

論文 乾燥工程がポリマーセメントモルタルのひび割れ発生強度に及ぼす影響

向 俊成*1・渡邊 有寿*2・渡邊 賢三*3・森本 正和*4

要旨：本検討では、アクリル系ポリマーディスパージョンを混和し、ひび割れ発生強度を向上させたポリマーセメントモルタルの短繊維によるじん性付与について検討を行った。その結果、短繊維の混入によりじん性の付与は可能であったが、繊維素材の剛性等の相性を考慮する必要があることを確認した。また、ポリマーセメントモルタルに対し、ポリマーの有する最低造膜温度以上の温度履歴だけでなく、適切な乾燥工程を加えることによって、曲げひび割れ発生強度が 24.5N/mm^2 まで向上することを確認した。さらに、曲げひび割れ発生強度の増進の程度は、乾燥養生期間の間に蒸発した水分の量に影響されることを確認した。

キーワード：ポリマーディスパージョン、最低造膜温度、乾燥養生、ひび割れ発生強度、繊維補強

1. はじめに

ポリマーをセメント・コンクリート材料と複合させたポリマーセメントモルタル（以下、PCM とする）はモルタルの作製時にポリマーを混和することで、曲げひび割れ発生強度や付着強度、耐摩耗性などが向上する特長がある¹⁾。モルタルに混和するポリマーにはスチレンブタジエンゴムラテックスやエチレン酢酸ビニル、ポリビニルアルコール等の様々な種類のポリマーが使用されるが、本検討ではポリアクリル酸エステルに注目した。既往の研究において、ポリアクリル酸エステルを使用したPCM に対し、ポリマーの最低造膜温度以上の温度履歴と乾燥養生を行うことで、曲げひび割れ発生強度 20N/mm^2 のPCM が実現可能なことが報告されている²⁾。

一方、モルタルのじん性を向上させる方法として、短繊維を混入する繊維補強モルタル（以下、FRM とする）が挙げられる。混入した短繊維の架橋効果により、FRM はひび割れ発生後の耐力および曲げ・引張強度が増大するが、ひび割れ発生強度はマトリクスの強度でほぼ決定されることが知られている³⁾。そのため、ポリマーを混和することで、FRM のひび割れ発生強度を向上できる可能性がある。さらに、ポリマーは一般に打継ぎ部の付着強度の改善に使用される事例もあることから⁴⁾、FRM へのポリマーの混和により、モルタルのマトリクスと繊維の付着力を向上させることで繊維の架橋効果を強化し、ひび割れ発生後のじん性が向上する可能性も期待される。

近年では高強度のFRM が埋設型枠などのプレキャスト製品に使用されているが⁴⁾、水結合材比を低くするために、シリカフェームなどを使用した特殊な結合材や高性能減水剤を多量に使用しており、材料コストが高くな

る一因となっている。そのため、普通モルタルにポリマーを混和するだけでプレキャスト製品を製造することができれば、材料コストの低減に加え、セメントサイロ等の製造設備の制限に影響されることが無くなることが期待される。一方、埋設型枠は躯体に打ち込むコンクリートの側圧でひび割れが入らないように、ひび割れ発生強度が設計時に用いられるケースが多い。このため、FRM のひび割れ発生強度が向上すれば、部材のひび割れリスクを低下させるだけでなく、型枠支保工のスパンなどを合理化できる可能性もある。

本検討では、FRM に対しポリマーを混和することで曲げひび割れ発生強度およびじん性の向上について検討した。また、ポリマーの効果を最大限発揮させる養生方法については検討が不十分な点が多いため、温度と乾燥条件をパラメーターにPCM の曲げひび割れ発生強度の発現について検討した。

2. 繊維補強 PCM の曲げ試験による検討

2.1 検討の目的

ここでは、ポリマーの混和によるFRM の曲げひび割れ発生強度およびじん性の向上効果について検討した。

2.2 使用材料および配合

使用材料および配合を表-1 および表-2 に示す。本検討では、ポリマー混和剤と短繊維の混入の有無を検討水準とした。また、比較用に既存のプレキャスト部材に使用されている圧縮強度が 120N/mm^2 かつ曲げ強度が 20N/mm^2 程度の高強度繊維補強モルタル（以下、HSFRM とする）についても試験を行った。セメントは、PCM およびリファレンスの普通モルタルには普通ポルトランド

*1 鹿島建設（株） 技術研究所 土木材料グループ 研究員 修士（工学）（正会員）

*2 鹿島建設（株） 技術研究所 土木材料グループ 主任研究員 修士（工学）（正会員）

*3 鹿島建設（株） 技術研究所 土木材料グループ グループ長 博士（工学）（正会員）

*4 （株）日本触媒 機能性化学品事業部 機能性化学品研究部 主任研究員 修士（工学）

表-1 使用材料

材料名	記号	摘要
水	W	上水道水
セメント	C1	(PCM) 普通ポルトランドセメント 密度：3.16g/cm ³
	C2	(HSFRM) シリカフェームセメント 密度：3.08g/cm ³
細骨材	S	山砂 密度：2.57 g/cm ³ 粗粒率：1.70 実積率 62.0%
混和剤	SP	ポリカルボン酸系高性能減水剤
	DA	アルコール系消泡剤
	P	ポリマーディスページョン ポリアクリル酸エステル 最低造膜温度 60℃ 固形分 40.3%, Ps：固形分, Wp：分散媒
	Vis	無機系増粘剤（セピオライト）
合成繊維	PPF	ポリプロピレン繊維 径 0.4mm 長さ 20mm 密度：0.91g/cm ³ 静弾性係数 7.0kN/mm ²

セメント (C1) を, HSFRM にはシリカフェームがプレミックスされた市販品 (C2) を使用した。細骨材は, 全ての配合で一般的なコンクリートの製造に使用される山砂を用いた。混和剤はポリカルボン酸系高性能減水剤 (SP), アルコール系消泡剤 (DA) を使用した。モルタルの流動性を制御するため使用する増粘剤 (Vis) は, 有機系のはポリマーとの相互作用が懸念されたため, 無機系のもを使用した。

ポリマーディスページョン (以下, ポリマーとする) は, ガラス転移温度 50℃, 最低造膜温度 60℃のポリアクリル酸エステルの微粒子を水中に分散させたものを使用した。ここで, ガラス転移温度とはポリマーの粒子が溶融し始め, ガラス状からゴム状に変化する温度であり, 最低造膜温度とはゴム状態の粒子が互いに癒着し, 連続した構造となる温度である。

補強のため混入する短繊維は, 径 0.4mm, 長さ 20mm のポリプロピレン繊維 (PPF) を用いた。

PCM の配合は, ポリマー中の固形分 (Ps) を外割とし, Ps とセメントの重量比であるポリマーセメント比 (Ps/C) は既往の知見²⁾に基づき 20%で固定とした。なお, ポリマーの分散媒 (Wp) は水であり, Wp を単位水量から減ずることで, ポリマーを添加した場合においても水セメント比 (W/C) が一定となるようにしている。

Ps/C が 0%, 20%となるようにポリマーを混和したケースを「P0」, 「P20」と称する。また, モルタルに対し 0vol%, 1vol%, 3vol%のポリプロピレン繊維を加えたケースを「Fib0」, 「Fib1」, 「Fib3」と称する。

表-2 配合 (第2章)

ケース	W/C (%)	Ps/C (%)	単体量 (kg/m ³) 内割					外割		
			W	Wp	C1	C2	S	Vis	Ps	PPF
HSFRM	15	-	195	-	-	1309	914	-	-	3vol%
P0-Fib0	30	-	284	-	-	-	-	-	-	-
P0-Fib3	30	-	284	-	-	-	-	5	-	3vol%
P20-Fib0	30	20	5	279	944	-	1047	15	189	-
P20-Fib1	30	20	5	279	-	-	-	15	189	1vol%
P20-Fib3	30	20	5	279	-	-	-	-	189	3vol%

表-3 試験項目

ケース	フレッシュ性状	圧縮強度	静弾性係数	曲げ試験	細孔径分布
HSFRM	○	○	○	○	-
P0-Fib0	○	○	○	○	○
P0-Fib3	○	○	○	○	-
P20-Fib0	○	○	○	○	○
P20-Fib1	-	-	-	○	-
P20-Fib3	○	○	○	○	-

2.3 試料の採取および養生, 測定の方法

試験項目を表-3 に示す。練混ぜはモルタルミキサーを使用した。まず, セメント, 細骨材を投入した後に 30 秒間の空練りを行った。その後, 水, 混和剤を投入し 4.5 分間の練混ぜを行った。2 分間の静置の後, さらに 1 分間練り混ぜた。ポリプロピレン繊維を使用する場合は, モルタルの練上がり後, 攪拌しながら繊維を投入し, 投入後 2 分間攪拌した。フレッシュ性状として練上がり直後のモルタルの温度, 静置 3 分後のモルタルフロー (JIS R 5201 打撃なし), モルタルエアメーターを使用した空気量の測定 (JIS A 1128) を行った。

供試体の寸法は, 圧縮強度用として $\phi 50 \times 100\text{mm}$, 曲げ試験用として $40 \times 160\text{mm}$ とした。打ち込んだ試験体は翌日に脱型し, HSFRM は 90℃蒸気養生を 48 時間行った (昇温降温時間を除く)。PCM (P20) および普通モルタル (P0) は既往の報告²⁾を参考に, ポリマーの最低造膜温度以上の高温履歴の付与と乾燥養生を行うため, HSFRM と同じ蒸気養生を行ったのち, さらに 100℃の乾燥養生を 24 時間行った。高温のままでの強度試験は, ポリマーやポリプロピレン繊維の軟化による影響が予想されたため, 養生終了後 20℃の環境で 24 時間以上の放冷を行った。材齢 8 日にて圧縮強度 (JSCE-G-505) および静弾性係数 (JSCE-G-551) を測定した。曲げ強度は, 3 等分点荷重により測定し, 荷重速度や変位の測定位置は JSCE-G-552 に沿って実施した。曲げひび割れ発生強度は, 曲げ試験時に計測した変位が不連続となった時の荷重から算出した。なお, 圧縮強度試験, 曲げ試験は各配合で 3 体の試験体について試験を実施し, 平均値を試験値としている。

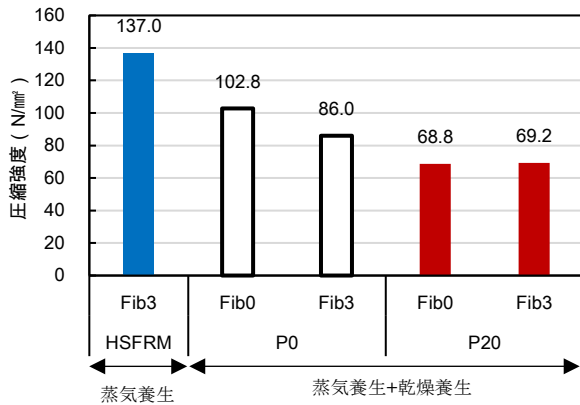


図-1 圧縮強度試験結果

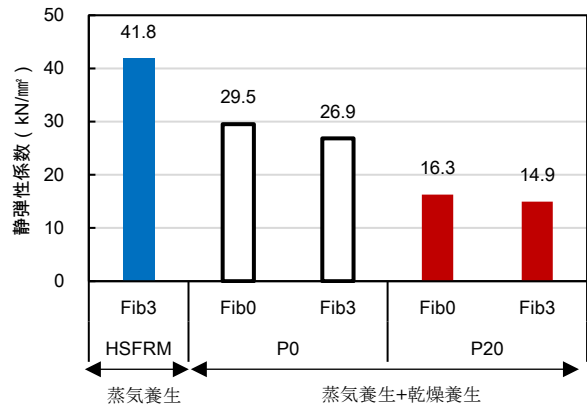


図-2 静弾性係数測定結果

表-4 フレッシュ性状

ケース	SP 添加率 (%)	モルタル温度 (°C)	モルタルフロー (mm)	空気量 (%)
HSFRM	2.2	25.1	282×258	3.2
P0-Fib0	0.8	19.4	262×255	2.6
P0-Fib3	1.1	21.4	180×163	2.4
P20-Fib0	0	20.2	268×264	3.7
P20-Fib3	0	21.4	298×275	1.8

さらに、強度試験後、乾燥が十分に進行しており、載荷・破壊による影響がないと考えられる曲げ供試体の端部より試料を採取し、水銀圧入法による細孔径分布の測定を行った。なお、アセトンによる水和停止は試料中のポリマーの変性が予想されたため省略し、水による表面の洗浄と、100℃の炉乾燥および真空乾燥による細孔水の除去を行ったのちに測定を行った。

2.4 実験結果

(1) フレッシュ性状

フレッシュ試験結果を表-4 に示す。フレッシュ性状をポリプロピレン繊維の混入なしのケースでモルタルフローは 260mm 程度、空気量 4.0%以下とし、高性能減水剤と増粘剤の添加量によって自己充てん性や材料分離抵抗性が良好なように性状を調整した。P20-Fib0 のケースでは、W/C=30%という低水セメント比にも関わらず、高性能減水剤を用いずとも前述のように良好なフレッシュ性状を得た。これはポリマーの合成・分散に使用した界面活性剤の分散効果とポリマーの微粉末（粒子径約 120nm）を加えたことによるボールベアリング効果と推察される。

(2) 圧縮強度および静弾性係数

圧縮強度および静弾性係数の測定結果を図-1 および図-2 に示す。圧縮強度は HSFRM が 137 N/mm²、P0-Fib0 が 103 N/mm² であるのに対し、ポリマーを混和した P20-Fib0 は 69 N/mm² であった。また、静弾性係数は HSFRM

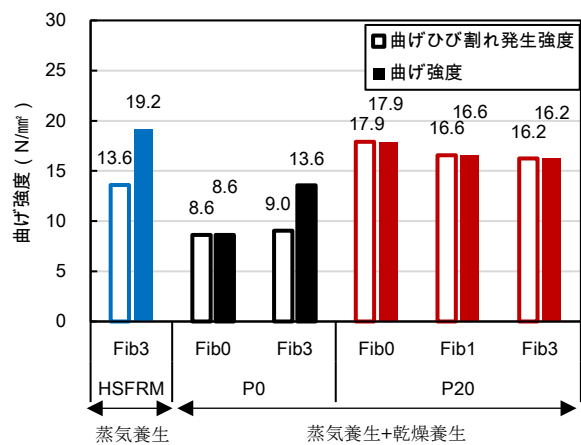


図-3 曲げ強度試験結果

が 41.8 kN/mm²、P0-Fib0 が 29.5 kN/mm² であるのに対し、P20-Fib0 は 16.3 kN/mm² であった。HSFRM と P0-Fib0 の差異は水セメント比の違いと判断できる。また、P0-Fib0 と同一の水セメント比にも関わらず、P20-Fib3 の圧縮強度、静弾性係数が両者ともに低下したのは、混和したポリマー自体の剛性（硬度）が小さいことが原因と考えられる²⁾。

さらに、ポリマーの混和の有無にかかわらずポリプロピレン繊維を混入した Fib3 は、静弾性係数が Fib0 に比べて 1 割程度低くなっている。これはポリプロピレン繊維の剛性がマトリクスに比べ小さいことが原因と考えられる。

(3) 曲げひび割れ発生強度および曲げ強度

曲げひび割れ発生強度および曲げ強度の測定結果を図-3 に示す。曲げひび割れ発生強度は、ポリマーを混和していない HSFRM が 13.6 N/mm²、P0-Fib0 が 8.6 N/mm² であった。この差異は、水セメント比の違いと判断できる。一方、ポリマーを混和した P20-Fib0 は 17.9 N/mm² と大きく向上した。これは最低造膜温度以上の温度履歴と乾燥により、ポリマーの分散媒の水が蒸発してフィルム

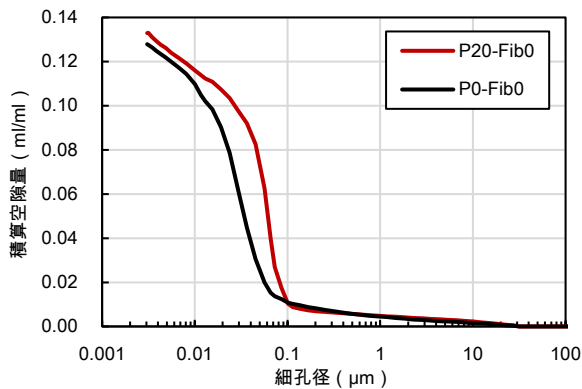


図-4 細孔径分布

化し⁵⁾、骨材表面の遷移帯や空隙を埋めたことによる効果である²⁾と考えられる。

ポリプロピレン繊維を 1vol%, 3vol%混入した P20-Fib1 および P20-Fib3 の曲げひび割れ発生強度は、16.6N/mm²、16.2N/mm² とやや低下する傾向があった。これは前述の圧縮強度や弾性係数と同じく、ポリプロピレン繊維の剛性に起因し、マトリクスに対して繊維が弱部となったものと考えられる。

HSFRM および P0-Fib3 のひび割れ発生後のピーク応力（二次ピーク）は、曲げひび割れ発生強度（一次ピーク）に比べ大きくなった。これは、繊維による架橋効果が十分に発揮された結果であると考えられる。一方で、P20-Fib3 は二次ピークが一次ピークより小さくなり、繊維による架橋効果が小さかった。これは、ひび割れ発生強度が大きくなった、すなわち、大きくなったひび割れ解放時のエネルギーに対して、ポリプロピレン繊維では繊維が抜けやすく、応力を負担しきれなかった可能性がある。しかしながら、P20-Fib3 は曲げ応力が 16.2N/mm² でひび割れが発生し、直後に応力が 9N/mm² 程度まで大きく低下したが、その後は 8~15N/mm² の応力を保ったまま、たわみ量が 3mm 以上まで変形を続け、ひび割れ発生後も破断することなく変形を続けたことから、繊維の混入によりじん性の付与が可能であることは確認できた。

(4) 細孔径分布

細孔径分布の測定結果を図-4 に示す。ポリマーを加えることで細孔径は粗大な側にシフトし、P20-Fib0 の最頻空隙径は 0.06 μm であるのに対し、P0-Fib0 は 0.02 μm であった。また、0.003 μm~30 μm の全空隙率は P20-Fib0 が 13.3%であったのに対し、P0-Fib0 は 12.8%と空隙量が増加し疎な組織となった。さらに、0.05 μm~2 μm までの骨材とセメントペーストの界面の遷移帯と考えられる⁹⁾空隙量は、P0-Fib0 は 1.7%であるのに対し、P20-Fib0 が 5.9%とポリマーを加えることで増加した。

ここで、曲げ試験の結果では、高温履歴の付与と乾燥養生を行った PCM は普通モルタルに比べ曲げひび割れ

表-5 配合 (第3章)

W/C (%)	Ps/C (%)	単位量 (kg/m ³) 内割					外割	
		W	Wp	C1	S	DA	Vis	Ps
30	20	5	279	944	1047	4.7	13	189

発生強度が大幅に向上しており、既往の報告²⁾による SEM 観察の結果と同様に、骨材とセメントペーストの界面の遷移帯がポリマーのネットワーク構造により充填されていると考えられる。しかし、水銀圧入法による測定ではポリマーのネットワーク構造で遷移帯が充填されることによる空隙の緻密化や空隙量の減少は確認されず、逆に空隙が粗大化する結果が得られた。この原因として、測定に使用した水銀圧入法は高圧力の測定により試料中の空隙構造を破壊する可能性が指摘されており⁷⁾、セメント水和物に比べ圧縮強度が低いと考えられるポリマーの構造が測定時の高圧により一部破壊されたため、ポリマーのネットワーク構造により充填されていた空隙が 1 つの粗大な空隙と測定された可能性が考えられる。これを検証・改善するため、ポリマーのネットワーク構造を破壊しないような穏やかな条件での空隙構造の測定や、温度や乾燥を与える前のポリマーのネットワーク構造が形成されていない状態の空隙構造との比較について、今後検討を実施する予定である。

3. 乾燥養生条件に関する検討

3.1 検討の目的

既往の報告²⁾では、ポリマーにより曲げ強度を増進させるためには最低造膜温度以上の温度履歴および乾燥養生が必要であると報告されている。しかしながら、乾燥条件については、その温度、湿度およびタイミング等の検討が十分ではなかった。本検討では PCM の乾燥工程について最低造膜温度以上の温度を与えて乾燥させる「加熱乾燥」、20℃の環境下で周囲の湿度を下げることで乾燥させる「低湿度乾燥」を行い、乾燥方法が曲げ強度に与える影響について検討を行った。

3.2 試料の採取および養生、測定の方法

PCM の配合を表-5 に示す。使用材料は前述の表-1 に示す。使用材料は 2 章と同じものであり、P20-Fib0 と同じ配合条件とした。モルタルの練混ぜは、2 章と同様の方法により行い、寸法 40×160mm の曲げ供試体を採取した。材齢 1 日で脱型した後、一次養生として 90℃で 48 時間の蒸気養生を行った。その後二次養生として、表-6 に示す条件をパラメーターに乾燥養生を行った。No.1, No.2, No.3 は所定の温度の乾燥炉で乾燥養生を行った。乾燥養生終了後、1 日以上放冷し強度試験を行った。No.4, No.5 は所定の乾燥剤とともに供試体を密閉し 20℃に保持した。No.6 は 20℃-RH60%の養生室内で乾燥

表-7 乾燥養生条件 (90°C蒸気養生後)

No.	乾燥養生条件
1	乾燥養生 100°C-1日間
	+気乾養生 20°C-RH60% 22日間(試験時材齢28日)
2	気乾養生 20°C-RH60% 1日間
	+乾燥養生 80°C-20日間 +気乾養生 20°C-RH60% 2日間(試験時材齢28日)
3	気乾養生 20°C-RH60% 21日間
	+乾燥養生 60°C-28日間 +気乾養生 20°C-RH60% 1日間(試験時材齢55日)
4	気乾養生 K ₂ CO ₃ 乾燥剤(20°C 平衡湿度43%) 29日間(試験時材齢34日)
5	気乾養生 CH ₃ COOK乾燥剤(20°C 平衡湿度23%) 29日間(試験時材齢34日)
6	気乾養生 20°C-RH60% 29日間(試験時材齢34日)
7	気乾養生 20°C-RH60% 43日間
	+シリカゲル養生7日間(試験時材齢55日)

1~3: 加熱乾燥(最低造膜温度以上), 4~7: 低湿度乾燥

表-6 フレッシュ性状

モルタル温度(°C)	モルタルフロー(mm)	空気量(%)
23.4	288×284	2.2

させた。No.7は20°C-RH60%の養生室内で供試体を乾燥させたのち、さらにシリカゲルとともに密閉して乾燥させた。蒸気養生によりセメントの水和反応による強度発現は既に終局に達していると考えられるため、乾燥養生終了後の試験体は材齢に関わらず速やかに曲げ試験を行った。

3.3 実験結果

(1) フレッシュ性状

フレッシュ試験結果を表-7に示す。第2章と同様にポリマーの減水効果により高性能減水剤を使用せずともモルタルフローが過大で材料分離を生じるほどであったため、増粘剤を用いてモルタルフローが300mm以下となるように調整した。

(2) 曲げ試験結果および重量変化率

曲げひび割れ発生強度を図-5に示す。加熱乾燥を行ったNo.1~No.3(図中赤色)では17.2 N/mm², 24.0 N/mm², 24.5 N/mm²と曲げひび割れ発生強度が大きく向上したのに対し、低湿度乾燥を行ったNo.4~7(図中青色)では曲げひび割れ発生強度は10.7~8.6 N/mm²程度であった。

乾燥養生中の試験体重量の変化率を図-6に示す。乾燥養生前(蒸気養生中)の重量変化率は+0.6%であり、試験体の水分が失われていないことを確認したうえで、図-6では蒸気養生終了時点での試験体重量を基準として

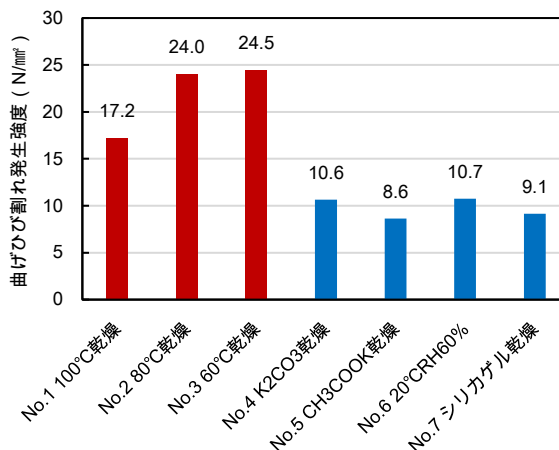


図-5 曲げ試験結果

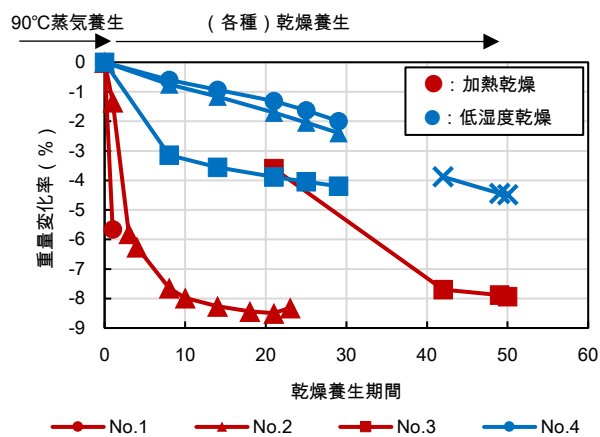


図-6 乾燥養生中の試験体重量変化

重量変化率を示している。加熱乾燥を行ったNo.1, No.2は乾燥直後から試験体重量が大きく減少した。長期にわたり乾燥させたNo.2では、加熱乾燥開始から1週間程度で重量減少率が8%に収束し、曲げ試験時はそれぞれ5.4%, 8.3%の重量減少となった。低湿度乾燥を行ったNo.4, 5は乾燥期間を通じて緩やかに重量が減少し、曲げ試験時で2.0%, 2.4%の重量減少がみられた。No.6はNo.4, 5と比べ速やかに重量が減少し、曲げ試験時で4.2%の重量減少がみられた。No.4, 5とNo.6の重量減少の速度の差異は養生環境の湿度の差異であると考えられる。

20°C RH60%での低湿度乾燥後に加熱養生を開始したNo.3は、加熱養生開始後に速やかに重量が減少し、曲げ試験時で7.9%の重量減少がみられた。20°C RH60%での低湿度乾燥後にさらにシリカゲルによる乾燥を行ったNo.7の曲げ試験時の重量減少は4.5%であった。乾燥養生中の重量の減少は、主に水分の蒸発によるものと考えられ、加熱乾燥は低湿度乾燥に比べ急速にかつ多くの水分を除去できていると考えられる。

乾燥養生中の試験体の重量変化率と曲げひび割れ発

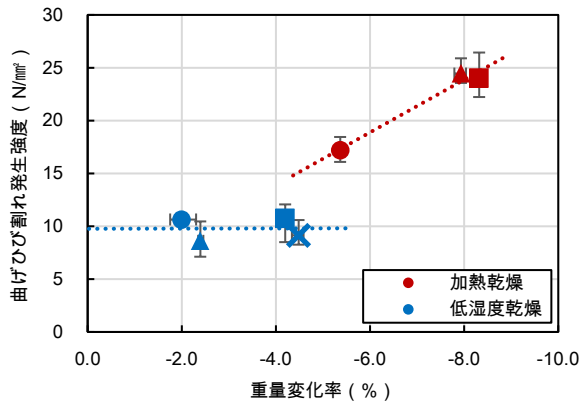


図-7 曲げひび割れ発生強度と重量減少率の関係

生強度の関係を図-7に示す。加熱乾燥を行ったNo.1～3のケースでは、重量減少が大きいケース程、曲げひび割れ発生強度が大きくなっている。一方、低湿度乾燥を行ったNo.4～7のケースでは、重量減少による曲げひび割れ発生強度の増加は見られず、曲げひび割れ発生強度は約10N/mm²で一定となっている。ゆえに、加熱乾燥を行った試料は水分の蒸発に伴い曲げひび割れ発生強度が増進したのに対し、低湿度乾燥を行った試料は、水分が蒸発しても曲げひび割れ発生強度に変化が見られないことから、ポリマーによる曲げひび割れ発生強度の増進には乾燥工程時に加熱が必要であると考えられる。

3.4 考察

以下にポリマーによる曲げひび割れ発生強度の増進には乾燥工程時に加熱が必要となる理由について考察する。

乾燥前のポリマーディスパージョンは、固形分が安定して水中に分散した状態である。本検討で実施した初期の蒸気養生(90℃-48時間)では、最低造膜温度以上の温度に加熱されているものの、重量変化が生じていないため、水分の蒸発は起こっていない。そのため、粒子同士が接触しておらず、粒子が軟化するのみでフィルムが形成されなかったと考えられる。したがって、この時点では遷移帯などの空隙はフィルム化によるネットワーク構造で充填されていないと考えられる。

次の過程にて、低湿度乾燥を行うことにより水分を蒸発させた場合、乾燥によりポリマーの粒子の凝集が起こるものの、温度が低いため粒子同士が融着せず、フィルムが形成されにくかった。これが、曲げひび割れ発生強度の増進が起らなかった原因と推察される。

一方、加熱乾燥を行った結果が良好であったのは、乾燥により凝集したポリマーの粒子が、最低造膜温度以上の高温により癒着し、フィルムを形成するため、空隙がポリマーのネットワーク構造で充填され、曲げひび割れ発生強度が向上するものと考えられる。

4. まとめ

ポリマーとポリプロピレン繊維を混入したモルタルの曲げひび割れ発生強度およびポリマーセメントモルタルの養生時の乾燥工程に注目し検討を行った。本検討で得られた主な知見は以下の通りである。

- (1) ポリマーセメントモルタルに対し、短繊維を混入することで、じん性の付与は可能であるが、繊維素材の剛性等の相性を考慮する必要があることを確認した。
- (2) 曲げひび割れ発生強度の増進には加熱による乾燥が必要である。また、乾燥養生期間中の重量減少が大きくなるにしたがい、曲げひび割れ発生強度が増加した。
- (3) 最低造膜温度以上で重量減少率が8%程度まで乾燥を行うことで、曲げ強度24.5N/mm²を達成可能であることを確認した。
- (4) 現実的な乾燥工程などさらなる検討が必要な項目があるものの、アクリル系ポリマーディスパージョンを用いることで埋設型枠をはじめとするプレキャスト製品の製造時のセメントサイロ等の設備について合理化を図れる可能性を確認した。

参考文献

- 1) 岡田清：ポリマーコンクリートに関する研究の発展と動向，土木学会論文集，No.354，pp.1-11，1985.2
- 2) 高木智子，橋本学，渡邊有寿，森本正和：養生方法の違いによるポリマーセメントコンクリートの強度および耐久性向上効果に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.41，No.1，pp.1235-1240，2019.6
- 3) 真嶋光保，幸左賢二，大野定俊：繊維補強セメント/コンクリート複合材料，技報堂出版，1994
- 4) 本田智明，樽谷早智子，前野史賀，阿部高，大井篤，白木浩：有機繊維を用いた埋設型枠の性能と適用事例，土木学会第70回年次学術講演会，2015.9
- 5) 山辺智典，古賀一八，衣笠秀行，山本佳城：断面修復材の長期接着性能に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.23，No.1，pp.439-444，2001.6
- 6) 内川浩，羽原俊祐，沢木大介：硬化モルタル及びコンクリート中の遷移帯厚さの評価並びに遷移帯厚さと強度との関係の検討，コンクリート工学論文集，Vol.4，No.2，pp.1-8，1993.7
- 7) 永谷佳之，名和豊春，栗山広毅：サーモポロメトリーを用いたセメント硬化体における細孔構造の定量化，セメント・コンクリート論文集，Vol.65，No.1，pp.153-160，2012.2