

V-14

ポリマーモルタルの早期材齢における応力-ひずみ関係

秋田大学 学生員 ○三浦 司

秋田大学 学生員 浅野 真

秋田大学 フェロー 川上 洵

1. はじめに

ポリマーモルタルはコンクリート構造物の補修材料として広く用いられているが、コンクリート橋の主桁や床版などに用いる場合、母材であるコンクリート部材に導入される初期応力などの検討を行うことは重要であると考えられる。本研究ではこの初期応力等の検討に対して、実際に使用されているポリマーモルタルを供試体とした基礎的な資料を得ることを目的とし、非接触型のひずみ測定装置とロードセルを用いた応力測定装置によって、硬化過程に発生する収縮および膨張ひずみと、引張および圧縮応力の測定を行った。さらに、発生した応力とひずみの関係やその経時変化などに関して検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

本研究で用いた樹脂はグリセロールメタクリレート/スチレン系樹脂と不飽和ポリエステル系樹脂の2つである。比重は各々0.99と1.05であり、粘度(mPa/s)は35、330である。骨材は転炉スラグと珪砂を混合したものを用い、炭酸カルシウムをフィラーとして使用した。それぞれの粒径(mm)は5-2.5、5-0.3、0.15以下である。2種類のポリマーモルタルの配合(重量比)は樹脂:転炉スラグ:珪砂:炭酸カルシウム=1:4.74:2.58:1.88であり、打込み温度は20℃を標準として行った。

2. 2 実験装置

コンクリート構造物に用いる材料の硬化収縮に関する既往の実験方法¹⁾²⁾では、硬化過程に発生するひずみの計測に際して、コンパレータなどの測定器具による反力³⁾や供試体中に埋設したひずみゲージを貼付した鋼棒による拘束鉄筋比の影響²⁾等が考えられる。本研究では供試体のサイズを、実際の補修における材料厚さに近いサイズに設定し、25×25×220(mm)とした。このサイズでは供試体に対する上述の拘束の影響が大きくなると考えられる。そこで、本研究では硬化過程に発生するひずみを測定するために、図-1に示す非接触型のレーザー変位計を用いた実験装置を試作した。供試体周囲と型枠の間の摩擦はテフロンシートによって絶縁しており、供試体両端の付着ねじを介してL字治具が膨張、収縮に伴って移動し、レーザーをL字治具に照射する事によって変位を連続的に測定する事ができる。この変位を供試体長で除することによりひずみに変換した。

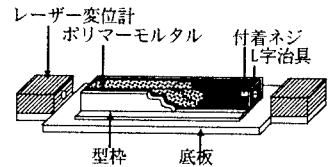


図-1 ひずみ測定装置

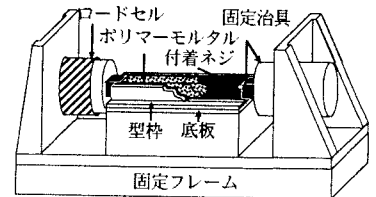


図-2 応力測定装置

本研究では硬化過程に発生する引張、圧縮応力も、図-2に示す新たな実験装置により測定した。供試体一方を付着用治具を介して固定し、もう一方をロードセルに固定することにより、硬化過程における膨張、収縮に伴って発生する引張と圧縮荷重を反力として測定するものである。型枠と供試体間の摩擦はテフロンシートによって絶縁しており、測定反力以外の拘束は考慮しなくてよいと考えられる。

3. 実験結果および考察

2種類のポリマーモルタルについて、4体～6体の供試体について実験を行いこれらの実験結果を平均した。以降の説明では、グリセロールメタクリレート/スチレン系ポリマーモルタルを"GM/St"、不飽和ポリエステル系ポリマーモルタルを"UP"として述べる。なお、ひずみ、応力などの経時変化は応力が発生した時点を経原点にとっており、実際の測定間隔(3秒～60秒)の10倍程度での間隔でプロットしている。

図-3に硬化過程に発生したひずみの経時変化を示す。GM/Stは応力発生後に若干の収縮を呈した後、約50分まで膨張を続けており、ひずみの値は約3000 μ を計測した。一方、UPは収縮する傾向となり、ひずみが一定になったときの値は約3500 μ となった。

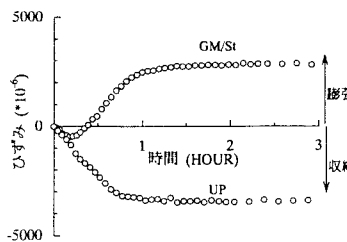


図-3 ひずみ-時間関係

図-4に硬化時に発生した応力の経時変化を示す。GM/Stは応力発生後1時間30分程度まで値は引張側で約1.6N/mm²まで増加し、硬化による膨張がほぼ終了したと考えられる。一方、UPは圧縮側で約2.6N/mm²まで応力が発生しており収縮の性状を呈した。

図-5は硬化過程において発生した応力とひずみの関係を示したものであり、応力発生から約15時間までのデータである。応力とひずみの値は、各々の樹脂について絶対値をプロットしている。測定値が集積している付近で、硬化がほぼ終了しているものと判断できる。GM/StとUPそれぞれにおいて硬化過程に発生した応力-ひずみ関係は図中に示した実験式で表現でき、収縮、膨張いずれの挙動においても硬化過程での発生応力とひずみの関係を明らかにすることができた。

図-6は図-5で示した応力とひずみの関係を、次式によってその経時変化で示したものである。ただし、式中の*i*はタイムインターバル数である。

$$[\sigma/\epsilon]_{i+1} = \frac{\sigma_{i+1} - \sigma_i}{\epsilon_{i+1} - \epsilon_i} \quad (i = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

収縮、膨張にかかわらず時間とともに応力-ひずみ関係(σ/ϵ)が変化し一定値に近づいていく挙動となっている。しかし樹脂によって差異があり、GM/Stは1時間で約1200N/mm²、UPは1時間30分程度で約2300N/mm²まで応力-ひずみ関係が変化する事が明らかとなった。

4. まとめ

- 1) 新たに提案したひずみ測定装置と応力測定装置は、ポリマーモルタルの硬化過程に発生するひずみと応力を、収縮と膨張の両方において連続的に、かつ摩擦や付着、ならびに供試体を必要以上に拘束することなく測定が可能である。
- 2) 硬化過程において、グリセロールメタクリレート/スチレン系ポリマーモルタルは膨張、不飽和ポリエステル系ポリマーモルタルは収縮を示した。
- 3) 2種類のポリマーモルタルの硬化過程に発生した応力とひずみの関係、ならびにその経時変化を明らかにすることができた。これらの結果は、ポリマーモルタルによって補修を行う際に、コンクリート部材に導入される初期応力などに関する検討に対して、基礎的な資料となると考えられる。

[参考文献]

- [1]膨張コンクリートの拘束膨張及び収縮試験方法：コンクリート標準示方書－規準編－平成8年制定)
- [2]Koyanagi, W., Ucida, Y., Nguyen, L.V. : Internal Stress due to Setting Shrinkage in Polyester Resin Concrete, Proc. 8th International Congress on Polymers in Concrete, pp.435-440, 1995

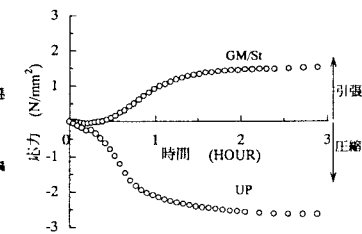


図-4 応力-時間関係

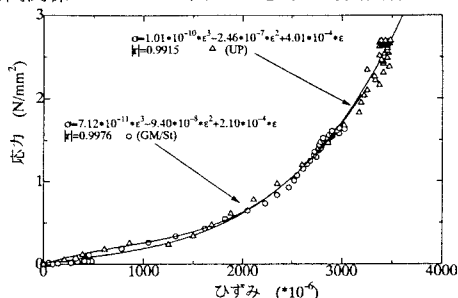


図-5 応力-ひずみ関係

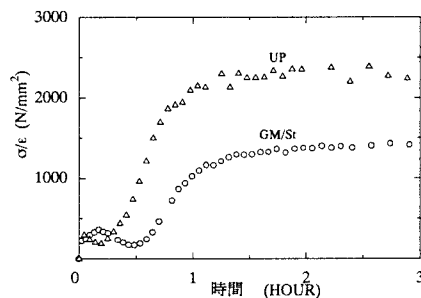


図-6 応力-ひずみ関係の経時変化