

# 高強度コンクリートを用いたホワイトトッピング舗装の構造設計法

石川工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○高藤良弘  
 石川工業高等専門学校 正会員 西澤辰男  
 太平洋セメント(株) 正会員 小幡浩之

## 1. はじめに

アスファルト舗装の修繕のため、破損したアスファルト層の上にコンクリート層を施工するホワイトトッピング(WT)工法が開発された。また、コンクリート材料分野では高強度繊維補強コンクリート(HSC)が開発された。二つの技術を組み合わせた HSC-WT 工法(図-1)に対する構造設計法の開発が本研究の目的である。このために Pav3D(3次元有限要素プログラム)を用いて解析を行う。

これまでの研究によれば大型車の荷重によるコンクリートパネルの応力がコンクリートの強度よりも小さく、パネルの耐久性は確認された<sup>1)</sup>。本研究ではパネル下のアスファルト層について、発生する引張ひずみからの耐久性を照査する。

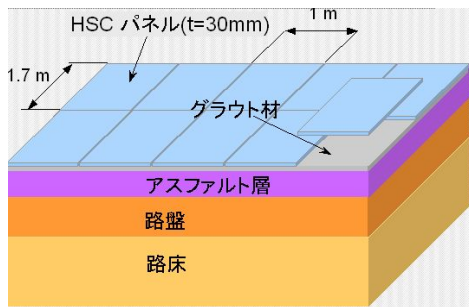


図-1: HSC-WT モデル

表-1: 弾性係数, ポアソン比, 層厚

|         | 弾性係数E<br>(MPa) | ポアソン比<br>$\nu$ | 層厚(cm) |
|---------|----------------|----------------|--------|
| HSC パネル | 50000          | 0.2            | 3      |
| グラウト    | 10000          | 0.2            | 2      |
| アスファルト  | 3500           | 0.35           | 23     |
| 路盤      | 330            | 0.35           | 20     |
| 路床      | 30             | 0.35           | 102    |

## 2. 解析方法

アスファルト層の耐久性については、アスファルト下面からのひび割れに着目し、そこに生じる引張ひずみを計算した。まず、Pave3D<sup>2)</sup>を用いて、大型車の後輪荷重がどの位置に作用したとき、アスファルト層のどの位置に最大の引張ひずみが発生するのかを調べた。

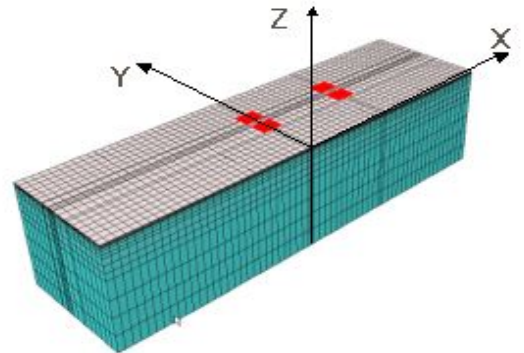


図-2: 解析モデル

解析に用いた材料係数を表-1 に、要素分割を図-2に示した。アスファルトの弾性係数は温度によって変化するので、SMIX のプログラムを用いて求めた<sup>3)</sup>。その結果、冬(5℃)では 8000 MPa, 春と秋(15℃)では 3500 MPa, 夏(30℃)では 750 MPa の結果を得た。

## 3. 荷重位置の影響

図 3～5 に大型車の片後輪の位置を変えた場合のアスファルト下面のひずみ分布を示す。Case1 は目地部上に後輪間があるとき、Case2 は目地部縁に後輪が接するとき、Case3 は目地部に後輪が直荷したときのひずみ分布である。また  $\epsilon_x$  は x 方向のひずみ、 $\epsilon_y$  は y 方向のひずみである。

Case1～Case3 とともに  $\epsilon_y$  より  $\epsilon_x$  のほうが大きい。荷重が作用している直下に大きな引張ひずみが発生する。また温度の高い夏はひずみが大きく、温度の低い冬は小さい。

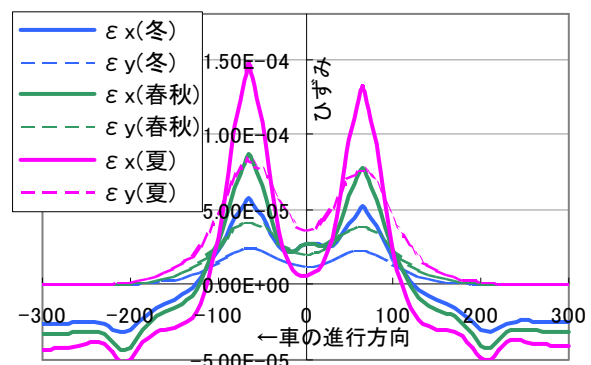


図-3: Case1, 目地部上に後輪間がある場合

キーワード ホワイトトッピング舗装, 高強度コンクリート, アスファルト, 疲労解析

連絡先 〒929-0392 河北郡津幡町 石川工業高等専門学校 076-288-8167

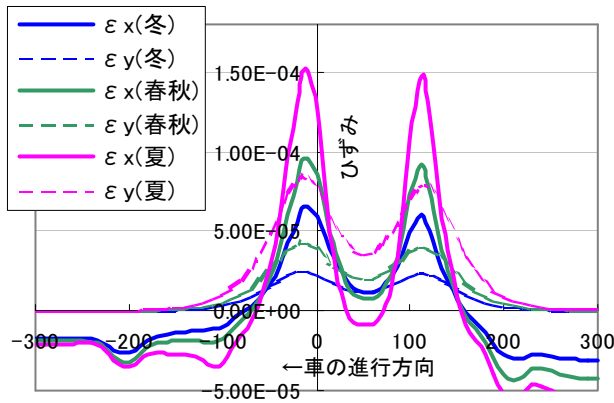


図-4: Case2,目地部縁に後輪が接する場合

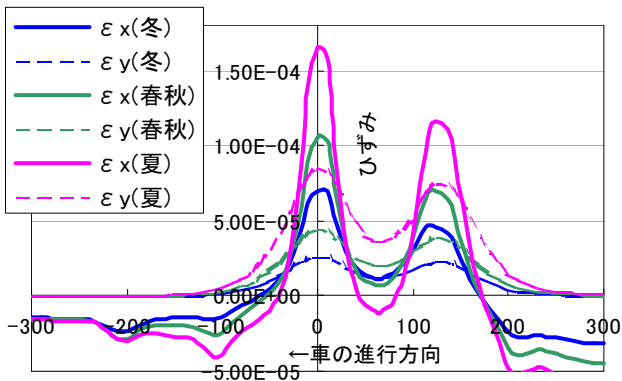


図-5: Case3,後輪が目地部に直荷した場合

最大引張ひずみを比較すると、Case3 が最も高い数値を示している。このことから、目地部に輪荷重が作用したとき、目地部直下のアスファルト層にひび割れが発生すると予想される。

#### 4. 疲労解析

Case1～Case3の最大引張ひずみの数値を表-2にまとめた。また比較のために WT を用いないアスファルト層のみの場合を計算した。このとき、表層 5cm まではアスファルト層の温度を 10℃高めた場合の弾性係数を用いた。

表-2:アスファルト下面の引張ひずみ

| モデル     | 各モデルの最大ひずみ値 |           |           |
|---------|-------------|-----------|-----------|
|         | 冬           | 春秋        | 夏         |
| Case1   | 5.760E-05   | 8.725E-05 | 1.479E-04 |
| Case2   | 6.540E-05   | 9.590E-05 | 1.512E-04 |
| Case3   | 6.980E-05   | 1.052E-04 | 1.658E-04 |
| Asphalt | 6.195E-05   | 9.690E-05 | 1.645E-04 |

この最大引張ひずみを式(1)のアスファルト混合物の疲労曲線に代入し、繰返し回数  $N_{FA}$  を求めたのが表-3である。

$$N_{FA} = S_A \left[ 18.4(C)(6.167 \times 10^{-5} \varepsilon_x^{-3.291} E^{-0.854}) \right] \quad (1)$$

ここに、 $S_A = 1$ 、 $C = 10^M = 1.74$ 、 $M = 0.24$ とした。

表-3: アスファルトの破壊繰返し回数

| モデル     | 繰返し荷重 $NfA$ (回数) |            |           |            |
|---------|------------------|------------|-----------|------------|
|         | 冬                | 春秋         | 夏         | total      |
| Case1   | 20,526,939       | 21,205,586 | 6,957,382 | 48,689,907 |
| Case2   | 13,514,756       | 15,536,182 | 6,470,028 | 35,520,966 |
| Case3   | 10,908,032       | 11,456,594 | 4,777,035 | 27,141,661 |
| Asphalt | 16,153,500       | 15,014,738 | 4,902,404 | 36,070,642 |

すべてのケースで 20,000,000 回以上と十分な耐久性があることがわかる。ただし、Case3 とアスファルトモデルとの破壊繰返し回数の合計を比べると、Case3 が小さいことが分かる。WT を行うことにより、ひび割れに対する耐久性がわずかながら小さくなったことになる。

#### 5. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下のようになる。

- ① Case3 より、ひび割れ破壊の発生は目地部から発生すると予想される。
- ② 季節ごとに変わる引張ひずみを HSC-WT とアスファルト舗装とで比較すると、HSC-WT に発生する引張ひずみのほうが春秋、冬では少し増加した。
- ③ アスファルト層のひびわれ破壊の耐久性は HSC-WT では減少した。しかし HSC-WT は表層のわだち掘れ対策のために行われるので、アスファルト層のひびわれについては考慮されてなかった。HSC-WT ではアスファルト層のひび割れについて考慮する必要がある。

今後の課題として、アスファルト層のわだち掘れに対する照査を行う。

#### 6. 参考文献

- 1) 竹津ひとみ,他:高強度コンクリートを用いたホワイトトッピング舗装の動的挙動,土木学会舗装工学論文集,第 11 巻,2006 年。
- 2) 西澤辰男:舗装構造解析用 3 次元有限要素解析パッケージ,土木学会舗装工学論文集, Vol. 5, 2002。
- 3) 土木学会:多層弾性理論による舗装構造解析入門,舗装工学ライブラリー3,2005。