

## 論文

## 道路橋床版の部分補修に関する耐久性評価

表真也\*, 西城能利雄\*, 角間恒\*\*, 岡田慎哉\*\*, 西弘明\*\*

\*(独)土木研究所寒地土木研究所 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

\*\*博(工), (独)土木研究所寒地土木研究所 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

積雪寒冷地における道路橋床版は、車両走行による疲労のみならず、凍害等の複合的な作用によりコンクリートが早期に脆弱化し、損傷に至る事例が多数発生している。さらには補修部分における再劣化事例なども散見される。

これより本研究では、現行の床版の一般的なポットホールの補修工法について、その工法の疲労耐久性等を輪荷重走行試験により検証を行ったものである。

キーワード：鉄筋コンクリート床版、陥没、部分補修、輪荷重走行試験

## 1. はじめに

積雪寒冷地における道路橋のコンクリート床版（以下、RC床版）は、車両走行による疲労のみならず、凍害等が複合的に作用することにより劣化・損傷する。過去の調査により、RC床版の陥没等の損傷事例が多数、報告されている<sup>1)</sup>。このような損傷事例は、橋梁の老朽化が進むにつれますます増加することが容易に予測される。

このような劣化により、RC床版に損傷が生じた場合には、その損傷が交通に直接影響し、場合によっては事故等の要因になる可能性もあるため、早急に補修を実施しなければならない。しかしながら、補修箇所が早期に再劣化する事例も少なくなく、合理的かつ耐久性の高い補修工法が望まれている。

過去の研究により、RC床版の損傷の補修においては、損傷部周辺の脆弱化したコンクリートを除去し補修コンクリートと既設床版を確実に一体化することが、耐荷重性や疲労耐久性を得るために重要であることが明らか

となっている<sup>2)</sup>。

前述のような知見を基に、著者らは道路橋RC床版の合理的な部分補修工法について提案している。しかしながら、提案の補修工法に関する補修部位の耐久性については、未だ具体的な検討は行われていなかった。

このようなことから、本検討では提案の補修工法の耐久性を検討することを目的として、同工法により補修を行った試験体に対して輪荷重走行試験を実施し、その耐久性について検討した。コンクリートの配合は設計基準強度である $24\text{N/mm}^2$ とした。

## 2. 試験概要

## 2.1 試験体概要

図-1、写真-1には、本試験に用いた試験体の概要を、表-1には試験体に用いたコンクリートの配合設計を示す。

試験体は、実床版の約 $1/3$ のスケールで作成した縮小

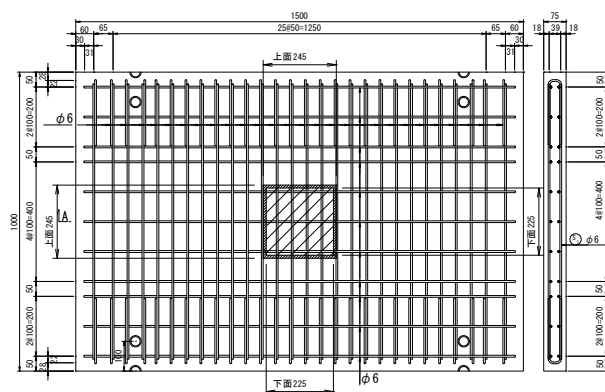


図-1 試験体の概要

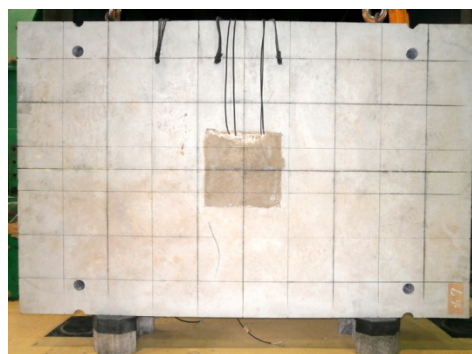


写真-1 陥没部の補修状況

表-1 コンクリートの配合設計

粗骨材の最大寸法	スランプ	水セメント比	空気量	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
				水	セメント	細骨材	粗骨材	混和材
mm	cm	%	%	W	C	S	G	A
10	12	48.8	4.5	159	326	923	931	3.26

模型とし、その寸法は W 1,000×L 1,500×T 75 mm とした。寸法を縮小したことにより鉄筋間隔や被り厚が小さくなるため、コンクリートの骨材寸法も併せて縮小し、最大粒径を 10 mm としている。

鉄筋は補修工法の検討という観点から、施工年次の古い床版を想定し、丸鋼を用いることとした。その配筋は、主鉄筋、配力鉄筋ともに φ6 とし、主鉄筋は 50 mm 間隔、配力筋は 100 mm 間隔で配筋している。

試験体の補修は、実橋床版において陥没が生じた場合の補修工法<sup>3)</sup>を再現するため、陥没部の周辺が脆弱化していることを想定し、陥没部周辺をウォータージェット工法で処理した後に、試験体と同等の 10 mm の粗骨材を用いた超速硬コンクリートで補修した。なお、補修部の界面には接着剤などは使用していない。

陥没部の補修範囲は、試験上最も厳しい条件を考慮し、打継部界面にせん断力が作用するように輪荷重の荷重幅 (165mm) よりも大きい範囲とし、床版上面を 245×245 mm、下面を 225×225 mm の矩形形状とした。

## 2.2 試験方法

表-2 には、本検討で実施した試験ケースの一覧を示す。試験体は基準試験体と、基準試験体に陥没部設け、その陥没部を補修した試験体とし、試験条件は、乾燥・湿潤条件をパラメータとして実施した。湿潤条件は、積雪寒冷地における融雪期を想定したものであり、補修部の耐久性について水の影響を確認するものである。

試験体名は 1 文字目に補修の有無 (無:N, 有:R), 2 文字目に乾燥・湿潤条件 (乾燥:D, 水張:W) として表示している。

写真-2 には、湿潤条件における試験状況を示す。試験の荷重荷重は 20 kN から開始し、1 万回毎に 5 kN ずつ荷重を増加させる漸増荷重とした。なお、試験時に試験体の損傷状況を考慮した最大荷重を適宜定めており、試験体 ND では 35 kN、その他の試験体では 30 kN を最大荷重とした。輪荷重のタイヤ幅は 165 mm、その走行範囲は 1,000 mm である。

試験体の支持条件は、試験体を橋梁床版の一部として考慮し、床版の連続性を再現することを目的に、走行方向の 2 辺 (長辺) を単純支持、走行直角方向の 2 辺を弾性支持としている。

湿潤条件においては、試験体上面に水を張ることで再



写真-2 試験状況写真 (水張り)

表-2 試験ケース一覧

試験体名	補修状況	試験条件	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )
ND	基準	乾燥	36.2	30.9
RD	陥没補修		39.9	32.3
NW	基準	湿潤	42.1	29.6
RW	陥没補修		38.8	32.3
補修材 (超速硬 Co)	—	—	40.3	21.9

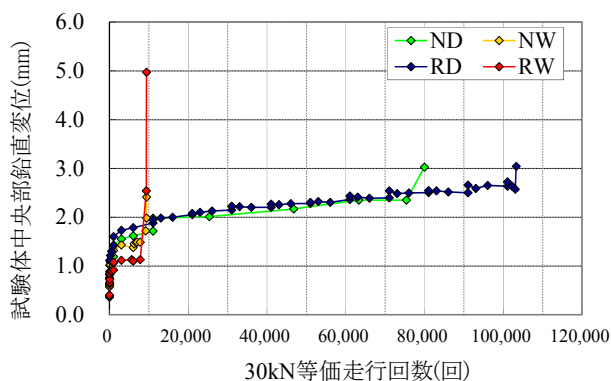


図-2 活荷重鉛直変位と等価走行回数との関係

表-3 試験終了後の試験体の損傷状況

	試験体上面		試験体下面	
ND				
RD				
NW				
RW				

輪荷重走行範囲   
 — ひび割れ   
  異音発生範囲   
  砂利化範囲   
  剥落範囲   
  角落ち   
  写真の損傷範囲

現した。その水張り範囲は、走行範囲全体と補修材の施工範囲を水没させるため 1,300 mm × 450 mm とした。また、その水深は 2~3mm 程度としている。

## 2.3 試験結果

### (a) 輪荷重走行回数の比較

図-2 には、各試験体の中央部の活荷重鉛直変位と等価走行回数<sup>3)</sup> (P=30kN) との関係を示す。なお、試験は鉛直変位が急増した時点を終局と判断し、終了している。

図より、すべての試験ケースにおいて、荷重初期には走行回数の増加とともに鉛直変位も急激に増加し、概ね 1~2 mm 程度で一度安定する。その後、走行回数の増加に応じて鉛直変位も微増してゆく傾向を示し、急激な変位の増加により終局に至っている。

ここで、補修の有無に着目し、試験体 ND と試験体 RD についてみると、補修を実施した試験体 RD がより耐久性が高い評価となっている。試験体 ND と試験体 RD ではその最大荷重が結果として異なったため、その影響があることも考えられるが、補修後にも同等の耐久性を有していると判断できる。

つぎに試験体 NW と試験体 RW についてみると、2つの試験体はほぼ同等の耐久性を有している評価となっている。

これらのことから、本試験においては、補修による耐久性への影響は見られず、本補修工法は耐久性には問題がないものと判断される。

さらに、乾燥状態、湿潤状態それぞれにおいて補修の有無による差異がほとんどないことから、本補修工法は湿潤状態による影響も通常の床版と同様であることが明らかとなった。

また、耐久性は湿潤状態とすることで、1/10 程度に低下している。これは、著者らの過去の知見<sup>4)</sup> と一致しており、補修後の耐久性に対して水の与える影響は通常の床版と変わらないことが明らかとなった。

### (b) 試験終了後の試験体の損傷状況

表-3 には、試験終了後の試験体の損傷状況を一覧にして示す。表より、試験体上面の損傷状況に着目すると、すべての試験体で荷重荷位位置近傍に砂利化が確認できる。また、その発生範囲についても、それぞれの条件による明瞭な差異は見られない。

補修試験体においては、その補修材料にも砂利化が生じており、既設コンクリートと補修材料との耐久性の明確な差異はないものと考えられる。また、既設コンクリートと補修材料との分離の傾向は見られず、両者は良好に付着しているものと判断される。

次に、試験体下面の損傷状況に着目すると、すべての

試験体において、押し抜きせん断破壊の傾向が見られる。本試験においては、終局は押し抜きせん断破壊による鉛直変位の増大と考えられる。

さらに、補修試験体に着目すると、補修材と既設コンクリートに連続するひび割れが確認できるとともに、補修材と既設コンクリートの分離は確認できない。これより、補修材と既設コンクリートとは良好に付着しているものと判断される。

### (c) 実験結果

本検討では、補修工法の寒冷地での適用に対して輪荷重走行試験を実施し、その耐久性について検討を行ったものである。

結果をまとめると以下のものである。部分補修された試験体は基準床版とほぼ同様の輪荷重走行回数が得られ、部分補修された床版は新設床版と同様の耐久性が得られると判断される。また、乾燥・湿潤状態の差異が耐久性に与える影響について、補修の有無にかかわらず、通常の床版と同様であり、その耐久性は 1/10 程度に低下する。その損傷状態から補修材と既設コンクリートの分離は確認できなかった。これより、補修材と既設コンクリートとは、良好に一体化していると判断される。

## 3. まとめ

本研究では、床版陥没部の部分補修工法を提案し、その補修工法の積雪寒冷地における耐久性について検討を行った。結果をまとめると以下のものである。

(1) 補修部を荷重幅より広くし、水張り条件において疲

勞試験を行ったが、補修部が抜け落ちるなどの損傷は見られなかった。

- (2) 補修材下面の状況から、床版との界面にひび割れがみられたものの、試験体の終局は押し抜きせん断破壊であり、補修部と床版部は良好に一体化していると判断される。
- (3) 補修の有無による耐久性への影響はわずかと考えられ、補修工法の耐久性には問題がないと判断される。
- (4) 乾燥・湿潤状態の差異が耐久性に与える影響につて、補修の有無にかかわらず、通常の床版と同様であり、その耐久性は 1/10 程度に低下する。

## 参考文献

- 1) 三田村浩, 佐藤京, 本田幸一, 松井繁之: 道路橋鉄筋コンクリート床版上面の凍害劣化と疲労寿命への影響, 構造工学論文集, Vol.55A, pp.1420-1431, 2009
- 2) 三田村浩, 佐藤京, 西弘明, 渡辺忠朋: 積雪寒冷地における既設鉄筋コンクリート床版の延命手法について, 構造工学論文集, Vol.56A, pp.1239-1248, 2010
- 3) 五十嵐義行, 加藤静雄, 今野久志, 渡邊一悟: WJによるコンクリートはつりによる効果検証実験, 土木学会年次学術講演会, Vol.59, 2004.9
- 4) 松井繁之, 道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版株式会社, pp.47-61, 2007