

S F R C 舗装による鋼床版の疲労低減効果

関東地方整備局 横浜国道事務所 工務課 井出 賢司

1. はじめに

近年、鋼床版形式の橋梁において、疲労による損傷事例が報告されている。その損傷原因の一つとして、デッキプレートの剛性不足が考えられることから、その対策の一環として、横浜ベイブリッジ一般部にてS F R C 舗装を採用した。

今回は、横浜ベイブリッジ一般部においてのS F R C 舗装を施工したことによる鋼床版の疲労低減効果について報告するものである。

2. 横浜ベイブリッジ概要

横浜ベイブリッジは、東京湾岸道路の一部として横浜港口部（横浜市鶴見区大黒ふ頭～同市中区本牧ふ頭）に位置し、上層部を自動車専用道路として首都高速湾岸線、下層部を一般道路として一般国道357号を配した上下二層構造の道路橋として計画され、上層部は、平成元年9月に供用されている。

今回、S F R C 舗装の施工区間である下層部の一般国道357号は、横浜中心市街地を通過する本牧・大黒ふ頭間の輸送によるコンテナ車等の低減を図り、交通混雑の緩和、沿道環境の改善を図るために、臨港道路整備（港湾事業）との連携事業として整備を進め、平成16年4月24日に暫定2車線で供用を開始した。（図-1・2・3、表-1）なお、現在の交通量は約18,000台/日（うち大型車約9,000台/日）である。



図 - 1 位置図



図 - 2 断面図



図 - 3 バイブリッジ全体図

路線名		上層：高速湾岸線				
		下層：一般国道357号				
上部工	上層	3径間連続 鋼箱桁橋	3径間連続 鋼トラス橋	3径間連続 鋼斜張橋	3径間連続 鋼トラス橋	4径間連続 鋼箱桁橋
	下層	3径間連続 鋼箱桁橋	7径間連続 鋼桁橋連続	6 or 7径間連続 鋼桁橋連続	6径間連続 鋼桁橋連続	4径間連続 鋼箱桁橋
	延長	294.9m	355.3m	380.0m	300.1m	349.7m

表 - 1 横浜バイブリッジ概要

3 . 鋼床版の耐久性

3 . 1 鋼床版の疲労損傷

鋼床版における疲労損傷の原因の一つとして、輪荷重を受けることで、デッキプレートに局部的変形が生じる。その変形により溶接部などにひずみ（応力）が発生し、それが繰り返し作用することで疲労亀裂が発生し進展することが考えられる。（図 - 4）

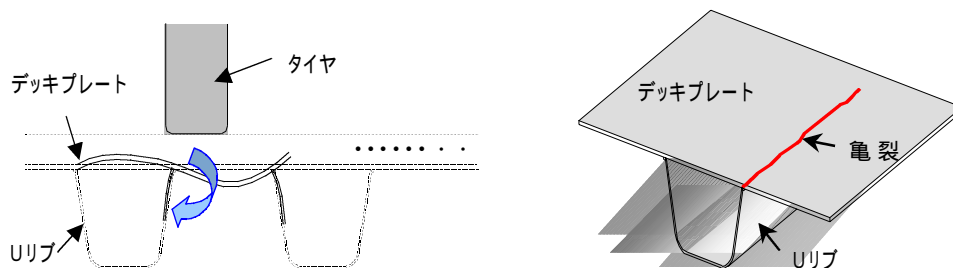


図 - 4 鋼床版に疲労損傷が起こるメカニズム

3 . 2 鋼床版の疲労損傷対策とS F R C舗装の採用

鋼床版の疲労損傷を防止するためにはデッキプレートの変形を低減することが重要であるが、横浜バイブリッジ一般部は横浜港に位置していることから海外貿易用のコンテナ等を輸送する大型車の交通量が多く、大型車による繰り返し荷重の頻度は高い。

そこで今回は、通常の舗装のグースアスファルトより剛性の高いS F R C舗装（ ）をデッキプレート上に施工し、鋼床版との合成効果によりデッキプレートの剛性を高めることで、デッキプレート近傍に発生する局部変形を低減できると考え、鋼床版疲労損傷の有効な対策として採用に至った。（図 - 5）

S F R C（Steel Fiber Reinforced Concrete）

コンクリートに鋼繊維（スチールファイバー）（写真 - 1）を混合して強さを増したコン

クリートで、曲げ強度、せん断強度、靱性、変形性能、耐衝撃性、耐ひび割れ性、耐疲労性、凍結融抵抗性等の点で従来のコンクリートの性質を大幅に改善した複合材料である。

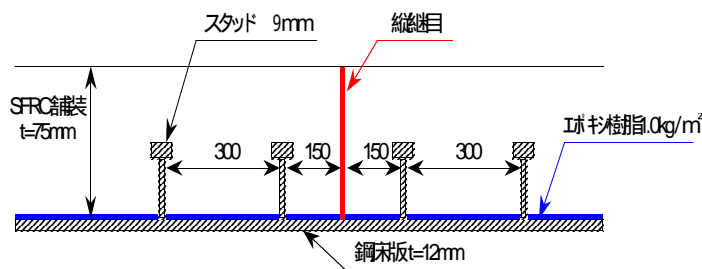


図 - 5 舗装構成



写真 - 1 鋼繊維

4 . 鋼床版の疲労低減効果

4 . 1 鋼床版の疲労低減効果

鋼床版の局所的な応力性状について把握するために、実車（トラック）による実橋載荷試験を行いSFRC舗装の施工前後の鋼床版各部のひずみ計測を行った。その結果、全ての部位で応力が減少しており、特にデッキプレート下面では1 / 10程度まで減少していることから、SFRC舗装による鋼床版の疲労低減効果を確認することができた。（表 - 2 , 図 - 6）

位置		平均応力(N/mm ²)		最大応力(N/mm ²)		(B/A)	(D/C)	最大応力時の橋軸直角方向の載荷ケース	
		SFRC舗装施工前(A)	SFRC舗装施工後(B)	SFRC舗装施工前(C)	SFRC舗装施工後(D)				
鋼床版一般部	デッキプレート下面	-29.6	-1.2	-35.5	-1.3	0.04	0.04	410mm移動載荷	
	縦リブ上部	-48.7	-11.2	-52.3	-11.3	0.23	0.22	410mm移動載荷	
	縦リブ下面	31.2	14.6	31.9	15.2	0.47	0.48	直上載荷	
鋼床版交差部	デッキプレート下面	-22.0	-2.9	-27.8	-3.5	0.13	0.13	直上載荷	
	横リブ上部	-20.3	-9.5	-23.7	-12.4	0.47	0.52	直上載荷	
	横リブスカーラップ端部	-18.5	-9.0	-20.9	-11.0	0.48	0.53	直上載荷	
	横リブスカーラップ中央部	-11.5	-8.7	-17.6	-13.9	0.75	0.79	410mm移動載荷	
縦桁	下フランジ下面	12.2	9.7	-	-	0.79	-	-	
主な構造寸法	縦リブ	300 × 220 × 6							
	デッキプレート厚	12mm							
	横リブ Web PL	600 × 9							

作用応力は、部以外は最小主応力、は橋軸方向応力
縦桁下フランジ下面の作用応力は、縦桁支間中央載荷時の値である。

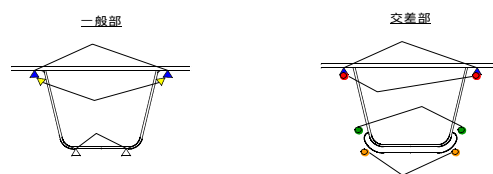


表 - 2 実橋載荷試験結果

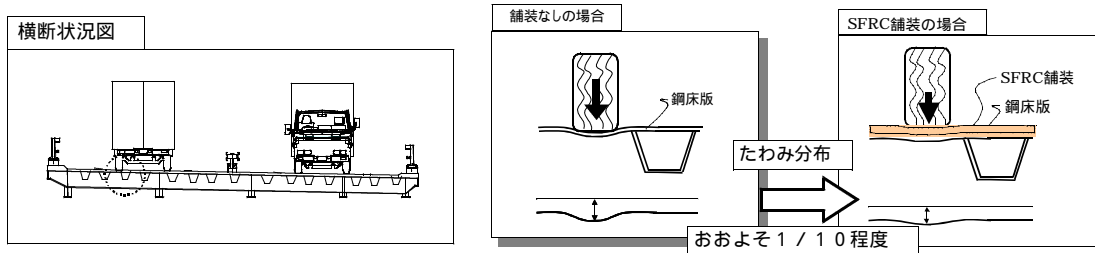
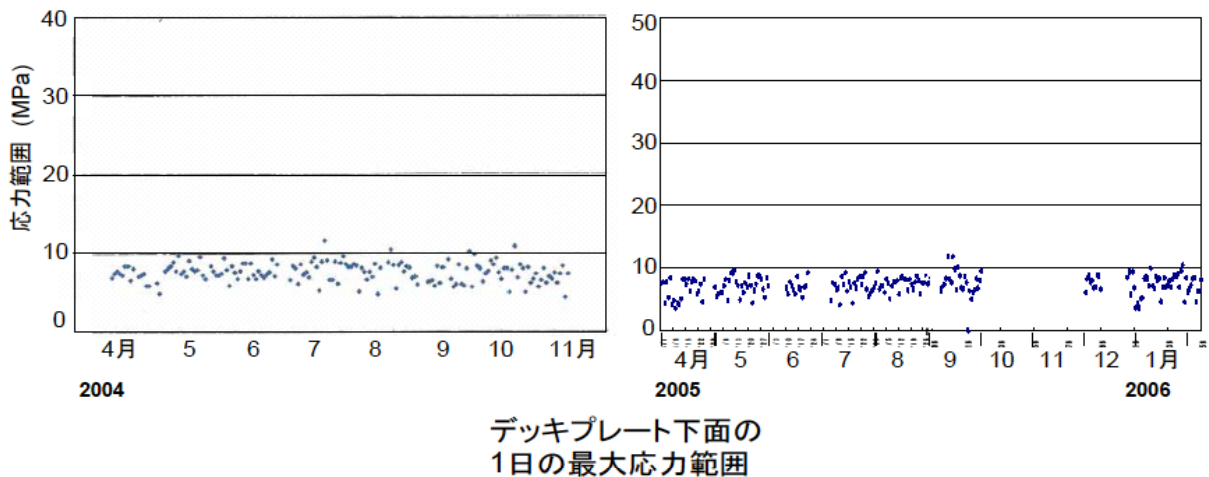


図 - 6 荷重分配機能による局所的な変形の低減

4.2 鋼床版の疲労低減効果の持続性

実橋載荷試験では鋼床版の疲労低減効果は確認することができたが、実交通下においての効果を確認できていないことから、効果の持続性の有無を把握するためにモニタリングにて応力状況を確認した。(図 - 7)その結果、SFRC舗装の施工後の応力状況と現在の応力状況を比較しても大幅な応力変化が見られていないことから、鋼床版の疲労低減効果の持続性について確認することができた。

図 - 7 モニタリング結果(抜粋)



5. 今後の課題

今回は、実橋載荷試験及びモニタリングの実施により、SFRC舗装による鋼床版の疲労低減効果について確認することができたが、今後もさらに効果を持続させていくためには、鋼床版とSFRC舗装の耐久性能を詳細に把握する必要があると考える。

現在、継続的なモニタリングに併せ、実橋を模した試験体を用いて輪荷重走行試験機による疲労耐久性試験を実施し、100万往復の载荷を実施したが、現時点では破壊・損傷に至っておらず、SFRC舗装の耐久性は確認された。

SFRC舗装が破壊された場合には、鋼床版との合成効果が著しく損なわれる可能性も高いことから、今後はさらに破壊するまで試験を実施し、耐久性能及び破壊のメカニズムを確認する予定である。また、その結果をもとに具体的な点検・管理及び補修等の方法についても検討していく予定である。