

石材研磨粉の性状調査

小島 均*

1. 目的

管理型廃棄処理が必要な石材研磨粉については、処理場の確保が困難となりつつあり、その対策が強く求められている。しかし、加工する石材が地元産材だけでなく多種の輸入材にわたり、石材研磨粉を原料として利用する場合、その性状の変動が問題となる。¹⁾

石材研磨粉利用方法の一つとしてセメントモルタルやコンクリートの混和材および増量材としての利用法がある²⁾が、実用化していないのが現状である。そこで、これまでの研究を基に実用化を進めるため、セメントモルタル等への利用方法について茨城大学工学部都市システム工学科沼尾助教授と共同で研究³⁾を実施した。

この研究の基礎資料とするため、コンクリートの性質に影響を及ぼす因子である石材研磨粉の粒度分布、元素組成及び鉱物組成について調査を実施した結果を報告する。

2. 試料と方法

2.1 調査試料

調査対象試料は、稲田・羽黒石材スラッジ処理協同組合処理場で処理した脱水ケ-キとし、脱水後速やかに約2.0kgを採取し、試料とした。

調査期間は、平成12年2月～12月の約10ヶ月とし、概ね4回/月の頻度で試料を採取した。

調査項目は、脱水ケ-キの含水率、乾燥ケ-キ（石材研磨粉）の粒度分布、元素組成及び鉱物組成である。各項目の測定は次項に示す方法で行った。

2.2 試験方法

2.2.1 含水率

採取試料全量をあらかじめ重量を測定しておいたホ-ロ-製平皿に広げその重量を速やかに測定した後、105℃に保った恒温乾燥機中で24時間乾燥した。乾燥後デシケ-タ中で放冷し、乾燥後重量を測定し含水率を算出した。なお、含水率は試料：s/8～s/29について測定した。

2.2.2 粒度分布

粒度分布の測定は、レ-ザ-回折式粒度分布測定装置（島津製作所製：S L O D）を使用し下記に述べる前処理を行い、1～150μmの範囲で測定を行った。

含水率測定後の乾燥試料を縮分器及び円錐四分法により約1gに縮分した。縮分試料を50mlのガラス製ビ-カ-に入れ、解膠剤として約40mlのピロリン酸ナトリウム溶液（0.2wt/vol%）を加え、マグネティックスタ-ラ-を用い粒子が均等に流動するように回転数を調整し約15分間攪拌して試料の解膠を行った。

解膠した試料溶液をこまごめピペットを用い、解膠剤（0.2wt/vol%ピロリン酸ナトリウム溶液）を循環させた粒度分布測定装置のフロ-セルに所定濃度になるように加え、粒度分布測定を行った。

2.2.3 元素組成：蛍光X線分析

元素組成は、粒度分布と同様に乾燥後の試料を縮分後、下記に述べる方法により測定用試料を調整し、蛍光X線分析装置（島津製作所製）により分析した。

試料は、縮分後105℃で24時間乾燥した試料を1025℃で焼し、か焼前後の重量から灼熱減量（lg. loss）を算出した。か焼試料約0.5g及び融剤として蛍光X線分析用四ホウ酸リチウム（和光純薬製）約5.0gを混合し、白金製ピ-ド皿上で1080℃に加熱し均一熔融した後、平板状なるように冷却して蛍光X線分析試料とした。なお、か焼試料と融剤の重量は0.1mgまで精秤し、測定値を補正した。

2.2.4 鉱物組成：X線回折

鉱物組成は、粒度分布と同様に乾燥後の試料を縮分しX線回折測定用試料皿に充填し測定用試料とし、X線回折装置（リガク製）を用い測定を行った。

測定データは、装置付属の解析ソフトを用いて解析し、主要鉱物について同定と簡易定量を行った。

3. 結果

3.1 含水率

脱水ケ-キの含水率測定結果を図1に示す。石材研磨粉脱水ケ-キの含水率は、平均値36.2%、標準偏差1.9%であり、これらの値及び図1に示すようにその変動は小さいと思われる。

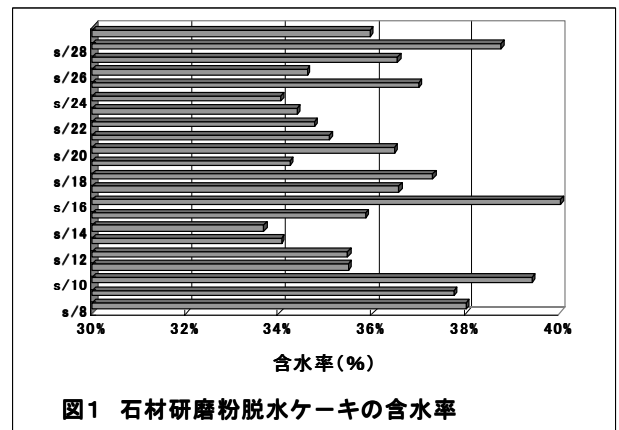
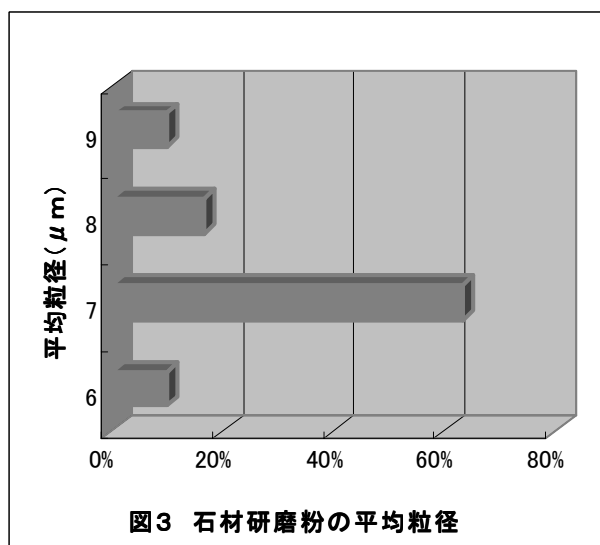
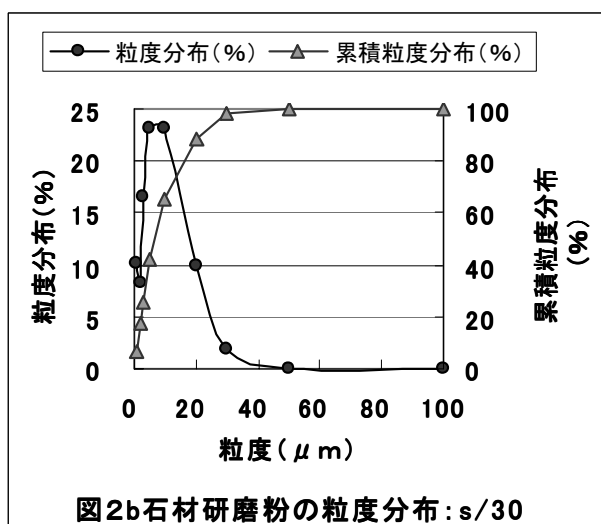
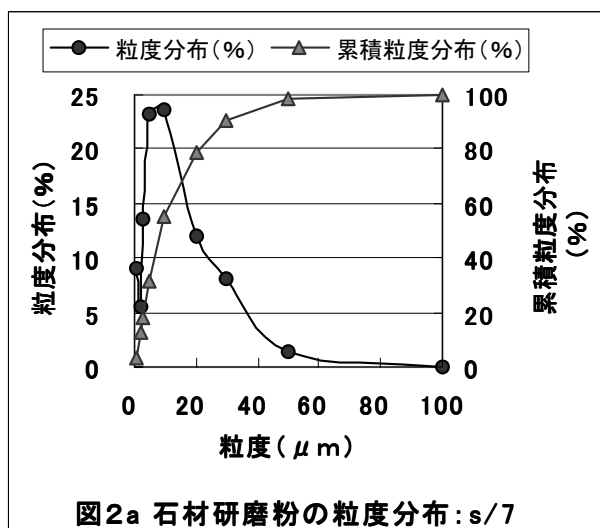


図1 石材研磨粉脱水ケ-キの含水率

3.2 粒度分布

石材研磨粉の粒度分布の例を図2a及び図2bに、平均粒径の分布を図3に示す。

石材研磨粉は概ね0～50μmの粒子で構成され、その平均粒径は約6～9μmと微細な粒子で構成されている。また、平均粒径の平均値は7.34μm、標準偏差0.71μmであり、図2に示すように試料間の粒度分布の変動は小さいと思われる。

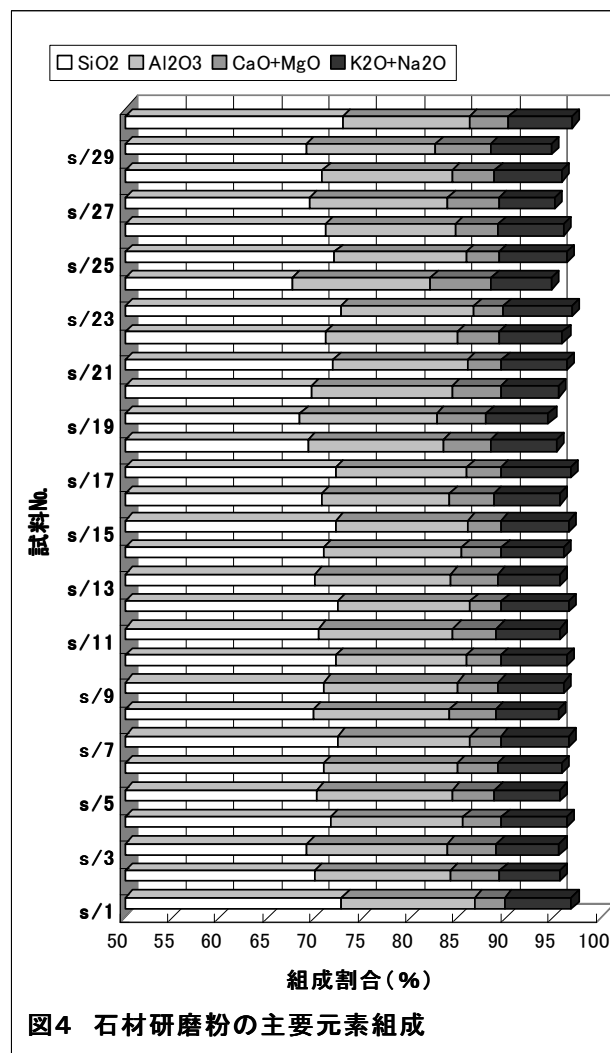


3.3 元素組成

表1に石材研磨粉の元素組成平均値、標準偏差及び分析値例を、元素組成を珪酸分(SiO_2)、アルミナ分(Al_2O_3)、アルカリ土類成分($\text{CaO} + \text{MgO}$)及びアルカリ成分($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$)に分けて図4に示す。

表1 石材研磨粉の元素組成 (%)

元 素	s/7	s/30	平均	標準偏差
Ig. loss	0.78	0.87	0.98	0.44
SiO_2	72.30	72.82	70.72	1.39
Al_2O_3	13.92	13.28	14.04	0.35
Fe_2O_3	2.36	2.05	2.75	0.39
$\text{CaO} + \text{MgO}$	3.24	4.12	4.37	0.84
$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	7.10	6.62	6.73	0.34



石材研磨粉の主成分は珪酸分(SiO_2 =約70%)及びアルミナ分(Al_2O_3 =約14%)であり、副成分としてアルカリ土類成分($\text{CaO} + \text{MgO}$ = 4.4%), アルカリ成分($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ = 6.7%, 鉄分(Fe_2O_3 = 約2.8%)であった。これらほかにチタン化合物(TiO_2)、マンガ化合物及び燐化合物を少量含有していた。

標準偏差の値から主成分元素である珪酸分及びアルミナ分の変動は小さいが、副成分元素の変動はやや大きい傾向が見られた。

3.4 鉱物組成

図5及び表2に石材研磨粉の主要鉱物組成(概要)を示す。

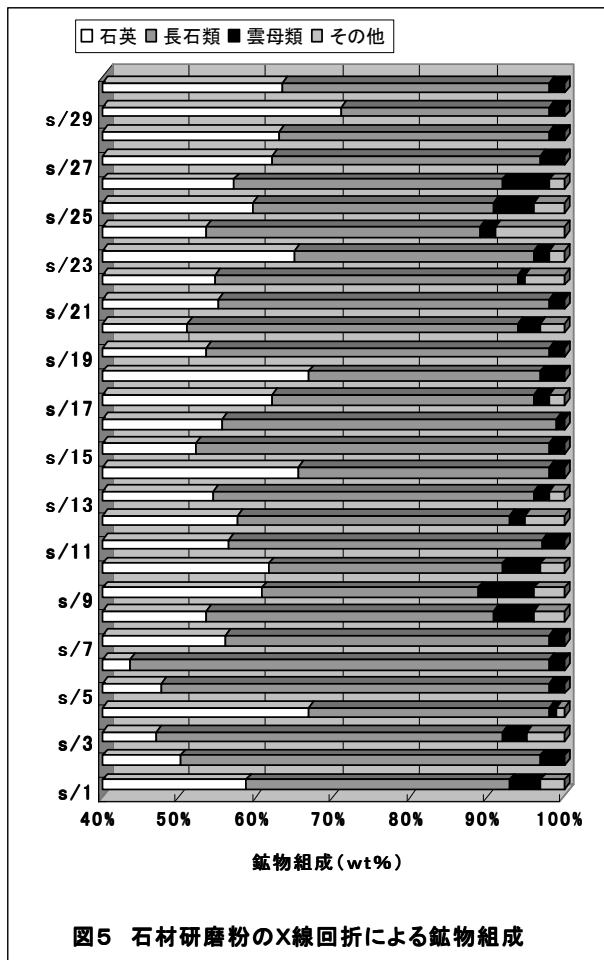


図5 石材研磨粉のX線回折による鉱物組成

表2 石材研磨粉鉱物組成 (%)

鉱物種類	s/7	s/30	平均	標準偏差
石英	56	64	57.4	6.4
長石類	42	35	38.0	7.0
雲母類	2	2	2.8	1.5
その他	0	0	1.8	2.3

石材研磨粉を構成する主要鉱物は石英及び長石類（曹長石類，灰長石類，カリ長石類）であり，副成分として雲母類（黒雲母，白雲母），マグネタイトなどの鉄化合物，輝石，カンラン石類を同定した。なお，凝集剤として使用しているポリ塩化アルミニウム（PAC）由来の水酸化アルミニウムは同定できなかった。

石英は約57%，長石類は約38%含有され，その変動は小さいが，副成分の雲母類，その他の鉄化合物，輝石，カンラン石類の変動は大きかった。

4. まとめ

石材研磨粉の性状を下記にまとめて示す。

- 1)含水率 平均値で約36%で，その変動は小さい。
- 2)粒度 平均粒径は約6～9 μmであり，平均値は7.3 μm，標準偏差0.7 μmであり変動は小さい。
- 3)元素組成 主成分元素は，珪酸分（SiO₂=約70%）及びアルミナ分（Al₂O₃=約14%），副成分としてアルカリ土類成分（CaO+MgO=4.4%），アルカリ成分（Na₂O+K₂O=

6.7%），鉄分（Fe₂O₃=約2.8%）であった。主成分元素の珪酸分及びアルミナ分の変動は小さいが，副成分元素の変動はやや大きかった。

- 4)鉱物組成 主要鉱物は石英及び長石類であり，副成分として雲母類（黒雲母，白雲母），マグネタイトなどの鉄化合物，輝石，カンラン石類を同定した。主成分の石英は約57%，長石類は約38%含有され，その変動は小さいが，副成分鉱物の変動は大きかった。

コンクリート混和剤などに利用するためには，石材研磨粉の成分（元素組成及び鉱物組成）及び粒度分布の変動ができるだけ小さい必要がある。

今回の調査対象とした稲田・羽黒石材スラッジ処理協同組合処理場の石材研磨粉は，粒度分布変動が小さく，元素組成は主成分である珪酸分，アルミナ分の変動は小さく，また鉱物組成においても主成分である石英及び長石類の変動は小さく利用に際し，粒度や成分変動の問題は少ないと考えられる。

参考文献

- 1) 茨城県工業技術センタ - 研究報告
- 2) H9活路開拓ビジョン調査事業報告書
- 3) H12共同研究報告書「石材研磨粉のコンクリートへの利用に関する研究」，2001.03