

砂同士を直接接着した次世代コンクリートの開発

東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 酒井研究室

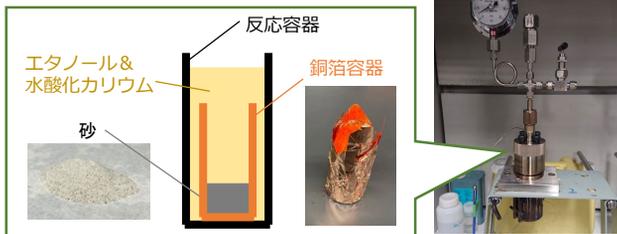
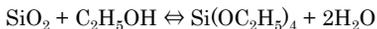
はじめに

コンクリートは世界中で最も主要な建設材料であり、地球上で水の次に多く使われる物質と言われる。コンクリートはセメント、水、砂、砂利を混ぜて作られるが、セメントの製造時に多量のCO₂が発生する、地域によっては水や、セメントの主原料である石灰石が不足しているなどの問題点がある。さらに近年では、コンクリートに適した砂・砂利の不足が世界的に問題となっている。例えば砂漠の砂は大量にあるものの、粒径が小さく均一すぎるため、コンクリートの製造には向いていない。このような砂を用いて、セメントを使用せずにコンクリートのような材料を製造できれば、上記の解決につながる。そこで本研究では、砂とアルコール、触媒を用いて、砂同士を接着することで、コンクリートの代替となる材料の開発を試みた。

方法

製造方法

銅箔で作製した筒内に砂とエタノール、水酸化カリウムを入れ、これを反応容器に入れて密閉し、240℃で24時間加熱した。これにより、下記の反応が生じて砂の結合が切断、再生を繰り返すことで接着が生じることを想定している。

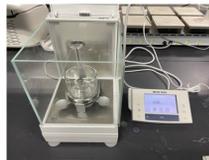


評価と分析

作製された硬化体の空隙率はアルキメデス法により評価した。反応容器の容量と銅箔筒の形状の都合上、作製されるサンプルは小さくいびつであったことから、定性的ではあるが、指で押しつぶせるか否かで評価を行った。スケールアップと整形を実施したサンプルについては、圧縮試験により圧縮強度を評価した。また、走査型電子顕微鏡により、砂同士の接着の様子を観察した



指での硬化度評価



空隙率の測定



走査型電子顕微鏡

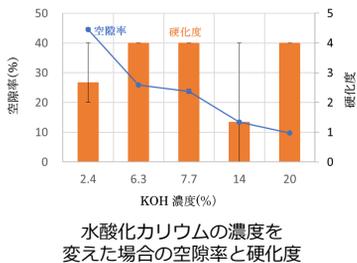
結果

空隙率と硬化度について

様々な条件で硬化体を作製した結果、必ずしも空隙率と、指で測定した硬化度（1:容易に破壊～5:指で破壊できない）の間には相関が見られなかった。



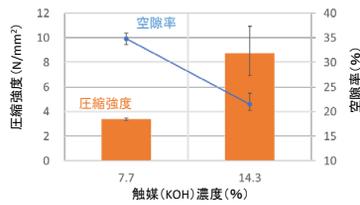
作製したサンプルの例



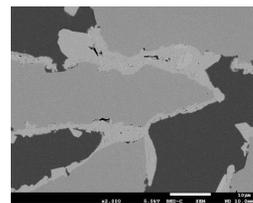
水酸化カリウムの濃度を変えた場合の空隙率と硬化度

圧縮強度と微細構造の観察

触媒 (KOH) 濃度により圧縮強度は大きく変化することを確認した。サンプル寸法は小さいものの、最大で30MPaの圧縮強度が得られた。SEMで観察したところ、もともとの砂（暗い灰色）が、明るい灰色の物質で接着されている様子が確認された。この撮影法（反射電子像）では、原子番号の大きい元素からなる物質は明るく表示されている。



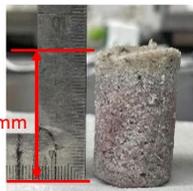
圧縮強度と空隙率の例



SEM観察の例

特徴や今後の展開

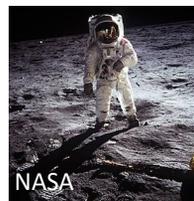
これまでは基本的に240℃で24時間の加熱を必要としたが、今後は必要な温度の低減と、加熱時間の短縮、サンプルのスケールアップを進める。本手法により砂漠の砂や、月面の砂（レゴリス）の成分を模擬した砂であっても接着可能であることを確認している。例えば月面の昼間の温度は110℃に達することから、110℃で製造が可能になれば、製造において加熱が不要になる。また本手法で用いる砂以外の原料（エタノール、KOH）について、繰り返し利用を可能にするための検討も進めている。



Φ20mm×40mmのサンプル



ナミブ砂漠の砂から作製したサンプル



月レゴリスの模擬砂（ニチレキ(株)提供）から作製したサンプル

