

鋼床版と SFRC 舗装の接合における接着剤の環境負荷後の耐久性

コニシ株式会社 正会員 ○熊谷慎祐
 首都大学東京 学生会員 松田季里子
 首都大学東京 学生会員 幅三四郎

コニシ株式会社 正会員 堀井久一
 首都大学東京 正会員 村越 潤
 施工技術総合研究所 正会員 小野秀一

1. はじめに

既設鋼床版橋の疲労対策として、既存のアスファルト舗装を、剛性が高く、かつ、アスファルト舗装とほぼ同じ比重の鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）舗装に置き換えてデッキプレートと一体化させる工法が提案され、疲労による損傷が生じた鋼床版橋に適用されている¹⁾。本工法では、SFRCと鋼床版の接合にエポキシ樹脂系接着剤が使用されているが、輪荷重の作用や水・温度の影響を受ける過酷な条件下での長期耐久性に関して、試験データや試験方法についての知見が少ない。本稿では、接合部に使用される接着剤の耐久性を把握するために、水及び温度負荷後に引張せん断接着強さ試験及び圧縮強さ試験を実施して、接着剤単体の強度や接着性に及ぼす水及び温度負荷の影響について報告する。

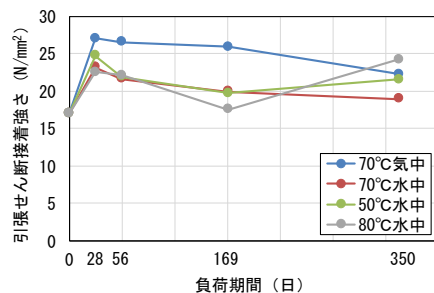
2. 使用材料と試験方法

2.1 接着剤 使用したエポキシ樹脂系接着剤は、本工法用に開発された高耐久性の「接着剤 A（A 社製）」、本工法導入初期に使用されていた「接着剤 B（B 社製）」、耐温水接着性を改良した「接着剤 C（B 社製）」と、接着剤 B に溶剤型プライマー（B 社製）を組合せた「接着剤 B／溶剤型プライマー」の 4 種類とした。

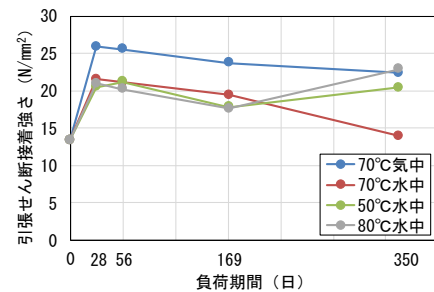
2.2 試験方法

a) 環境負荷 環境負荷の条件設定は、過年度に実施した試験方法¹⁾を参考にした。70℃（湿度 13%）の恒温装置内にそのまま保管した場合（70℃気中負荷）と、温水中に浸漬した場合（50℃、70℃及び 80℃水中負荷）の 4 ケース（各ケースに付き 5 体）とした。ただし、圧縮強さ試験は 70℃気中負荷及び 70℃水中負荷の 2 ケース（各ケースに付き 5 体）のみ実施した。負荷期間は 28, 56, 169 及び 350 日（4, 8, 24 及び 50 週）とし、所定の環境負荷を与えた後に 20℃気中で 1 日間調温した。

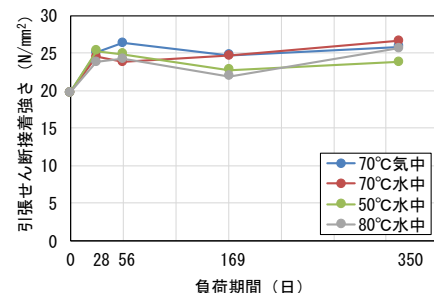
b) 引張せん断接着強さ JIS K 6850 に従って、次の手順で引張せん断接着強さ試験を行った。被着体としては、寸法 25×100×1.6mm（接着面積：25×12.5mm）の鋼板（SS400）を使用した。鋼板の接着部の処理は、#120 研磨材（ショウブラスター SBT F120）によるサンドブラスト処理（表面粗さ Rz は約 25μm、1 枚当たり 10 秒程度照射）とした。次に、メチルエチルケトンに浸漬して洗浄後、気中で乾燥させて脱脂した。その後、接着剤を可使時間を考慮して準備し、一方の鋼板に接着剤をへらを用いて塗布し圧着した。膜厚管理は行っていないが、平均約 0.17mm であった。なお、「接着剤 B／溶剤型プライマー」では、プライマーを一方の鋼板にのみ塗布し 1 日間養生後に接着剤を塗布して圧着した。その後、20℃で 7 日間気中養生を行った。所定



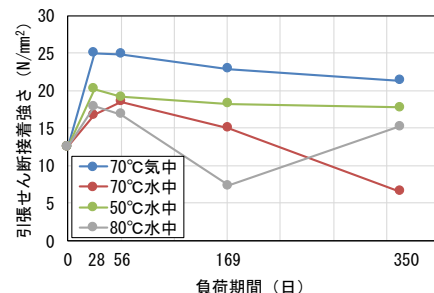
(a) 接着剤 A



(b) 接着剤 B



(c) 接着剤 C



(d) 接着剤 B／溶剤型プライマー

図-1 引張せん断接着強さと負荷期間の関係

の環境負荷を与え、20℃気中で1日間調温した後、変位制御型万能試験機を用いて、クロスヘッドスピード2.0mm/minで引張せん断接着強さ試験を行った。

c) 圧縮強さ及び吸水率 JIS K 7181 に従って、次の手順で圧縮強さ試験を行った。型枠に樹脂を流し込み、20℃で7日間気中養生を行った。養生終了1日前に樹脂研磨機を用いて表面を切削して寸法13.8×13.8×40mmとなるように成型した。その後、所定の環境負荷を与え、20℃気中で1日間調温した後、変位制御型万能試験機を用いて、クロスヘッドスピード12.0mm/minで圧縮強さ試験を行った。また、試験体に所定の負荷期間を与え、水中から取り出した直後の質量を測定し、吸水率を算出した。

3. 試験結果及び考察

3.1 引張せん断接着強さ

図-1 に環境負荷後の引張せん断接着強さと負荷期間の関係を示す。接着剤 A, B, C を用いた場合の引張りせん断接着強さ試験後の破壊状態は、接着剤の凝集破壊であった。溶剤型プライマーと接着剤 B を組合せたものは、鋼板とプライマー間の界面破壊とプライマー層の凝集破壊が認められた。これは、溶剤型プライマーの耐温水接着性が乏しかったことに起因するものと推察される。接着剤の種類及び負荷条件に関わらず、環境負荷28日後には加温により樹脂の硬化反応が促進され、引張せん断接着強さの増加が認められるが、その後の挙動は、接着剤の種類により異なる。接着剤 C を用いた場合、負荷期間が増加してもほぼ同じ引張せん断接着強さを維持している。一方、接着剤 A, B 及び「接着剤 B/溶剤型プライマー」を用いた場合、負荷期間28日以後の引張せん断接着強さは、低下傾向にある。また、50℃、70℃及び80℃水中浸漬により、70℃気中と比べて、その引張せん断接着強さは、低下している。これは、鋼板に挟まれた接着剤層に温水が浸透し、樹脂強度が低下したためと推察される。この際、引張せん断接着強さ試験後の破壊状態が、接着剤の凝集破壊であったことから、鋼板と接着剤の界面への水の侵入の影響は小さいと思われる。接着剤 A 及び B を用いた場合の引張せん断接着強さは、環境負荷169日間で一旦低下傾向であったが、環境負荷350日では50及び80℃で強度の増加が認められる。これは、負荷期間中の水位低下により試験体の一部が乾燥した可能性もある。

3.2 圧縮強さ及び吸水率

図-2 に環境負荷後の圧縮強さ及び吸水率と負荷期間の関係を示す。接着剤の種類に関わらず、接着剤の圧縮強さは、70℃気中負荷により増加する。これは、70℃加温により樹脂の硬化反応が進行したためと推察される。接着剤の種類に関わらず、70℃水中浸漬期間の増加に伴い吸水率は増加する。一方、接着剤の種類に関わらず、圧縮強さは、70℃水中浸漬期間の増加に伴い低下する。これは、70℃水中浸漬中に接着剤層へ水が浸透した結果、弾性係数の低下をもたらしたためと推察される。ここで、70℃水中浸漬による温水負荷が、接着剤自体を劣化させた可能性も否定できないが、この検証は今後の課題としたい。

4. まとめ

鋼床版上の SFRC 舗装の接合部に用いられるエポキシ樹脂系接着剤は、温水浸漬期間中に吸水し、その圧縮強さは低下する。しかし、長期間の温水浸漬によっても、概ね、負荷前の引張りせん断接着強さを維持している。

参考文献 1) 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, Vol.69, No.3, pp.416-428, 2013.9.

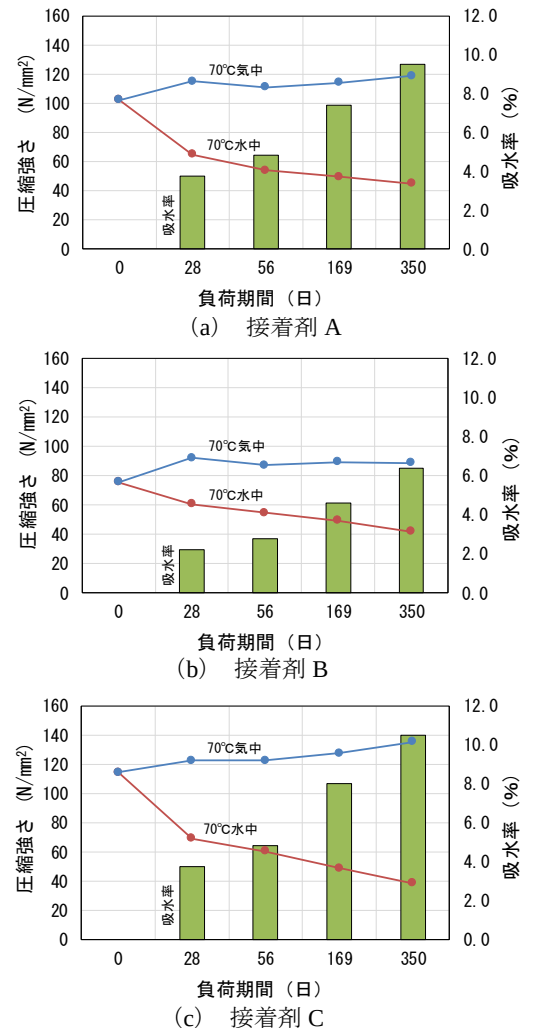


図-2 圧縮強さ及び吸水率と負荷期間の関係