

道路橋RC床版の補修材料の性状について

ーエポキシ樹脂接着工法を用いた超速硬性繊維補強ポリマーセメントモルタルの性状ー

住友大阪セメント ○安藤 重裕 榊原弘幸 小林哲夫
鹿島道路 山下雄史 伊藤清志 新日鉄マテリアルズ 小森篤也 日大生産工 阿部忠

1 まえがき

道路橋床版の損傷を受けた床版補修において、コンクリートオーバーレイ工法が行われるケースがある。これらの工法において、既設コンクリートと新設コンクリートとの確実な一体化を図るために、エポキシ樹脂接着剤を用いた工法¹⁾等が適用されている。また、床版の部分断面補修材料として、コンクリート材料の他に、MMA樹脂、エポキシ樹脂、ポリマーセメントモルタル等の適用²⁾が考えられる。今回、エポキシ樹脂接着剤と超速硬性繊維補強ポリマーセメントモルタルを用いた工法を開発した。本報では本工法に用いる材料のひび割れ抵抗性及び施工方法について紹介する。

2 材料への要求性能

補修材料は、攪拌能力の高いパン型モルタルミキサー、ハンドミキサーなどの現場で練り混ぜ及び打ち込み施工が可能なものとし、可使時間は30分以上、3時間圧縮強度が15 N/mm²以上で、ひび割れ抵抗性の高い材料の開発を行なった。

3 開発した材料の特徴

3. 1 配合

超速硬性繊維補強ポリマーセメントモルタルの構成材料は、超速硬セメント、細骨材を主成分とし、再乳化型粉末樹脂、粉末減水剤、粉末収縮低減剤等をプレミックスし、短繊維には、高強度ビニロン繊維（繊維長12 mm）を使用した。

表1に材料の配合を示す。超速硬性繊維補強ポリマーセメントモルタルの練り混ぜは、

表1 超速硬性繊維補強ポリマーセメントモルタルの配合

配合 (kg/m ³)		
超速硬性 モルタルプレミックス 粉体	高強度 ビニロン繊維	水
1850	5	296

プレミックス粉体、繊維、水を同時に練り混ぜるのではなく、プレミックス粉体と水を最初に練り混ぜ、その練り上がったものに、繊維を0.4vol%添加し更に練り混ぜることにより、繊維の分散性を向上させた。

3. 2 コンシステンシー

フレッシュ時の流動性の測定は、JHS313「エアモルタル及びエアミルクの試験方法」のコンシステンシー試験方法に規定されるシリンダー（内径80×高さ80mm）を用いて実施した。フロー値は150mm以上で打ち込み施工が可能であり、注水30分後においても、150mm以上の流動性を確保した。

3. 3 ひび割れ抵抗性

ひび割れ抵抗性は、内径620×外径810×高さ100mmのリング型枠を使用し、ひび割れの発生の有無により、確認した。

5℃の恒温室において、上記のリング型枠に開発品を打込み3時間後に脱型し、その後のひび割れ発生状況を確認した。現場施工においては、補修面にアスファルト舗設される事により、モルタルの乾燥収縮が殆ど生じなくなると推定されることから、材齢7日までひび割れ発生状況を観察し、開発品に、ひび割れが生じない事を確認した。ひび割れ確認状況を写真1に示す。

The Characteristics of Repair Mortar for Highway Bridge Slabs

- Fiber Reinforced Ultra Rapid Hardening Polymer Cement Mortar using epoxy resin adhesive -
Shigehiro ANDO, Hiroyuki SAKAKIBARA, Tetsuo KOBAYASHI, Yuji YAMASHITA, Kiyoshi ITO, Atsuya KOMORI
and Tadashi ABE

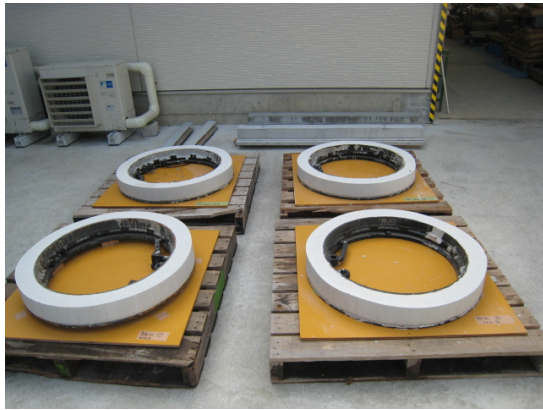


写真1 ひび割れ確認試験状況

3. 4 自己収縮ひずみ

自己収縮ひずみの測定は、JSCE-K 561「コンクリート構造物用断面修復材の試験方法」の寸法安定性に従って行った。100×100×400mmの型枠中央に、埋込み型ひずみ計を設置し、型枠の内側の底面、側面および端面にテフロンシートを敷き、開発品を型枠に打込み、打込み直後からの自己収縮ひずみ及びモルタル温度の測定を行った。打込み直後より、型枠全体をポリエステルフィルムで包み、ビニールの中に入れて封をし、24時間後に脱型した。その後、再びポリエステルフィルムで供試体を包み、モルタルからの水分の蒸発を抑えた。

5℃における測定結果を図1に示す。一般的な速硬性材料において、打込み後、数時間の硬化時にひび割れは生じやすいが、開発品では初期の自己収縮ひずみも3時間において、 -50μ と小さい値を示し、温度上昇も緩やかであった。

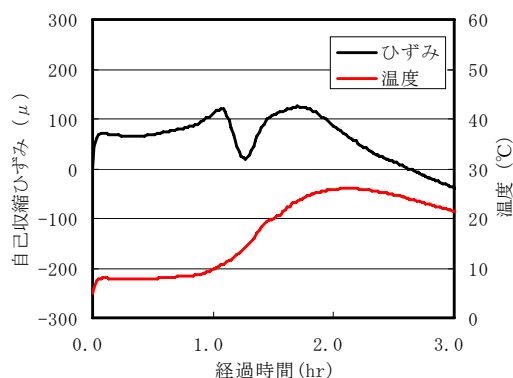


図1 打込み直後からの自己収縮ひずみとモルタル温度

3. 5 乾燥収縮率

乾燥収縮率の測定は、JIS A 1129（モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法）のダイヤルゲージ法に準じて行った。20℃の恒温室内において、開発品を40×40×160mmに成形し、24時間後に脱型し、直ちに基長の測定を行い、温度20℃ 60%R.H.に静置して、

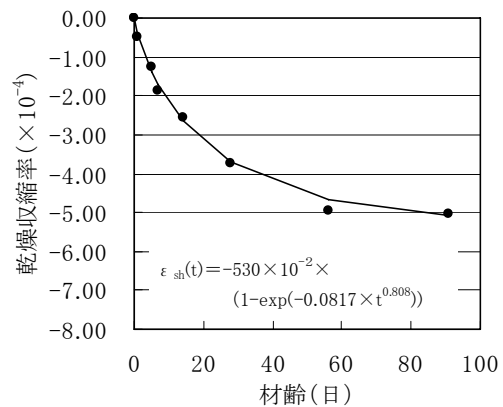


図2 乾燥収縮率

所定材齢毎に測定を行った。試験結果を図2に示す。乾燥収縮率は、材齢28日以降も徐々に収縮したものの、材齢91日において -5.0×10^{-4} と小さく、乾燥下においてもひび割れ抵抗性が高いものと推測された。

3. 6 リング型拘束試験

ひび割れ特性を評価するため、リング型拘束試験を行った。リング型試験体は、試験体外径455mm、試験体厚さ75mm、鋼管厚さ20mmとし、鋼管の内側にひずみゲージを貼り付け、鋼管のひずみを測定し、このひずみから次式³⁾により応力を算出した。

$$\sigma(r) = -\varepsilon_s \cdot E_s \cdot t \cdot r_1 \frac{(r_2/r_1)^2 + 1}{r_2^2 - r_1^2}$$

ここで、 $\sigma(r)$:供試体中心点から半径方向に距離 r の位置におけるコンクリートの円周方向の応力(N/mm²)、 ε_s :鋼管内側面の円周方向の圧縮ひずみ、 E_s :鋼管の弾性係数(N/mm²)、 t :鋼管厚さ(mm)、 r_1 :コンクリート内側までの距離(mm)、 r_2 :コンクリート外側面までの距離(mm)である。

試験は、20℃、60%R.H.の恒温室内において、モルタルを打込み後、24時間後に脱型した。試験に用いたリング拘束試験型枠を図3に、脱型後の試験体測定状況を写真2に示す。

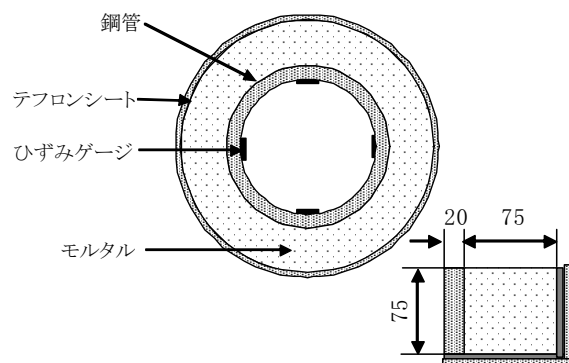


図3 リング型拘束試験型枠



写真2 リング型拘束試験状況

図4に収縮応力の経時変化を示した。材齢91日における収縮応力は、 4.3N/mm^2 であり、また、材齢160日経過した後も、収縮応力が低下しておらず、供試体にひび割れは生じなかった。

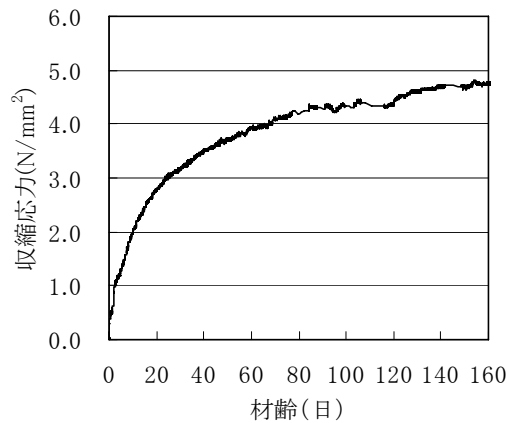


図4 収縮応力の経時変化

3. 7 硬化体物性

表2に開発品の物性値を示す。5℃における凝結時間は60分であり、材齢1日において圧縮強度は 30N/mm^2 程度と材齢28日強度の60%程度の強度発現性を示した。

表2 超速硬性繊維補強ポ リマーセメントモルタルの物性

		S type	W type
試験温度(℃)		20	5
JHS313フロー (mm)	0分	162	184
	30分	193	216
凝結時間(min)	始発	55	60
	終結	75	75
圧縮強度 (N/mm^2)	3時間	18.2	15.7
	1日	27.2	31.0
	3日	31.5	36.3
	7日	38.5	39.6
	28日	45.7	45.2

3. 8 積算温度

図5に -10°C を基準温度とした積算温度と強度の関係を示す。開発品においても、積算温度と圧縮強度に相関関係は認められ、これより28日強度の75%に達する材齢は、5℃においては3日、10℃においても2.5日程度と推定される。

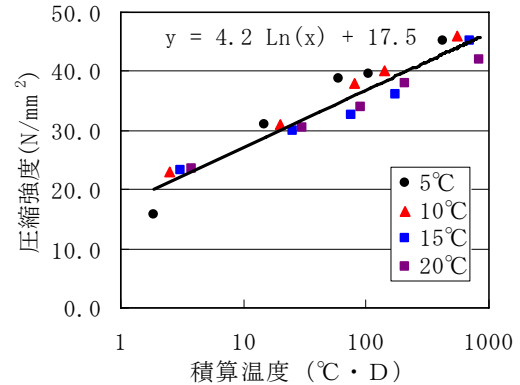


図5 積算温度と圧縮強度

4 施工要領

下地処理を行った後、エポキシ樹脂系接着剤を塗布し、モルタル施工、仕上げを行う。

4. 1 エポキシ樹脂系接着剤施工

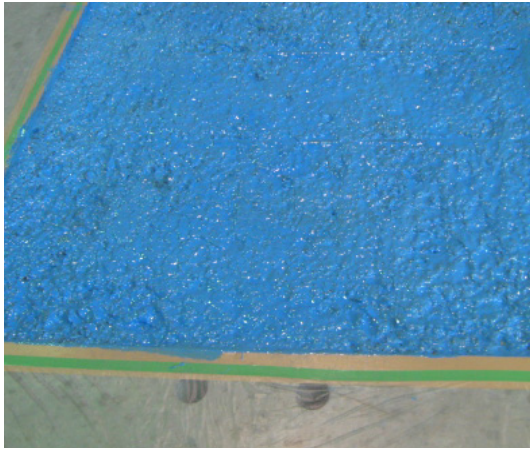
本工法において使用するエポキシプライマーは、2液混合型のエポキシ樹脂系接着剤であり、打継ぎ時間は2時間以内である。エポキシプライマーは、攪拌機により約2分攪拌し、ゴムヘラ、刷毛等で表面全体を覆う程度に塗布をする。ウォータージェットはつり面では、 1.4kg/m^2 程度となる。表3にエポキシ樹脂の性状を示す。

表3 エポキシ樹脂性状

外観	主剤	白色ペースト状
	硬化剤	青色液状
混合比(主剤:硬化剤)		5:1



【エポキシ樹脂攪拌】



【エポキシ樹脂塗布】

4. 2 モルタル練り混ぜ

モルタルミキサー内に超速硬性プレミックスモルタル粉体を投入し15秒空練りを行い、所定量の水を徐々に投入し、1分間練り混ぜる。その後、所定量のビニロン繊維を投入し、ミキサーを回転させて更に3分練り混ぜる。



【モルタル練り混ぜ】

4. 3 打込み・仕上げ

練り上がった材料は、モルタルミキサーから排出し、打ち込み作業を行う。打ち込み後、コテ仕上げを行い、表面を均す。表面からの分蒸発を抑制するように、シート養生等を行う。



【モルタル打ち込み】



【コテ仕上げ】



【繊維投入】

5 まとめ

開発した超速硬性繊維補強ポリマーセメントモルタルは、既設コンクリートとの接着性が良好であり、ひび割れ抵抗性もが高いことから、床版補修においても耐久性を有するものと考えられる。今後さらに耐久性に関する詳細な検討を加えてゆく予定である。

「参考文献」

- 1) 松本公一ほか：鋼床版補強用SFRC舗装に関する研究、セメントコンクリート論文集 No.60, pp.505-511(2006)
- 2) (社)土木学会：道路橋床版の要求性能と維持管理技術 平成20年6月
- 3) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの自己収縮委員会報告書 2002.9