

## V-547 炭素繊維シート表面保護材としてのポリマーセメントモルタルの性状

奈良建設 技術研究所 正会員 渡辺裕一

奈良建設 技術研究所 正会員 佐藤貢一

武蔵工業大学 工学部 正会員 小玉克巳

## 1. はじめに

橋脚等下部工の耐震補強に炭素繊維シートを使用する場合、外力から炭素繊維シートを保護する目的でモルタル等を塗布する必要がある。これは炭素繊維シートが非常に薄いこと、また鋼板やコンクリートと異なり外力によって損傷を受けやすいためである。従って、保護材として使用するモルタルには炭素繊維シートに対する付着強度が高く、かつ、衝撃を受けても炭素繊維シートに損傷を与えないものでなければならない。本実験では付着強度が高く、静弾性係数が10万～15万程度であるポリマーセメントモルタル（以後P.C.Mと表記）の炭素繊維シートに対する付着性状と耐衝撃性を調べ保護材としての適用性を検討した。

## 2. 実験概要

1) 使用材料及び強度特性 材料は表1、2に示す3種類のP.C.Mで実験を行った。タイプⅠとタイプⅡのポリマーは、PAE系のエマルジョンを使用し、炭素繊維への塗布方法はW/Cが高く流動性に富んでいるタイプⅠは吹付けで塗布を行い、W/Cが小さく粘性に富むタイプⅡはコテによって塗布した。タイプⅢは水溶性のアクリル系パウダーを使用し、P/Cを高くしたことから粘性に富みコテで塗布を行った。上記のP.C.Mは表2の強度特性で示すように付着強度が高く、ヤング率が低いという特徴を有する。

## 2) 試験方法

① 付着強度試験 供試体は図1に示すようにケレン処理した300×300×60mmのコンクリート平板に炭素繊維シートを貼り、供試体を立てた状態でP.C.Mを塗布した。付着強度試験は建研式とし、気中養生7日目で行った。

② 衝撃試験 衝撃試験はJIS A 1421に準じ、供試体を全面砂上で支持し行った。日本建築仕上材工業会では断面修復材の品質規格としておもり1kgを高さ50cmから落下させるのだが、今回は10kg（なす形）のおもりを使用した。試験はP.C.M無塗布供試体が破壊した落下高さから、5cmきざみで落下高さを上げ、塗布したP.C.Mおよび炭素繊維シートの損傷状況を調べた。

③ 実験ケース 各試験のケースを表4、5に示す。試験で得られる付着強度は表面レジンに対する値であり、硬化後の表面レジンに対する付着強度がコンクリートに対して発揮する付着強度よりも極端に低下するものと想定したため、表面レジン硬化前にP.C.Mを塗布した場合についても行った。

## 3. 実験結果

## 1) 付着強度試験結果

試験結果を図2及び写真1に示す。PAE系に関してばらつきはあるもののタイプⅠとタイプⅡの最大値はほぼ同程度で共に約2.0MPaであった。このことからタイプⅠ、Ⅱにおいてはレジンに対して付着強度の差はないと考えられる。レジンの

表1. 使用材料

| モルタルタイプ | ポリマー種類       | 粉体構成成分      | 1700/g(水):粉体 | 塗布方法 |
|---------|--------------|-------------|--------------|------|
| タイプⅠ    | PAE系(1700/g) | 白セメント, 6号珪砂 | 1(CF):3.5    | 吹付け  |
| タイプⅡ    | PAE系(1700/g) | 白セメント, 3号珪砂 | 1(CF):6.5    | コテ塗り |
| タイプⅢ    | アクリル系(水溶性)   | 白セメント, 6号珪砂 | 1(水):5.3     | コテ塗り |

表2. 強度特性

|      | P/C (%) | W/C (%) | 圧縮強度 (MPa) | ヤング率 (MPa) | 付着強度 (MPa) |
|------|---------|---------|------------|------------|------------|
| タイプⅠ | 20      | 52      | 21         | 9806       | 2.60       |
| タイプⅡ | 14      | 37      | 31         | 12749      | 2.50       |
| タイプⅢ | 32      | 50      | 22         | 5982       | 2.28       |

表3. 試験方法

| 試験項目   | 試験方法       | 備考          |
|--------|------------|-------------|
| 付着強度試験 | 建研式        |             |
| 衝撃試験   | JIS A 1421 | おもりは10kgを使用 |

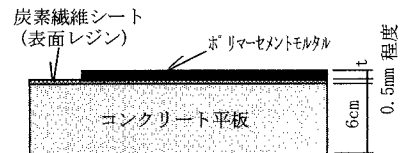


図1. 供試体

表4. 実験ケース（付着強度）

| モルタル塗布厚(mm) | シート表面のレジン硬化後  |                |                | シート表面のレジン硬化前  |                |                |
|-------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
|             | タイプⅠ<br>(吹付け) | タイプⅡ<br>(コテ塗り) | タイプⅢ<br>(コテ塗り) | タイプⅠ<br>(吹付け) | タイプⅡ<br>(コテ塗り) | タイプⅢ<br>(コテ塗り) |
| 1           | ○             |                |                | ○             |                |                |
| 2           | ○             |                |                |               |                |                |
| 3           | ○             |                |                |               |                |                |
| 5           |               | ○              | ○              |               |                |                |
| 10          |               | ○              | ○              |               | ○              | ○              |

表5. 実験ケース（衝撃試験）

| モルタル塗布厚(mm) | シート表面のレジン硬化後  |                |                | シート表面のレジン硬化前  |                |                |
|-------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
|             | タイプⅠ<br>(吹付け) | タイプⅡ<br>(コテ塗り) | タイプⅢ<br>(コテ塗り) | タイプⅠ<br>(吹付け) | タイプⅡ<br>(コテ塗り) | タイプⅢ<br>(コテ塗り) |
| 1           | ○             |                |                |               |                |                |
| 2           | ○             |                |                |               |                |                |
| 3           | ○             |                | ○              |               |                | ○              |
| 5           |               | ○              | ○              |               |                |                |
| 10          |               | ○              | ○              |               |                | ○              |

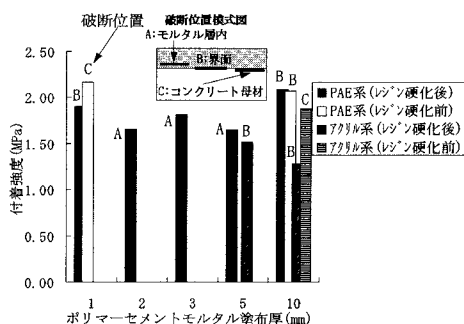


図2. 付着強度試験結果

硬化前後の違いによる付着強度については、レジン硬化前に塗布した方が高い付着強度を示した。しかし、樹脂硬化前に塗布した場合、その後モルタル表面にレジンの収縮に伴うひびわれが発生するという欠点も確認された。

#### 2) 衝撃試験結果

衝撃試験結果を図3及び写真2に示す。図3が示すようにP.C.Mの種類に関わらず塗布厚の増加に伴い、コンクリート平板の破壊した時のおもりの位置エネルギーは比例して大きくなる傾向を示した。タイプIIとタイプIIIを比較すると、無塗布時供試体破壊時のおもりのエネルギーを1.0とした時、5mm厚および10mm厚においてタイプIIの方が優れたエネルギー吸収能力を示した。おもりの位置エネルギーが一定である場合、P.C.Mの塗布厚及び変形量は図4-bの塗布厚と圧縮強度、ヤング率の関係が示すように保護材のヤング率と圧縮強度によって決まると考えられる。図4-aに示す塗布厚10mmにおけるおもりの衝突面積と落下高さの関係を見る。落下高さ70cmで衝突面積を比較するとタイプIIIは約5.0cm<sup>2</sup>、タイプIIは約3.3cm<sup>2</sup>であり、ヤング率、圧縮強度共にタイプIIより小さいタイプIIIの方が変形(くぼみ)が大きい。従って同じ塗布厚の場合、タイプIIIよりタイプIIの方がエネルギー吸収能力が高いと言える。また、いずれのタイプにおいても、衝撃による浮きや剥離は発生せず、炭素繊維シートは無傷であった。

#### 4. まとめ

1) 今回用いた材料はレジンに対し高い付着強度を示し、P.C.Mが持つ高いエネルギー吸収性能により、衝撃試験後も炭素繊維シートは無傷であり、かつP.C.Mの浮きや剥離は生じなかった。

2) 保護材の厚さはその材料のヤング率と圧縮強度に依存すると考えられる。

3) 衝突などの外力が作用する箇所での炭素繊維シートの保護材として今回検討した材料は十分有効であると判断できる。

謝辞 今回の実験に関しご協力していただきました東燃(株)様には感謝の意を表明いたします。

参考文献 大浜嘉彦: 建築研究報告No. 65 建築用ポリマーセメントモルタルの性状と調合設計に関する研究 (OCT., 1973)

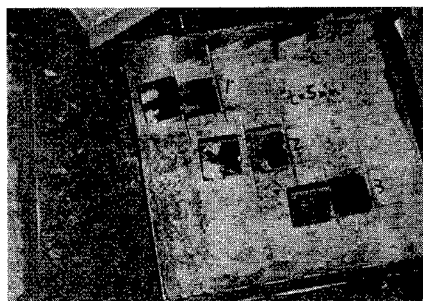


写真1. 付着強度試験破断状況 (タイプIII)

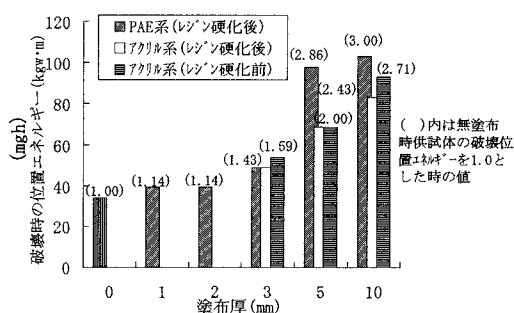


図3. 破壊位置エネルギーと塗布厚の関係

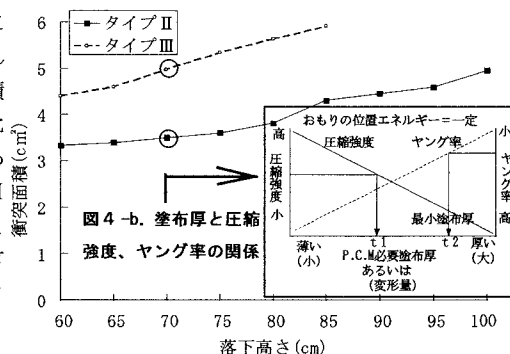


図4-a. 塗布厚10mm時における落下高さと衝突面積

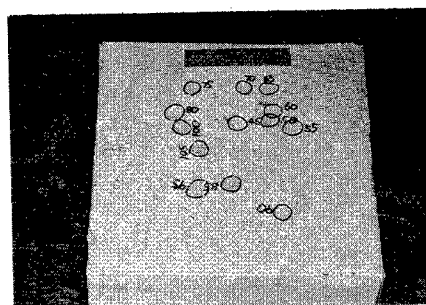


写真2. 衝撃試験状況