

RC 床版内部に発生した水平ひび割れの補修工法に関する実験的検討

日本大学工学部 学生会員○田中暁 非会員 千葉颯太 学生会員 小野貴太郎  
 正会員 前島 拓 フェロー 岩城一郎  
 株式会社 NIPPO 正会員 吉田雅義

1. 目的

道路橋 RC 床版は、重交通の繰返し作用による疲労に加え、床版内部に雨水が浸入することで疲労損傷を促進させることが知られている。この対策として接着強靱性と浸透性に優れた高浸透型防水材が開発され、疲労損傷を受けた床版上面に高浸透型防水材を塗布することで、上面から鉛直方向に発生するひび割れに深く浸透し、RC 床版の耐疲労性が向上することが明らかとなっている。一方、積雪寒冷地における RC 床版では、凍結防止剤散布の影響により床版内部におけるひび割れが卓越することが知られているが、この種のひび割れを簡易かつ迅速に補修し得る手法は確立されていない。そこで本研究では、輪荷重走行試験により水平ひび割れが生じた RC 床版に対して、床版上面から浸透道を削孔し、床版に振動を与えながら高浸透型防水材を塗布するという新たな補修方法を適用し、その補修効果について実験的に検討した。

2. 実験概要

図-1 に供試体概要および局所振動試験の実施位置を示す。供試体は水セメント比 64.3%の複鉄筋 RC 床版供試体であり、補修前における輪荷重走行試験の水張り有無をパラメータとした。なお、補修後における輪荷重走行試験は、供試体条件によらず上面水張り状態で実施した。表-1 に高浸透型防水材の基本性能を示す。高浸透型防水材はエポキシ化合物の有する接着強靱性・耐水性とアクリル系接着剤の有する急速硬化性を併せ持つ材料である。本検討では、輪荷重走行試験で疲労限界および押抜きせん断破壊に至った RC 床版に対して、水平ひび割れへの浸透道を削孔した後に型枠パイプを用いて床版を振動させながら、高浸透型防水材を塗布するという補修を施し、補修前後における共振周波数の回復程度を確認するとともに、再度輪荷重走行試験を行うことでその延命効果を検討した。浸透道の削孔は、図-2 の赤点で示す位置にφ13mm の吸塵ドリルを用いて深さ 80mm まで行った。計測項目はひび割れ観察、局所振動試験、たわみ計測であり、試験終了後には供試体中央から4分割した断面の観察を行った。

3. 試験結果及び考察

図-2 に補修前における床版のひび割れ発生状況を示す。図中には水張り状態で疲労限界に至った後に高浸透型防水材を上面から塗布することで補修した既往の実験結果をキーワード RC 床版、輪荷重走行試験、水平ひび割れ、高浸透型防水材

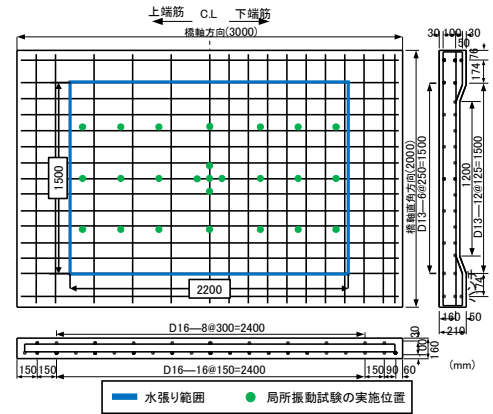


図-1 供試体概要

表-1 高浸透型防水材の基本性能

試験項目	温度(°C)	試験値	規格値
防水性試験	23	0.0ml	減水量0.2ml以下
低温可撓性試験	-10	なし	防水材の折損が生じないこと
せん断試験	強度	-10 3.4N/mm <sup>2</sup> 23 0.30N/mm <sup>2</sup>	0.78N/mm <sup>2</sup> 以上 0.15N/mm <sup>2</sup> 以上
	伸び	-10 1.5% 23 3.7%	0.5%以上 1.0%以上
引張接着試験	強度	-10 3.3N/mm <sup>2</sup> 23 0.7N/mm <sup>2</sup>	1.2N/mm <sup>2</sup> 以上 0.59N/mm <sup>2</sup> 以上
	強度比	23 94%	水没7日後が水没前の50%以上
浸透性能試験	深さ	23 100mm 5 100mm	10mm以上 -

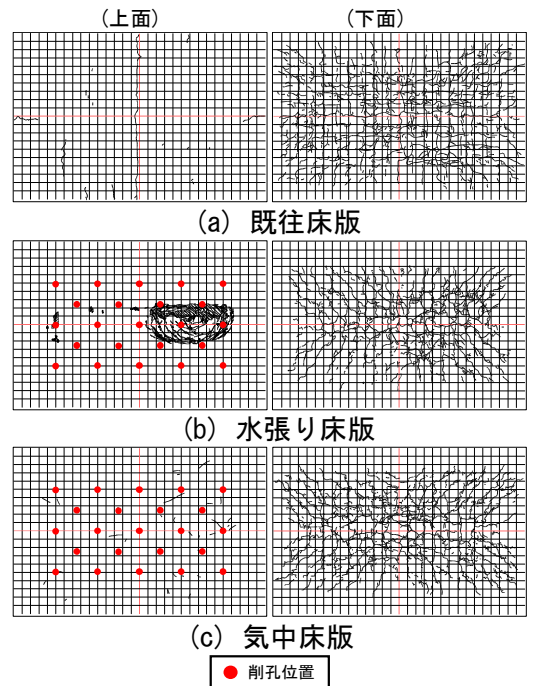


図-2 床版上下面のひび割れ発生状況

併記している<sup>1)</sup>。図より、床版下面のひび割れ密度は既往床版で  $15.0\text{m}^2$ 、水張り床版で  $17.9\text{m}^2$ 、気中床版で  $17.8\text{m}^2$  と概ね同程度であったが、床版上面では水張り床版で輪走行範囲におけるひび割れの発生と砂利化が確認されるなど損傷が著しく進行していた。図-3 に補修前後の共振周波数比コンター図を示す。共振周波数比は、補修前後の共振周波数を走行開始時点の共振周波数で除した値である。図より、補修前の共振周波数比は、水張り床版では広範囲で 0.2 程度を示しており、この段階で押抜きせん断破壊に至っているものと考えられる。また、気中床版についても既往床版より損傷が進行している状態であった。補修前後で比較すると、いずれの床版も共振周波数比の回復が示され、損傷が著しく進行していた水張り床版においても版全体で見かけの剛性の回復が確認された。これは本工法によって床版内部のひび割れまで高浸透型防水材が浸透したことに加え、補修段階で損傷が著しく進行しており、高浸透型防水材が浸透し易い状況であったためと考える。なお、高浸透型防水材の塗布量は既往床版と気中床版で  $0.7\text{kg}/\text{m}^2$ 、水張り床版で  $2.1\text{kg}/\text{m}^2$  であった。図-4 に補修前後の活荷重たわみと等価繰返し走行回数の関係を示す。補修前後における活荷重たわみを比較すると、既往床版では約 20% の回復が見られたが、水張り床版では 11%、気中床版では 3% であり、顕著な回復は確認されなかった。また、疲労限界に至った走行回数は既往床版で補修前 15 万回・補修後 27 万回と顕著な延命効果が確認されたのに対して、水張り床版では補修前 440 万回・補修後 5000 回、気中床版の補修前 1138 万回・補修後 5 万回と、本工法で補修した床版の延命効果は確認されなかった。図-5 に切断面における高浸透型防水材の浸透状況を示す。既往床版では床版上面から鉛直方向に進展したひび割れにのみ浸透が確認されたが、本工法で補修した床版はいずれも浸透道を中心に水平方向のひび割れに浸透する結果であった。以上より、本試験では補修段階で押抜きせん断破壊に近い状態であったため顕著な延命効果が示されなかったものの、本工法により水平ひび割れまで高浸透型防水材を充填可能であり、床版全域で見かけの剛性が回復することが確認されたことから、本工法を予防保全対策として適用することで RC 床版の更なる延命化が期待できると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究では、床版内部に発生した水平ひび割れに対する新たな補修方法について検討を行った。その結果、削孔と振動を組み合わせた簡易な補修方法により、高浸透型防水材を水平ひび割れまで充填することが可能であることを示した。今後は、本工法の実用化に向けて適切な補修時期やその判定方法、および削孔間隔や振動条件を含めた補修設計手法について検討していく予定である。

#### 参考文献

1)前島拓ら(2021)：高浸透型防水材による道路橋 RC 床版の補修効果に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.43，No.2，pp.445-450

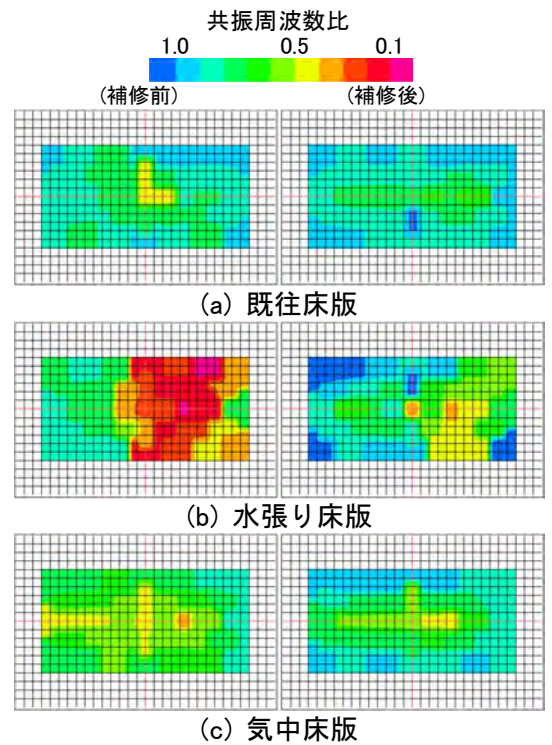


図-3 共振周波数比コンター図

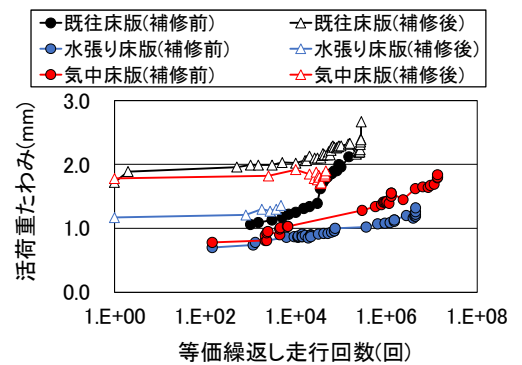


図-4 活荷重たわみ-走行回数

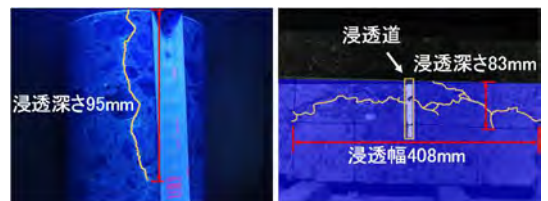


図-5 高浸透型防水材の浸透状況