鋼床版と SFRC 舗装の接着剤接合部における劣化特性

首都大学東京大学院　学生会員　○幅三四郎　首都大学東京大学院　正会員　村越潤
施工技術総合研究所　正会員　小野秀一　（国研）土木研究所（現　首都高速道路）正会員　佐藤歩
法政大学　正会員　森猛

１．はじめに

閉断面リブ（以下，U リブ）を有する鋼床版の疲労対策として，既設のアスファルト舗装を鋼繊維補強コンクリート（以下，SFRC）舗装に置き換える工法が適用されている[1),2)]．本工法では SFRC 舗装打設時に接着剤により SFRC をデッキプレートと接合させるが，接合部に関して現場における様々な条件に対して十分な強度や長期の耐久性を有していることを確認することは容易ではない．本研究では水，温度に対する接合部の耐久性評価のための基礎データを得るため，接合部を模擬した小型試験体を用いて，環境負荷後の接合部の強度特性について調査した結果を報告する．

２．試験体の概要

図-1 に接合部を模擬し，コア抜き引張試験に用いた試験体の寸法形状を示す．急速施工を前提として超速硬セメントを使用した．SFRC の配合条件は過年度に実施したコア抜き引張試験[3)]と同じとし，材齢 3 時間で 33.8N/mm^2，材齢 28 日で 64.6N/mm^2 であった．接着剤には，性状等の異なる 2 種類を使用した．表-1 に SFRC 舗装の接合に使用した 2 種類の接着剤の性能および，硬化後の材料物性を示す．なお，接着材のガラス転移点は，ガラス転移点温度試験（JIS K7121）の結果，接着材 A では 56.3℃であった．塗布量は標準的な使用量 1ℓ/m2（平均塗布厚 1mm に相当）とした．試験体は素地調整を行った後に，接着剤を塗布し，その上に SFRC 舗装を厚さ 50mm で敷設している．鋼板の接着面に対して，ブラスト工法（投射密度 150kg/m^2）により行った．

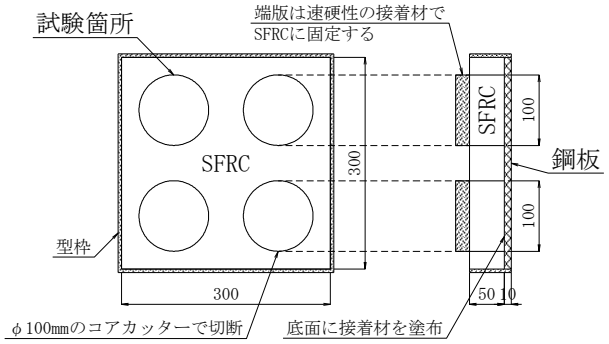


図-1　引張試験用試験体の寸法形状

３．試験方法と環境負荷条件

3.1　試験方法

図-2 に引張試験の概要を示す．コアカッターを用いてφ100mm の切込みをデッキ上面に達するまでいれ所定の環境負荷をかけた後，舗装表面に載荷治具を設置後，毎秒 0.1N/mm^2 の載荷速度で，デッキと SFRC 舗装の接着剤接合部が破壊するまで載荷し，破壊時の荷重値を計測した．この荷重値をコア断面積（7854mm^2）で除した値を引張強度とした．また，引張試験による破壊性状をコアの破壊位置から材料破壊，凝集破壊，界面破壊の 3 種類に分類した．接合部の劣化程度は，引張強度及び破壊性状の変化により評価した．

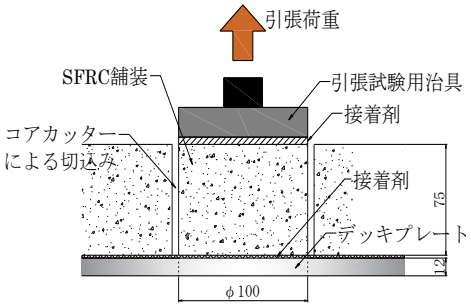


図-2　コア抜き引張試験の概要

表-1　接着剤の性状および硬化後の材料物性

項　目	接着剤A		接着剤B	
	主　剤	硬化剤	主　剤	硬化剤
主　成　分	エポキシ樹脂	脂肪族ポリアミン	エポキシ樹脂	ポリチオール、脂肪族ポリアミン
外　観	白色ペースト状	青色液状	乳白色粘稠液	褐色透明液
混　合　比	主剤：硬化剤＝5：1（質量比）		主剤：硬化剤＝4：1（質量比）	
硬化物比重	1.40±0.20（JIS K 7112）		1.35±0.05（JIS K 7112）	
圧縮強さ	50 N/mm^{2}以上（JIS K 7181）		70 N/mm^{2}以上（JIS K 7208※）	
圧縮弾性係数	1.0x10^3 N/mm^{2}以上（JIS K 7181）		1.5x10^3 N/mm^{2}以上（JIS K 7208※）	
曲げ強さ	35 N/mm^{2}以上（JIS K 7171）		40 N/mm^{2}以上（JIS K 7203※）	
引張せん断接着強さ	10 N/mm^{2}以上（JIS K 6850）		10 N/mm^{2}以上（JIS K 6850）	

注）メーカーの技術資料等を基に作成した．　※印は廃止規格を表す

キーワード　SFRC，鋼床版，接着剤，耐久性，コア抜き引張試験
連絡先　〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京大学 TEL：042-677-2782　E-mail：haba-sanshiro@ed.tmu.ac.jp

3.2 環境負荷条件

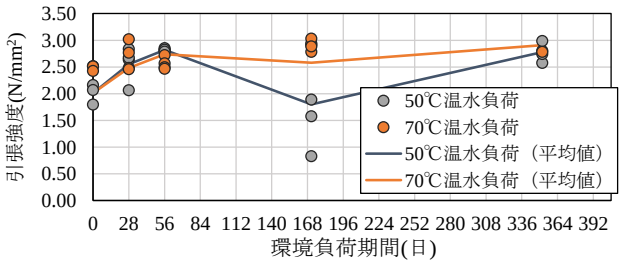
環境負荷条件として，試験体を 50℃，70℃の恒温の水槽に浸漬した．なお，接着剤接合部にはカッター切込み部分から水が浸入し、その影響を受けることになる．負荷期間は 14 日（2 週）～350 日（50 週）とし，1 負荷期間に対して 4 体分の試験を実施した．なお，試験前には恒温水槽から取り出した後，恒温室（常温気中）に 1 日間置いている．接着剤 A，B では，環境負荷後の強度特性の調査結果[2]を踏まえ，負荷期間を若干ずらしている．なお，50℃温水負荷による SFRC の圧縮強度は，64.6（28 日）～84.6N/mm²（199 日）であった．

4．試験結果

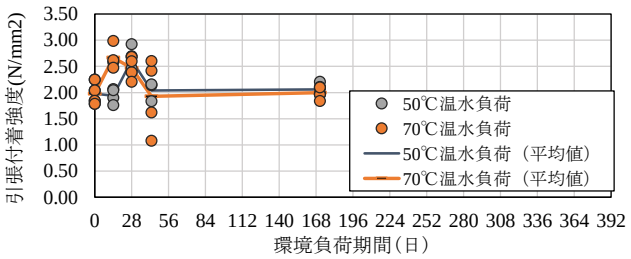
図-3 に 2 種類の接着剤の環境負荷期間と引張強度の強度特性の関係を示す．図-4 に環境負荷期間とデッキ面積割合の関係を示す．ここでデッキ面積割合とは，コア破断面の外観を写真撮影し，デッキ表面露出部分を CAD 上で抽出し算出したものである．

図-3 より，接着剤 A，B ともに負荷期間の初期には接着剤の養生効果の影響により強度が増加する傾向が見られた．その後，一旦低下の傾向が見られたが，A では 50 週時点で，B では 24 週時点で横ばい状態であり，概ね負荷前の強度を保っている．接着剤 B については，輪荷重試験後の実大試験体の暴露試験において著しい強度低下が見られている[4]が，今回の温水による環境負荷期間では顕著な強度低下は見られなかった．

図-4 より，接着剤 A については，環境負荷期間が 56 日までは材料破壊が支配的であり，デッキ面は確認できなかったが，環境負荷期間が増えるにつれてデッキ面積割合が増え，50 週負荷時点では界面破壊が支配的な状況となった．接着剤 B については，負荷初期よりばらつきが見られ 24 週で界面破壊が支配的となった．

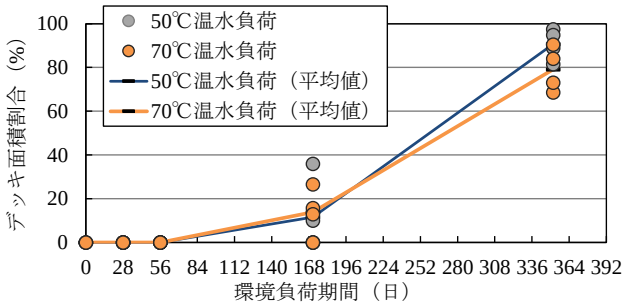


（a）接着剤 A

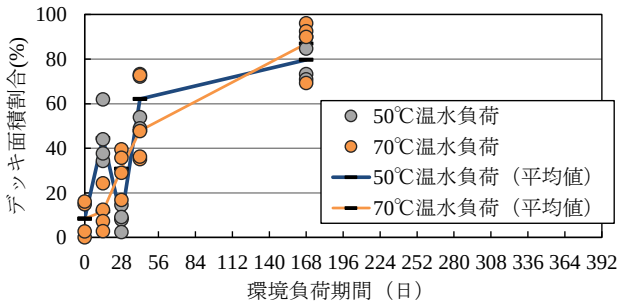


（b）接着剤 B

図-3　環境負荷期間と引張強度の関係



（a）接着剤 A



（b）接着剤 B

図-4　環境負荷期間とデッキ面積割合の関係

また，強度・面積割合ともにばらつきは大きく，温度の違いによる相違は明確には見られなかった．

以上のように接着剤接合部への温水負荷により，2 接着剤ともに著しい強度低下は生じなかったが，破壊性状の変化は見られており，接着剤の性能評価法となり得る可能性が示唆された．なお，本研究の一部は，国土交通省建設技術研究開発費補助金による研究（平成 27~28 年度）の一環として実施した．

参考文献

1) (独)土木研究所他：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 2・3・4)報告書－SFRC 舗装による既設鋼床版の補強に関する設計・施工マニュアル(案)－，共同研究報告書 No.95，2009.10.，2) 村越他：既設鋼床版の SFRC 舗装による補強工法と耐久性評価に関する実験的検討，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.69，No.3，pp.416-428，2013.9.，3)佐々木他：小型試験体 SFRC と鋼板との接着材接合面の強度及び耐久性に関する実験的検討，第 9 回道路橋床版シンポジウム，pp.163-168，2016.11.，4) 幅他：屋外暴露した鋼床版 SFRC 舗装の接着剤接合部の経年劣化傾向，鋼構造年次論文報告集,2017.11.