せん断疲労試験による防水層の耐久性評価に関する検討(第 2 報) 防水工法の種類を変えた測定

ニチレキ株式会社 技術研究所　正会員　○樋口 勇輝，馬場 弘毅，黄木 秀実

1. 研究の背景 および 本検討の目的

橋面舗装における防水層には交通荷重によるせん断力が作用し，その繰返しによりポットホール等の損傷に至ることが懸念されている [1]．筆者らは，床版-防水-舗装の各層間に生じる付着切れを構造破壊と定義し，せん断疲労試験 [2]による接着の耐久性評価を行ってきた [3]．防水層の種類はアスファルト加熱型の塗膜系防水工法のみを対象としてきたが，実際にはシート系ほか多様な防水工法が施工されている．塗膜系防水で確立した評価方法を他工法にも適用出来れば，工法の種類に関係なく比較できる耐久性の共通指標となり得ると考えた．

本検討は，せん断疲労試験によって様々な種類の防水工法の耐久性を評価できるか，検証したものである．

2. せん断疲労試験

2-1　せん断疲労試験機

写真-1 に示す油圧サーボ機構による横型動的載荷装置を用いて，舗装（アスファルト混合物）に片振り応力振幅を与え，防水層について繰返し一面せん断試験を実施した．

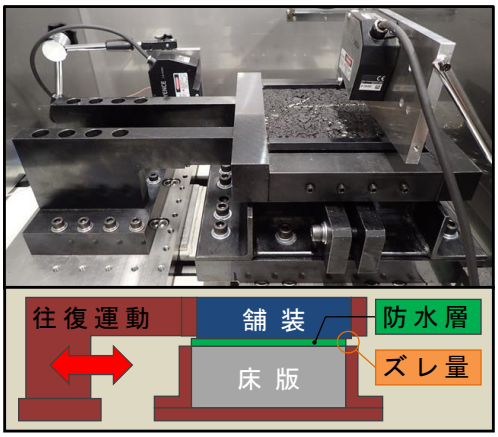

写真-1 載荷機構の概略

2-2　試験供試体

試験供試体は道路橋床版防水便覧 [2] に準拠して作製し，締固めが十分に得られる中心部を切出し整形した [3]．

防水層には，**表-1** および**図-1** に示す 8 種の防水工法を適用した．なお，舗装のバインダには高塑性変形抵抗性を有する特殊改質アスファルトを用い，試験中の塑性変形量を抑制した [3]．

2-3　試験条件

温度および応力周波数には水準を設けず，**表-1** に示す範囲でせん断応力振幅（Δτ）を変えながら S-N 曲線を取得した．

表-1 検討条件

項目	条件・範囲
防水工法	アスファルト加熱型塗膜系（A-1, A-2, A-3） 浸透系複合防水（B） 常温粘着型シート系（C） 流し貼り型シート系（D-1, D-2） 反応樹脂型塗膜系（E）
温度	23 ℃（恒温槽による制御）
応力周波数	2 Hz（正弦波）
応力振幅	0.05～0.80 MPa（防水層面積に対して）

2-4　試験結果の解析方法

図-2 に示す 載荷回数（N）と 舗装-床版のズレ量（δ）の関係より得られる N-δ 曲線の変曲点を使用限界寿命（N_f）とした．

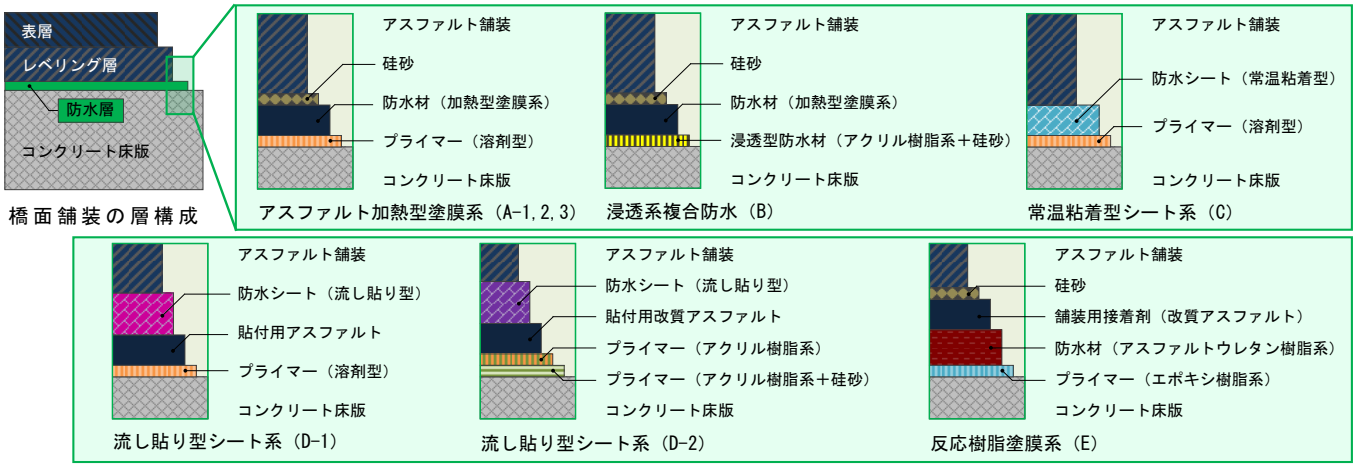

図-1 防水工法の種類と層構成の一覧

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，使用限界寿命，破壊状況観察
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

© Japan Society of Civil Engineers

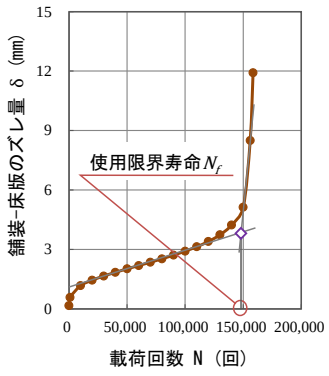

図-2 N-δ 曲線と N_f

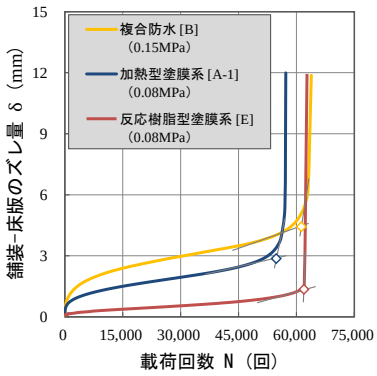

図-3 N-δ 曲線の例

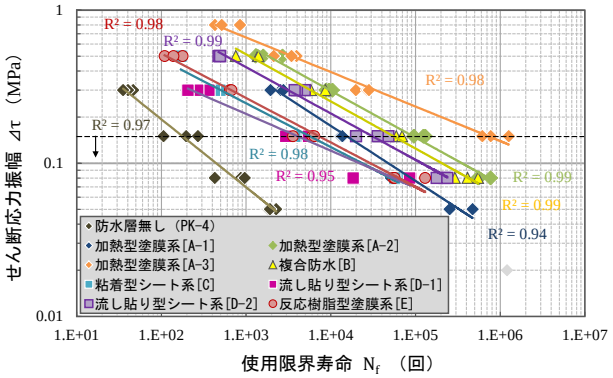

図-4 各防水工法の S-N 曲線

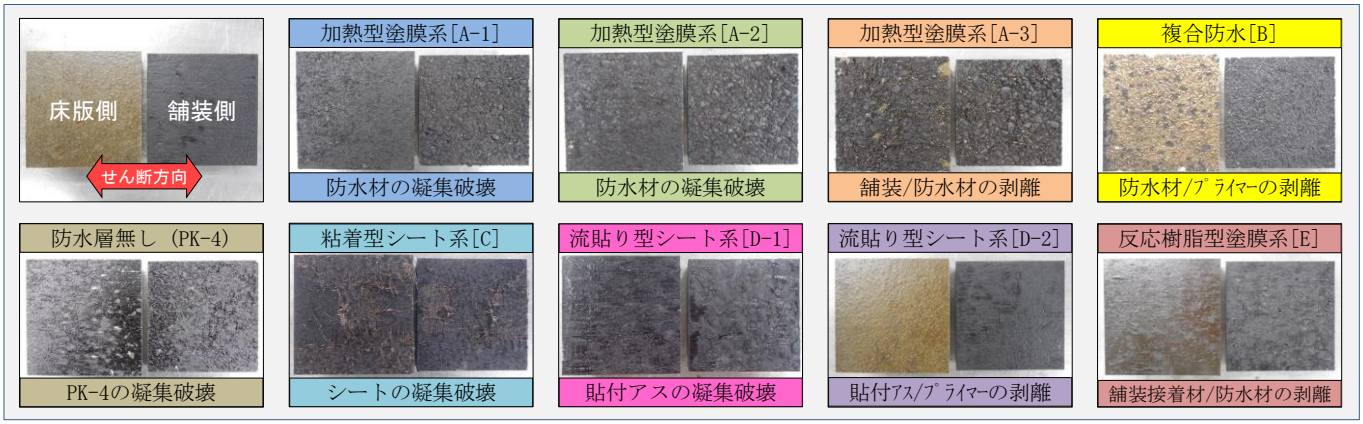

図-5 各防水工法の破壊状況（Δτ = 0.15 MPa）

2-5 試験結果

(1) 防水工法の種類 が 載荷回数 N と 舗装-床版のズレ量 δ の関係に及ぼす影響

測定した N-δ 曲線の例を**図-3** に示す．載荷回数に従ってズレ量が漸増する工法もあれば，破壊寸前で急変する工法もあった．工法毎に曲線の形は様々であったが，すべての結果で使用限界寿命（N_f）を解析できた．

(2) 防水工法の種類 と 使用限界寿命 N_f

使用限界寿命（N_f）より得た S-N 曲線を**図-4** に示す．すべての試験結果が各工法に固有の曲線に回帰した．この S-N 曲線によって，防水工法の種類に関係なく，防水層の耐久性を明確な差をもって評価できた．

(3) 防水工法の種類 と 試験後の破壊状況

Δτ = 0.15 MPa における各工法の破壊状況を**図-5** に示す．構成部材の凝集破壊や接着界面の剥離破壊など，様々な破壊面が現れた．これらの破壊は，各層構成のうち最もせん断疲労抵抗性の低い箇所に生じている．つまり，破壊面を観察することで，疲労抵抗性の低い構成部材または接着界面を特定できると考えられる．また，A-1 と A-3 など，同じ加熱型塗膜系の工法においても破壊面が異なることから，せん断作用による疲労破壊は工法の系統のみに依存せず，構成部材自体の疲労抵抗性も重要であることを検証できた．

3. まとめ

防水工法の種類を変えたせん断疲労試験の結果から，以下の知見を得た．

- 防水工法の種類に関係なく，橋面舗装の接着の耐久性はせん断疲労試験によって評価できる．
- せん断疲労試験における破壊状況は，防水工法の層構成および材料種類によって様々な形態を示す．
- せん断疲労試験後の破壊面から，耐久性の低い構成部材または接着界面を特定できる．

参考文献

1) 松井繁之：道路橋床版の長寿命化技術，森北出版，2016.　2) 日本道路協会：道路橋床版防水便覧，2007.
3) 樋口勇輝，馬場弘毅，黄木秀実：せん断疲労試験による床版防水層の耐久性評価に関する検討，第 10 回道路橋床版シンポジウム論文報告集，pp.263-268，2018.

© Japan Society of Civil Engineers