

ポリマーセメントモルタルと連続繊維シートを用いた 剥落防止工法における付着強度の発現と剥離破壊挙動

(株) フジタ 技術センター 正会員 ○藤倉 裕介
(株) フジタ 技術センター 正会員 伊藤 祐二
(株) 高環境エンジニアリング 正会員 秩父 顕美

1. 目的

近年、トンネル覆工コンクリートや高架橋コンクリートの劣化による剥落が大きな問題となり、繊維シート接着による剥落防止対策が各方面で活発に行われている。このような背景から、著者らはこれまでに、ポリマーセメントモルタルと連続繊維シートを用いた工法を開発し、適用実績を示してきた¹⁾。これら施工の対象となる鉄道や道路では時間的な制約が大きく、供用中に施工あるいは施工直後に供用を開始する場合が多く、特に若材齢での強度発現と破壊挙動について把握する必要がある。そこで、本論文では各機関が剥落防止工法の性能評価試験として定める付着強度試験、押し抜き強度試験を実施した結果について示すとともに、付着強度の発現が押し抜き試験による剥離メカニズムや強度に及ぼす影響について考察した結果について報告する。

2. 工法の概要と材料

本工法はポリマーセメントモルタルをライニング材として、繊維シートを接着する工法である。樹脂系接着剤を用いて繊維シートを接着する剥落防止工法と比較して、コンクリート表面が湿潤であっても施工可能であること、無機材料であるため、紫外線などに対する耐久性が高く、劣化対策を必要としないこと、などの利点がある。連続繊維シートにはアラミドとビニロンが格子状に編まれた立体網目繊維シートを用いている。ライニング材として用いるポリマーセメントモルタルは、プレミックスされた粉体（セメントと珪砂、硬化調整剤）と1.5倍に希釈したポリマー混和液（エポキシ変成アクリル樹脂）を配合するだけで、現場にて簡単にライニング材として使用することができる。ライニング材は厚さ3.5mmを標準としており、天井あるいは壁への施工を可能にするよう、適度な粘度と流動性をもつ配合としている¹⁾。ちなみに、粉体1に対して混和液の配合比（重量比）は0.27としており、水セメント比（W/C）は39.4%、ポリマーセメント比（P/C）は0.1である。

3. 付着強度試験

付着強度試験は、300×300×60(mm)のコンクリート板に施工した試験体について、建研式接着力試験機であるセンターホール型簡易油圧式ジャッキを用いて実施した。また、試験に用いる鋼製治具は40×40(mm)の大きさのものを用いた。施工から所定の材齢までの養生は、気温20℃、湿度65%に管理された恒温恒湿室内で実施した。材齢は0.5日、1日、3日、7日、28日にて実施した結果を、材齢と付着強度の関係として図-1に示す。また、参考としてφ50×100(mm)の試験体を用いた同材齢での圧縮強度試験の結果についても、同図中に示す。付着強度はポリマーの効果により、早期にある程度の強度が発現することが分かる。

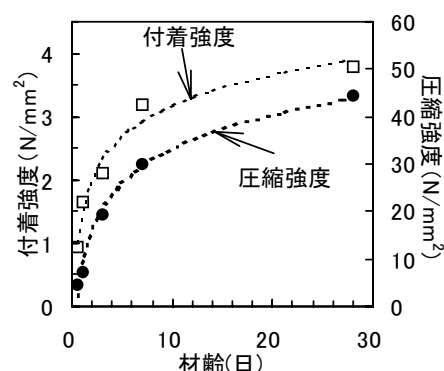


図-1 材齢と各強度の関係

4. 押し抜き強度試験と剥離破壊メカニズム

押し抜き試験はU字溝用の蓋（400×600×60mm）の中央部に底部を5mm残した状態でφ100mmのコア削孔を行い、裏面の中央部に400×400mmの面積で剥落防止工を施工した。試験はアムスラー式万能試験機を用いて、中央部コアに垂直方向に変位を与える方法¹⁾で実施した。载荷速度は試験体のコア底部に残された部分

キーワード 剥落防止工法, 連続繊維シート, ポリマーセメントモルタル, 付着強度, 押し抜き強度
連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ 技術センター 土木研究部 TEL046-250-7095

が破壊するまで、1mm/min で载荷し、それ以降は 5mm/min にて実施した。また、圧子の鉛直変位の増加に伴う施工面における剥離破壊の進行の程度を確認するため、鉛直変位 1.0mm ごとに载荷を中断し、剥離の状況をマーキングした。試験は施工後の材齢 0.5 日、1 日、3 日、7 日、28 日で実施した。

図-2 に試験結果の一例として、材齢 3 日および 7 日の場合の鉛直変位と荷重の関係を示す。コア底部に残された部分の破壊が生じた後、鉛直変位の増加に伴って荷重は増加するが、鉛直変位 10mm～15mm に達した時点で繊維束の部分的な破断が生じ、荷重は低下した。その後、剥離の進行、繊維束の伸びと部分的な破断が生じるが、荷重が大きく増加することは無かった。ちなみに、各機関では押し抜き強度 1.5kN を基準値として定めているが、その基準値を満足する結果が得られていることも分かる。図-3 には各材齢ごとに得られた、鉛直変位と剥離半径の関係を示す。鉛直変位の増加に伴い、剥離がほぼ円形状に進行したため、剥離を円とみなして半径として扱った。剥離は、全て施工面内（繊維シートとライニング材の境界面）で生じた。この図より、剥離半径の大きさは材齢により大きく異なることが分かる。これは、ライニング材であるモルタルの付着強度が増加することにより、押し抜き荷重による剥離破壊の進行が発生しにくくなり、繊維シートの伸びに対して、より多くの荷重が負担されている状態であると推察できる。そこで、図-4 には付着強度と最大剥離半径の関係を示す。また、同図中に付着強度と押し抜き強度の関係を示す。これらの図より、同一の繊維シートを用いても、付着強度の発現により、最大剥離半径や押し抜き強度に違いが生じることが分かる。すなわち、押し抜き強度が基準値（1.5kN）を満足するためには、繊維シートがある水準以上の引張強度を有することはもちろんのこと、付着強度についてもある程度以上の強度発現（今回の試験では 1.0N/mm^2 程度以上）が必要であると考えられる。しかしながら、鉛直変位 10mm 以上に対して、基準値以上の押し抜き強度を負担させるためには、繊維シートの限界ひずみを考えれば、剥離の進行を伴うことが必要である。つまり、母体のコンクリートの引張強度にも関係するが、付着強度についても剥離を進行させる上限値が存在するものと考えられる。

5. おわりに

ポリマーセメントモルタルと連続繊維シートを用いたコンクリート剥落防止工法について、性能評価試験を実施し、付着強度の発現が押し抜き試験による剥離メカニズムに及ぼす影響について考察した。今後は、現場への適用事例を増やしていくとともに、強度特性の異なる連続繊維シートを用いた場合の剥離破壊メカニズムについて検討する予定である。

参考文献 1) 藤倉, 伊藤, 秩父: ポリマーセメントモルタルと連絡繊維シートを用いたコンクリート剥落防止工法に関する基礎実験, コンクリート工学年次論文集, 投稿中, Vol. 25, 2003.

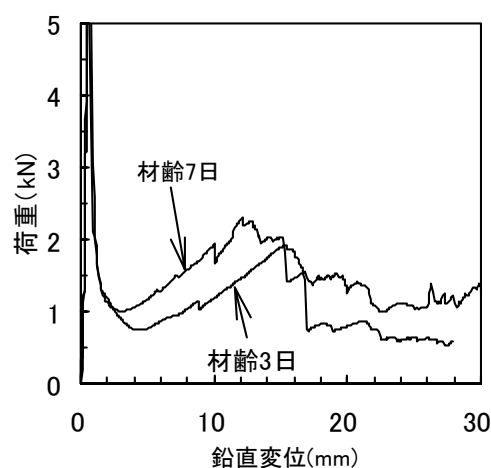


図-2 鉛直変位と荷重の関係

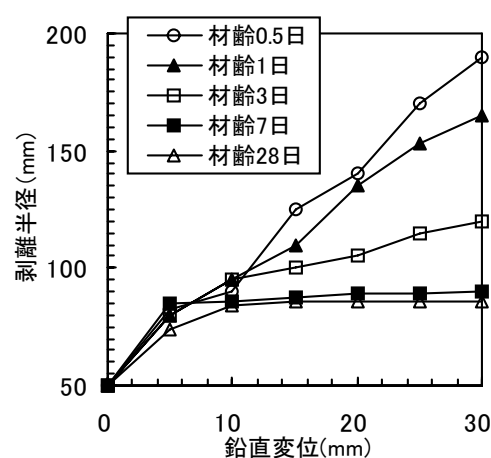


図-3 鉛直変位と剥離半径の関係

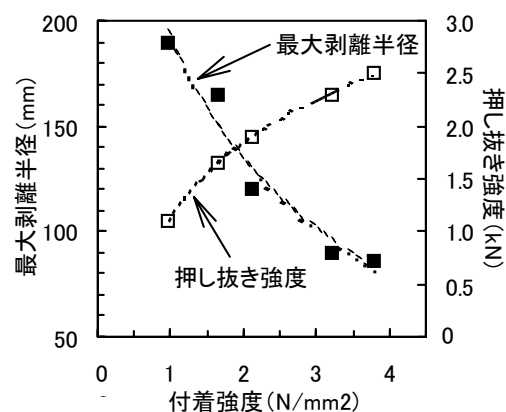


図-4 付着強度と最大剥離半径、押し抜き強度の関係