

粉砕シラス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 ○内田榮政
中里 勝
正員 杉田修一

1. まえがき

青森県にはシラスが多量に存在し、土工上種々の問題を生じている。一方、シラスの有効利用の一つとしてコンクリート用細骨材としての研究報告が既になされているが、その化学成分からみるとポゾランとしての有効利用の可能性も考えられる。本研究は、このシラスをコンクリート用混和材料として用いポゾラン活性の有無や、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

使用材料としてセメントは普通ポルトランドセメントを用い、骨材は細骨材として豊浦産標準砂を使用した。セメント置換として青森県三戸産シラス(比重2.51)、同浪岡産シラス(比重2.37)、同大沢産シラス(比重2.56)及びフライアッシュ(比重2.17)、高炉スラグ(比重2.90)を用いた。配合の際、目標フロー値を%65%で 210 ± 10 、55%で 170 ± 10 、45%で 150 ± 10 とし、シラス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。3種類のシラスはクラッシャーで粉砕したのち、ロサンゼルス試験機により再粉砕した。粉砕試料の比表面積は2000%~3000%であったが、一部700%まで微粉砕したシラス(三戸産・比重2.21)も使用した。練り混ぜはモルタルミキサ(20ℓ容量)を用い、 $4 \times 4 \times 16$ の三連型枠を用いて打設し2日間湿空養生の後、所定の材令まで水中養生を行った。試験項目としては、モルタル強度試験・硫酸塩浸漬試験・乾燥収縮試験の3試験で、モルタル強度試験は標準養生と高温養生の場合について所定の材令ごとに、曲げ強度・圧縮強度・PUNDITによる超音波速度の測定を行った。この際曲げ強度はミハエリス2重てこ型曲げ強さ試験機・圧縮強度は油圧式試験機を使用して求めた。硫酸塩浸漬試験は5%硫酸・2%塩酸・10%硫酸マグネシウムの3種類の溶液に材令28日より浸漬し2日置きに重量及び超音波速度を測定した。乾燥収縮試験は21%±2%、50%~55%の条件の恒温恒湿内で行い材令7日よりコンタクトゲージ(100mm検長)を用いて測長した。

3. 実験結果

化学分析の結果、3種類とも SiO_2 が60%以上で、 $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ が16%~21%の範囲にある。この結果を表-1に示した。モルタル強度試験標準養生の配合を表-2に示した。シラスとの比較のためフライアッシュと、高炉スラグを使用した。活性を早めるための高温養生試験(50%)の配合を表-3に示した。硫酸塩漬・乾燥収縮試験は同じ配合で、微粉砕シラスを使用し、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。

表-1 シラスの化学成分

場 所	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	66.21	4.89	4.12	2.37	15.54	0.033	0.46	—	0.59	0.002	2.74
浪岡(相沢)	71.13	2.95	1.83	1.70	13.12	0.061	0.38	—	0.42	0.001	4.22
大しゃか	65.68	5.78	4.98	2.65	15.99	0.021	0.43	—	0.60	0.002	0.99

表-3 高温養生用モルタル 混和材混入率 (%)

普通セメント	C/W (%)	三戸シラス
45	—	0
	—	20
55	—	0
	—	20

表-4 硫酸塩浸漬・乾燥収縮試験 混和材混入率 (%)

普通セメント	C/W (%)	微粉砕シラス	フライアッシュ
45	—	—	—
	—	10	10
55	—	10	10
	—	30	30

表-2 強度試験用モルタル 混和材混入率 (%)

普通セメント	C/W (%)	しらすの産地		フライアッシュ		高炉スラグ
		三戸	浪岡	大しゃか	アッシュ	
45	0	—	—	—	—	—
	10	10	10	10	10	25
	20	20	20	20	20	45
	30	30	30	30	30	65
55	0	—	—	—	—	—
	10	10	10	10	10	25
	20	20	20	20	20	45
	30	30	30	30	30	65
65	0	—	—	—	—	—
	10	10	10	10	10	25
	20	20	20	20	20	45
	30	30	30	30	30	65

※65%の場合

強度

図-1は各材令における圧縮と混和材混入率の関係を示したものである。図中の(a), (b), (c)は粉砕シラスに対するものである。(d)はフライアッシュ, (e)は高炉スラグ, (f)は微粉砕シラスに対するものである。(a), (b), (c)の何れについても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うかがえる。(c)の場合には20%, 30%の混入率に対して、28日以後の強度の増加が期待できない結果を示している。(d), (e)においてはポ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。(f)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、微粉砕の効果も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)及び(c)においては何れの場合にも材令の増加と共にこの比率も上昇し、ポゾラン活性が発揮されてゆく傾向を窺取することができる。(c)の場合には20%及び30%混入の場合にポゾラン活性が期待できない傾向も示している。(e)は三戸産シラスの粉砕と微粉砕シラスについての比率を比較したものである。微粉砕効果がこの比率に対しても明らかに示されている。また、何れの場合においても材令7日強度比が大きくなっているが、これはポゾラン活性によるというより微粉未効果によるものと考えらるべきであろう。図-3は硫酸塩浸漬試験のうちの損失重量百分率の途中経過を示したものである。MgSO₄の場合には極めて損失が小さいが、HCl及びH₂SO₄の場合には劣化が激しく、とくに前者は浸漬日数6日の時点で35%もの損失重量百分率となっている。他の詳細および結論は当日発表する。

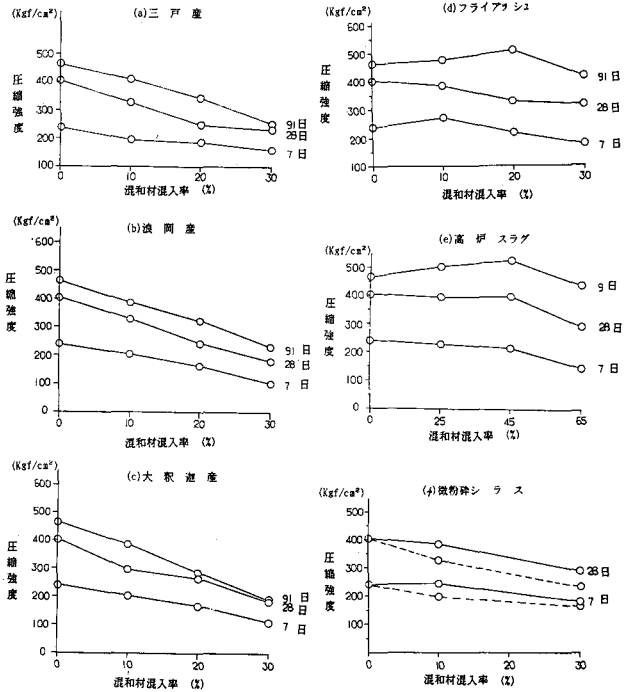


図-1 圧縮強度と混和材混入率の関係 (※65%)

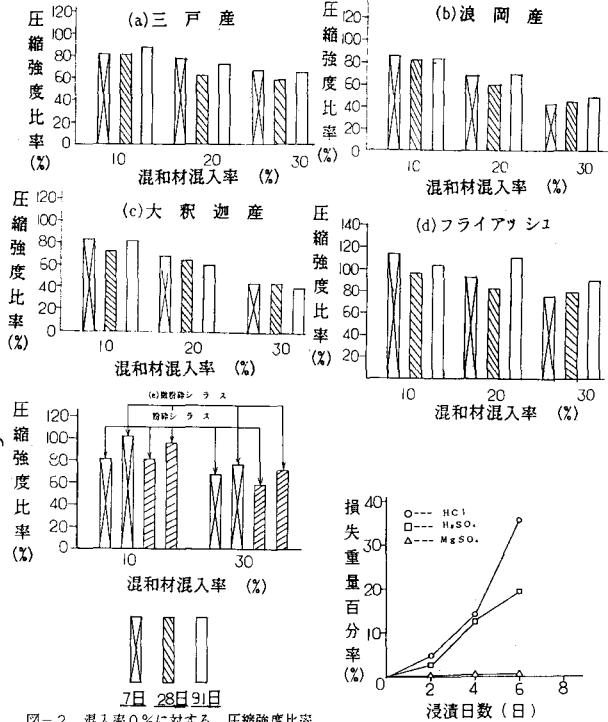


図-2 混入率0%に対する 圧縮強度比率

図-3 硫酸塩浸漬試験 における 重量変化率