

道路橋床版防水システムの付着耐久性評価

大阪大学大学院 正会員 ○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

道路橋床版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などに、雨水が浸入することにより、床版の耐久性が著しく低下することが指摘されている。^{1), 2)}したがって床版が保有すべき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床版防水システムの確立が重要である。

本研究では、防水工に与える劣化要因の中で活荷重の影響を考慮した繰返しのかせん断力の影響に着目した。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、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かせん断を載荷できる試験機を開発した。この試験機を用いて、せん断付着疲労特性の評価を行うことができる S-N 関係等の結果が得た。これを用いて各防水工のせん断付着疲労寿命回数を算出した。その考察結果の概要を報告する。

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示した概略図を図-1 に示す。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した回転カムに回転運動を与えることにより、バネを通じて繰返しせん断力を生じさせる機構である。コンクリート部とアスファルト部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、評価対象層の防水層に繰返し一面水平力を与える。

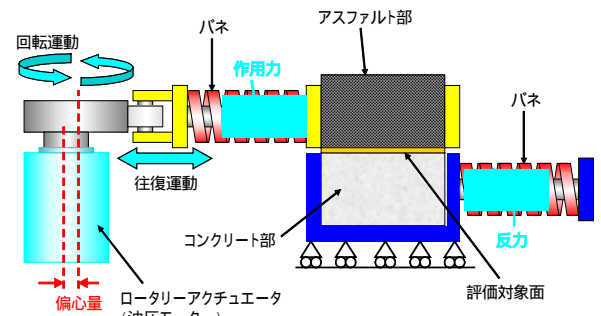


図-1 せん断疲労試験機の載荷機構の概略図

3. せん断付着疲労試験

3.1 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。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）系の塗膜防水工を採用し、高機能な防水工としてウレタン系の防水工を採用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。

3.2 測定項目

測定項目は以下の 3 項目である。a)「破壊回数」、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、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。

3.3 試験結果

せん断付着疲労試験では、舗装と床版との水平ずれがある値を超えると急速に破壊に至ることから使用限界を提案することにした。この時の載荷回数を使用限界寿命、舗装と床版の水平ずれ量を限界ずれと定義した。

その使用限界に基づき S-N 評価を行った。その結果を図-2 に示す。本試験で得られた S-N 曲線により、各防水工の差が明確となった。高機能防水工が高い付着疲労強度を有していることが確認できた。

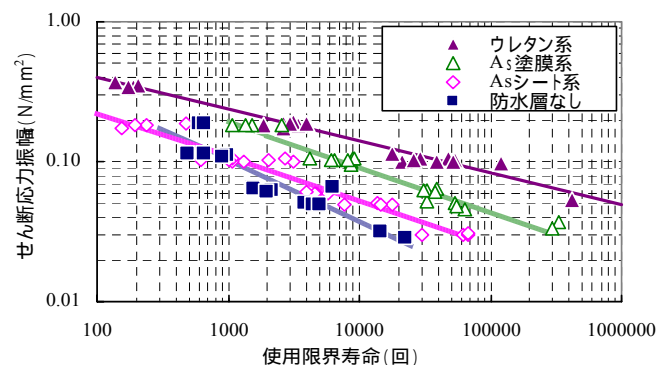


図-2 S-N 関係（使用限界時）

キーワード 防水工 せん断付着疲労試験 せん断付着疲労寿命

連絡先 〒565 - 0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻

4. 疲労寿命回数の算出

4.1 算出方法

疲労寿命回数は試験で得られた S-N 関係式に実橋で作用するせん断応力 τ を代入することで求める。本研究では、このせん断応力を汎用解析ソフト MARC で弾性解析を行うことにより求めた。

4.2 解析モデル

解析モデルの断面図を図-3 に示す。本解析モデルはこの断面が奥行き方向に 6000mm ある版をソリッド要素で作成した。荷重は版の中央に接地圧 0.714N/mm^2 を接地面 1000cm^2 に作用させた。各材料物性を表-1 にまとめる。舗装の材料定数は温度 20 の時のものである。防水層の弾性係数 E はせん断接着試験結果から算出したものである。

表-1 解析に使用した材料物性

材料	弾性係数(N/mm^2)	ポアソン比	厚さ (mm)
床版	30000	0.16	180
舗装	4000	0.35	75
防水工	ウレタン系	8.54	3.2
	As塗膜系	2.38	2.3
	Asシート系	5.3	3.6

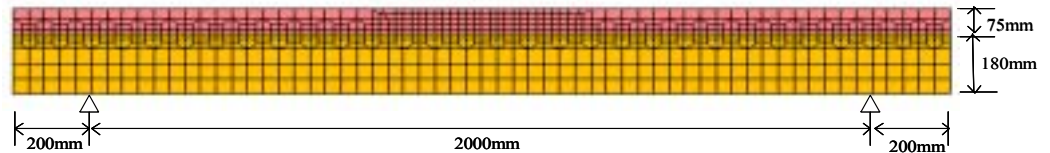


図-3 解析モデルの概要図（配力鉄筋断面）

4.3 解析結果

床版中央の配力鉄筋断面の防水層界面に生じるせん断応力および鉛直応力の分布を図-4、5 に示す。図-4 より輪端部直下でせん断応力は最大値を呈することがわかったが、図-5 よりこの部分には大きな圧縮応力が作用していることからこの区間は防水層と舗装もしくは床版間のせん断抵抗は大きくなると考えられる。しかし、筆者らは

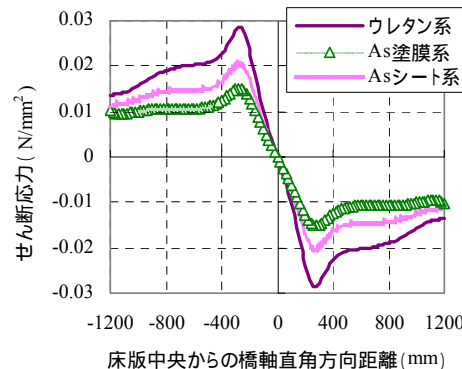


図-4 防水層界面のせん断応力分布

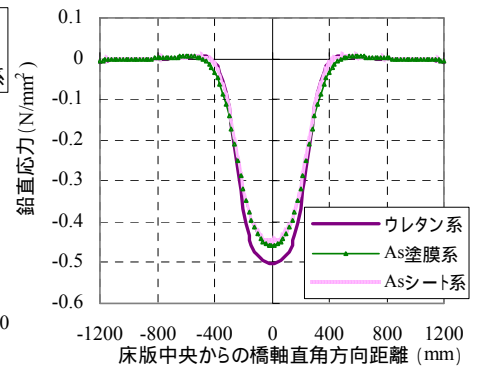


図-5 防水層界面の鉛直応力分布

安全側として図-6 に示すような評価方法を考えた。すなわち、輪端部から 45° の傾斜をもった直線と防水層の界面が交差する位置を評価箇所として、この評価箇所には作用する圧縮力を無視しせん断応力のみを取り上げ、これを作用応力と考えて、S-N 関係式に代入することで疲労破壊回数を評価する。その結果を表-2 に示す。ウレタン系防水工は従来品の As 塗膜系と比較して 17 倍の寿命の伸びがあることが確認できた。

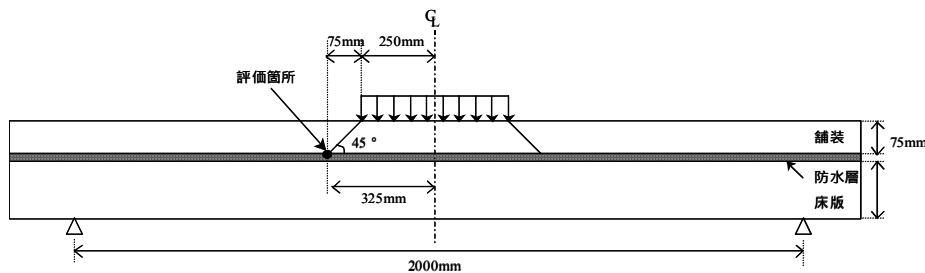


図-6 疲労寿命評価に用いるせん断応力値の算出概念図

表-2 疲労破壊回数の算出結果

防水層	せん断応力 (N/mm^2)	疲労破壊回数 (回)
ウレタン系	0.0265	14981281
塗膜系	0.0144	3303452
シート系	0.0191	249251

5. 結論

本研究で開発したせん断付着疲労試験により、繰り返しのせん断力による疲労寿命を評価する S-N 関係を得ることができた。また、この関係式を用いて各防水材料の疲労破壊回数の比較検討を行うことができた。本手法はせん断付着耐久性を評価する手法として有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 松井繁之：移動荷重受ける道路橋 RC 床版の疲労強度と水の影響について、コンクリート工学年次論文報告書，pp627-632，1987。
- 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