

床版下面増厚補強法に用いるエポキシ樹脂接着剤と PCM の付着メカニズムと性能評価

日本大学 学生会員 ○小森 篤也
日本大学 正会員 阿部 忠
新日鉄住金マテリアルズ株式会社 正会員 立石 晶洋

1. はじめに

劣化した RC 床版の補強法には、床版上面からの補強法として鋼繊維補強コンクリート上面増厚補強が実施され、また、床版下面からの補強法としては連続繊維シート接着補強や補強材として、CFRP 格子筋や鉄筋を用いポリマーセメントモルタル（以下、PCM とする）で増厚する下面補強が実施されている。そして、増厚界面にはエマルジョン系プライマー（以下、プライマーとする）が標準的に使用されている¹⁾。筆者らは、エポキシ樹脂接着剤を使用した床版下面 CFRP 増厚補強床版の耐疲労性の向上を確認してきた²⁾。そこで本研究では、打継ぎ部となる PCM と床版下面の増厚界面に着目し、新規な施工法となるエポキシ樹脂接着剤(以下、接着剤とする)を増厚界面に用い、その打継ぎ界面の付着メカニズムと静的な接着性能を実験的に検証する。

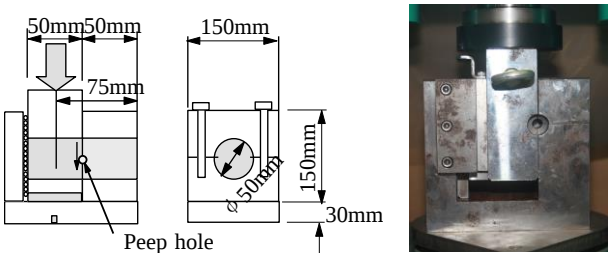
2. 供試体作製方法および実験方法

本研究では、表－1 に示す供試体を用いる 3 種類の実験にて、界面の接着メカニズムと打継ぎ面の接着性能を検証する。接着メカニズム検証実験として、接着下地は床版表面を模擬した JIS K 5600 に規定されるモルタル板をサンダーケレンし、接着剤またはプライマーを塗布、PCM を吹付け後 PCM の始発時間に水洗し接着界面の観察から、接着剤およびプライマーの接着メカニズムを検証する。

接着性能の検証では、直接引張試験および一面せん断試験にて性能評価を行う。そこで、接着下地として圧縮強度 35.5N/mm²、50φ×100mm 寸法の円柱下地コンクリートを作製し高さ 50mm の位置で切断、プライマーまたは接着剤を塗布し PCM を吹付け、4 週間の封緘養生後両端部を切断し 50φ×75mm の打継ぎ円柱供試体を作製する。直接引張試験は JIS A 6909 に準拠する。一面せん断試験は、図－1 に示す治具を用い JIS A 1108 に準拠し、載荷速度 0.6N/sec となるように調整する。

打継ぎ界面処理として、プライマーを使用する供試体は、専用のアクリルエマルジョン系プライマーの水 3 倍希釈品を 0.2kg/m² となるように塗布し、8 時間静置養生後 PCM を吹付ける。接着剤を使用する供試体は、接着剤を 0.7kg/m²（約 0.5mm 厚）塗布後 30 分間静置養生した後 PCM を吹付けし各供試体作製とする。PCM は市販の吹付け施工用 PCM を使用した。

そして、本実験に使用する PCM には、ビニロン繊維が混合されているが詳細は明らかにされていない。また、実験時の PCM の圧縮強度は 44.3N/mm² である。そして、使用する接着剤は無溶剤 2 液混合型のエポキシ樹脂を用い、本、接着剤の圧縮強度は 74.0N/mm²、引張せん断強度は 14.7N/mm²、曲げ強度は 62.0N/mm² である。また、接着剤には PCM 中の水と反応し、水素結合により骨材表面と接着剤が一旦接合し、その後、PCM 内のセメントの水和反応により水が脱水されることにより、水が混練されている PCM と接着剤が化学的な結合により結合される添加剤³⁾が、配合されている。



図－1 一面せん断試験治具

表－1 供試体の一覧

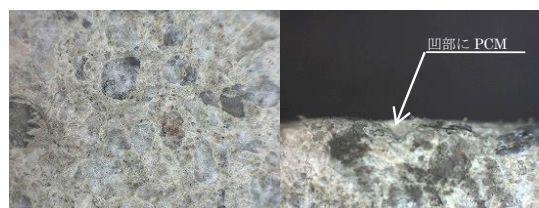
供試体	打継ぎ界面処理	試験目的
AD-1	接着剤	付着メカニズム確認用
EM-1	プライマー	
AD-2	接着剤	直接引張試験用
EM-2	プライマー	
C-3	打継ぎ無しコンクリート	一面せん断試験用
PCM-3	打継ぎ無しPCM	
AD-3	接着剤	
EM-3	プライマー	

キーワード 床版増厚, エポキシ樹脂, 付着, 接着剤

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-1 日本大学大学院 生産工学研究科 土木工学専攻 TEL 047-474-2459



AD-1 打継ぎ界面の状況(接着剤使用)



EM-1 打継ぎ界面の状況(プライマー使用)

図-3 打継ぎ界面の状況



AD-2(接着剤)



EM-2(プライマー)

図-4 直接引張試験状況

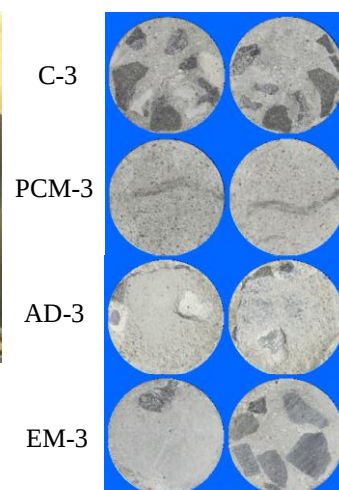


図-5 一面せん断試験状況

3. 試験結果

PCM の始発時間での水洗いによる表面観察状況を図-3 に示す。接着剤を用いた供試体 AD-1 は接着剤の表面に PCM 中の骨材とビニロン繊維が投錨されていることが観察される。一方、プライマーを使用した供試体 EM-1 は、凹部などに物理的に PCM が接着している。これらのことから接着剤は骨材などの投錨効果により PCM と接着し、プライマーは、PCM が物理的に接着し、そのメカニズムが異なることが示された。

直接引張試験では、図-4 に示すように供試体 AD-2、EM-2 とともにコンクリート円柱部が引張破壊し差異は見られなかった。表-2 に示す、引張強度の差はばらつきの範囲と考えられる。

一面せん断試験では、表-2 に示すように、コンクリート単体の一面せん断強度よりも PCM 単体の一面せん断強度が上回った。これは圧縮強度の違いにより発生したものと考えられる。そして、本研究の目的である接着剤またはプライマーを使用した供試体の破壊面では差異が発生した。ここで、各供試体の破壊面を図-5 に示す。打継ぎ界面に接着剤を使用した供試体 AD-3 は PCM 内部で破壊し、打継部の無い供試体 PCM-3 供試体と同様の一面せん断強度を示した。一方、プライマーを使用した、供試体 EM-3 は打継ぎ界面での剥離で試験を終了し、接着剤を使用した供試体 AD-3 と比して一面せん断強度は約 55%低下した。

4. まとめ

エポキシ樹脂接着剤を PCM との打継ぎ界面に使用する施工法は、従来から行われているエマルジョンを使用した施工法と接着メカニズムが異なり、まず未硬化の接着剤表面に骨材などが投錨され、そのままの状態で PCM が硬化・脱水することにより接着性能を発揮する。そして、直接引張試験では接着剤およびプライマーの違いは確認されなかった。しかし、筆者らの研究では輪荷重走行実験の等価走行回数²⁾では大きく差異があり、疲労環境にある道路橋床版に使用する場合には、静的な直接引張試験では性能を判断できないと考えられる。一面せん断試験による評価では、接着剤を使用した供試体は、打継ぎ部がない供試体と同様のせん断強度を示しており、せん断付着性能が十分に確保されている物と考えられる。

参考文献

- 1) FRP グリッド研究会：CFRP グリッド増厚・巻立て工法によるコンクリート構造物の補修・補強設計・施工マニュアル(案)，2001
- 2) 小森ら：増厚界面に接着剤を塗布した下面増厚補強床版の補強効果および耐疲労性の評価，土木学会，構造工学論文集 Vol. 60A，pp.1105-1113，2014
- 3) 信越シリコン株式会社：シランカップリング剤カタログ，2010.11

表-2 試験結果一覧

供試体	直接引張強度 (N/mm ²)	破壊場所
AD-2	2.38	コンクリート破壊
EM-2	2.61	コンクリート破壊
供試体	一面せん断強度 (N/mm ²)	破壊場所
C-3	6.8	コンクリート破壊
PCM-3	8.9	PCM破壊
AD-3	8.9	PCM破壊
EM-3	4.0	増厚界面