

V-26

ポリマーモルタルにより断面修復した
コンクリート部材の収縮応力

ショーボンド建設 正会員 小俣富士夫
秋田大学 正会員 川上 洵
秋田大学 学生員 大橋 幸雄

1. まえがき

塩害等によって損傷を受けたRC梁、PC梁は、ポリマーセメントモルタルやポリマーモルタル等を用いて断面修復することが多い。しかし、従来用いられているポリマーモルタルは、強度特性が重視され発熱温度および硬化収縮による応力の影響に対して十分研究されてなかった。本研究は、補修材料として代表的な3種類のポリマーモルタルを使用し、基礎的な実験とともに解析的に検討を行ったものである。

2. 温度変化と硬化収縮による応力とひずみ

温度変化と硬化収縮による応力とひずみを以下の2つの場合に分けて解析する。

（場合1）：補修のためポリマーモルタルをセメントコンクリート梁に打継ぐとき、ポリマーモルタルは発熱するが、温度が最高値に到達するまで強度と弾性係数の発現はみられないと仮定する。また、ポリマーモルタルの発熱が、セメントコンクリート断面へのひずみおよび応力に影響する。

（場合2）：発熱温度が最高値に到達後、ポリマーモルタルの強度と弾性係数が時間の関数として生じるものと仮定し、コンクリート層とポリマーモルタル層の2層合成断面として解析を行う。

3. 合成部材の応力とひずみ及び温度応力の算定

図-1(a)は、異種材料により構成される部材を表す。ひずみ分布は図-1(b)のように直線を仮定する。すなわち、断面の平面保持を仮定する。ここで軸力Nおよび応力 σ は、引張を正、曲げモーメントMは下縁が引張のとき正とすると基準点Oから距離yだけ離れた任意部分においてのひずみ ϵ は、

$$\epsilon = \epsilon_0 + \psi y \quad \dots (1)$$

i番目の部分の合成断面にかかる応力 σ は、

$$\sigma = E_i (\epsilon_0 + \psi y) \quad \dots (2)$$

換算断面積、軸Oに関する換算断面1次モーメントと換算断面2次モーメントA, B, Iは、それぞれ次式となる。

$$A = \sum_{i=1}^m \left[\frac{E_i}{E_{ref}} A_i \right], \quad B = \sum_{i=1}^m \left[\frac{E_i}{E_{ref}} B_i \right],$$

$$I = \sum_{i=1}^m \left[\frac{E_i}{E_{ref}} I_i \right],$$

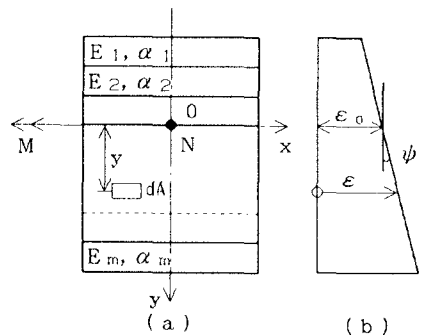
ここで、 A_i, B_i, I_i はそれぞれ軸Oについてのi番目の部分の断面積、断面1次モーメント、断面2次モーメントで E_{ref} 、

E_i はそれぞれ基準となる部分、i番目部分の弾性係数である。図-1 合成断面(a)、ひずみ分布図(b) 断面力に対するつり合いをマトリクス表示すると

$$\begin{Bmatrix} N \\ M \end{Bmatrix} = E_{ref} \begin{bmatrix} A & B \\ B & I \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \epsilon_0 \\ \psi \end{Bmatrix}, \quad \begin{Bmatrix} \epsilon_0 \\ \psi \end{Bmatrix} = \frac{1}{E_{ref}(AI - B^2)} \begin{bmatrix} I & -B \\ -B & A \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} N \\ M \end{Bmatrix} \quad \dots (3)$$

式(3)より、 ϵ_0, ψ が得られるから、これらの値を式(2)へ代入することによりi番目の部分の合成断面に生じる応力 σ が算定される。

いま、i番目部分の熱膨張係数を α_i とし、温度が $T(y)$ とyのみの関数として分布するものとする。温度



上昇により自由に膨張が起こるとき、任意部分におけるひずみ ϵ_f は、

$$\epsilon_f = \alpha_1 T(y) \quad \cdots (4)$$

である。仮にこのひずみを拘束したとき、拘束された任意部分での応力 σ_{res} は次のようになる。

$$\sigma_{res} = -E_1 \epsilon_f \quad \cdots (5)$$

ここで、 σ_{res} の応力分布を生じさせる断面力は基準点0に作用する軸力 ΔN 、及び曲げモーメント ΔM として式(3)より求められる。いま求めた断面力 ΔN 、 ΔM と逆むきの断面力 $-\Delta N$ 、 $-\Delta M$ を作用させることによって拘束を解除する。温度上昇による実際の応力 σ は、任意点の断面に生じる応力 $\Delta \sigma$ と σ_{res} の合計であり次のように表される。

$$\sigma = E_1 (-\epsilon_f + \Delta \epsilon_0 + \Delta \psi y) \quad \cdots (6)$$

4. 実験概要

エポキシ樹脂モルタル(EP),不飽和ポリエステル樹脂モルタル(UP),メタクリル酸メチル樹脂モルタル(MMA)の3種類のポリマーモルタルとコンクリートを使用した。最大直径1.2mmの乾燥珪砂を骨材としてポリマーモルタルを混合しコンクリート梁に打継ぐ。樹脂と骨材の重量混合比は、EP=1:4,UP=1:5,MMA=1:4.6とする。供試体は、図-2に示すとおりあり室温20℃の常温で7日間ひずみと温度の測定を行った。

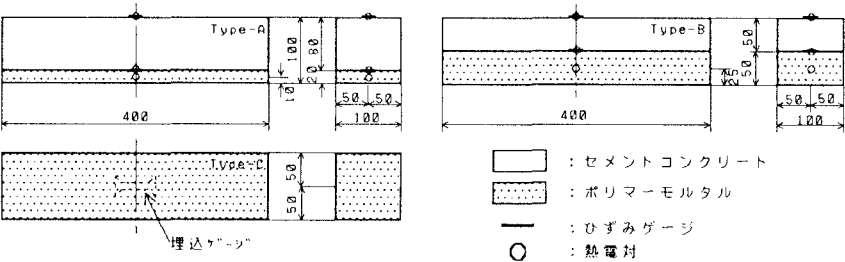


図-2 供試体

5. 実験及び解析結果

使用材料の物性を表-1にまたMMA (Type-A) についての時間と温度との関係および、(場合1,2)のひずみの解析結果と実験値との比較を図-3に示す。

表-1 使用材料の物性

材 料	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	引張強度 (MPa)	熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)
EP	40.08	6.00	5.97	28.60
UP	57.23	5.80	6.49	23.00
MMA	64.39	14.70	7.89	21.50
セメントコンクリート	42.14	29.00	2.94	11.10

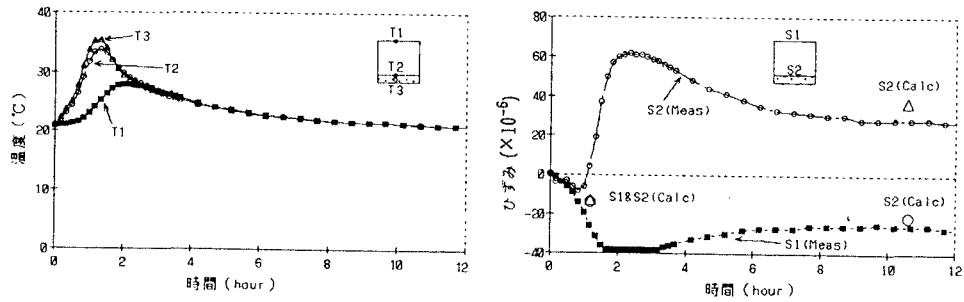


図-3 解析値と実験値の結果

6. むすび

劣化したコンクリート断面の補修にポリマーモルタルをセメントコンクリート梁に打継いだとき、温度変化と硬化収縮により生じる応力とひずみを検討したが、実験値および解析値はほぼ一致した。