

V-88 もみがら灰のポゾラン活性について

八戸工業大学 正員 ○ 杉田 修一
 八戸工業大学 正員 庄谷 征美
 秋田大学 正員 徳田 弘

1. まえがき

適当な温度条件で焼却されたもみがら灰 (以下RHAと記す) は高いポゾラン活性を有することが知られており、これを混入したコンクリートの品質が無混入の場合と比較して優れていることは既に報告されている。本研究においては、電気炉で焼却温度を600℃、700℃、800℃にコントロールされて焼却されたRHA、および燃料として焼却されたRHAを混入したモルタルの圧縮強度試験の結果を報告する。また、RHAのポゾラン活性の大きさを定量的に評価する方法として、ポゾラン材が投入されたCa(OH)₂の電気伝導率の変化を測定するのが有効であること¹⁾、活性が著しく高い場合には高水結合材比においても高強度コンクリートを得られる可能性のあることを示した。

2. 実験

2.1 使用材料：普通ポルトランドセメント、標準砂、RHA、高性能減水剤が使用され、RHAは電気炉で600℃、700℃、800℃の温度で焼却され、3段階の時間で振動式ボールミルにより粉碎し、粉碎レベルを変えた。燃料として使用後のRHAは2箇所から採集し、同じ方法で粉碎されたが、焼却温度は1000℃前後と思われる。

2.2 配合：水結合材比=45%, 55%, 65%, 砂結合材比=2.25, RHA混入率 (セメント割)：5%, 10%, 15%

2.3 電気伝導率測定法：40±1℃に管理されたCa(OH)₂飽和溶液の伝導率を測定し、初期値とする。次に乾燥粉碎されたポゾラン材50gを投入し、攪拌しながら2分後の伝導率を測定する。この値と初期値との差がポゾラン活性の大きさを表す一指標となる。¹⁾

表-1 RHAの化学成分

Ig.L	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	Na ₂ O	K ₂ O
7.6	76.8	3.0	0.8	4.3	1.2	0.0	0.75	2.92

2.4 RHAの物性：表-1にRHAの化学成分を示す。

表-2にRHAの比表面積 (BET法)、電気伝導率差Δ、X線回折図 (XRD) を用いて求められた非晶率を示す。

表-2の結果を図-1に伝導率差Δ (ms/cm) と比表面積の関係として示す。表-2に示すように、RHA 88は粉碎条件が異なるので、ここでの考察から除外する。これ以外の粉碎条件は一定質量をBL3000, 7000, 10000の順に時間で10分、40分および2時間とした。まず、比表面積についてみると、BL3000, 7000はこの順であるが、BL10000は予想に反して小さくなっている。とくにRHA89 (H) 600について、この傾向が著しい。これは粉碎エネルギーが大きくなり、超微粒子が生成されると分子状態に近くなり、表面エネルギーの増大に伴い、表面が活性化し、粒子どうしの相互作用、すなわち凝集による2次粒子の生成が顕著になるという粉体工学で知られている現象

に対応すると考えられる。しかも、非晶率の高いものほど、この傾向が大きく、また、同じ粉碎エネルギーであれば、非晶率の高いものほど粉碎されやすいことを示している。次に伝導率差について述べる。図-1から明かなように伝導率差は比表面積の大きさとほぼ直線関係にある。特にRHA89 (H) 600の場合には、2次粒子化の影響が極めて大きい。測定の際にはマグネチックスターラーによって攪拌されるのであるが、それによっても凝集粒子は分散されないほど、凝集力が大きいことをも示している。

表-2 RHAの物性

材料種別	比表面積 (m ² /g)	伝導率差 (ms/cm ²)	非晶率 (%)
RHA89 (H) 600-BL3000	19.74	1.35	100
〃 BL7000	21.61	1.63	
〃 BL10000	14.92	1.16	
RHA89 (H) 700-BL3000	10.69	0.54	100
〃 BL7000	11.25	0.70	
〃 BL10000	10.52	0.63	
RHA89 (H) 800-BL3000	8.92	0.45	50
〃 BL7000	9.49	0.56	
〃 BL10000	8.15	0.56	
RHA89 (T) BL3000	9.13	0.30	21
〃 BL7000	12.07	0.38	
〃 BL10000	9.19	0.38	
RHA88 (他機関で破砕)	17.33	0.58	39

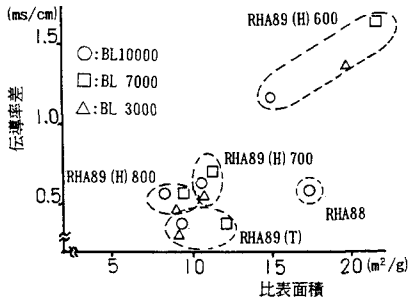


図-1 伝導率差～比表面積

2.5 圧縮強度：RHA89 (H) 600-BL10000の場合について各結合材水比の無混入の場合に対する材令7日、28日および91日における圧縮強度比率とRHA混入率の関係を図-2に示す。材令7日におけるW/C+F=45%の場合は何れの混入率においても100%以下となっている外は、すべて100%より大となっている。材令7日のような若材令において100%を越える強度比がすべてRHAのポゾラン活性によるものとはいえない面もあるが、かなりの程度はポゾラン活性を期待してよいと思われる。材令28日、91日においてみられる比率の大きさは、よく知られているフライアッシュなどの活性と比較してもかなり大きい。W/C=55%, 65%の場合には混入率を更に大きくしても、まだ強度が増進する傾向を示している。

図-3は結合材水比55%の場合についてRHA89 (H) 600-BL10000, RHA89 (T)-BL10000およびRHA88の強度比を比較したものである。何れの材令においても後二者は前者に比較して、強度比率は頭打ちとなっており、ポテンシャルの相違は明白である。

これらの図から分かるように、適当な温度条件で焼成されたRHAはポゾラン活性が極めて大きく、その故に適当量の混入により、高水結合材比においても高強度コンクリートを打設できる可能性がある。本実験で得られているRHA無混入モルタルのW/C+F=65%の場合の28日圧縮強度は386kgf/cm²、RHA10%混入時のそれは572kgf/cm²である。

2.6 圧縮強度と電気伝導率の関係：図-4はW/C+F=55%、材令28日の場合の圧縮強度比率と表-2に示されている伝導率差との関係を示している。比率100%以上の場合をポゾラン活性があると判断することにする。伝導率差 $\Delta = 0.30$ ms/cmであるRHA89 (T)-BL3000の場合は活性なし、RHA89 (T)-BL7000およびBL10000の場合は $\Delta = 0.38$ ms/cmで前者は活性なし、後者は活性ありの判定となる。この付近の伝導率差 Δ は粉碎の程度によって活性の有無が区別されることが分かる。その他については図示の通り活性ありの判定となる。文献1)に示されている判定法を図-4の中に示している。

参考文献 1) M.P.Luxan et al., Rapid Evaluation of Pozzolanic Activity of Natural Products by Conductivity Measurement, Cement Concrete Research, vol. 19 PP. 63~68, 1989

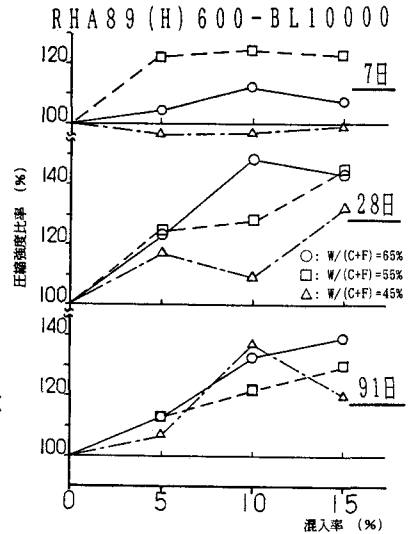


図-2 圧縮強度比率～RHA混入率

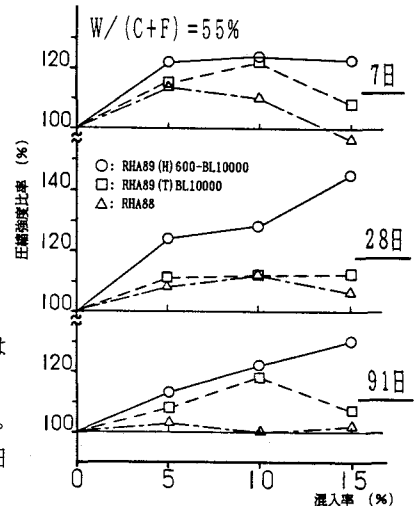


図-3 圧縮強度比率～RHA混入率

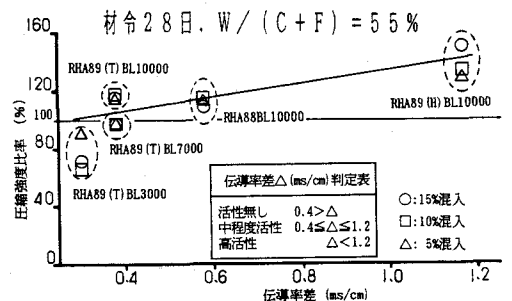


図-4 圧縮強度比率～伝導率差