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

大阪大学大学院　学生員　○小浦　貴明
大阪大学大学院　正会員　大西　弘志
大阪大学大学院　フェロー　松井　繁之

１．はじめに

橋梁床版，ひいては橋梁はその使用環境において，様々な劣化要因の影響を受けている．RC 床版や合成床版では，コンクリートの乾燥収縮や活荷重による引張応力などにより生じたクラックに，雨水が浸入することにより，床版の劣化が非常に短期間でおこると指摘してきた[1)]．また，寒冷地で使用される凍結防止剤に含まれる塩分の床版内への浸入により，床版内部の鋼材に腐食が発生し床版劣化が加速する．これらのことから，床版が保有すべき長期耐久性を維持するためには，床版内への水や塩分の供給を遮断する防水システムの確立が重要である．近年，床版と舗装との間に設ける高性能防水工が種々開発されている．しかしながら，その防水工の耐久性を合理的に評価する手法が確立されているとは言い難い現状である．

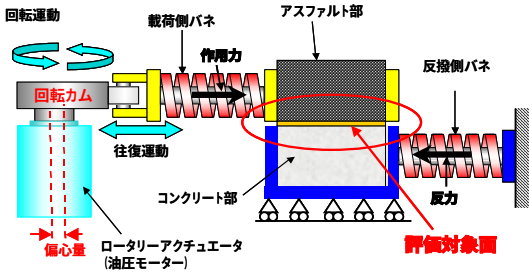
床版防水工に求められる性能として，高い遮水性能，遮塩性能，適度な弾性，高い引張強度，コンクリートに対する高い引張接着性能，舗装との間の高いせん断接着性能等が挙げられる．よって，舗装，防水層，床版の三位一体で評価する必要がある．

本研究では，防水工に与える劣化要因の中で活荷重である輪荷重の繰返し載荷による舗装への影響に着目した．防水層の弾性変形，防水層と舗装間の付着切れによって，舗装の轍掘れや舗装のポップアウトが促進されることが懸念される．しかし，このような現象に対する抵抗性の評価方法がないため，筆者らは床版＋防水工＋舗装からなる 3 層供試体で防水層に繰返しのせん断を載荷できる試験機を開発した．その試験機の性能を検証するとともに，舗装と防水工の間のせん断付着疲労特性について研究を行っており，ここにその概要を報告する．なお，本研究は高機能床版防水システム研究委員会の調査研究活動の一環として行っているものである．

２．せん断疲労試験機の載荷機構

せん断疲労試験機の載荷機構を図‐1 に示す．この試験機の載荷システムは以下の通りである．

動力源であるロータリーアクチュエーターに偏心して直結された回転カムを回転運動させることにより，バネを通じて繰返しせん断力を生じさせるものである．床版と舗装を剛な函体で囲って，これらにせん断力を与えることによって，評価対象層の防水工に繰返し一面水平力を与える．載荷荷重の変更は，バネの種類（バネ定数），偏心量の大きさの違う回転カムの交換によって行うことができる．試験機の全体の状況を写真‐1 に示すが，一つの回転カムに対してせん断付与試験機を 3 つ設置している効率の高いものである．



図‐1　せん断疲労試験機の載荷機構の概略図

写真－1 せん断疲労試験機

３．供試体の概要

この試験に用いる供試体の大きさは 150mm（縦）×150mm（横）×約 100mm（厚さ）である．したがって，評価対象面の面積は 150mm（縦）×150mm（横）である．今回の試験は，現行品の防水材料としてアスファルト（As）系のシート防水工とアスファルト（As）系の塗膜防水工ならびに，高機能防水工と言われるウレタン系の防水工に着目して試験を実施した．また，防水工を施していない供試体に対しても試験を行い，これと防水工を施したものとの比較を行った．

キーワード　防水工　防水システム　せん断付着　S-N 曲線
連絡先　〒565－0871　大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学工学部土木工学科社会基盤設計学領域

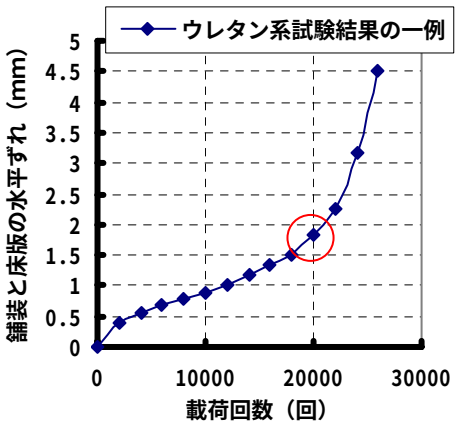
４．測定項目

測定項目は以下の３項目である．a）試験機に装備した近接スイッチに連動したカウンターにより「破壊回数」を確認する．b）「載荷側バネの変形」を測定し，その変形量とバネ定数を用いて載荷荷重を算出する c）「舗装と床版の水平ずれ」を測定し，試験終了までの供試体の評価対象面でのずれ変形を把握する．b）と c）の 2 項目は，動的測定により常時把握している．

５．試験結果と考察

5.1　破壊形状

防水工なしは接着層でずれ破壊が確認できた．As 系シート防水工はコンクリートと防水工の間でずれ破壊をするのがほとんどであった．一方，As 系塗膜防水工とウレタン系防水工は舗装と防水工の間でせん断破壊し，ウレタン系に関してはアスファルトの一部がウレタン側に残り，舗装がせん断破壊した．



図－2　舗装と床版間の経時変動結果の一例

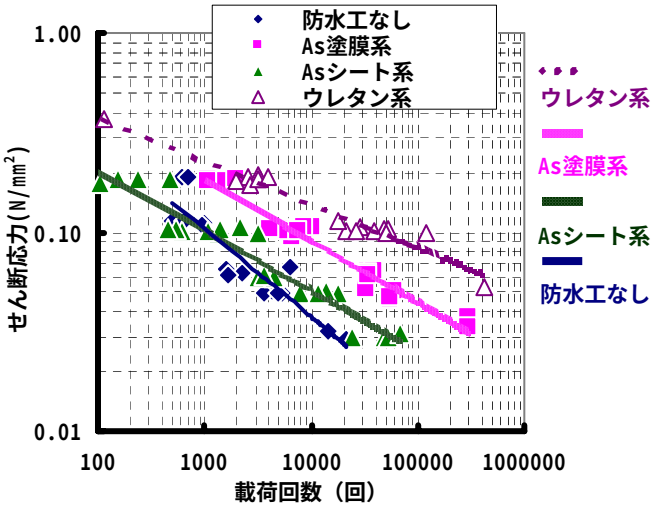
5.2　使用限界の定義

せん断疲労試験では，最終破壊前に舗装と床版間にある程度の水平ずれ（図－2 参照）が発生すると急速に破壊に至ることから，このずれ急変点を使用限界と考えた．この時の載荷回数を使用限界寿命，相対変位を限界ずれと定義した．

5.3　せん断疲労特性の評価

5.3.1　S-N 関係

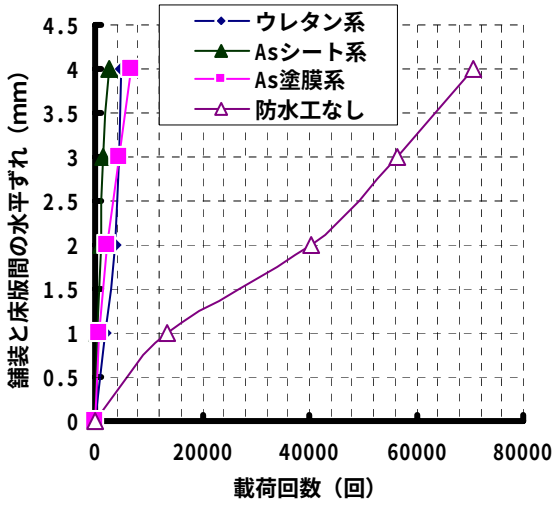
使用限界寿命でデータを S-N 図にプロットすると，図－3 に示すような S-N 曲線が得られた．若干のばらつきはあるものの，比較的まとまった分布状況でデータが採れ，各防水工の差が明確となった．



図－3　S-N 関係の比較結果

5.3.2　舗装と床版間の水平ずれ経時変動の比較

各供試体で 1mm，2mm，3mm，4mm のずれを生じる時の載荷回数を比較することで，ずれに対する耐久性を評価することを試みた．その結果の一例を図－4 に示す．これはせん断応力 0.1N/mm^2 で実施した試験結果である．この図より，ウレタン系防水工が，ずれ変形に対する抵抗性が非常に高いことがわかる．



図－4　舗装と床版間の水平ずれ経時変動比較結果

６．まとめ

舗装と防水工間の付着耐久性を評価する手法として，せん断疲労試験による方法を提案した．この試験で，繰返しのせん断力による疲労寿命が評価できる S-N 曲線を得られることと，ずれ変形に対する耐久性評価ができることが確認できた．

今後，この方法による評価方法を確立するとともに，三位一体の床版耐久性向上のための防水システムの開発に貢献したいと考えている．

参考文献

１）松井繁之：防水工を施した水環境下における疲労耐久性，第二回道路橋床版シンポジウム講演論文集
２）大江博文：輪荷重を受ける道路橋床版防水工の疲労耐久性の評価，平成 12 年度修士論文，大阪大学