

V-108

高活性もみがら灰を用いた高水セメント比
コンクリートの基礎的性質について

八戸工業大学 正員 ○杉田 修一

武漢工業大学（八戸工業大学客員研究員）余 其俊

八戸工業大学 正員 庄谷 征美

八戸工業大学 正員 磯島 康雄

1. はしがき

農業廃棄物であるもみがらの有効利用の一環として、古来から農業用あるいは精錬用として燐炭が生産されてきた。著者はこれを発展させ、もみがらを燐炭の過程を経て灰化すると、高活性のもみがら灰（以下RHAと記す）が得られることを見出し、この方法を「2段階焼却法」と名付け、活性もみがら灰の焼却原理として発表した。更にこの原理にしたがって設計された実用規模のプラントによって、高活性もみがら灰を生産し、これを用いたコンクリートの性質が顕著に改善されることを報告している。高活性RHAの特徴の一つは顕著なポゾラン効果と共に、フレッシュコンクリートのブリーディング抑制効果の大きいことがあり、これを利用すると従来省みられることのなかった高水セメント比コンクリートの打設が可能となる。本報告は水セメント比70%、75%、80%の高水セメント比コンクリートについて行った実験結果である。

2. 使用材料および配合

セメント： 普通ポルトランドセメント、比重 3.16

細骨材： 粗目、比重2.61、吸水率2.05%および細目、比重2.83、吸水率0.97%、

粗目20%+細目80%を混合使用し、その比重は2.65、吸水率は0.47%、F.M. 2.68

粗骨材： 最大寸法20mmの碎石、比重2.71、吸水率1.83%

RHA： 「2段階焼却法」によってバッチ式炉から生産されたものを振動式ボールミルで1時間粉碎、
粉碎助剤としてジエチレングリコール250g/tを使用した。比重2.17、Luxan法による電気伝導率差は3.16mS/cm

混和剤： AE剤および高性能減水剤

配合は目標空気量5%、目標スランプ13cm

表-1に配合を示す。

3. 実験項目

強度： 圧縮、引張強度、供試体

10φ×20cm、材齢は7日、28日、91日

中性化：CO₂ 5%、温度30℃、R.H. 60%

耐酸性：2% HCl

透水性、透気性、Cl⁻浸透性

4. 試験結果

(1)フレッシュコンクリート

実測のスランプと空気量は、ほぼ所定のものが得られた。

RHA混入した場合には、何れの配合に対してもブリーディングは抑制された。

(2)圧縮強度試験

表-1 配合表

水セメン ト比(%)	RHA 混入率(%)	細骨材率 (%)	水 (kg)	砂 (kg)	RHA (kg)	細骨材(kg)	粗骨材 (kg)	混和剤 (cc)	減水剤 (cc)
80	0	52	186.5	233.1	0.0	180.2	760.8	897.2	116.6
	10			209.8	23.3	189.3	757.1	892.8	116.6
	20			186.5	46.6	188.4	753.4	888.5	198.1
	30			163.2	69.9	187.5	749.9	884.3	128.2
	50			116.6	116.6	185.6	742.3	875.3	198.2
75	0	50	184.5	245.9	0.0	182.4	729.7	925.4	73.8
	10			221.3	24.5	181.4	725.1	920.2	150.0
	20			196.7	49.2	180.5	721.9	915.4	195.7
	30			172.2	73.8	179.6	718.3	910.8	184.4
	50			123.0	123.0	177.7	710.6	901.1	688.6
70	0	47	184.5	283.5	0.0	170.6	682.3	977.0	79.1
	10			237.3	26.4	169.6	678.5	971.6	131.8

表-2 圧縮強度

W/(C+F)	RHA 混入率	圧縮強度(kgf/cm ²)			圧縮強度比(%)		
		7日	28日	91日	7日	28日	91日
80%	0%	83.2	136.4	164.1	100.0	100.0	100.0
	10%	92.0	208.8	243.5	110.5	153.1	148.3
	20%	103.1	229.0		123.9	167.9	
	30%	96.6	223.1	283.6	116.1	163.5	172.7
	50%	71.8	175.5	194.2	86.3	128.6	118.3
75%	0%	98.0	165.0	206.0	100.0	100.0	100.0
	10%	110.4	232.7	280.5	112.7	141.1	136.2
	20%	122.2	245.1		124.7	148.5	
	30%	94.2	220.3	265.7	96.1	133.5	129.0
	50%	91.9	170.9	208.3	93.7	103.6	101.1
70%	0%	119.2	205.6	245.0	100.0	100.0	100.0
	10%	143.5	263.6	324.7	120.4	128.2	132.5

図-1は表-2に示されている圧縮強度比率とRHA混入率の関係を28日材齢で示したものである。何れの水セメント比においても、混入率20～30%（セメント質量置換）付近で最大増加率を示し、水セメント比80%の場合、混入率20%で最大増加率を示し、材齢28日において168%の比率となっており、顕著なポゾラン効果を示している。水セメント比が小さくなるにしたがってこの比率は小さくなる。RHAの場合には4週で評価できることを示している。

(3)引張強度

図-2は表-3に示されている引張強度とRHA混入率の関係を比率で示したものである。圧縮強度とほぼ同様な傾向がみられるが、水セメント比80%の場合においては、RHA混入の場合に対する強度比が最大165%となっており、圧縮強度比の168%にほぼ追従した値となっている。

(4)脆度係数

図-3は引張強度と圧縮強度の関係を示したもので、脆度係数は8～12の間に分布し、通常コンクリートと同程度である。

(5)耐久性

中性化、耐酸性、透水性、 Cl^{-} イオン浸透性等についても改善効果が得られているが、透水試験の結果得られた拡散係数と圧縮強度の関係を、水セメント比毎に示すと図-4のようである。ただ、試験順序の都合で、本報告で述べている水セメント比については75%の結果しか入っていないが、ご容赦頂きたい。コンクリート標準示方書においても、水密コンクリートの場合には水セメント比55%以下と規定されているように、それ以上の水セメント比の場合には、急速に水密性を低下させる。図-4においてもこれが明瞭に示されているが、一方、RHAを混入した場合には、顕著に水密性が向上することも示されている。とくに混入率30%の場合、水セメント比75%においては、無混入に比較して約1/9の拡散係数となっており、しかもその大きさは最早水セメント比には関係なく、一定の大きさに収斂する傾向も伺える。その程度にまで細孔化が進行するのである。

5. まとめ

「2段階焼却法」によって得られたRHAの高活性を用いて、従来では不可能であったような高水セメント比領域においても、ブリーディングを抑制し、強度を確保し、耐久性を向上させること等、実用に供し得る健全なコンクリートを得ることの可能性を示した。

〈参考文献〉

杉田，庄谷：ポゾラン材としてのもみがら灰の有効利用に関する基礎的研究，土木学会論文集，No. 526/V-29, pp. 43～53, 1995. 11

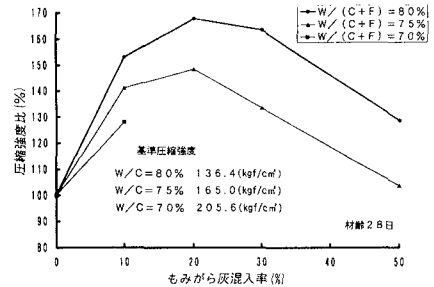


図-1 圧縮強度－RHA混入率

表-3 引張強度

W/(C+F)	RHA 混入率	引張強度 (kgf/cm ²)			引張強度比 (%)		
		材齢			材齢		
		7日	28日	91日	7日	28日	91日
80%	0%	10.9	16.5	19.4	100.0	100.0	100.0
	10%	10.9	24.8	30.2	100.6	150.2	155.4
	20%	12.1	27.3		111.7	165.6	
	30%	10.0	22.7	29.8	92.0	137.8	153.3
	50%	8.1	19.5	21.4	74.9	118.2	110.1
75%	0%	12.2	20.3	21.8	100.0	100.0	100.0
	10%	12.3	21.4	27.0	100.6	105.7	123.7
	20%	13.4	27.3		109.9	134.7	
	30%	10.7	24.1	26.4	87.4	118.6	121.1
	50%	10.6	18.6	21.2	86.3	91.6	97.2
70%	0%	14.1	20.7	23.1	100.0	100.0	100.0
	10%	15.2	23.3	29.7	107.9	113.0	128.6

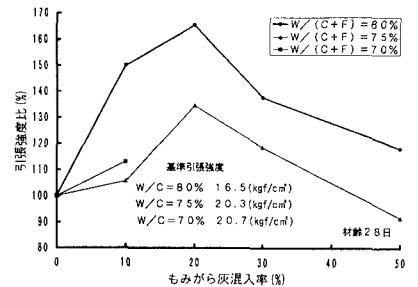


図-2 引張強度－RHA混入率

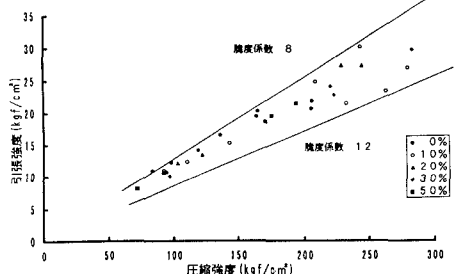


図-3 引張強度－圧縮強度

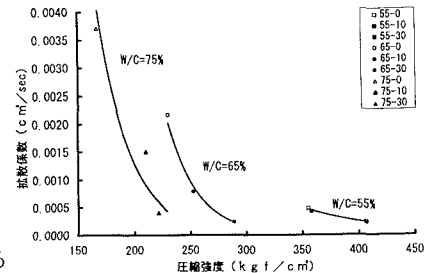


図-4 拡散係数－圧縮強度