

V-13

高活性もみがら灰混合コンクリートの中性化および耐酸性について

八戸工業大学 学生員 ○ 久保田 栄一

八戸工業大学 学生員 山道 浩仁

八戸工業大学 正 員 杉田 修一

1. はじめに

農業廃棄物であるもみがら灰は SiO_2 が質量で90%程度含まれており、混和材としての有効性は既に報告されている。そこで本研究では、高活性もみがら灰（以下 RHA と記す）を混和材としてコンクリートに用いた場合の中性化および耐酸性試験を行い、高活性もみがら灰の耐久性について検討したものである。また、今回の実験ではもみがら灰置換率 20%のみで行い、広範囲の水結合材比コンクリートにて検討を行った。

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 3.16g/cm^3 ）、細骨材は岩手県久慈産の川砂（表乾密度 2.60g/cm^3 , F.M 2.84）、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 , F.M 6.62）、混和剤として AE 剤は天然樹脂酸塩、減水剤はポリカルボン酸系高性能減水剤（標準 I 種）を使用した。RHA の製造方法として回転翼式連続焼成炉により焼成を行い、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 $2.15 (\text{g/cm}^3)$ 、比表面積（BET 法） $90 (\text{m}^2/\text{g})$ 、電気伝導率平均 $4.5 (\text{mS/cm})$ 、強熱減量 3%以下となっている。表-1 に配合を示す。RHA の置換率はセメント質量に対する内割で 20%のみ試験を行った。スランブが $8\text{cm} \pm 1.5$ 、空気量 $5\% \pm 1$ とし、所定のスランブ、空気量とするため単位水量を変化させずに AE 剤と高性能減水剤の量で調節した。また、練り混ぜ方法として二軸式強制練りミキサを使用した。

表-1 配合表

W/(C+R) (%)	Gmax (mm)	コンクリートの種類	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					AE	SP
				W	C	R	S	G	(C×%)	(C×%)
45	20	P-45	40.4	162	360	0	708	530	0.019	0.200
		R-45-20			288	72	697	522	0.033	1.300
55		P-55	43	164	298	0	773	520	0.010	0.150
		R-55-20			239	60	763	514	0.015	0.880
65		P-65	44	166	255	0	804	520	0.010	0.100
		R-65-20			204	51	796	514	0.020	0.660
75		P-75	48.0	172	229	0	880	968	0.015	0.000
		R-75-20			183	46	872	960	0.020	0.350
80		P-80	49.0	174	218	0	901	952	0.010	0.000
		R-80-20			174	44	893	944	0.012	0.230

3. 試験方法3. 1 中性化の測定

材齢 28 日に達した $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体を恒温恒湿室にて 6 日間乾燥させ、上面および下面をプライマー、シリコンで封緘し、炭酸ガス濃度 5%、温度 20°C 、相対湿度 60% の条件で中性化促進を行った。試験材齢は 2 週、4 週、8 週で行い、供試体にフェノールフタレイン（1%エタノール溶液）を霧吹きで吹き付けた後、供試体の打設底面 20mm 部分から打設面方向に 15mm 間隔で中性化面各 10 点の測定を行った。

3. 2 耐酸性の測定

材齢 28 日に達した $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の円柱供試体を恒温恒湿室にて 5 日間乾燥させ、供試体の中央部の溶液に曝される部分を 150mm 確保し、両端面にパラフィンシールを覆う。試験溶液および濃度は、2%塩酸（HCl）溶液、5%硫酸（ H_2SO_4 ）溶液、水道水とし、試験材齢は 4 週、8 週、12 週とした。試験材齢に達

した供試体はパラフィンシールを取り除き 1 週間乾燥した後、供試体の重量減少と圧縮強度試験（JIS A 1108）を行った。また、圧縮強度試験の直径は 100mm に固定した。

4. 実験結果及び考察

4. 1 促進中性化試験

図-1 は水結合材比 45%，図-2 は水結合材比 80% の中性化深さと材齢の関係を示したものである。図-1，図-2 を見てわかるように、コントロールと RHA コンクリートを比較すると RHA を置換することにより中性化深さが深くなっているのがわかる。これは、RHA の主成分である二酸化ケイ素とコンクリート中の水酸化カルシウムが反応することによってケイ酸カルシウム水和物（C-S-H）が生成することから、コンクリート中の水酸化カルシウムが消費され、結果的にコンクリートの pH が低下し、中性化が進行したと考えられる。また、図-2 での高水結合材比ではセメント量が少ないためコントロールでも中性化深さが大きく RHA を置換したものも同じ傾向を示している。各水結合材比ともこれらの結果と同様の傾向を示している。

4. 2 耐酸性試験

ここでは水結合材比 55% の耐酸性試験結果を評価する。図-3 は重量減少率と材齢の関係を示したものである。5%硫酸溶液で評価すると重量減少率は材齢 8 週でコントロールが約 10% に対し RHA を置換したものは約 8% となっている。これは RHA のポズラン反応による水酸化カルシウムの減少と細孔構造の緻密化の結果だと考えられる。塩酸溶液では硫酸溶液ほどコントロールと RHA コンクリートの差はあまり見られない傾向を示した。これらの結果から、いずれの溶液においても RHA を置換することにより酸に対する抵抗性が大幅に改善された。図-4 は硫酸溶液の圧縮強度と材齢の関係を示したものである。どの材齢においても、コントロールより RHA を置換したものは強度が高い傾向を示している。これは、図-3 で述べたように細孔構造が緻密化し溶液の進入を遅らせたため劣化しにくくなり圧縮強度にも良い影響を与えたと考えられる。

5. まとめ

高活性もみがら灰を混和材として用いた場合の中性化および耐酸性の結果、中性化については RHA を置換することによりコンクリート中の水酸化カルシウムが消費され、中性化深さがコントロールより深い傾向を示した。耐酸性では、RHA を置換することにより水酸化カルシウムの減少と細孔構造の緻密化の結果、酸に対する抵抗性が大幅に改善されることが確認された。

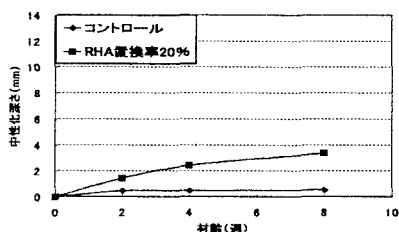


図-1 中性化深さ（水結合材比 45%）

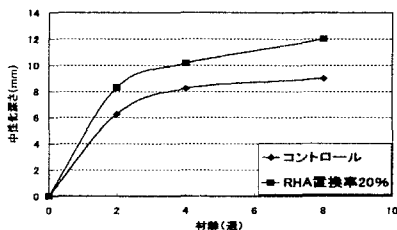


図-2 中性化深さ（水結合材比 80%）

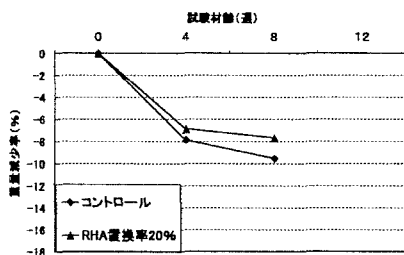


図-3 重量減少率（5%硫酸溶液、水結合材比 55%）

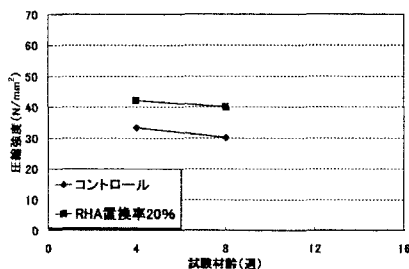


図-4 圧縮強度（5%硫酸溶液、水結合材比 55%）