

MMA モルタルの温度耐久性解析と低収縮・高流動化

日大生産工(院) ○高橋 源弥 日大生産工 鶴澤 正美

1 緒言

メタクリル酸メチル(以下MMA)はアクリル樹脂系材料であり、特徴として1. 短時間硬化性(1時間以内で硬化)、2. 低温硬化性(-15℃~35℃)、3. 高耐久性(耐荷重性, 耐衝撃性)、4. 高耐候性、5. 接着性、6. 耐薬品性(酸, アルカリ, 塩分など)、7. 耐摩耗性などが挙げられる機能性有機材料である¹⁾。MMAはこうした多くの特徴を持っている為、水族館の巨大水槽、航空機の風防ガラス、人工関節の接着剤など幅広い分野で使用される材料である²⁾。現在、高度経済成長期に建設された土木構造物の劣化が激しくなっており、補修材の重要度が増している。使用されている土木構造物の主な補修材は無機系ではセメント、有機系ではエポキシ樹脂、アクリル樹脂などがある。セメント、エポキシ樹脂に関しては硬化時間が長いという短所があるが、MMAは短時間硬化性を持っている為、補修後の早期開放が可能である。また、セメントと比較した場合耐薬品性に強く製薬工場や化学薬品工場の床材に適している。MMAモルタルは補修材として多くの利点を持っているが、現状配合に関する検討と多用途展開が十分でない。MMAの温度耐久性を確認し、適用用途の拡大を図ることから、低収縮・高流動化の配合を提案し、薬品工場等での適用に繋げる事が本研究の目的である。

2 実験方法および測定方法

本研究で使用する MMA モルタルは、MMA、砂、炭酸カルシウム、BPO(過酸化ベンゾイル)を混合した。炭酸カルシウムは高流動性、高充填率を実現するために添加している。BPOはMMA硬化剤としてMMAの重量比2%を添加した。温度耐久性試験に関しては、一般的な気温を想定した20℃、夏季を想定した40℃、およびガラス転移点付近の温度である65℃において2時間、1日、1,2,4,8,13,26週と養生したうえでひずみ試験をし、弾性変化を求めた。

次に収縮率試験方法である。MMAは熱硬化性樹脂である特性上、硬化収縮を起こす。硬化収縮が大きい場合強度不足になる為、収縮率は最小限に抑えたい。現状樹脂単体の収縮率を測定する機器はあるが、混合物の収縮率を測定する機器はない。そこで密度測定法(JIS K-5600 2-4)を参考にし、ハーバード比重瓶を使用し硬化前の液体の比重、硬化後の固体の比重を測定することにより体積収縮率測定法を考案し求めた。MMAモルタルは補修場所でMMA、砂及びBPOを混合させるが、製薬工場や化学薬品工場の床材に使用する場合は短時間硬化性の観点から、セルフレベリング性が重要になる。そこで流動性試験はフロー試験機を使用し、紙コップに一定量充填

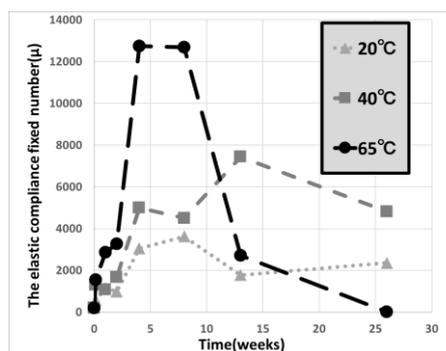


図1 弾性変化

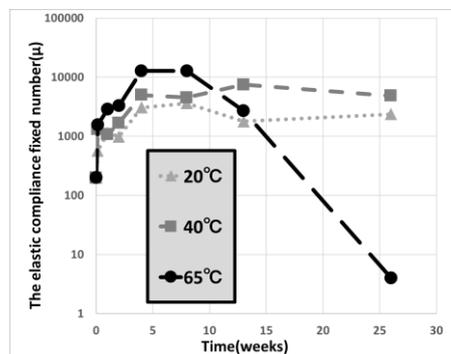


図2 弾性変化(対数表示)

Temperature Durability Analysis to realize MMA Mortar
with Low-Shrinkage and High-Fluidity

Genya TAKAHASHI, Masami UZAWA

させたMMAモルタルを中心に流し、直径6cm、8cmの通過Timeを塑性粘度の代替値として、0打フロー値、15打フロー値を降伏値の代替値とした。

3 実験結果および検討

温度耐久性試験の弾性変化を図1に示す。ひずみ試験結果より、 $2N/mm^2$ の点において物質の変形しやすさの指標を表す弾性コンプライアンス定数(弾性係数の逆数)を求めることにより弾性変化とした。ガラス転移点を想定した $65^\circ C$ では4.8週において大きく軟化していることが明らかである。次に図1を対数表示したものを図2に示す。 $65^\circ C$ では26週後において硬化直後よりも大きく固化していることが確認できる。それに対し通常の気温を想定した $20^\circ C$ 、 $40^\circ C$ に関しては26週後まで終始一定の弾性変化を維持していることがわかる。以上よりMMAモルタルはガラス転移点付近においては硬化→軟化→硬化→固化と物性が変化する為、長期に渡り劣化が進行していくと判断できる。それに対し $20^\circ C$ 、 $40^\circ C$ といった通常の気温では劣化は起きず、長期間使用する場合も問題ないという結論に至った。

次に収縮率試験のMMA体積比別の理論収縮率との比較を図3に示す。MMA単体の収縮率測定結果は11.4%であった。単体の測定結果よりそれぞれの体積比の理論収縮率を求めたが、MMAモルタルの場合、収縮率を36.7%~45.9%低減できていることが確認できる。MMA体積比が小さいほど低減率が上がる為MMA体積比は最小に抑えるのが低収縮化として望ましい。MMAと骨材の分離しない体積比は37.5%である為、低収縮化の配合として最適なMMA体積比は37.5%である。

次に収縮率試験及び流動性試験結果を図4

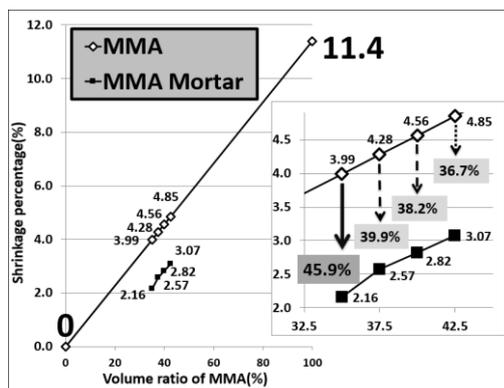


図3 理論収縮率との比較

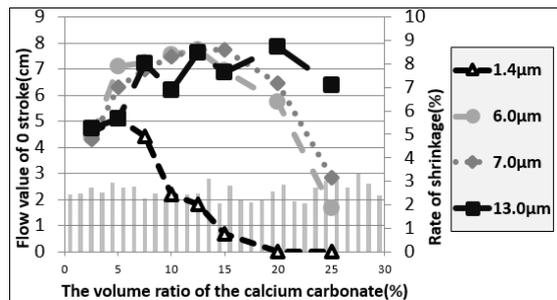


図4 収縮率と流動性の測定(37.5%)

に示す。収縮率に関しては炭酸カルシウムの粒子径及び体積比を変えても2~3%の収縮率であり大きな変化は確認出来なかった。流動性試験に関しては粒子径の大きい場合に流動性が高く、流動性が上がる限界点は体積比20%を添加した場合になる。以上より収縮率に大きな変化が確認出来なかった為、粒子径の大きい炭酸カルシウムを20%添加する事が低収縮、高流動化の配合として望ましい。

4 結言

- 1) MMAモルタルは $65^\circ C$ といったガラス転移点にさらされる場合は緊急補修には使用出来るが数週間の内に温度耐久性の高い材料への再補修が必要である。それに対し $20^\circ C$ 、 $40^\circ C$ といった気温では長期使用でも劣化が起きない為、室内での使用が最適である。
- 2) MMAモルタルの理論収縮率からの低減率はMMA体積比35%では45.9%、体積比42.5%では36.7%とMMA体積比が小さいほど低減率が上がる。MMAと骨材の分離しない体積比は37.5%であり、MMA体積比37.5%が低収縮化の配合として最適である。
- 3) 収縮率に関しては炭酸カルシウムの粒子径及び体積比を変えても2~3%の収縮率であり、大きな変化は確認出来なかった。その為、粒子径の大きい炭酸カルシウムの添加により流動性を高めることが低収縮・高流動化の配合として望ましい。

「参考文献」

- 1) 株式会社菱晃ケミカル製品事業部アクリシラップ部、「ドーロガードキット」パンフレット
- 2) 株式会社ホクコン、「ドーロガード工法」製品カタログ