

鋼床版上 SFRC 舗装の接着品質確保に関する実験的検討

独立行政法人 土木研究所 正会員 村越 潤 梁取 直樹 宇井 崇

NIPPO コーポレーション 正会員 ○石垣 勉 尾本 志展 根本 信行

1. はじめに 筆者らはデッキプレートと鋼繊維補強コンクリート (SFRC) をエポキシ樹脂系接着剤 (EP 系接着剤) とスタッドを用いて接着接合させることにより、デッキ進展き裂の発生原因と考えられているデッキプレートの局部変形を低減させる鋼床版補強工法について検討を行ってきている

1)2)。図-1 に本工法の構造概要を示す。本工法において期待される補強性能を発揮するためにはデッキプレートと SFRC の接着の確保が重要であり、接着作業工程においては SFRC と EP 系接着剤の双方の可使・硬化特性を十分に考慮した施工および品質管理手法を講ずる必要がある。本報告では、過去に本工法で使用実績のある超速硬 SFRC と 2 液混合型 EP 系接着剤を用いて、室内実験結果に基づくケーススタディを実施した結果、デッキプレートと SFRC の接着品質確保に関わる幾つかの知見を得たので報告する。

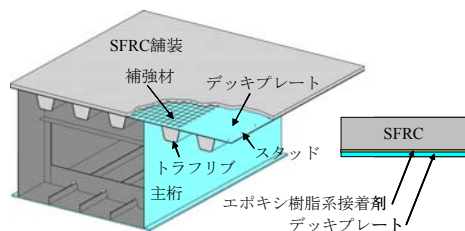


図-1 SFRC 舗装による鋼床版補強工法の構造概要

2. EP 系接着剤による接着作業工程とその硬化過程に関する検討

デッキプレートと SFRC の接着においては SFRC と EP 系接着剤の可使・硬化特性を考慮した施工計画と品質管理計画の立案が必要となる。図-2 に EP 系接着剤を用いたデッキプレートと SFRC の接着作業工程と硬化過程の時系列推移を示す。図-2 (上) には SFRC の作業工程と SFRC の練混ぜから硬化に至るまでの状態変化について示している。本図では超速硬 SFRC の使用を想定した。SFRC の可使時間経過後は水和熱の蓄積による温度上昇が発生し、急速に凝結が進むことから、超速硬 SFRC の使用では可使時間内に練混ぜから仕上げまでの一連の施工を終了させる必要がある。図-2 (下) には 2 液混合型 EP 系接着剤による接着工程と、混合から完全硬化に至るまでの状態変化について示している。主剤と硬化剤の混合後、ショットブラスト等で表面処理した清浄なデッキプレート面に可使時間内に所定の接着剤量を均一に塗布する。接着剤を塗布してから SFRC を打込むまでの接着剤の開放堆積時間 (アッセンブリータイム) を考慮した接着工程の管理が重要である。EP 系接着剤は時間経過とともに反応硬化し、その状態は最高発熱を経て、ゲル化・半硬化・完全硬化に至る。双方の材料とも温度の影響により可使・硬化特性が変化することから、施工・品質管理においては双方の材料の「時間」と「温度」に関わる可使・硬化特性を把握しておくとともに、時間・温度の変化に柔軟に対応できる施工計画の立案が、接着の品質確保において重要であると考えられる。

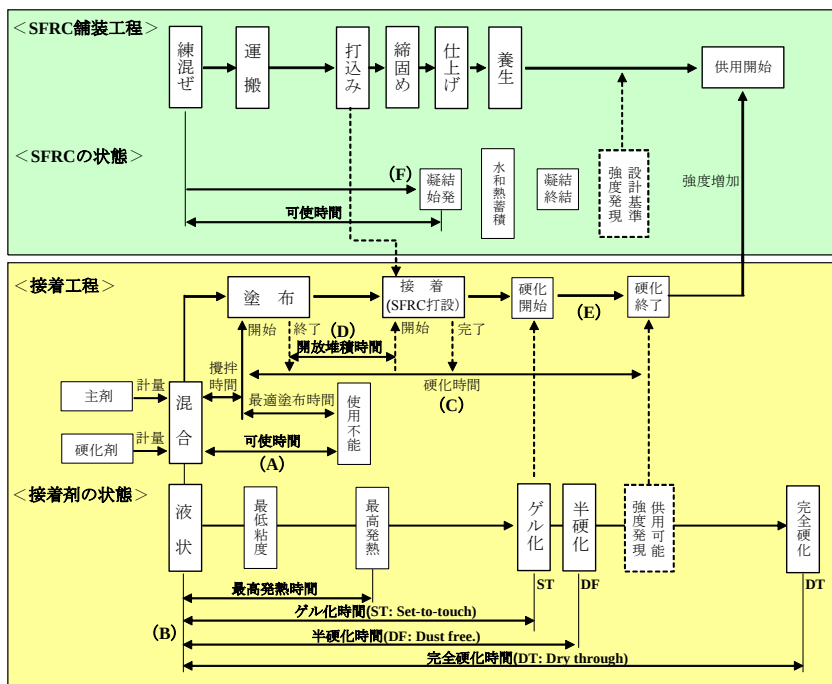


図-2 EP系接着剤を用いたデッキプレートとSFRCの接着作業工程と硬化過程の時系列推移 (文献³⁾に筆者らが加筆・修正)

キーワード 鋼床版 補強工法 SFRC エポキシ樹脂系接着剤

連絡先 〒140-0002 東京都品川区東品川 3-32-34 (株) NIPPO コーポレーション技術研究所 TEL 03-3471-8542

3. 室内実験結果に基づくケーススタディ

SFRC と EP 系接着剤の可使・硬化特性の把握を目的に室内実験結果に基づくケーススタディを実施した。検討に用いた EP 系接着剤の性状を表-1, SFRC の配合条件と標準配合を表-2に示す。本検討では可使・硬化特性の把握項目として重要と考えられる図-2の(A)～(F)に対応する室内実験結果を図-3～8に示す。その結果を概説すると以下の通りである。

(A) EP 系接着剤は環境温度の上昇とともに可使・増粘時間が短縮する。可使時間・増粘時間（急激に粘度上昇する時間）はほぼ一致している（図-3）。

(B) 塗布後の接着剤の状態変化時間（ゲル化・半硬化・完全硬化）は環境温度の上昇とともに短縮する（図-4）。

(C) 接着剤単体の各状態における引張せん断強度より、接着剤の硬化は時間経過とともに増大し、半硬化状態（指触乾燥状態）で、供用可能強度（1～2MPa 程度）は十分に確保されている（図-5）。

(D) SFRC（寸法 10cm×10cm×7.5cm）とショットブラスト鋼板（寸法 10cm×10cm×5cm 以下、鋼板）の接着における開放堆積時間の違いはせん断接着強度（せん断面積 100cm²）に影響を与えないが、60 分以上の実験結果では破断面の形態が界面破壊となっていることから、接着耐久性が懸念される（図-6）。

(E) SFRC と鋼板のせん断接着強度と養生時間の関係は時間経過とともに強度が増加し、24hr 経過後よりほぼ一定値に収束する。このようなデータは供用開始時間の判断をする重要なデータとなる（図-7）。

(F) 環境温度 20℃において、鋼製型枠内（SFRC 寸法 10cm×10cm×7.5cm）の鋼板に

接着剤塗布後、SFRC を打ち込んだ。熱伝対を用いて SFRC 内部中央と接着面の温度変化を測定した。水和熱蓄積による SFRC 内の温度上昇により接着面の温度も上昇し、SFRC の凝結終結につれて SFRC 内と接着面の温度はほぼ同じ温度で低下している。この温度上昇は EP 系接着剤の硬化促進に寄与するものと考えられる（図-8）。

3. まとめ デッキプレートとSFRCの接着品質の確保に関して室内実験結果に基づき検討した。SFRCとEP系接着剤の可使・硬化特性を「時間」と「温度」の観点から把握し、施工・品質管理計画を立案することは重要である。本研究は（独）土木研究所と（株）NIPPOコーポレーションとの共同研究「鋼床版橋梁の疲労耐久性向上技術に関する共同研究（その3）」の一環として行なわれたものである。また室内実験の実施において、グリーンコンサルタント（株）馬場良輔氏、飯田隆紀氏の多大な協力を得たことを付記したい。

表-1 2液混合型 EP 系接着剤の一般性状

主成分	混合比	23℃比重	不揮発分 (%)	21℃粘度 (×10 ² mPa·s)
主剤：変性エポキシ樹脂	4	1.38	97.9	—
硬化剤：変性ポリチオール	1	1.17	73.6	—
混合剤（白色）	—	1.34	—	58
適用基準		JIS K6833	JIS K6833	JIS K7117

表-2 SFRC の配合条件と標準配合

設計基準圧縮強度	24.0N/mm ²		
粗骨材の最大寸法	15mm		
セメントの種類	超速硬セメント		
鋼繊維の形状寸法	φ0.6×30mm		
可使時間	60分		
スランプ(cm)	空気量(%)	W/C	S/a
5.0±1.5	3.0±1.5	40	50.1
単位量 (kg/m ³)			Ad
W	C	S	C(%)
168	420	840	2
		G	
		SF	
		100	

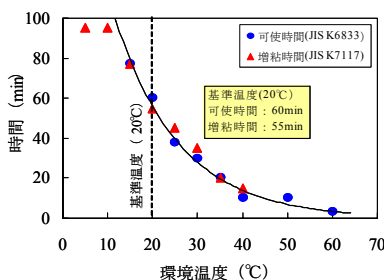


図-3 接着剤の可使・増粘時間と環境温度の関係 (A)

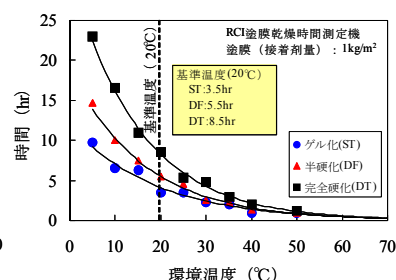


図-4 接着剤の状態変化時間の推移と環境温度の関係 (B)

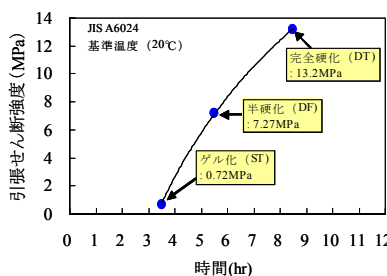


図-5 接着剤の各状態における引張せん断強度の変化 (C)

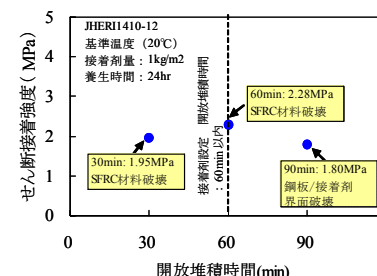


図-6 SFRC と鋼板の接着における開放堆積時間の影響 (D)

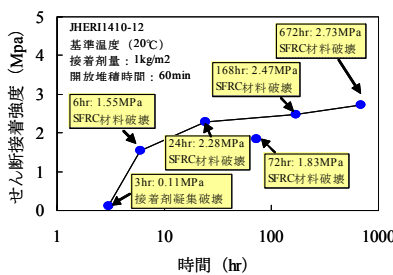


図-7 SFRC と鋼板のせん断接着強度と養生時間の関係 (E)

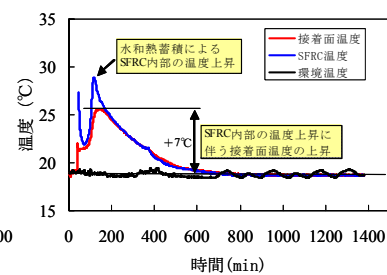


図-8 SFRC と接着面温度と養生時間の関係 (F)

(参考文献) 1)宇井他：鋼床版上SFRC 舗装の負曲げモーメント発生部を対象とした実験（その1），土木学会第62 回年次学術講演会概要集，pp45-46、2)石井 他：鋼床版上SFRC 舗装の負曲げモーメント発生部を対象とした実験（その2），土木学会第62 回年次学術講演会 講演概要集，pp47-48、3)接着応用技術，日経技術図書，pp103，1991.4