

[104] レデーミクストポリエステルレジンコンクリートの製造とその性状

正会員 ○大浜 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 清水 晃 (日本大学大学院)

1. はじめに

普通セメントコンクリートに比較して、ポリエステルレジンコンクリートの製造は、不飽和ポリエステル樹脂、触媒、促進剤などの結合材の厳密な調合及び計量を必要とすること、更に骨材及び充てん材を含む使用材料の貯蔵・保管状態によって製造されるポリエステルレジンコンクリートの性状が著しく変化するなどの難点がある。又、不飽和ポリエステル樹脂及び触媒は消防法に定める第四類第二石油類の危険物に属し、その貯蔵及び取扱について、関連法規の厳しい規制を受ける。そのため、ポリエステルレジンコンクリートは、主に、工場で製造されるプレキャスト製品として普及してきた。しかしながら、ポリエステルレジンコンクリートの有する速硬性、早期高強度発現などの優れた性能を考慮すれば、今後、現場施工も増加するものと考えられる。本研究では、上述した諸問題を軽減すべく、又ポリエステルレジンコンクリートの現場施工の用途拡大の一助となるものと考えから、レデーミクスト化を試み、その製造法を確立すると共に、基礎的性状を検討する。

2. 使用材料

(1) 液状レジン：オルトフタル酸系不飽和ポリエステル樹脂(UP) (2) 希釈剤：JIS K 6727 (スチレン) に合格するスチレンモノマー(St) (3) 促進剤：オクテン酸コバルトの8%mineral turpentine溶液 (CoOc) (4) 触媒：メチルエチルケトンパーオキシドの55%DMP溶液 (MEKPO) (5) 充てん材：重質炭酸カルシウム (粒径, 2.5μm以下) (6) 骨材：粗骨材として、山梨県初狩産安山岩砕石 (粒径, 10-20mm及び5-10mm), 細骨材として、福島県阿武隈川産川砂 (粒径, 1.2-5mm及び1.2mm以下)

表-1 不飽和ポリエステル樹脂の性質

Acid Value	Specific Gravity (20°C)	Viscosity (20°C, cP)	Styrene Content (%)
21.6	1.127	695	38.0
Constitutional Formula (n=4~7)			
$\text{H} \left[\text{O}-\text{C} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{C} \end{array} -\text{CH}_2-\text{O}-\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} \end{array} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{C} \end{array} -\text{CH}_2-\text{O}-\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} \end{array} =\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} \end{array} \right]_n \text{OH} + \begin{array}{c} \text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \end{array}$			

なお、充てん材及び骨材については、それらの含水率が0.1%以下になるように乾燥して使用した。表-1には、不飽和ポリエステル樹脂の性質を示す。

3. レデーミクストポリエステルレジンコンクリートの製造法とその基礎的性状の検討

3.1 試験方法

表-2に示す配合で触媒と希釈剤を添加せずに不飽和ポリエステル樹脂及び促進剤を混合し、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)に従って、表-3に示す調合のポリエステルレジンコンクリートを調製し、密封容器に入れ、20℃、50%R.H.の恒温恒湿室に0, 1, 3, 7及び28日間貯蔵した。その後、表-2の配合で希釈剤に溶解した触媒を添加して5分間練り混ぜ、寸法φ7.5x15cm (圧縮及び引張強度試験用)及び6x6x24cm (曲げ強度試験用)に成形して、7日間20℃、50%R.H.で乾燥養生を行い、強度試験用供試体を作製した。なお、練り混ぜ前24時間貯蔵したものについては、練り混ぜ時間を3, 5, 7及び10分と変化した。練り混ぜ前28日間貯蔵したものについては、圧縮強度試験用供試体のみを作製した。又、練り混ぜ後

表-2 結合材の配合 (重量比)

U P	CoOc	S t	MEKPO
100	0.5	12	0.5
100	0.5	12	1.0
100	1.0	12	0.5
100	1.0	12	1.0

表-3 ポリエステルレジンコンクリートの調合

Material		wt%	
Binder	U P + S t	11.25	
Filler	Ground Calcium Carbonate	11.25	
	Coarse Aggregate	Size, 10-20mm	14.55
Aggregate	Fine Aggregate	Size, 5-10mm	14.55
	Fine Aggregate	Size, 1.2-5mm	9.60
	Aggregate	Size, 1.2mm	38.80

の各割合のポリエステルレジコンクリートについては、JIS A 1186 (ポリエステルレジコンクリートの可使時間測定方法) の触感法に従って可使時間を測定した。

乾燥養生終了後の供試体については、JIS A 1182 (ポリエステルレジコンクリートの圧縮強度試験方法)、JIS A 1185 (ポリエステルレジコンクリートの引張強度試験方法) 及びJIS A 1184 (ポリエステルレジコンクリートの曲げ強度試験方法) に従って、圧縮、引張及び曲げ強度試験を行った。

3.2 試験結果及び考察

図-1には、20℃、50%R.H.に1日間貯蔵したレデーミクストポリエステルレジコンクリートの可使時間と練り混ぜ時間の関係を示す。練り混ぜ時間が長くなると、レデーミクストポリエステルレジコンクリートの可使時間は短くなる。通常、ポリエステルレジコンクリートを製造する場合、触媒を結合材に添加し、十分に混合してから調製するのに対して、レデーミクストポリエステルレジコンクリートの場合は、あらかじめ練り混ぜられたポリエステルレジコンクリートの中に触媒を添加するために、その分散に時間がかかり、練り混ぜ時間の長いもの程、触媒の分散が良好になるためと考える。

図-2には、20℃、50%R.H.に1日間貯蔵したレデーミクストポリエステルレジコンクリートの圧縮及び引張強度と練り混ぜ時間の関係を示す。レデーミクストポリエステルレジコンクリートの圧縮及び引張強度は、練り混ぜ時間5分で最大値を示し、それ以降は減少する傾向にあり、特に引張強度において、その傾向が顕著である。これは、練り混ぜ時間の増大に伴う触媒分散性の向上による強度増加と、不飽和ポリエステル樹脂の重合反応に基づく骨材の結合が練り混ぜによって阻害されるために起こる強度減少とが

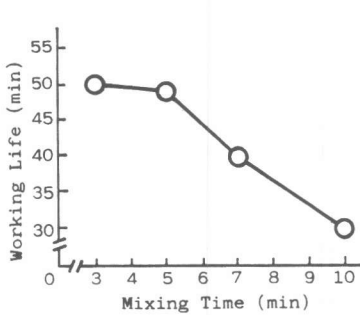


図-1 レデーミクストポリエステルレジコンクリートの可使時間に及ぼす練り混ぜ時間の影響

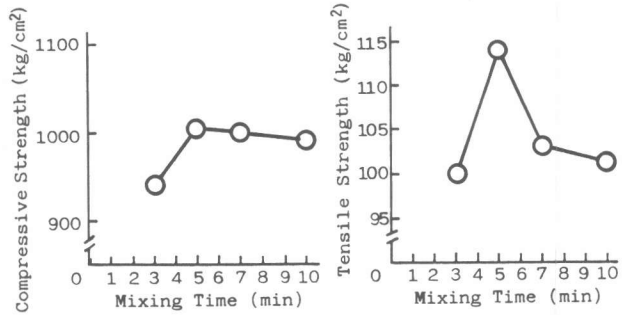


図-2 レデーミクストポリエステルレジコンクリートの圧縮及び引張強度に及ぼす練り混ぜ時間の影響

丁度釣り合う練り混ぜ時間が5分であることを示唆するものである。以上のことから、レデーミクストポリエステルレジコンクリートを製造する場合の練り混ぜ時間は5分が適当であるといえる。

図-3には、練り混ぜ前の貯蔵期間とレデーミクストポリエステルレジコンクリートの可使時間の関係を示す。貯蔵期間7日までは、促進剤添加率0.5phrとした場合、触媒添加率にかかわらず、貯蔵期間の増大に伴って、レデーミクストポリエステルレジコンクリートの可使時間は若干遅延する。促進剤添加率1.0phrとした場合、貯蔵期間1日で可使時間が若干長くなり、その後は一定値を与える。

一方、貯蔵期間を28日としたレデーミクストポリエステルレジコンクリートの場合、触媒添加率0.5phrの時に貯蔵期間0日の可使時間と同等の可使時間を、又触媒添加率1.0phrの時、貯蔵期間7日のものと若干異なる可使時間を与える。なお、本研究の限りでは、同じ促進剤及び触媒添加率のレデーミクストポリエステルレジコンクリートの可使時間の差異は4~8分であり、可使時間についてのみ考えるならば、実用上、差支えないといえる。

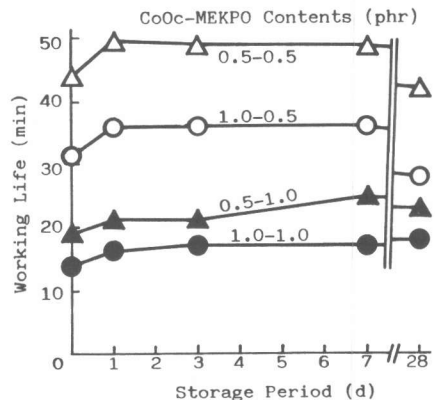


図-3 レデーミクストポリエステルレジコンクリートの可使時間と貯蔵期間の関係

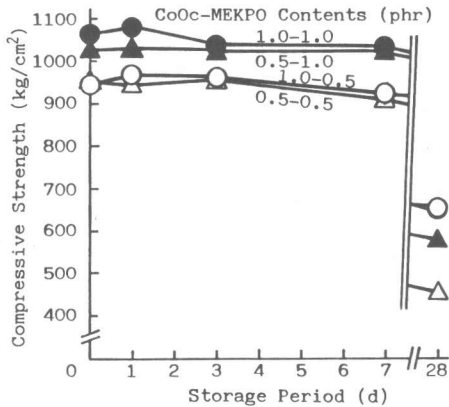


図-4 レデーミクストポリエステルレジコンクリートの圧縮強度と貯蔵期間の関係

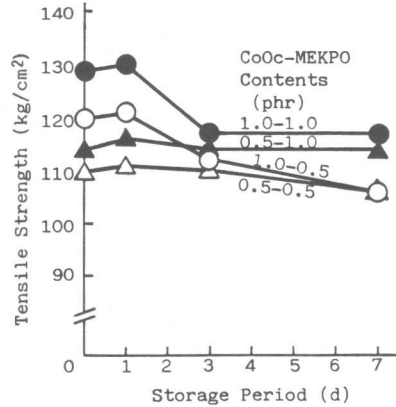


図-5 レデーミクストポリエステルレジコンクリートの引張強度と貯蔵期間の関係

図-4から図-6には、練り混ぜ前の貯蔵期間とレデーミクストポリエステルレジコンクリートの圧縮、引張及び曲げ強度の関係を示す。促進剤及び触媒添加率にかかわらず、貯蔵期間7日までのレデーミクストポリエステルレジコンクリートの圧縮強度はほぼ一定値を与える。しかしながら、貯蔵期間28日の圧縮強度は、貯蔵期間0日のその50~60%の値まで低下する。

一方、レデーミクストポリエステルレジコンクリートの引張強度は、貯蔵期間0日から3日までに若干低下し、貯蔵期間7日になると、促進剤添加率にかかわらず、触媒添加率 0.5phrのものは低下し、触媒添加率 1.0phrのものは貯蔵期間3日と同等の引張強度を与える。又、促進剤及び触媒添加率にかかわらず、その曲げ強度は貯蔵期間1日から3日まで増加し、その後はほぼ一定値を与える。これまでの試験結果から、貯蔵温度を20℃とし、その期間が7日までは著しい可使時間の差異及び強度低下は認められず、レデーミクストポリエステルレジコンクリートの実用性が確認できた。

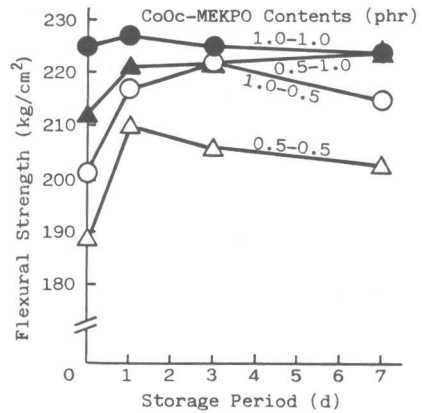


図-6 レデーミクストポリエステルレジコンクリートの曲げ強度と貯蔵時間の関係

4. 長期貯蔵型レデーミクストポリエステルレジコンクリートの製造法とその基礎的性状の検討

4.1 試験方法

表-2に示した配合で触媒と希釈剤を添加せずに、不飽和ポリエステル樹脂及び促進剤を混合し、JIS A 1181に従って、表-3に示した調合のポリエステルレジコンクリートを調製し、密封容器に入れ、20, 0, -20℃で6及び27日間貯蔵した。その後、20℃, 50%R.H.の恒温恒湿室に容器を移し、24時間貯蔵した。貯蔵終了後、表-2の配合で希釈剤に溶解した触媒を添加して5分間練り混ぜ、寸法φ7.5x15cmに成形し、7日間20℃, 50%R.H.で乾燥養生を行い、供試体とした。なお、練り混ぜ後のポリエステルレジコンクリートについては、3.と同様に可使時間を測定した。

乾燥養生終了後の供試体については、JIS A 1182に従って圧縮強度試験を行った。

4.2 試験結果及び考察

図-7には、7日及び28日貯蔵したレデーミクストポリエステルレジコンクリートの貯蔵温度と可使時間の関係を示す。貯蔵期間、促進剤及び触媒添加率にかかわらず、貯蔵温度-20及び20℃のものより、0℃で貯蔵したレデーミクストポリエステルレジコンクリートの可使時間が最も長い。しかし、従来の方法で製造したポリエステルレジコンクリートの可使時間と比べても、その差は5分以内である。又、同一促

進剤及び触媒添加率のレデーミクストポリエステルレジンコンクリートの貯蔵期間7及び28日の可使時間を比較した時、7日より28日貯蔵した方が若干短いか、同程度の値を示す。

図-8には、7及び28日貯蔵したレデーミクストポリエステルレジンコンクリートの貯蔵温度と圧縮強度の関係を示す。貯蔵期間7日の場合、促進剤及び触媒添加率にかかわらず、貯蔵温度の上昇に伴って、レデーミクストポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度は若干低下するが、従来の方法で製造したポリエステルレジンコンクリートとほとんど同じ圧縮強度を与える。一方、貯蔵期間28日の場合、貯蔵温度の上昇に伴って、圧縮強度は著しく低下し、特に20℃で貯蔵したレデーミクストポリエステルレジンコンクリートのそれは、従来の方法で製造したものの約1/2となる。しかし、-20℃で貯蔵した場合には、従来の方法で製造したもののそれとほとんど差のない圧縮強度を発現する。本研究の限りでは、長期間の貯蔵を可能にし、且つ従来の方法で製造する場合と同等の性質を有するレデーミクストポリエステルレジンコンクリートを製造するためには、貯蔵温度を-20℃にすることが望ましい。

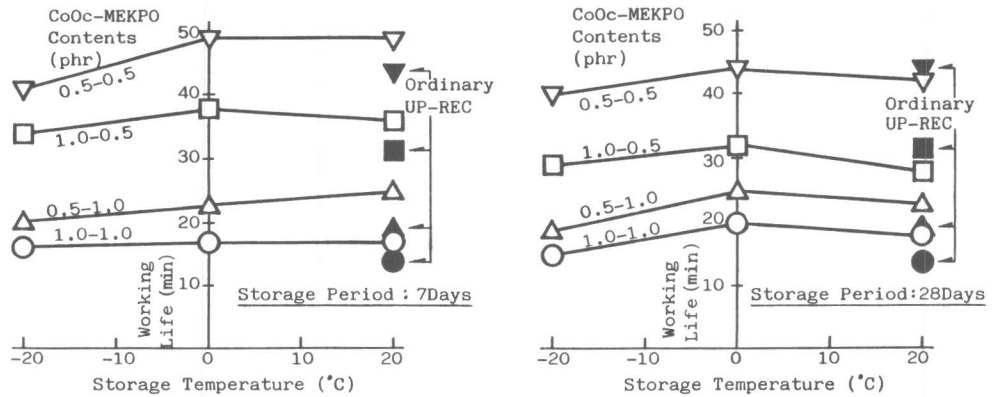


図-7 7及び28日貯蔵したレデーミクストポリエステルレジンコンクリートの可使時間と貯蔵温度の関係

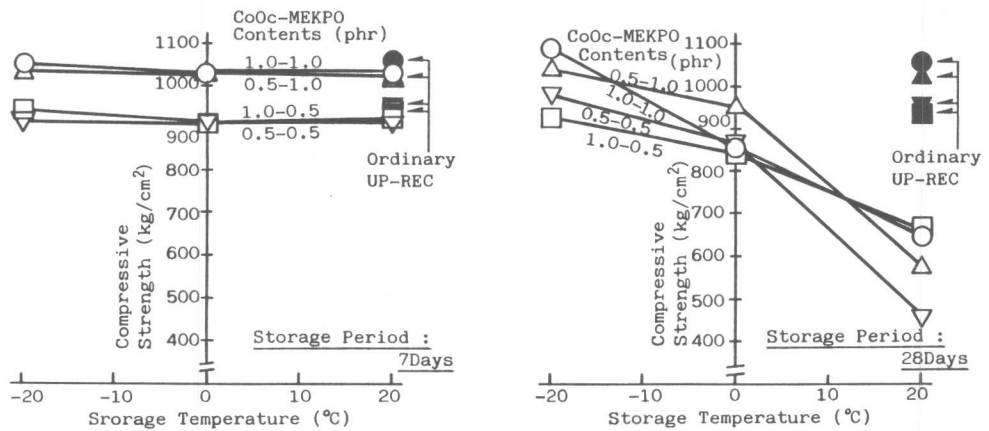


図-8 7及び28日貯蔵したレデーミクストポリエステルレジンコンクリートの圧縮強度と貯蔵温度の関係

5. 結論

貯蔵期間7日までは、20℃で貯蔵可能であるが、その後、28日まで貯蔵する場合には、-20℃で貯蔵することが推奨され、このような条件下で貯蔵することによって、従来の方法で製造した場合と同等の性質を有するレデーミクストポリエステルレジンコンクリートの製造が可能である。図-9には、その製造工程を示す。

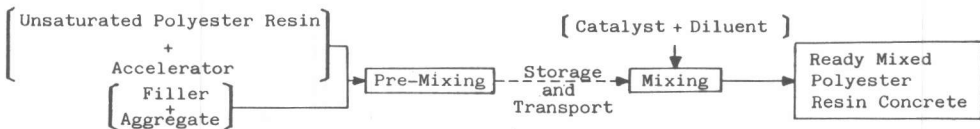


図-9 レデーミクストポリエステルレジンコンクリートの製造工程