

V-45

高活性もみがら灰を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性について

八戸工業大学 学生員 山道 浩仁

学生員 Feng Qingge

学生員 香曾我部 航太

正会員 杉田 修一

1. はじめに

もみがら灰（RHA）は、高いポゾラン活性を有していることから、コンクリートの混和材として利用する研究が多くの研究機関において行われている。特に強度の向上は顕著であり、その有用性は多く報告されている。また、中性化、耐酸性についてはすでに報告済みである。そこで、本研究では高活性もみがら灰を混合したコンクリートについて、耐久性のひとつである凍結融解抵抗性について報告する。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料として、セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16 g/cm^3 ）、粗骨材は硬質砂岩砕石（岩手県久慈市産：密度 2.64 g/cm^3 、 $G_{\max} 20\text{mm}$ ）、細骨材として、輝緑岩砕砂（八戸市は川産：密度 2.88 g/cm^3 、 $F.M. 2.69$ ）とした。混和剤として、減水剤：ポリカルボン酸系高性能減水剤（減水剤標準型Ⅰ種）、AE剤（天然樹脂酸塩）を用いた。配合は、水結合材比 45%、55%、65% とし、RHA の混和材率を 10%～30% の範囲で選定した。すべての配合において、目標スランプ（8 cm）、目標空気量（5%）を一定とした。RHA の物理的性質及び化学組成を表-1 に、コンクリートの種類と配合を表-2 に示す。

表-1 RHA の物理的性質及び化学組成

物 理 的 性 質			
密度 (g/cm ³)		2.12	
BET比表面積 (m ² /g)		110.00	
平均粒径 (μm)		7.40	
化 学 組 成			
SiO ₂	92.50	Na ₂ O	0.07
Al ₂ O ₃	0.31	K ₂ O	2.55
Fe ₂ O ₃	0.39	P ₂ O ₅	0.50
CaO	0.68	MnO	0.11
MgO	0.31	Cl	0.10
強熱減量 (%)		1.20	

表-2 コンクリートの種類と配合

種 類	Gmax (mm)	W/B	s/a (%)	単位量 kg/m ³					AE	SP
				W	B		S	G		
					C	R			(B×%)	(B×%)
C-45	20	0.45	40.0	170	378	0	761	1046	0.030	0.000
R-45-10					340	38	754	1037	0.035	0.600
R-45-20					302	76	747	1028	0.055	1.200
R-45-30					264	113	740	1028	0.075	1.800
C-55		0.55	43.0	170	309	0	845	1027	0.030	0.000
R-55-10					278	31	839	1019	0.030	0.350
R-55-20					248	62	833	1012	0.035	0.600
R-55-30					216	93	827	1005	0.040	0.800
C-65		0.65	43.0	172	264	0	860	1045	0.030	0.000
R-65-10					238	27	855	1039	0.030	0.220
R-65-20					212	53	850	1032	0.030	0.450
R-65-30					185	79	845	1026	0.035	0.650

2.2 試験方法

凍結融解試験は、ASTM C 666 A 法（水中凍結水中融解、1 サイクル約 4 時間）に従って行った。供試体は、 $100 \times 100 \times 400 \text{ mm}$ の角柱とし、材齢 28 日まで標準水中養生後、凍結融解試験を開始した。また、凍結融解 30 サイクルごとに 300 サイクルまで相対動弾性係数を測定した。

3. 実験結果および考察

図-1はW/B=45%の凍結融解試験の結果である。150 サイクルまでの相対動弾性係数は、コントロールコンクリートと RHA 混合コンクリートのいずれも、ほとんど差は見られなかった。しかし、150 サイクル以降では、RHA 混合率 30%は相対動弾性係数が低下する傾向を示した。重量損失率でみると、RHA 混合率 10%、20%はコントロールコンクリートと比較し小さくなっているが、RHA 混合率 30%はコントロールコンクリートより大きくなっている。また、相対動弾性係数が低下し始めた 150 サイクル以降に重量損失率が大きくなる傾向を示した。

図-2はW/B=55%の結果である。全体的な傾向として、W/B=45%と同じ傾向を示している。しかし RHA 混合率 10%、20%は、コントロールコンクリートと比較して相対動弾性係数が高く、また重量損失率も小さくなり凍結融解抵抗性が改善されることが確認された。

図-3はW/B=65%の結果である。相対動弾性係数は、凍結融解 210 サイクルまでは、コントロールコンクリート及び RHA 混合コンクリートのどちらも大きな変化は見られなかった。しかし、210 サイクル以降においてコントロールコンクリートでは相対動弾性係数が低下傾向を示したのに対し、RHA 混合コンクリートは低下傾向を示さなかった。重量損失率は、RHA 混合率 30%では、コントロールコンクリートと比較して大きくなっているが、RHA 混合率 10%及び20%では小さくなっている。

4. まとめ

RHA 混合コンクリートは、いずれの水結合材比においても良好な凍結融解抵抗性を示した。特に RHA 混合率 10%、20%のコンクリートは、重量損失も少なく、相対動弾性係数も80%以上を示すことから、高活性RHAは凍結融解抵抗性の改善に有効であることが確認された。しかし、いずれの水結合材比のコンクリートにおいても RHA 混合率 30%は、相対動弾性係数に大きな変化は見られないが、重量損失は大きくなっている。これは、ポゾラン反応によって組織が緻密化し凍結による膨張圧が高まり、表面剥離が多くなったことが原因であると考えられる。

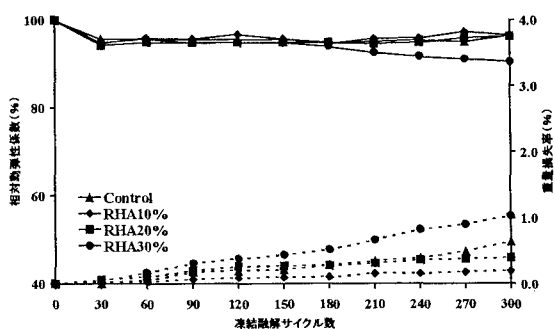


図-1 凍結融解試験結果 (W/B=45%)

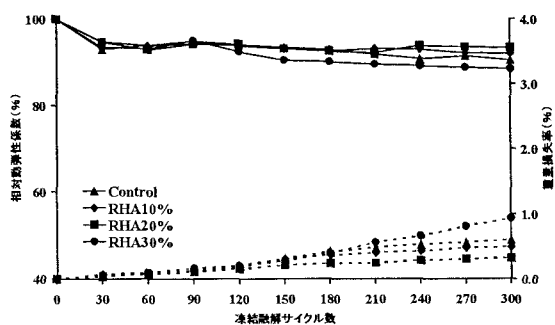


図-2 凍結融解試験結果 (W/B=55%)

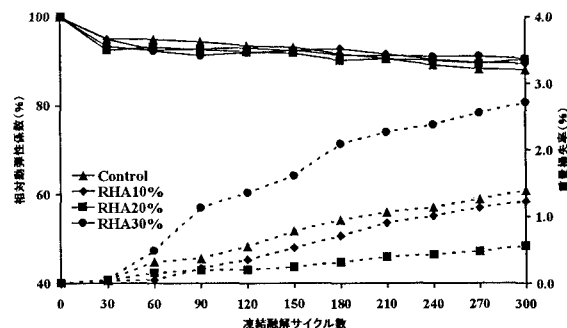


図-3 凍結融解試験結果 (W/B=65%)