

工業用水浄水汚泥の有効利用*

中山 能久^{*2}・竹田 智和^{*1}・里岡 嘉宏^{*1}・中田 一則^{*1}

Study on Effective Utilization of Industrial Water Purification Sludge

Yoshihisa NAKAYAMA, Tomokazu TAKEDA, Yoshihiro SATOOKA and Kazunori NAKATA

工業用水を取水している浄水場において発生する浄水汚泥について、窯業材料としての可能性を評価した。本年度は、工業用水浄水汚泥と粘土を混合して成型し、雰囲気を変えて焼成した小型試験片について物性試験を行うことにより、窯業製品へ利用可能であることを確認した。

キーワード：廃棄物，有効利用，工業用水浄水汚泥，山之口粘土，窯業製品

1 はじめに

現在、県内では多量の廃棄物が排出されており、最終的にそれらの一部は埋立処分されている。その一方で、処理費の高騰、最終処分場の用地不足といった社会問題が生じている。本研究では、廃棄物を利用した製品を開発することにより、廃棄物の処分量を削減し、県内企業に対して環境配慮型製品開発の一助となることを目的としている。

研究対象とする廃棄物としては、工業用水を取水する際に発生する工業用水浄水汚泥を選定した。工業用水浄水汚泥は、県内の浄水場において河川水を取水し、工業用水として使用するために浄化（凝集沈殿）する際に発生する。本研究では、この工業用水浄水汚泥について、窯業材料としての可能性を評価した。



図1 工業用水浄水汚泥

2 実験方法

2-1 試料採取

工業用水浄水汚泥は、県内の浄水場において発生しているものを採取した。それを110℃にて乾燥させた後、ジョークラッシャーおよびスタンプミルを用いて粉碎した。その後、0.5mmふるいを通し、均質化したものを試料として用いた。

粘土は、県内の窯業製品製造業者において実際に使用されているもの（山之口粘土）を採取し、工業用水浄水汚泥と同様に粉碎・ふるい分けしたものを用いた。

2-2 小型試験体の作成

窯業材料としての可能性を評価するために、小型試験体を作成し焼成を行った。小型試験体は、各混合比・焼成温度あたり5個ずつ作成した。

材料は、粘土：工業用水浄水汚泥の割合を、0：100，20：80，40：60，60：40，80：20，100：0の割合で混合したものを用いた。

成形は、インバータホットプレスを用いて70mm×20mmの金型に試料15gを充填し、100kgf/cm²の荷重で加圧することで行った。

焼成は、雰囲気電気炉を用いて酸素濃度をそれぞれ0.0%，0.4%，0.7%および1.3%に固定して行った。昇温は、室温から200℃まで2時間、200℃にて1時間保持、200℃から800℃まで100℃/hで昇温、800℃から1000℃まで3時間20分、1000℃にて1時間保持、その後自然放冷、という過程

* 廃棄物の有効利用に関する研究（第2報）

*1 資源環境部

*2 現 宮崎県小林保健所

で行った。

2-3 小型試験体の評価

作成した小型試験体は、収縮率、吸水率、曲げ強度および物体色を測定することによって評価を行った。

収縮率は、焼成後の小型試験片の長辺の長さをノギスで測定することによって求めた。

小型試験片を120℃にて約24時間乾燥した後の重量を測定した。さらに水深10cmの水中に小型試験体を24時間浸漬させた後の重量を測定した。これらの重量を比較することにより吸水率を求めた。

曲げ強度は、オートグラフを用いて、支点間距離40mmにおける3点曲げ強度を求めた。

物体色は、測色色差計を用いて $L^*a^*b^*$ 表色系にて測定した。

3 結果および考察

3-1 収縮率

測定した収縮率を図2に示す。

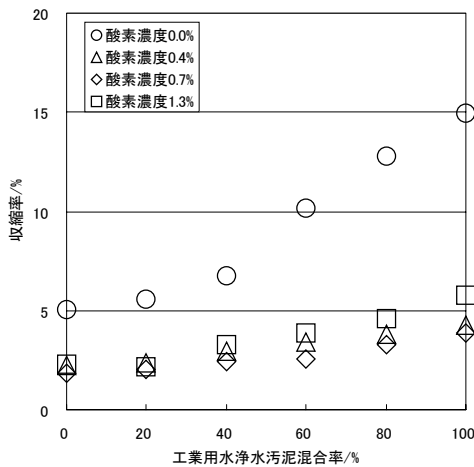


図2 収縮率

一般的には収縮率が低いほど焼成時の変形を抑えられることが期待されるが、一方で構造が密になり強度が増すという側面もある。

ここでは、粘土を工業用水浄水汚泥で置換することで一様に収縮率の増加が認められた。さらに、酸素濃度0.0%の雰囲気と、0.4%、0.7%および1.3%の雰囲気では色調的に明らかな差異が認められた。これは、今回の試験環境においては、酸素濃度0.4%の雰囲気であっても試験体が酸化するには十分な酸素量であるためと考えられる。

3-2 吸水率

測定した吸水率を図3に示す。

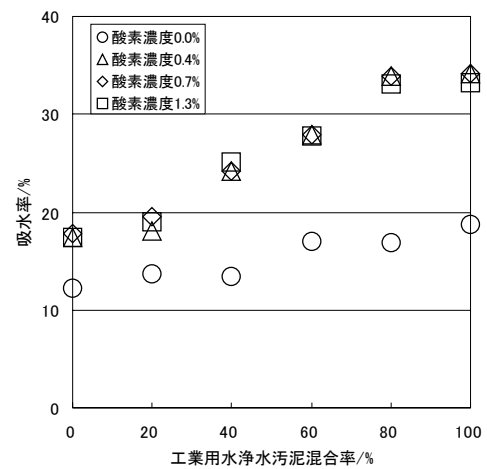


図3 吸水率

一般的には吸水率が低いほどレンガなどの構造物としては適しているが、透水性などに特化した素材を目指す場合はこの限りではない。

ここでは、粘土を工業用水浄水汚泥で置換することで大まかに吸水率の増加が認められた。また、酸素濃度0.0%の場合と、0.4%、0.7%及び1.3%の場合での差異も再現されている。

3-3 曲げ強度

測定した曲げ強度を図4に示す。

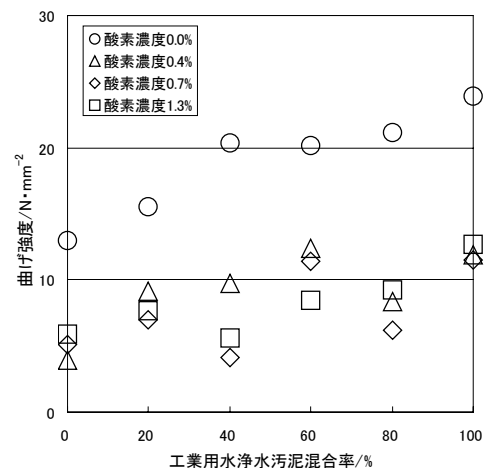


図4 曲げ強度

大まかな傾向としては、粘土を工業用水浄水汚泥で置換することで曲げ強度の増加が認められた。また、酸素濃度0.0%の雰囲気と、0.4%、0.7%および1.3%の雰囲気での差異も再現されている。

3-4 物体色

測定した物体色を $L^*a^*b^*$ 表色系にて表 1 に示す。

表 1 物体色

酸素濃度	混合率	L^*	a^*	b^*
0.0%	0%	60.09	1.21	1.08
0.4%	0%	65.47	14.01	25.20
0.7%	0%	65.73	14.92	25.82
1.3%	0%	66.13	16.19	26.56
0.0%	100%	58.41	0.90	0.05
0.4%	100%	66.72	18.31	27.01
0.7%	100%	66.46	18.75	26.84
1.3%	100%	67.58	19.28	27.45

$L^*a^*b^*$ 表色系においては、 L^* は色の明度を、 a^*b^* は色の色相・彩度を示し、 L^* は明るい色ほど大きな値を示す。また、 a^* は赤みを帯びるほど正に大きな値を示し、緑みを帯びるほど負に大きな値を示す。同様に b^* は黄色みを帯びるほど正に大きな値を示し、青みを帯びるほど負に大きな値を示す。

酸素濃度が 0.0% の雰囲気においては、物体色は灰色で、 L^* はやや小さく（やや暗め）、 a^*b^* は 0 付近の値（無彩色）を示した。

酸素濃度が 0.4%、0.7% および 1.3% の雰囲気においては、物体色は橙色（レンガ色）で、 L^* はやや大きく（やや明るめ）、 a^*b^* はともに正の値（赤み、黄色みを帯びる）を示した。

同じ雰囲気においては、粘土を工業用水浄水汚泥で置換することで a^*b^* がともに若干大きな値（赤み、黄色みが強い）を示した。

4 まとめ

今回の試験環境においては、酸素濃度が 0.0% の雰囲気と、0.4%、0.7% および 1.3% の雰囲気の間には各測定値に大きな差異が生じた。この傾向は特に物体色において顕著であるが、これは前述のとおり 0.4% であっても試験体が酸化するには十分な酸素が存在していたためと考えられる。窯業の分野においては、伝統的に雰囲気を変えることで窯変を発生させ、釉薬の発色を変える手法が存在するが、この制御は今回の試験環境においては再現できなかった。

また同一雰囲気においては、粘土を工業用水浄水汚泥で置換すると収縮率が増加する一方、吸水率も増加するという現象が見られた。一般的には収縮率が増加すると構造が密になり、吸水率は減少すると考えられるが、これは工業用水浄水汚泥に含まれる凝集剤による化学的効果であると推測する。この性質を利用することで、保水性に長けた窯業製品を開発できる可能性がある。

さらに、粘土を工業用水浄水汚泥で置換しても、雰囲気に関わらず粘土のみで作られたものと同等以上の強度を保つことが確認できた。工業用水浄水汚泥は、発生元の調査により土壌環境基準を満たしていることも確認されており、窯業材料としての有効利用できる可能性は高い。ただし、収縮率が増加するというデメリットも存在するため、用途に応じた混合比を検討する必要がある。

今回は工業用水を供給する浄水場から発生する廃棄物を対象としたが、同様の廃棄物は各市町村が供給している水道施設（河川表流水を取水しているものに限る。）からも発生しており、これらも同様に有効利用できる可能性がある。