

[59] ポリメタクリル酸メチルコンクリートの力学的性状

正会員 ○大 浜 嘉 彦 (日本大学工学部)

正会員 出 村 克 宣 (日本大学工学部)

正会員 小 林 忠 司 (日本大学工学部)

1. はじめに

現在、レジンコンクリートは、不飽和ポリエステル樹脂やエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂を結合材として製造され、その実用化も進展している。しかしながら、最近、熱可塑性樹脂のモノマーであるメタクリル酸メチルやスチレンを結合材とするレジンコンクリートの研究が行われるようになった。そこで、本研究は、結合材に低粘度のメタクリル酸メチルを使用することによって、良好なワーカビリティを有するポリメタクリル酸メチルコンクリート (PMMA-REC) 及びその結合材の配合が、その力学的性状に及ぼす影響を検討し、このコンクリートの配合設計のための資料を得ようとするものである。

2. 使用材料

(1) 結合材用モノマー メタクリル酸メチル (MMA) 分子量 100.12、比重 0.942 (20°C)、粘度 0.85 cP (20°C)、(2) 増粘剤 ポリメタクリル酸メチル (PMMA)、(3) 架橋剤 トリメチロールプロパントリメタクリレート (TMPTMA)、(4) 触媒 過酸化ベンゾイルの50% DOP溶液 (BPO)、(5) 促進剤 ジメチルアニリン (DMA) 及びジメチル-p-tertイジン (DMT)、(6) シランカップリング剤

(Silane)、(7) 充てん材 重質炭酸カルシウム、(8) 骨材 粗骨材 安山岩砕石 (粒径、10~20及び5~10mm); 細骨材 川砂 (粒径、1.2~5及び1.2mm以下) なお、充てん材及び骨材は、それらの含水率が0.1%以下になるように乾燥したものを使用した。

3. 試験方法

(1) 供試体の作製

表-1及び表-2に示す結合材及びPMMA-RECの配合を用い、JIS A 1181 (ポリエステルレジンコンクリートの強度試験用供試体の作り方) に準じてレジンコンクリートを練り混ぜ、寸法φ7.5×15cmに成形して、供試体を作製した。供試体作製時に、JIS A 1186 (ポリエステルレジンコンクリートの可使時間測定方法) に定める触感法に準じて、PMMA-RECの可使時間を測定した。供試体成形後、次に示す2種類の養生を行った。(1) 7日乾燥 (20°C、50% R.H.) 養生 (2) 1日乾燥養生後、70°Cで15時間加熱養生 なお、表-1の結合材配合No.1については、表-2のPMMA-RECのすべての配合、又、結合材配合No.2~No.40については、PMMA-RECの配合No.5のみについて試験した。

表-1 結合材の配合

Formulation No.	Formulation by Weight						
	MMA	PMMA	TMPTMA	BPO	DMA	DMT	Silane
1	90	5	5	2.1	1.0	1.0	1.0
2						0	-
3						0.1	-
4						0.5	-
5	90	5	5	2.0	0.5	0	-
6						0.5	-
7						1.0	-
8						1.5	-
9						0	-
10						0.1	-
11						0	-
12	90	5	5	2.0	1.0	0.5	0.5
13						1.0	-
14						1.5	-
15						1.0	-
16						0	-
17						0.1	-
18	90	5	5	2.0	2.0	0.5	-
19						1.0	-
20						0	-
21						0.5	-
22						0	-
23						0.5	-
24	90	5	5	1.5	1.0	1.0	1.0
25						1.5	-
26						1.5	-
27						2.0	-
28						0	-
29						0.5	-
30	90	5	5	1.5	1.5	1.0	-
31						1.5	-
32						2.0	-
33						0	-
34						0.5	-
35						1.0	-
36						1.5	-
37	90	5	5	1.5	2.0	0.5	-
38						1.0	-
39						1.5	-
40						2.0	-

(2) 強度試験

作製した供試体について、JIS A 1182 (ポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度試験方法) に準じて圧縮強度試験を、JIS A 1185 (ポリエステルレジンコンクリートの引張強度試験方法) に準じて、引張強度試験を行った。更に、圧縮強度試験時に、ワイヤストレインゲージを用いて縦ひずみを測定した。

表-2 PMMA-REC の配合

Mix No.	Binder Content (wt.%)	Filler Content (wt.%)	Aggregate Content (wt.%)			
			Coarse Aggregate		Fine Aggregate	
			Size, 10-20mm	Size, 5-10mm	Size, 1.2-5mm	Size, <1.2mm
1	9.00	4.50	16.24	16.24	10.72	43.30
2		9.00	15.39	15.39	10.16	41.06
3		13.50	14.55	14.55	9.60	38.80
4	10.00	5.00	15.95	15.95	10.53	42.57
5		10.00	15.02	15.02	9.91	40.05
6		15.00	14.08	14.08	9.29	37.55
7	11.00	5.00	15.67	15.67	10.35	41.81
8		11.00	14.64	14.64	9.66	39.06
9		16.50	13.61	13.61	8.98	36.30

4. 試験結果及び考察

(1) PMMA-REC の配合の検討

図-1及び図-2には、充てん材量とPMMA-RECの圧縮強度及び引張強度の関係を示す。いずれの結合材量においても、充てん材量の増加に伴って、圧縮強度は増加し、引張強度は減少する傾向にある。充てん材量が比較的少ない4~6 wt.%の場合、結合材量の多少によって、圧縮強度に大きな差異が認められるが、充てん材量が約8 wt.%以上になると、結合材量の差異が圧縮強度に及ぼす影響は認められず、ほぼ同程度の値を示す。充てん材量の増加に伴う引張強度の低下の程度は、結合材量が多いほど小さい。

図-3には、充てん材量とPMMA-RECの弾性係数及び最大ひずみの関係を示す。いずれの結合材量においても、充てん材量の増加に伴い、弾性係数は増大し、最大ひずみは減少する。これは、充てん材量の増加により、PMMA-RECの組織がより密実になるためと考えられる。結合材量の多いものほど、充てん材量の差異が最大ひずみに及ぼす影響は大きくなる。PMMA-RECの弾性係数及び最大ひずみと一般的な配合のポリエステルレジンコンクリートのそれらと比較すると、弾性係数は同程度であるのに対し、最大ひずみはPMMA-RECの方が3割程度大きな値を示している。これは、終局破壊直前の変形挙動が、ポリエステルレジンコンクリートとPMMA-RECでは、大きく異なるためと考えられる。以上の試験結果から推察すると、その性能と経済性のバランスがとれたPMMA-RECの配合は、充てん材量及び結合材量が共に10.00 wt.%の場合が最適であるといえる。

(2) 結合材配合の検討

図-4及び図-5には、それぞれ、DMA量及びDMT量とPMMA-RECの可使時間の関係を示す。当然のことながら、BPO量が2.0及び1.5%のいずれにおいても、DMA及びDMT量の増加に伴って、PMMA-RECの可使時間は短

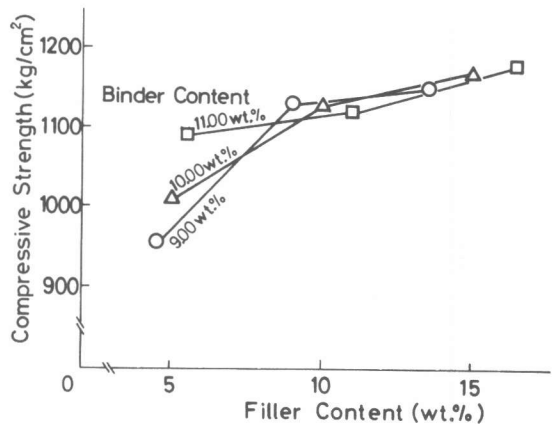


図-1 充てん材量とPMMA-RECの圧縮強度の関係

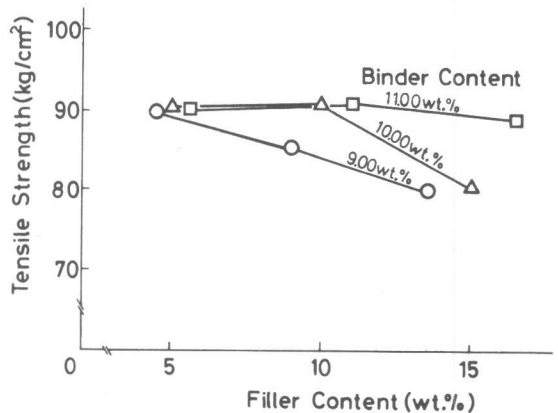


図-2 充てん材量とPMMA-RECの引張強度の関係

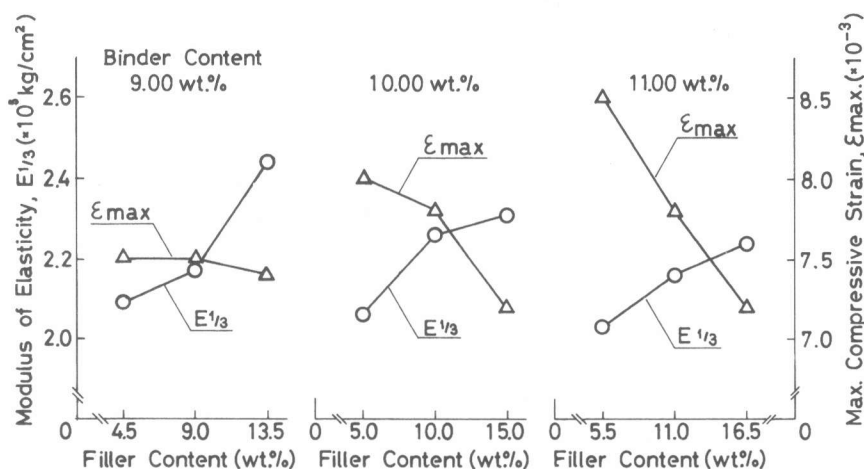


図-3 充てん材量とPMMA-RECの圧縮強度及び引張強度の関係

くなり、DMA及びDMT量が各1.0%以上の場合は、その可使時間に大きな差異は認められない。

図-6及び図-7には、PMMA-RECの圧縮強度に及ぼすDMA量とDMT量の影響を示す。いずれの結合材配合においても、乾燥養生の場合に比べて、加熱養生したPMMA-RECの圧縮強度は高い値を示す。いずれのBPO量においても、促進剤としてDMA及びDMTを併用することは、その圧縮強度の増進に効果的である。特に、この傾向は、BPO量2.0%の場合に顕著である。BPO量2.0%の場合、いずれの養生法においても、DMA及びDMT量の増加に伴い、PMMA-RECの圧縮強度は増大する傾向にある。この場合、圧縮強度の最大値を与えるDMA及びDMT量は、乾燥養生ではそれぞれ2.0及び0.5%、加熱養生ではそれぞれ0.5及び1.0%となる。BPO量1.5%の場合、PMMA-RECの圧縮強度は、DMA及びDMT量の増加に伴い増大するとは限らず、いずれのDMA量の場合も、DMT量1.0%で最大値を与える。しかしながら、PMMA-RECの経済性を考慮すれば、最適なDMA及びDMT量は、乾燥養生ではいずれも1.0%、加熱養生ではそれぞれ2.0%及び0%と考えられる。従って、各BPO量における最適促進剤量は、表-3に示す通りとなる。

表-3 推奨される結合材の配合

Curing Method	Formulation by Weight					
	MMA	PMMA	TMPTMA	BPO	DMA	DMT
24-h-20°C-50% R.H. Dry plus 15-h-70°C Heat Cure	90	5	5	2.0	0.5	1.0
				1.5	2.0	0
7-d-20°C-50% R.H. Dry Cure	90	5	5	2.0	2.0	0.5
				1.5	1.0	1.0

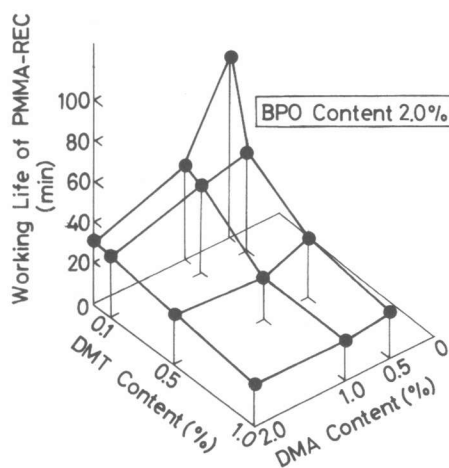


図-4 DMA量及びDMT量とPMMA-RECの可使時間の関係

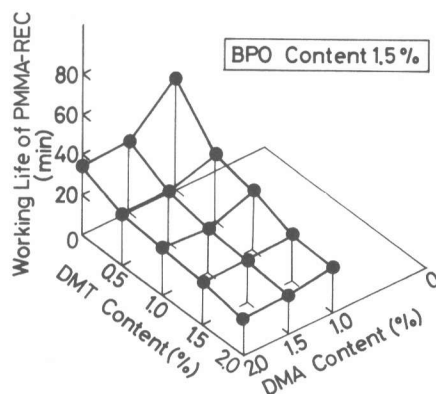


図-5 DMA量及びDMT量とPMMA-RECの可使時間の関係

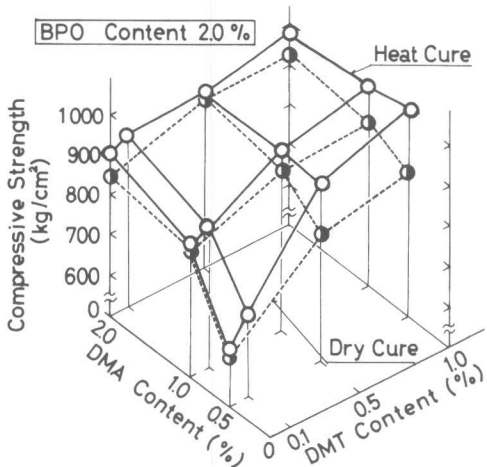


図-6 PMMA-REC の圧縮強度に及ぼすDMA量とDMT量の影響

図-8には、表-3に示す最適な結合材配合を用い、Silaneを添加した場合のPMMA-RECのSilane量とPMMA-RECの圧縮強度の関係を示す。乾燥養生の場合、Silane量の増加に伴い、PMMA-RECの圧縮強度は増加する傾向にある。加熱養生の場合、Silane量1.0%までその圧縮強度は増加するが、Silane量1.0%以上では、その増進はほとんど認められない。しかしながら、いずれの結合材配合及び養生法においても、Silaneの添加は効果的であり、約1割の圧縮強度の増進が認められる。

図-9には、乾燥養生材令とPMMA-RECの圧縮強度の関係を示す。養生材令の経過と共に、PMMA-RECの圧縮強度は幾分増加し、いずれのPMMA-RECにおいても、養生材令3日で、ほぼ一定値に達する。

5. 総括

(1) 結合材量の多少にかかわらず、充てん材量の増加に伴い、PMMA-RECの圧縮強度及び弾性係数は増加するが、その反面、引張強度及び最大ひずみは減少するものの、性能と経済性のバランスを考慮すれば、本研究の範囲では、PMMA-RECの充てん材量及び結合材量は共に、10.00 wt.%の場合が最適であると考えられる。

(2) PMMA-RECにおける触媒量及び促進剤量は、その圧縮強度及び可使時間に大きな影響を与え、本研究の範囲では、表-3に示す配合のものが推奨される。

(3) PMMA-RECへのシランカップリング剤の添加は、その圧縮強度の増進に効果的であり、その添加量は、1.0%～1.5%が望ましい。

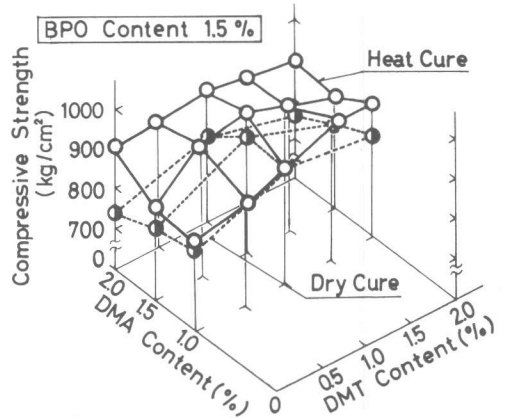


図-7 PMMA-REC の圧縮強度に及ぼすDMA量とDMT量の影響

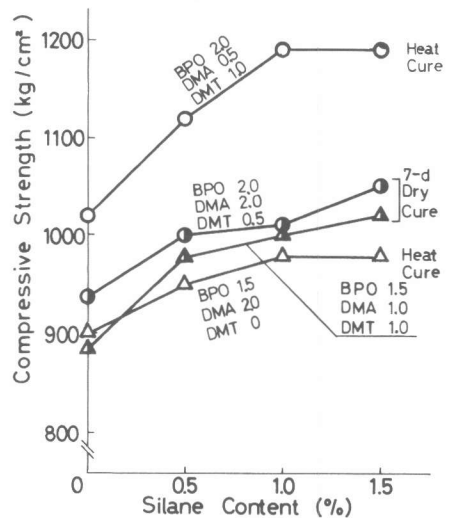


図-8 Silane量とPMMA-RECの圧縮強度の関係

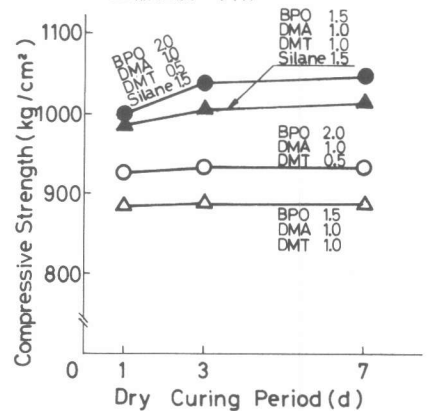


図-9 乾燥材令とPMMA-RECの圧縮強度の関係