

V－7 低温焼成もみがら灰を用いたコンクリートの強度特性について

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 正会員 庄谷 征美
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灰の有効性は既に報告されている。もみがら灰（Rice Husk Ash 以下、RHA と記す）は、SiO₂が質量で 90%程度含まれている。このような RHA を製造する場合、SiO₂を結晶化させないためにできるだけ低温焼成が望ましく、本研究は、焼却温度 540℃とし、焼却時間を 3 時間とした。このような低温、短時間焼却によって高品質な RHA が得ることができた。この RHA を用いて、水結合材比 45%、55%、65%のコンクリートを、材齢 3 日、7 日、28 日、91 日に圧縮、引張試験と細孔分布の測定を行い、優れた特性を確認した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

- セメント： 普通ポルトランドセメント 密度 3.16 g/cm³
細骨材： 岩手県久慈産川砂 F.M=2.60 表乾密度 2.67 kg/ℓ
粗骨材： 岩手県久慈産砕石安山岩 最大寸法 20mm 表乾密度 2.66 kg/ℓ
RHA： 比表面積 102m²/g、電気伝導率差 4.3mS/cm、強熱減量 3%以下、
密度 2.15(g/cm³)を有するもみがら灰を、振動式ボールミルで 60 分間粉碎したもの。
混和剤： ポリカルボン酸系高性能減水剤（標準形Ⅰ種）
AE 剤 天然樹脂酸塩

2. 2 コンクリートの種類と配合

水結合剤比（W/(C+F)）=45、

表 - 1 配合表

55、65%とし、RHA の置換率は、セメント質量に対する内割で 0、10、20、30%の 4 種類とした。所定のスランブ、空気量を得るために、高性能減水剤、AE 剤の使用量を調節した。表 - 1 に配合を示す。また、練り混ぜ方法としては、二軸式ミキサーを使用した。

コンクリートの種類	Grax (mm)	W/(C+F) (%)	s/a (%)	単位(kg/m ³)						
				W	C	F	S	G	AE (%)	SP (%)
P-45		45	41.0	185	411	0	692	1000	0.03	0.00
RHA-45-10					370	41	696	990	0.04	0.22
RHA-45-20					329	82	679	980	0.06	0.50
RHA-45-30					288	123	672	972	0.09	1.10
P-55	20	55	42.9	179	325	0	762	1018	0.03	0.00
RHA-55-10					293	33	757	1012	0.02	0.14
RHA-55-20					260	65	751	1004	0.03	0.27
RHA-55-30					228	98	746	996	0.04	0.48
P-65		65	38.0	172	265	0	702	1150	0.03	0.00
RHA-65-10					238	26	698	1142	0.02	0.09
RHA-65-20					212	53	694	1136	0.03	0.16
RHA-65-30					185	79	690	1130	0.04	0.20

2. 3 試験項目

フレッシュコンクリート試験として、スランブ試験（(JIS A 1101) 目標スランブは 8cm±1.5）、空気量試験（(JIS A 1118) 空気量 5%±1）を行った。また、硬化コンクリートについては、圧縮強度試験（JIS A 1108）、引張強度試験（JIS A 1113）を材齢 3、7、28、91 日に試験をした。また、水銀圧入法による細孔径分布の測定を、材齢 28 日のコンクリートを用いて測定した。

3. 実験結果及び考察

3. 1 強度試験

図-1～図-3は水結合材比別に圧縮強度、その増加率と材齢の関係を示したものである。図-1～図-2に示すように、水結合材比45、55%のどの材齢を見てもブレンコンクリートと比べてRHAを混入したコンクリートは、強度が増加している。水結合材比45%では、RHAの置換率が大きいほど高強度となっており、水結合材比55%、65%でも同じ傾向を示している。増加率では、図-1～図-3に示すように、各水結合材比とも材齢28日においては、置換率が大きくなるにつれて増加率も増している傾向を示し、特に図-3の水結合材比65%では、RHAの置換率30%で、増加率が156%になる。図-3を見ると、材齢3日での強度増加が見られない、この原因として減水剤の分散効果が考えられる。本研究で用いたRHAは非結晶質が多いので、粉砕に伴う二次凝集が大きいと思われる。表-1に示すとおり、水結合材比65%の減水剤の使用量は水結合材比45、55%よりかなり少ない、このため、減水剤の分散効果が十分に発揮されなかったのではないかと考えられる。

3. 2 細孔分布

図-4、図-5は、水結合材比45%と65%で材齢28日のコンクリートを測定した結果である。図-4を見ると、10-20nmに細孔量のピークがあり、ブレンコンクリートとRHAコンクリートの差異が明らかである。図-5の水結合材比65%では、100-200nmにブレンコンクリートの細孔量のピークがあり、RHAコンクリートは、10-20nmにピークがある。いずれの水結合材比とも、総細孔容積はあまり変わらない。しかし、平均孔半径は、水結合材比65%のブレンコンクリートで71.22nm、置換率30%のRHAコンクリートでは24.06nmである。水結合材比45%の場合も18.11nmが13.98nmである。

4. まとめ

- (1) 低温焼成によって高品質なRHAが得られ、これを用いたコンクリートは、強度が顕著に増すことが確認された。
- (2) 高品質なRHAを混入することによって、細孔分布の水和構造の緻密化が著しく増すことが確認された。

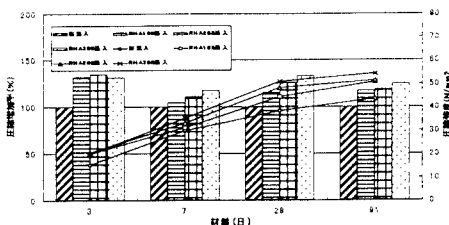


図-1 水結合材比45%

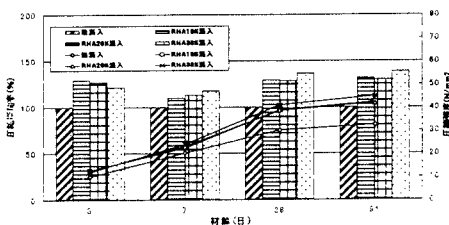


図-2 水結合材比55%

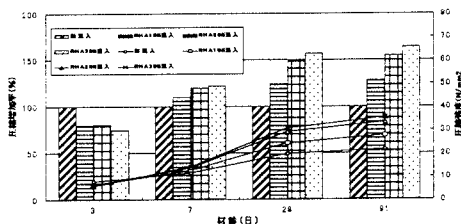


図-3 水結合材比65%

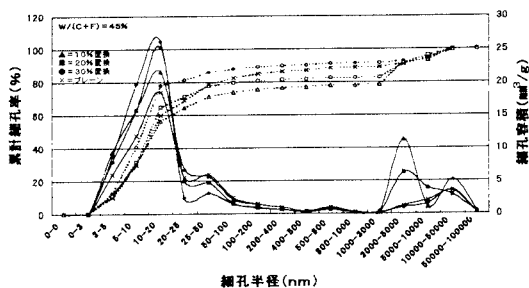


図-4 細孔分布 $W/(C+F)=45\%$

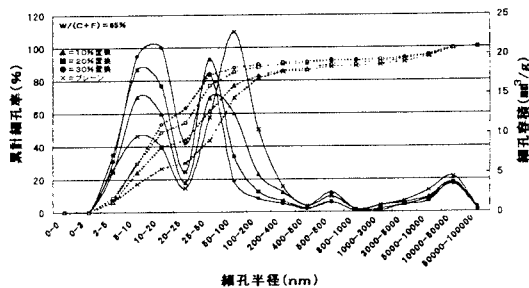


図-5 細孔分布 $W/(C+F)=65\%$