# 貯水池底泥を利用した多孔質セラミックスの作製コスト削減と迅速化の検討

宮崎大学工学部　学生会員　○坂元花穂
宮崎大学工学部　正会員　入江光輝

## 1. はじめに

貯水池への堆砂は貯水容量を減少させ，その治水や利水の機能を低下させる．総務省が自治体管理の治水ダムを対象に調査を行ったところ，431のうち42ダムで堆砂による治水機能が低下が懸念され，国から浚渫のための財政支援を決定した．筆者らがいる宮崎県内では7つがそれに含まれ，他の発電用ダムも堆砂が著しい[1)].

これに対し，堆積物の有効利用・収益化が提案される．粗粒土砂は骨材や環境材料の用途があり[2)]，需要もある程度見込める．一方，粘土，シルトの細粒分はレンガ等の窯業原料となりうる．しかし，日本国内では需要が少なく，単価も低い．

入江[3)]は堆砂のほぼ全量が細粒分の乾燥地における貯水池の土砂を原料に，付加価値の高い浄水システムの作製を提案している．パーツとなる多孔性セラミックスはゲルキャスティング法で作製しているが，発砲したスラリーを速やかに固化させるエポキシ樹脂のコストが高く，また，ひび割れを避けるよう緩速乾燥するため，非常に長い時間を要した[4)].

そこで，本研究ではより低価格かつ迅速な多孔性セラミックスの作製方法を提案する．特に乾燥過程を工夫してコストと時間の共に削減を試みる．

## 2. 試料および作製方法

### (1)貯水池底泥試料と焼結特性

本研究では宮崎県耳川の上椎葉ダムで採取した底泥を用いた．同試料は船上から採泥器により水深10m前後の湖底から採取したシルト質である．

まず，同試料を砂(試料の 1/3 の質量)と混ぜ，含水率80%前後でスリラーを配合した．そのスラリーは発泡させずに異なる温度で焼成した．800℃以下の低温度では焼結が弱く，擦ると粒子が剥がれた．この傾向から，以降の試行では統一して 800℃より高く，さらに1000℃で焼成した．

### (2)多孔化手法と乾燥過程の改良提案

一般的なゲルキャスティング法では，スラリーに界面活性剤とエポキシ樹脂を混合する．それを攪拌して発泡させた後に開始剤を投入し，固化させて泡で造られた孔の構造を保つ．

Irie ら[6)]の底泥を使った試行では，アルミナ等の純物質より乾燥収縮率が大きかった．乾燥時に表面付近が収縮する一方，湿潤な内部は膨張したままとなる．表面と内部でひずみが生じないよう樹脂を多くして強固にする必要があった．また，内部から表面へのスリラー内水分移動が緩やかなので，表面からの蒸発をそれと同じ速度に制御しなければひび割れとなった．よって，乾燥時の水分移動速度を空間的均質にし，収縮の具合を均質にすれば上記 2 つの問題は解決できると考えられる．上記の発想に基づき，本研究では`“電気パン”を参考に試行した．電気パンとは，食塩などの電解質を含むパン生地に交流電流を通ずると生地内にジュール熱が内部全体で発生し，表面に焦げ目のないパンが焼ける[5)]. 本研究ではスラリーに電気パン生地と同様にベーキングパウダーを配合し，発熱時の発泡で気孔を作製する．

発泡・乾燥のためのシステムを図-1 に示す．

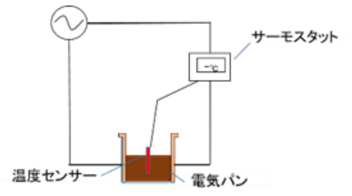


図-1　発泡・乾燥のためのシステム

実験時には2段階で温度を上げる．ベーキングパウダーは65℃以上で発泡が激しくなるが，65-70℃間では十分な発泡が行われず，80℃以上で発泡が生じたことにより，80℃以上をを第一段階に設定す

る．さらに，乾燥を促しつつ，突沸を避けるために，第二段階で95℃の温度を保つ．本研究では，第一段階の温度(80，85，90)，継続時間(10，20，30)を変化させて供試体を作製した．また，エポキシ樹脂の代わりに寒天を用いたゲル化[6]も提案されていることから，寒天を配合したスラリーについても試行した．

## 3.　結果，考察

今回の実験条件では，内部からの速やかな発熱と蒸発が生じ，いずれもひび割れのない多孔質セラミックスを作製することができた．以下に実験条件が及ぼす影響について考察する．

### (1)第一段階温度および継続時間による違い

図-2に第一段階の継続時間を横軸に，通電前後のスラリーの厚みを比較した膨張率を縦軸とし，第一段階で設定した各温度別にグラフ上に示す．

第一段階継続時間が長くなると発泡による膨張が少なくなる．これは通電初期に発泡はほぼ完了し，その後も低い温度を長く維持すれば水分蒸発が進まずに，生じた気泡がその間に消滅しているためと考えらる．一方，第一段階の温度が高いほど発泡による膨張率は大きく，ベーキングパウダーの発泡の温度依存性が反映されているものと考えられる．

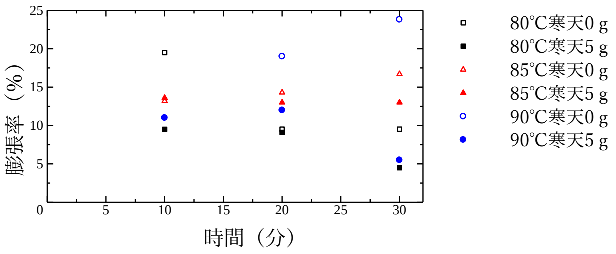


図-2　膨張率

### (2)　寒天による変化

通電時のスラリー質量の初期状態から変化率の時間変化について，寒天を添加しなかった場合とした場合を比較したものを図-3に示す．

寒天は第二段階の95℃で融解し，水分の蒸発に伴って発熱が停止した後に固化して気孔構造を維持することを期待した．しかし，水分量変化を見ると，寒天を添加すると質量変化が緩やかである．寒天の水分保持力が，水分蒸発を遅らせたものと考えられ，その結果，(1)の考察と同じく，気泡の消滅によって膨張が少なかった．また，本手法では発泡後の内部からの均等な乾燥により，あえてゲル剤を混合しなくても乾燥のみで気孔の構造が維持できていると考えられた．また，寒天を添加した場合には，焼成後の供試体を擦ると粒子が剥がれた．詳細な理由は不明であるが，乾燥後の寒天が粘土粒子間の距離を離し，焼結しにくくさせている可能性がある．

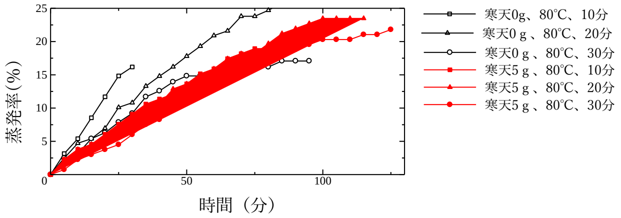


図-3 蒸発率

## 4.　おわりに

本手法では，“電気パン”を模してスラリー内部から発熱させ，厚み方向に均等な水分蒸発ができた．結果，あえて寒天やエポキシ樹脂等を添加しなくても気孔構造をある程度できる可能性が示唆された．

## 参考文献

1) 吉武宏晃,吉村健,加来睦宏,池見洋明,三谷泰浩:ダム貯水池への流入土砂量の把握に関する研究,第 7 回土砂災害に関するシンポジウム論文集,187-192,2014.

2) 鈴木徹,藤村顕司,佐野正典,田村俊之;アスファルト混合物に使用する細骨材資源としてのダム堆砂について,土木学会第 64 回年次学術講演会:57-58,2009

3) 入江光輝:乾燥地における貯水池堆砂問題,沙漠研究 27-1,25-312017

4) Irie M.et.:Trial production of porous ceramics filter made from sediments in water reservoirs for sustainable use od surface water resource inn arid land,International Journal of Environmental Science and Development,8,8,549-556,2017.

5) 青木孝:電極式パン焼き器を使った炊飯実験の特性理解.神奈川大学理学誌 29:5-12,2018.

6) Zhang F.Z.,Takeaki K.,Fuji M. and Takahashi M. :Gelcasthing fabrication of porous ceramics using acontinuous process, J. eur. Ceram. Soc.,26,1,667-671,200