

鹿島道路 (株) 正会員 ○横田 慎也, 田口 翔大, 鎌田 修
 JIP テクノサイエンス (株) 戸田 圭彦, 田中 克弘, 狩野 正人
 阪神高速技術 (株) 久利 良夫

1. はじめに

橋面舗装におけるアスファルト (以下, As) 混合物は, 輪荷重走行時に土工部とは異なる挙動を示すことが考えられる。筆者らは, 線形粘弾性解析を用いた検討を実施し, 特に鋼床版上での載荷位置によりAs混合物のひずみ挙動が複雑に変化することを確認してきた¹⁾。この際, 走行位置によっては, ひずみが圧縮から引張に大きく変化するようなケースもあり, このような場合には, 土工部のように線形弾性解析によって最大ひずみを求めるだけでは不十分であり, 輪荷重により発生する応力, ひずみを時間とともに再現できる解析手法が必要である。このような中, 筆者らは線形粘弾性解析を使用して鋼板+As混合物の複合供試体による動的曲げ試験を実施し, 実験時の挙動を再現できることを確認した²⁾。そこで, 本研究では線形粘弾性解析を用いて室内で鋼床版上のAs混合物の移動輪荷重走行試験を実施し, 輪荷重走行に対する線形粘弾性解析の再現性を確認した。

2. 検討方法

2.1 輪荷重走行試験方法

輪荷重走行試験の概略図を図-1 に示す。供試体の寸法は, 長さ 400mm×幅 75mm×高さ 62mm (As 混合物 40mm, 鋼板 12mm) の複合構造とした。鋼板と As 混合物とはエポキシ樹脂で接着させた。この複合供試体をスパン長 240mm で支持し, ホイールトラッキング試験機による走行試験を実施した。As 混合物は密粒 As 混合物(13)とし, バインダはポリマー改質 As II型を使用した。ひずみゲージは, ゲージ長 30mm のプラスチック型ゲージを用い, スパン中央部において As 混合物上面から 10mm 下の側面 (以下, 側面上側), As 混合物層下面から 10mm 上の側面 (以下, 側面下側), および鋼板底面 (以下, 底面) に設置した。走行回数は 10 回 (5 往復) とし, 結果はひずみ挙動のバラツキが比較的少ない走行回数 8~10 回目を抽出した。試験温度は 20°C, 40°C, 60°C とした。

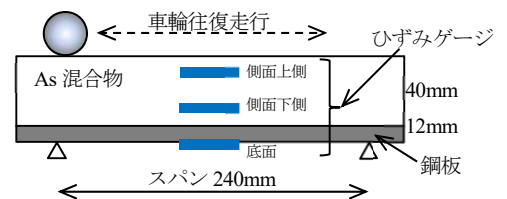


図-1 輪荷重走行試験概略図

2.1 線形粘弾性解析モデルおよび解析条件

解析には, JIP テクノサイエンス(株)の EPASS/USSP を, 複素数による線形粘弾性解析ができるように修正したソフトを用いた¹⁾。輪荷重走行試験の解析モデルを図-2 に, 輪荷重条件を図-3 に示す。接地圧分布は接地面積 (50×21mm²) での平均接地圧を 0.63MPa とした。また, 試験温度 40°C の場合に限り, 進行直角方向の接地圧分布に, 鉛直荷重に加え水平方向のせん断力を外向きに作用させた解析も実施した。この際の水平方向荷重は鉛

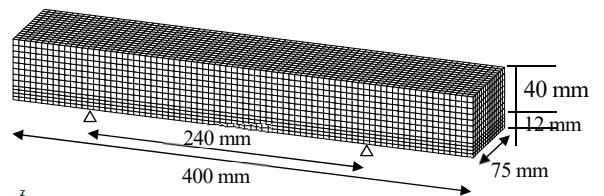


図-2 解析モデル

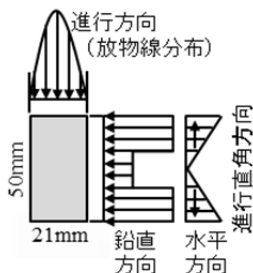


図-3 輪荷重条件

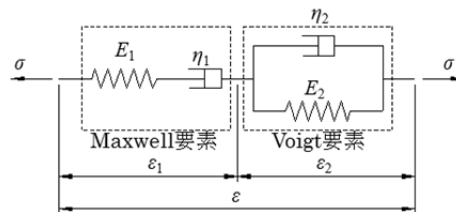


図-4 Burger's モデル

表-1 As 混合物の材料定数

| 温度 °C | 材料定数 | | | |
|----------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | η1 (N·s/mm ²) | η2 (N·s/mm ²) | E1 (N/mm ²) | E2 (N/mm ²) |
| 20 | 20,700 | 433 | 8,297 | 512 |
| 40 | 20,700 | 22 | 1,545 | 147 |
| 60 | 20,700 | 10 | 551 | 145 |

直方向荷重の30%とした。As混合物の材料定数は、図-4に示すBurger'sモデルを用いた既往の研究結果²⁾から、表-1に示す値を用いた。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、As混合物と床版との接着は剛結とした。

3. 輪荷重走行試験結果

輪荷重走行試験結果を図-5に示す。試験温度20℃では、試験輪がスパン中央に近づくにつれ、側面上側、側面下側には圧縮ひずみが、底面には引張ひずみが発生している。側面の圧縮ひずみは、試験輪が通過する際わずかにひずみが回復している。40℃でも20℃と同様の傾向を示すが、試験輪が通過する際にAs混合物のひずみは引張方向に大きく推移している。60℃ではさらに引張方向へのひずみが大きくなっている。これらは、輪荷重により供試体が曲げられた際、粘弾性特性によりエネルギーが散逸したAs混合物が、鋼板のひずみ回復過程で生じる引張側へのひずみ挙動¹²⁾と、輪荷重が直上に載荷されることによるポアソン効果でのAs混合物の側方への膨らみによる引張側へのひずみ挙動の両者が混在したもので、粘弾性特性の影響が大きく、弾性係数も小さくなる高温域でその影響が顕著に現れたと考えている。

4. 実験と解析との比較

図-5に示した実験結果のうち、側面上側ひずみについて線形粘弾性解析と比較した結果を図-6に示す。20℃では、ひずみの大きさ、ひずみ挙動ともに実験と解析とで良く一致する傾向が得られた。一方、40℃では、鉛直荷重のみを考慮した場合、ひずみ挙動は実験に近い傾向を示したものの、スパン中央を載荷輪が通過した時点で、引張ひずみが発生する状況までは再現できていない。また、60℃では引張方向ひずみが実験に比べ小さい値となっている。ここで、40℃において輪荷重に水平せん断力を考慮した場合、ひずみが引張に転ずる状況が再現でき、ひずみ挙動もよく一致する傾向が得られた。これは、試験輪の水平せん断力がAs混合物を側方に押出す作用に寄与しており、特に高温域では、その傾向が顕著に表れるということが言える。なお、側面下側、底面のひずみについても実験と解析とで良く一致する傾向が得られている。以上のように、移動輪荷重を載荷させた本実験でも線形粘弾性解析により再現できることが確認でき、鋼床版舗装のように複雑なひずみ挙動が発生する箇所においても解析ができることを示す有用な結果であると言える。

5. まとめ

本検討により、線形粘弾性解析が輪荷重走行試験時のAs混合物の挙動をも再現でき、また輪荷重条件として、鉛直方向荷重に加え水平方向荷重も考慮することでさらに再現性の高い解析が可能であることがわかった。今後も実橋モデルの解析を通じ、橋面舗装の耐久性向上に資する検討を継続していく所存である。

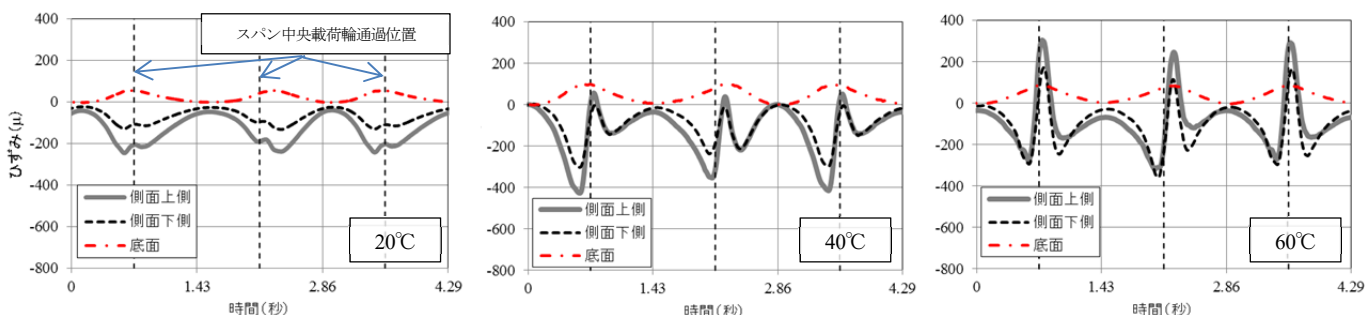


図-5 輪荷重走行試験結果

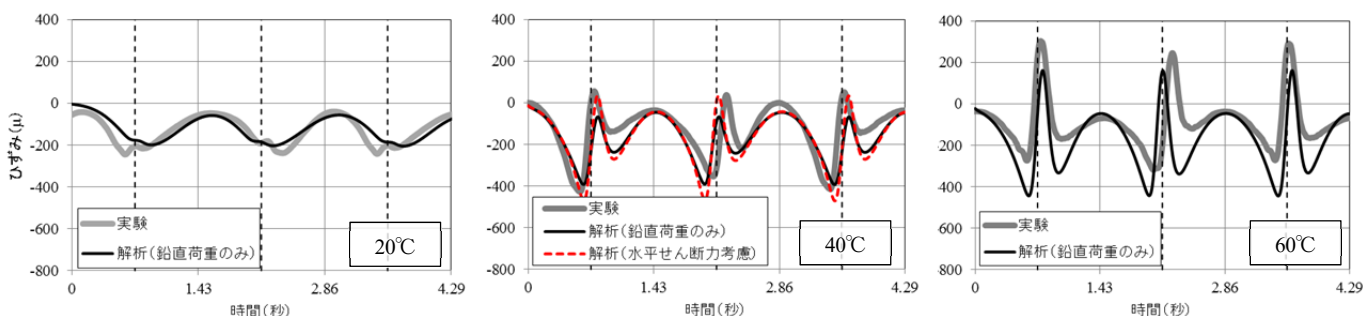


図-6 実験と解析との比較(側面上側ひずみ)

【参考文献】1) 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.

2) 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.