

ひび割れ開閉負荷試験における新しい簡易漏水検知手法に関する研究

一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 ○榎園 正義
一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 谷倉 泉
阪神高速道路(株) 正会員 青木 康素 正会員 足立 幸郎
大阪大学名誉教授 フェロー 松井 繁之

1. はじめに

床版防水層の耐久性照査試験として行われている現行のひび割れ開閉負荷試験(以下、負荷試験と呼ぶ)は、防水便覧¹⁾に準拠して実施されている。また、この防水便覧では繰返し回数については「設計する路線の交通量調査結果を基に、設計耐用期間及び大型車の交通量を考慮して繰返し回数を設定するとよい」とされていることから、阪神高速道路の交通実態を反映した試験条件として繰返し回数 900 万回の負荷試験が提案されている。本耐久性照査では、繰返し回数 900 万回の負荷試験が完了した後、さらに防水層の防水性能を確認するための防水性試験Ⅱが実施される。このため、負荷試験の周波数を 10Hz とした場合でも、負荷に要する試験期間は約 11 日間、その後の防水性試験Ⅱ用の成形・加工および養生期間 7 日間、防水性試験Ⅱにおける加圧減衰量の 24 時間計測、さらに供試体内部への検査液の浸透確認など、一連の防水性能の評価を行うために約 3 週間以上を要し、多大な時間と労力を必要としている。このことから、防水層からの漏水の発生状況を簡易に検知可能な評価手法の確立が求められている。本研究は、SFRC 上に設置した防水層を対象として、900 万回の負荷試験の途中段階で防水層からの漏水の有無を検知することで、防水層の防水性能を負荷試験中に評価できる新しい簡易漏水検知試験手法を提案し、実験的な検証によりその有効性を示したものである。

2. 実験概要

2.1 供試体の種類、試験機および測定原理

(1) 供試体の種類と試験機

負荷試験に用いた供試体(□150×300×80mm)は、SFRC 打設 3 時間経過後から 2 時間以内で防水層を施工し、表層(密粒Ⅲ、高耐久排水性舗装)を舗装した試験体に、図-1 に示すように上下面にスリットを入れ、そのスリット内にひび割れを発生させたものを供試体として使用した(表-1 参照)。

負荷試験は、写真-1 に示すような試験機を用いて恒温室内(常温 23℃)で実施した。

(2) 漏水検知方法

本手法は、図-2 に示すように床版防水層に含まれる水分の移動によって生じる電気抵抗の変化に着目したもので、各部材の電気抵抗値は、概ね以下のように考えられる。

- (a)水、SFRC ; 数 100kΩ~2MΩ 以下
 - (b)アスファルト舗装(密粒Ⅲ、高耐久) ; 500MΩ 以上
 - (c)床版防水層(塗膜系、シート系) ; 500MΩ 以上
- 筆者らの研究²⁾を応用し、図-3 に示すように防水層

からの漏水状態と電気抵抗変化との関係から防水層の破断状態を評価できるものと考え、漏水の検知と判定方法を確認するための予備実験と本実験を実施した。

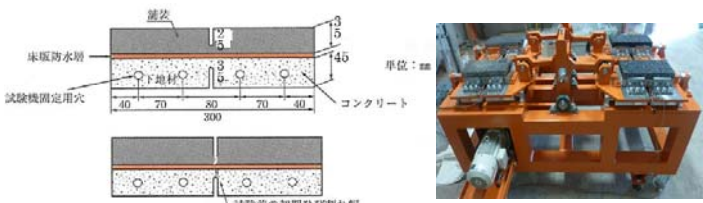


図-1 試験用の供試体

写真-1
ひび割れ開閉負荷試験機

表-1 供試体の種類と数量

防水層の種類	舗装の種類	
	密粒Ⅲ	高耐久排水性
従来As塗膜	2体	2体
新製品(5社)	各2体	各2体
	小計12体	小計12体
合計	24体	

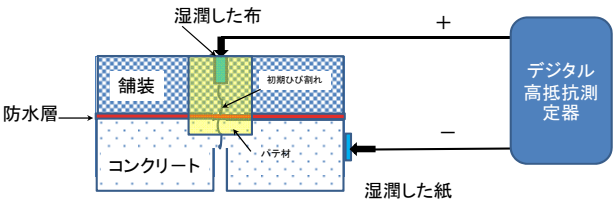


図-2 簡易漏水検知試験のイメージ

キーワード 防水層, 防水工, 漏水検知, 電気抵抗

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL 0545-35-0212

3. 実験結果と考察

(1) 予備実験

負荷試験 200 万回後の従来型 As 塗膜 (A)、と新製品 (B) の漏水検知実験結果を図-3 に示す。この図から、従来型 As 塗膜 (A) は、試験前に $500\text{M}\Omega$ 以上であったものが、200 万回負荷試験後では、 $60\text{M}\Omega \sim 70\text{M}\Omega$ と低下した。これは防水層に微細な損傷に伴う漏水が発生したものと判断された。一方、新製品 (B) は 200 万回負荷後も $500\text{M}\Omega$ 以上を維持して電気抵抗の低下が認められず、防水層は健全な状態と判断された。

以上から、負荷試験の各段階 (200 万回) 毎に、電気抵抗の変化を測定する手法 (以下、簡易漏水検知試験と呼ぶ) を実施することで、的確に漏水状態を判定することが可能となった。また、安全のためスリット部に水を注水し、漏水を目視確認する試験 (以下、水張り試験と呼ぶ) も併用した。

(2) 本実験

200 万回の負荷試験後毎に、簡易漏水検知試験を実施した結果の例を図-4 に示す。この簡易漏水検知試験と水張り試験の結果から、以下のことが言える。

図-4 に示すように、従来型 As 塗膜は表層の種類によらず、負荷試験 200 万回後の簡易漏水検知試験で $10\text{M}\Omega$ 以下に大幅に低下し、水張り試験でも下面のスリット部から水が滴下する漏水状態となった。その他の新しい製品については、簡易漏水検知試験で $7\text{M}\Omega$ 以下に低下した場合には、下面スリット部から水がにじみ出し、 $2\text{M}\Omega$ 以下では水が滴下する状態となることわかった。

このため、簡易漏水検知試験により電気抵抗が大幅に低下した状態は漏水状態 (漏水有り) と判断でき、負荷試験を中止することとした。その後の防水性試験 II でも、漏水状態が確認され、判定の妥当性が確認された。

4. まとめ

本研究の主な成果は、次のとおりである。

- (1) 負荷試験の各 200 万回終了直前に簡易漏水検知試験および水張り試験を行うことによって、負荷試験時の漏水の有無を確実に検知可能となった。
- (2) 簡易漏水検知試験と防水性試験 II の結果から、漏水検知方法の妥当性を確認できた。負荷試験の中止の判断は、図-5 に示す電気抵抗値で $30\text{M}\Omega$ 以下が漏水発生が目安となる。
- (3) この手法で漏水があると判定された場合には、

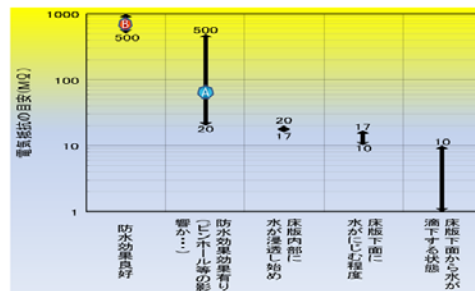


図-3 漏水検知予備実験結果 (200 万回後、A、B)

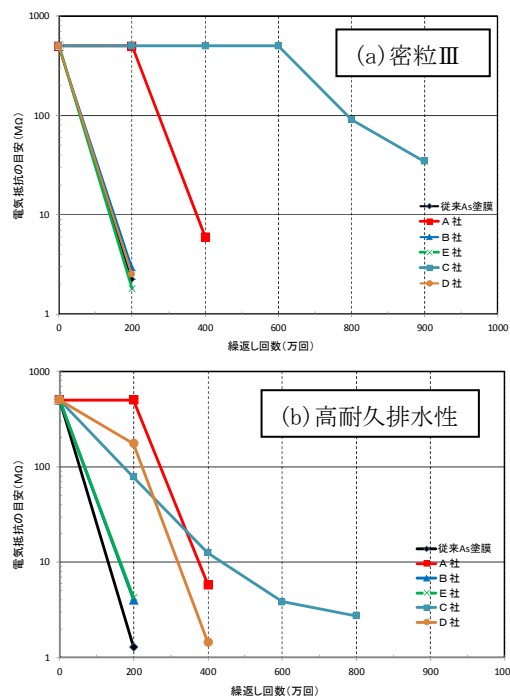


図-4 200 万回負荷試験後毎の簡易漏水検知試験結果の例

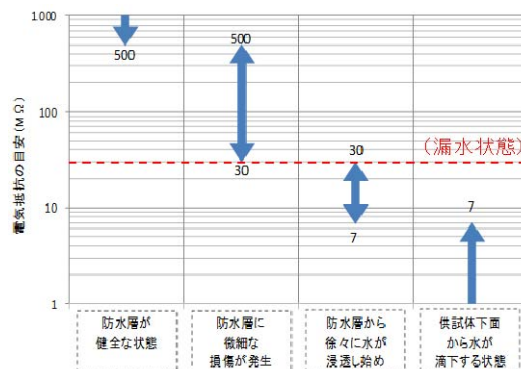


図-5 防水層の状態と電気抵抗の目安

負荷試験をその時点で中止することが可能となった。その結果、試験期間の短縮、試験費用の削減等の合理化が図れた。

参考文献

- (1) (社) 日本道路協会：道路橋床版防水便覧, 2007.
- (2) 谷倉泉, 榎園正義, 三浦康治：防水工を防した 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, 土木学会第 65 回年次学術講演会, PP.759-760, 2010.9