

### 線形粘弾性解析による鋼床版舗装のひずみ挙動に関する一検討

鹿島道路 (株)	正会員	○横田 慎也, 神下 竜三, 鎌田 修
(一財) 阪神高速道路技術センター	正会員	久利 良夫
JIP テクノサイエンス (株)	正会員	狩野 正人
阪神高速道路 (株)	正会員	篠田 隆作

#### 1. はじめに

橋梁上のアスファルト (以下, As) 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As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, 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線形粘弾性解析で再現<sup>1)</sup>し, この手法を利用して実際の鋼床版舗装を模擬したモデルを作成し, 鋼床版の載荷位置の違いによる舗装体のひずみ挙動の変化について検討してきた<sup>2)</sup>. 本報では, 鋼床版舗装のひずみ挙動についての知見をさらに深めるため, 鋼床版下面の支持条件等を変化させた際の舗装体のひずみ挙動について検討した結果について報告する.

#### 2. 粘弾性解析モデルおよび解析条件

##### 2.1 解析モデル

図-1 に解析モデルを示す. 粘弾性解析には, JIP テクノサイエンス(株)の EPASS/USSP 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を用いた. 阪神高速道路の橋梁を参考に, 3 径間鋼床版桁橋をモデル化し, 橋梁全体のうち舗装体の挙動を把握したい部分 (着目部位) を詳細モデルとしてソリッド要素とし, その他はシェル要素とした. 詳細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る. なお, 既往の研究<sup>2)</sup>では主に側径間中央付近に着目した解析結果を報告しているが, 本研究では, 中間支点付近の部位での解析結果を報告する. また, 鋼床版下面の桁等の支持条件の違いによるひずみ挙動を把握するため, 図-2 に示すように輪荷重載荷位置を U リブのウェブとウェブとの間にした場合 (ウェブ間載荷) と U リブウェブ直上にした場合 (ウェブ直上載荷) の解析を行った. さらに, 着目点 (タイヤ走行位置のある 1 点, たとえば図-1 の着目点) を横桁上とした場合と横桁-横リブ間とした場合の検討も行った. As 舗装厚は 80mm, 鋼床版の板厚は 12mm, 支点上で 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. As 混合物の材料定数は, 図-3 に示す Burger's モデルを用いた既往の研究結果<sup>1)</sup>から, 表基層ともに表-1 に示す  $40^\circ\text{C}$  および  $60^\circ\text{C}$  の値を用いた. As 混合物と床版との接着は剛結とした.

##### 2.2 輪荷重モデル

輪荷重は一輪の移動輪荷重載荷とし, 設置面積を  $300\text{mm} \times 250\text{mm}$ , 載荷荷重を  $30\text{kN}$  とし, 走行速度は  $20\text{km/h}$  とした. また, 接地圧分布は鉛直荷重のみ考慮し, 図-2 に示すように進行方向 (橋軸方向) は放物線分布とし載荷輪の幅方向

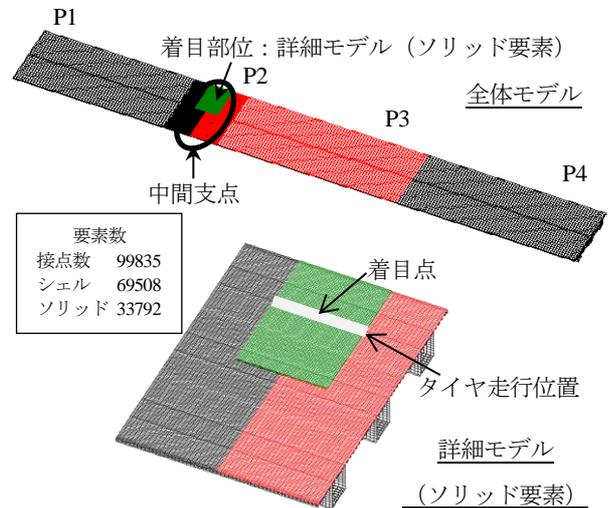


図-1 解析モデル

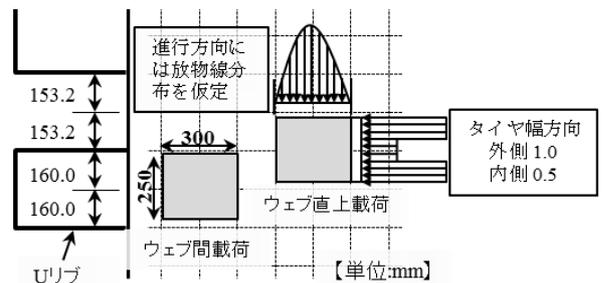


図-2 輪荷重載荷位置および接地圧分布

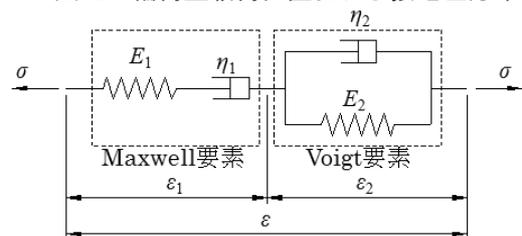


図-3 Burger's モデル

Key words : 鋼床版舗装, FEM, 線形粘弾性解析, Burger's モデル, ひずみ

連絡先 : 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1, TEL : 042-483-0541, FAX : 042-487-8796

(橋軸直角方向)は凹(外側:内側=1:0.5)な荷重分布とした。

3. 解析結果

表-1 As 混合物の材料定数

温度 (°C)	材量定数			
	$\eta_1$ (N·s/mm <sup>2</sup> )	$\eta_2$ (N·s/mm <sup>2</sup> )	E1 (N/mm <sup>2</sup> )	E2 (N/mm <sup>2</sup> )
40	20,700	22	1,545	147
60	20,700	10	551	145

3.1 温度による影響

温度の違いによる舗装表面に発生するひずみ挙動を図-4に示す。なお、橋軸方向の着目点は横リブ-横桁間中央とし、荷重載荷位置はウェブ直上載荷としている。40°Cでは、橋軸方向ひずみ( $\epsilon_x$ )、橋軸直角方向ひずみ( $\epsilon_y$ )ともに着目点にタイヤが通過するにつれて圧縮ひずみが発生し、その後は回復する傾向となった。一方、60°Cにおいては、 $\epsilon_x$ 、 $\epsilon_y$ ともに輪荷重が着目点に近づくまでは40°Cと似た挙動を示すが、着目点を通じた直後から引張方向、圧縮方向へとひずみが増加した。なお、既往の報告<sup>2)</sup>では着目点を横桁上とした際の結果を示しているが、床版下面の支持条件の違いにより、図-4と全く異なる挙動を示していることも確認している。

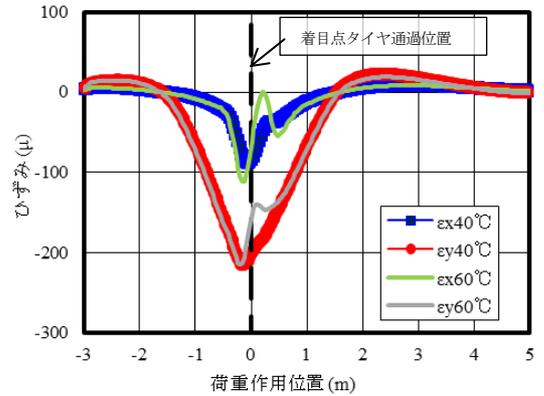


図-4 温度の違いによるひずみ挙動

3.2 輪荷重載荷位置による影響

橋軸方向の着目点を横桁上として、載荷位置を変化させた際の40°Cにおける舗装表面に発生するひずみ挙動を図-5に示す。 $\epsilon_x$ は全体的にウェブ間載荷とウェブ直上載荷とで同じような挙動を示すが、ウェブ間載荷では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。一方、 $\epsilon_y$ はタイヤ通過時点でウェブ間載荷では圧縮ひずみが生じ、ウェブ直上載荷では引張ひずみが発生した。このように、同じ着目点でも、載荷輪のわずかな移動により床版下面の支持条件が変化すると、舗装表面のひずみ挙動が大きく変化することが確認できた。

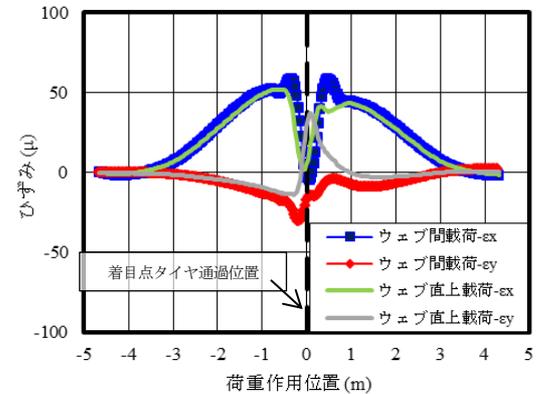


図-5 載荷位置の違いによるひずみ挙動

3.3 深さ方向のひずみ分布

鋼床版舗装の深さ方向のひずみ分布コンター図を図-6に示す。この図は、図-5において、着目点にタイヤが通過した時点の $\epsilon_y$ を示したものである。ウェブ間載荷では、載荷輪直下は表面に圧縮ひずみが発生するものの、内部では引張ひずみが発生し、その両側では圧縮ひずみが発生している。なお、着目部位を側径間中央付近とした既往の報告<sup>2)</sup>では、載荷輪直下の内部では引張ひずみは発生しておらず、着目部位の違いにより舗装内部のひずみ分布が異なることも確認している。一方、ウェブ直上載荷では、載荷輪直下には表面から内部にまで引張ひずみが、その両側に圧縮ひずみが発生することが確認できた。舗装表面ひずみと同様に、載荷位置の微妙な違いで、圧縮・引張ひずみの分布が複雑に入れ替わることから、これが鋼床版舗装の損傷を早期に生じさせる原因の一つと考えられる。

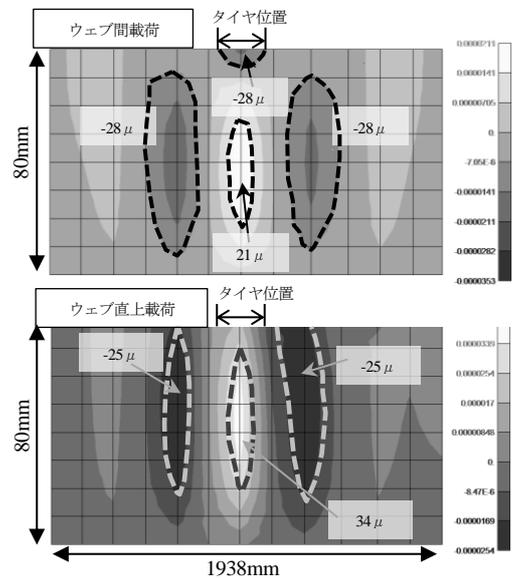


図-6 ひずみ( $\epsilon_y$ )コンター図

4. まとめ

本研究から、鋼床版の複雑な構造からアスファルト混合物の温度や載荷位置等の支持条件によって舗装に発生するひずみ挙動が複雑に変化することがわかった。今後は、層界面の境界条件や輪荷重の載荷条件等を種々変化させた検討を継続し、さらに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) 久利ほか：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.67,2011.12
- 2) 久利ほか：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,土木学会論文集E1(舗装工学),Vol.69,2013.12