

橋梁長寿命化修繕計画における RC 床版の補強対策 － SFRC 上面増厚補強工法の現状と長寿命化対策－

鹿島道路(株) 児玉孝喜 ○伊藤清志 一瀬八洋
日大生産工 阿部 忠 日大生産工(PD) 高野真希子

1. はじめに

道路橋床版とくに RC 床版においては、1960 年代後半から疲労による損傷の発生が顕著となっている。また、1993 年には車両制限令の車両総重量規制緩和により、道路構造令の設計重量が 245kN へと改正され、道路橋示方書・同解説も改訂された。この対策として、既設コンクリート床版上面に付着を確保する為の研掃等の処理を行い、新たなコンクリートを打込んで既設コンクリート床版の厚さを増厚するコンクリート床版上面増厚工法の有効性が報告¹⁾されている。1995 年には、同工法の技術基準として「コンクリート床版上面増厚工法マニュアル」²⁾が財団法人高速道路調査会により発刊され、上面増厚工法の普及・促進の契機となった。しかし、近年になって、耐荷力が向上しているはずの増厚された鉄筋コンクリート床版（以下、RC 床版と略す）において、比較的短期間で剥離損傷等の事例が報告され、既設 RC 床版と増厚コンクリートとの層間における確実で信頼性の高い付着処理の方法が求められている。増厚工事後の破損事例を写真 1 に示す。また近年では凍結防止剤（塩化カルシウムなど）の散布過多による塩害や、積雪寒冷地における凍害などに起因する床版劣化が顕在化してきており、床版上面の補修が必要となる場合はこの補修においても本工法による対策が期待がされている。そこで、RC 床版上面増厚工法の長寿命化対策（高耐久化）に、鋼床版における疲労対策で使用実績のある土木用高耐久型エポキシ樹脂系接着剤を RC 床版上面増厚工法に適用し、接着剤を用いることによる耐久性の向上について、輪荷重走行試験により確認し、実施工に適用した。そこで本報は、SFRC 上面増厚補強工法の現状と RC 床版上面増厚工法の長寿命対策について報告するものである。



写真 1 付着界面の剥離



写真 2 床版下面のひび割れ

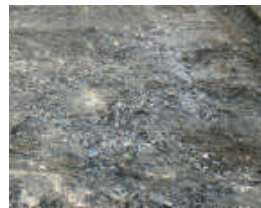


写真 3 スケーリング(凍害)

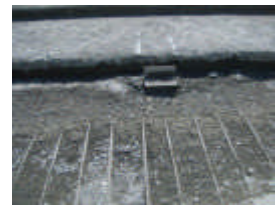


写真 4 砂利化(骨材露出)

2. SFRC 上面増厚工法の現況

2.1 道路橋 RC 床版の劣化状況

RC 床版の劣化の原因として考えられる要因を以下に記す。①交通量増加による疲労損傷、②過積載車輛による過大な輪荷重、③昭和 47 年道路橋示方書以前の床版厚さの不足、④昭和 39 年鋼道路橋設計示方書以前の配力筋の不足、⑤床版への雨水の浸入、⑥凍結防止剤の散布による塩害、⑦寒冷地の凍害、⑧コンクリートの品質不良（出荷管理・運搬時）、⑨コンクリートの締固め不足（現場施工管理）などの損傷事例が挙げられる。損傷状況の 1 例を写真 2～4 に示す。

2.2 施工方法

RC 床版上面増厚工法は、既設 RC 床版の上面を切削後に研掃を行い、増厚コンクリートを打込み新旧コンクリートを一体化させ、床版厚を厚くすることで、床版の押し抜きせん断耐力および正曲げ耐力を向上させる工法である。RC 上面増厚工法には、増厚コンクリート内部に鉄筋を配置し、押し抜きせん断耐力および正曲げ耐力に加え、負曲げ耐力を向上さ

Study on reinforcement of RC slab in order to extend life cycle of bridges － Study on countermeasure of reinforcement with SFRC overlay manner in current state and in extend the life cycle of bridges －

by

Takayoshi KODAMA, Kiyoshi ITO, Yatsuhiro ICHINOSE, Makiko TAKANO and Tadashi ABE

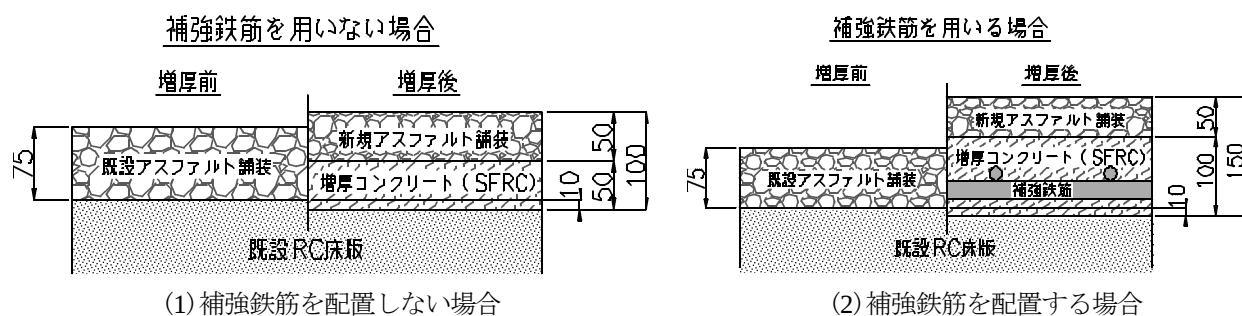


図1 床版上面増厚工法の概念図

せる鉄筋補強上面増厚工法もある。鉄筋補強上面増厚工法は中間支点部の主桁作用による負曲げ、または床組み作用や風荷重などによる張り出し床版の主桁上に生じる負曲げに対して補強が必要な場合に用いられる。セメントの種類は、規制時間の制約により選定され、早期に交通開放が必要な場合は超速硬セメントが、7日間以上の連続規制が可能な場合は早強セメントが用いられる。また、近年では材齢24時間で所定の圧縮強度が得られる超早強セメント³⁾の使用事例もある。

2.3 工法改善の経緯

新旧コンクリートの接合方法は、当初、既設RC床版表面のチップングとせん断抵抗筋による接合であったが、昭和55年からショットブラストとせん断補強筋による接合が用いられるようになり、その後、平成2年よりせん断補強筋が省略されてショットブラストによる表面処理(投射密度150kg/m²による研掃)と増厚用コンクリートフィニッシャによる締め固めエネルギーにより付着させる接合方法が用いられるようになった⁴⁾。ここで、工法の概念図を図1に示す。また、NEXCOでは、RC床版上面増厚工法において、端部からの雨水の浸入を防ぐため、補修対象範囲を研掃後、端部から50cm幅で額縁状に土木用高耐久型エポキシ樹脂系接着剤を既設RC床版上面に塗布した後に増厚コンクリートを打ち込む仕様となっている⁵⁾。

2.4 近年の課題

RC上面増厚工法は昭和53年(1978)頃から用いられている工法であるが、施工後10年程度で既設RC床版と増厚コンクリートの界面に剥離が生じているものもある。この剥離について正確な原因とメカニズムについては解明されていないが、概ね以下のように推測される。①車両の走行によりコンクリート上面にひび割れが発生し、打ち継ぎ部(縦継目など)に開口が生じる。②ひび割れ部、開口した打ち継ぎ

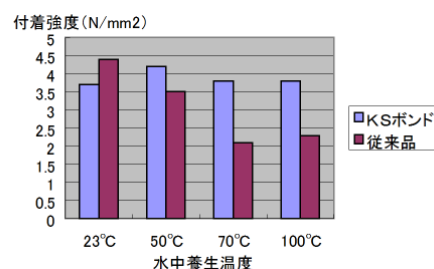


図2 付着強度試験結果(3日間水浸後)

部(縦目地など)や地覆部から既設RC床版と増厚部との界面に雨水が浸入する。③交通車輛の通過による繰り返し振動により雨水が浸入し、界面の剥離が加速的に進行する。よって、RC床版上面増厚工法の耐久性向上には、既設RC床版と増厚コンクリートとの界面の確実な付着が必須条件である。

3. 接着接合によるコンクリート床版上面増厚工法の長寿命化

鋼床版の疲労対策として実績のある鋼床版上面SFRC舗装用接着剤として開発した土木用高耐久型エポキシ樹脂系接着剤を研掃後のRC床版の全面に塗布してから、増厚コンクリートを打ち込むことにより、既設RC床版と増厚コンクリートを接着接合させて一体化を図った。

3.1 用いた専用接着剤の性能確認試験結果

鋼床版上面SFRC舗装に用いる接着剤には、短時間での施工に対応できる良好な施工性を有していることと、コンクリートひび割れ後の雨水の浸入に対しても年間を通して温度変化により劣化することなく、鋼床版保護層として機能することが求められる。しかし、これまで舗装分野において接着剤を構造部材として適用した事例はあまりなく、実構造物と関連した評価方法も確立されたものがない。そこで、JISで定められた暴露条件前後での強度比較と実環境下における最も厳しい条件設定での評価として、耐久性の確認試験を行った。その結果による3日間水浸後の付

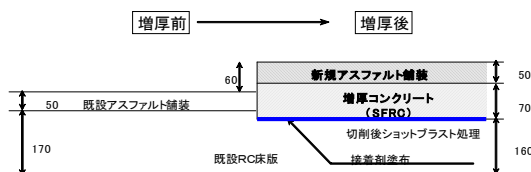
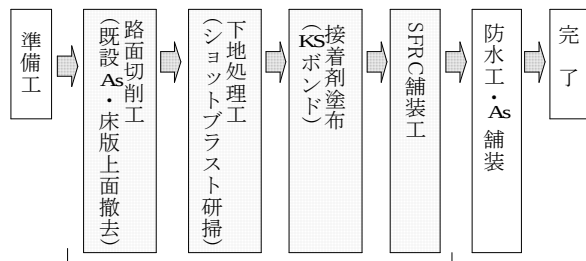


図3 床版補強詳細図



床版上面増厚工法

図4 施工フロー図

着強度を図2に示す。なお、比較対象の従来品として、市販品（建築用）についても同様に実施した。

4. 施工例

4.1 施工事例1（川口跨線橋）

川口跨線橋は JR 常磐線の跨線橋として昭和 42 年に建設され、片側 1 車線の 2 車線道路として供用されている。当該工事は既設のコンクリート床版厚さ 170mm に対し、現行の道路橋示方書で必要となる厚さ 230mm となるよう 10mm の切削厚さを考慮して厚さ 70mm で増厚をおこなった（写真 5、図 3）。なお、当該橋梁は床版下面に鋼板型枠が残置されており、また JR 常磐線の架線上に位置する為の作業上の制約より、床版下面からの補強対策を行うことが出来ず、工法検討において RC 床版上面増厚とした。SFRC 打ち込み実施日は、平成 21 年 2 月 21、24 日である。

(1) 概要

発注者：茨城県 土浦土木事務所

工事名：川口跨線橋 橋梁補修工事

路線名：一般県道 土浦港線（土浦市川口）

施工箇所：川口跨線橋 P4～P5

幅員：10.9m(片側幅員 5.45m× 上下 2 車線)

延長：39.05m 面積：430.55m²

(2) 施工方法：施工フローを図 4、施工状況写真を写真 6～20 に示す。①路面切削工として、既設アスファルト混合物（t=50mm）を切削機（ヴィルトゲン 2100DC）で切削後、既設 RC 床版上面（10mm）を慎重に切削した。その後、起終点の端部や脆弱部および既設 RC 床版上面に残った As 残渣を人力によりハツリとった。②下地処理としてショットブラストに



写真5 霞ヶ浦側



写真6 施工前



写真7 切削(1層目)



写真8 切削(2層目)



写真9 研掃



写真10 研掃面



写真11 接着材塗布



写真12 SFRC 製造



写真13 SFRC 運搬



写真14 接着材塗布



写真15 SFRC 打込



写真16 SFRC 打込



写真17 左官仕上



写真18 養生マット設置

よる研掃を行った。研掃は投射密度 150kg/m² で行い、



写真 19 アスファルト表層工(転圧) 写真 20 完了



写真 21 接着剤(端部塗布) 写真 22 SFRC 打込

処理後の床版面は汚さないように防災シートにて養生した(写真 9, 10)。③接着剤塗布は床版上面増厚機の進捗速度に合わせ、材料供給を行う縦送りベルコンの下側で行った(写真 11)。④ SFRC 舗装は、ジェットモビルにて製造した SFRC をタイヤショベルで縦送り機に運搬し、縦送り機にて材料供給を行い、床版増厚専用機で均一に敷均し・締固めを行った。養生は防災シートとエアキャップによる二重シートとした。

4.2 施工事例 2 (笹原川橋)

笹原川橋(2 径間鋼単純桁)は東北自動車道、郡山南 IC～須賀川 IC 間に位置し、平成 9 年に厚さ 60mm で RC 床版上面増厚工法により補修されたが、平成 16 年の日常点検において舗装の損傷が発見され、損傷について調査を行い既設 RC 床版と増厚コンクリートとの界面の剥離による損傷を確認した。平成 19 年に全面的な再補修として、現況の増厚コンクリートを取り壊し、新たに接着剤を全面に塗布した RC 床版上面増厚工法で行った。

(1) 工事概要

発注者：東日本高速道路㈱郡山管理事務所
 工事名：平成 18 年度郡山管内舗装補修工事
 路線名：東北自動車道(三穂田町川田)
 施工箇所：笹原川橋(上下線 2 橋)
 幅員：10.0 m × 上下線 2 橋(各 2 車線)
 延長：上り車線 71.98 m, 下り車線 71.81 m
 面積：上り車線 719.8 m², 下り車線 718.1 m²

(2) 施工方法

施工は集中工事の交通規制の中で行った。第 1 週は、上り車線と下り車線の各走行車線を同時に規制し、アスファルト表層ならびに前回の増厚コンクリ

表 1 建研式引張試験機による付着強度

実施日時	施工箇所	引張強度 (N/mm ²)			
		No. 1	No. 2	No. 3	平均
10/9	上り(走行)	1.528	1.210	1.655	1.464
10/16	上り(追越)	1.783	1.528	1.273	1.528
10/10	下り(走行)	1.401	1.935	2.165	1.834
10/17	下り(追越)	1.528	1.464	1.528	1.528

※ 規格値：1 N/mm²以上

ートを切削機にて切削し、既設 RC 床版の損傷箇所や端部を人力にてハツリとり、ショットブラストによる研掃を行った。SFRC の打ち込みは、上り車線(走行)は 2007 年 10 月 9 日、下り車線(走行車線)は 10 月 10 日に実施した。翌週には同様に上り車線と下り車線の各追越車線を同時に規制し、切削、人力によるはつり、研掃を行った。SFRC 打ち込みは、上り車線(追越)は 10 月 16 日、下り車線(追越)は 10 月 17 日に実施した。施工状況について写真 21, 22 に示す。

(3) 付着強度の確認

付着強度の確認として、本線部において建研式引張試験機による付着強度試験を実施した。試験箇所は、走行・追越車線それぞれの外側線直下で行った。付着強度はすべて良好なものであった。試験結果を表 1 に示す。

5. まとめ

道路橋 RC 床版の損傷状況と、従来の RC 床版上面増厚工法の経緯・課題点、ならびに接着剤を用いた RC 床版上面増厚工法の長寿命化(高耐久化)を図った現場事例について報告した。用いた接着剤は作業性(混合・塗布)も、施工直後の付着強度も十分に良好であった。今後は、塩害や凍害による損傷を受けた RC 床版の補修工法への適用について検討を進め、橋梁の長寿命化に役立つ補修・補強方法の確立に努めたいと考える。

参考文献

- 1) 太田 ほか：新旧コンクリートの接合に関する技術，コンクリート工学 Vol.21.No.25 (1983)
- 2) (財)高速道路調査会：上面増厚工法設計施工マニュアル (1995)
- 3) 西日本高速道路㈱関西支社：超早強コンクリートによる上面増厚工法 設計・施工の手引き(第二版) (2008)
- 4) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編 (2002)
- 5) 東日本高速道路㈱・中日本高速道路㈱・西日本高速道路㈱：設計要領第二集 橋梁保全編 (2010)