

せん断疲労試験による橋面舗装の耐久性評価に関する検討

ニチレキ株式会社 技術研究所 正会員 ○樋口 勇輝
ニチレキ株式会社 技術研究所 正会員 田中 伸介

1. はじめに

橋面舗装における防水層には、活荷重による曲げ作用や混合物の流動などにより、せん断力が作用すると考えられる。作用の繰り返しにより一体性が失われた場合、ポットホールなどの損傷に至ることが懸念される。つまり、防水層には、床版に水を入れない防水性能に加えて、接着性能に関する耐久性が必要となる。ここで、橋面舗装を床版-防水-舗装の三位一体として考えたとき、各層間の付着が切れた状態を構造破壊と定義すると、せん断作用に対する疲労抵抗性によって寿命が表現できる。本検討では、せん断疲労試験により防水層の疲労抵抗性を測定し、橋面舗装の接着に関する耐久性評価を試みた。

2. 試験概要

2-1. せん断疲労試験機

油圧サーボ機構による横型動的載荷試験装置を使用した。舗装および床版のそれぞれを4面固定した供試体に対して、舗装のみに正弦波振幅を与え、防水層に繰り返しせん断力を負荷した。(写真-1)

2-2. 試験供試体

供試体は、道路橋床版防水便覧¹⁾に準拠して作製した(表-1)。ただし、供試体の端部は舗装の締固めが不十分で、試験精度に影響を及ぼすことが懸念されたため、供試体の中心部をコンクリートカッターにて切り出し、150×150×100 mmの形状に整形した。

2-3. 試験条件

防水層の接着面積に対して0.05~0.80 MPaの応力振幅になるよう調整した水平荷重を繰り返し載荷した。周波数は2 Hzとし、恒温槽を使用して試験環境温度を23℃に保った。

2-4. 解析方法

サイクル毎に載荷荷重およびズレ量を200 Hzの周波数で取得して、載荷回数とズレ量の関係から使用限界寿命を算出した(図-1)。さらに、荷重およびズレ量の2波形から各サイクルの散逸エネルギーを求め(図-2)、使用限界寿命に至るまでに散逸した単位サイクル当たりのエネルギー量(単位散逸エネルギー)を導出した。ここで、式-1に示す通り、散逸エネルギー E_d は単位面積当たりの量として扱った。

$$E_d = \pi \cdot F \cdot A \cdot \sin \delta \cdot S^{-1} \quad \cdots \text{式-1}$$

F : 荷重 (N)

A : 振幅 (m)

δ : 位相角 (rad)

S : 防水層面積 (mm²)

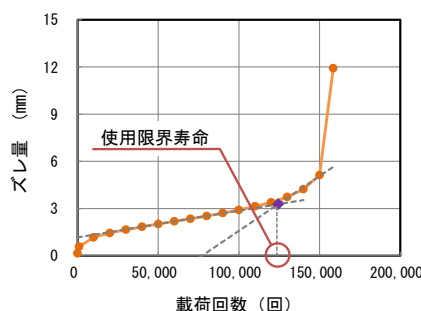


図-1 ズレ-載荷回数曲線と使用限界寿命

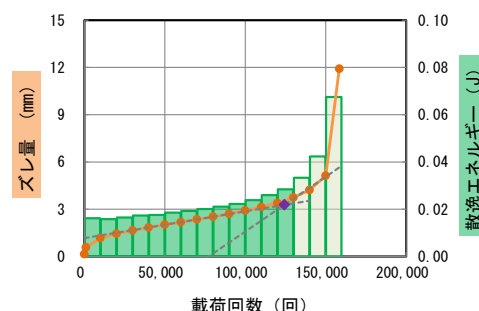


図-2 散逸エネルギー



写真-1 載荷機構の概略

表-1 供試体作製条件

層構成	水準	層厚 使用量
舗装	混合物種類: 密粒度(13)混合物	40 mm
	バインダ: ・ストレートアスファルト ・高塑性変形抵抗性の特殊改質アスファルト	
防水層	・防水層なし(タックコート)	0.4 l/m ²
	・加熱型塗膜系防水材 A, B, C (ゴム溶剤型プライマーを適用)	1.2 kg/m ²
床版	コンクリート平板	60 mm

キーワード 橋面舗装, 床版防水層, 三位一体, せん断疲労試験, 寿命予測, 散逸エネルギー
連絡先 〒329-0412 栃木県下野市柴 272 ニチレキ株式会社 技術研究所 TEL 0285-44-7111

3. 試験結果

3-1. 舗装のバインダが試験結果に及ぼす影響

ストレートアスファルトを適用した舗装の場合、使用限界寿命は、高塑性変形抵抗性の特種改質アスファルトに比べて、小さな値となった(図-3)。これは、舗装の変形等の不必要な挙動が影響したと考えられる。本検討は、防水層に着目した疲労抵抗性評価を目的としているため、以降の検討ではすべて特種改質アスファルトを適用した。

3-2. 防水材料のせん断疲労抵抗性評価

① 使用限界寿命

図-4 は、求めた使用限界寿命を S-N 図にプロットしたものである。この S-N 曲線により、各防水材料のせん断疲労抵抗性の違いを明確に判別できた。

② 変形限界

任意のズレ量に達した载荷回数を比較することで、防水層のズレに対する耐久性を評価した。①と同様、各材料の測定結果は互いに明確な差を持つ曲線に回帰した。(図-5)

③ 単位散逸エネルギー

すべての防水材料において、使用限界寿命と単位散逸エネルギーとの間に相関を確認した(図-6)。このことから、単位散逸エネルギーは、せん断疲労抵抗性を評価するための特性値として扱える可能性が示唆された。

4. まとめ

せん断疲労試験について、以下の知見を得た。

- ◎橋面舗装の接着に関する耐久性は、防水層のせん断疲労抵抗性によって、明確な差をもって評価できる。
- ◎高塑性変形抵抗性の改質アスファルトを適用することで、試験時の不必要な挙動を抑制し、防水層のみに効率的なせん断応力を負荷することが可能となる。
- ◎使用限界寿命・変形限界に加えて、散逸エネルギーの考え方を疲労抵抗性の評価に用いることができる。

5. 今後の予定

橋面舗装の実際の層構成について同様の評価を行い、疲労抵抗性を表す特性値を導出する。この値を用いて理論解析による力学的な挙動予測を検討することで、三位一体の考え方に基づく設計寿命の算出手法の確立を目指す。

参考文献

- 1) (公社) 日本道路協会：道路橋床版防水便覧，2007.3
- 2) 小浦他：道路橋床版における防水システムの付着耐久性評価手法の開発，第四回道路橋床版シンポジウム講演論文集，pp.129-134，2004.11

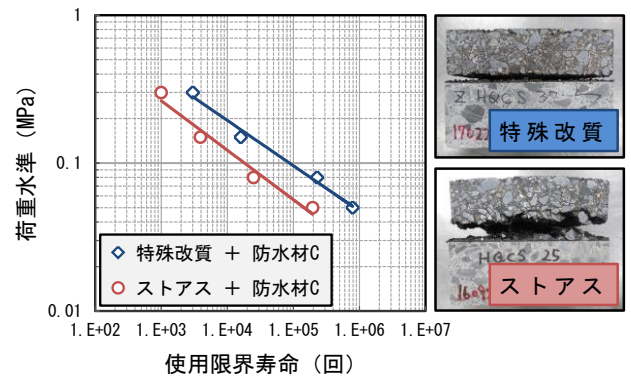


図-3 使用限界寿命と破壊形態の比較

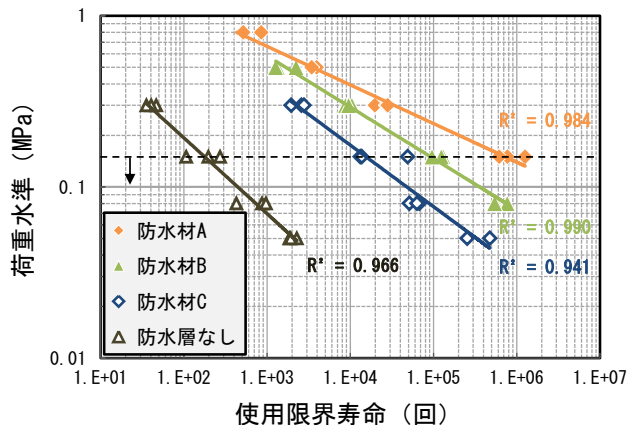


図-4 使用限界寿命より得られる S-N 曲線

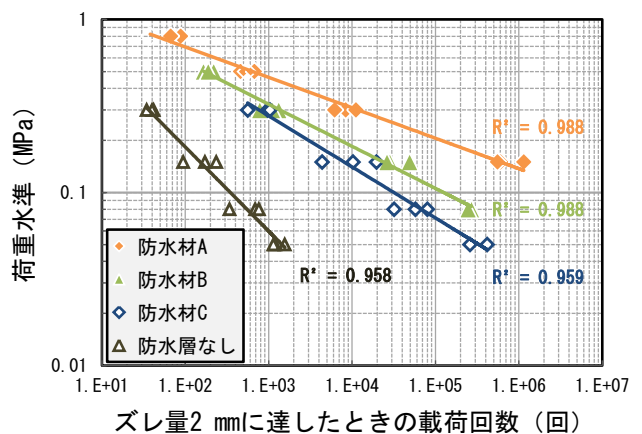


図-5 変形限界より得られる S-N 曲線

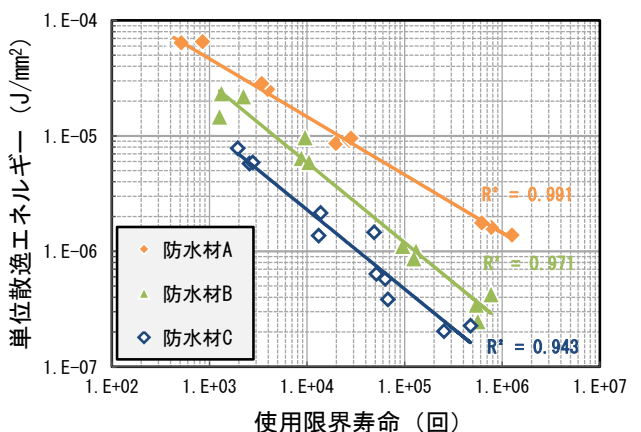


図-6 使用限界寿命と単位散逸エネルギーの関係