

[1045] 既調合製品を用いた超伸長性ポリマーセメントモルタルの性質

正会員 ○大濱 嘉彦 (日本大学工学部)
 正会員 出村 克宜 (日本大学工学部)
 正会員 永尾 弘孝 (日本大学工学部)

1. はじめに

ポリマーセメントモルタルは、普通セメントモルタルと比較して、優れた曲げ強さ、伸び能力、接着性、防水性、気密性、耐摩耗性などを有していることから、現在建築分野において、接着材、防水材、補修材、床材などの主に仕上げ材として広範囲に利用されている。しかしながら、建築技術の著しい進展に伴って、ポリマーセメントモルタルに要求される性能も多様化の傾向にある。近年、各社から超伸長性ポリマーセメントモルタルのための既調合製品が市販されているが、これは、このような要求性能の多様化に対応して開発された製品のひとつである。この超伸長性ポリマーセメントモルタルは、現在建築分野で一般に使用されているポリマーセメントモルタルと比較して、非常に大きな伸長性を有し、普通セメントコンクリートの乾燥収縮などによるひび割れ発生に対して、優れた追従性を示す材料であるとされているが、その性能に関する報告はほとんどないのが現状である。

本研究では、市販されている既調合製品のうち、代表的な6種類の多用されている超伸長性ポリマーセメントモルタルの伸長性、接着性、防水性、遮塩性及び中性化に関する試験を行い、その性能を評価すると共に、問題点を指摘する。

2. 使用材料

(1)セメント及び骨材

セメント及び骨材としては、それぞれ、普通ポルトランドセメント、豊浦標準砂、阿武隈川産川砂(粒径、2.5mm以下)及び川砂利(粒径、5-20mm)を使用した。

(2)超伸長性ポリマーセメントモルタル用既調合製品

超伸張性ポリマーセメントモルタル [以下,superextensible polymer-cement mortar (SEPCM)と略称] 用既調合製品としては、粉体とポリマーディスページョンの2成分から成る6種類の市販品を用いた。

3. 試験方法

3.1 引張強さ試験

JIS A 6916 (セメント系下地調整塗材)に従って、表-1 に示す調合のSEPCMを練り混ぜ、寸法300x300x2mmのシート状に成形し、7日及び28日乾燥(20℃, 50%R.H.)養生した後、JIS K 6301 (加硫ゴム物理試験方法)に規定するダンベル状3号

表-1 超伸長性ポリマーセメントモルタルの調合

Indentification of SEPCM	Polymer Type of Dispersion in SEPCM	Premix Powder : Polymer Dispersion (By Weight)
A	Polyacrylic Ester	1 : 0.80(44.6*)
B	Poly[Ethylene-Vinyl Acetate]	1 : 0.60(31.0*)
C	Poly[Styrene-Acrylic Ester]	1 : 0.72(34.9*)
D	Poly[Styrene-Acrylic Ester]	1 : 1 (48.5*)
E	Polyacrylic Ester	1 : 0.60(32.7*)
F	Polyacrylic Ester	1 : 0.44(19.9*)

Note, *: Polymer-premix powder ratio (%)

形打ち抜き型によって打ち抜き、供試体とした。次に、JIS A 6008 (合成高分子ルーフィング) に準じて、引張強さ及び切断時の伸び率を測定した。又、7及び28日乾燥養生した供試体を7日水中浸せきした後、同様の試験を行った。なお、引張速度は毎分200mmとした。

3.2 引張接着強さ試験

JIS R 5201 (セメントの物理試験方法) に従って、セメント：標準砂：水=1:2:0.65 (重量比) のモルタルを練り混ぜ、寸法70x70x20mmに成形し、1日湿空 (20℃, 80%R.H.)、6日水中 (20℃)、7日湿空 (20℃, 80%R.H.) 養生を行った後、JIS R 6252 (研摩紙) に規定するAA-150番研摩紙を用いて、その被着面を研摩し、被着体とした。次に、被着体の研摩した面の中央に3.1 で調製したモルタルを、寸法40x40x2mmに成形し、その後7日乾燥 (20℃, 50%R.H.) 養生して、供試体とした。この供試体について、JIS A 6916に規定する付着強さ試験及び耐久性試験を行った。

3.3 透水試験、遮塩性試験及び促進中性化試験

表-2に示す調合の供試コンクリートを、JIS A 1138 (試験室におけるコンクリートの作り方) に従って練り混ぜ、寸法φ150x40mm及び100x100x100mmに成形した後、1日湿空 (20℃, 80%R.H.)、6日水中 (20℃)、7日乾燥 (20℃, 50%R.H.) 養生した。次に、3.1 と同様にして調製した供試モルタルを、寸法φ150x40mmの供試コンクリートの打込み時の底面及び寸法100x100x100mmの供試コンクリートの打込み時の両側面に、それぞれ2mmの厚さとなるように塗布し、7日乾燥 (20℃, 50%R.H.) 養生して、供試体とした。寸法φ150x40mmの供試体について、JIS A 1404 (建築用セメント防水剤の試験方法) に準ずる透水試験を、寸法100x100x100mmの供試体について、遮塩性試験及び促進中性化試験を行った。飽和塩化ナトリウム溶液に供試体を91日間浸せきして、遮塩性試験を行った。又、促進中性化試験の環境条件は、温度30℃、相対湿度60%、二酸化炭素濃度5%とし、暴露期間は182日間とした。なお、寸法100x100x100mmの供試体は、試験前日にエポキシ樹脂塗料を用いて、SEPCMを塗布していない面をシールした。

表-2 コンクリートの調合

Water-Cement Ratio (%)	Sand-Aggregate Ratio (%)	Mix Proportion by Weight (kg/m ³)				Slump (cm)	Air Content (%)
		Cement	Water	Sand	Gravel		
60.0	46.5	313	188	841	969	8.0	3.6

4. 試験結果及び考察

図-1及び図-2には、7及び28日乾燥養生後のSEPCMの水中浸せき前後の引張強さを示す。7日乾燥養生後のSEPCMの引張強さは、SEPCMの種類によって異なるが、その引張強さは、10kg/cm以上を与えるものが多い。又、SEPCM-Eの引張強さは、他のSEPCMと比較してかなり小さく、SEPCM-Fのわずか1/3である。SEPCMの種類にかかわらず、SEPCMの引張強さは、乾燥養生材令の増加に伴い、1kg/cmから7kg/cm程度増加する。これは、水の蒸発、ポリマー粒子の相互拡散と融着によるポリマー粒子間の自己接着強度の増大、セメントの水和反応による強さ発現などによるものと考えられる。SEPCMの種類及び乾燥養生材令にかかわらず、7日水中浸せき後のSEPCMの引張強さは、乾燥養生後のその約1/2から1/6に低下し、その値は、5kg/cm以下を与えるものが多い。又、SEPCMの種類別に、水中浸せき後の引張強さを比較すると、その値は、乾燥養生材令にかかわらずほぼ同じであり、乾燥養生材令を長くしても、SEPCMの水中浸せき後の引張強さは向上しない。このように、SEPCMの引張強さが水中浸せきによって著しく低下するのは、表-1に示すように、

ポリマー粉体比がかなり大きいために、SEPCMの耐水性が、それに使用されているポリマーの性質に大きく依存するためと考えられる。一般に、ポリマーディスパージョンがフィルムを形成した場合、そのフィルム構造中には、界面活性剤、保護コロイドなどの水溶性物質を含有していることから、水と接触すると、ポリマーフィルムは吸水する。この吸水はポリマー粒子間の自己接着強度を著しく低下させることから、SEPCMの水中浸せき後の引張強さの低下が説明される。

図-3及び図-4には、7及び28日乾燥養生後のSEPCMの水中浸せき前後の切断時の伸び率を示す。いずれのSEPCMにおいても、大きな伸張性が認められるが、切断時の伸び率はその種類によって異なる。一般に、7日乾燥養生後のSEPCMの切断時の伸び率は、50%から100%を与え、その伸び率は、SEPCM-Eを除けば、ポリマー粉体比の大きいSEPCMほど大きい傾向を示す。SEPCM-Eの切断時の伸び率は、他のSEPCMのそれの2.5倍から5倍を与える。これは、使用されているポリマーのフィルムが他のそれと比較して、伸び能力に富んでいるためと考えられる。SEPCMの種類にかかわらず、SEPCMの切断時の伸び率は、乾燥養生材令に伴って低下する傾向にあるが、この傾向は、

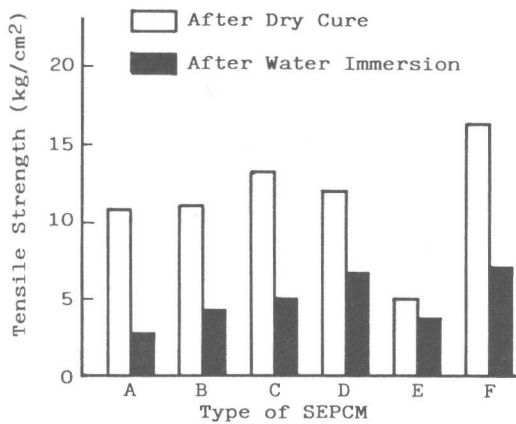


図-1 7日乾燥養生後のSEPCMの水中浸せき前後の引張強さ

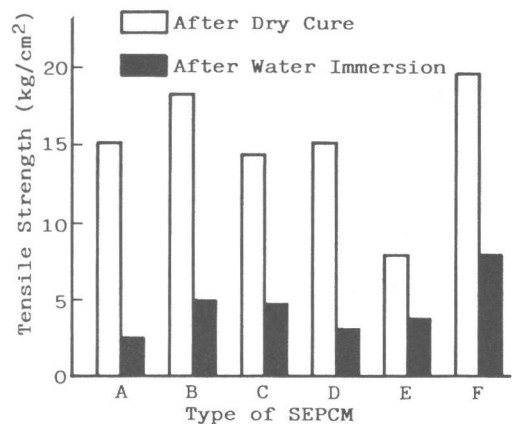


図-2 28日乾燥養生後のSEPCMの水中浸せき前後の引張強さ

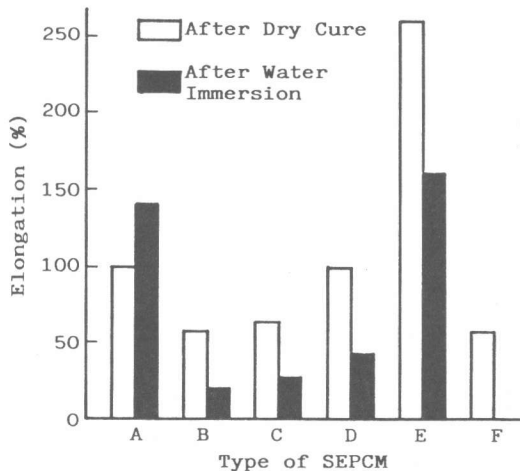


図-3 7日乾燥養生後のSEPCMの水中浸せき前後の切断時の伸び率

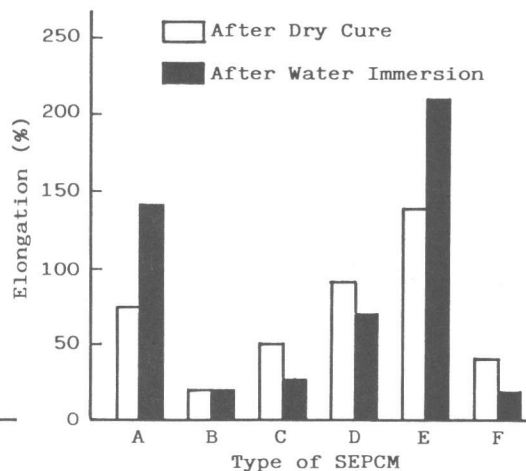


図-4 28日乾燥養生後のSEPCMの水中浸せき前後の切断時の伸び率

SEPCM-Eにおいて顕著である。これは、ポリマーディスペーションに添加されている可塑剤、成膜助剤などが乾燥養生材令に伴って蒸発し、ポリマーの伸び能力が低下したためと推察される。一般に、乾燥養生材令にかかわらず、水中浸せき後のSEPCMの切断時の伸び率は、乾燥養生後のそれよりも低い値を示すものが多く、7日乾燥養生したSEPCM-Fの場合、その伸び率は、水中浸せきによって、0%にまで低下する。又、SEPCMの種類にかかわらず、水中浸せき後の切断時の伸び率は、乾燥養生材令が長くなると若干改善される。これは、乾燥養生材令が長くなるに従って、SEPCMのポリマーの成膜性が向上するためと考えられる。一方、乾燥養生材令に関係なく、水中浸せき後のSEPCM-Aの切断時の伸び率は、乾燥養生後のそれよりも大きい。これは、SEPCM-Aに使用されているポリマーの吸水機構が他のポリマーと異なるためと推察される。

図-5には、7日乾燥養生後及び温冷繰り返し後のSEPCMの引張接着強さを示す。7日乾燥養生後のSEPCMの引張接着強さは、SEPCMの種類によって相当異なる。SEPCM-B及びFの引張接着強さは他のSEPCMのそれと比べてかなり大きく、特に、SEPCM-Bの引張接着強さは、SEPCM-Eのその約8倍にも達する。SEPCMの種類にもよるが、温冷繰り返し後のSEPCMの引張接着強さは、乾燥養生後のその約1/2に低下する。

図-6には、1及び3kg/cm²の水圧を1時間加えたSEPCM塗布コンクリートの透水量を示す。SEPCMの種類にかかわらず、SEPCM塗布コンクリートの透水量は、未塗布コンクリートのそれと比較して小さく、SEPCMを塗布することによって、コンクリートの透水に対する抵抗性はかなり改善される。特に、SEPCM-A及びF塗布コンクリートの透水に対する抵抗性は非常に優れており、その透水量は、未塗布コンクリートのその約1/15である。当然のことではあるが、SEPCMの塗布の有無にかかわらず、透水量は水圧が増大すると若干増加する。

図-7には、飽和塩化ナトリウム溶液に浸せきしたSEPCM塗布及び未塗布コンクリートの浸せき期間と重量変化率の関係を示す。飽和塩化ナトリウム溶液に浸せきした未塗布コンクリートの重量変化率は、浸せき期間7日までは急速に増加し、14日以降はほぼ一定の値を示す。SEPCMの種類にかかわらず、SEPCM塗布コンク

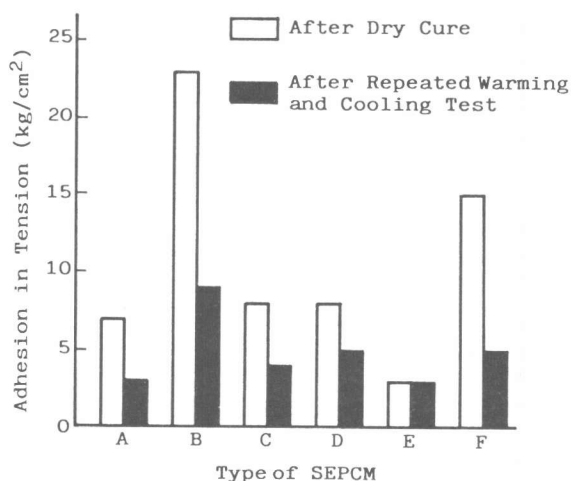


図-5 7日乾燥養生後及び温冷繰り返し後のSEPCMの引張接着強さ

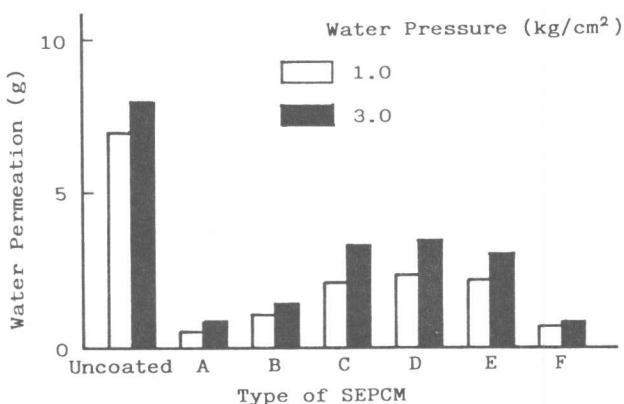


図-6 1及び3kg/cm²の水圧を1時間加えたSEPCM塗布及び未塗布コンクリートの透水量

リートの重量変化率は、未塗布コンクリートと同様に、浸せき期間の増加に伴って増大するが、その値は、未塗布コンクリートのそれよりもかなり小さく、91日浸せき後の重量変化率を比較すると、SEPCM塗布コンクリートの重量変化率は、未塗布コンクリートの約1/8から1/4である。

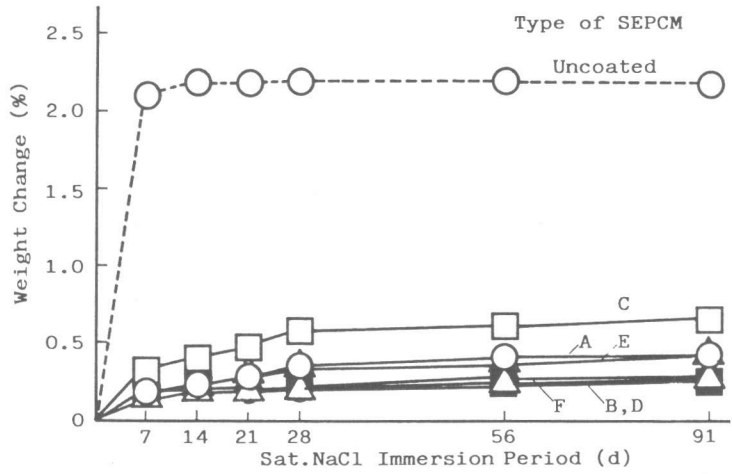


図-7 SEPCM塗布及び未塗布コンクリートの飽和塩化ナトリウム溶液浸せき期間と重量変化率の関係

図-8には、飽和塩化ナトリウム溶液に浸せきしたSEPCM塗布及び未塗布コンクリートの浸せき期間と塩化物イオン (Cl^-) 浸透深さの関係を示す。飽和塩化ナトリウム溶液に浸せきした未塗布コンクリートの塩化物イオン浸透深さは、浸せき期間14日までは急速に増加し、それ以降は、徐々に増加して、浸せき期間91日で約30mmに達する。SEPCMの種類にかかわらず、SEPCM塗布コンクリートの塩化物イオン浸透深さは、浸せき期間に伴って徐々に

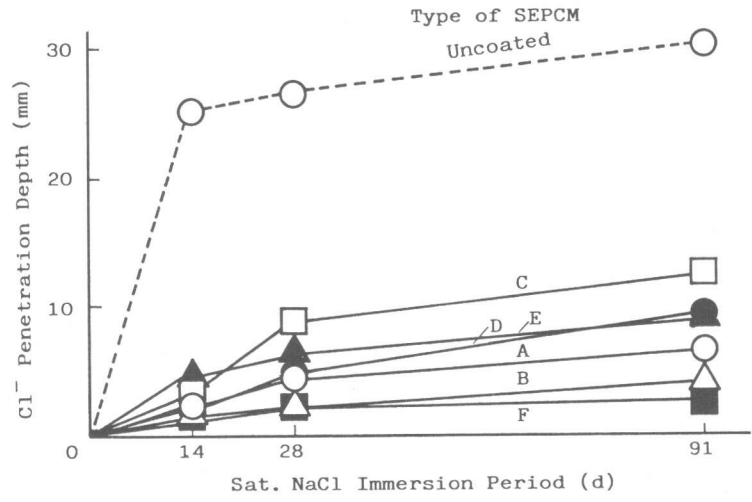


図-8 SEPCM塗布及び未塗布コンクリートの飽和塩化ナトリウム溶液浸せき期間と塩化物イオン浸透深さの関係

増加するが、その傾向は、未塗布コンクリートのそれと比較して小さく、SEPCMを塗布することによって、コンクリートの遮塩性はかなり改善される。しかしながら、その遮塩効果は、SEPCMの種類によって相当異なり、91日浸せき後のSEPCM-F塗布コンクリートの塩化物イオン浸透深さは、同じ浸せき期間のSEPCM-C塗布コンクリートの約1/4である。

図-9には、温度30℃、相対湿度60%、二酸化炭素濃度5%の環境下に暴露したSEPCM塗布及び未塗布コンクリートの暴露期間と中性化深さの関係を示す。未塗布コンクリートの中性化深さは、暴露期間の増加に伴って増大し、暴露期間182日で約20mmに達する。SEPCM-C及びE塗布コンクリートの中性化深さは、暴露期間の増加に伴って、増加する傾向にあるが、未塗布コンクリートと比較して、その値は著しく小さい。又、暴露期間182日まで、他のSEPCM塗布コンクリートの中性化は、全く認められない。これは、SEPCMの内部に形成される不透気性のポリマーフィルムによって、

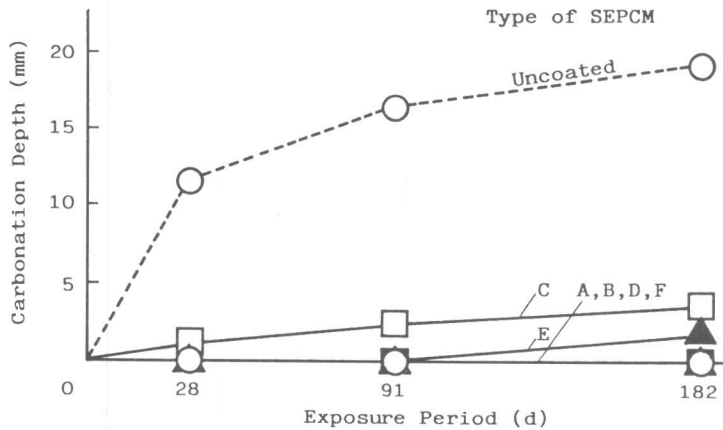


図-9 SEPCM塗布及び未塗布コンクリートの暴露期間と中性化深さの関係

二酸化炭素の拡散が抑制されるためと考えられる。

5. 総括

(1) 乾燥養生のSEPCMの引張強さ及び切断時の伸び率は、SEPCMの種類によって異なるが、いずれのSEPCMにおいても、乾燥養生材令が長くなるのに従って、その引張強さは増加し、その切断時の伸び率は低下する傾向にある。この伸び率の低下は、コンクリートのひび割れに対する追従性が低下することであり、伸び率の低下がどの程度まで進行するかが問題である。又、一般に、水中浸せき後のSEPCMの引張強さ及び切断時の伸び率が、乾燥養生後のそれと比較して、著しく低下することから、SEPCMの耐水性の改善が望まれる。

(2) 温冷繰り返し後のSEPCMの引張接着強さが、乾燥養生後のその約1/2に低下することから、接着耐久性が疑問視される。

(3) SEPCMを塗布することによって、コンクリートの透水に対する抵抗性及び遮塩性はかなり改善されるが、その程度はSEPCMの種類によって異なる。

(4) SEPCMの種類にかかわらず、SEPCM塗布コンクリートの中性化に対する抵抗性は著しく優れる。

参考文献

- [1] 室井宗一：高分子ラテックス入門，工文社，p.p.95-124，1980.