

報告

鋼板接着 RC 床版における損傷事例

福島誉央\*, 甲元克明\*\*, 青木康素\*\*\*

\*修士(工学), 阪神高速道路(株), 大阪管理部保全技術課(〒552-0006 大阪府大阪市港区石田 3-1-25)

\*\*阪神高速道路(株), 大阪管理部保全技術課(〒552-0006 大阪府大阪市港区石田 3-1-25)

\*\*\*修士(工学), 阪神高速道路(株), 保全交通部保全企画課(〒541-0056 大阪府大阪市中央区久太郎町 4-1-3)

阪神高速道路守口線にて橋面舗装の損傷(ポットホール)が発見され、緊急補修を実施したところ、コンクリート床版の損傷(骨材化)が確認された。加えて、桁下からの点検を実施したところ、床版補強接着鋼板の変形が確認された。鋼板接着補強 RC 床版上面での大きな損傷は確認されていなかったが、本事象は、損傷発生の前兆が極めて少ないなかで、骨材化まで至った事例であることから、今後、床版の維持管理を適切に行う上で、貴重な基礎資料となることから、本稿にて損傷事例の概要を報告する。

キーワード: RC 床版, 鋼板接着補強, 骨材化

1. はじめに

阪神高速道路における橋梁の鉄筋コンクリート床版(以下、RC 床版という)の疲労損傷に関して、昭和 47 年に供用開始後数年しか経過していない大阪堺線および大阪守口線において床版陥没損傷が発生したことを機に、学識経験者を交えた技術検討委員会を発足させ、その後 20 年にわたり、損傷メカニズム、疲労破壊機構、疲労寿命の予測、損傷度の評価、補修・補強工法など多岐にわたる検討を行ってきている<sup>1)</sup>。その成果として、損傷評価のための点検指標と判定ランクの策定、損傷した床版の補強工法を確立し、損傷した床版に対する補強や耐力の小さい床版に対する予防保全的な補強を実施してきた。

これまでの損傷事例は、ひび割れ、漏水、鉄筋腐食、補強後床版の鋼板の浮き・はく離等が確認されており、これらはほとんどが床版下面側での損傷であった。しかし、近年、鋼板接着補強済の床版で、床版下面側での顕著な損傷が生じていないにも関わらず、上面での骨材化が生じた事例が確認されている。

本稿では、まず、阪神高速道路における RC 床版に関する現状として、保有する橋梁数およびパネル数、損傷状況、補強方法等について紹介のうえ、鋼板接着 RC 床版において発生した上面損傷の事例について報告する。

2. 阪神高速道路における RC 床版の損傷状況

2.1 RC 床版の資産数

阪神高速道路における RC 床版は約 5,000 径間あり、主桁や分配横桁、対傾構等で格子上に区切られるパネル

表-1 点検判定区分

判定区分		損傷状況
S	S1	機能低下が著しく、道路構造物の安全性から緊急に対策の必要がある場合
	S2	第三者への影響があると考えられ、緊急に対策の必要がある場合
A		機能低下があり、対策の必要がある場合
B		損傷の状態を観察する必要がある場合
C		損傷が軽微である場合
OK		上記以外の場合

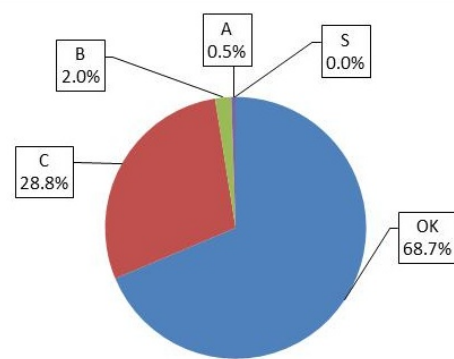


図-1 RC 床版の損傷状況 (補強済 RC 床版含む)

数としては約 15 万パネルを保有している。これらに対して点検を実施し、適宜補修を行っている。

点検は、道路構造物の点検要領<sup>2)</sup>に基づき実施しており、近接目視を基本に必要なに応じてたたき点検等を実施している。点検結果は、状態の悪い順に S, A, B, C, OK ランクとして損傷度の判定を行っている(表-1)。

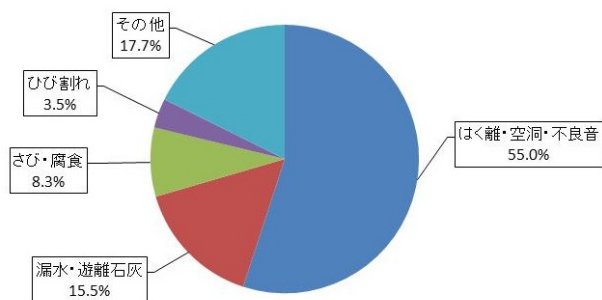


図-2 Aランク損傷の内容(鋼板接着補強RC床版含む)

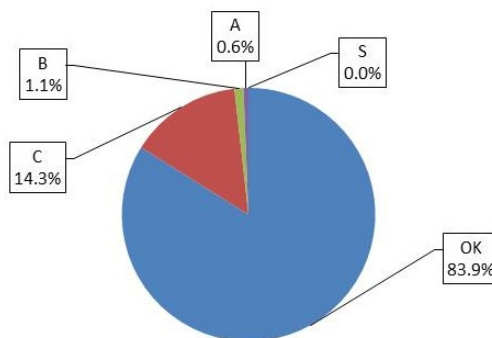


図-4 鋼板接着補強 RC 床版の損傷状況

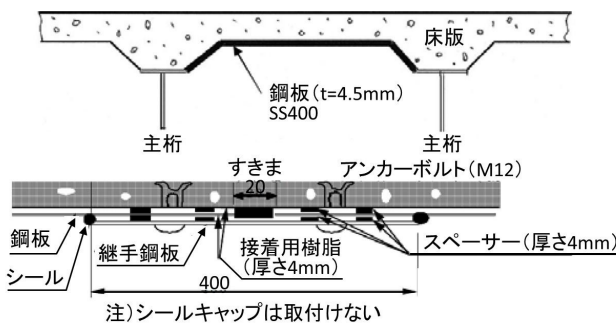


図-3 鋼板接着工法概要図<sup>3)</sup>

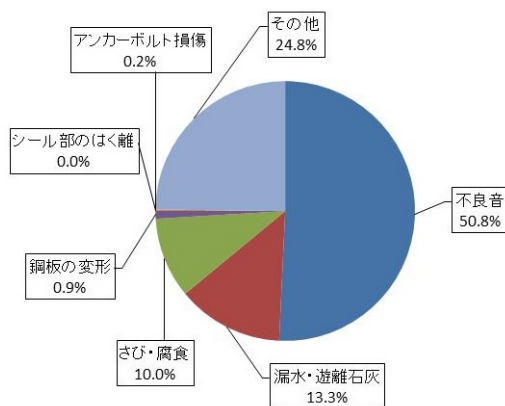


図-5 Aランク損傷の内容

## 2.2 RC床版の損傷状況

阪神高速道路全線の最新の定期点検におけるRC床版の損傷状況を整理した結果を図-1に示す。点検判定はパネル単位で実施している。

RC床版の大半（約70%）は健全と判定されており、損傷ありと判定したパネルについても、大半はCランク程度の軽微なものである。Sランク、Aランクと判定したものは全体の0.5%に留まっている。

これらの損傷のうち、補修を実施すべきAランクについて、損傷内容別に整理した結果を図-2に示す。Aランクと判定した損傷は、「はく離・空洞・不良音」が主となっており、それ以外では「漏水・遊離石灰」、「さび・腐食」が多くなっている。なお、Sランクは損傷発見後直ちに緊急補修を実施し、Aランクは計画的に補修工事を実施している。

## 3. 補強方法と補強状況

### 3.1 未補強床版の損傷と補強

阪神高速道路でのRC床版の補強方法としては、床版下面側からの鋼板接着工法を標準としている（図-3）。補強対象床版の床版下の空間が狭隘で、鋼板の運び込みや機械施工が困難な場合や、路下条件により制約を受ける場合、鋼板による死荷重増加が橋梁全体系に悪影響を及ぼす場合の床版補強については、炭素繊維シート補強を実施している。なお、床版損傷が著しく、変位などが増加している場合には、増設桁工法を併用する場合がある。

鋼板接着工法は、既存のRC床版に4.5mm厚の鋼板を、エポキシ樹脂接着剤で一体化させ、曲げ耐力の向上と引張側ひび割れ面でのせん断抵抗の回復により、押し抜きせん断耐力を向上させ、RC床版の耐疲労性を大幅に向上させるものである。

昭和50年代中頃までは、主に道路橋示方書（昭和48年）以降の基準を適用せずに設計され、かつ、Aランク以上の損傷が生じていたRC床版を対象に補強してきたが、昭和50年代後半よりBランクの損傷が生じているRC床版や、橋軸方向でAランク以上の損傷が生じているRC床版に挟まれたRC床版についても積極的に補強するようになった。その後、平成5年の車両制限令を受けて、道路橋示方書（昭和48年）以降の基準を適用せずに設計されたRC床版を全て補強することになった。

### 3.2 補強済床版の損傷状況

現在、鋼板接着工法により補強したRC床版は約7万パネルあり、RC床版の全数約15万パネルの半数近くに相当する。鋼板接着補強RC床版における最新定期点検結果から損傷度を整理したものを図-4に、そのうちAランク損傷の内容を図-5に示す。鋼板接着後のRC床版の状態は、直接目視が不可能なため、間接的な健全性評価となっている。

鋼板接着補強RC床版の大半（84%）は健全と判定されており、損傷ありと判定したパネルについても大半はCランク程度の軽微なものである。Aランクと判定した



写真-1 日常点検時の損傷



写真-2 緊急補修後の損傷

パネルは、鋼板接着補強 RC 床版全体の 1%程度に留まっている。損傷内容としては、不良音を中心に漏水・遊離石灰、さび・腐食が多くなっている。

これらの鋼板接着補強 RC 床版に対しては、RC 床版と鋼板のはく離を示唆する不良音を中心に漏水、アンカーボルトの損傷など、主に鋼板と RC 床版との一体性に影響を及ぼす損傷に着目した点検を実施している。現時点では、鋼板接着補強 RC 床版の損傷率は低いが、補強後の経過年数が 30 年を超えるパネルも存在し、わずかずつではあるが劣化進行の傾向が見受けられる。

このような状況から、鋼板接着補強 RC 床版においても学識経験者を交えた検討委員会を設置し、鋼板接着工法の接着鋼板と RC 床版との一体化による合成効果、試験評価などに基づく耐久性および耐疲労性の評価、損傷検出技術などの検討を実施している。実験検討によると、鋼板接着補強 RC 床版は、接着剤の剥離が生じたとしても、無補強 RC 床版に対して十分に大きい疲労耐久性を有する結果であった<sup>4)</sup>。このため、鋼板変形やアンカーボルト損傷等は初期の施工不良や水の浸入に起因した劣化の可能性がある。

#### 4. 鋼板接着 RC 床版における損傷の事例

##### 4.1 損傷発見時の状況

鋼板接着 RC 床版の損傷は、上述したとおり、はく離・空洞・不良音や漏水・遊離石灰など RC 床版下面で確認される損傷がほとんどであるが、RC 床版上面で骨材化の発生が確認された。

本損傷は、日常的に実施している路面上からの点検により、写真-1 に示す舗装のポットホールが発生が契機となって発見された。ポットホールは車輛の走行性・安全性に影響を及ぼすことから、緊急的に補修を実施した。緊急補修にあたり、舗装の表基層ともに撤去し補修す



写真-3 床版コンクリートの骨材化



写真-4 RC 床版上面における損傷



写真-5 床版下面の損傷

るが、その際、RC 床版上面が不健全な状態であることが確認された。しかし、雨天であったこと、緊急的に補修を実施したため時間的制約があったことから、正確な状態確認が困難であり、RC 床版の浮きのみを撤去しアスファルト合材にて仮補修を実施するに留めた。

緊急補修を実施した 8 日後に、写真-2 に示すとおり仮補修箇所にはひび割れおよび異常音が確認された。RC 床版を含めた補修を実施する必要性が高いと判断し、RC 床版の部分補修を実施した。

補修に際し、舗装を撤去し RC 床版の状況を確認したところ、床版上面から深さ約 120mm にわたって骨材化が進行していることが確認された。(写真-3、写真-4)

損傷範囲が想定以上に広範囲であったことから、RC 床版の全断面打ち換えが必要と考えられたが、路下状況の確認及び養生等が必要となるため、損傷部のみの部分打ち替えによる応急補修に留め、本補修の検討を行うこ



ととした。

当該 RC 床版は鋼板接着工法による補強を実施している箇所のため、同時に床版下面の状況を確認したところ、補強鋼板の端部が剥離し、全体的にたわみを生じており、補強鋼板の広範囲で浮きが生じていた(写真-5)。また、漏水・遊離石灰やさび・腐食が確認された。しかし、最新の定期点検結果では、下面側での鋼板変状は確認されていなかった。このため、損傷は上面側で進行し、骨材化により耐力が急激に低下したことで、下面側の鋼板の変形が生じたと推定している。

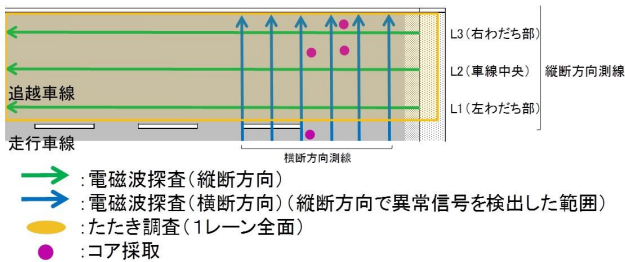


図-6 調査範囲と調査方法

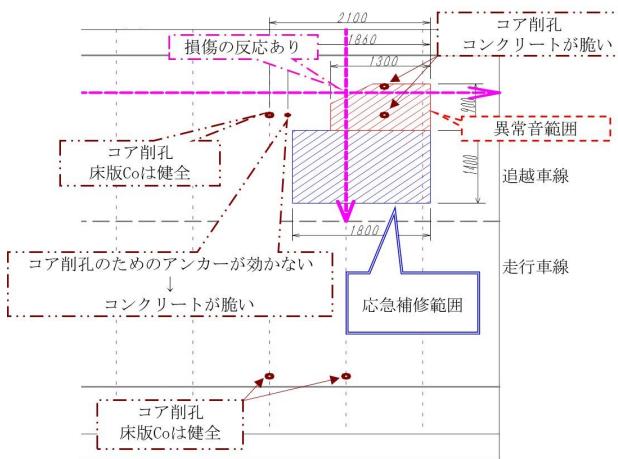


図-7 調査結果

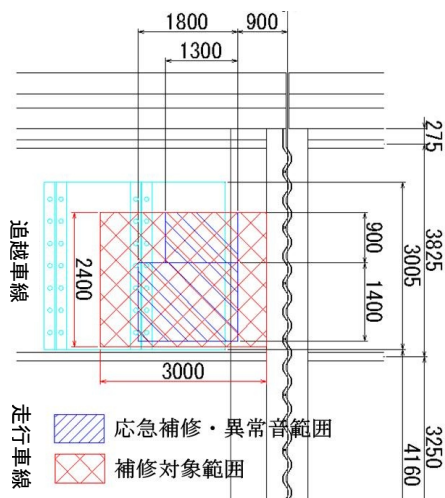


図-8 補修範囲図

## 4.2 詳細調査および調査結果

前述のとおり、RC 床版部からの抜本的な補修が必要であることから、補修範囲を決定するために詳細調査を実施することとした。調査方法は、①電磁波探査、②たたき調査、③コア採取により行った。図-6 に調査範囲を示す。

それぞれの方法による詳細調査を行った結果を、図-7 に示す。電磁波探査とたたき調査により異常が認められること、コア採取による結果から、概ね追越(第2走行)車線側の状態が悪いという結果が得られた。

これらの調査結果および1車線規制による施工となることを考慮し、図-8 に示す範囲で補修を行うこととした。補修にあたっては、短期間で車線解放するため、早期に強度発現が可能な超速硬コンクリートを使用した。加えて、補修後の再劣化を防ぐため、本損傷の劣化因子であると考えられる水の侵入を防ぐことを目的に床版防水(加熱溶融型アスファルトシート)を実施した。現在のところ、当該箇所において再劣化は確認されていない。

## 5. おわりに

阪神高速道路における RC 床版の損傷率は低く、概ね健全な状態ではあるが、全体的に劣化進行の傾向が見受けられる。RC 床版の耐久性を保つために、引き続き確実な点検・診断・補修補強を実施するとともに、劣化を促進する床版上面からの水の浸入に対して、止水・防水対策を進めることが重要と考えている。また、本稿で紹介した上面損傷事例のように、下面からは変状を把握できない損傷への対応や、特定の箇所でも繰り返し損傷する場合、補強済の床版の健全性が低下した場合には、床版取替えによる構造物の更新を視野に入れた対応等も検討していく必要があると思慮される。そのために、構造物の健全性を正確に評価可能な点検調査および診断の技術の高度化と、対策技術の開発に取り組んでいきたい。

## 参考文献

- 1) 阪神高速道路公団・阪神高速道路管理技術センター：道路橋 RC 床版のひびわれ損傷と耐久性、平成 3 年 12 月。
- 2) 阪神高速道路株式会社：道路構造物の点検要領、平成 23 年 12 月。
- 3) 阪神高速道路株式会社：道路構造物の補修要領、平成 24 年 7 月。
- 4) 佐野正, 山下幸生, 松井繁之, 堀川都志雄, 久利良夫, 新名勉: 浮きを有する鋼板接着補強 RC 床版の疲労耐久性および樹脂再注入の評価, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.67, No.1, PP.27-38, 2011.