

N-6 浄水汚泥と廃瓦を用いた 機能性建材の検討

○松本 典子^{1*}・井上 謙¹・石本 弘治¹

¹ 京都学園大学 バイオ環境学部 バイオ環境デザイン学科 エコマテリアル研究室
(〒621-8555 京都府亀岡市曾我部町南条大谷 1-1)

*E-mail:2008k053@kyotogakuen.ac.jp

1. はじめに

現在、日本は生活用水を得るために、河川水、地下水ダム・湖沼水等に依存している。浄水場において浮遊物質(SS)などを取り除き、殺菌、消毒を行い各家庭に送っている。

浄水汚泥は、河川等のSS分である細粒度成分や、珪藻などの有機物である。自然方式や機械方式によって脱水し「脱水ケーキ」として産業廃棄物処理されている。場合によって、消毒薬品として次亜塩素酸ナトリウムや脱臭のために活性炭が入れているが、下水汚泥などとは違い、人への健康に関する項目については不検出または検出限界以下である。

平成21年における浄水能力1万m³/日以上の上水道事業から排出された浄水汚泥は159,879DS-tである。排出量に毎年ばらつきがあるものの、生活用水を河川水等に依存している限り浄水汚泥は排出される。平成21年の処理方法の内訳は、有効活用66.0%、埋め立て24.8%、その他9.2%となっている。有効活用の割合は10年で倍程度にまで増加しているが、未だ埋め立て処理されている割合も高い⁽¹⁾。

有効利用方法としては、園芸土やグラウンド改良土としての利用が多く目立つ。近年では、保水性の高さから道路構成材料としてヒートアイランド現象の抑制を目的に、利用を検討されているものの、効果的かつ継続的に多量に使用できる最適な方法は見つけられていないのが現状である。

浄水汚泥は焼成することにより、有機物が燃焼されおもにケイ酸塩鉱物を主体とする多孔質物質になることが明らかになっており、ゼオライト化材料などへの検討も試みられている⁽²⁾。

また、瓦屋根材については、生産時において厳格な品質管理がなされていて、発生する規格外品も多量に発生している。普通シャモットと呼ばれる粒径0.5mm以下の

粉碎品や特殊シャモットと呼ばれる破砕品に加工され、瓦用配合粘土や建設資材等への利用が進められ、それらの安定的な利用についての研究も行なわれている⁽³⁾。

屋根瓦の寿命は100年以上あるといわれているが、現在の日本の家屋自体の寿命は30年といわれており⁽⁴⁾、建替え等による屋根瓦が廃棄物として多量に排出されており、生産地における規格外瓦だけではなく、全国的にその再利用技術が求められている。

浄水汚泥焼成物とともに瓦材は陶器特有の細孔を有していることが知られおり、これらの廃棄物の特徴を利用して、大量にかつ安定的な利用が望める機能性建材としての利用できないか検討を試みた。

2. 実験方法

2.1 試料の作成

浄水汚泥および廃瓦材の試料をセメントモルタルの骨材として用いるため、以下の手順により試料を作成した。なお、比較のために用いたセメントコンクリート用細骨材(川砂：高槻産)の粒度分布を予めJIS A1204に規定する粒度試験により測定した。

(1) 浄水汚泥焼成物

京都府営水道乙訓浄水場から2011年6月に排出された浄水汚泥を風乾させた。風乾した試料を最大約3cm各程度に粉碎し、10cm×10cm×5cmの匣鉢に入れ、電気マッフル炉(いすゞ製作所製STR-310K)にて焼成した。

焼成温度は、450℃、650℃および850℃とし、焼成時間は6時間とした。焼成物をブレンダー(株式会社仲佐製NB-550L及び、WARING社製701HS)にて微粉砕し、2mm～0.074mmまでの篩いを用いて分級し、コンクリート用最骨材粒度分布(表-1)に倣い試料を調整した。

(2) 廃瓦材

家屋解体時に廃棄された屋根瓦材を水洗した後、ハンマーにて荒破砕した。その後、浄水汚泥焼成物と同様に粒度調整を行い試料に供した。

表 - 1 コンクリート用細骨材粒度分布

mm	%
2.0	2.96
0.85	54.41
0.425	27.05
0.25	10.72
0.106	4.17
0.075	0.064

2.2 試料の性能試験

(1) 比重試験

浄水汚泥焼却物 (450℃, 650℃, 850℃) および廃瓦材の比重を土の比重試験 (JIS A 1202) に順じ測定を行った。

(2) モルタルテストピースの作成

2.1 の試料作成で得た焼成後粒度調整を行った浄水汚泥と瓦材を骨材とした。この骨材は、表面乾燥状態にしておいた。標準モルタルを含むテストピースの配合比はセメント：水：細骨材＝1：2：0.65 とした。

テストピースは、直径5cm×高さ10cmの円柱供試体と、長さ15.3cm×幅10.4cm×高さ2.5cmの平板供試体を作成した。その後、水中養生し各機能試験を行った。円柱供試体は圧縮強度試験、耐熱・放熱機能試験、防音機能試験に使用し、平板供試体は調湿機能試験に使用した。

(3) 一軸圧縮強度試験

2.2 で作成した円柱の各モルタルテストピースを各3本ずつ取り出し、2週強度と4週強度を一軸圧縮試験機 (共和技研 21-i02694) で調べた。

各3本の一軸圧縮強度を求め、その平均を一軸圧縮強度とした。

(4) 耐熱・放熱機能試験

2.2 で作成した円柱の各モルタルテストピースの28日間水中養生したものを使用し耐熱・放熱機能を調べた。

テストピースの上辺にドリルで穴をあけ、デジタル温度計を挿入し、ヒータの上に静置した。25℃の雰囲気下で底辺にヒータ温度100℃の熱を与え、2分おきに120分間テストピース内部の温度変化を記録した。

放熱機能試験は、耐熱機能試験終了直後から室温になるまで、テストピースをテーブルに放置した。

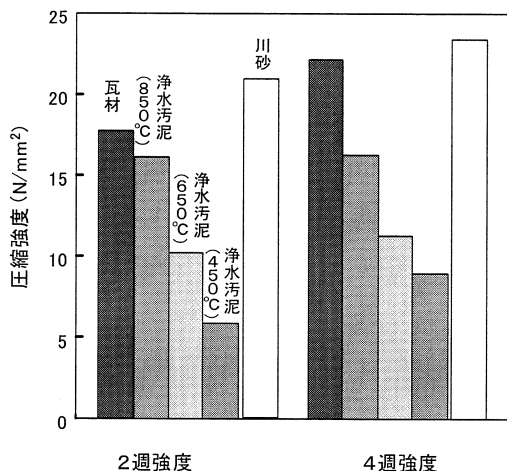


図-1 圧縮強度試験

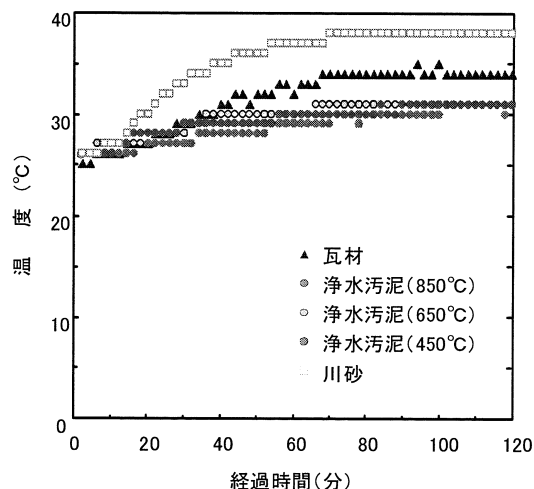


図-2 耐熱機能試験

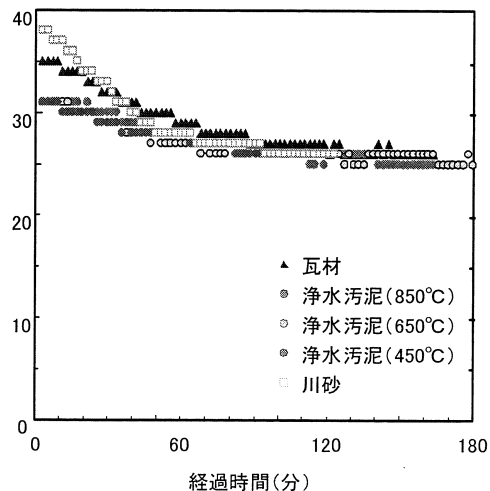


図-3 放熱機能試験

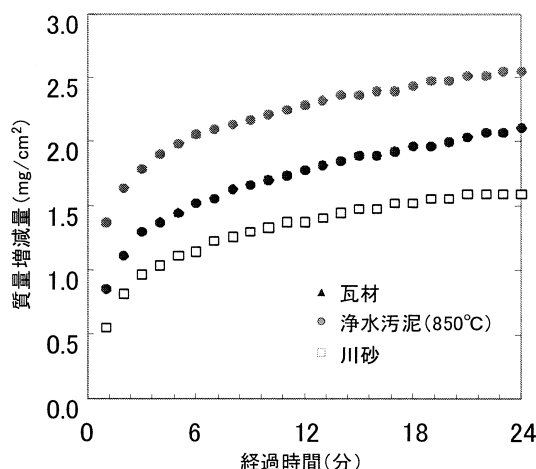


図-4 吸湿機能試験

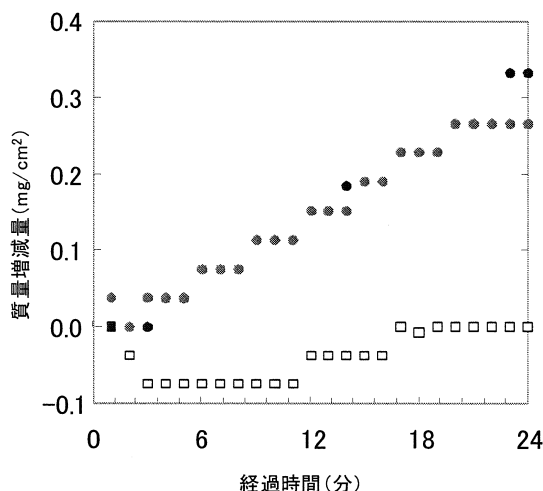


図-5 放湿機能試験

(5) 調湿機能試験（吸湿機能及び放湿機能）

2. 2で作成した平板の各モルタルテストピースの21日間水中養生したものを使用し調湿機能試験を行った。

20℃に保った室内で、恒温乾燥機（島津製作所製 SV0-300）を実験装置として使用した。相対湿度80～90%、40～50%で各24時間放置した。この間、1時間毎の質量変化を測定し、各重量変化分を吸放湿面積で割った値を吸放湿量とした。

3. 実験結果

一軸圧縮強度試験、耐熱・放熱機能試験の結果を図1～3に示す。

圧縮強度においては、標準モルタルの2週強度及び4週強度はそれぞれ20.85N/mm²、23.40N/mm²であった。廃瓦材の2週強度及び4週強度がそれぞれ17.75N/mm²、

22.13N/mm²であり、廃瓦材を細骨材とすると、標準モルタルに匹敵する強度を持っていることが分かった。各温度で焼成した浄水汚泥焼成物では、850℃で焼成したものではそれぞれ16.05N/mm²、16.27N/mm²、650℃で焼成したものではそれぞれ10.19N/mm²、11.31N/mm²、450℃で焼成したものではそれぞれ5.86N/mm²、8.95N/mm²であった。焼成温度が高いほど圧縮強度が高いが、標準モルタルと比べると強度が劣ることが分かった。

断熱機能試験では、浄水汚泥焼成物、廃瓦材、川砂の細骨材とする順に断熱効果が認められた。浄水汚泥を850℃、650℃及び450℃に焼成したものは、26℃から31℃にそれぞれ変化した。廃瓦材は25℃から34℃、川砂は26℃から38℃に変化した。放熱試験では、川砂を細骨材とする標準モルタルが熱を放散しやすく、廃瓦材及び浄水汚泥焼成物を細骨材とするモルタルは、熱を保持する機能を持っていることが分かった。

吸湿機能試験及び放湿機能試験の結果を図4、5に示す。浄水汚泥を850℃で焼成したものは、高い吸放湿性が認められた。廃瓦材は、浄水汚泥焼成物に匹敵する吸湿性は認められないものの、放湿性には優れていることが分かった。

4. まとめと今後の予定

1) 浄水汚泥の焼成温度によって圧縮強度が変化し、廃瓦材及び浄水汚泥焼成物は共に標準モルタルより圧縮強度が劣る。

2) 廃瓦材、及び浄水汚泥焼成物を細骨材として使用すると、断熱効果及び保温効果を示した。

3) 廃瓦材、及び浄水汚泥焼成物を細骨材として使用すると、高い吸放湿性を示した。

今後、考察を含めてこれらの特性を用いた効果的な用途への応用について検討を進める予定である。

謝辞

京都府営水道乙訓浄水場、四国化成工業株式会社および麻生丹和産業から快く実験に供する試料の提供をしていただいた。ここに記して深く御礼申し上げる。

参考文献

- (1) 日本水道協会水道統計編纂専門委員会、「水道統計の経年分析」、水道協会雑誌第80巻、第80号、2011
- (2) 藤院里依子、石本弘治：浄水汚泥から作製するA型ゼオライトの効果的合成条件に関する研究、土木学会第65回年次学術講演会、p295-p296、2010
- (3) 飛田ら：廃瓦材を細骨材として用いたコンクリートの物性に関する基礎的研究、土木学会第60回年次学術講演会、pp467-468、2005
- (4) 総務省統計局：住宅・土地統計調査、総務省、2003