

V-18

もみがら灰混合コンクリートの耐久性に関する研究

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からは、適切な焼成をする事により高いボゾ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は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および透水性および、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$ ）、細骨材は青森県八戸産の輝緑岩砕砂（表乾密度： $2.88\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $\text{F.M}=2.69$ ）、粗骨材は岩手県久慈産の硬質砂岩砕石（ G_{max} ： 20mm 、表乾密度 $2.64\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $\text{FM}6.62$ ）、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 分間粉砕した。RHA の物理的性質は、密度 $2.12(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、電気伝導率差 $4.75(\text{mS}/\text{cm})$ 、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ブ（目標スランブ値 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

W/(C+R) (%)	Gmax (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	4037	0.035	0.600
		R45-20			302	76	747	1028	0.055	1.200
		R45-30			264	113	747	1018	0.075	1.800
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

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 度、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。

透水試験: $\phi 100 \times 100\text{mm}$ の円柱供試体を用い、インプット法室内透水試験機で行った。加圧圧力は 981kPa 、加圧時間は 48 時間とした。

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り出しアセトン浸漬、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。

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速度が早くなる事が確認された。また、水結合材比45%、65%も同様の結果が得られた。

透水試験:図—2に水結合材比55%における水浸透深さとRHA混合率の関係を示す。RHA混合率の増加と共に右肩下がり水浸透深さが小さくなっている。これはRHAの引き起こすポズラン反応により組織の緻密化が進んだためにこのような結果となったと考えられる。コントロールからRHA30%混合まではほぼ直線の傾きを見せている。この事からRHAを混合することにより透水性能を大きく改善できる事が分かる。

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を活性無しと仮定した理論線である。なおRHA混合率はセメント量の内割となっている。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速度が早くなる。
- ・ RHAの混合によりポズラン反応が起こり、緻密さが増し透水性能が大幅に向上される。
- ・ 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。

5. 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。

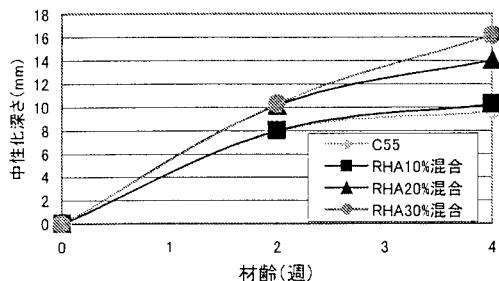


図-1 中性化深さと材齢の関係W/C=55%

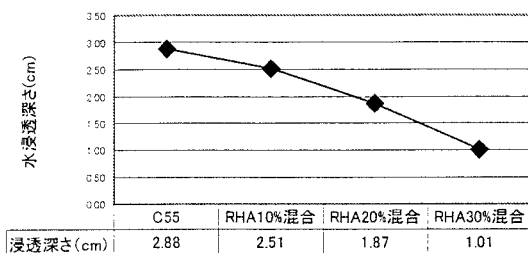


図-2 水浸透深さともみがら灰混入率の関係 W/C=55%

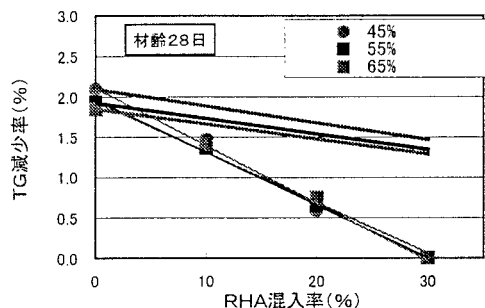


図-3 TG減少率とRHA混入率の関係