

断面修復においてコンクリートの下地処理が付着強度に与える影響

五洋建設(株) 正会員 ○小笠原 哲也 正会員 酒井 貴洋  
五洋建設(株) フェロー 内藤 英晴 正会員 澤田 巧  
五洋建設(株) 正会員 保木本 智史

1. はじめに

断面修復部に求められる最も重要な要求性能は、母材コンクリートと断面修復材との間に、十分な付着強度を有していることである。しかし、母材コンクリートをチップー等によりはつとりする場合、健全な部位にマイクロクラックを生じて付着強度に影響を与えること<sup>1)</sup>や、仕上げはつりの有無<sup>2)</sup>(表面粗度)、および施工の向きに関しても付着強度に影響すると考えられる。また母材コンクリートに生じるマイクロクラックの対策として、塗布型の補修材が市販されている。

本報告では、このような下地処理や施工向きの相違により、母材コンクリートと断面修復材の付着強度に与える影響を簡易的に調査するため、鉄筋コンクリート部材をチップーではつとり、断面修復工法を適用したときの付着強度試験を実施して比較し、施工時の留意点について検討したものである。

2. 実験概要

表-1 に実験ケースを示す。実験は、①はつりの向き、②仕上げはつりの有無、および③はつり面に施した浸透性エポキシ樹脂系接着剤の有無、をパラメーターとして全8ケース行った。使用したコンクリート部材は、約10年間屋外に設置されていたものであり、呼び強度24N/mm<sup>2</sup>である。写真-1のようにチップーを用いて鉄筋裏まではつとり、その深さは約7cmであった。仕上げは

表-1 実験ケース

| ケース名   | はつりの向き | 仕上げはつりの有無 | 接着剤の有無 | 試験数 |  |
|--------|--------|-----------|--------|-----|--|
| 1 下 A  | 下向き    | 無         | 無      | 9   |  |
| 2 下 B  |        |           | 有      | 9   |  |
| 3 横仕 A | 横向き    | 有         | 無      | 16  |  |
| 4 横仕 B |        |           | 有      | 9   |  |
| 5 上 A  | 上向き    | 無         | 無      | 4   |  |
| 6 上 B  |        |           | 有      | 3   |  |
| 7 横 A  | 横向き    |           | 無      | 9   |  |
| 8 横 B  |        |           | 有      | 9   |  |

つりを行うケースでは、写真-2のようにビシャンハンマーにより仕上げを行った。また浸透性を有するエポキシ樹脂系接着剤を塗布するケースは、チップーによって生じると懸念されるマイクロクラックを補修することを目的とした。エポキシ樹脂系接着剤を塗布する場合は、塗布して24時間以上経過し、硬化を待ってから断面修復材を充てんした。

断面修復材としては、一般に市販されている充てん工法用のセメントモルタル(プレミックスタイプ)を使用した。パン型ミキサで練り混ぜたモルタルをはつり部へ流し込み、下向き以外のケースでは、はつり部を型枠で覆い、設置した空気抜き孔からモルタルを十分オーバーフローさせた。封緘養生後、材齢28日に建研式引張試験機により付着強度試験を実施した。

3. 実験結果

付着強度試験結果の一覧表を表-2に示し、試験結果のすべてと平均値を図-1に示す。表面保護工法設計施工指針(案)<sup>3)</sup>において、力学的要求性能として設定されている1.0N/mm<sup>2</sup>に対して、横向きおよび上向きにおいて接着剤を使用した横仕B、上B、横Bのケースを除いて、付着強度の平均値は要求性能を満足し、各試験値は概ね上回った。また、破壊箇所は母材であり、母材の界面付近で破壊したケースもあるが、そのケースで付着強度が低くなる傾向はなく、文献<sup>1)</sup>ではマイクロクラックの発生領域は表層の2~5mmとされ、付着強度が低くなったケースにおいて、それより深い位置で破壊した



写真-1 はつり状況 (チップー)



写真-2 仕上げはつり状況

キーワード 断面修復, はつり, 下地処理, 付着強度, エポキシ樹脂系接着剤

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町1534-1 五洋建設(株) 技術研究所 TEL: 0287-39-2109

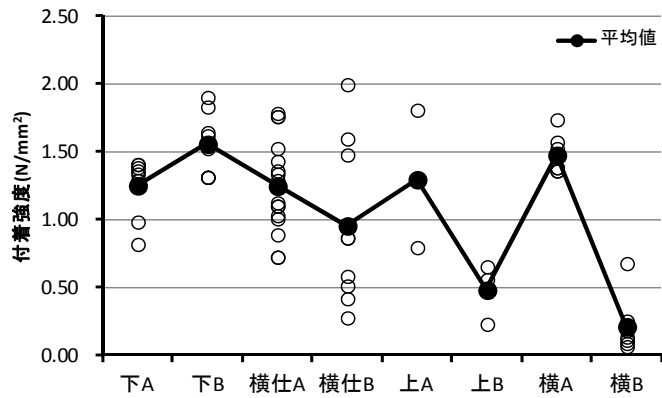


図-1 付着強度試験結果

ものもあるため、マイクロクラックの影響とは断定できなかった。

逆に、マイクロクラックを抑制する目的で仕上げはつりを行った横仕Aのケースが、横Aのケースと比較して付着強度の平均値が低く、またばらつきが大きい結果となった。ビシャンハンマーによる仕上げはつりによって、はつり面の凹凸が少なくなっており、本実験ではマイクロクラックや界面の凹凸に残る気泡の影響よりも、界面の粗度の影響の方が支配的であったと考えられる。

また、はつり向きが下向きの下Aのケースと、横向きの横Aおよび上向きの上Aのケースでは、付着強度の平均値に優位な差はなかった。

一方で、浸透性エポキシ樹脂系接着剤を塗布した横仕B、上B、横Bのケースでは、すべて界面で破壊し、付着強度が著しく低かった。本報告では、塗布・浸透したエポキシ樹脂がマイクロクラック内で硬化すると想定される時間まで断面修復を行わなかったが、はつり面に残ったエポキシ樹脂が付着の阻害になったと考えられ、エポキシ樹脂を塗布後、可使時間内に断面修復を行う必要があると考えられる。

ただし、下向きの下Bは母材で破壊し、また付着強度が大きくなっており、下向きへの浸透により界面に残ったエポキシ樹脂が少なかったのではないかと考えられる。

4. まとめ

本報告では、各種下地処理に対して簡易的に付着強度を調べたが、はつり面の粗度、およびエポキシ樹脂系接着剤の付着阻害により付着強度が異なった。断面修復工法の下地処理にあたっては、マイクロクラックの発生やはつり面の浮きに注意した上で、本報告の結果に留意して施工する必要があると考える。

参考文献

1) 藤倉佑介, 青景平昌: 補修・補強工事におけるコンクリート切削面の損傷程度が打ち継ぎ後の付着強度に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 28, No. 2, pp. 1709-1714, 2006

2) 栗原哲彦, 西田好彦, 鎌田敏郎, 六郷恵哲: コンクリート打継部における表面処理粗さの定量化と付着性状の評価, コンクリート工学年次論文集, Vol. 20, No. 2, pp. 1261-1266, 1998

3) 土木学会: 表面保護工法設計施工指針(案), コンクリートライブラリー116, 2005

表-2 付着強度試験結果一覧表

| ケース名称  | 付着強度 (N/mm <sup>2</sup> ) | 破壊箇所  | 深さ    | 平均値と標準偏差             |
|--------|---------------------------|-------|-------|----------------------|
| 下A-1   | 1.27                      | 母材    | 界面付近  | 平均 1.25<br>標準偏差 0.21 |
| 下A-2   | 1.36                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 下A-3   | 0.99                      | 母材    | 1.5cm |                      |
| 下A-4   | 1.29                      | 母材    | 1cm   |                      |
| 下A-5   | 1.41                      | 母材    | 2cm   |                      |
| 下A-6   | 1.39                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 下A-7   | 1.34                      | 母材    | 1cm   |                      |
| 下A-8   | 1.41                      | 母材    | 3cm   |                      |
| 下A-9   | 0.82                      | 母材    | 1.5cm |                      |
| 下B-1   | 1.32                      | 母材    | 2cm   | 平均 1.56<br>標準偏差 0.22 |
| 下B-2   | 1.32                      | 母材    | 1.5cm |                      |
| 下B-3   | 1.83                      | 母材    | 2cm   |                      |
| 下B-4   | 1.55                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 下B-5   | 1.32                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 下B-6   | 1.62                      | 母材    | 1.5cm |                      |
| 下B-7   | 1.90                      | 母材    | 1cm   |                      |
| 下B-8   | 1.65                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 下B-9   | 1.53                      | 母材    | 0.5cm |                      |
| 横仕A-1  | 0.73                      | 断面修復材 | ひび割れ  | 平均 1.25<br>標準偏差 0.34 |
| 横仕A-2  | 0.73                      | 断面修復材 | ひび割れ  |                      |
| 横仕A-3  | 1.79                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-4  | 1.53                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-5  | 1.36                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-6  | 1.13                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-7  | 1.76                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-8  | 1.76                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-9  | 1.43                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-10 | 1.01                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-11 | 1.34                      | 母材    | 0.5cm |                      |
| 横仕A-12 | 0.89                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-13 | 1.11                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-14 | 1.03                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-15 | 1.11                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕A-16 | 1.29                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横仕B-1  | 0.42                      | 界面    |       | 平均 0.96<br>標準偏差 0.60 |
| 横仕B-2  | 2.00                      | 界面    |       |                      |
| 横仕B-3  | 0.87                      | 界面    | ひび割れ  |                      |
| 横仕B-4  | 0.87                      | 界面    |       |                      |
| 横仕B-5  | 1.60                      | 界面    |       |                      |
| 横仕B-6  | 1.48                      | 界面    |       |                      |
| 横仕B-9  | 0.59                      | 界面    |       |                      |
| 横仕B-10 | 0.28                      | 界面    |       |                      |
| 横仕B-11 | 0.52                      | 界面    |       |                      |
| 上A-1   | 1.29                      | 母材    | 1.5cm | 平均 1.30<br>標準偏差 0.41 |
| 上A-2   | 0.80                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 上A-3   | 1.29                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 上A-4   | 1.81                      | 母材    | 0.5cm |                      |
| 上B-1   | 0.24                      | 界面    |       | 平均 0.49<br>標準偏差 0.22 |
| 上B-2   | 0.66                      | 界面    |       |                      |
| 上B-3   | 0.56                      | 界面    |       |                      |
| 横A-1   | 1.36                      | 母材    | 界面付近  | 平均 1.48<br>標準偏差 0.12 |
| 横A-2   | 1.48                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横A-3   | 1.36                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横A-4   | 1.39                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横A-5   | 1.53                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横A-6   | 1.48                      | 母材    | 0.5cm |                      |
| 横A-7   | 1.39                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横A-8   | 1.74                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横A-9   | 1.58                      | 母材    | 界面付近  |                      |
| 横B-1   | 0.26                      | 界面    |       | 平均 0.22<br>標準偏差 0.18 |
| 横B-2   | 0.19                      | 界面    |       |                      |
| 横B-3   | 0.21                      | 界面    |       |                      |
| 横B-4   | 0.19                      | 界面    |       |                      |
| 横B-5   | 0.14                      | 界面    |       |                      |
| 横B-6   | 0.09                      | 界面    |       |                      |
| 横B-7   | 0.12                      | 界面    |       |                      |
| 横B-8   | 0.07                      | 界面    |       |                      |
| 横B-9   | 0.68                      | 界面    |       |                      |