

コンクリートと補修材料との付着界面のひずみ計測 Measurement of adhesive strain between concrete and repair material

○森 充広*, 渡嘉敷 勝*, 浅野 勇*, 西原正彦*

MORI Mitsuhiro, TOKASHIKI Masaru, ASANO Isamu, and NISHIHARA Masahiko

1. はじめに

全国の農業水利施設において、ライフサイクルコストの低減を目指した水路の補修が実施されている。しかし、補修工法の耐久性については不明な点も多く、施工後早期に変状を発生しているものが散見される。また、農業用水路の表面平滑性の回復や劣化因子の遮断を目的として用いられているポリマーセメントモルタル（以下、PCM）などの無機系補修工法では、早期に浮きやはく離が発生しているものも見られる。本研究では、補修材料の浮き、はく離の一因として、コンクリートと補修材料との伸縮挙動の差を想定し、それを再現する室内実験を実施し、特に付着界面におけるひずみ挙動を複数の手法で計測した結果を報告する。

2. 想定した PCM の浮き、はく離の発生メカニズム

70×70×20mm のモルタル板に PCM を塗布した供試体を温冷繰り返し環境下に置くと、温冷繰り返し試験後に付着強度が低下した PCM では、温度挙動に伴う PCM とモルタルとのひずみ挙動に差が見られた¹⁾。また、PCM 補修後に農業用水路に発生した浮きの調査から、施工後早期に発生する浮きやはく離は、特に目地近傍に多く見られることが分かった。農業用水路は、9～15m という長スパンの壁状コンクリート構造物である。このため、熱膨張係数から想定される伸縮量は 0.9～1.5mm/10℃にも達し、この伸縮挙動は端部である目地部に集中する。以上の状況から、PCM とコンクリート躯体との伸縮挙動の相違が PCM の浮きやはく離の一因と推測した。

3. 実験の概要

建築物表面のタイルのはく離を再現する渡部らの実験²⁾を参考に、100×100×400mm の角柱の2面に PCM を施工した供試体を作製した (Fig.1)。この供試体の上下面を載荷し、コンクリートと PCM の間に強制的に相対変位を生じさせた。この際、作用させた荷重、PCM に生じたひずみをそれぞれロードセル、ひずみゲージにより測定した。荷重は最大 180kN (応力換算で 18N/mm²) まで約 800～1,000N/s のほぼ一定速度で作用させたのち、除荷した。ひずみゲージによる計測は、ゲージ設置ポイントのひずみを正確に計測できるものの、ひずみゲージの接着自体が供試体を拘束する、局所的に発生するひずみを測定できない、などの問題点がある。そこで、本研究では、試験中に撮影した複数のデジタルカメラ画像の輝度情報の変化から、変形量やひずみを面的に算定するデジタル画像相関法³⁾を適用し、接着界面でのひずみを非接触で測定した。

4. 実験結果

4.1 ひずみゲージによる計測結果 Fig.2 にひずみゲージによる PCM およびコンクリートのひずみ計測結果の一例を示す。コンクリートのひずみ (①, ⑤) と、PCM 中央のひずみ (③) はほぼ同じ値を示した。しかし、PCM 端部のひずみ (②, ④) は、これらに比べて値が約 1/5 となった。また、同じ供試体で 4 回載荷実験を行った結果、Fig.1 の①と⑤、②と④のひずみは、500μ程度異なること

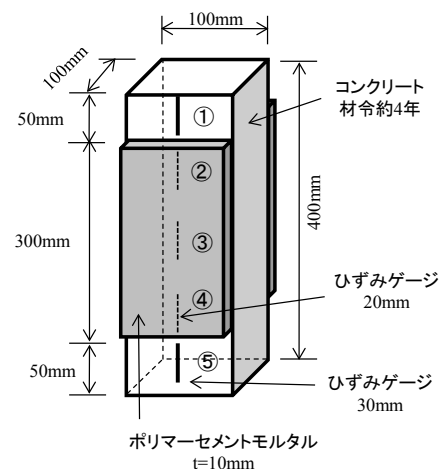


Fig.1 試験供試体
Test Specium

* (独) 農研機構 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード：補修材料，ポリマーセメントモルタル，デジタル画像相関法，付着界面，浮き

があったが、その平均値は毎回ほぼ近い値を示し、荷重 100kN 時のひずみは、コンクリート平均 283 μ 、PCM 中央 302 μ 、PCM 端部 61 μ であった。

4.2 デジタル画像相関法による変形およびひずみ挙動 解析には、1,800 万画素のデジタル一眼レフカメラで撮影した画像を用いた。解析では、50 画素ごとに追跡点を設定し、その追跡点が荷重前後でどの点移動したのかを求め、変形量とした。100kN 荷重時点と 180kN 荷重時点との 2 枚のデジタルカメラ画像から変形量を求めた結果を Fig.3 に示す。供試体を下面から押す形式の圧縮試験装置を使用したため、全体的に上向きの変形が発生し、かつ反力盤に近い上側ほど、変形量は小さくなる結果が得られた。このときのコンクリートの平均の変形量は、0.161mm、PCM の平均の変形量は 0.163mm であった。

PCM 施工面を対象としたデジタル画像相関法によって換算した圧縮方向のひずみ分布を Fig.4 に示す。

Fig.4 は、120kN 荷重時の画像を基準とし 180kN 荷重時点のひずみ分布の変化を求めた結果である。解析範囲は Fig.4 の白色点線範囲内であり、画像中の選定した 200 画素 (17.28mm に相当) が、変化後何画素に変形したかを求めてひずみに換算した。この結果、コンクリートのひずみ(圧縮)が大きく、PCM のひずみは、コンクリートにくらべて小さいこと、また PCM のひずみは、下側ほどわずかではあるが高くなる傾向が見られた。なお、PCM 端部のひずみは大きくなっており、ひずみゲージの観測結果 Fig.2 と整合しない。これは、計算上、PCM 端部のひずみ分布はコンクリートと PCM 両方の変形量からひずみを求めるため、コンクリートのひずみ量に影響を受けたものと考えている。

5. まとめ

本研究では、コンクリートと PCM の複合供試体に相対変位を生じさせた場合のひずみをひずみゲージおよびデジタル画像相関法により計測した。その結果、PCM 端部と中央付近でのひずみが異なることを示した。今後、このようなひずみ分布と、付着強度との関係性を評価していきたい。

謝辞: デジタル画像相関法の解析に際しては、福岡県工業技術センター内野正和氏の解析プログラムを活用させて頂いた。記してお礼申し上げます。

参考文献：1)森充広ほか (2011)：補修材料とモルタルとの複合供試体の温度挙動，H23 年度農業農村工学会講演要旨集，526-527，2)渡部嗣道ほか (2002)：コンクリートに接着されたセメントモルタル仕上げ材の変形追従性能に関する実験的研究，日本建築学会技術報告集，16，5-8，3)出水亨ほか (2012)：デジタル画像相関法を用いた撤去 PCT 桁橋の荷重試験時における変位，ひずみ，ひび割れ計測，コンクリート工学年次論文集，34(2)，1411-1416

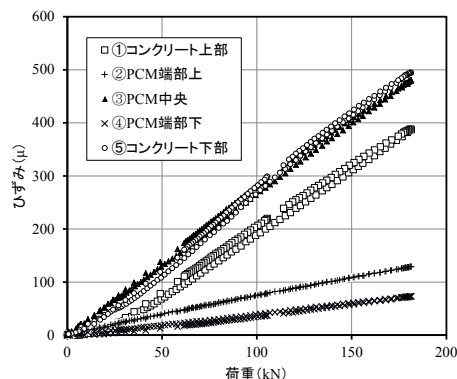


Fig.2 荷重-ひずみ (圧縮側+) 関係
Relationship between Load and strain

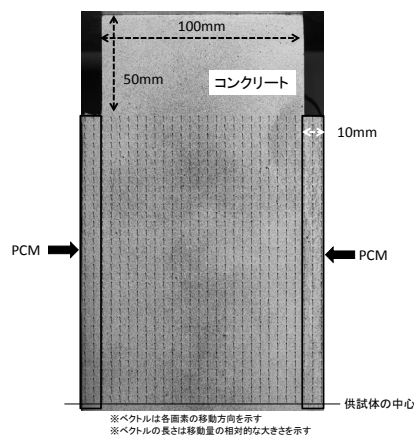


Fig.3 100kN 荷重時に対する 180kN 荷重時の変形ベクトル図
Displacement vector at 180kN loading according to 100kN loading

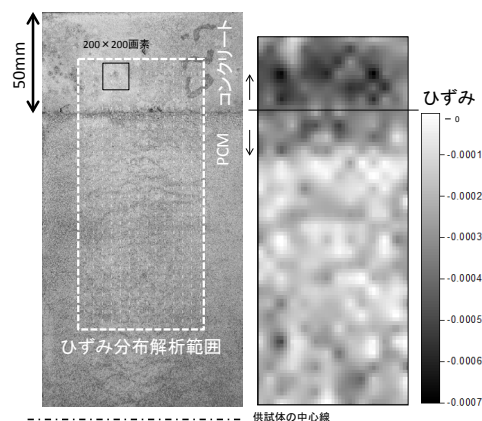


Fig.4 120kN 荷重時に対する 180kN 荷重時のひずみ分布図
Strain distribution at 180kN loading according to 120kN loading