付着特性を考慮した UFC 床版上のアスファルト舗装の粘弾性解析

JIP テクノサイエンス(株)　正会員　○戸田圭彦　田中克弘
阪神高速道路(株)　正会員　小坂　崇
鹿島建設(株)　正会員　一宮利通
鹿島道路(株)　正会員　田口翔大

1．はじめに

ワッフル型UFC床版は軽量化のために薄肉構造としているため，活荷重によるたわみが従来の RC 床版や PC 床版より大きい特徴を有している．このため，著者らは，UFC 床版，鋼床版，および RC 床版の輪荷重走行による線形粘弾性解析を行い，舗装に及ぼす影響について検討してきた[1)]．

ここでは，UFC 床版上の舗装の要求性能を立案するにあたり，舗装に発生し得るひずみの特性を解析的に把握し，それを従来型床版（鋼床版，PC 床版）と比較検討した結果について報告する．また，舗装の基層として改良グースを用いた場合のひずみ抑制効果に関する検討を実施した．

2．解析方法および解析モデル

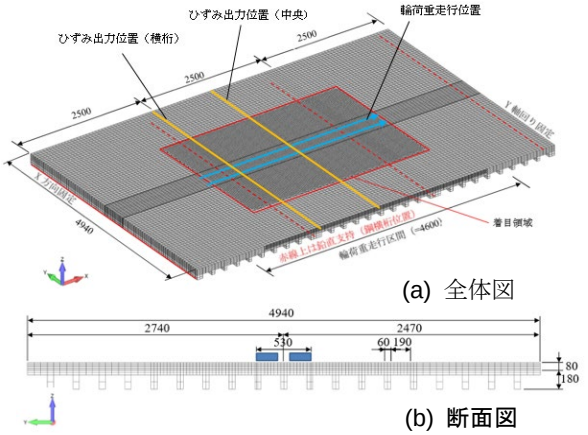
既往の検討である文献1)と同様に3種類の床版形式（UFC 床版，鋼床版，PC 床版）を対象とした輪荷重走行による線形粘弾性解析を実施した．ただし，本検討では UFC 床版高さを 180mm とした．また，鋼床版はバルブリブに，RC 床版ではなく PC 床版を比較対象としている．**表-1** に各種床版形式の形状を示す．また，各床版の主桁間中央載荷モデルの解析モデルを**図-1～図-3** にそれぞれ示す．舗装は舗装厚 80mm とし，表層を 40mm，基層を 40mm とした．舗装と床版表面の間は，並進3方向のばね要素で結合した．

各床版の材料は線形弾性とし，それぞれ UFC の弾性係数を 46,000N/mm^2，ポアソン比を 0.2，鋼板の弾性係数を 200,000N/mm^2，ポアソン比を 0.3，コンクリートの弾性係数を 31,000N/mm^2，ポアソン比を 0.2 とした．舗装の材料は粘弾性体とし，材料定数は文献 2)に示す値を用いた．

輪荷重は 25ton トラックを想定し，後輪2軸のうち片側1軸のダブルタイヤ相当分を載荷した[1)]．

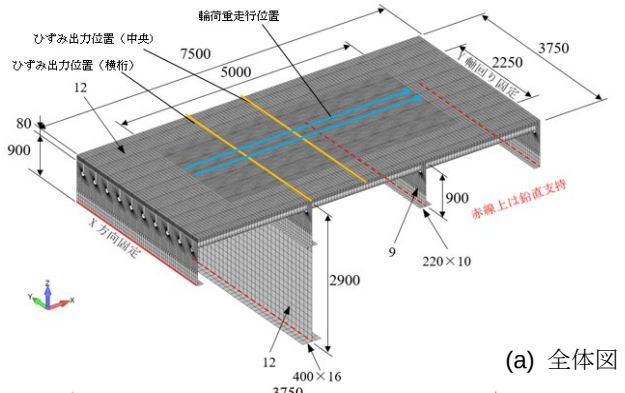
表-1　各種床版形式の形状

床版形式	UFC 床版	鋼床版	PC 床版
長さ	7.5m	7.5m	7.0m
幅	4.94m	3.75m（リブ 10 本分）	7.0m
床版支間	橋軸方向	橋軸方向	橋軸直角方向
方向・長さ	2.5m（横リブ間隔）	2.5m（横リブ間隔）	5.8m
床版厚	ワッフル型 40mm	12mm	260mm
備考	床版高さ 180mm	バルブリブ 230×11	



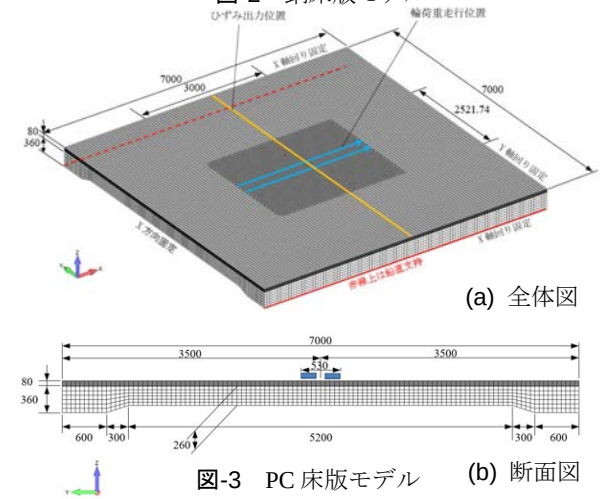
(a) 全体図　(b) 断面図

図-1　UFC 床版モデル



(a) 全体図　(b) 断面図

図-2　鋼床版モデル



(a) 全体図　(b) 断面図

図-3　PC 床版モデル

キーワード　UFC，ワッフル型 UFC 床版，粘弾性解析
連絡先　〒532-0011 大阪市淀川区西中島 2-12-11　JIP テクノサイエンス(株)システム技術研究所　ＴＥＬ06-6307-5401

© Japan Society of Civil Engineers

表-2 に解析ケースを示す．なお，温度は 40℃とした．

3．解析結果

(1) 橋軸方向および橋軸直角方向のひずみ

舗装に発生するひび割れは，輪荷重走行時に舗装の表面および底面に発生する引張ひずみが主な要因となる．そこで，UFC 床版に引張ひずみが生じる位置についてひずみ分布を比較した．

橋軸方向ひずみについて，横桁上の舗装表面ひずみ分布，および床版中央の舗装底面ひずみ分布を図-4 および図-5 にそれぞれ示す．なお，PC 床版においては，横桁が存在しないため，床版中央の結果を，便宜上示している．図より UFC 床版に発生する引張ひずみは PC 床版と同程度であることがわかる．なお，鋼床版の舗装底面のひずみが小さいが，これは鋼床版と基層の界面を剛結としているためである．

橋軸直角方向ひずみについて，床版中央の舗装表面および舗装底面のひずみ分布を図-6 および図-7 にそれぞれ示す．UFC 床版に発生する引張ひずみは，いずれも PC 床版と同様の傾向を示している．一方，鋼床版は舗装表面で輪荷重の外側に局部変形により大きな引張ひずみが生じた．

(2) 舗装厚方向ひずみ，基層-床版間の相対変位

舗装に発生するわだち掘れは，輪荷重走行時に発生する舗装の鉛直方向の圧縮ひずみと，基層と床版との界面のずれによって複合的に発生するものと考えられる．床版中央の舗装厚方向ひずみ分布を図-8 に，橋軸直角方向の基層と床版とのずれ（相対変位）を図-9 にそれぞれ示す．UFC 床版の値はいずれも PC 床版とほぼ同程度である．鋼床版の舗装厚方向ひずみが他の床版より小さいのは，基層に通常グースを用いていることから付着が剛であり，界面のずれが発生しないことでひずみが抑制されたためと考えられる．

(3) 改良グースの適用

最後に，UFC 床版舗装の基層に改質密粒の代わりに改良グースを用いた結果を示す．床版中央の舗装底面の橋軸方向ひずみ分布，および橋軸直角方向ひずみ分布を図-10 および図-11 にそれぞれ示す．改良グースの引張ひずみは，改質密粒に比べて小さい．これは改良グースの界面のばね定数が改質密粒よりも大きいことが主たる要因であると考えられる．ただし，舗装の永久変形はひずみの大きさのみでの評価は難しく，材質の塑性流動の起こりやすさ，変形回復能力も合わせて評価する必要がある点には留意する．

4．おわりに

本稿の検討成果より，今回の形状設定に対しては，UFC 床版上舗装のひずみは PC 床版とほぼ同等であることがわかった．また，改良グースが舗装のひずみを抑制できる可能性について示した．本稿の検討の範囲では，PC 床版上の舗装に求められる要求性能を満たしていれば，UFC 床版においても大きな不具合が発生する可能性は低いと考えられる．

表-2　解析ケース

No.	床版形式	アスファルト材料		付着材	界面のばね定数 (N/mm³)	
		表層	基層		20℃	40℃
1	UFC床版	ポーラスアスコン	改質密粒	As系塗膜防水	50	0.1
2	鋼床版	ポーラスアスコン	通常グース	As系プライマー	剛結	剛結
3	PC床版	ポーラスアスコン	改質密粒	As系塗膜防水	50	0.1
4	UFC床版	ポーラスアスコン	改良グース	As系プライマー	100	1

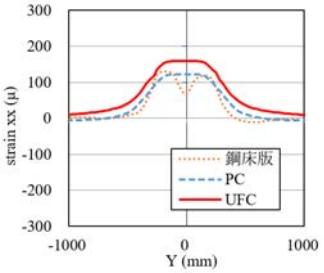


図-4　舗装表面の橋軸方向ひずみ分布（横桁上）

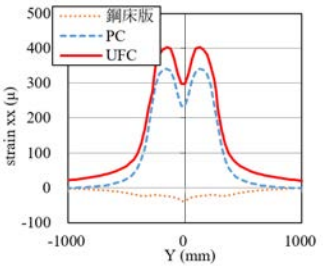


図-5　舗装底面の橋軸方向ひずみ分布（床版中央）

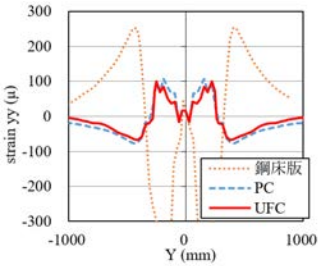


図-6　舗装表面の橋軸直角方向ひずみ分布（床版中央）

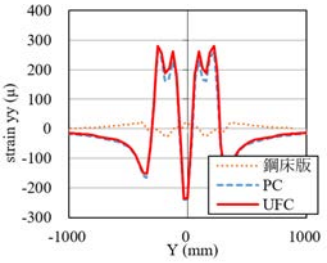


図-7　舗装底面の橋軸方向直角ひずみ分布（床版中央）

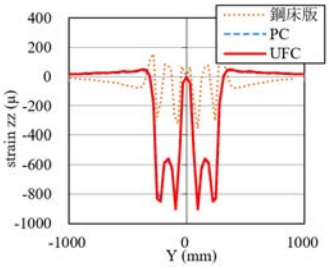


図-8　鉛直方向平均ひずみ分布（床版中央）

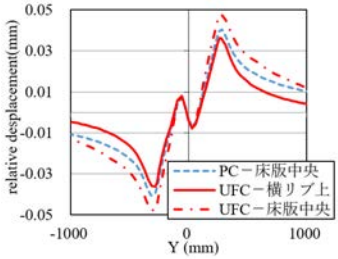


図-9　橋軸直角方向相対変位

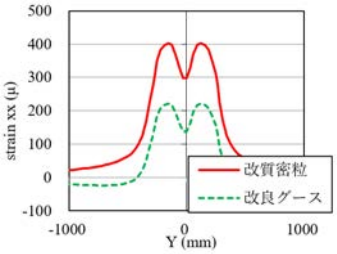


図-10　舗装底面の橋軸方向ひずみ分布（床版中央）

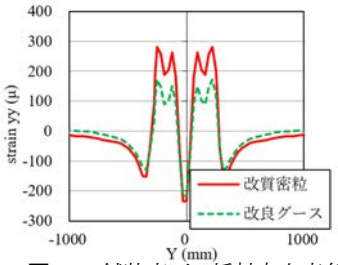


図-11　舗装底面の橋軸方向直角ひずみ分布（床版中央）

参考文献

1) 戸田ら：線形粘弾性解析による UFC 道路橋床版上のアスファルト舗装の変形特性に関する研究，土木学会論文集 E1（舗装工学），Vol.73，No.3（舗装工学論文集第 22 巻），I_9-I_17，2017.
2) 田口ら：室内試験による UFC 床版舗装の挙動確認結果およびバネ定数の同定，土木学会第 76 回年次学術講演会，2021.

© Japan Society of Civil Engineers