

# 石材研磨粉の混和材としての再利用に関する基礎的研究

茨城大学工学部 正会員 沼尾達弥  
 茨城大学工学部 正会員 福沢公夫  
 茨城県工業技術センター 小島 均

## 1. はじめに

近年、石材業においては、その採掘と製造加工の段階で排出される石材廃棄物処理対策は最大の課題であり、この解決は焦眉の急務となっている。石材廃棄物は、①山から原石を採掘する際に、風化の度合や色調、ひび割れなどによって排出される原石端材、②加工時に切削等により排出する小破石（以下石材コップ）、そして③加工時に研磨および切削により排出する石材スラッジ（以下石材研磨粉）の3つに大別される。

茨城県西部（真壁・大和・稲田・岩瀬地区等）は、全国的に知られた石材産業が盛んな地域である。稲田・羽黒石材団地を例にとると、平成12年度の調査によれば、廃棄される石材コップは400トン／年、石材研磨粉は7,000トン／年となっている。また、石材研磨粉のみの処理に要する費用は、運送費も含めおおよそ2億円にも及んでいる。更に、上記石材廃棄物のうち、「汚泥」として管理型廃棄処理が必要な石材研磨粉については、処

理場の確保等の問題からその対策が強く求められている。

本研究では、石材加工業から排出される石材研磨粉の混和材として利用の可能性について実験的検討を行った。

## 2. 石材研磨粉の特性

本研究では、茨城県西部の稲田・羽黒石材スラッジ

処理協同組合処理場で採取した石材研磨粉を用いて、石材研磨粉の物性を把握する目的で、含水率、粒度分布、鉱物組成、元素組成を調べた。

尚、加工する石材の種類が多様であるため、研磨粉の性状が時期によって変動する可能性がある。そこで、平成12年2月～12月間に、概ね4回/月の頻度で採取した脱水ケーキを試料とした。

含水率は、105℃で24hr乾燥後の質量を基に求めた。その結果を図1に示す。含水率の平均値は36.2%（標準偏差1.9%）であった。また、

図2に示す様に粒径は最大50μm、平均粒径約7μm（標準偏差0.7μm）でありその変動は小さかった。

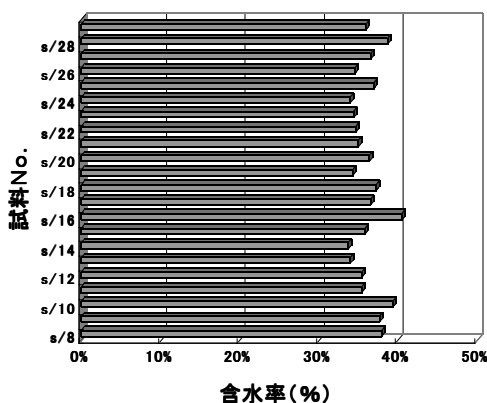


図1 含水率の結果

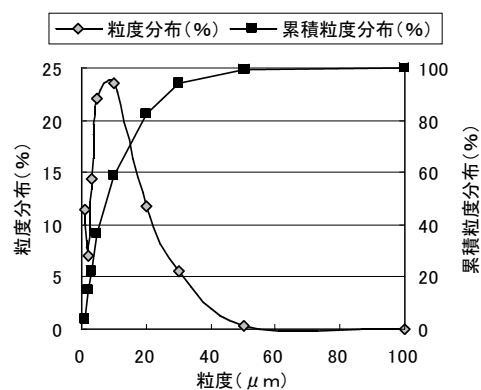


図2 粒度分布の結果(s/10)

表1 鉱物組成分析結果

| 鉱物  |         | s/7 | s/30 | 平均   | 標準偏差 |
|-----|---------|-----|------|------|------|
| 石英  | 石英      | 56  | 64   | 57.4 | 6.4  |
| 長石類 | 曹長石類    | 22  | 24   | 18.1 | 9.6  |
|     | 灰長石類    | 10  | 0    | 8.7  | 7.2  |
|     | カリ長石    | 10  | 11   | 11.2 | 3.0  |
|     | 長石類計    | 42  | 35   | 38.0 | 7.0  |
| 雲母類 | 白雲母     | 0   | 0    | 0.5  | 1.5  |
|     | 黒雲母類    | 2   | 2    | 2.2  | 1.3  |
|     | 雲母類計    | 2   | 2    | 2.8  | 1.5  |
| その他 | 酸化鉄類    | 0   | 0    | 1.1  | 1.5  |
|     | 輝石、カラン石 | 0   | 0    | 0.7  | 1.3  |
|     | その他計    | 0   | 0    | 1.8  | 2.3  |

表2 元素組成分析結果

| 試料No. | Ig.loss | SiO2  | Al2O3 | Fe2O3 | CaO+MgO | K2O+Na2O |
|-------|---------|-------|-------|-------|---------|----------|
| s/7   | 0.78    | 72.30 | 13.92 | 2.36  | 3.24    | 7.10     |
| s/30  | 0.87    | 72.82 | 13.28 | 2.05  | 4.12    | 6.62     |
| 平均    | 0.98    | 70.72 | 14.04 | 2.75  | 4.37    | 6.73     |
| 標準偏差  | 0.44    | 1.39  | 0.35  | 0.39  | 0.84    | 0.34     |

キーワード：石材廃棄物、石材研磨粉、混和材、圧縮強度、ブリージング

〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 都市システム工学科 TEL:0294-38-5168, FAX:0294-38-5268

鉱物組成をX線回折（粉末法）により求めた。その結果を表1に示す。主要鉱物は、石英（57%）と長石類（曹長石類、灰長石類、カリ長石類：38%）であり、副成分として、雲母類（黒雲母、白雲母）、鉄化合物（マグネタイトなど）、輝石、カンラン石類などを同定した。主用鉱物の変動は小さいが、副成分の変動は大きいことが分かる。

元素組成を蛍光X線分析（ガラスビード法）により求めた。表2にその結果を示す。主成分は、珪酸分（ $\text{SiO}_2$ ：約70%）とアルミナ分（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ：約14%）、副成分は、アルカリ土類成分（ $\text{CaO}+\text{MgO}$ ：約4.4%）、アルカリ成分（ $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ：約6.7%）、鉄分（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ：約2.8%）、微量成分として、チタン化合物（ $\text{TiO}_2$ ）／マンガン化合物（ $\text{MnO}$ ）／燐化合物（ $\text{P}_2\text{O}_5$ ）が少量含有していた。標準偏差の値から、主成分元素である珪酸分及アルミナ分の変動は小さく、副成分の変動はやや大きいことが示された。

### 3. 石材研磨粉添加の影響

石材研磨粉を混和材として使用した場合の影響を調べるために実験を行った。供試体はモルタルを用いて作製した。モルタルの水セメント比は30%, 60%の2種類、石材研磨粉添加量は、細骨材の内割りとして、添加率を0%～20%まで4種類に変化させて、圧縮強度試験及びブリージング試験を行った。

尚、採取した研磨粉は、100℃の電気乾燥炉で24時間乾燥させ、0.3mmの篩いを通過したものを用いた。

図3、4には、石材研磨粉の添加量と圧縮強度の関係を、水セメント比30%及び60%それぞれに、採取時期の異なる2種類の試料について示している。

これらの図から、一部の結果で、供試体作製時の影響があるものの、石材研磨粉の添加量に伴い、若干圧縮強度が低下する傾向を示すが、その差は僅かであり、添加量20%の範囲では圧縮強度に大きな影響を与えないものと考えられる。また、採取時期によって、モルタルの圧縮強度に及ぼすような研磨粉の品質の変化は少ないことが示されている。

次に、ブリージング試験の結果を水セメント比60%について図5に示す。この図から、添加量20%でブリージング量の減少がみられる。研磨粉の平均粒径は7 $\mu\text{m}$ 程度と小さく、水セメント比の大きなコンクリートでのブリージング量を減らす効果が期待できる。

### 4. まとめ

石材研磨粉を、コンクリート用混和材としての使用可能性について調べた。その結果、1年間を通して、含水率や粒度分布、及び鉱物組成や元素組成など、ほぼ安定した品質の研磨粉が得られること、また、研磨粉を添加したモルタルにおいては、圧縮強度への影響は少なく、コンクリートの微粒分の調整などの為の混和材料として用いることのできる可能性が示された。

### 参考文献

1) 真壁石材協同組合：平成9年度活路開拓ビジョン調査事業報告書(石材廃棄物の再資源化と用途開発)1999.3.

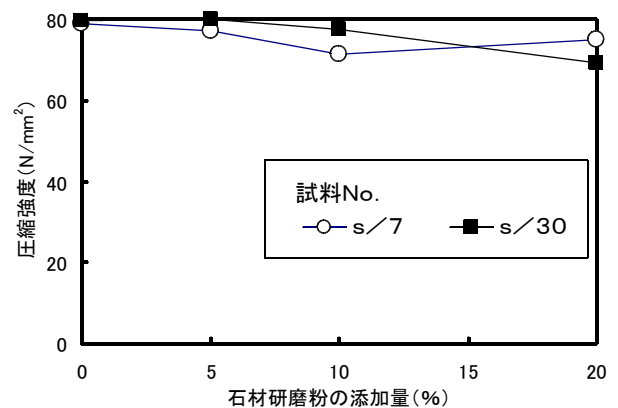


図3 石材研磨粉添加量と圧縮強度(W/C:30%)

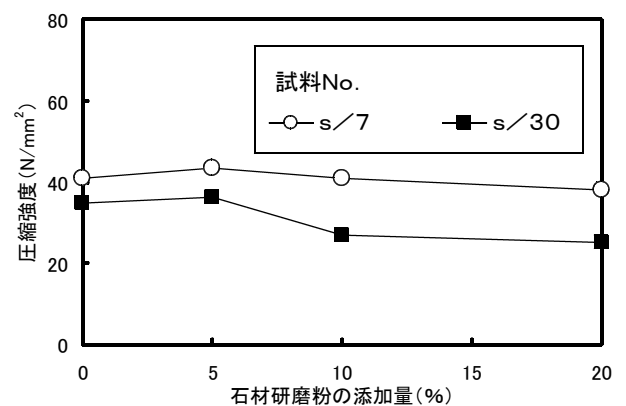


図4 石材研磨粉添加量と圧縮強度(W/C:60%)

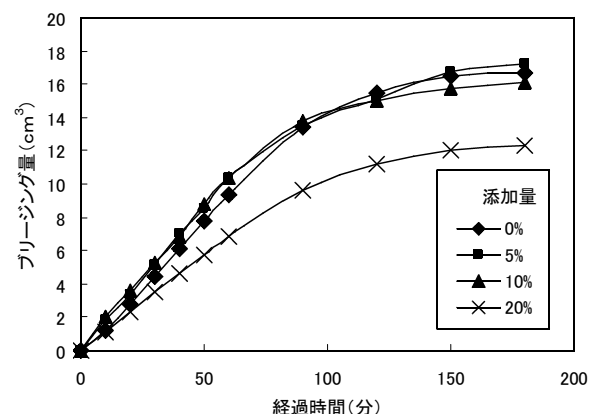


図5 ブリージング試験結果