

Ⅲ－35

浄水ケーキの含水比低下手法に関する実験的研究

秋田大学	学生会員	○野上 勇人
秋田大学	非会員	鎧澤 紀之
秋田大学	非会員	庄司 弘幸
秋田大学	正会員	及川 洋

1. はじめに

浄水場で水道水を作る過程において原水に含まれる微細な粒子などを除去するために凝集剤を入れ、凝集し沈殿させる。この沈殿物が浄水ケーキであり、法律上、産業廃棄物として扱われる。昨今、浄水ケーキは徐々に再利用がおこなわれているが、非常に含水比が高いため、再利用のためには含水比を低下させる必要がある。現在、主に機械脱水と、天日乾燥といった方法がとられているが、機械脱水は処理コストやメンテナンスの面において、また天日乾燥床は処理能力の低さの面でそれぞれ短所を持っている。そこで本研究はコスト面で有利な天日乾燥床を利用し、より効率的な含水比低下手法について検討するものである。

2. 実験

図-1 は仁井田浄水場の天日乾燥床の断面図である。天日乾燥床は縦 50m×横 15m×高さ 1.5m のコンクリート製で底面から排水する構造となっている。

試料は秋田市水道局仁井田浄水場の天日乾燥床から採取した浄水ケーキである。試料の物性は土粒子密度 2.44g/cm^3 、液性限界 233%、塑性限界 66%となっており、粒径加積曲線(図-2)から 60%以上が粘土分であることがわかる。

実験には図-3 に示す水槽(縦 315mm×横 185mm×高さ 244mm)を用いており、底部には排水ルートが取り付けられている。実験はこの水槽を用いたモデル実験であり、図-3 に示すように水槽内底部にはサンドマット(厚さ 4cm)を敷き、天日乾燥床と同様の構造としている。水槽内にスラリー状の試料(含水比約 1200%)を流し込み、36 日間(約 860 時間)室内にて静置し、排水ルートからの排水量および試料表面からの蒸発量を測定する。以上のような実験を次に示す 4 種類の実験について行っている。(1) 木製の棒の周囲をガーゼで覆ったドレーン(長さ 30cm)を 10 本等間隔で打設する、(2)木製の棒を新聞紙で覆ったドレーン材(長さ 30cm)を 10 本等間隔で打設する、(3)水槽下部の排水ルートに真空ポンプを接続し負圧を作用させる、(4)ドレーンや真空ポンプを使用しない。以後これらの実験をそれぞれ実験(1)、(2)、(3)、(4)と表す。実験(1)および(2)についてはドレーン材として排水長の短縮の他に試料表面より上部における毛管現象によって生じる蒸発の促進を考え、ドレーン材長を大きくする工夫をしている。また、実験(4)は従来の天日乾燥床に相当する。なお、実験中の室温はおよそ 17°C 、湿度は 65%程度であった。

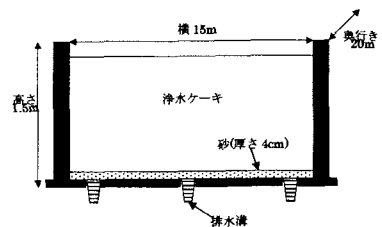


図-1.天日乾燥床断面図

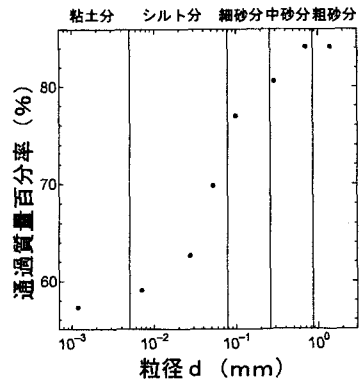


図-2.粒径過積曲線

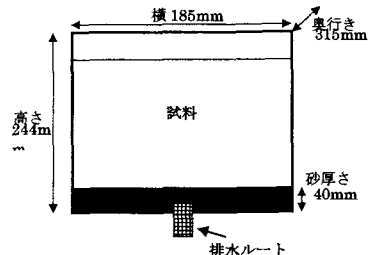


図3.実験水槽断面図

3. 実験結果及び考察

図4は水槽底部の排水ルートからの排水量の増減変化を示している。実験開始から一時間後の時点で実験(1)の排水量はおよそ 1000cm^3 と著しく大きい。また、その後40時間までは他の実験よりも排水量が大きくなっている。しかし、ドレーン材を用いた実験(1), (2)では40時間以降排水量が増加しておらず、いずれの場合も排水量は 3300cm^3 程度で頭打ちになっている。これに対し、ドレーン材を用いない実験(4)では、最終的な排水量は約 4000cm^3 となっており、ドレーン材を用いた場合よりも排水量が大きくなっている。図5は水槽表面からの蒸発量の経時変化を示している。100時間まではいずれの実験においても蒸発量はほとんど増加していないが、それ以降実験後半において急激に増加傾向を示し、実験終了時点においても、増加し続けていることがわかる。また、ドレーン材を使用した場合、蒸発量は特に大きく実験終了時において 2500cm^3 以上と、ドレーン材がない場合の2倍以上となっており、水槽底部からの排水量と大差ないことがわかる。ここで天日乾燥床においては底部からの排水と試料表面からの蒸発の両方の効果によって試料の含水比を低下が生じるため、図4、図5の排水量および蒸発量の和が実際の水分の減少量と考えられる。図6は排水量と蒸発量の和について経時変化を示している。ドレーン材を使用しない場合、曲線は逆S字形を示しており、一般的な圧密沈下曲線に近い。対して、ドレーン材を使用した場合、およそ100時間まではこれに近いものの、その後、曲線の傾きはいったん小さくなった後、再び大きくなっており、水分の減少は段階的に生じていることがわかる。これは、図4および図5に示されるように、実験の前半で効果の大きい排水と、後半で効果の大きい蒸発の時間差によるものである。最終的な水分減少量はドレーン材を用いた場合の方が大きく、特に実験(1)が最も効果が大きい。一方、実験(1)と真空ポンプを使用した実験(4)と比較すると実験(4)では実験前半に水分が大きく減少しているが、その後効果は小さくなり、最終的な水分減少量は実験(1)とほぼ等しくなっている。実験終了時における各実験の水槽内の試料の平均含水比は実験(1), (2), (3), (4)でそれぞれ、176%, 253%, 309%, 194%, となっており、実験(1)が最も効果が大きく含水比の値は液性限界まで低下している。

4. まとめ

従来の天日乾燥床による乾燥法において、ドレーン材を用いることで排水および蒸発の効率を上げることができた。このとき、排水は、蒸発に比べ早期にその効果が生じ、両者には時間差があることが示された。特にドレーン材としてガーゼを使用した場合、水分の減少量は真空による負圧を利用した場合とほぼ同等の効果が期待でき、含水比低下手法として有効である可能性が示唆された。

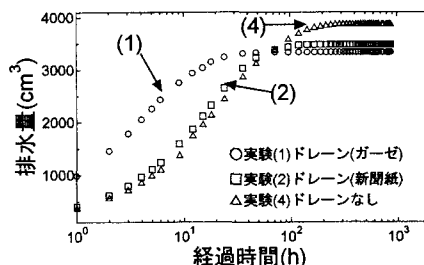


図-4.排水量－経過時間グラフ

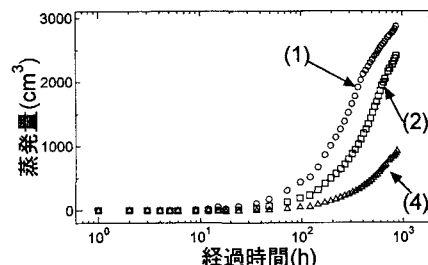


図-5.蒸発量－経過時間グラフ

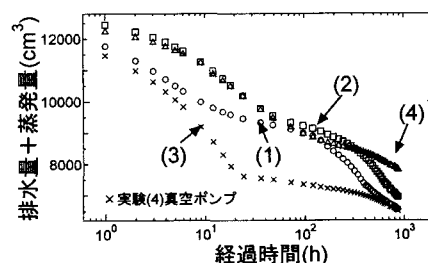


図-6.排水量+蒸発量－経過時間グラフ