

[90] 含水骨材を使用したレジンコンクリートの強度改善策

正会員 大 浜 嘉 彦 (日本大学工学部)

正会員 ○ 浜 津 正 美 (日本大学大学院)

1. はじめに

レジンコンクリートは、セメントコンクリートと比較して、速硬性であり、且つ、高強度を有し、水密性、耐薬品性、接着性に優れるなど、数多くの長所を持つ材料であり、現在、土木、建築分野で、その用途を拡大しつつある。一般に、レジンコンクリートの製造に含水骨材を使用した場合、著しい強度低下を引き起こすため、乾燥骨材が使用される。しかし、レジンコンクリートの製造に含水骨材が利用できれば、骨材の乾燥工程を省くことができ、製造コストの低廉化が可能となるばかりでなく、現場施工する場合の骨材の入手及びその管理が容易になる。そこで、本研究では、ポリエステルレジンコンクリート及びポリメタクリル酸メチルコンクリートの圧縮強度に及ぼす骨材含水率の影響を検討し、水分吸着材としてゼオライト及びセメント、シランカップリング剤及び鋼繊維を混入して、含水骨材を使用したレジンコンクリートの強度改善を図ろうとするものである。

2. 使用材料

2.1 結合材及び充てん材

ポリエステル系結合材としては、市販のオルトフタル酸系不飽和ポリエステル樹脂(UP)に、スチレン(st)、触媒、促進剤及びシランカップリング剤を適量添加したものを、又、ポリメタクリル酸メチル系結合材としては、JIS K 6716(メタクリル酸メチル)の規定に合格するメタクリル酸メチル(MMA)にポリメタクリル酸メチル、触媒、促進剤及びシランカップリング剤を適量添加したものをを用いた。充てん材としては、180°Cで乾燥し、含水率を0.1%以下に調整した重質炭酸カルシウム(粒径、2.5 μ m以下)を使用した。

2.2 水分吸着材

水分吸着材としては、300°Cで72時間乾燥したゼオライト及び普通ポルトランドセメントを使用した。なお、それらの化学成分、比重及び粒径を表-1に示す。

2.3 骨材及び鋼繊維

骨材としては、含水率を0.1%以下、1%、3%及び5%に調整した安山岩砕石(粒径、5-10mm)及び川砂(粒径、5mm以下)を使用した。鋼繊維としては、寸法、0.25 \times 0.55 \times 25mm、引張強度、72.7kg/mm²及び弾性係数2.1 \times 10⁴kg/mm²の市販品を使用した。

3. 試験方法

3.1 レジンコンクリートの調合

レジンコンクリートの調合は、表-2に示す基本調合を次のように変化させたものとした。

(1) 骨材含水率のみを0.1%以下、1%、3%及び5%と変化させた調合

(2) ポリエステルレジンコンクリート(UP-REC)では、充てん材である重質炭酸カルシウムをゼ

表-1 水分吸着材の化学成分、比重及び粒径

Type of Filler	Chemical Compositions (%)											Specific Gravity	Particle Size(μ m)
	ig. loss	insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Total		
Zeolite	7.8	—	72.2	11.5	1.2	1.0	0.2	—	2.6	3.2	99.7	(0.65)*	<140
Ordinary Portland Cement	0.6	0.1	22.1	5.2	3.3	65.1	1.2	1.8	—	—	99.4	3.17	<88

Note,* : Bulk Specific Gravity

表-2 レジンコンクリートの調合

Type of Concrete	Mix Proportion by Weight				
	Binder	Filler	Aggregate		
			Crushed Andesite Size, 5-10mm	River Sand Size, 1.2-5mm	River Sand Size, <1.2mm
PMMA-REC	10.00	10.00	33.36	16.64	30.00
UP-REC	11.25	11.25	32.32	16.12	29.06

オライト及びセメントで、ポリメタクリル酸メチルコンクリート (PMMA-REC) では、充てん材である重質炭酸カルシウムをゼオライトで0、25、50、75及び100wt%代替した調合

(3) (2)で最高強度を与えたレジンコンクリートの調合を各骨材含水率ごとに選択し、それにシランカップリング剤を1 phr (parts per hundred parts of resin (UP or MMA + PMMA)) 及び2 phr 添加した調合

(4) (3)で最高強度を与えたレジンコンクリートの調合を各骨材含水率ごとに選択し、それに鋼繊維を1 vol%、2 vol%及び3 vol%混入した調合

3.2 供試体の作製及び可使時間の測定

3.1で述べた調合のレジンコンクリートを、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) に準じて練り混ぜ、寸法 $\phi 7.5 \times 15$ cmに成形した後、7日乾燥 (20°C、50% R.H.) 養生を行い、供試体を作製した。但し、3.1-(1)の調合については、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) の触感法に準じて、可使時間を測定した。

3.3 圧縮強度試験

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、圧縮強度試験を行った。

4. 試験結果及び考察

図-1には、レジンコンクリートの可使時間に及ぼす骨材含水率の影響を示す。骨材含水率の増加に伴い、UP-RECの可使時間は、著しく長くなる。これは、多量の水分の存在により、促進剤の硬化促進能力が低下し、不飽和ポリエステル樹脂の硬化反応が著しく阻害されるためと考えられる。¹⁾ 一方、骨材中にある程度、水分が存在しても、メタクリル酸メチルはほぼ正常な重合反応を起こすため、PMMA-RECの可使時間に及ぼす骨材含水率の影響はほとんど認められない。

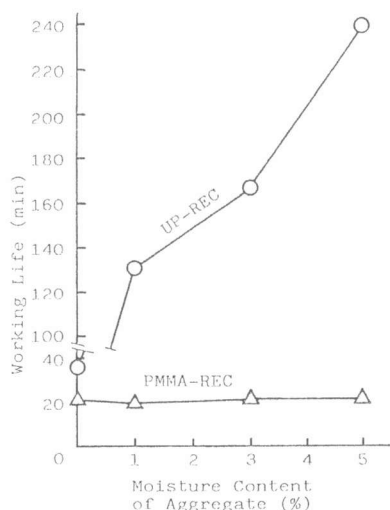


図-1 レジンコンクリートの可使時間に及ぼす骨材含水率の影響

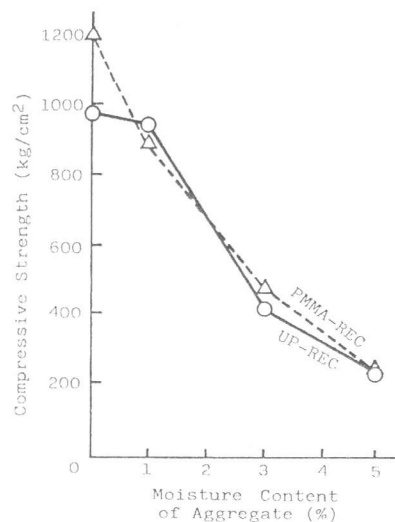


図-2 レジンコンクリートの圧縮強度に及ぼす骨材含水率の影響

図-2には、レジンコンクリートの圧縮強度に及ぼす骨材含水率の影響を示す。骨材含水率の増加に伴い、UP-REC及びPMMA-RECの圧縮強度は低下する。このような強度低下は、UP-RECでは、骨材中の水分による硬化樹脂の強度低下及び結合材と骨材間の付着強度の低下に、又、PMMA-RECでは、結合材と骨材間の付着強度の低下に起因するものと考えられる。

図-3には、レジンコンクリートの圧縮強度に及ぼす水分吸着材の代替率の影響を示す。充てん材である重質炭酸カルシウムをゼオライトで代替したUP-RECの圧縮強度は、その代替率が、骨材含水率1%のとき25wt%、3%のとき50wt%、5%のとき75wt%で最大値を与える。又、充てん材である重質炭酸カルシウムをセメントで代替したUP-RECの場合、その代替率が増加すると、骨材含水率1%ではその圧縮強度は減少するが、骨材含水率が3%及び5%ではその圧縮強度は、代替率50wt%付近で一定になる傾向にある。一方、充てん材である重質炭酸カルシウムをゼオライトで代替したPMMA-RECの場合、その代替率の増加に伴って、骨材含水率1%ではその圧縮強度は急激に減少するが、骨材含水率3%では代替率75wt%で、その圧縮強度の最大値を与え、又、骨材含水率5%ではその圧縮強度は増加し続ける。ゼオライトによる圧縮強度の改善は、その強い水分吸着作

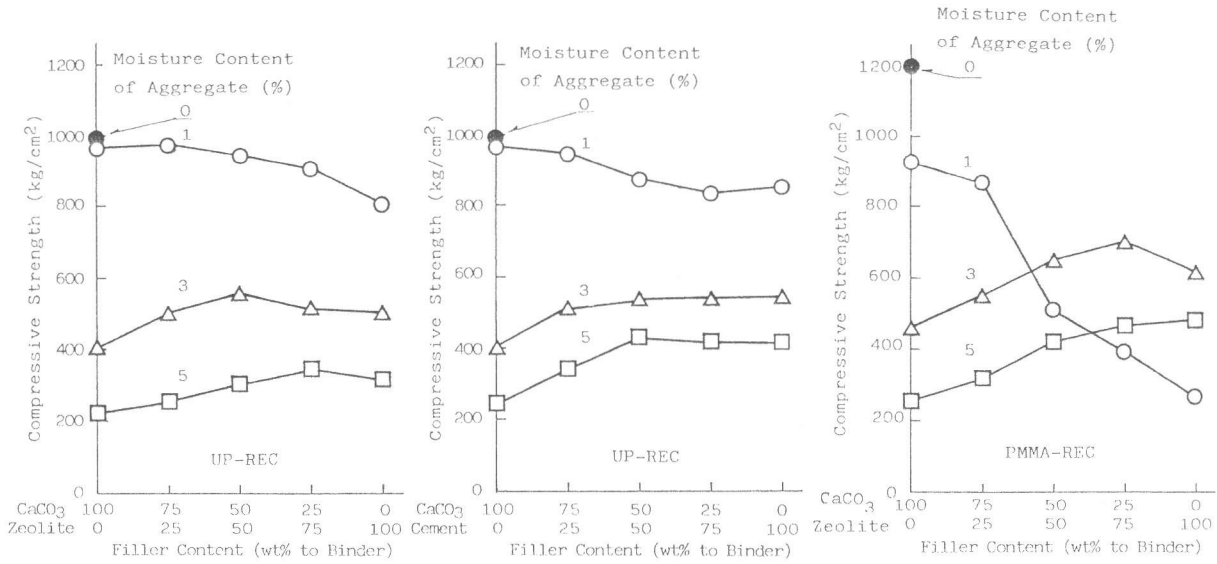


図-3 含水骨材を使用したレジコンクリートの圧縮強度に及ぼす水分吸着材代替率の影響

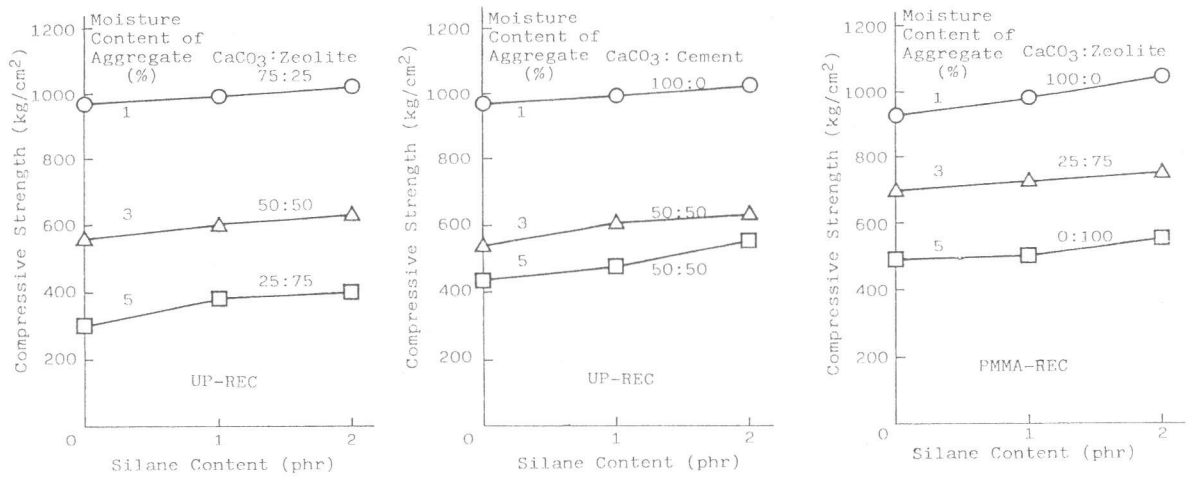


図-4 含水骨材を使用したレジコンクリートの圧縮強度に及ぼすシランカップリング剤の添加効果

用によるもので、この強度改善効果はPMMA-RECの場合に著しい。しかし、骨材含水率以上の水分を吸着するほど多量のゼオライトで代替すると、骨材中の水分だけでなく、結合材も吸着されるため、見掛け上、結合材量が低減することになり、レジコンクリートの圧縮強度が低下するものと考えられる。一方、セメント代替によるレジコンクリートの圧縮強度の増大は、その水分吸着性及び水和反応によるものと考えられる。なお、PMMA-RECについては、充てん材である重質炭酸カルシウムをセメントで代替する試験を行わなかった。その理由は、セメントの水和反応によって遊離した水酸化カルシウムとメタクリル酸メチルの反応によるメタクリル酸カルシウムの生成などに起因する硬化不良やひび割れの発生のため、含水骨材を使用するPMMA-RECにとって有効な水分吸着材とは考えられないからである。²⁾

図-4には、含水骨材を使用したレジコンクリートの圧縮強度に及ぼすシランカップリング剤の添加効果を示す。いずれのレジコンクリートにおいても、骨材含水率にかかわらず、シランカップリング剤の添加率の増大に伴って、その圧縮強度はごくわずかに増大するのみである。

図-5及び図-6には、含水骨材を使用したレジコンクリートの圧縮強度に及ぼす鋼繊維混入率の影響を示す。いずれの骨材含水率においても、鋼繊維混入率の増加に伴い、充てん材をゼオライトで代替し、鋼繊維を混入したUP-RECの圧縮強度は増大する。充てん材をセメントで代替し、鋼繊維を混入したUP-RECの圧縮強

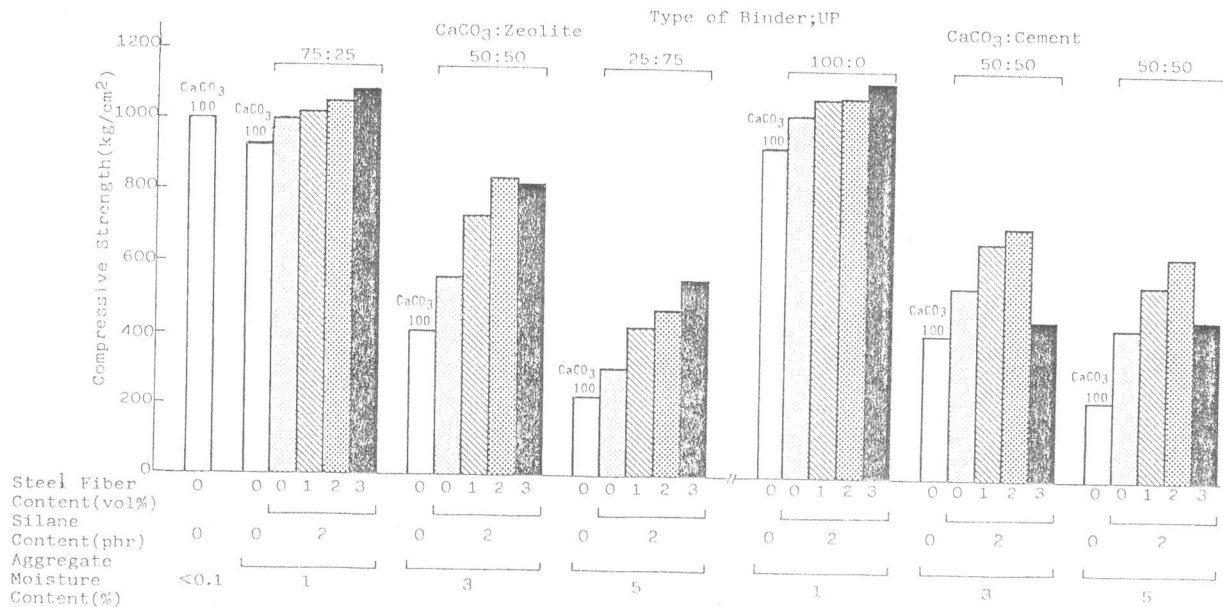


図-5 含水骨材を使用したUP-RECの圧縮強度に及ぼす鋼繊維混入率の影響

度は、骨材含水率1%の場合、鋼繊維混入率の増加に伴い増大し、骨材含水率3%及び5%の場合、鋼繊維混入率2vol%で最大値を与える。充てん材をゼオライトで代替し、鋼繊維を混入したPMMA-RECの圧縮強度は、いずれの骨材含水率においても、鋼繊維混入率1vol%で最大値を与える。

上述のような強度改善策を施すことによって、含水骨材を使用したレジコンクリートの圧縮強度は著しく改善され、骨材含水率3%及び5%の骨材を使用したレジコンクリートの圧縮強度は、重質炭酸カルシウムのみを使用した基本調合のその約2倍になる。

5. 結論

(1) 一般に、レジコンクリートの圧縮強度は、骨材含水率に著しく影響される。

(2) UP-RECではゼオライト及びセメント、PMMA-RECではゼオライトのような水分吸着材による充てん材の代替、シランカップリング剤の添加及び鋼繊維の混入によって、含水骨材を使用したUP-REC及びPMMA-RECの圧縮強度は、大幅に改善される。

参考文献

- 1) 滝山英一、ポリエステル樹脂、日刊工業新聞社、Feb. 1970、p.66及びp.88.
- 2) Kukacka, L.E., Auskern, A., Colombo, P., Romano, A., Steinberg, M., DePuy, G.W., Causey, F.E., Cowan, W.C., Lockman, W.T., and Smoak, W.G., "Concrete-Polymer Materials, Fifth Topical Report," BNL 50390 and REC-ERC-73-12, Brookhaven National Laboratory, New York, and Bureau of Reclamation, Denver, Dec. 1973, 106p.

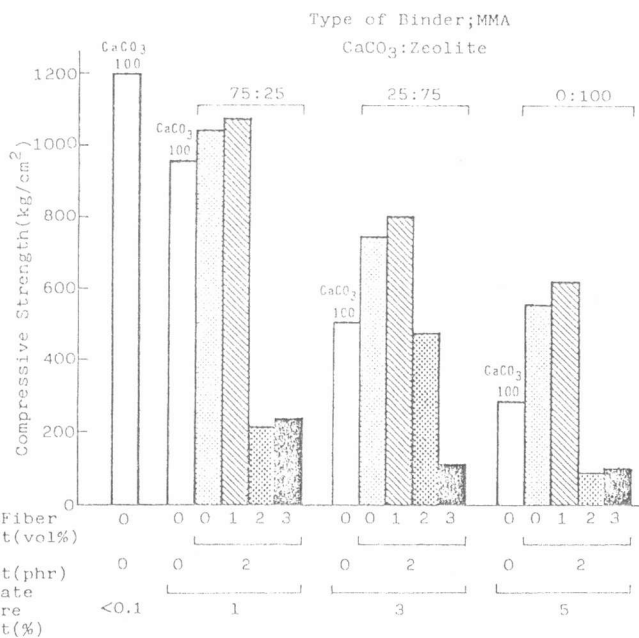


図-6 含水骨材を使用したPMMA-RECの圧縮強度に及ぼす鋼繊維混入率の影響