

桜島における土石流土砂のコンクリート用細骨材への有効利用

鹿児島高専 正会員 池田 正利
宮崎大学 正会員 中澤 隆雄
鹿児島高専 正会員 内谷 保
(株)鎌田工業 鎌田 政人

1. はじめに

鹿児島県では、数年前までコンクリート用細骨材として海砂が全細骨材供給量の 70～80%を占めていた。しかし、海砂採取による漁場の環境悪化がクローズアップされるようになり、近年は海砂の採取量が厳しく制限される状況にある。さらに、海砂自体の密度、粒度組成など品質の低下も著しい。海砂の代替骨材が望まれるところである。

ところで、桜島の土石流土砂は、埋め立て用土砂として利用される他は、利用方法のない厄介物として鹿児島市有村地区の処理場等に堆積処理されている。本研究では、この厄介物として扱われる桜島の土石流土砂（火山灰砂）を海砂の代替骨材として有効利用できないか検討を行った。

2. 桜島の土石流土砂（火山灰砂）について

桜島は東西 12Km、南北 10Km、周囲 50Km のほぼ円形の火山半島である。桜島には大きな河川はないが 19 の小河川がある。降雨時には山腹に堆積した降灰が浸食され土石流となって河川に流下し、山麓部や河口に多量の土砂となって堆積する。土石流災害防止の目的で、年間約 30 万 m³ の土石流を除去している。除去した土石流土砂は、処分場に搬入されている¹⁾。

3. 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm³、全アルカリ量 0.6%）、粗骨材は、大分県津久見産の石灰石、細骨材として用いた土石流土砂（火山灰砂）は、野尻川河口に堆積したものを用いた。比較骨材として川砂、海砂を用いた。

4. 実験概要

骨材の物理化学試験として、細骨材の密度、吸水率等の基本的な品質に加えて、比重 1.95 溶液に浮く軽石量、硫黄の含有量を求めた。また参考として、川砂、海砂の他に、火山岩を破碎して作製した砕砂について、骨材としての物理特性を求めた。骨材のアルカリシリカ反応性については、化学法

（JIS A 1145）、モルタルバー法（JIS A 1146）、迅速法（JIS

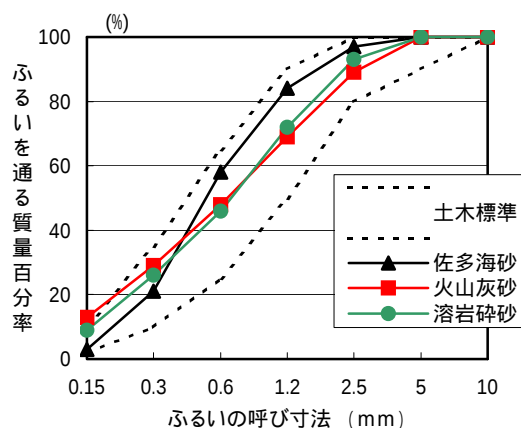
A 1804）の 3 つの試験方法を用いて検討した。

コンクリートに関する実験は、まだ固まらない状態でのコンシステンシーに関する特性、また、圧縮強度に関して検討を行った。

5. 実験結果及び考察

5.1 物理試験結果

図—1 に骨材の粒度曲線を示す。火山灰砂は微粒分が少し多いが他のふるいに留まる割合は土木学会の標準粒度のほぼ中央に位置する。表—1 に骨材の物理試験結果を示す。鹿児島県内の骨材は、しらす台地を控



図—1 粒度曲線

表—1 骨材の物理化学試験結果

骨材種類	火山灰砂	火山岩砕砂	佐多海砂	吹上海砂	川砂
密度 (g/cm ³)	2.56	2.55	2.57	2.47	2.59
吸水率 (%)	2.07	2.31	2.64	4.36	3.04
単位容積質量 (Kg/l)	1.68	1.54	1.44	1.40	1.50
実積率 (%)	66.8	61.6	57.6	59.0	59.8
粗粒率	2.52	2.54	2.37	2.49	2.13
微粒分量 (%)	8.80	2.80	1.60	2.60	2.60
軽石率 (%)	0.98	1.97	1.36	8.43	4.22
全硫黄含有量 (%)	0.02	-	0.04	-	-
三酸化硫黄 (%)	0.1未満	-	0.1未満	-	-
有機不純物	合格	合格	合格	合格	合格

キーワード：土石流土砂，アルカリシリカ反応，細骨材，桜島，モルタルバー法，有効利用

連絡先：〒899-5102 鹿児島県始良郡隼人町真孝 1460-1 TEL&FAX 0995-42-9123

え軽石を多く含むため川砂、海砂の吸水率は 3.04%、4.36%と品質が悪く、吹上海砂の密度は 2.50g/cm^3 を下回っている。単位容積質量では、火山灰砂が他の骨材に較べて極めて大きく実績率も 66.8%と大きい。これは、粒度組成が非常に良く粒形が丸みを帯びているためと考えられる。

5.2 火山灰砂のアルカリシリカ反応性について

化学法では、全ての骨材が「無害でない」結果が出た。図—2 の ASTM C 289 の判定図にプロットすると「有害」と判定されるのは火山灰砂だけで、残りの骨材は「潜在的有害」と判定された。表—2 に各骨材のアルカリシリカ反応性の判定結果を示す。川砂は、化学法、迅速法では「無害でない」判定となったが、規格法（モルタルバー法、最長 6 ヶ月養生）で「無害」の判定結果が出た。火山灰砂は規格法でも「無害でない」判定結果が出た。

5.3 モルタル、コンクリートに関する実験

4 種類の骨材を用いフロー値が $190 \pm 5\text{mm}$ の範囲に収まる砂量を求めたところ、火山灰砂は 1900g、蒲生川砂が 1700g、佐多海砂が 1550g、吹上海砂は 1400g であった。火山灰砂は、吹上海砂の 3 割増しの砂量でも所要のフロー値が得られた。この配合（セメント 800g、水 400g）による材令と圧縮強度の関係を図—3 に示す。火山灰砂の圧縮強度は各材令で比較骨材に比べて 3 割以上大きい。

水セメント比を 50%，s/a を 43%と一定としたコンクリートの単位水量とスランプの関係を図—4 に示す。火山灰砂は、佐多海砂に比べて少ない単位水量で所要のコンシステンシーが得られることが分かる。また、火山灰砂を用いたコンクリートの単位水量を 175kg/m^3 、佐多海砂の場合が 195kg/m^3 と単位水量をそれぞれ一定とし、W/C を 50～70%に変化させた配合（無混和剤）で作製したコンクリートのセメント水比と圧縮強度の関係を図—5 に示す。同じ W/C で単位セメント量が 30kg/m^3 程少ない配合でコンクリートを作製することができた。なお、圧縮強度は火山灰砂が 5～10 N/mm^2 上回る結果が得られた。また、表—3 に、この配合で火山灰砂を細骨材に用いたコンクリートのアルカリ量と圧縮強度の関係を示す。アルカリシリカ反応抑制対策の 1 つであるアルカリ総量 3.0kg/m^3 以下で十分な圧縮強度が得られた。

6. あとがき

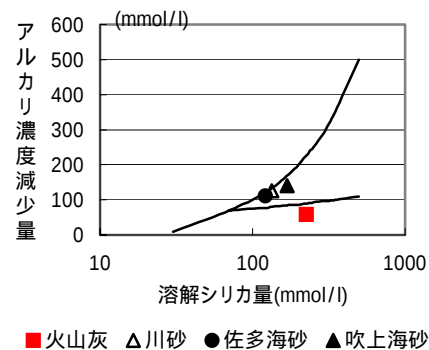
昨年のアルカリシリカ抑制対策案の改正前に国土交通省が行ったパブリックコメントの中で指摘されているように、骨材反応を示す骨材に対しては、外来塩が浸透した場合のコンクリートの劣化が懸念される。よって火山灰砂を使用するコンクリートでは、外来塩の浸透によるコンクリートの劣化を把握することが重要である。

7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、実験およびデータ整理に積極的に協力いただいた（株）鎌田工業の合田篤子様に心より感謝の意を表します。

【参考文献】

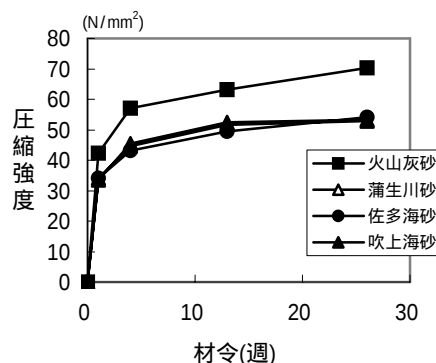
- 1) 桜島の砂防：国土交通省，九州地区建設局大隅工事事務所調査課，昭和 54 年 10 月発行



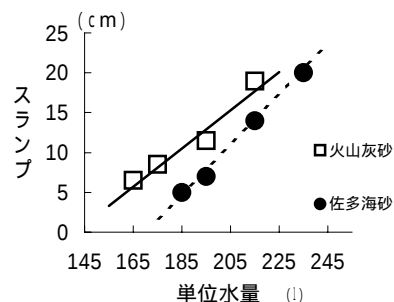
図—2 ASTM C 289 判定図

表—2 アルカリシリカ反応性の判定結果

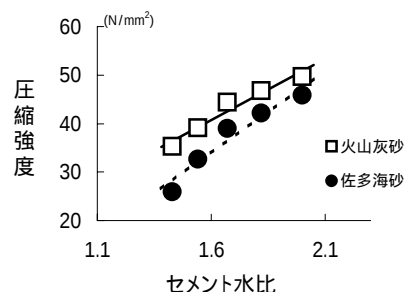
骨材種類	化学法	規格法	迅速法
火山灰砂	無害でない	無害でない	無害でない
佐多海砂	無害でない	無害	無害
川砂	無害でない	無害	無害でない



図—3 モルタルの圧縮強度



図—4 単位水量とスランプ



図—5 セメント水比と圧縮強度

表—3 アルカリ量と圧縮強度

単位セメント量 (kg/cm^3)	292	318	350
アルカリ量 (kg)	2.19	2.39	2.63
圧縮強度 (N/mm^2)	44.4	46.8	49.7