

高浸透型防水材料を塗布した RC 床版の輪荷重走行試験結果

首都高速道路(株) 正会員 ○蒲 和也
 首都高速道路(株) 正会員 永田 佳文
 日本大学 正会員 前島 拓

1. はじめに

首都高速道路では、ひび割れなどの劣化損傷がみられる RC 床版に対して、複合防水工法(図-1)による防水層を設けている。その使用材料である浸透型防水材料は、床版表面およびひび割れに浸透して防水層を形成する。よって、浸透性能が高いほどに防水効果が発揮される。そこで、筆者らは高い浸透性能を有する「高浸透型防水材料」(以下、防水材料)を開発し現場への適用を図った¹⁾。既に施工実績は約 60,000m²を有している(平成28年3月現在)。

この防水材料開発段階で実施した実験では、ひび割れを発生させた RC 梁の曲げ剛性が防水材料塗布前後で約 25%回復することを確認した¹⁾。これは、高い浸透性能による副次的な効果と考えられ、劣化損傷が進む道路橋 RC 床版の疲労耐久性向上に寄与する材料として期待できる。そこで、RC 床版供試体を用いて防水材料塗布前後に輪荷重走行試験を実施し、防水材料塗布が RC 床版にどのように寄与するのかを確認した。

2. 試験概要

(1) 供試体諸元

供試体設計図を図-2に示す。床版厚さを 160 mmとした。これは、現在、首都高速道路で補修・補強を必要とする床版厚さが 200 mm以下のものが主流で、かつ本試験を実施する日本大学の既往試験結果²⁾との比較を可能とするためである。

(2) 試験手順

輪荷重走行試験により押抜きせん断破壊直前、いわゆる疲労限界に達した段階(25万回)で、防水材料を床版上面から 0.5kg/m²塗布後 1 日間養生し、輪荷重走行試験を再開。再度、疲労限界に達した段階(約 47万回)で試験を終了した。輪荷重走行試験は日本大学の既往試験²⁾と同様の方法で実施した(表-1)。

(3) 計測項目・方法

計測項目・方法を表-2に示す。たわみ、ひび割れおよび共振周波数を目標走行回数毎に計測し、損傷度合の経時変化を確認した。防水材料浸透深さおよび断面損傷は輪荷重走行試験終了後に供試体を解体して、その状態を確認した。

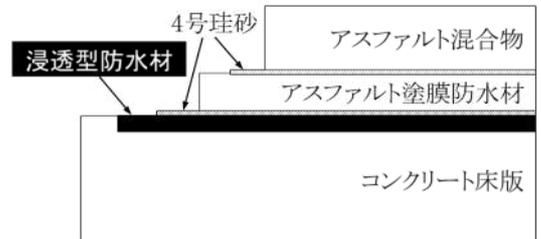


図-1 複合防水工法の構成

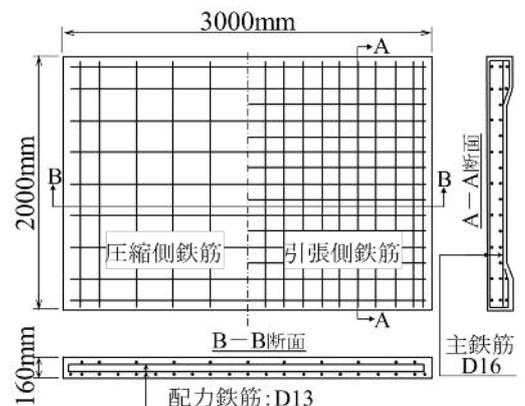


図-2 供試体設計図

表-1 輪荷重走行試験概要

項目	概要
試験装置	・クランク式(台車が可動)、鉄車輪 ・走行範囲2m, 回転速度8.97rpm
支持条件	・長辺方向の2辺を単純支持 ・短辺方向の2辺を弾性支持
載荷ステップ	・載荷荷重98kNから開始, 10万回, 20万回, 25万回 で載荷荷重を29.4kNずつ増加させる段階載荷方式
試験環境	・乾燥

表-2 計測項目と計測方法

計測項目	計測方法
たわみ	・供試体中央に静的載荷(荷重98kN)し、高感度変位計(感度1/100mm)を用いて計測 ・活荷重たわみ=最大たわみ-残留たわみ
ひび割れ	・ひび割れ長さ、ひび割れ幅を目視観察 ・床版中央1600mm×1200mmの範囲にあるひび割れ長さを計測し、ひび割れ密度を算出
共振周波数	・小型加振器を用いた強制加振試験 ・加振方向の縦振動を励起させ、振動が及ぶ範囲の共振周波数を計測
防水材料浸透深さ	・床版上面ひび割れ箇所のコアを採取 ・コア側面のひび割れ箇所をブラックライトを併用して目視観察し、防水材料浸透深さを計測
断面損傷	・床版中央を十字に切断し、床版断面の損傷状況を目視観察

キーワード 橋梁, コンクリート床版, 耐久性向上, 床版防水, 浸透型防水材料

連絡先 〒102-0093 東京都千代田区平河町 2-16-3 首都高速道路(株) TEL03-3264-8523

3. 試験結果と考察

(1) 活荷重たわみと等価繰返し走行回数の関係

活荷重たわみと等価繰返し走行回数（98kN 換算）の関係を図-3に示す。図中に示す回数は疲労限界状態に達した回数を示す。この回数を用いて算出した疲労寿命増加率により、防水材塗布による延命傾向の有無を確認した。塗布後の疲労寿命増加率は、塗布前に対して1.44倍、本供試体と同等の諸元であるRC床版供試体の既往試験結果²⁾（図中、H20.健全）に対して3.32倍であり、いずれも延命する傾向がみられた。

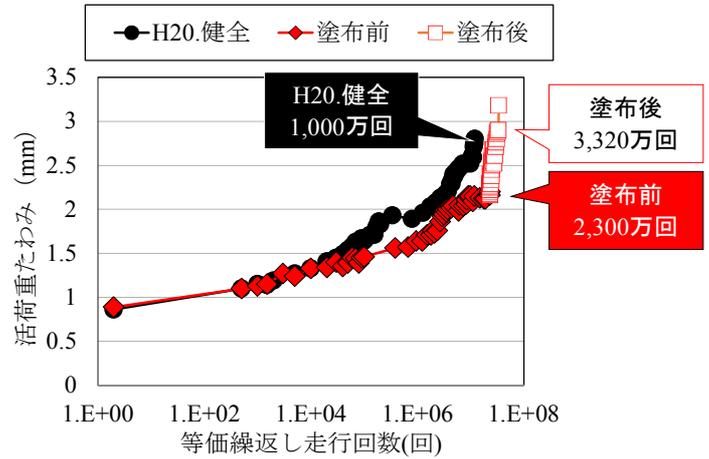


図-3 活荷重たわみと等価繰返し走行回数

(2) 共振周波数比と等価繰返し走行回数の関係

共振周波数を計測する小型加振器を用いた強制加振試験は、アスファルト舗装や炭素繊維シート上からでもコンクリート床版内部の劣化程度を局所的に評価できる非破壊検査手法として開発が進められている技術である³⁾。床版に生じたひび割れや空隙によって剛性と共振周波数が低下することに着目して部材内部の劣化・損傷を評価する³⁾。

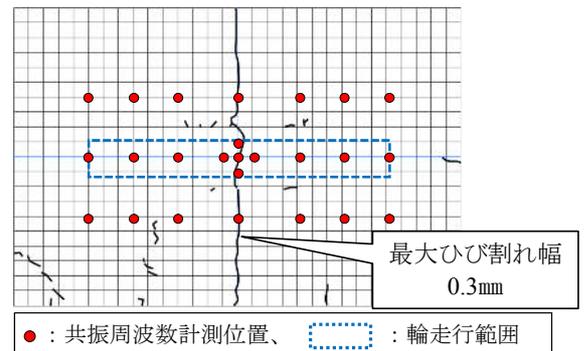


図-4 共振周波数計測位置および防水材塗布時の床版上面損傷状況

輪走行範囲内（図-4）の共振周波数計測値の平均値から算出した共振周波数比（健全時と走行段階毎の比）と等価繰返し走行回数の関係を図-5に示す。共振周波数比の低下率が大きい範囲の割線勾配を塗布前後で比較すると塗布前は-1.57，塗布後は-0.97であり、塗布後の低下率が38%小さくなっている。つまり、剛性低下を抑制する補修効果が有ることが示唆された。

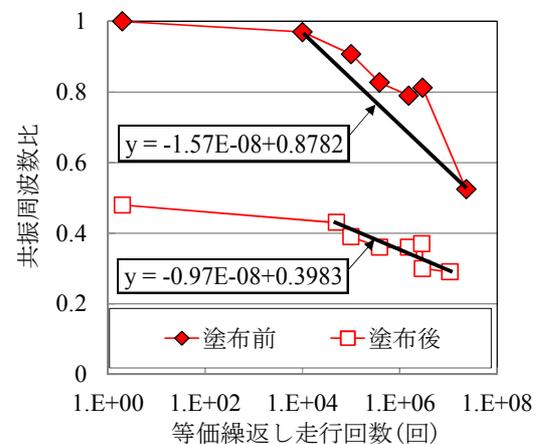


図-5 共振周波数比と等価繰返し走行回数

(3) 床版損傷状況および防水材浸透深さ

防水材塗布時の床版上面には最大ひび割れ幅 0.3 mmのひび割れが床版中央に生じていた（図-4）。試験終了後に、このひび割れから採取したコアを目視確認した結果、床版上下面に貫通するひび割れはみられず、ひび割れ深さは約 40 mm，防水材浸透深さは約 30 mmであった。

4. まとめと今後の予定

RC床版供試体を用いて輪荷重走行試験を実施した結果、防水材塗布によって延命する傾向（疲労寿命増加率 1.44 倍）がみられた。また、共振周波数比の低下率が防水材塗布後に38%小さくなることが確認され、剛性低下を抑制する補修効果を有することが示唆された。

今回は輪荷重走行試験を乾燥環境で実施し剛性回復性能による効果に着目した。引き続き、水張り環境での輪荷重走行試験を実施し、剛性回復性能+防水性能による複合効果を検証する予定である。

謝辞：本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」（管理法人：NEDO）によって実施されました。

参考文献：1) 蒲和也，永田佳文，井田達郎，平岡富雄：コンクリート床版の高浸透型防水材の開発，土木学会年次学術講演会概要集，pp7-8. 2) 前島拓，子田康弘，土屋智史，岩城一郎：塩害による鉄筋腐食が道路橋RC床版の耐疲労耐久性及ぼす影響，土木学会論文集 E2, Vol.70 No.2, pp.208-225, 2014. 3) 前島拓，内藤英樹，子田康弘，岩城一郎，鈴木基行：共振周波数の低下に着目した実道路橋RC床版の疲労損傷度評価，構造工学論文集 Vol161A, pp.777-787, 2015. 3