象とする予定であることから、走行速度を考慮し荷重を移動させて解析した。解析上の走行速度は渋滞時の解析で用いられる 20km/h⁸⁾とした。載荷輪は、土工部はモデルの端から端まで、Con 床版、鋼床版は、それぞれソリッド要素でモデル化している部分モデルの端から端まで走行させることとした。なお、接地圧分布は、鉛直方向に加え水平方向の力の伝達を考慮する必要があるとの報告もあるが⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾、本研究での接地圧分布は図-6 に示すように、水平方向荷重は考慮せず、進行方向には放物線分布とし、載荷輪の幅方向が凹な荷重分布とした¹¹⁾。

図-8 土工部の舗装表面ひずみ挙動

図-9 Con 床版の舗装表面ひずみ挙動

図-10 Con 床版での着目点、载荷位置の違いによる舗装表面ひずみ挙動 (温度 40°C)

(4) As 混合物の材料定数

As 混合物の材料定数は、図-7 に示す Burger's モデルを用いたこれまでの研究にて得られた結果³⁾である表-2 に示す値を用いた。なお、本研究では舗装下面の構造の違いによる舗装体挙動の特徴を把握するため、全ての As 混合物とすることとした。

3. 解析結果

解析では、ソリッド要素の橋軸方向の中央付近で载荷輪の走行方向に対するタイヤ幅の中心 (以下、輪中心部) に位置する箇所に着目 (着目点) (たとえば、図-1 の着目点) して、輪荷重の作用位置と着目点のひずみとの関係を整理した。温度は粘弾性挙動を顕著に示す 40°C と実路でのほぼ上限である 60°C とした。

(1) 土工部

土工部における輪荷重走行による着目点での舗装表面ひずみの挙動を図-8 に示す。

橋軸方向のひずみ ϵ_x は、载荷輪が着目点に近づくと引張ひずみを生じるが、着目点に輪荷重が载荷され始める少し前から圧縮ひずみが発生する。そして荷重が除荷されていくとひずみは戻っていくが、载荷輪通過後には再

び引張ひずみが発生しその後 0 付近まで回復する。また、橋軸直角方向のひずみ ϵ_y は、载荷輪が近づくにつれ圧縮ひずみが生じ、载荷輪が着目点直上を通過するのに少し遅れてひずみが最大となる。その後、ひずみは 0 付近に回復していく。発生するひずみの大きさは、60°C が若干大きいもののその差は最大で 20 μ 程度であり、土工部の舗装では、40°C、60°C と比較的温度の高い領域では、舗装体に発生するひずみ挙動はほぼ同様の傾向であり、温度による影響は小さいものであった。

(2) コンクリート床版

Con 床版における輪荷重走行による着目点での舗装表面ひずみの挙動について、側径間中央付近における Load A-C での挙動を図-9 に示す。载荷輪の橋軸方向中心 (図-6) での橋軸方向ひずみ ϵ_x は、载荷輪の進行方向の前後で圧縮ひずみ、輪直下で引張ひずみとなる。そして、このひずみの分布状態で進行していく。このため、輪荷重が着目点に载荷する直前に圧縮ひずみは最大となり、床版のひずみが回復するに従って As 混合物のひずみが圧縮から引張りに移行する、過去の研究³⁾の曲げ戻しと同じ現象が見られた。さらにその後、車輪前後部による影響と考えられる圧縮ひずみが発生した後にひずみがほぼ 0 に回復していく。一方、载荷輪の橋軸直角方向中心 (図-6) での橋軸直角方向ひずみ ϵ_y は、橋軸直角方向中心断

図-11 鋼床での温度による舗装表面ひずみ挙動
(側径間中央付近、载荷位置；Load B-M，着目点；横桁上)

図-12 鋼床版での着目部位による舗装表面ひずみ挙動
(温度；40℃，载荷位置；Load A-M，着目点；横リブ・横桁間)

図-13 鋼床版での载荷位置による舗装表面ひずみ挙動
(側径間中央付近，温度；40℃，着目点；横桁上)

図-14 鋼床版での着目点による舗装表面ひずみ挙動
(側径間中央付近，温度；40℃，载荷位置；Load B-M)

面の端部付近で圧縮ひずみを生じ、輪中心周辺では引張ひずみとなる状態で载荷輪が進行していく。また、载荷輪の走行方向に対して前側の輪端部における橋軸直角方向のひずみは一樣に圧縮ひずみを生じている。このため、 ε_y には、载荷輪が着目点に近づくときと载荷輪前部に発生している橋軸直角方向のひずみの影響と考えられる圧縮ひずみが一時的に発生し、その後载荷輪中心部の影響で引張ひずみが生じ、そして、ひずみが回復していく。

また、温度によるひずみ挙動の違いは、40℃と60℃とで大きな差異は認められない。しかし、発生するひずみは、60℃は40℃に比較して最大引張ひずみで2倍以上、圧縮ひずみでは約2倍になっている。Con床版舗装は舗装厚が75mmと薄いことから、剛性の高いCon床版上では舗装体のひずみ挙動は土工部に比べAs混合物の粘弾性特性の影響が大きく、また床版の変形挙動の影響を受けていると考えられる。

次に、着目部位と载荷位置の違いによるひずみ挙動の時刻歴を40℃にて比較した結果を図-10に示す。 ε_x 、 ε_y ともに、側径間中央着目と中間支点付近着目では、同様のひずみ挙動を示した。また、Load A-CとLoad B-Cにおいてもほぼ同様の傾向であった。これは60℃においても同様であった。Con床版は、輪荷重により床版に板曲げが生じるが、床版自体の変形は一樣で、床版に局所的な変形も生じず剛性も大きいことから、同一の温度域にお

いては、着目部位や载荷位置の違いによる影響は少ないと考えられる。

(3) 鋼床版

a) 温度による影響

鋼床版舗装における輪荷重走行による舗装表面ひずみの温度による影響について、側径間中央付近の横桁上を着目点とした場合の挙動を図-11に示す。载荷位置は、Load B-Mである。

40℃では、橋軸方向ひずみ ε_x は、载荷輪が近づくにつれて引張ひずみは大きくなるが、横桁直上に輪荷重が载荷され始めるとひずみは0付近にまで戻る。载荷輪通過後には、再び引張ひずみが発生し、その後はひずみが回復する。また、橋軸直角方向ひずみ ε_y は、载荷輪が近づくときと圧縮ひずみを生じるが、横桁により横方向の板曲げが抑えられている影響から、輪荷重が横桁上に载荷され始めると引張ひずみに転じ、その後車輪前後部の圧縮ひずみの影響を受けわずかに圧縮ひずみを生じた後にひずみが回復する挙動となる。

一方、60℃では、 ε_x は载荷輪が着目点に近づくところまでは40℃と似た挙動を示しているが、横桁上に輪荷重が载荷され始めると瞬時に引張ひずみを生じる。そして、横桁上を通過すると、圧縮方向、引張方向へとひずみが変化し、その後ひずみが回復していく。 ε_y では40℃と同

様のひずみ挙動を示しているものの、その大きさは最大引張ひずみで 40℃と比べて約 2.5 倍となっている。この ε_y に見られるひずみ挙動は、鋼板と As 混合物との複合梁供試体での実験、解析³⁾にて得られた曲げ戻しと同じ現象と考えられる。

40℃と 60℃との温度の影響による舗装表面ひずみの挙動は、土工部では大差は無く、Con 床版ではひずみの大きさは異なるものの挙動はほぼ同様の傾向であるのに対して、鋼床版ではひずみの大きさのみならず、ひずみ挙動も温度により異なる結果となった。

b) 着目部位による影響

鋼床版舗装の着目部位の違いによる舗装表面ひずみについて、温度 40℃、Load A-M、着目点を横リブ-横桁間中央としたとき、すなわち鋼床版の下面に支持する桁がない状態での着目点での挙動を図-12 に示す。

側径間中央付近、中間支点付近何れの場合でも、 ε_x 、 ε_y ともに同様のひずみ挙動を示し、そのひずみ値も大きく、土工部と似た傾向を示している。これは、鋼床版の下面に支持する桁がないことから、単純な板曲げのみによる影響が大きいとと考えられる。また、最大ひずみは側径間中央付近の方が中間支点付近より大きい。このように、鋼床版では、床版下面の床組の影響、言い換えれば、縦桁や横桁直上、桁の支持のない箇所、さらに橋梁の径間中央部や支点上などの位置の違いにより舗装表面に発生するひずみが大きく異なることが確認できた。

c) 載荷位置による影響

載荷荷重を Load A-M、Load B-M とした場合に発生する舗装表面ひずみを、側径間中央付近、着目点を横桁上としたときの挙動を図-13 に示す。温度は 40℃である。

着目点と同じ横桁上でも載荷位置が U リブウェブ上 (Load B-M) から、U リブのウェブとウェブ間 (Load A-M) になると、 ε_x は全体的に Load B-M と同じような挙動を示すが、載荷輪の着目点通過前後で引張ひずみが一時的に大きくなる。また、Load A-M の ε_y は、横桁と U リブウェブの交差部での剛性の高い場合 (Load B-M) とは異なり、床版の板曲げに伴い舗装表面には圧縮ひずみが生じ、横桁上に輪荷重が載荷されたときに一時的にひずみが戻るような挙動を示す。

ここでも、床版下面の支持条件が変化すると、舗装表面ひずみの挙動が大きく変わることが確認できた。

d) 着目点による影響

ソリッド要素でモデル化した部分モデルの中で舗装表面ひずみの挙動を見る箇所 (着目点) を変え、U リブウェブ上で着目点を横桁上としたときと、横リブ-横桁間中央としたときに発生するひずみの側径間中央付近での挙動を図-14 に示す。ここでも温度は 40℃である。なお、着目点を同一ソリッド内で変えていることから、載荷輪が着目点を通過する位置が異なる。このため、図では着

目点通過位置を同一とするために、各点の通過位置の差 (約 1.5m) をずらして図示している。

横桁上に着目した場合の ε_y は、剛性の高い Con 床版に比較的似たひずみ挙動を示しているのに対し、横リブ-横桁間中央に着目した場合には、 ε_x 、 ε_y ともに大きな圧縮ひずみが発生している。これは、図-12 と同様、横桁や横リブの支持がない箇所のため床版剛性が低いことによるものといえる。

今回は、橋軸方向の輪中心部の舗装表面に発生するひずみを示したが、橋軸直角方向の輪端部や輪近傍部におけるひずみ挙動を考慮すると、鋼床版舗装を面的にとらえた場合には、各箇所での圧縮や引張ひずみが交互に生じるより複雑な挙動を示していると考えられる。

(4) 床版ごとの深さ方向のひずみ分布

図-15～図-19 は、As 混合物の深さ方向のひずみ分布のコンター図を、土工部、Con 床版、鋼床版それぞれについて示したものである。全てのコンター図は、着目点での橋軸直角方向断面の橋軸直角方向ひずみ ε_y を示したものである。また、図は着目点を中心に幅約 2m を図示しており、深さ方向については土工部では 7 倍、Con 床版および鋼床版は 14 倍に拡大して示している。そして、着目点を載荷輪が通過した時点を中心にその前後の時間でのコンター図を示している。

図-15 の土工部では載荷輪の通過前から舗装体内に圧縮ひずみが生じ、通過時には As 混合物下部に引張ひずみが発生している。また、載荷輪を中心にひずみが一様に分散していることもわかる。これは、多層弾性理論を用いた解析で得られる結果と同様の傾向である。

図-16 の Con 床版では、載荷輪の通過前には載荷輪の左側のみ圧縮ひずみがわずかに発生しているが、これは載荷輪の右側の床版下面にハンチ部があることが影響している。通過時には載荷輪直下の舗装内部にも引張ひずみが生じ、その両端では圧縮ひずみが発生している。載荷輪通過後は、発生したひずみがしばらく残留している。

鋼床版で Load A-M で横リブ-横桁間中央を着目点とした場合 (図-17) は、載荷輪直下では圧縮ひずみが、その両端では基層位置付近まで引張ひずみが発生している。輪中心部の舗装表面ひずみは、土工部に似た挙動を示していたが、舗装体内のひずみ挙動は鋼床版の構造的特性から土工部とは大きく異なっていることがわかる。一方、Load A-M で横桁上を着目点とした場合 (図-18) は、載荷輪の通過前と通過時までは図-17 の横リブ-横桁間中央を着目点としたときと傾向は似ている。横桁で支持されていることから発生する圧縮ひずみは小さいが、載荷輪通過後は載荷輪直下の舗装中央部付近にわずかに引張ひずみが発生している。また、U リブウェブ上にタイヤが位置する Load B-M で横桁上を着目点とした場合 (図

-19) は、荷重輪直下のひずみは荷重輪の通過時に圧縮から引張ひずみに転じ、通過後は舗装中央部付近に引張ひずみがしばらく残留するひずみ分布となった。

車両の通過の前後で、同一箇所において圧縮ひずみ、引張ひずみが交互に発生し、それが繰り返されると、舗装体の内部にまで、もしくは全体におよぶひび割れが発生する原因になると考えられる。特に鋼床版では、縦桁

や横桁などの補剛材が短い間隔で入っていることから、様々な箇所でのひずみ分布が複雑に入れ替わる。そして、これが鋼床版舗装に損傷を早期に生じさせる原因の一つと考えられる。また、Con 床版、鋼床版とも、荷重輪直下でのひずみと輪両端でのひずみとが圧縮と引張とに逆転する現象が見られる。これは、橋面舗装で発生しているひび割れやずれ、ポットホールを誘発する初期の軽微

図-15 ひずみ (ε_v) コンター図【土工部 40°C】

図-16 ひずみ (ε_v) コンター図【Con 床版 40°C, 側径間中央-Load A-C】

図-17 ひずみ (ε_v) コンター図【鋼床版 40°C, 側径間中央-Load A-M, 横リブ横桁間中央着目】

図-18 ひずみ (ε_v) コンター図【鋼床版 40°C, 側径間中央-Load A-M, 横桁上着目】

図-19 ひずみ (ε_v) コンター図【鋼床版 40°C, 側径間中央-Load B-M, 横桁上着目】

な損傷を招く要因であるとも考えられる。また、Con 床版、鋼床版での舗装下面と床版との境界でのせん断応力をみると、今回の解析では Con 床版で約 0.042MPa、鋼床版で約 0.085MPa となっている。道路橋床版防水便覧では、23℃のときのせん断抵抗性は 0.15MPa 以上¹²⁾となっているが、今回の解析荷重は 30kN であり実路の大型車荷重と比較すると大きな荷重ではないこと、解析温度が 40℃であること、鋼床版では複雑なひずみ挙動を示すことを勘案すると、接着層にはさらに高いせん断抵抗性が必要となる可能性もある。

4. まとめ

本研究の結果から、土工部および Con 床版では、As 舗装より下の構造物の剛性が大きく変化することがないため、載荷位置によらず概ね同じひずみ挙動を示した。一方で、鋼床版では鋼床版の構造が複雑なことから、輪載荷位置や時間によってひずみ分布が複雑に変化することがわかり、これが鋼床版の複雑な破壊につながっているものと考えられる。これらの橋面舗装特有のひずみ挙動などから、橋面舗装特有の損傷発生原因を推定できる可能性があり、橋面舗装の損傷対策や設計法にも適用していけるものと考えられる。

本研究では、荷重条件や境界条件、温度条件等についてはある一定の条件下での解析であったが、今後は、解析手法、入力値、層界面の境界条件、実路に近い荷重条件などについてさらなる検討を行い、橋面舗装の解析精度を向上させていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 例えば 久利良夫、十名正和、田畑晶子、川上順子：鋼床版上の SMA の損傷対策に関する基礎研究、第 62 回土木学会

年次学術講演会概要集、V-100、2007.9.

- 2) 久利良夫、鎌田修、坂本康文、丹波寛夫、吉田信之：鋼床版上アスファルト舗装のひずみ挙動に関する研究、舗装工学論文集第 15 巻、pp.145-152、2010.12.
- 3) 久利良夫、鎌田修、横田慎也、狩野正人、吉田信之：線形粘弾性解析による鋼床版上アスファルト舗装のひずみ挙動に関する研究、土木学会論文集 E1 (舗装工学)、Vol.67, No.3 (舗装工学論文集 第 16 巻)、L43-L50、2011.12.
- 4) 狩野正人・田中克弘・山口隆司・北田俊行：橋梁構造物の動的弾塑性有限変位解析システムの開発、日本鋼構造協会、鋼構造年次論文報告集、Vol.13、pp.425-430、2005.
- 5) 阪神高速道路(株)：舗装設計基準、第 3 部第 4 編舗装、2002.5.
- 6) 宇佐美裕次、姫野賢治、中村俊行：自動車のタイヤ接地圧分布特性の測定に関する研究、第 50 回土木学会年次学術講演会概要集、V-247、1995.9.
- 7) 土木学会：舗装工学、pp53、1995.2.
- 8) 例えば 川谷充郎、金哲佑、野村泰稔、中田将紀、金本武重：主要国道上道路橋における交通渋滞を考慮した実態活荷重モデル、第 63 回土木学会年次学術講演会概要集、pp.645-646、2008.9.
- 9) Tielking, J.T and Roberts, F.L.: Tire Contact Pressure and Its Effect on Pavement Strain, Journal of Transportation Engineering, Vol.113, No1, pp 56-71, 1987.
- 10) 小林隆志、西澤辰男、梶川康男：鋼床版舗装の表面縦ひび割れ発生に及ぼすタイヤ荷重の影響、舗装工学論文集第 10 巻、pp.23-30、2005.12.
- 11) de Beer, M., et al.: Determination on Pneumatic Tyre/Pavement Interface Contact Stresses Under Moving Loads and Some Effects on Pavements with Thin Asphalt Surfacing Layers, Proceedings, 8th International Conference on Asphalt Pavements, Seattle, Washington, pp.179-227, 1997.
- 12) 日本道路協会：道路橋床版防水便覧、2007.4.

A STUDY OF THE STRAIN BEHAVIOR OF ASPHALT PAVEMENT ON BRIDGE BY VISCOELASTIC ANALYSIS

Yoshio HISARI, Osamu KAMADA, Shinya YOKOTA,
Masato KANO and Akito HIGATANI

In asphalt pavement on bridge, there are various damages. Many damages are reported on pavement on the steel deck plate. However, the strain behavior of the asphalt pavement of a bridge is not fully grasped. So, viscoelastic analysis was performed by using FEM simulating behaviors of bridge deck and pavement.

The results indicated that the strain behavior of pavement on earthwork and concrete slab was not changed by difference of loading position and view point and so on. On the other hand, it is cleared strain behavior of pavement on steel deck was changed complicatedly because of complexity of the structure of steel deck. It is thought this leads to the complicated destruction of pavement on steel deck and the results of this paper is used for preventive methods against damage and design method of pavement in expressway.