

反応性骨材である火山性流下土砂を用いたモルタルのA S R対策に関する実験的検討

鹿児島大学大学院 学生会員 松元 淳一

鹿児島大学工学部

南 佑樹

鹿児島大学工学部 正会員 前田 聡

鹿児島大学工学部

正会員

武若 耕司

1. はじめに

現在、コンクリート用細骨材の不足が深刻な問題となっている。その解決策として、鹿児島県では多量に存在するシラスの他、桜島で発生する土石流により下流に堆積した、いわゆる流下土砂などを骨材として有効に活用することについての検討がなされている。本研究は、この桜島流下土砂のコンクリート用細骨材としての利用可能性について、基礎的な検討を行ったものである。流下土砂を細骨材として使用する場合の一番の問題点は、火山ガラスを多量に含んでいることであり、その結果として、流下土砂はアルカリシリカ反応（以下、A S Rと称す）を引き起こすことが確認されている。そこで、本研究においては、流下土砂のA S R対策として、高炉スラグ微粉末および、A S Rの抑制効果が認められているシラスを混合することを考え、これらの効果について、アルカリシリカ反応試験（モルタルバー法）により検討を行った。

表 - 1 物性試験結果

採取地区	密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)	微粒分量 (%)
赤水流下土砂	2.63	1.75	1.8	69.78	13.48
有村流下土砂	2.6	1.42	1.72	67.15	9.19

2. 試験概要

モルタルバー試験はJIS A 1146に準じて行った。実験の概要を以下に示す。

流下土砂は、鹿児島県桜島の赤水地区および有村地区で採取した2種類とした。表 - 1 にそれぞれの物性試験の結果を示す。いずれの流下土砂も、その密度、吸水率は、一般にコンクリートで用いられる細骨材と同程度のものではあった。しかし、微粒分量は明らかに多く、図 - 1 に示す粒度分布においても0.3 mm以下では土木学会基準の範囲から外れる結果を示した。流下土砂と混合して使用するシラスは、密度 $2.2 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、吸水率6.54%のもので、アルカリシリカ反応試験の結果、化学法では「無害でない」と判定されたものの、モルタルバー試験では膨張は認められず、「無害」と判定されたものである。なお、今回の試験では流下土砂、シラスともに5 mm以下の粒径のものはすべて細骨材として使用することにした。高炉スラグ微粉末は、密度 $2.9 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、目標ブレン値 $4000 \text{ cm}^2/\text{g}$ で等価 Na_2O が0.42%のものを、セメントは等価 Na_2O が0.55%の普通P Cを用いた。

試験に用いたモルタルの配合は、高炉スラグ微粉末の置換率を、セメント重量の内割として0%、50%の2水準とした。なお、以下では、スラグ置換率0%、50%で作製した供試体をそれぞれO P C、B Bと表記する。また、シラス混合率に関しては、細骨材全容積（流下土砂 + シラス）に対する割合とし、0、25、50、75、100%の5水準とした。アルカリ量については、全結合材（セメント + 高炉スラグ微粉末）に対する等価アルカリ量 $[(\text{Na}_2\text{O})]$ が、1.2%、2.4%になるようにNaOH水溶液を混入して調整した。供試体の要因と水準をとりまとめて表 - 2 に示した。

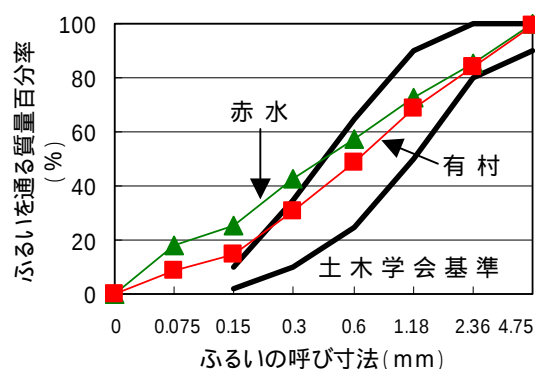


図 - 1 粒度分布

表 - 2 要因と水準

要因	流下土砂	スラグ置換率 (%)	シラス混合率 (%)	アルカリ量 (%)
水準	赤水	0	0	1.2
	有村	25	25	
		50	50	
		75	75	
水準	赤水	100	100	2.4
		0	0	
		50	50	
		100	100	



写真 - 1 促進恒温試験槽

作製したモルタル供試体は、写真 - 1 に示す温度40℃、湿度95%以上の環境に設定された促進試験槽に静置し、所定材齢に達した供試体は、乾燥させないように室温20℃で保管し、温度が一定となったところで長さ変化を測定した。ここでは、促進材齢10週までの結果について報告する。

3. 試験結果および考察

一例として、アルカリ量1.2%で赤水および有村地区流下土砂をそれぞれ用いたOPC供試体の膨張率の経時変化を図-2に示す。いずれの地区においても、流下土砂の割合が多いほど（シラス混合率が小さいほど）、急激な膨張の増加が認められ、流下土砂単体のモルタル供試体では促進材齢10週ですでに0.2～0.3%程度の大きな膨張量を示した。一方、シラス混合率が大きくなると膨張量は小さくなる傾向が認められた。ただし、このシラス混入による膨張抑制効果は流下土砂の種類によって異なり、有村地区のものではシラスを50%混合した場合にはほぼ完全に膨張が抑制されたのに対して、赤水地区のものでは、75%以上混合しないと十分な抑制効果は認められなかった。なお、シラスの混合は流下土砂の絶対量の減少を意味するため、上記の結果が、そのままシラスの抑制効果を表しているとはいえない。そこで、図-3には、赤水地区流下土砂の50%を川砂で置き換えた場合の膨張率の経時変化をシラス混合の場合と比較して示す。まだ促進材齢4週までの結果であるが、川砂よりもシラスで流下土砂の一部を置き換えた方が明らかに膨張量は小さく、シラスそのものにアルカリシリカ反応抑制効果があることが確認できる。

図-4にアルカリ量1.2%で赤水地区流下土砂を用いた場合について、セメントの一部を高炉スラグ微粉末で50%置換したBB供試体の膨張率の経時変化を示す。この結果によると、シラス混合率の如何に関わらず、いずれの供試体においても膨張率は極めて小さな値を示したことから、高炉スラグ微粉末によるASR抑制効果は高いと考え

られ、流下土砂を細骨材として使用する場合には、その使用が有効であることがわかる。ただし、図-5に示すように、BB供試体において、アルカリ量を2.4%に設定した場合の膨張率の経時変化では、シラス混合率が0%あるいは50%の場合、供試体の膨張率は促進材齢4週ですでに0.1%を超えるものとなった。このことから、例えば、海洋環境下のように外部からのアルカリの供給が考えられる環境でアルカリ量が1.2%を越える様な状況が生じた場合には、流下土砂のASRを高炉スラグ微粉末の混入のみでは抑制しきれない可能性もあり、シラスとの混合等も含めた対応が必要になると考えられた。

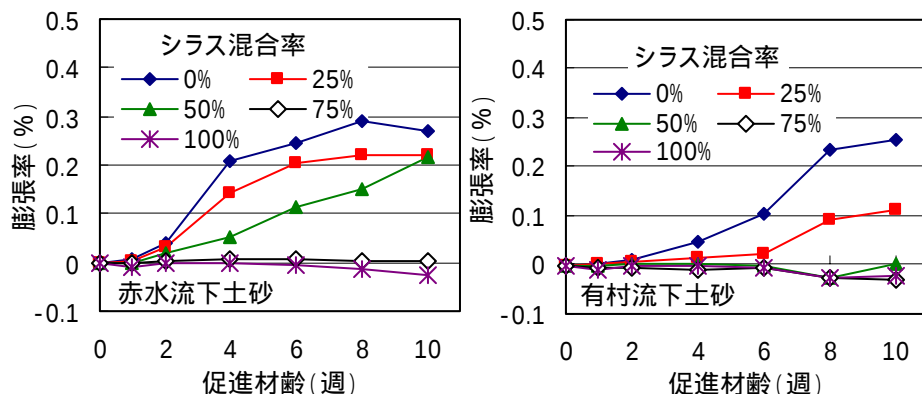


図 - 2 アルカリ量 1.2 % における OPC 供試体の膨張率の経時変化

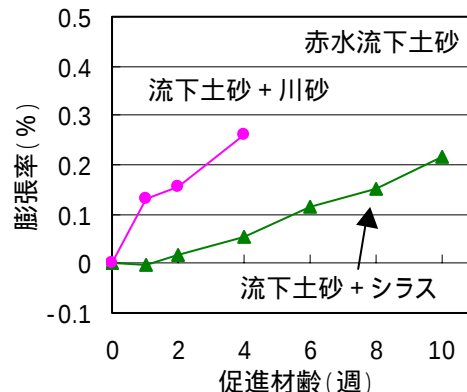


図 - 3 細骨材の50%を流下土砂とシラスあるいは川砂で置き換えた供試体の経時変化

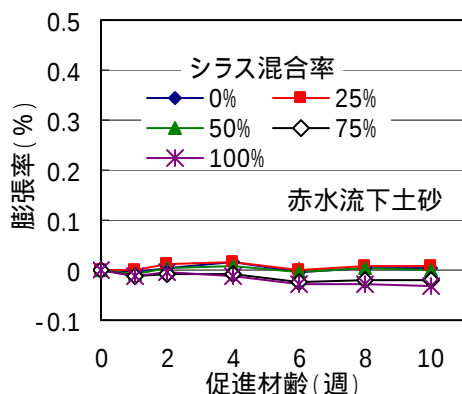


図 - 4 アルカリ量 1.2 % における BB 供試体の膨張率の経時変化

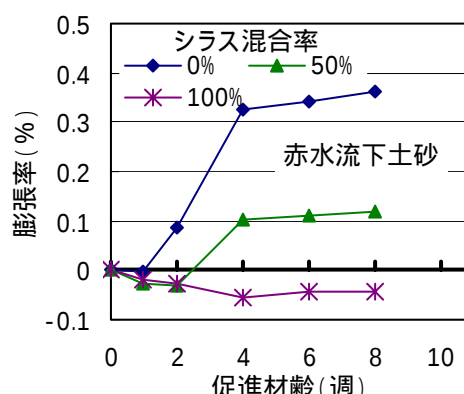


図 - 5 アルカリ量 2.4 % における BB 供試体の膨張率の経時変化