

# フライアッシュを混入したポリマーセメントモルタルの開発

高知高専専攻科 学生会員 ○清水成 高知高専 正会員 横井克則 近藤拓也  
四国電力 正会員 野村悠太 羽根産業社 非会員 佃幸壽

## 1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物の老朽化、高速道路、トンネルなどの表面剥離、耐久性の低下などの問題が増加している。しかし、経済的な問題からも新たに構造物を建設することはできず、補修材料による構造物の寿命を延命させることが主な対応策である。また、フライアッシュは近年のセメント需要の低迷により、セメント材料としての再利用量の増加が限界近くになりつつあり、有効利用技術の開発が急務となっている。本研究では、ポリマーセメントモルタル(以下 PCM と呼ぶ)材料としてのフライアッシュ使用の可能性を探ることを目的に、圧縮強度試験、曲げ強度試験、付着強度試験及び長さ変化試験の 4 つの試験を計 12 配合で行い、フライアッシュの更なる利用開拓を目指す。

## 2. 実験方法

### 2.1 供試体の使用材料及び配合

各供試体の配合を表 1、表 2 に示す。本研究では、予備試験として 6 配合で試験を行い、結果に応じて混和材料の混入率を変更し、本試験として 8 配合で検討試験を行った。予備試験及び本試験ともに内 2 配合は各性能の比較検討用試料であり、高知県内で製造されている PCM 及びドライモルタルを用いた。なお、本試験における DM と PCM については表 1 の予備試験と同じ配合とした。比較検討用試料のモルタルは PCM、ドライモルタル(セメント:砂=1:2.5)は DM と表記した。本研究の検討配合は PC1 から PC10 と呼称する。セメントは、普通ポルトランドセメントと早強ポルトランドセメント、フライアッシュはⅡ種を使用した。細骨材は土佐湾産の脱塩済の細砂を使用し、混和材料として、ポリマーはエチレン酢酸ビニル(EVA 系)、繊維はビニロン短繊維、減水剤はアルキレンオキシド付加物(粉体)で、膨張材は石灰系を使用した。

### 2.2 試験方法

供試体の作成は、JIS A 1132:2006「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」に定められている方法で行った。寸法は、円柱供試体は $\phi 50 \times 100\text{mm}$ で作製し、角柱供試体は、長さ変化試験用は $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ で作製し、促進中性化試験用は $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ で作製した。また、圧縮強度試験、曲げ強度試験、長さ変化試験用供試体については JIS A 1171、促進中性化試験用供試体は JIS A 1153 に従い養生を行った。圧縮強度試験は、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて、材齢 7、28、91 日で行い、各材齢、1 配合につき円柱供試体 3 本、合計 126 本の圧縮強度試験を実施した。曲げ試験は本試験でのみ、JIS R 5201:2015「付属書 C 強さ試験」「C.3.6.5」に規定されている装置、「C.8.1」に準じて、材齢 28 日で各配合 3 本ずつ曲げ強度試験を行った。長さ変化試験は、JIS A 1129-2(モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法-第 2 部:コンタクトゲージ方法)に準じて、材齢 1、2、4、8 及び 13 週の各週で試験を行った。付着強度試験は、試験前の準備として JIS R 5201 の 11.5(供試体の作り方)に規定する方法によって調整したモルタル基盤上に、各配合の PCM を打込み、供試体として形状及び寸法を、 $40 \times 40\text{mm}$ の正方形となるよう 5 箇所カットした。その後、JIS A 1171(ポリマーセメントモルタルの試験方法)に準じて試験を行った<sup>1)</sup>。

表 1 予備試験における各供試体の配合

検討項目	DM	PC1 普通 セメント	PC2 早強 セメント	PC3 PC2 水量調節	PC4 PC2 収縮低減	PCM 比較検討 試料
普通セメント	100	80	早強80	早強80	早強80	100
天然砂	250	250	250	250	250	200
FAⅡ種		20	20	20	20	0
粉末ポリマー		5	5	5	5	4.8
繊維		0.8	0.8	0.8	0.8	1.6
減水剤				1		
膨張材					4	
W/C	50	65.6	65.6	50	65.6	65.6

表 2 本試験における各供試体の配合

検討項目	PC5 PC4 +減水剤	PC6 PC4 +減水剤 収縮低減	PC7 PC6 収縮低減 増量	PC8 PC7 膨張材 増量	PC9 DM セメント 砂	PC10 PC6 水量調節 セメント
普通セメント	早強80	早強80	早強80	早強80	普通100	早強 90
天然砂	250	250	250	250	225	240
FAⅡ種	20	20	20	20	20	20
粉末ポリマー	5	5	5	5		5
繊維	0.8	0.8	0.8	0.8		0.8
減水剤	1	1	1	1		1
膨張材	4	4	4	6		4
収縮低減剤		2	3	3		2
W/C	58.8	58.8	58.8	58.8	50	55.6

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果を図1に示す。予備試験結果から、寸法安定性に与える影響を考慮し、PC3及び膨張材を使用したPC4をベースに、水量を調整した配合を本試験で検討した。一般的なRC構造物の補修材としての使用を考え、28日の目標強度を $30\text{N/mm}^2$ に設定した。その結果、全配合で満足する結果となった。PC7及びPC8は本試験の他配合より低強度であるが、収縮低減剤が今回の配合の中で最も多かつたため、強度の低下に影響したと考えられる。また、PC9は強度の低下はなく、フライアッシュの配合量は、本試験の全8配合において同じであることから、フライアッシュの使用が圧縮強度へもたらす影響はないものとする。

#### 3.2 曲げ強度試験

曲げ強度試験の結果を図2に示す。曲げ強度試験は、本試験の計8配合でのみ実施した。目標28日強度としている $6.0\text{N/mm}^2$ を、全配合で満足する結果となった。PC5、PC6、PC7で収縮低減剤の使用による曲げ強度の低下が少し見られたが、いずれも目標以上の値である。同様に、収縮低減剤を使用しているPC8がそれ以上の値を得られた要因としては、PC5、6、7に比べて膨張材の配合量が多いためである<sup>2)</sup>。また、フライアッシュを使用していないPCMの強度と同程度であることから、フライアッシュの使用が曲げ強度へもたらす影響はないものとする。

#### 3.3 付着強度試験

付着強度試験の結果を図3に示す。付着強度は、全配合とも目標28日強度としている $1.5\text{N/mm}^2$ を、全配合で大幅に満足する結果が得られた。PC5、PC6、PC7で収縮低減剤の使用による付着強度の低下が少し見られたが、いずれも目標性能以上の値である。同様に、収縮低減剤を使用しているPC8は膨張材の配合増量により、少し高い強度が得られた。また、圧縮強度や曲げ強度と同様に、フライアッシュを使用していないPCMと検討用供試体(PC5からPC10)の強度が同程度であることから、フライアッシュの使用が付着強度へもたらす影響はないものとする。

#### 3.4 長さ変化試験

長さ変化試験の結果(本試験のみ)を図4に示す。長さ変化率の目標は検討試料のPCM以下である。全8配合の中で、PC8の長さ変化率が最も小さい結果となった。これは、PC8の収縮低減剤と膨張材の配合量が他の配合に比べ、最も多かつたからである<sup>2)</sup>。以上のことから、フライアッシュの使用が長さ変化へもたらす影響はないものとする。

### 4. まとめ

- (1) ポリマーセメントモルタルにセメント置換で20%程度のフライアッシュを使用できる可能性が確認できた。
- (2) フライアッシュを使用したポリマーセメントモルタルにおいても、減水剤、膨張材、収縮低減剤などの混和材料の混入率によって、強度や長さ変化を改善することができた。

### 5. 参考文献

- 1) 公益社団法人 土木学会：コンクリート標準示方書 規準編、2018年制定
- 2) 中平直樹：各種混和材料を用いたポリマーセメントモルタルの耐久性の検討、土木学会年次学術講演会講演概要集、pp1205-1206、2015年

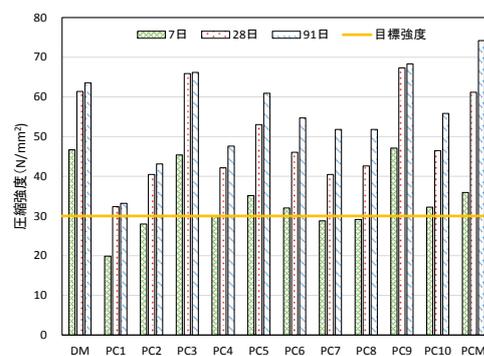


図1 圧縮強度試験結果

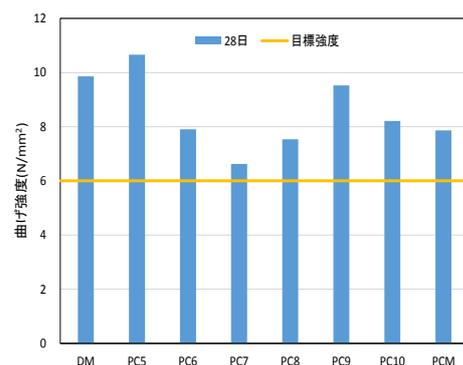


図2 曲げ強度試験結果

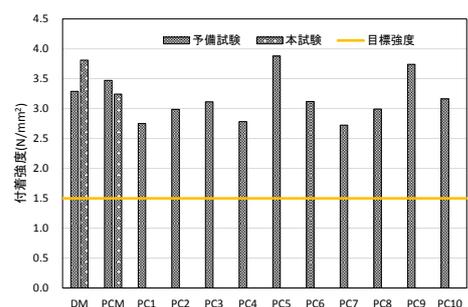


図3 付着強度試験結果

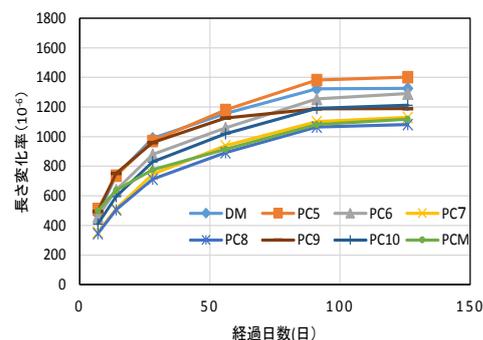


図4 長さ変化試験結果