

稲藁灰のポゾラン材としての利用に関する研究

高品質な稲藁灰の製造のために

Study on the Use of Rice Straw Ash as a Pozzolanic Material

- To get higher quality Rice Straw Ash -

松本 伸介 , 篠 和夫 , 岩崎 貢三 , 岡田 哲英

MATSUMOTO Shinsuke , SHINO Kazuo , IWASAKI Kozo , OKADA Akihide

1. はじめに セメント材料の枯渇化対策および産業廃棄物の有効利用の観点から、稲藁灰(以下、"RSA"と称す)をセメントの代替材として利用できないものか、筆者らは実験的検討を重ねている。これまで、RSA混入モルタルの強度試験や凝結試験等を実施し、その利用可能性に関し幾許かの知見を提示してきた¹⁾。その実験過程の中で、原料である稲藁を焼却する際の条件がRSAの化学的・物理的特性に対し、少なからず影響を与えることが分かった。そこで、焼却条件をさまざまに変化させたRSAサンプルを作製し、それらを対象に含有成分分析試験等を行い、ポゾラン材としてより高品質なRSAを得るための製造方法を検討することを試みた。

なお、本報では、炭素含有量が少ないこと、珪素含有量が多いこと、ポゾラン活性度が高いことの3条件を以て「高品質なポゾラン材」と判断することとした。

2. 稲藁灰サンプルの作製 これまでの経験より、稲藁を一気に灰化させてRSAを作製するのではなく、一旦炭化温度で所定時間保持し(STEP-1)、その後改めて温度を上昇させ灰化温度で保持する(STEP-2)という2段階焼却法を採用した。なお、何れのケースについても炭化温度と灰化温度は、それぞれ250

[]と450[]に設定し、両段階での総焼却時間は、90[min]とした。また、焼却炉へ一度に投入する稲藁の質量は、今後、得られたRSAを強度試験等に供することに配慮し580[g]と固定した。

両段階の焼却時間配分をさまざまに変化させるとともに、原料の稲藁の含水比をも変化させた実験ケース中16種を採り上げ、そのRSAサンプルの作製条件をTable 1に示した。ここに、Sample A~HとI~Pは稲種を異にする藁より作製したRSAである。

3. 稲藁灰の含有成分分析試験 RSA分解液を用いた光分析法によりRSA中の含有元素量を測定した。すなわち、CはN Cアナライザにより、K,Naは原子吸光光

Table 1 RSA making condition

Sample	Moisture Content [%]	Burning Time [min]	
		STEP-1	STEP-2
A	0	15	75
B	0	30	60
C	0	45	45
D	0	60	30
E	0	75	15
F	11	30	60
G	11	45	45
H	11	60	30
I	13	30	60
J	11	30	60
K	9	30	60
L	7	30	60
M	5	30	60
N	3	30	60
O	1	30	60
P	0	30	60

度計により，Si, Ca他は高周波プラズマ発光分光分析装置によりそれぞれ測定した．その後，各元素がRSA中では酸化物として存在していると仮定して各含有率を求め，Table 2に成分分析結果を整理した．その結果，以下の諸点が判明した．

C含有率は，Sample A, L, Nを除けば，他は2[%]以下に収まっており良好である．

SiO₂含有率は，Sample Lが56[%]強とやや低いものの，それでもフライアッシュに対してJISが規定している下限値（45[%]）を上回っており，総じて良好である．

Na₂O, K₂O, Fe₂O₃, Al₂O₃は，稲藁の焼却条件よりも稲種により含有率が大きく変化する．

4．稲藁灰のポゾラン活性度試験 単に珪素を多く含むだけではポゾラン材として優れているとは言えず，それが非晶質で活性の高い状態にある必要がある．そこで，Luxan²⁾が提案した方法によりポゾラン活性度を測定した．すなわち，RSAを水酸化カルシウム溶液に溶かし，その電気伝導率の変化を計測するものであり，溶解前後の伝導率差 e [mS/cm] が0.4未満の時ポゾラン活性度は「不良」，0.4～1.2の時「普通」，1.2以上の時「良好」と判定するものと定義されている．各RSAサンプルの伝導率差 e の測定結果を前出のTable 2に併記した．これより，以下の事柄が分かった．

Sample Nのみポゾラン活性度は「普通」に属するが，他は何れも「良好」である．

稲種による差が著しい．

5．おわりに ポゾラン材として高品質なRSAを，炭素含有量，珪素含有量，ポゾラン活性度の観点から判断すると，含水比が11[%]程度に調整された稲藁を原料に，炭化：灰化の時間配分を30：60[min]として2段階焼却したケースが好ましい結果となった．しかし，稲種により大きく変化する因子もあり，さらなる検討が望まれるところである．

Table 2 Analytical results of chemical contents and pozzolanic activity of RSA

Sample	C [%]	SiO ₂ [%]	Na ₂ O [%]	K ₂ O [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	MgO [%]	Al ₂ O ₃ [%]	CaO [%]	e [mS/cm]
A	7.72	60.32	7.04	9.12	1.60	3.77	1.92	5.31	2.93
B	1.24	65.51	7.14	9.73	4.22	3.59	1.43	5.30	3.69
C	1.55	65.28	7.03	9.88	3.03	3.72	1.57	5.35	3.99
D	0.81	64.29	7.32	9.63	5.14	3.63	1.54	5.32	3.61
E	1.06	65.87	8.13	9.68	2.48	3.78	1.56	5.35	4.36
F	0.27	63.64	8.14	9.47	2.10	3.67	1.68	5.77	3.73
G	0.25	62.86	8.66	9.35	1.99	3.65	1.65	5.77	3.42
H	1.30	63.45	8.23	9.21	1.47	3.65	1.66	5.76	3.59
I	0.83	60.90	0.56	18.43	0.53	2.14	0.36	6.09	2.00
J	0.55	62.58	0.62	17.55	0.37	2.08	0.41	6.48	1.72
K	0.71	62.36	0.61	18.30	0.56	2.17	0.35	6.29	1.39
L	4.42	56.12	0.62	18.07	0.50	2.05	0.34	5.67	1.73
M	1.81	58.96	0.63	18.97	0.56	2.19	0.36	5.88	1.47
N	4.81	63.68	0.62	14.76	0.45	1.85	0.43	6.27	1.12
O	0.89	59.52	0.77	21.57	0.51	2.31	0.39	5.93	2.11
P	1.28	60.06	0.55	18.49	0.30	2.13	0.33	5.90	2.33

参考文献 1) 松本ら：稲藁灰のポゾラン材としての利用に関する研究 凝結時間調節型減水剤を添加して，農土全国，422-423(2002)． 2) Luxan, M.P. et al.: Rapid evaluation of pozzolanic activity of natural products by conductivity measurement, Cement and Concrete Research, 63-68(1989)．