

弾性解析による劣化基層用アスファルト混合物のひずみ特性に与える影響に関する研究

鹿島道路 正会員 ○横田慎也 正会員 佐藤雄輔 正会員 一瀬八洋 正会員 鎌田修
阪神高速道路
阪神高速道路管理技術センター
神戸大学都市安全研究センター

正会員 飛ヶ谷明人
正会員 久利 良夫
正会員 吉田 信之

1. はじめに

供用中のアスファルト混合物（以下、As混合物）の劣化は様々な要因が複合して起こるものと考えられる。筆者らは、橋面舗装における基層用As混合物の劣化評価手法を検討するうえで、主に熱による酸化劣化（以下、熱劣化）ならびに水による離抵抗性の低下（以下、水劣化）について室内試験で再現する方法を検討している^{1) 2)}。その中で、熱、水劣化方法、およびそれぞれの劣化がAs混合物の性状に与える影響について確認してきた。本研究では、これらの検討結果を踏まえ、熱または水劣化による基層用As混合物の弾性係数の変化が、橋面舗装に生じるひずみへの影響についてFEMを用いた3次元線形弾性解析により検討した。

2. 劣化混合物の弾性係数の設定

熱、水劣化による弾性係数の設定は、熱、および水劣化供試体と劣化していない標準供試体での圧裂試験結果^{1) 2)}から、载荷荷重と変位量の比（以下、変形係数）を算出し、標準供試体と劣化供試体の変形係数を比較することにより、熱、水劣化条件での弾性係数を設定することとした。基層用As混合物の種類については、後述する鋼床版モデルを用いたFEMで検討することからグースAs混合物とすることが望ましいが、本研究では熱、水劣化の室内試験結果が得られているポリマー改質アスファルトⅡ型を使用した密粒度As混合物を用いることとした。圧裂試験結果を図-1に示す。設定する弾性係数は、応力（载荷荷重）とひずみ（変位）が線形的に挙動している破壊から離れた地点の変形係数を用いて算出した。結果を表-1に示す。この結果から、今回は標準状態における基層の密粒度As混合物の弾性係数を5,000MPaとして、標準供試体との変形係数の比から熱、水劣化条件での弾性係数を設定した。なお、表層はポーラスAs混合物を想定し、3,000MPaとした。

3. FEM モデル

今回モデル化したのは阪神高速道路で供用されている、ブラケット長が3m、横リブ間隔が約3mの上下線一体の鋼2径間連続鋼床版箱桁（3主桁）橋とした。デッキ厚は12mm、Uリブサイズは320x240x6mmである。FEMモデルを図-2に示す。なお、モデル化の条件は、以下に示す通りとした。

- 1) ダイヤフラム間を部分的に取り出したモデルにて解析を行う。境界条件はモデル両端の主桁ウェブ下端の鉛直方向に固定する
- 2) 橋軸方向には横リブ3パネル（3×3.000=9.0m）をモデル化する、
- 3) 表基層の舗装ならびにデッキプレートはソリッド要素にて、その他の主桁、Uリブ、横桁、横リブなどは板要素にてモデル化する。
- 4) 鋼材の弾性係数、ポアソン比は道路橋示方書より $E=2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 、 $\nu=0.3$ とする。また、舗装のポアソン比は、 $\nu=0.40$ とする。

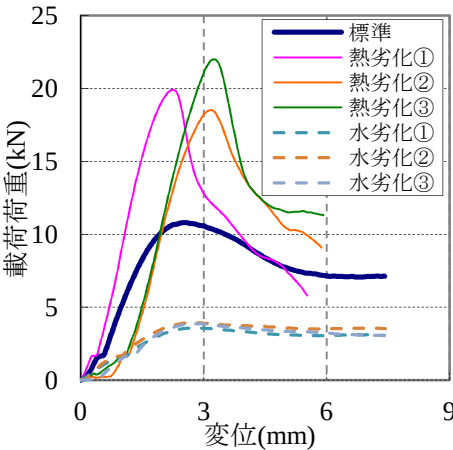


図-1 圧裂試験結果

表-1 変形係数の比較と弾性係数

供試体種類	変形係数 (N/mm)	標準供試体との比	弾性係数 (MPa)
標準	7405	-	5000
熱劣化	① 13634	1.84	8400
	② 12130	1.64	
	③ 11616	1.57	
水劣化	① 1689	0.23	1450
	② 2071	0.28	
	③ 2701	0.36	

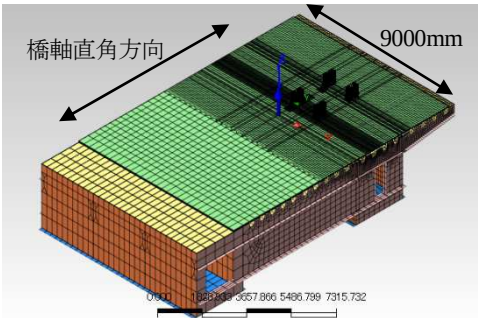


図-2 FEM モデル

Key words : アスファルト混合物, 熱劣化, 水劣化, 鋼床版, 圧裂試験, FEM

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

- 5) 要素サイズは、着目部は10mm~25mm程度、着目部近傍で100mm、その他を300mm程度でモデル化する。ソリッド要素は、デッキプレートは1層12mmとする。表基層は、それぞれ2層構造(1層20mm)とする。
- 6) 活荷重は、トラックの車輪配置を想定し図-3に示す車輪位置および輪荷重とする。また、荷重載荷位置はトラックの後後輪が横リブ上に載荷される位置とする。
- 7) 解析プログラムはMIDAS FEA Ver.2.9.5を用いる。

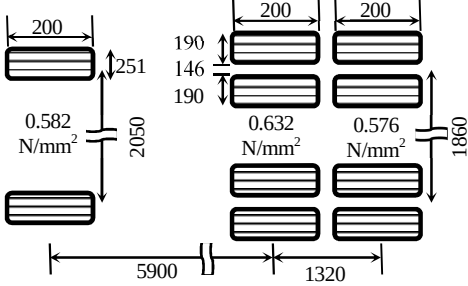


図-3 トラック車輪配置および輪荷重

4. 解析結果

基層上面および基層下面に発生する橋軸方向ひずみを図-4に、橋軸直角方向ひずみを図-5に示す。図中には荷重載荷位置ならびにUリブ位置を示している。基層上面および基層下面に発生するひずみの最大値は、水劣化条件では橋軸方向、橋軸直角方向ともに標準と比べて大きくなる傾向が認められた。一方、熱劣化条件では標準と同程度となった。また、表-2には、主桁ウェブ間距離500~1500mmに着目した際の、表層上面、基層上面、基層下面における圧縮ひずみおよび引張ひずみの最大値について、熱、水劣化条件と標準とを比較した結果を示す。全体的に熱劣化した場合はひずみの最大値が標準よりも若干小さく、水劣化した場合は大きくなる傾向がある。特に、水劣化条件における橋軸直角方向の表層上面に発生するひずみが圧縮、引張ひずみともに大きくなっていることがわかる。水劣化により基層の弾性係数が低下することで、基層のみならず表層のひずみにも影響を与えることが認められ、基層用As混合物のはく離抵抗性の低下が、橋面舗装全体の耐久性に影響を与える可能性があることがうかがえる結果となった。一方、熱劣化の場合は弾性係数が大きくなるため、舗装全体に発生するひずみ量は小さくなるものの、熱劣化が進行しAs混合物が硬く脆くなることにより疲労破壊に対する抵抗性が低下することが考えられる。

5. まとめ

本研究によるFEM解析結果により、熱劣化と水劣化が舗装のひずみに与える影響を確認した。今後は、今回得られた結果と実路での損傷状況とを比較するとともに、現場における

As混合物の複合的な劣化や温度の影響を考慮した弾性係数の変化、舗装に与える影響を確認するなど、橋面舗装におけるAs混合物の劣化評価に資する検討を継続していく予定である。

【参考文献】1) 横田ほか：アスファルト混合物の室内水浸劣化方法の標準化に関する基礎検討，平成24年度関西支部年次学術講演会，投稿中
2) 佐藤ほか：熱劣化法によるアスファルト混合物の劣化評価に関する検討，平成24年度関西支部年次学術講演会，投稿中

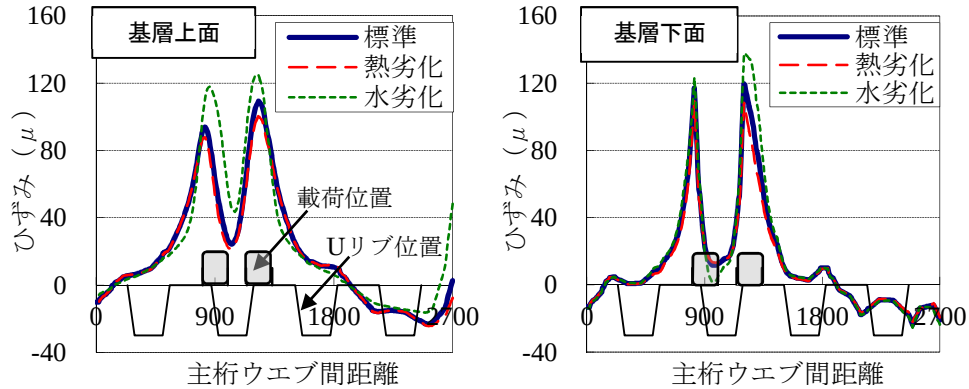


図-4 ひずみ解析結果(橋軸方向)

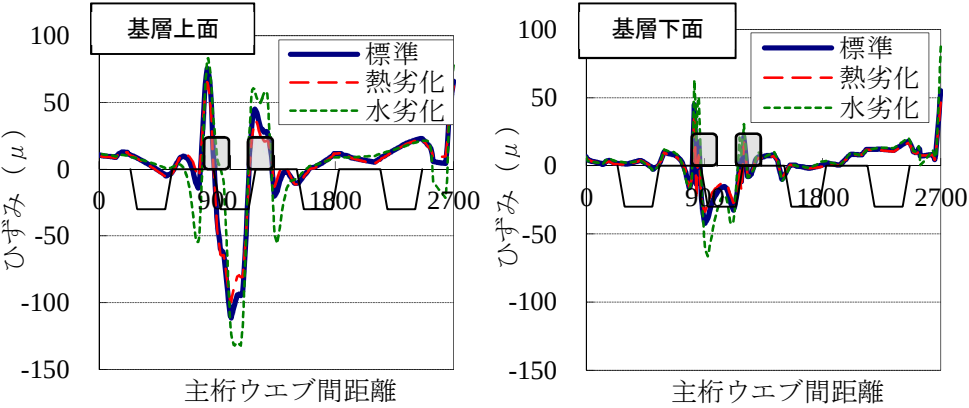


図-5 ひずみ解析結果(橋軸直角方向)

表-2 ひずみ最大値の比較

箇所、ひずみ種類		橋軸方向		橋軸直角方向	
		熱劣化	水劣化	熱劣化	水劣化
表層上面	圧縮ひずみ	-	-	0.79	1.57
	引張ひずみ	0.91	1.15	0.84	1.40
基層上面	圧縮ひずみ	-	-	0.89	1.19
	引張ひずみ	0.92	1.14	0.86	1.10
基層下面	圧縮ひずみ	-	-	0.91	1.19
	引張ひずみ	0.91	1.15	0.91	1.11

※標準を1とした場合のひずみの比