

J-ティフコムで上面増厚した鋼床版の疲労耐久性向上効果（その1）

J-ティフコム施工協会 正会員 ○植田 健介
 J-ティフコム施工協会 正会員 三田村 浩
 中日本高速道路(株) 正会員 青木 圭一
 北海道大学 正会員 松本 高志
 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

1. はじめに

鋼床版は上部構造の軽量化や構造高を低く抑えることができる特徴から、都市高速道路や国道等の長支間橋梁の床版に採用されてきた¹⁾。近年、重交通路線では構造物の経年や交通量の増大および走行車両の大型化により20年程度経過した橋梁の鋼床版において疲労損傷が確認されている。鋼床版の疲労損傷に対し、筆者らは高強度で流動性および材料分離抵抗性に優れ、外的劣化因子である水を遮断する超緻密高強度繊維補強コンクリート（J-THIFCOM 以下本材料とする）をデッキプレートに薄層で打ち込み合成鋼床版化して、発生応力の低減を図り、疲労耐久性を向上させる工法を開発した。本稿では、デッキプレートと本材料の付着特性を評価するため実施した定点疲労荷重試験の結果について報告するものである。

2. 定点疲労荷重試験

実構造物の主桁直上では負曲げが発生するため、その状況下におけるデッキプレートと本材料の接着性を評価するために既往の研究²⁾を参考に定点疲労荷重試験を実施した。試験供試体は長さ2,200mm、幅1,600mm、厚さ12mmの鋼板の幅方向中央にリブを配置し、上面に本材料を主桁直上の負曲げによる応力分布を再現できるよう長さ1,900mm、幅1,300mmの範囲に本材料を打ち込み製作した。試験体の長手方向両端は支持できるようリブを配置している。試験体を図-1に、本材料の材料特性を表-1に示す。デッキプレートと本材料の接着構造は、表-2および図-2に示すように2種類の方法を比較した。接着法1はボンドAのみ、接着法2はボンドBに硬質骨材を散布したものである。

表-1 材料特性

項目	特性値	備考
圧縮強度	130 N/mm ² 以上	1日で100N/mm ² 程度（基本材齢28日）
引張強度	9 N/mm ²	ひび割れ発生強度6 N/mm ² （材齢28日）
曲げ強度	35 N/mm ²	試験JIS A 1171（材齢28日）
ヤング係数	4.0 × 10 ⁴ N/mm ²	繊維混入率5vol.%（材齢28日）
フロー値	~350mm	試験JIS R 5201 モルタルフロー
付着強度（母材破壊）	2.7 N/mm ² 以上	試験JIS A 1171（材齢28日）
長さ変化率	収縮111 × 10 ⁻⁶	試験JIS A 6202（材齢28日）
塩化物イオン浸透深さ	0mm	試験JIS A 1171（材齢28日）
中性化深さ	0mm	試験JIS A 1171（材齢28日）
透気係数	0.001 × 10 ⁻¹⁶ m ² 以下	透気係数試験（トレント法）

表-2 接着構造の種類

	接着法1	接着法2
接着剤	ボンドA	ボンドB
超緻密高強度繊維補強コンクリート施工厚	20mm	25mm
接着界面	硬質骨材なし	硬質骨材あり
施工手順	ボンドA塗布	ボンドB塗布
	↓ 超緻密高強度繊維補強コンクリート打ち込み	↓ 骨材散布 ↓ 超緻密高強度繊維補強コンクリート打ち込み
	超緻密高強度繊維補強コンクリート 接着層 鋼床版	硬質骨材
	接着法1	接着法2

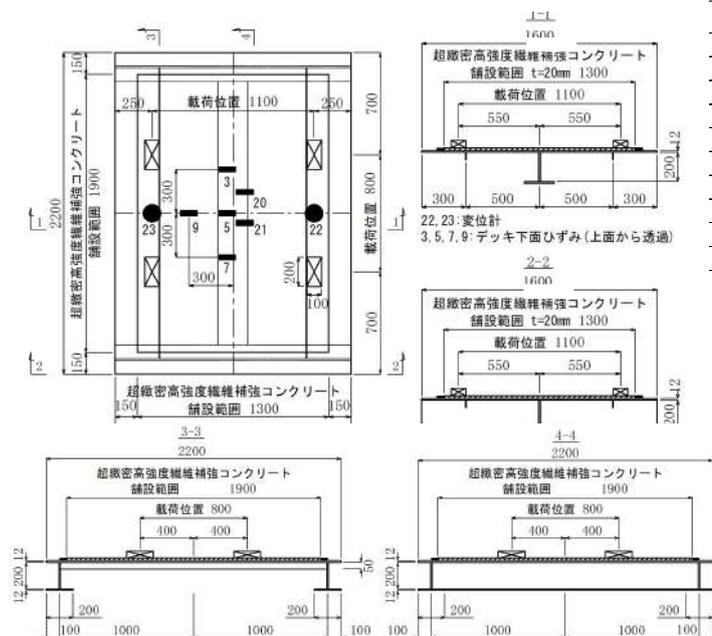


図-1 定点疲労試験体

図-2 接着構造と断面

キーワード 床版補修・補強, 鋼床版, 超緻密高強度繊維補強コンクリート, 定点疲労荷重試験

連絡先: 〒103-0027 東京都中央区日本橋3-11-1 (株)ビー・ビー・エム内 J-ティフコム施工協会 TEL:03-3517-1713

3. 試験条件

荷重は図-2に示す4点で載荷し、総計で最大値55kN、最小値1kN、荷重振幅54kNとした。載荷回数は乾燥200万回、水張り300万回とした。ただし、接着法1は乾燥200万回実施後に本材料の剥離を確認したことから、この時点で終了とした。

4. 試験結果

図-3に乾燥200万回時のひび割れ発生状況を示す。剥離した接着法1は、ひび割れが試験体全面に大きな円弧で広く分散していたが、接着界面が健全であった接着法2は負曲げモーメントが最も大きくなる中央リブ上に集中していた。試験後に実施した引張接着試験のコアの断面を観察したが、接着法1および接着法2とも貫通ひび割れは見られなかった。

図-4に鋼床版下面の応力経時変化を示す。接着法1は乾燥で最大-84MPa程度であった。接着法2では乾燥で最大-72MPaで推移し、載荷点付近の版剛性が大きく発現したと思われる。また接着法2の乾燥については疲労解析結果も併せて示す。疲労解析では本材料と鋼床版を完全剛結として、疲労に伴う本材料の架橋応力劣化とひび割れ進展を考慮した。ひび割れ領域拡大によって応力が漸増する傾向と合わせて実験と良好な一致を示している。水張りでは-47MPaに曲げ応力が減少した。これは水張りによって本材料が膨張して上側に反ったためである。

図-5に活荷重時の鉛直変位の経時変化を示す。接着法2では水張り後に変位が小さくなる現象が見られた。

試験後に実施した付着強度は、接着法1は接着不良で剥離が生じたが、接着法2は全ての試験位置で治具の接着界面で破断し、5箇所平均は2.01N/mm²であった。そこで、付着強度の真値を確認するため、50mm径のコアリングを行って実施したところ、3箇所の平均で4.89N/mm²になる大きな付着強度を確認した。

接着法1の接着不良の原因は、フレッシュ状態の本材料には高い粘性と材料分離抵抗性があり、打ち込み時に未硬化の接着法1が本材料の流動によって押しのけられたためである。さらに、引張接着試験後の接着界面を観察した結果、本材料に硬化不良が見られた。これは、押しのけられた接着法1と本材料がデッキ界面近くで部分的に混ざり合ったことによりドライアウトが生じたものと推察される。

5. まとめ

接着法2では大きな付着強度が得られ、応力ならびにたわみが減少した。尚且つ、水を張ると本材料が膨張して、逆反りが生じて応力が減少した。このことから、接着法2の接着構造を輪荷重走行試験供試体に適用することとした。

参考文献

- 1) 松井繁之：道路橋床版—設計・施工と維持管理—，森北出版，2007年10月。
- 2) 梶尾仁，木ノ本剛，小野秀一，荻尾啓，千葉浩幸：鋼床版上SFRC舗装の負曲げ域耐久性検討，土木学会第63回年次学術講演会，平成20年9月。

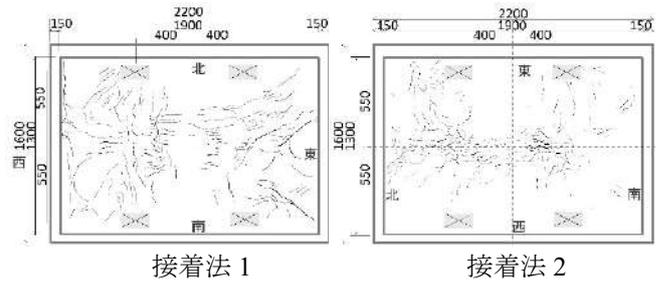


図-3 乾燥200万回後のひび割れ状況

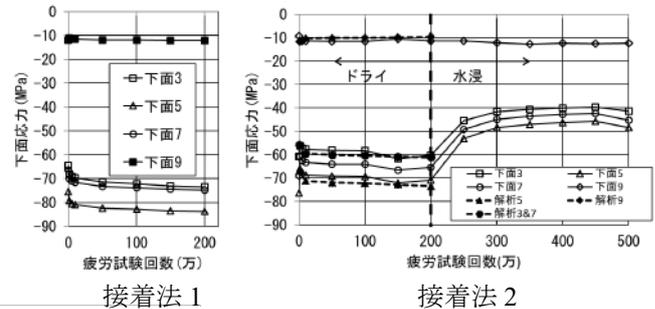


図-4 活荷重時の鋼床版下面の応力経時変化

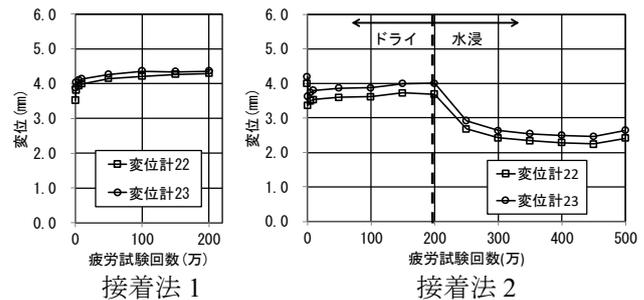


図-5 活荷重時の鉛直変位の経時変化