

疲労損傷を受けた RC 床版に対する 高浸透型防水材料の補修・補強効果に関する検討

日本大学 学生会員 ○大場 智 島野 孝則 日本大学 正会員 前島 拓
日本大学 フェロー 岩城 一郎 首都高速道路(株) 正会員 蒲 和也

1. はじめに

近年、都市内高速道路など重交通下の道路橋 RC 床版では、大型車の走行による疲労に加え、ひび割れへ浸入した雨水が損傷を促進させ、床版上下面を貫通するひび割れ(以下、貫通ひび割れ)が顕在化し、RC 床版の耐疲労性を低下させている。この対策として浸透性の優れる高浸透型防水材料(以下、防水材料)が開発され、現在までに施工実績は約 60,000m²を有している¹⁾。本研究室では昨年度までに、乾燥状態で疲労限界まで輪荷重走行試験を行った RC 床版に対し、防水材料の補修効果について検討した¹⁾。その結果、本材料が RC 床版の耐疲労性の向上に寄与する可能性が示唆された。そこで本研究では昨年度に引き続き、床版上面に水を張った状態で試験を実施した床版に加え、疲労とアルカリシリカ反応(ASR)の複合劣化を受けた RC 床版に対して防水材料による補修・補強効果を実験的に検討した。

2. 実験概要

表-1 に水張り状態で試験を実施する床版(以下、N-Fw)、表-2 に疲労と ASR による劣化を受けた RC 床版(以下、A-Fw)の配合を示す²⁾。N-Fw は乾燥状態で試験を実施した床版(以下、N-Fd)と同一配合とした。図-1 に、RC 床版供試体の形状を示す。水張り試験は図中の青枠範囲に土手を作製し、枠内を真水で湛水させた状態で輪荷重走行試験を実施した。輪荷重走行試験は基本荷重を 98kN とし、段階荷重方式により実施した。計測項目は規定走行回数終了時点での活荷重たわみとひび割れ観察である。防水材料による補修・補強は、上面にひび割れが認められ、かつ疲労限界と判断された段階に実施した。なお、N-Fw および A-Fw については、防水材料塗布前後における輪荷重走行試験を水張り状態で実施した。

3. 実験結果及び考察

図-2 に、活荷重たわみと等価繰返し走行回数の関係を示す。図より、各床版の防水材料塗布前における疲労限界時の走行回数は、N-Fd で 2300 万回、N-Fw では 15 万回、A-Fw で 3600 万回であった。なお、水張り試験を実施した N-Fw および A-Fw では疲労限界直前において床版下面で漏水が確認された。図-3 に塗布前の疲労限界時における床版上面のひび割れ図を示す。図より、N-Fd、N-Fw ではひび割れが少なく、A-Fw では ASR の影響によりひび割れが多数発生していた。なお、最大のひび

表-1 コンクリートの配合(N-Fd、N-Fw)

粗骨材の最大寸法 (mm)	スラン プ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	空気 量 (%)	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S	G	AD
20	12	64.3	46.6	4.5	178	277	839	1005	2.27

表-2 コンクリートの配合(A-Fw)

粗骨材の最大寸法 (mm)	スラン プ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	空気 量 (%)	単位量(kg/m ³)						
					W	C	S	G	AD	AE	NaCl
20	12	65	45	4.5	175	269	413	1032	4.035	0.016	18.9

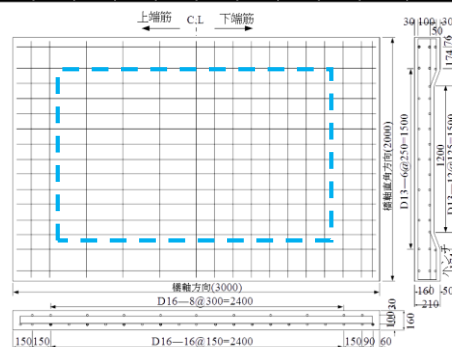


図-1 供試体形状

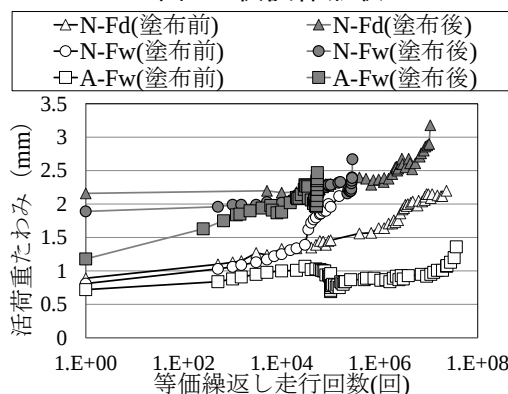


図-2 活荷重たわみ-等価繰返し走行回数

キーワード 輪荷重走行試験, 高浸透型防水材料, 疲労

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地

T E L 024-956-8721

割れ幅は N-Fd で 0.15mm、N-Fw では 3.0mm、A-Fw で 0.25mm であった。以上の損傷状態で防水材を浸透する限界まで塗布したところ、塗布量は N-Fd で 0.5kg/m^2 、N-Fw で 0.7kg/m^2 、A-Fw で 1.0kg/m^2 となった。A-Fw については、上面のひび割れが多く、また砂利化部に防水材が浸透したことで塗布量が多くなったものと考えられる。なお N-Fw では前述した水の滲出が確認された箇所、防水材の滲出が確認された。塗布前後の活荷重たわみ(図-2)に着目すると、N-Fd では活荷重たわみの回復は見られなかったのに対し、N-Fw では 0.4mm、A-Fw では 0.2mm の回復が見られ、本材料による補強効果が確認された。塗布後の疲労限界に至った走行回数は、N-Fd では塗布前の半分程度である 1000 万回、N-Fw では塗布前の 1.8 倍である 27 万回であり、事後保全的な対策であるものの、本材料が RC 床版の延命効果を有することが示された。なお、A-Fw では延命効果は認められず、5 万回で疲労限界に至った。図-4 に床版下面に発生したひび割れの密度と等価繰返し走行回数の関係を示す。図より、塗布後のひび割れ密度に着目すると、N-Fd および N-Fw ではひび割れ密度の増加がなく疲労限界に至った。これは N-Fd では、ひび割れが既に頭打ちの状態にあり、新たなひび割れが生じにくい状態であったためと推察された。一方 N-Fw では、ひび割れ密度が小さい状態で疲労限界に至ったことを勘案すると、本材料によって床版下面における新たなひび割れの発生を抑制したものと考えられる。A-Fw では補修後のひび割れ密度は増加傾向にあり、N-Fd と同程度の値まで増加し疲労限界に至った。写真-1 に、図-3 の●位置より採取したコアにブラックライトを当てて観察した防水材の浸透深さを示す。写真より、浸透深さは N-Fd で床版上面から 30mm、A-Fw で 20mm 程度であったのに対し、N-Fw では、床版上面から 95mm と、防水材が深く浸透していた。また、N-Fw では床版下面で防水材の滲出が確認されており、床版中央位置においては床版下面まで防水材が充填されたものと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲内より、高浸透型防水材は、RC 床版の延命効果を有する材料であることが示された。特に、貫通ひび割れの発生が確認された N-Fw においては、剛性の回復やひび割れの抑制といった補修・補強効果が確認され、都市内高速道路のような貫通ひび割れが卓越する床版に本材料を適用することで補修・補強効果が期待できると考えられる。また、ASR を受けた床版では、剛性の回復は確認されたものの、顕著な延命効果は確認できなかった。このことは、ひび割れ内に介在するゲルが防水材の浸透を妨げたことで、防水材が床版内部まで十分に浸透しなかったためだと推察される。

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：JST）によって実施されました。

【参考文献】 1) 蒲和也ら(2015)：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，pp.7-8

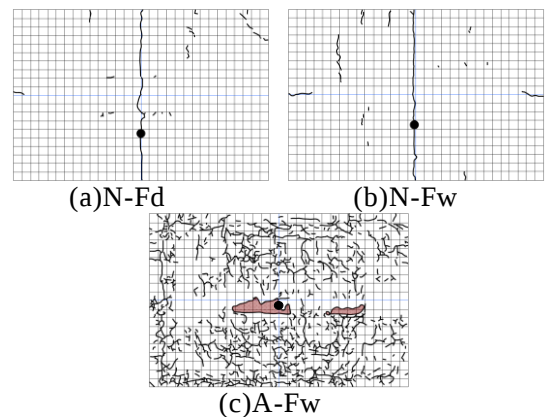


図-3 上面のひび割れ図

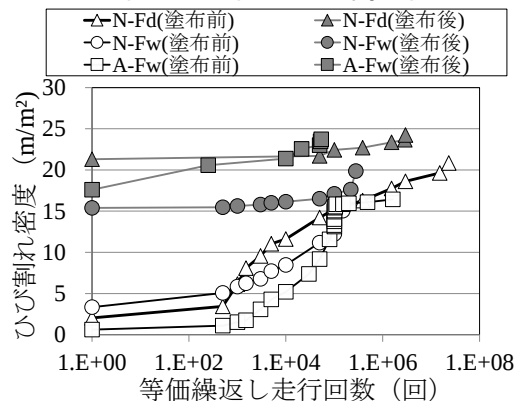


図-4 ひび割れ密度-等価繰返し走行回数

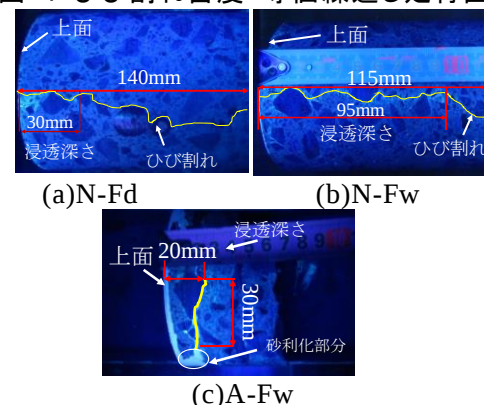


写真-1 採取コア