

道路橋 RC 床版の補修工法の耐久性に関する実験的研究

An Experimental Study on the durability of the repair method of construction of road bridge RC slab

土木研究所 寒地土木研究所  
土木研究所 寒地土木研究所  
大阪工業大学  
北海道大学大学院工学研究院

正会員   ○ 表   真也 (Shin-ya Omote)  
正会員   岡田 慎哉 (Shin-ya Okada)  
フェロー   松井 繁之 (Shigeyuki Matsui)  
フェロー   林川 俊郎 (Toshiro Hayashikawa)

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、未だ具体的な検討を行っていない。

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。

2. 試験体概要および試験方法

2.1 試験体概要

図-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それぞれ示す。

試験体は、試験機の都合により道路橋床版を約 1/3 に縮小したものとし、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 10 mm とすることで対処している。

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、主筋、配力筋ともφ6 とし、主筋は 50 mm 間隔、配力筋は 100 mm 間隔で配筋している。

写真-1 には、補修を実施した試験体の状況を示す。試験体の補修は、実橋において陥没が生じた状況を想定

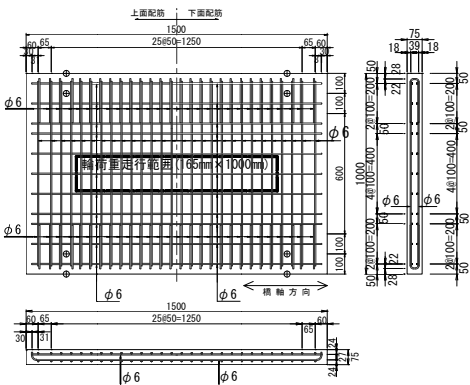


図-1 試験体概要

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 |

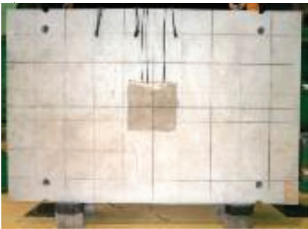


写真-1 補修状況(上面)

し実施している。併せて陥没部の周辺が脆弱化していることを想定し、周辺をウォータージェット工法<sup>3)</sup>で処理した後、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、補修工法を再現した。

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 ( 165 mm ) 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。試験は、補修の有無のほか、乾燥・湿潤条件をパラメータとして実施した。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。

試験体の乾燥・湿潤条件の差異は、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。

写真－2 (a) には、試験の状況を、写真－2 (b) には湿潤条件における試験体上面の状況をそれぞれ示す。

載荷荷重は 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載荷とした。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、本試験においては試験体 ND で 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分として考慮し、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。

### 3 試験結果

#### 3.1 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>4)</sup> (P=30kN) 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、載荷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、湿潤状態とすることで、耐久性が 1/10 程度に低下している。これは、著者らの過去の知見と一致しており、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。

#### 3.2 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。

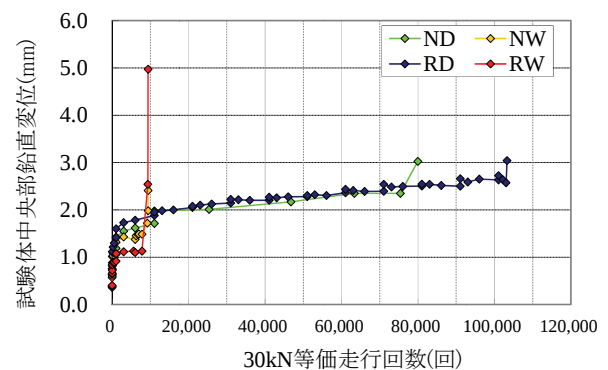
表より、試験体上面の損傷状況に着目すると、すべて

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           | 無補修  | 乾燥   | 36.2                      | 30.9                      |
| RD           | 部分補修 |      | 39.9                      | 32.3                      |
| NW           | 無補修  | 湿潤   | 42.1                      | 29.6                      |
| RW           | 部分補修 |      | 38.8                      | 32.3                      |
| 補修材 (超速硬 Co) | —    | —    | 40.3                      | 21.9                      |



(a) 試験状況 (b) 水張りの状況  
写真－2 試験時の写真



図－2 活荷重鉛直変位と等価走行回数の関係

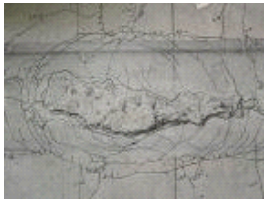
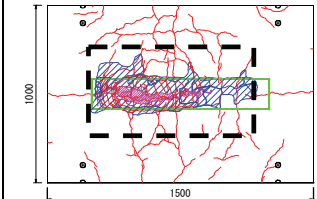
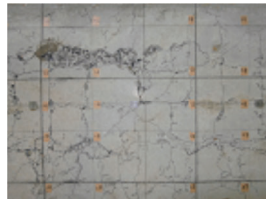
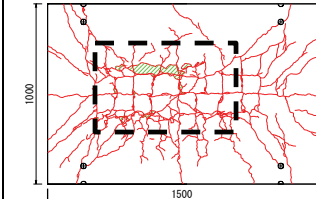
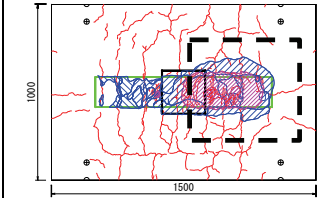
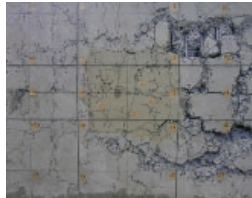
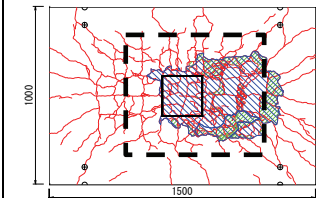
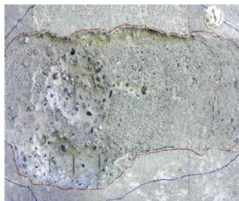
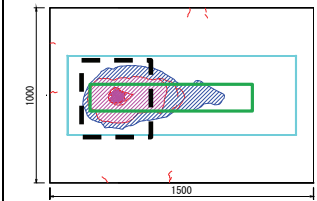
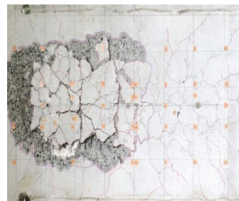
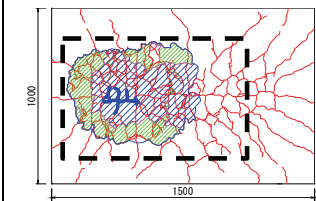
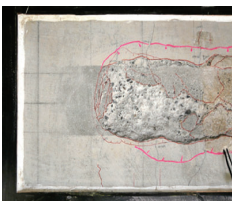
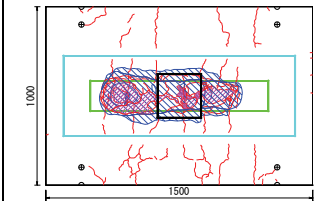
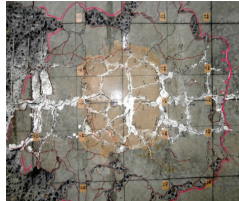
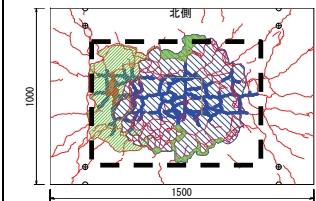
の試験体で荷重載荷位置近傍に砂利化が確認できる。また、その発生範囲についても、それぞれの条件による明瞭な差異は見られない。

補修を有する試験体においては、w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、補修を有する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

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                                                                                |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 試験体 ND                                                                              |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|    |    |    |    |
| 試験体 RD                                                                              |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|    |    |    |    |
| 試験体 NW                                                                              |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|    |    |    |    |
| 試験体 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

ているものと判断される。

#### 4. まとめ

本検討は、床版の補修工法の耐久性を検討することを目的として、床版の補修を模擬し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をおこなったものである。

結果をまとめると以下のようなものである。

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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付着していると判断される。

今後は、本検討では考慮していない凍害等の影響を検

討し、本補修工法の寒冷地における耐久性について検討を深める所存である。

#### 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、プレストレスングによる道路橋床版の耐久性向上について、プレストレスコンクリート技術協会、第 6 回プレストレスコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp163-168、1996. 10