

V-225

MMA系レジンコンクリートの収縮特性に関する検討

熊谷組 正会員 岩井 孝幸
 同上 正会員 河村 彰男
 同上 正会員 黒本 雅哲

1. はじめに

メタクリル酸メチル（MMA）を結合材とするレジンコンクリート（REC）は、不飽和ポリエステル系（UP）もしくはエポキシ系（EP）のRECに比べて、低粘性で施工性に優れている。また、耐候性や -20°C にいたる低温硬化性に優れているなどの長所を持つ[1]。しかしながら、高価であることに加え、収縮が大きいために、大規模な土木分野への適用が困難とされてきた。本報は、有効な収縮低減策を講じることを目的として、MMA系RECの硬化前後の収縮特性を、特に、内部温度の挙動とともに考察したものである。

2. 材料と配合

液状レジンには、MMAを主成分として、poly-MMA、重合促進剤、架橋性モノマーおよび若干量の重合禁止剤を含むもの（密度： $0.965\text{g}/\text{cm}^3$ ）を用いた。また、フィラー

表-1 示方配合とフレッシュ時の性状

s/a %	R/F %	単位量 kg/m^3				スランブ cm	温度 $^{\circ}\text{C}$
		液状レジン	フィラー	細骨材	粗骨材		
47.5	53.5	183	342	903	998	18.0	23.0

注) R/F: 液状レジン/フィラー (質量比)

にはアルミナ（平均粒径： $3.7\mu\text{m}$ 、吸油量： $109\text{DOPml}/100\text{cm}^3$ 、比重：3.95）、細骨材には陸砂（絶乾比重：2.56）、粗骨材には碎石（絶乾比重：2.69）を用いた。なお、重合開始剤は、市販の過酸化ベンゾイルの50%希釈品とし、通常、液状レジンの質量に対して6.5%添加した。

配合およびフレッシュ時の性状は、表-1に示すとおりである。

3. 試験内容

(1) 内部温度と収縮特性： 中心部に埋め込み型ひずみ計と熱電対を設置した型枠（ $10\times10\times40\text{cm}$ ）にRECを打ち込み、内部温度とひずみの変化を、時間とともに測定した。また、測定は、養生条件を変えた図-1、2に示す二つのケースについて、それぞれ100時間行なった。ここで、ケース1は、 20°C 一定の養生条件であり、ケース2は、RECの内部温度が、最大値（およそ 42°C ）に達した後、約2日間、最大値のまま温度を保持するよう試みたものである。なお、経過時間は、重合開始剤を添加した時を基準とした。

(2) 強度特性： $\phi 10\times20\text{cm}$ の円柱供試体を作製し、上記と同様な2ケースの養生条件で、それぞれ温度履歴を加えた。100時間経過後、いずれのケースも、 $20^{\circ}\text{C}\cdot\text{RH}60\%$ で、さらに気乾養生を続け、材齢28日の圧縮強度と静弾性係数を測定（JIS A 1184に準拠）した。

4. 結果と考察

ケース1（ 20°C 一定）の測定結果を、図-1に示す。

RECは、打ち込み直後から、しだいに膨張する傾向を示し、50分経過の時点で、最大ひずみ（約 800μ ）に達した。その後、RECは、65分経過までの15分間に、およそ 1800μ （ $=800-(-1000)$ ）の急激な収縮を生じた。打ち込みから1時間程度の間に見られる、こうした「膨張→収縮」

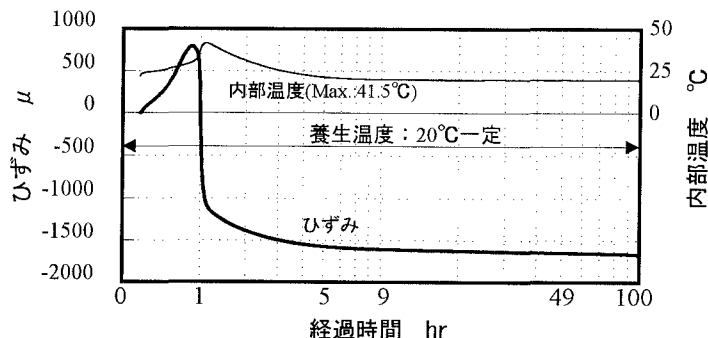


図-1 ケース1の測定結果

の急激で大きな体積変化は、UPやEP系には見られない、MMA系のRECに特有な現象である[2]。その

後、4時間ないしは9時間目まで、やや大きく収縮が進行するものの、時間とともにひずみの変化は小さくなり、100時間経過時点のひずみ量は、ほぼ-1650 μ に収束した。一方、R E Cの内部温度は、重合反応の進行とともに上昇し、65分経過の時点で、最大値（41.5℃）に達した。この後、温度は緩やかに低下し、6時間経過後、養生温度と一致した。

ケース2（20℃→42℃→20℃）の測定結果を、図-2に示す。

R E Cの膨張挙動、および最大値に達するまでの内部温度の変化は、ケース1の結果とほぼ同等であった。また、ケース1と同様に、R E Cは、最大膨張ひずみの後、短時間で、急激な収縮を生じた。しかしながら、内部温度が最大値に達した後、そのまま温度を保持するよう養生

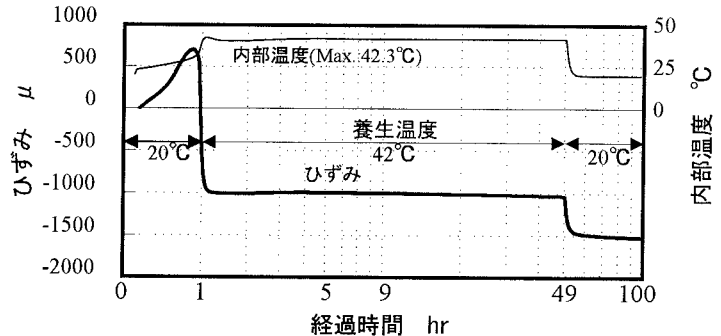


図-2 ケース2の測定結果

を続けた49時間目まで、ひずみ量は全く変化しない。このように、R E Cの収縮は、内部温度の低下に大きな影響を受ける。つまり、1時間目以降の、ケース1と2のひずみ量の差は、R E Cの内部温度が低下（最大値→養生温度）する際に生じた、「温度収縮」量を示していると考えられる。これに対して、1時間目までに生じたR E Cの収縮は、主に、液状レジン重合反応に基づく「硬化収縮」と言える。以上のように、MMA系R E Cの収縮は、温度収縮と硬化収縮に分けて考える必要がある。また、ケース2において、49時間経過後に養生温度を再び20℃に戻すと、ひずみは急激に低下した。ただし、100時間経過時点のケース2のひずみ量は、およそ-1500 μ であり、ケース1と比べて約150 μ の差を生じている。これは、R E Cの内部温度が最大値に達した後の、養生条件の違いによるものと思われる。

ここで、ひずみの膨張側の最大値を、R E Cが硬化するポイント、つまり、ひずみの変化を内部応力として蓄積し始めるポイントと仮定した時、R E Cの収縮特性は図-3で示される。本R E Cの総収縮量は、20℃一定の時、およそ2450 μ であり、温度収縮と硬化収縮が、それぞれ700 μ 、1750 μ と推定される。

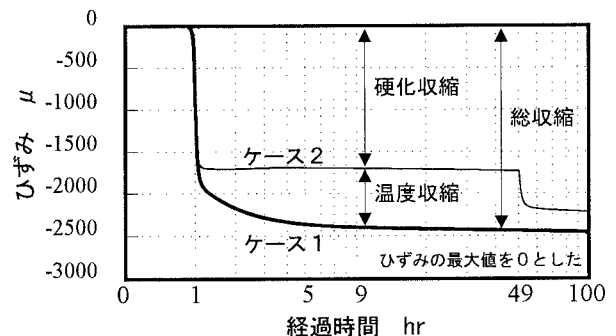


図-3 MMA系R E Cの収縮特性

表-2に、ケース1、2の条件で温度履歴を加えたR E Cの、材齢28日における強度特性を示す。圧縮強度、静弾性係数ともに、温度履歴による影響は認められず、ほぼ同等な結果を示している。

5. まとめ

- (1) MMA系R E Cの収縮は、温度収縮と硬化収縮に分けられる。
- (2) 本R E Cの総収縮量は、最大で2450 μ であり、うち28%が温度収縮量と推定される。
- (3) MMA系R E Cの収縮低減策を講じる際、内部温度に着目したアプローチも重要である。例えば、(a)養生方法を工夫し、最高発熱温度に達した後のR E Cの温度低下を緩和すること、(b)内部温度の過度な上昇を防ぐことなどが有効と考えられる。なお、内部温度の上昇を防ぐには、液状レジンの配合量を低減する、熱容量の大きいフィラーを採用するなどが効果的である。

参考文献 [1]小柳 治, コンクリート工学, vol.31 No.4, pp.5-13 (1993)

[2]Omata, F., et al., Proc. of the VIII th ICPI Cong, Oostede, pp.113-118 (1995)

表-2 R E Cの強度特性

温度履歴	圧縮強度 M p a	弾性係数 G p a
ケース1	66.5	26.0
ケース2	68.7	25.7