

V-10

天然ボゾランを用いたモルタルの諸性状に関する研究

八戸工業大学 学員○工藤 嘉則
正員 杉田 修一
磯島 康雄

1 まえがき

青森県にはシラスが多量に存在するが、それらの活用については研究されていない。本研究はこのシラスをコンクリートの混和材料とした実験を昨年に引き続き行い、更にもみがら灰を使用した場合についてもボゾラン活性の程度や、他の性質の改善に有用か否かをモルタル試料により検討したものである。

2 実験の概要

昨年の粉碎シラスを用いたモルタルの諸性状に関する実験を引き続き行い、6ヶ月・1年の結果を得た。更に、今年度は粉碎したもみがら灰を用い、モルタルの諸性状に関する実験を行った。使用材料としてセメントは普通セメントを用い、骨材は細骨材として豊浦産標準砂を使用した。使用したボゾラン材として青森県三戸産シラス（比重2.51）及びフライアッシュ（比重2.17）、高炉スラグ（比重2.90）と、もみがら灰（比重2.22）を用いた。配合の際、シラスの場合で目標フロー値を $w/c = 65\%$ で $210\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 、 55% で $170\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 、 45% で $150\text{mm} \pm 10\text{mm}$ とし、もみがら灰の場合は $w/c = 65\%$ 、 55% 、 45% 全て $180\text{mm} \pm 10\text{mm}$ とし、シラス・もみがら灰の混入によるコンシステンシーの低下を改善するために、高性能減水剤NL-1450を使用した。ただし、もみがら灰の 45% については砂結合材比を1.4とし、その他は2.0とした。粉碎試料の比表面積はもみがら灰で $13040\text{cm}^2/\text{g}$ （ブレン試験法による）で、シラスで $2000\text{cm}^2/\text{g} - 3000\text{cm}^2/\text{g}$ であったが、一部 $7000\text{cm}^2/\text{g}$ まで微粉碎したシラス（三戸産・比重2.21）も使用した。養生は標準養生で所定の材令まで水中養生を行った。試験項目としては、シラス・もみがら灰共に曲げ強度試験・圧縮強度試験・PUNDITによる超音波速度の測定・耐塩酸浸漬試験・乾燥収縮試験を行った。耐塩酸浸漬試験は2%塩酸の溶液にシラスが材令28日、もみがら灰が材令14日より浸漬し2日置きに重量を測定し、2%塩酸溶液を維持するためにpH検査を行った。乾燥収縮試験は $21^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $50\% - 55\%$ の条件の恒温恒湿内で行い材令28日（シラス）、材令14日（もみがら灰）よりコンタクトゲージ（100mm検長）を用いて測長した。シラスともみがら灰の化学分析の結果をそれぞれ表-1、表-2に示した。モルタル強度試験標準養生の配合を表-3に示した。耐塩酸浸漬・乾燥収縮試験はシラスの場合同じ配合で、微粉碎シラスを使用し、比較のためにフライアッシュを使用した。その配合を表-4に示した。もみがら灰は耐塩酸浸漬試験の場合、モルタル強度試験標準養生の配合の $w/c = 65\%$ のみを使用し、乾燥収縮試験は全てモルタル強度試験養生の配合と同じものとした。

表-1 シラスの化学成分

	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	S	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Cl ⁻	I.L
三戸産シラス	66.21	4.89	4.12	2.37	15.54	0.033	0.46	—	0.59	0.002	2.74

表-4 耐塩酸浸漬試験・乾燥収縮試験用標準配合（%）

表-2 もみがら灰の化学成分

	I.L	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O
もみがら灰	7.6	7.68	3.0	0.8	4.3	1.2	0.0	0.75	2.92

表-3 強度試験用モルタル標準配合（%）

w/c	三戸産シラス	フライアッシュ	高炉スラグ	もみがら灰
45	0	—	—	—
	10	10	25	5
	20	20	45	10
	30	30	65	—
55	0	—	—	—
	10	10	25	15
	20	20	45	30
	30	30	65	45
65	0	—	—	—
	10	10	25	15
	20	20	45	30
	30	30	65	45
				60

w/c	三戸産シラス	フライアッシュ	高炉スラグ	もみがら灰
45	0	—	—	—
	10	10	25	5
	20	20	45	10
	30	30	65	—
55	0	—	—	—
	10	10	25	15
	20	20	45	30
	30	30	65	45
65	0	—	—	—
	10	10	25	15
	20	20	45	30
	30	30	65	45
				60

3 実験結果

図-1はシラスの $w/c = 65\%$ の場合の各材令における圧縮強度と混和材混入率の関係を示したものである。図中の(a)は粉碎シラスに対するものである。(b)はフライアッシュ、(c)は高炉スラグ、(d)は微粉碎シラスに対するものである。(a)においてはシラス混入率の増加に応じてほぼ直線的に強度が低下している傾向が伺える。又、3ヶ月以後の強度の増加が期待できない結果を示している。(b)、(c)においてはボゾラン活性あるいは潜在水硬性を端的に示す結果が得られている。(d)において破線は(a)における結果を転記したものであるが、各混入率・各材令において微粉碎の効果を明瞭に示す結果となっている。図-2は図-1における結果を用いて、各材令・各混入率毎に混入率0%（セメント単味）の場合の圧縮強度に対する比率を求めたものである。

(a)、(b)、(c)何れの場合にも材令の増加と共にこの比率も上昇し、ボゾラン活性が発揮されてゆく傾向を読みとることができる。(d)は三戸産シラスの粉碎と微粉碎シラスについての比率を比較したものである。いずれの材令においても微粉碎効果がこの比率に対しても明瞭に示されている。図-3はもみ殻灰使用の $w/c = 65\%$ の場合の各材令における圧縮強度と混和材混入率の関係を示したものである。15%をピークに混入率が多くなるほど強度が低くなっている。これは、各材令においても同様の傾向を示している。図-4は図-3における結果を用いて、各材令・各混入率毎に混入率0%（セメント単味）の場合の圧縮強度に対する比率を求めたものであるが、ボゾラン活性が初期材令から発揮されているのが示されている。

図-3 灰の場合の圧縮強度と混和材混入率の関係 ($W/C=65\%$)

4 考察

シラスはフライアッシュや高炉スラグと比較するとボゾラン活性が弱いのが微粉碎に対しては4週以後、ほぼ単味と同等、又はそれ以上の活性がみられた。もみ殻灰の場合は初期からボゾラン活性がみられ非常に効果的であると考えられる。

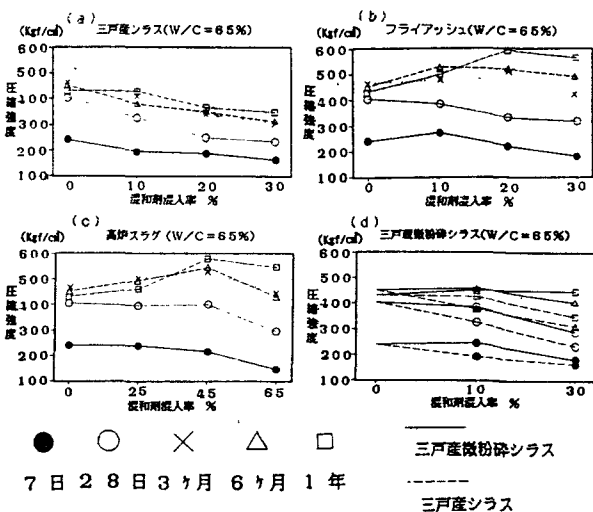


図-1 シラスの場合の圧縮強度と混和材混入率の関係 ($W/C=65\%$)

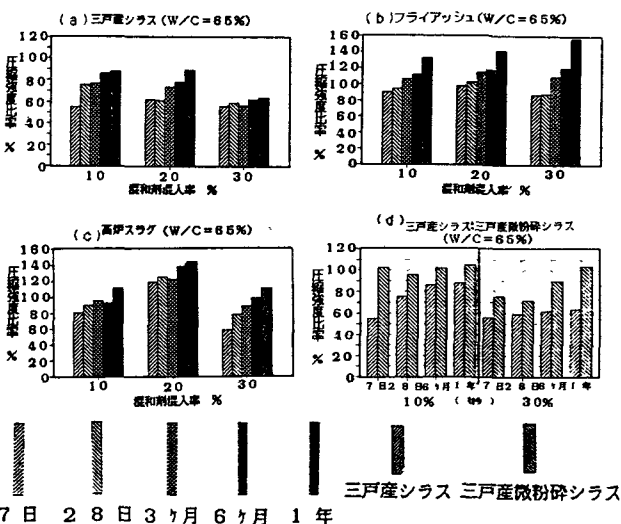


図-2 シラスの場合の混入率0%に対する圧縮強度比率

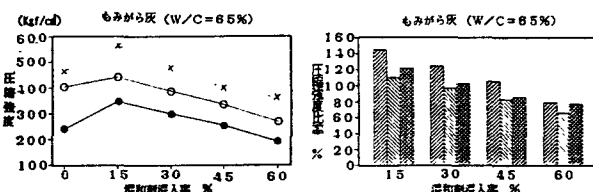


図-4 灰の場合の混入率0%に対する圧縮強度比率