

道路橋の長寿命化

株式会社 NIPPO

東京オリンピックから50年が経過し、その際に集中的に整備された様々なインフラが更新の時期を迎えています。今後増えるであろう老朽化対策のニーズに応える、会員各社の技術を紹介します。



写真-1.1 首都高速中央環状線の鋼床版上面補強工事状況（SFRC打設状況）

1. はじめに

道路は、国民生活や経済活動を支える最も基盤的な社会資本であり、高度成長期以降に集中的に整備されたこれらのインフラが今後一斉に老朽化することに対し、的確な点検・修繕の実施や予防保全の考えに立った長寿命化対策が求められています。

近年、首都高速道路のトラフリブ形式の既設鋼床版箱桁橋において数多くの疲労き裂が発見され

ています。疲労き裂の多くは、デッキプレートとトラフリブの溶接部に発生しており、そのまま進展するとデッキプレートを貫通しこれが原因となり舗装に何らかの変状が生じ、車両の走行に支障をきたす可能性があります（図-1.1参照）。

本稿では、このような鋼床版疲労損傷に対する補強方法のひとつである鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）舗装を適用した首都高速中央環状線の鋼床版上面補強工事について紹介します（写真-1.1参照）。

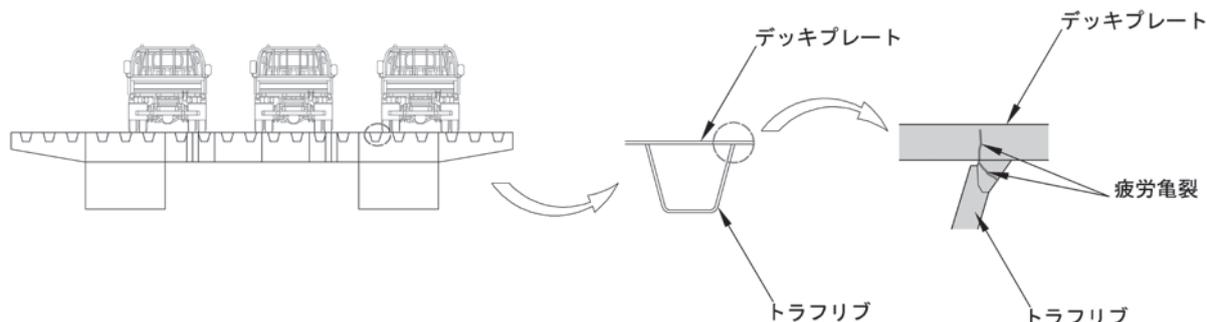


図-1.1 デッキプレートとトラフリブ溶接部の疲労き裂

2. 鋼床版SFRC舗装の仕様

鋼床版SFRC舗装は、従来の鋼床版上の基層に適用されていたグースアスファルト混合物に換えて、SFRCを高耐久型エポキシ系接着剤でデッキプレートと一体化させ曲げ剛性を高めることで、

鋼床版に発生する応力を軽減し疲労耐久性を向上させる工法です。

本工法の舗装構成は、SFRCを可能な限り厚くし疲労耐久性を向上させることに配慮したもので、既設舗装厚さとの関係から表層厚さ30mm、SFRC厚さ50mmを標準としています（図-2.1参照）。

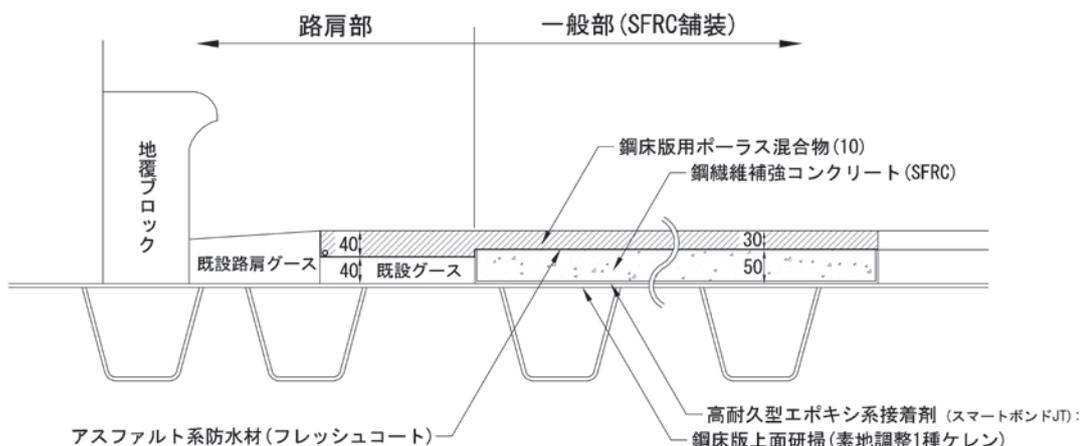


図-2.1 鋼床版SFRCの舗装構成

3. 工事概要

本工事は、平成24年10月から平成25年9月までの工期で、既設鋼床版の疲労耐久性向上を目的にSFRC舗装による鋼床版上面補強を実施しました。施工は休日24時間連続一車線規制による集中工事（規制時間5：00～翌5：00）で実施し、既設舗装を撤去した後に鋼床版上面を研掃処理し、その上にSFRC打設後、防水層を施し、最後に表層の

排水性アスファルト混合物を舗設しました。これらの一連の作業は、降雨を受けないことが絶対条件で、さらに狭い施工エリアに多くの作業員や機械が輻輳する流れ作業となり、すべての工種がクリティカルポイントとなることから、綿密な施工計画の立案と確実な施工管理が求められました（表-3.1参照）。

表-3.1 施工タイムスケジュール例（休日24時間連続一車線規制）

工種	規格	施工タイムスケジュール(h) [規制時間5:00~翌5:00]																								
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5
保安規制設置	(施工延長=90.8m)	■																								
準備工			■																							
舗装版切削工	t=50			■																						
舗装版取壊工	t=30				■																					
腐材除去工	タイヤCBH					■																				
鋼床版上面調査工	き裂点検						■																			
鋼床版上面研掃工	素地調整1種ケレン							■																		
接着剤塗布工	エポキシ系1.02/m ²								■																	
SFRCC打設工	機械施工 t=50									■																
養生工(乾燥含む)	シート養生										■															
床版防水工	遮音養生型防水											■														
表層工	ポラス(10) t=30																							■		
仮区画線工・後片付工																										■
保安規制解除																										■

4. 施工概要

主要工種の施工概要を以下に示します。

1 現地調査工

工事着手前に既設鋼床版の添接部やハンドホール等の突起物位置および舗装厚を確認するため、電磁波レーダを用いた非破壊調査を実施し、さらにその精度を高めるため、電動ドリルで舗装を削孔し正確な位置関係を特定しました（写真-4.1参照）。また施工範囲に付随する排水柵の位置、構造、数量などについても確認を行いました。

2 舗装版取壊工

舗装版撤去は、現地調査結果をもとに鋼床版に

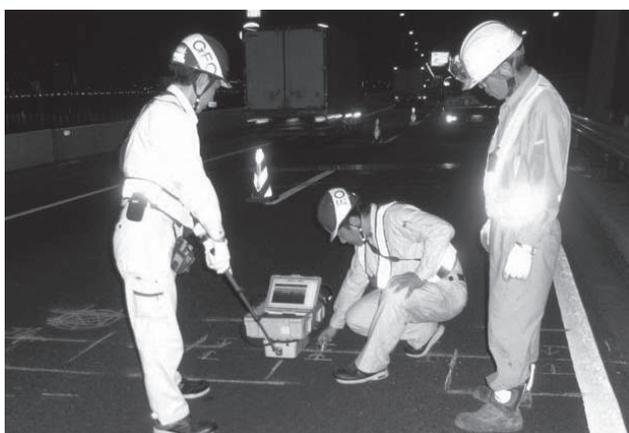


写真-4.1 非開削調査状況（電磁波レーダ）

損傷を与えないよう路面切削機を用いて深さ50mmで切削後、残厚30mmについては人力ハツリにて行いました。また添接部については、深さ20mmで切削した後、ボルト部を損傷しないよう電動ピック等の小型ハツリ道具を使用し丁寧に除去しました。

3 鋼床版上面研掃工

舗装版撤去後、鋼床版上面の研掃はショットブラスト機による素地調整1種とし、ショット投射密度は鋼床面の腐食状態を考慮し150kg/m²にて行いました。機械による研掃が困難な端部は電動サンダーにより人力で研掃しました（写真-4.2参照）。また研掃後から接着剤塗布までの間、露出した鋼床版デッキプレート部の温度上昇や、ごみ、油分等の付着を防ぐため、防災シートで養生を行いました。



写真-4.2 鋼床版の研掃状況

4 接着剤塗布工

接着剤は高耐久型エポキシ系接着剤を用いることを標準とし、4時間養生後の付着強度は1.0N/mm²以上確保されることが規定されていました。本工事では、この要求性能を満足する2液型エポキシ系接着剤「スマートボンドJT」を使用しました。スマートボンドJTには、温度と可使用時間の関係からタイプが冬用、春秋用、夏用があり、本工事では施工時の環境条件をもとに春秋用を使用し、金ゴテにて1.0ℓ/m² (1.2kg/m²)を均一に塗布しました(写真-4.3参照)。また接着剤の機能を発揮するためには、接着剤の硬化はSFRCの硬化後でなければならないことから、SFRCの打設は接着剤塗布後40分以内に完了するよう工程を管理しました。



写真-4.3 接着剤の塗布状況

5 SFRC打設工

本工事は供用中の高速道路を規制しながらの施工となるため、SFRCのハンドリングタイム(可使用時間)は60分、設計基準圧縮強度は材齢3時間で24N/mm²以上に規定されていました(表-4.1参照)。SFRCの示方配合は、これらの配合仕様をもとに決定しました。

表-4.1 SFRCの配合仕様

設計基準圧縮強度(3時間) N/mm ²	24
粗骨材最大寸法mm	13
セメントの種類	超速硬セメント
SF混入後のスランプcm	6.5±1.5
SFの混入量kg/m ²	100
ハンドリングタイム(可使用時間)	60分

SFRCの製造は、当日の打設予定数量に合わせた材料を積載したコンクリートモービル車を使用し、現場配合にて現場で練り混ぜを行いました(写真-4.4参照)。また練り混ぜ時には、打設までのハンドリングタイムが得られるよう当日の気温およびコンクリート温度を勘案してセッター(遅延剤)の添加量を調整しました。SFRCの品質管理は、練り混ぜ直後のスランプ6.5±1.5cm、および3時間後の圧縮強度24N/mm²以上が確保されるよう管理しました。



写真-4.4 SFRCの製造状況(モービル車)

SFRCの打設は、搬入されたコンクリートに過不足が生じないように調整しながら敷均した後、低騒音型コンパクトコンクリートフィニッシャにて均一に締固め、平たんに仕上げました。なお、このコンクリートフィニッシャは、首都高速道路における鋼床版SFRCの打設に適應できるように開発したもので、発電機の起動でかつ4t移動式クレーン車に積込みが可能なることから、本工事のような都市内高架橋の供用路線で限られた作業時間や狭い施工エリアなどの厳しい施工条件においては、とくに機動性、安全性および低騒音性の面で効果的でした(写真-4.5参照)。



写真-4.5 低騒音コンパクトフィニッシャの搬入状況

SFRCの養生は、初期ひび割れ防止と強度発現効果を高めるため、コンクリート表面が硬化した後に速やかに養生シートを敷設しました。なお、養生作業では作業効率と安全性に配慮し、ロール状に収納した養生シートを作業台車に取り付け、台車上からコンクリート面に直に敷設できるような作業方法に改善しました（写真-4.6参照）。



写真-4.6 ロール状養生シートの敷設状況

6 床版防水工

表層にポラスアスファルト混合物を用いることから、水の影響によるSFRCの損傷を防ぎ耐久性を高めるため、SFRC床版上に瀝青系塗膜防水層を施工しました。

床版防水の施工は、コンクリートモルタル水分計を用いて床版面の水分量が5%以下になっていることを確認した後、速乾性の接着剤「カチコートX」 $0.2\text{kg}/\text{m}^2$ をローラ刷毛にて均一に塗布しました。接着剤が指蝕乾燥状態になるのを待って、溶解釜で 270°C に加熱溶解したアスファルト系防水材料「フレッシュコート」 $1.2\text{kg}/\text{m}^2$ を刷毛でムラや気泡が生じないように塗布しました。防水材料塗布後、防水保護層として4号珪砂 $0.5\text{kg}/\text{m}^2$ をムラにならないよう散布しました。

7 表層工

表層は、首都高速道路における鋼床版舗装の標準である鋼床版用ポラスアスファルト混合物を使用しました。バインダーは、たわみ追従性、骨材の飛散抵抗性、耐候性および耐流動性の高い性状が得られるポリマー改質アスファルトH型-Fを使用しました。また最大粒径については、表層厚

さが 30mm であることから厚さの $1/3$ に相当する 10mm とし、本工事専用に製造した特殊サイズの碎石 $10\sim 5\text{mm}$ を使用しました。

表層の舗設は、鋼床版用ポラスアスファルト混合物（10）をアスファルトフィニッシャーにて所定の厚さに敷均した後、目標の締固め度が得られるよう初期転圧はマカダムローラ、二次転圧はタンデムローラで転圧し、仕上げ転圧は骨材の飛散防止効果を期待しタイヤローラで転圧を行いました。この施工方法により、舗設後の仕上がりは良好な平坦性が得られました。また施工後の交通開放は、路面温度が 50°C 以下となったことを確認してから行いました。

5. おわりに

本工事は、首都高速道路株式会社が進めている橋梁の鋼床版疲労対策として実施したものであり、SFRC補強によって鋼床版の長寿命化が図られるものと期待されています。工事は、これまでの施工実績を踏まえた適切な施工管理および安全対策を行ったことにより、日々の規制時間を超過することなく、品質の確保された構造物を工期内に無事故で完成することができました。

最後に、ご指導いただいた首都高速道路株式会社、並びにご協力いただいた関係各位に対し、紙面を借りて感謝を申し上げます。

参考文献：

- ① 建設マネジメント技術「首都高速道路における維持管理」
首都高速道路株式会社 保全・交通部点検・保全計画グループ 相川智彦
- ② 株式会社NIPPO 「スマートボンドJT」技術資料、施工要領
- ③ 株式会社NIPPO コンクリート版増厚「スマートオーバーレイ工法」技術資料