

高活性もみがら灰混合コンクリートの中性化特性と細孔構造に関する研究

八戸工業大学 学生員 ○香曾我部 航太
 八戸工業大学 学生員 山道 浩仁
 八戸工業大学 正会員 杉田 修一

1. はじめに

農業廃棄物であるもみがらは、適切な焼成を施す事により高いポズラン活性を有するもみがら灰（Rice Husk Ash 以下 RHA と記す）となり、コンクリートの混和材として有効利用するための研究が多く報告されている。既報告では高活性 RHA を混合したコンクリートは中性化が早く進行するとされている。本研究では高活性 RHA の混合率を変化させたコンクリートの各種試験を行いその中から中性化性状、細孔分布性状および、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量を確認するために熱重量分析を行った結果を報告する。

2. 実験概要

2-1 使用材料及び配合

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 3.16g/cm^3 ）、細骨材は青森県八戸産の輝緑岩砕砂（表乾密度： 2.88g/cm^3 、 $\text{F.M.}=2.69$ ）、粗骨材は岩手県久慈産の硬質砂岩碎石（ G_{max} ： 20mm 、表乾密度 2.64g/cm^3 、 $\text{FM}6.62$ ）、混和剤として AE 剤は天然樹脂酸塩 AE 剤、減水剤はポリカルボン酸系高性能減水剤を使用した。RHA の製造方法として回転翼式連続焼成炉（前田製管（株）所有）により焼成を行い、回転式ボールミルで 60 分間粉碎した。RHA の物理的性質は、密度 $2.12(\text{g/cm}^3)$ 、電気伝導率差 $4.75(\text{mS/cm})$ 、強熱減量 1.29%以下となっている。

コンクリートの種類と配合を表-1 に示す。水結合材比は 45、55、65%とし、高活性 RHA の混和材率は 10、20、30%とした。全ての配合においてスランプ（目標スランプ値 8.0cm ）及び空気量（目標空気量 5.0%）は高性能減水剤、AE 剤量を調整し一定とした。

表-1 コンクリートの種類と配合

2-2. 試験項目

促進中性化試験:供試体は $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体とし、材齢 28 日まで標準養生後、恒温恒湿室で 7 日間乾燥させ CO_2 濃度 5.0%、温度 20°C 、相対湿度 60%に保った促進中性化槽で行った。試験材齢は 2 週、4 週、8 週とした。

細孔分布性状試験:厚さ 5~10mm にスライスした供試体

からモルタル片を採取しアセトン浸漬、真空乾燥後、水銀圧入式ポロシメータにより測定を行った。

熱重量分析:材齢 28 日まで標準養生後モルタル分のみを取出しアセトン浸漬、真空乾燥後、粉体状態の試料とし $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の定量を行った。

W/ (C+R) %	G _{max} (mm)	コンクリートの種類	s/a %	単位量 (kg/m ³)						
				W	C	R	S	G	AE	SP
									(%)	(%)
45	20	C45	40.0	170	378	0	761	1046	0.030	0
		R45-10			340	38	754	1037	0.035	0.600
		R45-20			302	76	747	1028	0.055	1.200
		R45-30			264	113	741	1018	0.075	1.800
55		C55	43.0	170	309	0	845	1027	0.030	0
		R55-10			278	31	839	1019	0.030	0.350
		R55-20			247	62	833	1012	0.035	0.600
		R55-30			216	93	827	1005	0.040	0.800
65		C65	43.0	172	264	0	860	1045	0.030	0
		R65-10			238	27	855	1039	0.030	0.220
		R65-20			212	53	850	1032	0.030	0.450
		R65-30			185	79	845	1026	0.035	0.650

キーワード：高活性もみがら灰、中性化、細孔分布性状、熱重量分析

〒031-8501 八戸市妙字大開 88 番地 1 号

3. 実験結果

促進中性化試験:各水結合材比毎にコントロール、RHA10%混合、20%混合、30%混合の4種類について試験を行った。図-1に水結合材比55%の試験結果を示す。RHA混合率が増す程に中性化深さが増している事がわかる。これはRHAをセメントと混合する事によりコンクリートのアルカリを支配している水酸化カルシウムを消費し、アルカリ分が少なくなり炭酸ガスの影響を受けやすくなるためである。コントロールとRHA20%混合、30%混合との差は明確である。これは水酸化カルシウムの消費量がRHA混合率の高い程多く、RHAにより水和構造上緻密化しているがそれを超えて中性化がより進む事が確認された。また、水結合材比45%、65%も同様の結果が得られた。

細孔分布性状:図-2に各水結合材比における平均細孔半径とRHA混合率の関係を示す。いずれの水結合材比においてもRHA混合率の増加と共に平均細孔半径が小さくなっている。55%のRHA20、30%混合でも値は小さくなっているが、図-1を見ると中性化が進んでいる。これはポズラン反応による細孔化を中性化が上回ったことを表している。

熱重量分析:図-3にTG減少率とRHA混合率の関係を示す。TG減少率は水酸化カルシウムの分解による減少率を示したものである。上の直線はRHAを内割で混入することにより使用セメント量が減少し、生成された $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が少ないことを表す直線である。RHA混合率を増すほど水酸化カルシウムの減少量が多くなっているのはRHAを混合することにより、セメントの水和反応で生成された水酸化カルシウムが消費されたことを表している。RHA混合率を増すごとにTG減少率が減少している。RHA混合率が30%付近では水酸化カルシウムが反応し尽くしてしまい検出されない事が確認された。

4. まとめ

- ・ RHAを混合することにより水酸化カルシウムを消費するため水結合材比が中程度のRHA混合コンクリートは混合率を上げるほど中性化がより進む。
- ・ RHAの混合によりポズラン反応が起こり、緻密化し平均細孔半径が小さくなる。
- ・ RHA混合率の増加に伴い水酸化カルシウム量が減少する傾向が確認された。RHA30%混合のものからはほとんど水酸化カルシウム分解による減量が確認できない。このため高活性RHAの混合率の上限は30%前後である。

おわりに

本研究を行うにあたり使用したもみがら灰の製造に際し多大なご協力を賜った前田先端技術研究所の佐藤所長、植田氏に深甚の謝意を表します。

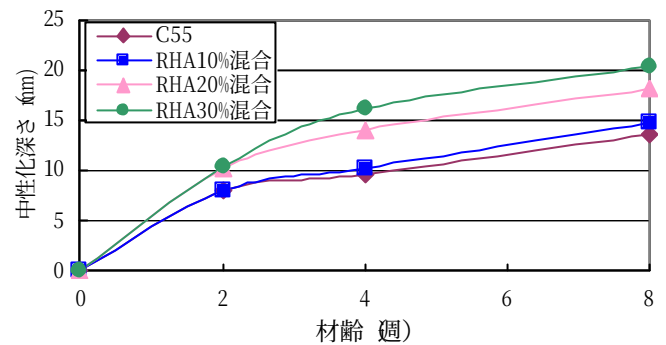


図-1 中性化深さと材齢の関係W/C=55%

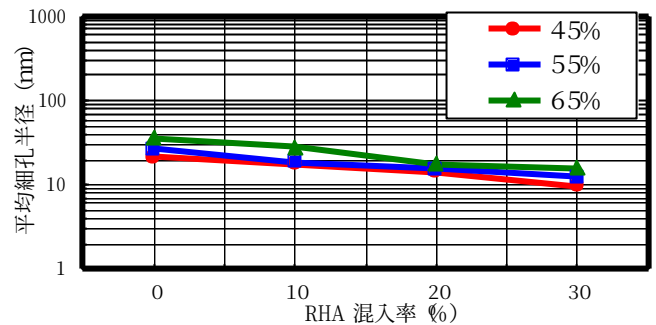


図-2 平均細孔半径とRHA混合率の関係

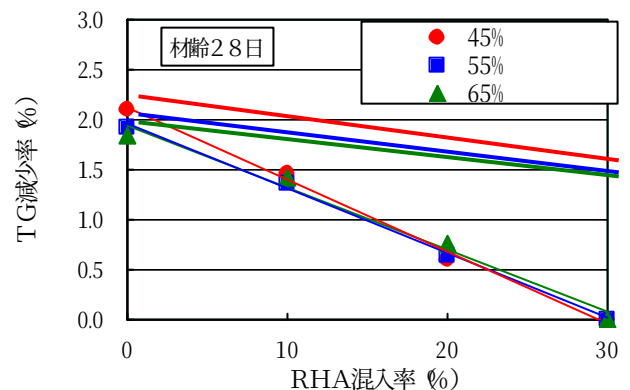


図-3 TG減少率とRHA混入率の関係