

付録

補修した荷重支持部材の耐火性能に関する日本建築学会大会報告

出典：日本建築学会 2012 年度大会（東海）学術講演梗概集，A-1 材料施工

- ・ 道越真太郎ほか：ポリマーセメントモルタルを用いて補修施工した鉄筋コンクリート造床試験体の耐火試験 その 1 実験計画， pp.1115-1116
- ・ 梅本宗宏ほか：ポリマーセメントモルタルを用いて補修施工した鉄筋コンクリート造床試験体の耐火試験 その 2 実験結果， pp.1117-1118
- ・ 森田武ほか：ポリマーセメントモルタルを用いて補修施工した鉄筋コンクリート造柱の耐火実験 その 1 実験概要および実験経過， pp.1119-1120
- ・ 松戸正士ほか：ポリマーセメントモルタルを用いて補修施工した鉄筋コンクリート造柱試験体の耐火実験 その 2 軸方向変位および部材温度測定結果， pp.1121-1122

ポリマーセメントモルタルを用いて補修施工した鉄筋コンクリート造床試験体の耐火試験
その1 実験計画

正会員 ○道越真太郎*1 同 遊佐 秀逸*2 同 野口 貴文*3
同 山崎 裕一*4 同 吉田 敏之*5 同 大岡 督尚*6
同 吉岡 昌洋*7 同 加納 嘉 *8 同 森田 武*9
同 唐沢 智之*10 同 梶田 秀幸*11 同 加藤 雅樹*1

ポリマーセメントモルタル 耐火性 耐火実験
鉄筋コンクリート 剥落防止 床

1. はじめに

ポリマーセメントモルタル(以下、PCM)で断面補修したRC部材が耐火性能を発揮するには、PCMが爆裂しない、剥落しない必要がある。鉄筋コンクリート床を対象に、適切な剥落防止工法を把握することを目的として、爆裂しないことが確認されたPCM¹⁾で床下面を補修して耐火実験を実施した。本稿では実験計画について報告する。

2. 実験計画

2.1 試験体

試験体一覧を表1、試験体形状寸法を図1に示す。試験体数は6体で、No.1試験体は健全なRC床を想定した基準断面で、かぶり厚さは標準的な設計の30mmとした。

No.2試験体は、経年劣化による局所的なPCM補修を想定したもので、床下面に複数の補修を行った。パラメータは補修範囲(□10×10cm、□30×30cm、□50×50cm)、補修深さ(10mm、40mm、70mm)、PCM剥落防止用のアンカーピンの有無である(図2参照)。

No.3~No.6試験体は、基準断面に対し、鉄筋が全体に下がったことで、かぶり不足が生じた床を想定した。PCM厚さは、床の法定かぶり厚20mmを確保すべく、コンクリートかぶり厚さ(以下、CONかぶり厚さ)とPCM厚さの和が20mmになるように設定した。

CONかぶり厚さはNo.3、No.5試験体が10mm、No.4、No.6試験体が零、剥落防止材はNo.3、No.4試験体にメッシュ、No.5、No.6試験体にワイヤーを用いた。

コンクリート調合、圧縮強度と含水率を表2、表3に示す。鉄筋はSD345のねじ節鉄筋で、降伏点355N/mm²、引張強さ514N/mm²、伸び25.2%である。PCMは市販の既調合タイプで、ポリマーは酢酸ビニル共重合樹脂(EVA)、セメントに対するポリマーの重量比は2%である。

表1 試験体一覧

試験体	CONかぶり厚さ	PCM補修範囲	PCM厚さ	剥落防止材
No.1	30mm	なし	なし	なし
No.2	—	局所	10, 40, 70mm	アンカーの有無
No.3	10mm	下面全面	10mm	ファイブメッシュ
No.4	0mm	下面全面	20mm	ファイブメッシュ
No.5	10mm	下面全面	10mm	ワイヤー
No.6	0mm	下面全面	20mm	ワイヤー

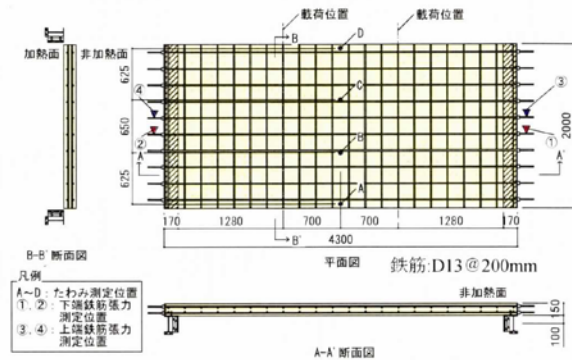


図1 試験体形状寸法

表2 コンクリート調合

W/C (%)	単位量(kg/m ³)						空気量 (%)
	W	C	S1	S2	G1	G2	
60.4	167	277	632	271	652	289	2.77

セメント C: 普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³)
細骨材 S1: 富津市湊産砂70%, 呉川郡仁淀町産砂30%(表乾密度2.61g/cm³)
細骨材 S2: 秩父産砕砂(2.63g/cm³)
粗骨材 G1: 大月産砕石(表乾密度2.62g/cm³), G2: 秩父産砕石(2.7g/cm³)
混和剤 Ad: AE減水剤標準形種

表3 コンクリート圧縮強度と含水率

試験体	圧縮強度 N/mm ²	ヤング率 ×10 ⁴ N/mm ²	ポアソン比	含水率 (%)			
				コンクリート	PCM厚さ(mm)		
					10	20	40
No.1	33.9	3.1	0.25	3.2	—	—	—
No.2	36.5	2.95	0.2	3.6	5.3	—	6.4
No.3	33.9	3.1	0.25	3.2	6.0	—	—
No.4	33.9	3.1	0.25	3.2	—	6.2	—
No.5	38.7	3.14	0.22	3.3	5.3	—	—
No.6	38.7	3.14	0.22	3.3	—	5.5	—

2.2 剥落防止工法

No.3~No.6試験体のPCMの施工は、比較的広範囲の補修となるため、吹付け工法を採用した(写真1参照)。No.3、No.4試験体は剥落防止材としてファイブメッシュ(SUS304、線径1.2mm-ピッチ25mm)を伏せ、コンクリートに@400mmで打込んだねじ式アンカー(SUS410、L=75mm)にステンレス線で固定した。この際、ステンレス線とアンカーを強固に固定するためにアンカー頭部にφ20mmのステンレスワッシャー(SUS410)を入れた。

Fire Resistance Test on RC Slab Repaired
by Polymer-Modified Cement Mortar
(Part I Outline of Experiments)

MICHIKOSHI Shintaro, YUSA Shuitsu, NOGUCHI Takafumi,
YAMASAKI Yuichi, YOSHIDA Toshiyuki, OH-OKA Tokunao
YOSHIOKA Masahiro, KANO Yoshimi, MORITA Takeshi
KARASAWA Tomoyuki, KAJITA Hideyuki, and KATO Masaki

また、コンクリート面にメッシュが密着しないように要所においてワッシャーをスペーサーとして挿入した。

No.5、No.6 試験体はコンクリートに@400mm で打込んだアンカーに剥落防止材としてワイヤー（SUS304、#20(φ0.85mm)）を巻付けながら配置した（写真 2 参照）。この際、コンクリート面にワイヤーが密着しないよう、団子状のPCM をスペーサーとして要所に挿入した。



写真 1 PCM 吹付け状況 写真 2 ワイヤー巻付け状況

2.3 実験方法

試験体に基準断面の長期許容モーメントを加えた後、ISO834 による加熱を 2 時間行った。ただし、No.2 試験体は経年劣化による補修を想定しているため、無載荷とした。載荷は四点曲げの単純梁形式とし、図 1 に示す位置を油圧ジャッキにて載荷した（写真 3 参照）。単純梁形式とした理由は、断面が同じ両端固定と両端ビンの部材に長期許容曲げモーメントが作用する場合、両端ビンの部材の方が破壊時の下端鉄筋の温度が低く、安全側の評価を与えるためである。ただし、両端ビンの鉄筋コンクリート曲げ部材は、渡り廊下やプレストレス部材などに限定され、数は少ない。

長期許容モーメント（25.1kN・m）は、鉄筋の規格値を用いて算出した。なお、長期許容モーメントの約 6 割は自重が占める。試験体温度測定位置を図 3 に示す。

PCM が加熱時に剥落するなど、鉄筋とコンクリートの付着が低下すると、荷重支持機構はタイドアーチ型に移行し、材端部の鉄筋が試験体中央方向に引き込まれる。そこで、付着低下の有無を検出するために、ねじ鉄筋を材端部から 200mm 伸ばし、ロードセルを設置し、鉄筋端部張力の変化を測定した（図 4 参照）。試験体のたわみ測定位置は図 1 に示した。

3 まとめ

PCM で補修した鉄筋コンクリート床の耐火実験計画について報告した。

謝辞 本報告は平成 22・23 年度国土交通省建築基準法整備促進事業「15.防火・避難対策等に関する実験的検討」における成果の一部をまとめたものである。共同研究先の(独)建築研究所ならびに本検討の実施にあたり組織したポリマーセメントモルタル検討委員会の関係者各位に厚く御礼申し上げます。

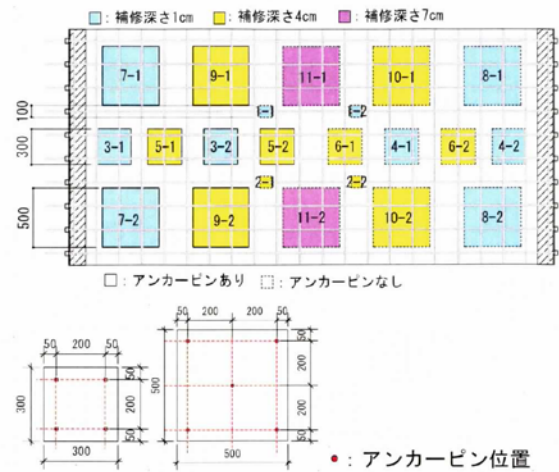


図 2 No.2 試験体の PCM 補修

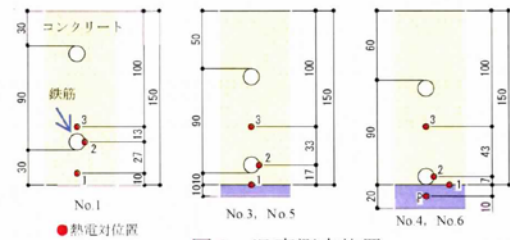
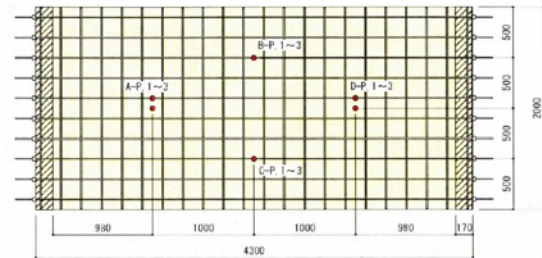


図 3 温度測定位置

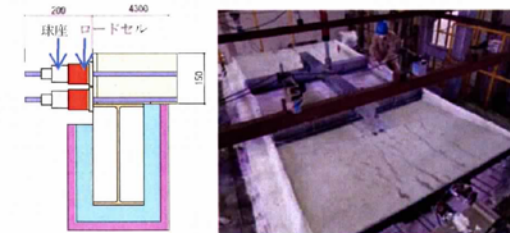


図 4 鉄筋端部張力測定 写真 3 実験状況

参考文献

- 1) 山田他：補修用ポリマーセメントモルタルの耐火性評価に関する実験 その 2 壁試験体の加熱実験結果，日本建築学会大会学術講演梗概集 2012

*1 大成建設 TAISEI Corporation, *2 ベターリビング Center for Better Living, *3 東京大学 The Univ. of Tokyo

*4 銭高組 The ZENITAKA Corporation, *5 大日本土木 Dai Nippon Construction, *6 東急建設 Tokyu Construction

*7 長谷工コーポレーション HASEKO Corporation, *8 三井住友建設 SumitomoMitsui Construction, *9 清水建設 Shimizu Corporation, *10 鉄建建設 TEKKEN CORPORATION, *11 前田建設工業 Maeda Corporation

ポリマーセメントモルタルを用いて補修施工した鉄筋コンクリート造床試験体の耐火試験

その2 実験結果

	正会員	○梅本 宗宏*1	同	遊佐 秀逸*2	同	野口 貴文*3
	同	道越真太郎*4	同	森田 武*5	同	山田 人司*6
	同	起橋 孝徳*7	同	唐沢 智之*8	同	中瀬 博一*9
	同	松戸 正士*10	同	梶田 秀幸*11	同	加藤 雅樹*4
ポリマーセメントモルタル	耐火性	加熱実験				
鉄筋コンクリート	脱落防止	床				

1. はじめに

本稿(その2)では、ポリマーセメントモルタル(以下、PCM)で下面を断面補修した RC 床部材で実施した耐火実験結果について報告する。

2. 実験結果概要

2.1 各試験体の実験状況

(1) 試験体 No.1 無補修(健全な RC スラブ)

実験後の状況を写真 1 に示す。加熱中に爆裂は無かった。実験後の試験体観察時には、加熱面全体にひび割れが見られるものの、コンクリートの剥落は見られなかった。

(2) 試験体 No.2 パッチ補修

実験後の状況を写真 2 に示す。加熱中に爆裂や剥落は無かった。しかしながら、加熱終了後の試験体取り出し時に、50cm 角と 30cm 角の補修深さ 1cm(共にアンカー無し)の PCM が剥落した。

(3) 試験体 No.3 (PCM10mm, メッシュ)

加熱中に爆裂は無かった。実験後の試験体観察時には、加熱面全体にひび割れが見られるものの、ポリマーセメントモルタルの剥落は見られなかった。鉄筋端部の張力は、加熱前の載荷時に 2~4kN ほど増加したものの、加熱中はほとんど変化せず、鉄筋の付着力の低下は見られなかった。

(4) 試験体 No.4(PCM20mm, メッシュ)

加熱中に爆裂は無かった。実験後の試験体観察時には、加熱面全体にひび割れが見られるものの、ポリマーセメントモルタルの剥落は見られなかった。鉄筋端部の張力は、加熱前の載荷時に 1~4kN ほど増加したものの、加熱中はほとんど変化せず、鉄筋の付着力の低下は見られなかった。

(5) 試験体 No.5(PCM10mm, ワイヤ)

加熱 6 分、加熱 8 分に PCM の落下を確認した。鉄筋端部の張力は、加熱前の載荷時および加熱中にほとんど変化せず、鉄筋の付着力の低下は見られなかった。

(6) 試験体 No.6(PCM30mm, ワイヤ)

実験後の状況を写真 3 に示す。加熱 21 分からその後 2 分間ほど、PCM が落下した。また、加熱 70 分で試験体中央幅方向に 0.5m 程度の長さで PCM のひび割れが開き浮いている様子を確認した。鉄筋端部の張力は、加熱前の



写真1 No.1(無補修)実験後の状況



写真2 No.2(パッチ補修)実験後の状況 剥落



写真3 No.6(PCM20mm, ワイヤ)実験後の状況

Fire Resistance Test on RC Slab Repaired
by Polymer-Modified Cement Mortar
(Part2 Results of Experiments)

UMEMOTO Munehiro, YUSA Shuitsu, NOGUCHI Takafumi,
MICHIKOSHI Shintaro, MORITA Takeshi, YAMADA Hitoshi,
OKIHASHI Takanori, KARASAWA Tomoyuki, NAKASE Hirokazu,
MAISUDO Masashi, KAJITA Hideyuki and KATO Masaki

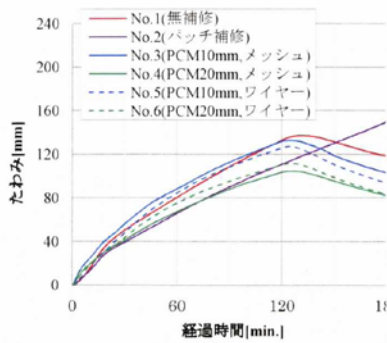


図1 中央たわみの経時変化

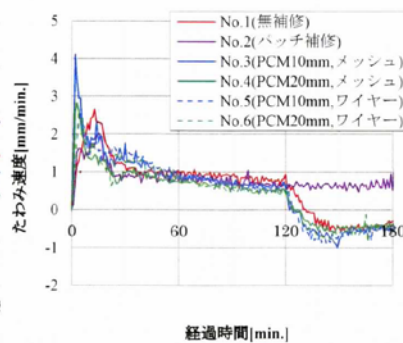


図2 中央たわみ速度の経時変化

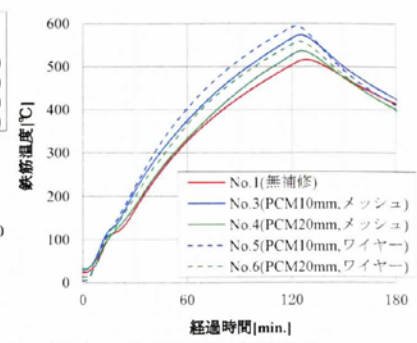


図3 鉄筋温度の経時変化

荷重時にはほとんど変化せず、加熱中は加熱 21 分で 0.5 kN 程度増加したものの、その後は変化せず、鉄筋の付着力の低下は見られなかった。

2.2 各試験体の比較

図 1 に中央たわみ経時変化を、図 2 に中央たわみ速度経時変化を、図 3 に鉄筋温度の経時変化を、図 4 に裏面温度の経時変化をそれぞれ示す。中央たわみは、No.1(無補修)と No.3,5(PCM10mm)はほぼ同等であり、No.4,6(PCM20mm)よりも大きくなった。No.4,6(PCM20mm)は鉄筋が下がっているため応力中心間距離が他の試験体よりも相対的に長く、鉄筋の負担応力が小さいためと考えられる。中央たわみ速度は加熱初期に違いが見られるが、各試験体ともほぼ同等であった。鉄筋温度は、No.1(無補修)と比べて、PCM で補修した No.3~6 の試験体がやや高くなっているが、裏面温度では No.1(無補修)と比べて、PCM で補修した No.3~6 の試験体が低い結果となっている。よって、ポリマーセメントモルタルで補修した床の耐火性能は、無補修と同等、あるいはそれ以上であると言える。

しかしながら、No.5 と No.6 試験体は加熱中にポリマーセメントモルタルが落下したことから、ポリマーセメントモルタルの剥落防止材としてのワイヤー使用は不適切と考えられる。メッシュに比べワイヤーによる補強方法は、アンカー頭にワイヤーを巻きつけるのみであるためワイヤーが抜け出し易く、また補強されていない部分の面積がメッシュに比べ大きいためと考えられる。

3 まとめ

健全な R C 床試験体 (No.1)、床下面全面をポリマーセメントモルタルで補修した R C 床試験体 (No.3~6) の荷重加熱実験、局所的な範囲をポリマーセメントモルタル

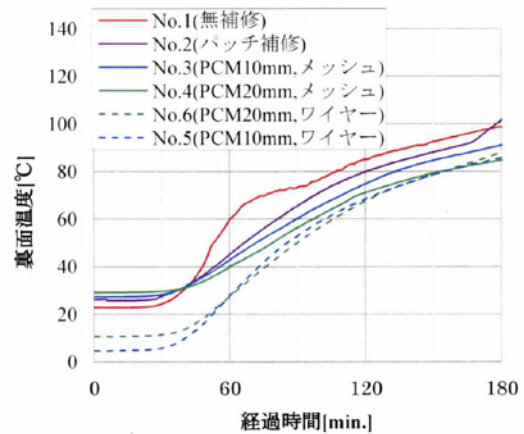


図4 裏面温度の経時変化

で補修した試験体 (No.2) の加熱実験を行い、以下の結論を得た。

- 1) 局所的な範囲をポリマーセメントモルタルで補修する場合、火災後にポリマーセメントモルタルが脱落する可能性があるため、脱落防止用のアンカーピンを設置する必要がある。
- 2) 床下面全面をポリマーセメントモルタルで補修する場合、ポリマーセメントモルタルで補修した床は、無補修と同等、あるいはそれ以上の耐火性能を有する。
- 3) 面的に補修する場合は、ポリマーセメントモルタルの剥落防止材としてメッシュの使用が有効である。

謝辞 本報告は平成 22・23 年度国土交通省建築基準法整備促進事業「15.防火・避難対策等に関する実験的検討」における成果の一部をまとめたものである。共同研究先の(独)建築研究所ならびに本検討の実施にあたり組織したポリマーセメントモルタル検討委員会の関係者各位に厚く御礼申し上げます。

*1 戸田建設 *2 ベターリビング *3 東京大学 *4 大成建設 *5 清水建設 *6 ハザマ *7 奥村組 *8 鉄建建設 *9 ビー・エス三菱 *10 フジタ *11 前田建設工業 *1 TODA CORPORATION *2 Center for Better Living *3 The Univ. of Tokyo *4 TAISEI Corporation *5 Shimizu Corporation *6 HAZAMA CORPORATION *7 Okumura Corporation *8 TEKKEN CORPORATION *9 P.S. Mitsubishi Construction *10 Fujita Corporation *11 Maeda Corporation

ポリマーセメントモルタルを用いて補修施工した鉄筋コンクリート造柱の耐火実験
(その1 実験概要および実験経過)

正会員 ○ 森田 武^{*1} 同 松戸 正士^{*2} 同 遊佐 秀逸^{*3}
同 野口 貴文^{*4} 同 安田 正雪^{*5} 同 神代 泰道^{*6}
同 住 学^{*7} 同 山崎 裕一^{*8} 同 大岡 督尚^{*9}
同 吉岡 昌洋^{*10} 同 加納 嘉^{*11} 同 唐沢 智之^{*12}

ポリマーセメントモルタル 補修 鉄筋コンクリート造柱
 載荷加熱実験 爆裂 標準加熱曲線

1. はじめに

著者らは、ポリマーセメントモルタル（以下、PCM）を用いて躯体コンクリートを補修する際の懸念事項である強度特性や耐火性などに関してデータを蓄積してきた^{1)~3)}。

本研究は、鉄筋の芯ずれによってかぶり厚さが不足した場合を想定し、ポリマーセメントモルタルで断面補修した鉄筋コンクリート造柱（以下、RC 柱）に関して載荷加熱実験を実施して、圧縮応力下におけるポリマーセメントモルタルの高温性状および柱の荷重支持能力に対する鉄筋の偏芯の影響を確認することを目的とする。本報（その1）では、実験の概要および実験経過について報告する。

2. 実験概要

2.1 試験体

図1に試験体の断面形状を示す。試験体は2体とし、断面を500×500mm、柱の長さを3,300mmとした。配筋は、主筋を8-D22 (SD345: $p_g=1.24\%$)、帯筋を田-D10@100

(SD295A: $p_w=0.48\%$)とした。表1に引張強度試験結果を示す。コンクリートは呼び強度30N/mm²とした。表2に調査・材料、表3に圧縮強度試験結果（現場封緘養生）を示す。

かぶり厚さは、帯筋の芯ずれによるかぶり厚さ不足を想定して帯筋の中心を西側へ20mm、南側へ40mmずらして配したため、試験体の各面で異なる（表4）。なお、図1、表4中の方角は加熱炉内における配置方向を示す。

断面補修に用いるPCMは市販品（吹付け工法）を用いた。試験体は、コンクリート打設・脱型後室内での気中養生とし、PCMによる断面補修は、No.1試験体を材齢20日、No.2試験体を材齢約300日後に実施した。

2.2 実験条件

表4に実験条件を示す。実験因子は、RC柱をPCMで断面補修する際の剥落防止工法およびその厚さとした。PCMの補修厚さは10、20および30mmとした。剥落防止工法は、ステンレス製のメッシュ（線径:1.2mm、ピッチ:25mm）

表1 鉄筋の引張強度試験結果

種類	呼び名	規格	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
主筋	D22	SD345	374	565	19.4
帯筋	D10	SD295A	364	493	22.6

表2 コンクリートの調査および使用材料

W/C (%)	単位量(kg/m ³)				SP (C×%)
	W	C	S	G	
45.9	167	364	738	1005	1.07

[使用材料]: 水(W):地下水、セメント(C):普通ポルトランドセメント、細骨材(S):鹿嶋市産陸砂、粗骨材(G):小山市産川砂利、混和剤(SP):AE減水剤

表3 コンクリートの圧縮強度試験結果

材齢(日)	28	203	342
圧縮強度 σ_B (N/mm ²)	39.5	46.7 (No.1)	45.7 (No.2)

表4 実験条件

試験体	施工面	コンクリートかぶり厚さ (mm)	PCM補修厚さ (mm)	剥落防止工法
No.1	南	0	30	M1
	西	20	10	
	北	80	—	
	東	60	—	
No.2	南	0	20	M1
	西	20	10	M3
	北	80	10	M2
	東	60	10	Y1

剥落防止工法

記号	メッシュ ^{※1}		アンカー ^{※2}		ワッシャー ^{※3}	
	線径 (mm)	ピッチ (mm)	長さ (mm)	径 (mm)	使用枚数	表裏
M1	1.2	25	ネジ式	75	40	1枚0枚
M2	1.2	25		75	40	1枚1枚
M3 ^{※3}	1.2	25		75	20	1枚2枚
Y1	0.9	—	75	—	—	—

※1: SUS304、※2: SUS410

※3: 上部30mm、下部12mmのスリット

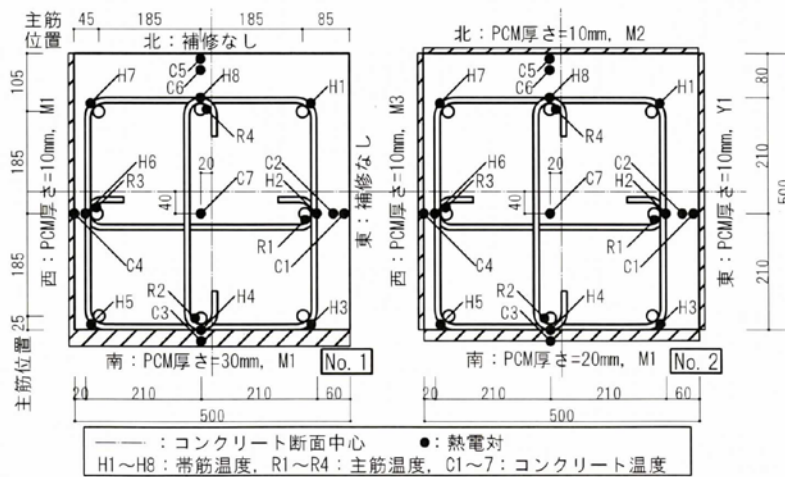


図1 試験体の断面形状

Fire Resistance Test on RC Column Repaired with Polymer-Modified Cement Mortar
(Part 1: Outline and Overview of Tests)

MORITA Takeshi, MATSUDO Masashi, YUSA Shuitsu,
NOGUCHI Takafumi, YASUDA Masayuki, KOSHIRO Yasumichi,
SUMI Manabu, YAMASAKI Yuichi, OH-OKA Tokunao,
YOSHIOKA Masahiro, KANO Yoshimi, KARASAWA Tomoyuki

をネジ式アンカー(L=75mm)とワッシャー(φ40mm)を用いて留め付ける工法(M1)を標準とした。それに対して、M2はPCM施工時にメッシュとコンクリート躯体側の間隔を保持するためにその間にワッシャーを追加したケース、M3はワッシャーの裏側へのPCMの充填性が良くなるようにワッシャーの径(φ20mm)を変更し、载荷軸力が直接PCMに導入されないように試験体の上下にスリットを設けたケースである。また、Y1はステンレス製メッシュの代わりに、ステンレス製ワイヤー(線径:0.9mm、SUS304)を用いた。ステンレス製ワイヤーは、約400mm間隔で取り付けたネジ式アンカーに巻きつけながら留めつけた。尚、No.2試験体の断面補修に当たっては、試験体各面のPCMが干渉しないように、隅角部に目地を設けた(図1参照)。

2.3 実験方法

実験は、一定軸力を载荷しながら加熱を行う载荷加熱実験とした。柱に载荷する軸力は $(\sigma_B/3) \times$ 柱断面積(σ_B :コンクリートの圧縮強度、表3参照)とした。試験材齢は、No.1試験体でコンクリート打設後207日(PCM施工後:186日)、No.2試験体でコンクリート打設後346日(PCM施工後:48日)である。

载荷加熱実験は、(財)建材試験センターの四面柱载荷加熱炉(最大载荷能力(軸力):5MN)を用い、ISO834の加熱温度時間曲線に沿って5時間加熱した。加熱終了後の冷却過程は、加熱開始から12時間(加熱終了後7時間)経過するまでとし、その間は軸力を一定に保持した。また、部材温度の計測は、加熱開始から24時間経過するまで続けた。

3. 実験経過

加熱終了後の試験体の状況を写真1に示す。No.1試験体は、加熱8分後にPCM10mm施工面(西面)の柱高さ中央付近が爆裂した。加熱16分後にはコンクリート面(東面)の柱高さ中央付近が爆裂した。PCM30mm施工面は表面にひび割れが観察されたものの爆裂・剥落は生じなかった。

No.2試験体は、ワイヤー張りによるPCM10mm施工面(東面)で加熱開始後295分にPCM層の全面的なはく離を生じた。他の施工面ではPCM層に浮き・はく離を生じていたが、爆裂・脱落はしなかった。

4. まとめ

実験の結果、PCMの層厚が10mmと20mmの場合では、PCM層の浮き・はく離が認められたが、顕著な爆裂は生じなかった。層厚30mmでは爆裂・剥落は生じなかった。このことから、PCMに長期荷重(圧縮力)が加わる柱部材等については、PCMの爆裂性状に対する圧縮応力の影響は大きくないと考えられ、载荷加熱実験で脱落防止工法の効果を確認する必要があると考えられる。

付記:本報告は平成22・23年度国土交通省建築基準法整備促進事業「15.防火・避難対策等に関する実験的検討」における成果の一部をまとめたものである。

参考文献

- 1) 濱崎、梶田他:補修用ポリマーセメントモルタルの力学性状および発熱性状に関する実験(その1~その2)、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-1、pp.145-148、2010.9
- 2) 濱崎、野中、鈴木他:補修用ポリマーセメントモルタルの耐久性および吸熱特性に関する実験、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-1、pp.277-282、2011.8
- 3) 住、唐沢他:ポリマーセメントモルタルを用いて補修施工した壁試験体の耐火試験、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-1、pp.283-286、2011.8

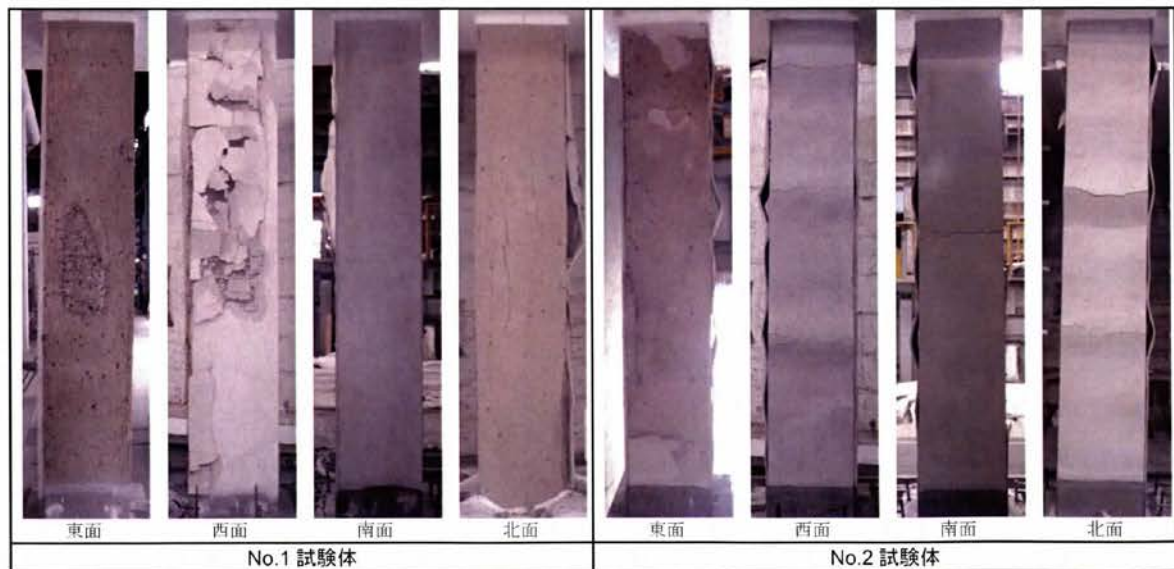


写真1 加熱実験後の状況

*1 清水建設	*5 東洋建設	*9 東急建設	*1 Shimizu Corporation	*5 Toyo Construction	*9 Tokyu Construction
*2 フジタ	*6 大林組	*10 長谷工コーポレーション	*2 Fujita Corporation	*6 Obayashi Corporation	*10 HASEKO Corporation
*3 ベターリビング	*7 鴻池組	*11 三井住友建設	*3 Center for Better Living	*7 KONOIKE CONSTRUCTION	*11 SumitomoMitsui Construction
*4 東京大学	*8 錢高組	*12 鉄建建設	*4 The University of Tokyo	*8 The ZENITAKA Corporation	*12 TEKKEN CORPORATION

ポリマーセメントモルタルを用いて補修施工した鉄筋コンクリート造柱試験体の耐火実験
(その2 軸方向変位および部材温度測定結果)

正会員 ○松戸 正士^{*1} 同 森田 武^{*2} 同 遊佐 秀逸^{*3}
同 野口 貴文^{*4} 同 関田 徹志^{*5} 同 安田 正雪^{*6}
同 小島 正朗^{*7} 同 道越真太郎^{*8} 同 起橋 孝徳^{*9}
同 唐沢 智之^{*10} 同 中瀬 博一^{*11} 同 加藤 雅樹^{*8}

ポリマーセメントモルタル 補修 鉄筋コンクリート造柱
 載荷加熱実験 爆裂 部材温度

1. はじめに

本報(その2)では、ポリマーセメントモルタル(以下、PCM)を用いて補修施工した鉄筋コンクリート造柱の載荷加熱実験から得られた実験結果の内、軸方向変位および部材温度に関して報告する。

2. 実験結果

表1に軸方向変位および部材温度測定結果の一覧を示す。

軸方向変位は、試験装置の下部に取り付けた2台の変位計(東西側に設置)を用いて加力ジャッキのストロークを計測し、その平均値を示した。部材温度は、試験体各面の辺央部分に取り付けた熱電対の測定結果を示した。尚、コンクリート温度は試験体の表面から10mmの深さの部分の温度を示してある。

2.1 軸方向変位

図1にNo.1およびNo.2試験体の軸方向変位の経時変化を示す。

いずれの試験体とも加熱開始から加熱に伴う熱膨張により伸び変形を示し、No.1試験体では約60分、No.2試験体では約100分で最大伸びとなった。その後、部材の温度上昇に伴う軸剛性の低下により、軸方向変位は収縮方向へと

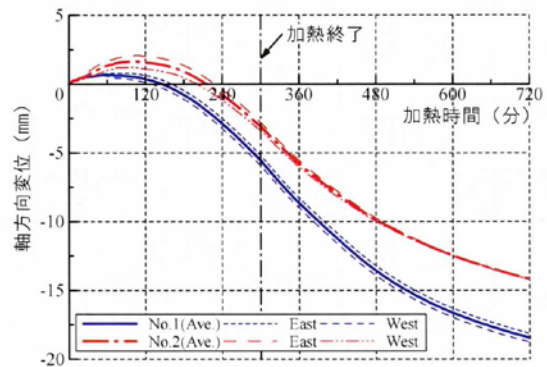


図1 軸方向変位の経時変化

表1 軸方向変位および部材温度測定結果一覧

試験体	軸方向変位平均値 (mm) [伸び+縮み-]		施工面	コンクリート かぶり 厚さ (mm)	PCM 補修 厚さ (mm)	コンクリート温度: (°C)		主筋温度: (°C)		帯筋温度: (°C)		中心温度: (°C)	
	最大 伸び	載荷 終了時				上段: 熱電対記号		上段: 熱電対記号		上段: 熱電対記号		上段: 熱電対記号	
						中段: 180分時	下段: 最高温度	中段: 180分時	下段: 最高温度	中段: 180分時	下段: 最高温度	中段: 180分時	下段: 最高温度
No.1	0.7	-18.5	南	0	30	C3 854 921	C3 751 881	R2 366 578	R2 362 572	H4 495 709	H4 358 556	C7 115 393	C7 106 381
			西	20	10	C4 966 1072	C4 832 945	R3 484 1373	R3 474 1373	H6 681 1372	H6 579 794		
			北	80	-	C5 797 959	C5 857 1001	R4 130 421	R4 143 419	H8 167 442	H8 190 448		
			東	60	-	C1 1102 1175	C1 906 1039	R1 401 583	R1 288 471	H2 476 660	H2 356 536		
No.2	1.7	-14.2	南	0	20	C3 687 858	C3 1021 1068	R2 488 670	R2 466 645	H4 607 786	H4 555 737	C7 105 364	C7 117 354
			西	20	10	C4 794 931	C4 755 915	R3 422 590	R3 448 633	H6 538 706	H6 525 712		
			北	80	10	C5 583 712	C5 593 750	R4 104 372	R4 119 362	H8 148 395	H8 125 374		
			東	60	10	C1 523 750	C1 649 889	R1 176 399	R1 207 404	H2 314 512	H2 291 484		

Fire Resistance Test on RC Column Repaired with
 Polymer-Modified Cement Mortar
 (Part2:Result of a measurement of the axial displacement
 and member temperatures)

MATSUDO Masashi, MORITA Takeshi, YUSA Syuitsu,
 NOGUCHI Takafumi, KANDA Tetsushi, YASUDA Masayuki,
 KOJIMA Masaro, MICHIKOSHI Shintaro, OKIHASHI Takanori,
 KARASAWA Tomoyuki, NAKASE Hirokazu and KATO Masaki

転じた。また、いずれの試験体とも、加熱初期から西側の変位と比較して東側の変位の方が大きな伸びを示しているが、収縮過程においてその差が広がることなく推移している。従って、本実験における配筋の偏心の影響はほとんどなかったものと推測される。いずれの試験体とも、加熱中および冷却過程において急激な軸変形はなく、载荷を終了する時間（加熱開始12時間）まで軸力を保持し続けた。

2.2 部材温度

図2にNo.1およびNo.2試験体の部材温度履歴を示す。

No.1試験体の東面（無補修：コンクリートかぶり厚さ60mm面）は、コンクリート、主筋および帯筋の温度がB断面と比較してA断面の方が高くなっている。これは、東面の柱高さ方向の中央付近で爆裂を生じたためである。また、No.2試験体の南面（PCM層厚20mm面）のコンクリート温度がB断面と比較してA断面の方が高くなっている。これは、南面の柱高さ方向の中央付近にひび割れが発生したためと考えられる（本報その1：写真1参照）。それ以外の面では、いずれの試験体ともA断面とB断面の温度履歴はほぼ同じであった。

図3に試験体表面からの深さと主筋および帯筋の受熱温度の関係を示す。横軸の試験体表面からの深さは、コンクリートのかぶり厚さとPCM層の厚さの和として示した。

この図から、主筋と帯筋の受熱温度は表面からの深さに依存しており、コンクリートとPCMの差はほとんど見られない。

3. まとめ

PCMを用いて補修施工した鉄筋コンクリート造柱の載荷加熱実験から以下のことが分かった。

- ①断面 500×500mm の RC 柱で鉄筋が偏芯していても、PCM でかぶり補修を行えば、12 時間（加熱 5 時間＋放冷 7 時間、この間载荷を継続）の軸力保持性能を有する。
- ②本実験の範囲では、試験体の高さ方向には温度差は生じなかった。また、主筋および帯筋の受熱温度は、PCM 層に爆裂・剥落が生じなければ、コンクリートの場合と同様に、試験体表面から距離に依存し、PCM 層はコンクリートとほぼ同等の断熱性状を示す。

謝辞 本報告は平成22・23年度国土交通省建築基準法整備促進事業「15.防火・避難対策等に関する実験的検討」における成果の一部をまとめたものである。共同研究先の(独)建築研究所ならびに本検討の実施にあたり組織したポリマーセメントモルタル検討委員会の関係者各位に厚く御礼申し上げます。

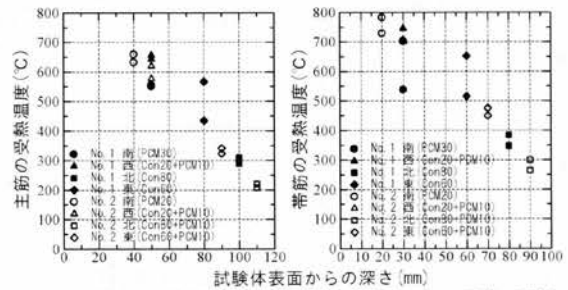


図3 主筋および帯筋の受熱温度と試験体表面からの距離の関係

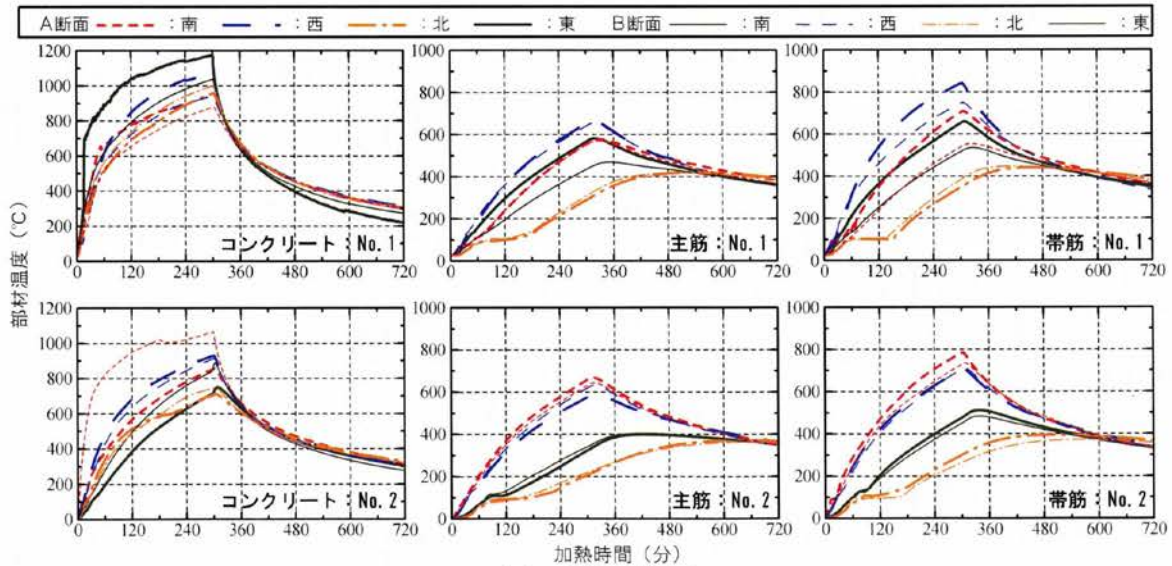


図2 部材温度履歴

*1 フジタ	*7 竹中工務店	*1 Fujita Corporation	*7 Takenaka Corporation
*2 清水建設	*8 大成建設	*2 Shimizu Corporation	*8 Taisei Corporation
*3 ベクターリビング	*9 奥村組	*3 Center for Better Living	*9 Okumura Corporation
*4 東京大学	*10 鉄建建設	*4 The University of Tokyo	*10 TEKKEN CORPORATION
*5 鹿島建設	*11 ビーエス三菱	*5 KAJIMA CORPORATION	*11 P.S.Mitsubishi Construction
*6 東洋建設		*6 Toyo Construction	

謝 辞

本研究報告は、独立行政法人建築研究所と社団法人日本建設業連合会が実施した共同研究「RC 建築物のかぶり厚さの信頼性向上に関する研究」の成果をとりまとめたものである。また、本研究の一部は、建築基準整備促進事業「防火・避難対策等に関する実験的検討」と連携して実施したものである。

本研究における実験および調査の実施とそのとりまとめは、日本建設業連合会に設置された「かぶり厚さ確保研究会」の委員諸氏の多大な貢献のもとに実施されたものである。また、かぶり厚さの確保に関するアンケート調査および実測データの収集にあたっては、研究会参加企業の作業所の方々の協力を頂いた。ポリマーセメントモルタルに関する試験体の作製および試験の実施にあたっては、ポリマーセメントモルタルメーカー12社、サンコーテクノ（株）および三生技研（株）の協力を頂いた。

実験結果のとりまとめにあたっては、東京大学大学院野口貴文准教授、一般財団法人ベターリビング遊佐秀逸氏より多くの貴重な助言を頂いた。また、本報告の執筆にあたり、宇都宮大学梶田佳寛教授、東京理科大学河野守教授、建築研究所福山洋構造研究グループ長、田尻清太郎研究員、国土交通省国土技術政策総合研究所成瀬友宏室長より多くの指導を頂いた。

末尾ながら、記してここに深く謝意を表します。

© 建築研究報告 第147号

平成25年3月1日 印刷

平成25年3月1日 発行

編集
発行 独立行政法人建築研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは下記まで

独立行政法人建築研究所企画部企画調査課

〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地

電話(029) 864-2151 (代)