

防水工を施した RC 床版の疲労試験における漏水検知方法に関する実験的研究

(株)高速道路総合技術研究所 道路研究部 正会員 長谷 俊彦正会員 松井 隆行
(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 正会員 谷倉 泉 正会員 榎園 正義 正会員○ 三浦 康治

1. はじめに

道路橋の鉄筋コンクリート床版(以下、RC 床版と呼ぶ)は、輪荷重の繰り返しによって、ひび割れが徐々に増加・進展して、耐力力が低下していくことが既往の研究で判明している。また、路面から雨水等による水の影響を受ける場合には、劣化が著しく促進され RC 床版の疲労強度(耐久性)が極端に低下することが確認されている。

本研究は、各種の防水工を施した RC 床版供試体にアスファルト舗装を設置し、その舗装上面に水を供給しながら定点移動載荷(疲労試験)を実施する中で、アスファルト舗装や防水層の防水効果を評価する手段として、電気抵抗の変化に着目した漏水検知方法を適用した結果について報告するものである。

2. 実験方法

(1) 供試体(表-1 参照)

供試体は、新規に作製した上面ひび割れや貫通ひび割れを有する RC 床版(2体)を用いて、RC 床版上面に塗膜系(2種類)、シート系(2種類)の合計4種類の防水工を施した後、各種防水層上面中央部にシート状電極を設置して、密粒度アスファルト混合物(舗設厚 7.5mm)したものである。

(2) 載荷方法

載荷方法は、供試体のアスファルト舗装上面に水を供給しながら、図-1 に示す荷重段階で各載荷位置(7点)に対して、定点移動による繰返し載荷を行った。この載荷試験は、各種防水工の床版下面に目視で漏水が確認できるまで実施した。Liquid

(3) 漏水検知システム

電極の配置を図-2 に、漏水検知の計測システムを図-3 に示す。事前の予備実験の結果から、各材料の電気抵抗の値は概ね次のとおりであった。

水(水道水)、コンクリート表面...数 100kΩ ~ 数 10MΩ
アスファルト舗装、防水層...1000MΩ以上の絶縁物

(4) 結線方法

電極の結線の違いから、次の2種類で漏水状況の検知を行った。

アスファルト舗装からの漏水検知(計測 A ; 電極 と の間)

防水層からの漏水検知(計測 B ; 電極 と の間)

なお、今回の漏水検知システムでは、デジタルマルチメータ(抵抗計)の測定限界は最大 200MΩであるため、歪みゲージテストを用いて 1000MΩ以上を有する絶縁物であることを適宜確認した。また、ここで取扱う電気抵抗値は、一般的な固定抵抗とは異なり、液体や固体を対象としているため、表面抵抗や体積抵抗であったりする。

表-1 供試体の種類と防水工条件

供試体	防水材の種類	施工方法	防水工の施工範囲	防水層厚さ	電気抵抗値
CO-1	瀝青系加熱塗膜 (プライマー1層, 防水材1層)	塗布 (コテ仕上げ)	幅2.5×長さ2.25m	0.69mm	1000MΩ以上
CO-2	瀝青系常温塗膜 (プライマー4層, 防水材1層)	塗布 (ローラ塗り)	幅2.5×長さ2.25m	0.43mm	1000MΩ以上
SH-1	瀝青系シート (プライマー1層)	トーチ工法	幅2.5×長さ2.25m	2.52mm	1000MΩ以上
SH-2	瀝青系シート (プライマー1層, コンパウンド1層)	流しばり	幅2.5×長さ2.25m	2.76mm	1000MΩ以上

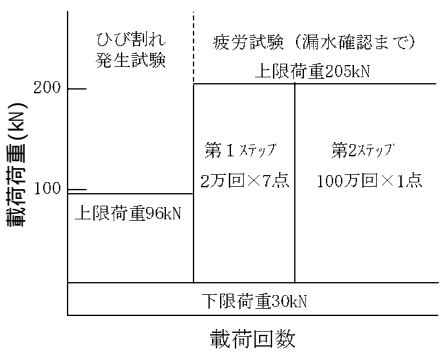


図-1 載荷パターン

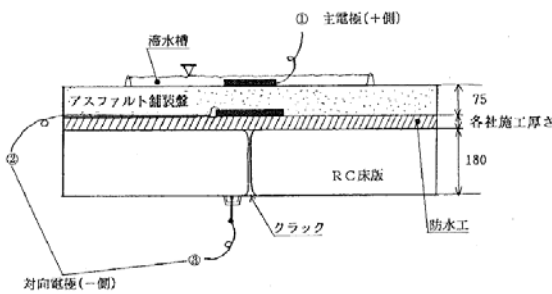


図-2 電気抵抗の電極配置

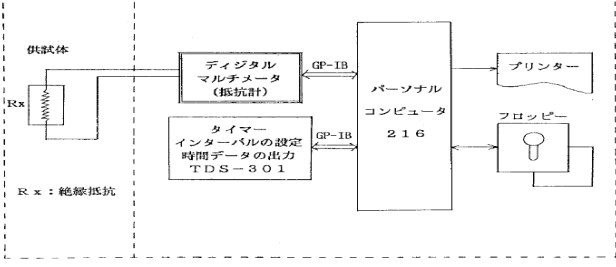


図-3 漏水検知の計測システム構成

キーワード 床版防水, 漏水, 性能評価, 瀝青系塗膜防水材, 瀝青シート系防水材, 電気抵抗
連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 施工技術総合研究所 研究第二部 TEL 0545-35-0212

3. 実験結果と検討

(1) アスファルト舗装からの漏水検知(計測A)

図-4 にひび割れ試験時の繰返し载荷時と電気抵抗の経時変化を示す。この図から各供試体の電気抵抗が $6.8\text{M}\Omega$ 相当に低下した時点、舗装上面の水が防水層まで浸透したと仮定した場合、表-2 に示すように SH-1 を除いて繰返し回数 3 ~ 1500 回で舗装下面まで水が到達したものと考えられる。さらに、繰返し载荷することで舗装上面にひび割れが目視確認できた時点では、電気抵抗は、数 $100\text{k}\Omega$ とさらに低い値を示した。

(2) 防水層およびRC床版からの漏水(計測B)

図-5 に疲労試験時の各供試体の繰返し回数と電気抵抗値の経時変化を示す。また、電気抵抗測定結果と床版下面からの目視観察結果から推定された防水状態の変化を5段階に区分して表-3 に、電気抵抗の目安と防水状態の関係を図-6 に示す。

表-3 に示すように水がアスファルト舗装下面まで浸透した時点で、電気抵抗が $1000\text{M}\Omega$ 以上を示していたのは SH-2(シート系)のみで、これはひび割れ発生試験後も防水層が健全であることを示している。その他の3種類は $17 \sim 50\text{M}\Omega$ を示し、何等かの欠陥(ピンホール等)がすでに生じているものと考えられる。

また、表-3 から塗膜系の供試体は比較的早い時期に漏水が始まり、シート系は塗膜系よりも漏水しにくい傾向が認められた。

(3) まとめ

防水層の防水効果を評価する手段として、電気抵抗の変化に着目した漏水検知を行った結果、以下のことが明らかとなった。

アスファルト舗装、防水層からの漏水の発生が電気抵抗値の変化(低下)として瞬時に検知できる。

繰返し载荷中でも、ノイズの影響を受けず測定が可能である。

アスファルト舗装上面の滞水範囲によって、部分的な漏水検知が可能である。

4. あとがき

本実験では、防水効果(機能)の評価手法として電気抵抗測定を適用することで、防水工を施したRC床版の漏水発生の経過(アスファルト舗装→防水層→床版→床版下面漏水)が概ね把握できることが判明した。この漏水検知システムの特徴は、測定電流が非常に小さいため、防水工の被覆を痛めることがなく、かつ高精度で防水層の欠陥の検出が可能と考えられる。

ただし、今回の室内実験で測定した電気抵抗値は、測定器の種類や測定環境によって多少異なる可能性がある。

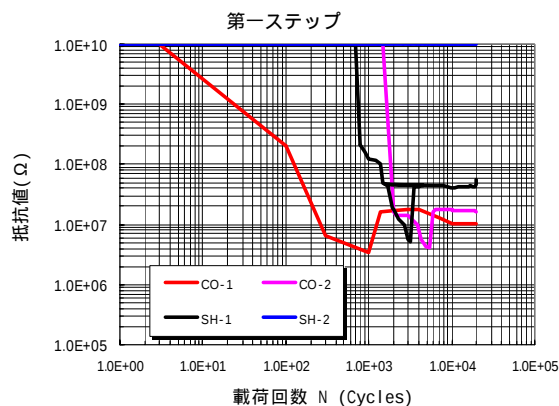


図-4 電気抵抗の経時変化(舗装部から漏水確認)

表-2 アスファルト舗装盤の漏水検知結果(第一ステップ)

供試体	シート状電極で水を感知した繰返し回数	シート状電極で滞水した繰返し回数	床版下面からの漏水を確認した繰返し回数
CO-1	3	1000	有(7000)
CO-2	1500	5400	認められない
SH-1	700	3200	有(20000)
SH-2	認められない	認められない	認められない

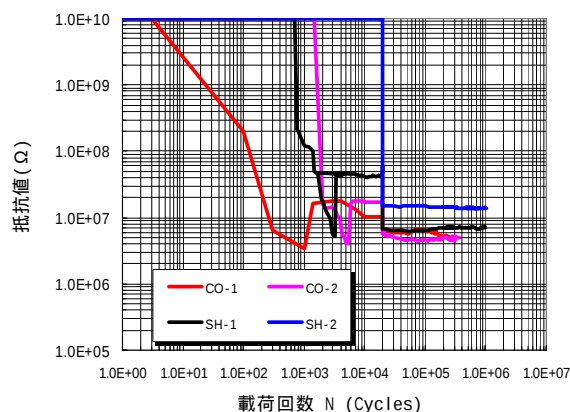


図-5 電気抵抗の経時変化(第二ステップ)

表-3 防水状態の変化と電気抵抗の目安

段階	防水状態の変化	状態	電気抵抗の目安
1	SH-2	防水効果良好	$500\text{M}\Omega$ 以上
2	SH-1	防水効果あり(ピンホール等の影響あり)	$20 \sim 50\text{M}\Omega$
3	CO-1	床版内部に水が浸透し始め	$17 \sim 20\text{M}\Omega$
4	CO-2	床版下面に水がにじむ程度	$20 \sim 17\text{M}\Omega$
5		床版下面から水が漏下する状態	$10\text{M}\Omega$ 以下

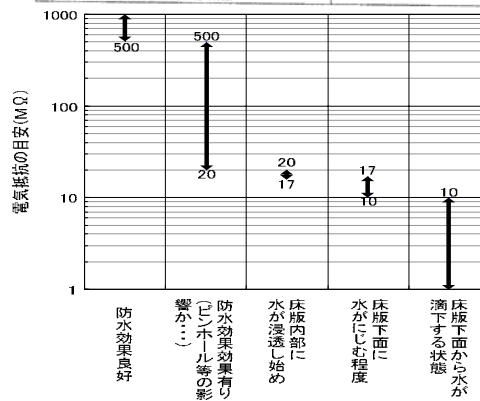


図-6 防水床版の電気抵抗測定結果の例