

既設鋼床版の疲労耐久性向上を目的とした SFRC 舗装による上面増厚工法

神田 信也

近年の首都高速道路では、トラフリブ形式の既設鋼床版箱桁橋に疲労損傷が多数発見されている。この疲労き裂が鋼床版デッキプレートの板厚方向に進展し貫通すると、舗装に変形等をもたらし、車両の走行に支障をきたす可能性がある。この疲労損傷に対する補強方法のひとつにアスファルト舗装の一部を SFRC（鋼繊維補強コンクリート）舗装に置き換える上面増厚工法がある。本稿は本工法を用いて施工した工事内容について述べるものである。

キーワード：道路維持，鋼床版，疲労損傷，補強，SFRC，上面増厚工法

1. はじめに

首都高速道路は都市内高速という制約から、交差点や鉄道上、河川渡河部などで鋼床版桁を多く用いている。近年、大型車両が繰返し通行することにより、トラフリブ形式の既設鋼床版箱桁に多数の疲労き裂が発見されている。（写真—1，図—1）この疲労損傷に対する補強方法のひとつに SFRC 舗装による上面増厚工法がある。本工法は、従来の鋼床版上の基層であるグースアスファルト混合物に変えて SFRC をエポキシ系接着材で鋼床版デッキプレートと剛性の高い舗装と合成させることで、鋼床版の発生応力を軽減させ、疲労耐久性を向上させる工法である。本工法を用いた工事を、平成 19 年度より高速湾岸線及び高速中央環

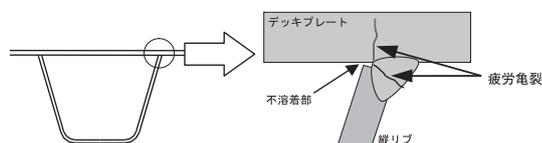
状線にて施工してきた。本稿は当該工事の概要について述べるものである。

2. 施工実績

首都高速道路では SFRC 舗装による上面増厚工法を用いた工事を平成 19 年度より高速湾岸線及び高速中央環状線にて施工してきた。施工位置図を図—2、



写真—1 鋼床版貫通き裂



図—1 疲労き裂（トラフリブ形式）



図—2 施工位置図

表-1 施工内容

夜間のみ1車線規制工事					休日24時間1車線規制工事						
施工年度	施工路線	施工箇所	施工延長(m)	施工方法	施工年度	施工路線	施工箇所	施工延長(m)	施工方法		
H19	中央環状線 外回	清新町	60	人力施工	H19	湾岸線 西行	舞浜	127	機械施工①		
			25	機械施工①				湾岸線 東行	舞浜	146	機械施工①
	中央環状線 内回	清新町	6	人力施工	H20	中央環状線 内回	清新町			445	機械施工①
			25	機械施工①				湾岸線 東行	舞浜	121	機械施工①
			9	機械施工①						湾岸線 西行	舞浜
湾岸線 東行	舞浜	66	機械施工①	湾岸線 西行	舞浜	180	機械施工①				
		湾岸線 西行	舞浜			18	機械施工①	湾岸線 西行	千鳥町	211	機械施工①
H20	湾岸線 西行			辰巳	63	機械施工②	H21			中央環状線 内回	清新町
		H21	湾岸線 西行		千鳥町	8		機械施工①	中央環状線 内回		
湾岸線 西行	舞浜			21		機械施工②	湾岸線 西行	四つ木		427	機械施工②
		合計			301				合計		

施工内容を表-1に示す。施工箇所の選定にあたっては下記により決定した。

- ・鋼床版デッキプレートにき裂が発生している区間で、恒久対策の補強が完了していること。
- ・24時間一車線規制工事による交通渋滞発生時に代替路が確保できること。
- ・本線通行止めの必要がないこと。

3. 施工概要

(1) 施工方法

SFRC 舗装による上面増厚工法を用いた工事は車線規制時間帯の別により以下に示す2通りの方法を採用した。

- ①夜間のみ1車線規制工事
- ②休日24時間1車線規制工事

首都高速道路は、日交通量が約110万台と首都の交通機能を支えている。したがって、昼間に車線を規制して工事を行うことは交通機能に多大な影響を及ぼすことから、一般的な工事は比較的交通量が少ない夜間に施工している。しかしながら、夜間規制工事ではSFRC 舗装による上面増厚工法の1回当たりの施工延長が10m前後と短い。そこで、比較的交通量の少ない日曜日の午前5時から翌月曜日の午前5時までの休

表-2 SFRCの打設方法

	機械施工①	機械施工②
打設機械の走行方法	レールによる軌道を走行	路面をタイヤで走行
SFRCの運搬方法	ベルトコンベアによる運搬	一輪車による人力運搬

日24時間1車線規制工事を採用した。これにより、1回当たりの施工延長は70～90mまで伸ばすことができた。

また、SFRC 打設方法は2種類ある。その具体的な違いは表-2に示す通りである。

各々を施工箇所の特性により使い分けており、その結果を表-1に示す。

(2) 施工断面

施工断面は図-3に示す通りとした。通常の舗装工事では中央の区画線の中心位置に施工目地を設けるが、SFRCの機械施工を実施する場合、レール幅及びタイヤ走行幅を考慮しなければならない。このために、区画線直上にカラーコーン(380mm幅)を設置し、レール幅及びタイヤ幅を含めると、区画線から300mmセットバックした位置に施工目地を設けることにした。

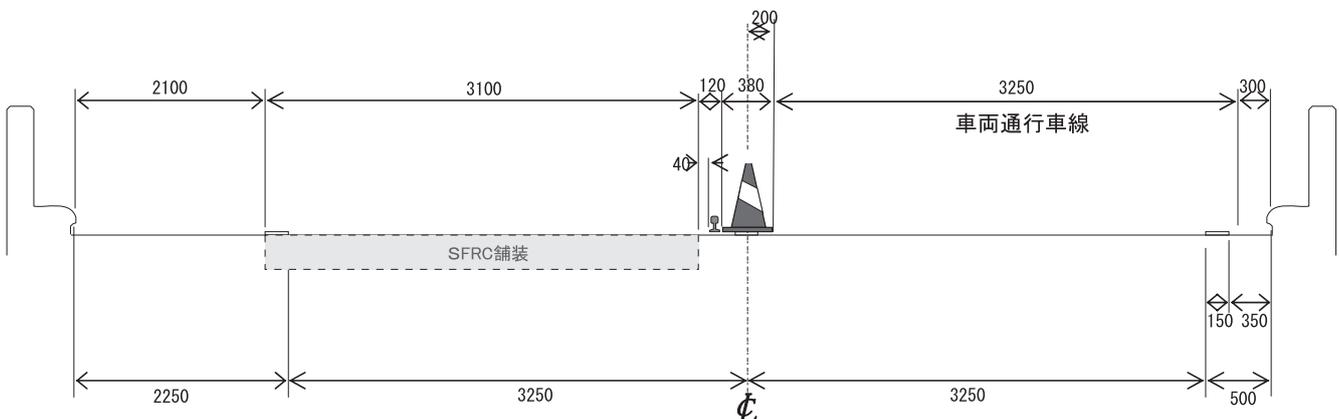


図-3 施工断面図

また、舗装構成は図-4に示す通りである。コンクリートは規制時間を考慮し、打設から3時間後の圧縮強度が24 N/mm²以上を確保できるように、ジェットコンクリートを用いることとした。なお、特殊部(主桁直上等負曲げによるひび割れの発生が懸念される箇所)においては、SFRCがはく離した後の飛散防止を目的としたCFRP補強筋(炭素繊維格子筋)を敷設することにした。これらの仕様は実物大の供試体を用いた輪荷重試験により決定している。

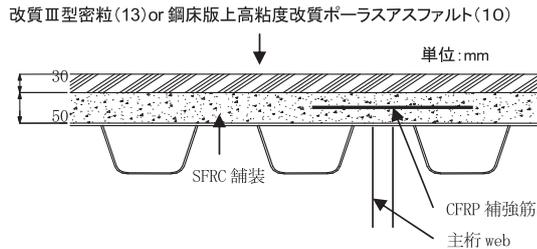


図-4 舗装構成

(3) 施工ステップ

夜間規制工事及び24時間1車線規制工事の施工ステップを図-5に示す。夜間施工は、舗装撤去・仮復旧(1次施工)とSFRC施工・本復旧(2次施工)を分け数日間かけて行うため、その間は仮舗装を実施することとした。

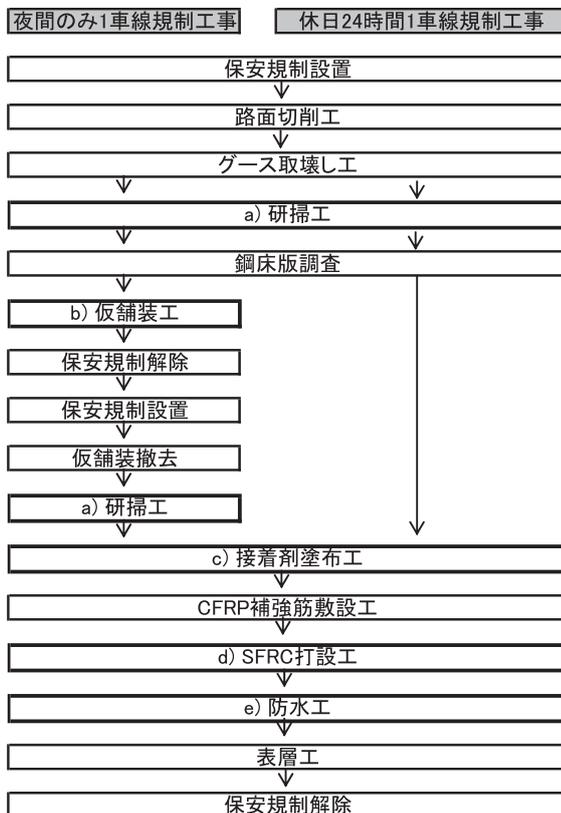


図-5 施工ステップ

a) 研掃工

舗装撤去後、鋼床版表面を研掃するものとした。本工法では鋼床版とSFRCの合成に、スタッド溶接等はいらずに、接着剤のみの合成とした。これはSFRCの厚さが50 mmと薄いことから、スタッドを採用した場合、ひび割れの発生やスタッド溶接部廻りが新たな疲労耐久性の弱点となることが懸念されたためである。したがって、鋼床版の錆や塗膜などを完全に除去することとし、機械によるブラスト法で素地調整1種を標準とすることとした。機械による研掃が困難な端部はディスクサンダー等を用いた人力施工とした。施工状況を写真-2に示す。



写真-2 研掃工

b) 仮舗装(夜間施工)

鋼床版上にプライマーを塗布し、アスファルト舗装(密粒度アスコン改質Ⅲ型)で復旧し、交通開放する。

c) 接着剤塗布工

鋼床版とSFRCとの接着については高耐久型エポキシ樹脂を用いることとした。接着剤に所定の機能を発揮させるためには、接着剤の硬化はSFRCの硬化後でなければならない。そのため、接着剤は所定の付着力の確保が可能な時間(接着剤を混合してから硬化するまでの時間)が安定した材料を使用することとし、高耐久型エポキシ樹脂は鋼床版の表面温度が5℃~35℃の範囲で1時間30分程度である。

実施工においては、接着剤の塗布前に鋼床版の表面温度を確認するとともに、現場にて所定の付着力の確保が可能な時間を確認するために、鋼板に接着剤を塗布し、接着させたナットを用いた引張試験を行った。接着剤の塗布量は平均塗布量1.4 kg/m²とし、金ゴテにて均一に塗布する。施工状況を写真-3に示す。付着強度は1.0 N/mm²以上を規定している。



写真一3 接着剤塗布工



写真一4 SFRC 打設 (機械施工①)

d) SFRC 打設

SFRC 施工箇所近くに、モバイル車を配置し、鋼繊維入りのジェットコンクリートを練り混ぜる。SFRC の配合例を表一3に示す。練り混ぜたSFRCをベルトコンベアないしは一輪車による人力にてコンクリートスプレッタ (SFRC 敷き均し機) の位置まで運搬し、人力にてトンボ等で敷き均した。その後、コンクリートフィニッシャにてSFRCを締め固めた。各々の施工状況を写真一4及び写真一5に示す。締め固め後に箒目を入れ、コンクリート表面に気泡シートを張り、シート養生を行った。

e) 防水工

主桁ウェブ直上等のSFRC上面はひび割れの発生が懸念されることから、水の影響による鋼床版、SFRCの損傷を防ぎ耐久性を高めるために防水層を設置するものとした。防水材料にはアスファルト塗膜系防水材料を使用した。

f) 表層工

表層はポラスアスファルト混合物を使用した。混合物の最大粒径については、表層厚さ30mm及び不陸を考慮して、表層厚さの3分の1に相当する最大粒径10mmとした。これは試験の結果、最大粒径13mmに対して引張付着強度が大きいことや骨材飛散抵抗性が高いことが明らかとなったためである。なお、既設舗装の状況等によっては、密粒度アスファルト混合物 (最大粒径13mm) を使用した。



写真一5 SFRC 打設 (機械施工②)

4. 施工上の課題

平成19年度より高速湾岸線及び中央環状線にて実施してきたSFRC舗装による上面増厚工法の今後の課題について以下に整理する。

(1) 施工能率

休日24時間1車線規制工事において、平成19年度の施工延長は約75m程度であったが、平成20年度には約90mまで伸ばすことができた。これは、施工技術者の熟練、舗装取壊しの工夫、車両配置などの段取り、路肩の作業スペースの確保など施工回数を重ねるごとに改善してきたためである。また、SFRC打設

表一3 SFRC 配合例

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位重量						
				セメント	水	細骨材	粗骨材	鋼繊維	減水剤	遅延剤
				(kg/m ³)						
13	6.5 ± 1.5	39.5	55.0	425	168	924	768	100	3.40	2.98

の最遅時間を設定し、完了しない場合は仮舗装で復旧することとした。これにより、工程上の予備時間を最小に抑え、実作業時間として割り振ることができ、施工延長の更新に至ることができた。今後、さらなる能率向上を図る必要がある。

(2) 舗装取壊し工

鋼床版上のゲースアスファルト撤去時にブレーカーで鋼床版を傷つけてしまう懸念があるので十分注意して作業する必要がある。また、上記の作業時は騒音が発生するため、施工箇所を設置されていた吊足場上に、防音シートの対策を講じた。住宅に近い施工箇所においては、騒音対策を講じる必要がある。

(3) 研掃工

SFRC 舗装による上面増厚工法の各種の作業の中で、研掃工に費やす時間が長いことが分かってきた。現場では、表面の凹凸部及び添接部のボルト周辺の汚れ、鋼床版の錆などが点在し、これらを除去するために、汚れや錆の程度の大きい箇所に合わせて全体を研掃していることによっている。これらを踏まえ、一般部において投射密度を 150 kg/m^2 を標準（素地調整1種相当）とし、現場に応じた投射密度の設定を行うこととした。なお、残存するアスファルト分の除去は別途人力施工とすることとした。

(4) 高機能舗装工

SFRC 施工箇所を高機能舗装にする場合、接着性や横断勾配の関係など水処理について十分に検討しなければならない。

5. おわりに

SFRC 舗装による上面増厚工法を用いた工事は、今後も首都高速道路の各路線で予定している。夜間工事のみ1車線規制工事及び24時間一車線規制工事は著しい渋滞を発生させ、お客様サービス低下につながる恐れがある。したがって、今後は如何に交通影響を少なく効率的に施工を行っていくことが重要であると考えている。そのために、施工能率をさらに向上させることを検討していく考えである。

JICMA

[筆者紹介]

神田 信也 (かんだ しんや)
首都高速道路(株)
東東京管理局 保全工事事務所

