

ポリマーモルタルにより補修されたコンクリート部材に導入される収縮応力

秋田大学 ○学生員 佐藤 茜
 秋田大学 学生員 高橋 和美
 秋田大学大学院 学生員 外館 英樹
 (株)ピー・エス 正会員 福田 伸

1. はじめに

ポリマーモルタルを補修材料として用いた場合、ポリマーモルタルの硬化収縮によりコンクリート部材に導入される応力およびひずみ定量的評価は不可欠である。ポリマーモルタルを基材コンクリートに打ち継いだ合成部材において、ポリマーモルタルの硬化過程でどのような応力が基材コンクリートに導入されるかを実験および解析から検討を行った。またコンクリート部材には、一般のコンクリート部材に近い強度特性を持つセメントモルタルを使用した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

結合材として用いた樹脂は不飽和ポリエステル（UP）であり、骨材として転炉スラグと珪砂を、フィラーとして炭酸カルシウムを用いた。打込み温度は 20℃を標準とした。また、基材として用いたセメントモルタル（以降 CM とする）の強度特性は、圧縮強度 45N/mm²、曲げ強度 7.5N/mm²、弾性係数 25kN/mm²である。

2.2 実験装置

合成部材の作製に先立ち、ポリマーモルタル（以降 PM とする）の硬化収縮ひずみと応力の測定を行った¹⁾。合成部材の供試体のサイズは全長 285mm、幅 25 mm、スパン 220 mm、総厚は PM:CM=25:75 の 100 mmとした。測定は CM 支間中央部底面のひずみとたわみ、PM と CM の界面付近での支点から内側 2cm のひずみについて行った。

3. 応力解析

PM 単体の硬化収縮ひずみを自由ひずみ ε_f とし、弾性係数は応力-ひずみ関係が経時変化するので、step by step 法²⁾を採用し、入力値とした。供試体底面中央部におけるたわみおよびひずみの解析は弾性理論に基づいた応力解析法³⁾を用い、支点から内側 2cm の界面付近におけるせん断およびピーリング応力の解析は、2つの部材が接着された合成部材に温度変化を与えた場合の解析理論³⁾に基づいた。

PM(上層)と CM(下層)が接着された合成部材において、PM が自由ひずみを生じた場合、弾性係数 E_p 、 E_c 、ポアソン比 ν_p 、 ν_c 、厚さ h_p 、 h_c から各層の軸コンプライアンス λ_p 、 λ_c 、界面コンプライアンス κ_p 、 κ_c 、曲げ剛性 D_p 、 D_c が弾性理論より求められる（添字 P、C は PM、CM 部を表す）。ここで、 $\kappa = \kappa_p + \kappa_c$ 、 $\lambda' = \lambda_p + \lambda_c$ 、 $h = h_p + h_c$ 、 $D = D_p + D_c$ 、 $\lambda = \lambda' + h^2/4D$ 、 $k^2 = \lambda/\kappa$ 、 $\mu = (h_c D_p - h_p D_c)/2D$ とおくと、合成部材の境界面に生じるせん断応力 $\tau(x)$ は $\tau(x) = \varepsilon_f / \kappa k \cdot \sinh(kx) / \cosh(k\ell)$ 、ピーリング応力 $P(x)$ は $P(x) = \mu \varepsilon_f / \kappa \cdot \cosh(kx) / \cosh(k\ell)$ である。また、 ℓ はスパンの 1/2 である。

4. 実験および解析結果

図-2 に PM 単体の硬化時に発生するひずみと応力の経時変化を示す。図-3 に供試体支間中央部底面でのたわみとひずみ、図-4 には支点から内側 2cm における PM と CM の界面付近に生じるせん断応力とピーリング応力を解析値とともに示す。ひずみは膨張側、応力は引張側を正にとっている。

4.1 ポリマーモルタル単体の硬化特性

図-2 では、ひずみは打込み 10 分後から収縮側で発生し、60 分後には約 3800×10^{-6} のほぼ一定の値となっ

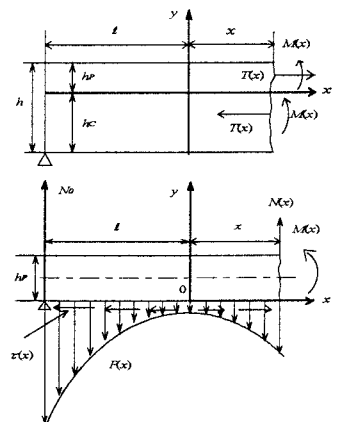


図-1 PM と CM の界面に生じるせん断応力とピーリング応力のモデル

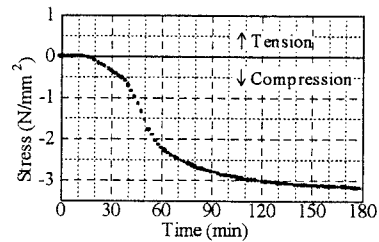
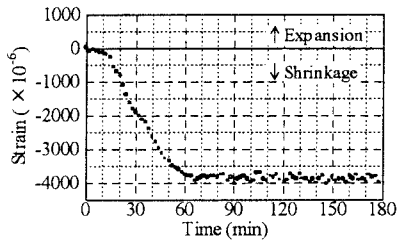


図-2 ポリマーモルタル単体の硬化収縮ひずみと応力

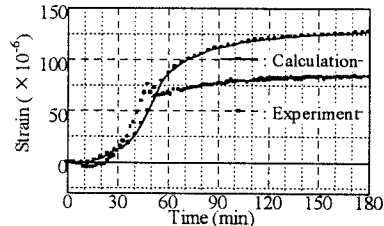
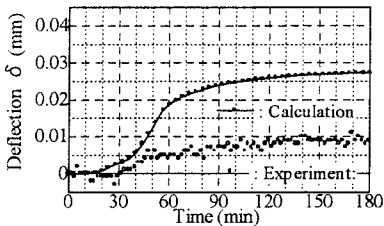


図-3 合成部材の支間中央部のたわみと底面のひずみ

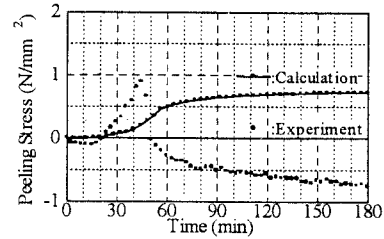
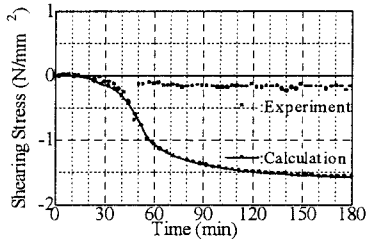


図-4 ポリマーモルタルとセメントモルタルの界面に生じるせん断応力と鉛直応力

た。応力は打込みから 20 分後に収縮側で生じ、120 分で約 3N/mm^2 に達し、その後の増加はわずかであった。

4.2 ポリマーモルタルをセメントモルタルに打ち継いだときの合成部材の挙動

図-3 では、打込みから 10 分後たわみの増加と同時にひずみが引張側に増加し、打込みから 45 分後以降変化がみられなくなった。実験値と解析値は打込みから 45 分まではほぼ一致している。図-4 では、実験値は打込みから 45 分後に急激に変化がみられ、せん断応力も同時間まで解析値とほぼ一致している。これより、打込みから 45 分でポリマーモルタルとセメントモルタルの界面にはがれが生じたと考えられ、また実験終了後には界面に端部からのひび割れを確認した。

5. まとめ

ポリマーモルタルを補修材料として用いた場合、ポリマーモルタルの硬化特性によって基材コンクリートに導入される応力およびひずみを実験及び解析から検討を行った結果、実験結果と解析結果は、界面にはがれが生じたと考えられる時間までほぼ一致した。このことより、実際の補修において既存のコンクリート部材に導入される応力およびひずみを算定することが可能であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 徳重英信、小俣富士夫、川上 洵、加賀谷誠：ポリマーモルタルの硬化収縮に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, No.1, pp.583-588, 1997
- 2) 小俣富士夫、川上 洵、徳重英信、土居内一範：膨張性ポリマーモルタルにより補修されたコンクリート部材の応力と変形、コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20, No.2, 1998
- 3) E.SUHIR : STRESSES IN ADHESIVELY BONDED BI-MATERIAL ASSEMBLIES USED IN ELECTRONIC PACKAGING, Proc.of Materials Research Society Symposium, Vol.72, pp.133-138, 1986