

ろ過助剤添加による手賀沼浚渫土に対するろ過抵抗の改善効果

木内浩一 上治純子 川村宏文 弘山知直*

* 元環境研究センター

1. 実験の目的と概要

都市の生活排水が流入する手賀沼では、浄化対策として毎年浚渫が行われているが、強熱減量約17%の有機質に富んだ底泥は、脱水に時間がかかり、その処分が困難である。このような状況にある手賀沼浚渫土の、効果的な処分方法と有効利用の可能性を検討するために、浚渫土の脱水特性を把握する。その指標として浚渫土の比抵抗試験値、強熱減量に着目するとともに、リーフテストによるろ過速度、土質試験による一軸圧縮強度との関係を実験により検討し、効果的な脱水助剤の添加量について考察した。

2. 試験の方法

2.1 比抵抗試験

比抵抗試験とは汚泥を真空脱水することにより、ケーキの平均比抵抗およびろ材の抵抗係数を求め、汚泥にろ過助剤を添加した場合の効果を見積もるものである。ここで得られる比抵抗値とは汚泥の濾過しやすさの指標となるもので、比抵抗値が高いほど脱水が困難になる。試験の試料は浄水過程から発生する汚泥や、下水汚泥、浚渫汚泥が適用される。

2004年3月、手賀沼で浚渫した底泥を実験室に搬入し、比抵抗試験を行った。試験方法はヌッチェ試験に準じたものである。試料は手賀沼のSt.1～St.5で浚渫した水域の底泥を現場での振動ふるいにより、あらかじめ砂分を除いたものである。その強熱減量は16～20%の範囲であった。試験は、無添加、また、脱水助剤として消石灰、MgO、PAC、ゼオライトを使用し、それぞれの添加率、組み合わせを変えて行った。試験時の通水量は20mL、ほぼケーキ厚が10mm程度となるよう、泥量は20mLとし、濾材は径35mmの孔径 $2\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターを使用した。吸引ポンプは68mmHgの真空ポンプを使用した。

なお、同一条件の試験は3回繰り返し、その平均値を採用した。

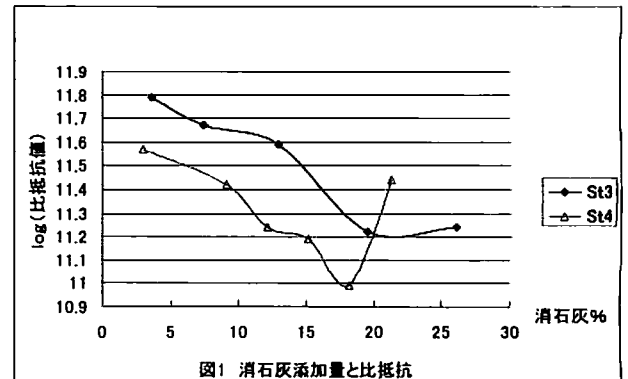


図1 消石灰添加量と比抵抗

2.2 リーフテストの試験方法

St.1, St.5の試料についてリーフテストを行った。試験に用いたリーフテスターは圧入圧 6kg f/cm^2 、圧窄圧 15kg f/cm^2 のもので、ろ過面積 0.05m^2 のものである。脱水助剤の添加方法は比抵抗試験と同様とした。

3. 比抵抗値試験の結果

3.1 無添加

St.1の試料の3回の比抵抗値の結果は $2.0\sim 2.5 \times 10^{12}\text{m/kg}$ となった。これは、有機質が多く含まれている底質であるため、一般の河川の底泥($10^9\sim 10^{10}\text{m/kg}$)よりも高い値となったと思われる。

3.2 消石灰添加率と比抵抗の関係

St.3, St.4の泥試料について消石灰添加率を変化させ、比抵抗値を比較した。その結果を図1に示す。St.3の試料では20%添加率付近で、St.4では18%で最小値を示した。このことから、比抵抗値を最小とするためには消石灰添加率18～20%が最適と思われる。

なお、St.3試料がSt.4試料よりも高い比抵抗値を示し、また消石灰の最適添加率もやや高かった。これはSt.3試料の強熱減量は19%であり、St.4試料の16%よりも、試料中の有機物含有量が高い

ためと思われる。

3.3 その他の助剤の添加

3.3.1 PAC添加

先の実験で得られた消石灰の最適添加率18%をベースに、さらにPACを添加した。PACを添加したものは実験中に亀裂が発生しやすく、ケーキの性状が不安定なため、傾向が明確になりにくかった。このため、実験回数を倍加させたが、比抵抗値はバラついた結果となった。

3.3.3 MgO添加

消石灰18%の他、さらにMgOを添加して、比抵抗値との関係を検討した。添加率0, 5, 10%とした。各段階の比抵抗値は、添加率の増加に対して顕著な変化は認められなかった。

3.3.4 ゼオライト添加

消石灰18%の他、さらにゼオライトを添加して、比抵抗値との関係を検討した。添加率はMgOと同じく、0, 5, 10%とした。ゼオライトの添加の増加に伴い、比抵抗値は減少する傾向が見られた。

4. リーフテストの試験結果

リーフテストによるろ過速度の結果について、両地点とも無添加でも十分な脱水性が得られた。いずれの添加剤を使用しても、ろ過時間が約半分に短縮されるが、ケーキの含水率が高くなった。

なお、特に地点による違いはみられなかった。

5. 比抵抗値とろ過速度との関係

今回の実験に供した試料は、比抵抗値とろ過速度について、強い相関をもつことが確認され、比抵抗試験を行うことにより、脱水特性が把握できることが検証された。無添加の場合の比抵抗値は (10^{-13}) m/kg以下であるから、圧搾機構付きのフィルタープレスであれば処理できると思われる。また、消石灰を18%添加した場合に、比抵抗値は $1.0 \sim 1.6 \times 10^{-11}$ になり、圧搾機構のないフィルタープレスで処理できる範囲に入ると思われる。

6. 一軸圧縮強度とろ過抵抗の関係

リーフテストで脱水した汚泥St.5の無添加試料では約200kN/m²の強度が確保された。消石灰を添加した場合は、Caのもつ凝固反応の特性から、これを下回ることはないと思われる。今後は消石灰を添加した場合について、脱水汚泥で一軸圧縮試験を行う必要がある。

7. 脱水ろ液の水質

各種の添加剤を添加した底泥脱水ろ液のCODは無添加のもの68mg/Lに比べて、大きな差は見られなかった。また、ろ液では無添加の場合のリンが2.1mg/Lを示したが、添加したものは全てそれ以下であった。窒素について無添加のもの17.8mg/Lに比べて各種添加剤を加えたものは約3倍にとどまった。泥の脱水の際に助剤を加えても、COD、栄養塩の極端な流出はないものと思われる。

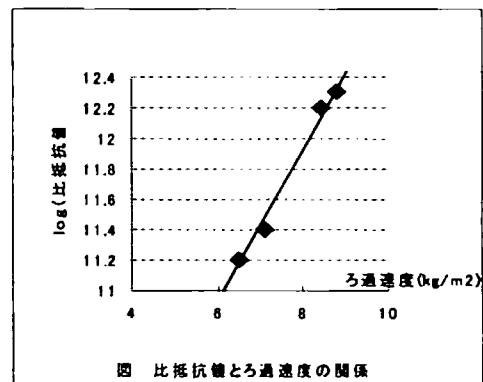


図 比抵抗値とろ過速度の関係

8. まとめ

1. 手賀沼底泥は有機物含有率が高く、難脱水性ではあるが、フィルタープレスで処理できる範囲に入る。
2. 脱水ケーキの有効利用の可能性が最も高い無薬注処理は、15kgf/cm²程度の圧搾機構付きのフィルタープレスであれば可能である。
3. 脱水助剤としては消石灰が最も効果的で、最適添加率は18~20% (乾土ベース) と思われる。
4. 消石灰と併用する他の助剤としては、ゼオライトに効果が見られ、MgO, PACについては顕著な効果は見られなかった。
5. 助剤添加によるCOD、栄養塩の分離水中へのリークは、いずれも見られなかった。