

高追随性レジンコンクリートの力学的特性

広島大学 正会員 田澤 栄一 広島大学 正会員 米倉 亜州夫  
広島大学 正会員 河合 研至 広島大学 学生員 宮崎 毅

1.はじめに

従来レジンコンクリートは、マンホール・地下埋設構造物・道路補修材等として実用化されている。その中の早強性、接着性、耐摩耗性を利用した道路補修材で、エポキシ樹脂を用いたものが利用されている。しかし、エポキシ系の道路補修材は高強度であるが、弾性率、伸び能力が乏しいため、母材であるアスファルトを破壊してしまう事例が生じている。そこで本研究ではアクリル系の樹脂にゴム系の軟化剤を添加し、高い変形性能を持たせたレジンコンクリートを、道路補修材として開発するための検討を行った。

2.実験概要

本実験では基本的な力学的特性を把握するために、レジンモルタルの圧縮強度の経時変化、硬化収縮率試験、養生温度と反応熱・硬化時間、低・高温時における圧縮強度と弾性係数の試験を行った。また、使用した材料は主剤とし

表-1 使用レジン配合表

|            | 重量比 |      |      |     | 容積百分率 |      |      |
|------------|-----|------|------|-----|-------|------|------|
|            | レジン | フィラー | 細骨材  | 粗骨材 | レジン   | フィラー | 骨材   |
| レジンモルタル    | 1.4 | 1.0  | 1.0  | —   | 60.8  | 21.4 | 17.8 |
|            | 1.4 | 1.0  | 2.0  | —   | 51.7  | 18.1 | 30.2 |
|            | 1.2 | 1.0  | 1.0  | —   | 57.1  | 23.4 | 19.5 |
| エポキシ樹脂モルタル | 3.3 | 1.0  | 19.0 | —   | 29.9  | 3.4  | 66.8 |

てアクリル系樹脂にゴム系軟化剤を20%添加したものを、フィラーにはシリカフューム(比表面積:200,000 cm<sup>2</sup>/g)を使用した。細骨材は珪砂(3、4、5、6号等量配合)を使用した。また、比較用として使用したエポキシ樹脂モルタルは、フィラーとして石粉、細骨材として除塩した海砂を使用している。本実験にて使用した、レジンモルタルの配合を表-1に示す。以下、本文では配合を(レジン)-(フィラー)-(細骨材)の重量比で示す。圧縮強度及び弾性係数の測定は、JIS及びASTMの方法に準拠して行い、ひずみ測定には塑性ひずみゲージ(最大20%まで測定可能)を用いた。また、舗装用試験では『舗装試験法便覧』((財)日本道路協会)に準拠して行った。

3.試験結果

写真-1は1.4-1-1の圧縮強度試験時のものであるが、ゴム系軟化剤を混入したことによって得られた、変形能力及除荷後の復元能力の高さが一目瞭然である。

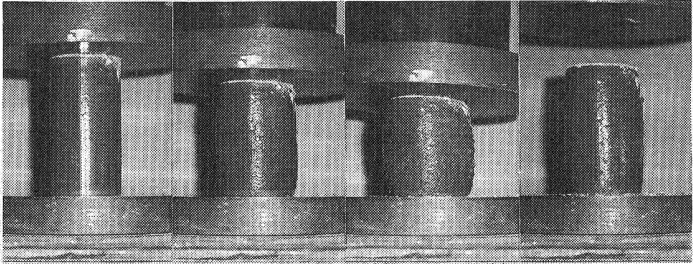


図-1に圧縮強度の経時変化の結果を示す。材齢28日以降は強度増進を示さないため、以下の試験時の材齢は28日以降とした。

写真-1 圧縮強度試験

樹脂の重合反応は一般に温度の影響を大きく受ける。しかし路面の温度の変化は気温より激しく、早期交通開放を考えた場合、温度によって硬化時間がどのように変化するかを、把握しておく必要がある。ここでは交通開放が可能となるまでの時間を測定するために、養生温度を0~40℃に設定しその反応熱と時間を測定した。図-2はその測定結果であるが、養生温度の影響が大きいのが分かる。図中において、0℃においても2時間弱で最高温度に達し硬化を終了していることより、練り混ぜ時にある程度以上の温度が確保できれば、冬季における打設も可能であると考えられる。

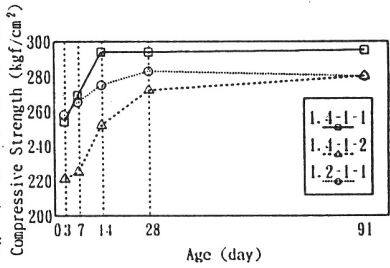


図-1 レジンモルタルの圧縮強度の経時変化

樹脂の重合反応によって、レジンコンクリートには硬化収縮を生じる。収縮が大きいと打ち込み時に充填不良やひび割れを生じる恐れがあるので、硬化時における収縮量とその時期について測定を行った。図-3はその結果であるが、硬化剤投入90分後にはほぼ硬化は終了し、150分後には収縮も終了した。また、収縮量は2.5~3.5%であり、非常に大きな収縮量となっている。

路面として使用される場合には夏期・冬季にわたり、きびしい温度環境下に置かれるが、温度変化によってその強度及び弾性係数が変化することが予想される。そこで試験温度を-10~60℃に変化させ圧縮強度と弾性係数について試験を行った。図-4、5に試験結果を示す。図-4より低温時の強度増加と高温時の強度低下が著しいことが分かる。60℃における圧縮強度は65~75kgf/cm<sup>2</sup>であるが、アスファルトと比較しても問題のない値と言える。図-5は弾性係数についての結果であるが、温度が高くなると軟化し低くなると硬化していることが分かるが、0℃での弾性係数は20℃の時の10倍以上にも達しており、低温時における変形能力の低下が著しい。これらの影響は樹脂によるものであり、骨材やフィラーをワーカビリティの失われない範囲で増量し、樹脂含有率を下げることにによりこれらの欠点を改善できると思われる。

路面の温度変化によって、樹脂自体も膨張・収縮を行い、材料自体に温度応力を発生する。そこで使用したレジンモルタルの線膨張率を求めた。図-6は試験結果であるが30~60×10<sup>-6</sup>/℃程度であり、セメントコンクリートの値が8~10×10<sup>-6</sup>/℃程度であることを考えると、外気温の変化によって温度応力が発生することが分かる。

表-2に舗装用試験の結果を示す。スキッドレジスタンス試験において、アスファルト舗装より劣った値が示されているが、これは骨材量による差であると思われる。また、硬化直前に細骨材等を散布することによって、改善できるのではないかと考えられる。ホイールトラッキング試験による動的安定度、ラベリング試験による摩擦量は、大幅に規格値を上回る結果となっており、本報告の材料は道路補修用材料として適している。

表-2 舗装用試験結果

|             | 配合       | ラベリング試験<br>摩耗量 (cm <sup>2</sup> ) | 動的安定度<br>(回/mm) | 滑り抵抗値<br>(BPN) |
|-------------|----------|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| レジンモルタル     | 1.4-1-1  | 0.126                             | ∞               | 51             |
|             | 1.4-1-2  | 0.173                             | ∞               | 43             |
|             | 1.2-1-1  | 0.153                             | ∞               | 40             |
| エポキシ樹脂モルタル  | 3.5-1-19 | 0.75                              | ∞               | 20             |
| 舗装材料としての目標値 |          | 1.5程度                             | 1500            | 45~60以上        |

#### 4. 結論

1. ゴム系軟化剤を添加することによって、非常に高い変形能力を有するレジンモルタルを製造できる。
2. その力学的特性は温度依存性が大きく、骨材又はフィラーの添加率を増すことがこの欠点を改善するのに有効である。

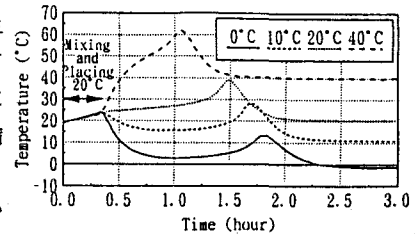


図-2 レジンモルタルの養生温度と反応熱の関係

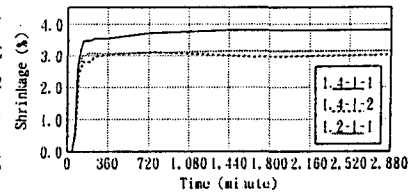


図-3 レジンモルタルの硬化収縮

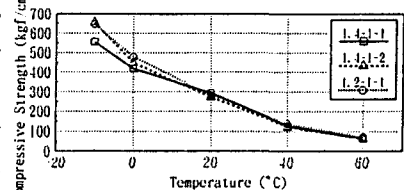


図-4 レジンモルタルの圧縮強度と温度の関係

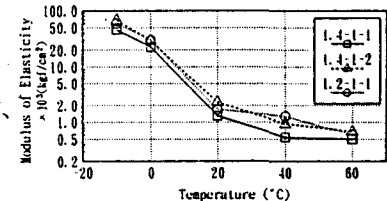


図-5 レジンモルタルの弾性係数と温度の関係

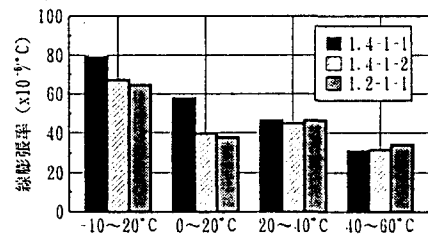


図-6 レジンモルタルの線膨張率の測定結果