

「湖沼底泥(ヘドロ)を活用した生物付着性の高い多孔質セラミックス：ヘドロセラミックス製造技術の開発」第3報

小島 均*

飯村 修志*

石島貞夫**

町井博是**

1. 目的

浚渫ヘドロの有効利用の一つとして、底質浄化用微生物製剤用の保持担体及び水質浄化システム用の微生物担体向け低比重多孔質セラミックス製造技術の開発を目的に実施した。

前報告¹⁾²⁾で、元素組成がrileyの発泡組成範囲にある浚渫ヘドロを原料に、合併処理浄化槽用担体等に適した表乾比重1.4以下のヘドロセラミックス製造技術の開発、主に焼成条件の検討を行い、その条件を見いだした。

本報告では、ヘドロセラミックスの実用化に向け、製造時のダイオキシンの挙動調査及び低比重(1.2~1.4)ヘドロセラミックス製造設備の基礎設計を行うため、焼成条件を含め製造工程毎の運転データ収集を実施した結果を報告する。

2. 研究方法

2.1 製造時のダイオキシンの挙動調査(排ガス中及び焼成品中のダイオキシン測定のための焼成実験)

ヘドロセラミックス製造時の排ガス中及び焼成品中のダイオキシン等測定を行うため、桜川村浚渫ヘドロを原料として約400kgのヘドロセラミックスの試作を実施した。なお、この試作は合併式浄化槽実証試験用担体の試作を兼ねて行なった。

試作には表1に示す桜川村「浚渫ヘドロ[2000.04]」を用いた。この浚渫ヘドロは図1に示すrileyの発泡組成範囲内の元素組成であった。

表1 桜川村浚渫ヘドロの元素組成 (%)

採取期日	lg. loss	lg. lossを除く元素組成		
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Flux計
2000.04	15.56	60.85	22.51	15.48
2000.08	16.49	63.22	21.93	13.67

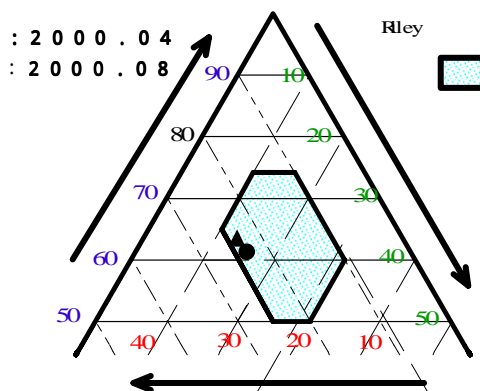


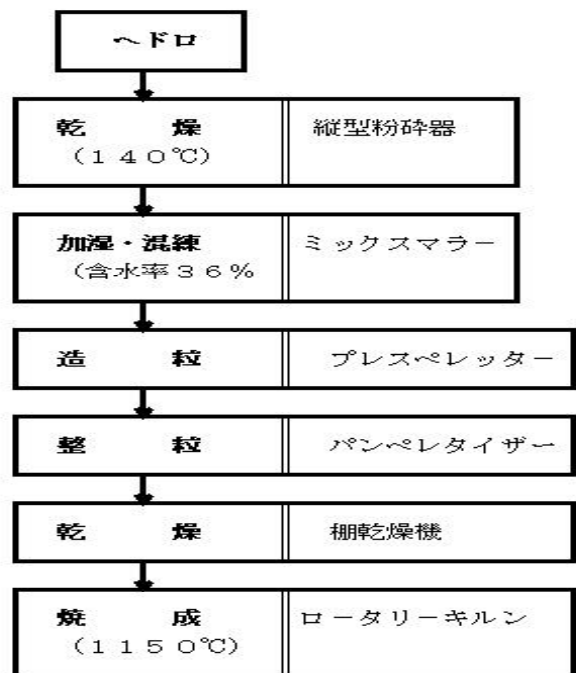
図1 桜川村浚渫ヘドロのrileyプロット

上記のヘドロを原料に試作を行い、排ガス中ダイオキシン等の測定の試料採取を行なった。なお、排ガス中及び焼成品中のダイオキシンに関しては排ガスサンプリング

を(社)公害防止協会に、測定は県公害技術センタに依頼した。

ヘドロセラミックス試作は図2に示す工程及び装置で行った。

試作実験フロー



工程 装置

図2 試作工程と措置

原料ヘドロは、気流乾燥機にて140 で乾燥後、縦型粉砕機で粉砕し、混練機ミックスマラーにより混練、プレスペレッタで造粒、パンペレタイザーで整粒後、棚乾燥機で乾燥しペレット化しました。ペレットの形状は約6~8mm x 10~12mmの円筒状です。乾燥したペレットはロタリーキルンでの焼成実験に供した。

実験の各工程に使用した機器は実製造設備で使用を想定している装置を用いた。なお、混練・造粒時の含水率は36%とした。

ロタリーキルンの焼成条件は、電気炉による焼成試験及び少量のペレットを用いた焼成実験結果から、キルン傾斜角2.5度、キルン回転数4 rpm(炉内滞留時間:約18min)、原料投入部温度850~880、焼成温度1150及び原料投入量30kg/hrとした。

2.2 工程別運転条件の検討

ヘドロセラミックスは図2に示す工程及び装置で製造する計画とした。この製造設備の基礎設計を行うため図2に示した工程別に運転条件等のデータを取得する目的で、原料ヘドロに表1に示す桜川村「浚渫ヘドロ[2000.08]」を用い、1バッチ約100kgの試作試験を4

回行なった。

この試験で、混練 - 造粒工程時の原料含水率及び原料の F l u x 成分の調整によるヘドロセラミックスの表乾比重の変化について検討を行なった。

2.2.1 造粒時含水率の検討

2.1 試作試験でヘドロの含水率を36%で造粒・焼成したが、焼成時にペレットの破碎が発生し収率低下及び表乾比重の増大が起こったため、造粒圧を低下する目的で加湿混練したヘドロの含水率を36%～48%の間で調整し造粒・整粒・焼成を行い粒形状、表乾比重について検討した。

2.2.2 元素組成の調整試験

ヘドロセラミックスの表乾比重をさらに低下するため、不足する F l u x 成分を入手が容易な廃ガラス粉を用いて調整し、表乾比重について検討した。廃ガラス粉を0～10%添加して調整した原料について電気炉による予備試験を行なった結果から、廃ガラス粉配合割合を0, 3, 6%で調整を行い、各原料100kgによるロ - タリ - キルンによる試験焼成を行なった。

3. 結 果

3.1 ダイオキシン等の測定実験結果

2.1に示した焼成条件で、約6時間の焼成を行いこの間に排ガスのサンプリングを行いダイオキシン等の測定試料とした。焼成品中のダイオキシンの測定には、この試験期間中に焼成したものを測定用試料とした。なお、試験焼成時の炉内等の温度測定結果を図3に示す。

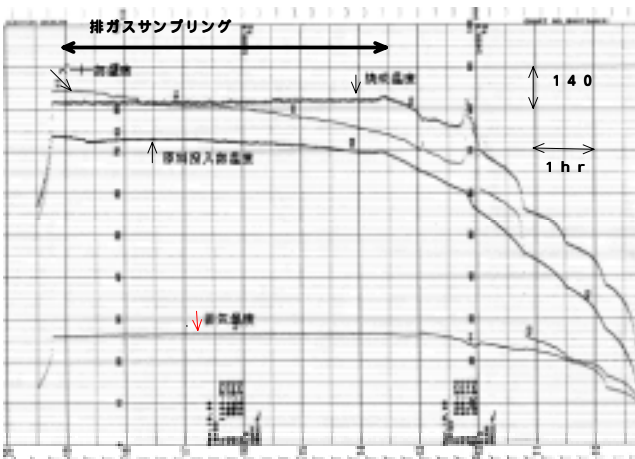


図3 排ガス中及び焼成品中のダイオキシン測定のための焼成実験焼成記録

排ガスの採取は最高温部が1150 に達した後、原料を投入してから始めた。焼成試験中は、原料投入部温度：850～880，最高温部（焼成温度）：1145～1150で推移した。焼成品中のダイオキシン測定は、上記焼成実験中に生成したものを試料とした。

概要報告では排ガス及び焼成品にはダイオキシン類は含まれていなかった。

今回の試作ヘドロセラミックス及びH11年度に試作品の物性を表2に示した。なお、今回の実験で試作した表2中の桜川村ヘドロセラミックス(H12.5)を合併処理浄化槽実験用に、キリンマシナリ - (株)に提供し

た。

表2 試作ヘドロセラミックスの物性

試料名	表乾比重 (g/cm ³)	見かけ気孔率 (%)	見かけ比重 (g/cm ³)	かさ比重 (g/cm ³)
桜川村 ヘドロセラミックス (H12.5)	1.4	25.1	1.7	1.3
玉里村 ヘドロセラミックス (H11)	1.4	40.4	2.2	1.3

3.2 工程別運転条件の検討結果

3.2.1 造粒時含水率の検討結果

混練・造粒時の含水率と焼成条件によるロ - タリ - キルンを使用した少量(2kg)の焼成試験結果を図4に示す。

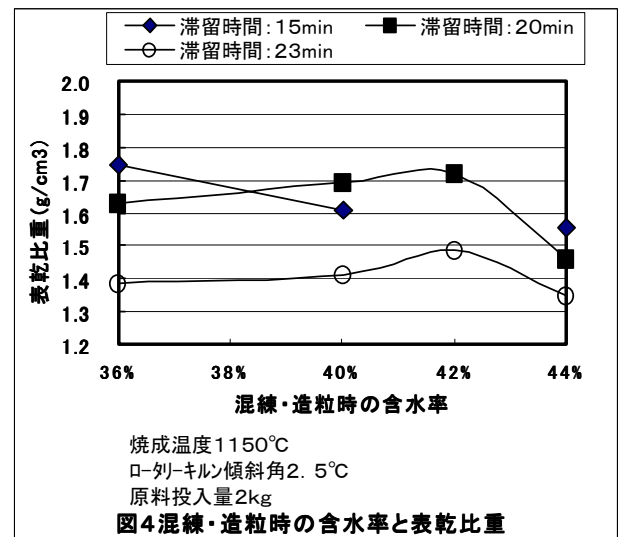


図4 混練・造粒時の含水率と表乾比重

混練・造粒時のヘドロの含水率が、44%以上では粒が変形し、36%以下では粒径状は良好であるが焼成時に破碎品が多く発生した。このため焼成品の表乾比重はやや高めとなるが、含水率40～42%をを以後の試験の条件とした。

3.2.2 元素組成の調整試験結果

廃ガラス粉配合試料の元素組成を図5に示す。

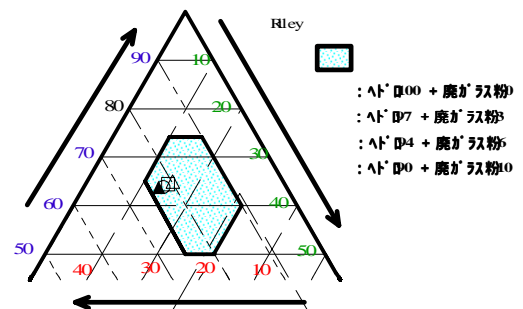


図5 廃ガラス粉を配合したヘドロの元素組成

廃ガラス粉の配合によりアルミナ分が減少、F l u x 成

分が増加により発泡組成範囲の中央部に移動し、比重の低下が見込まれた。

廃ガラス配合による焼成試験結果を図6に、試作ヘドロセラミックスの物性を表4示す。元素組成からの予想とは異なり、廃ガラス粉配合による比重低下の効果は、3%まででこれ以上添加しても比重はあまり低下せず、浮遊率が増大した。浮遊率の増加は製造及び使用上好ましくないため廃ガラス粉の配合は3%が限度である。

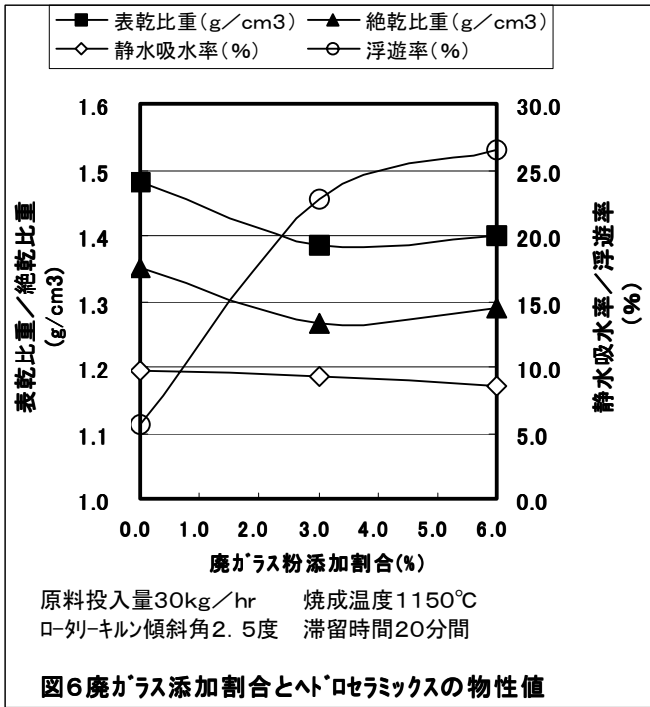


図6 廃ガラス添加割合とヘドロセラミックスの物性値

表4 廃ガラス粉を配合して試作したヘドロセラミックスの物性

廃ガラス粉 (%)	焼成温度 (°C)	滞留時間 (min)	表乾比重 (g/cm³)	見かけ比重 (g/cm³)	かさ比重 (g/cm³)
0	1150	20	1.48	1.79	1.29
0	1150	23	1.36	1.73	1.13
3	1150	20	1.39	1.64	1.13
6	1150	20	1.40	1.71	1.05

3.2.3 工程別運転条件

図7に試作試験の結果得られた各製造工程(図2)の運転条件及び使用機器等を示す。

原料ヘドロの含水率は、50~52%と高含水率あり、ヘドロを均一に混合するため気流乾燥機により含水率を8~10%に下げたため14万(kcal/hr)の熱量が必要であった。

乾燥原料は粉砕機により粉砕後、混練機により混合と造粒のために水分調整や副原料の配合を行なった。

混練した原料は、プレスペレットで8mm x 10~15mmのペレットに成型し、パンペレタイザで粒形状を整えた。この工程終了時のペレット含水率は約4.2%であった。

成型したペレットは、ロータリキルンによる焼成前に焼成時の破裂を防ぐために含水率をほぼ0%になるように十分乾燥する必要があり、約140℃で約40時間乾燥した。

焼成は、ダイオキシン測定実験とほぼ同様の条件を用い、滞留時間を20分間及び23分間に変えて行った。

この実験で試作したヘドロセラミックスの物性を表4に示すように、図7の製造工程で目標の表乾比重1.4未満のヘドロセラミックスを製造できた。

製造工程中、原料から約40%相当の水分を除去(乾燥)する2工程あり、この工程が製造コストを押し上げる原因となると考えられ、焼成廃熱の利用など乾燥に用いるエネルギーの削減が実製造施設設計の課題になると考えられた。

今回の実験で得た各工程のデータを基に製造設備の基礎設計を実施した。

4. まとめ

ヘドロセラミックス製造時の排ガス中及び焼成品中のダイオキシン等測定のための焼成実験結果から、焼成条件をロータリキルン傾斜角:2.5度、キルン回転数:4rpm(炉内滞留時間:約18min)、原料投入部温度:850~880℃、焼成温度:1150℃及び原料投入量30kg/hrで焼成した結果、概要報告では排ガス及び焼成品にはダイオキシン類は含まれていないことがわかり、ダイオキシンに関しては安全であると考えられる。

低比重のヘドロセラミックスを製造するためには、元素組成が一番重要な因子である。また、造粒・整粒工程時の原料の含水率も影響を及ぼし、含水率40~44%で良好な結果を得た。

低比重化のためにFlux成分を補うために廃ガラス粉を配合試験を行ったが、配合の効果は約3%までで、これ以上の添加は浮遊率が増大するなどの問題が生じた。

原料の浚渫ヘドロの含水率は約50%と高く、乾燥工程の高エネルギーコストの原因となり、製品コストの低廉化のために低含水率ヘドロの入手または、乾燥工程・造粒及びペレット乾燥工程での廃熱利用等、改良・改善が必要である。

当研究は、茨城県地域結集型共同研究事業

WG分類: WG 「生態工学を導入した汚濁環境水質改善」

サブテーマ分類: A「底質の直接浄化手法の開発」の分担課題として実施したものです。

参考文献

- 1) 茨城県工業技術センター - 研究報告, 27, 73~76(1999)
- 2) 茨城県工業技術センター - 研究報告, 28, 68~70(2000)

