

海面埋立地における焼却灰粒子の凝集性に海水のpHが与える影響について

九州大学工学部 学生会員 ○横尾 武臣 九州大学大学院 古賀 大三郎
九州大学大学院 正会員 島岡 隆行 九州大学大学院 崎田 省吾

1. はじめに

海水中に投入された焼却灰の微細粒子は高い凝集性を示すためフロックを生成し、先に堆積した砂礫層の上に浮泥層を形成する。この浮泥層は、砂礫層からの汚濁成分の溶出を抑制することが知られている。そのため海面埋立地の早期安定化を目的とした浮泥層の除去が検討されている。そこにおいては、焼却灰の凝集特性を解明することが重要である。これまでの研究において、焼却灰の凝集は海水のpHの影響を受け、フロックの生成、成長に最適なpH域が存在すると考えられている¹⁾。

本研究では、海水のpHが焼却灰の凝集性に与える影響を調べるため、ジャーテスタを用いた攪拌実験を行った。さらにフロック生成時における汚濁成分の挙動を調べ、フロックの汚濁成分吸着特性について検討した。

2. 実験条件および方法

実験試料として、F市の都市ごみ清掃工場から排出された焼却灰のうち、2mmふるい通過分を用いた。溶媒には、天然海水1Lと焼却灰500gを混合し、1時間振とうさせた後に孔径1μmのメンブレンフィルタでろ過したろ液(以後、海水と称す)を用いた。海水のpHは11.8であった。

一般的にpHが凝集性に影響を与えることは知られている²⁾。海水のpHが焼却灰の凝集性に与える影響を調べるために、海水と焼却灰の攪拌実験をpH調整しながら行った。海水500mLを入れた1Lビーカーに焼却灰を100g投入し、ジャーテスタを用いて攪拌した。急速攪拌(150rpm)を20分間行った後、緩速攪拌(20rpm)を開始した。攪拌中は、2mol/Lの塩酸を添加しpHを一定とした。緩速攪拌開始、0、10、30、60分後にビーカー底面から4.5cmの高さより内径2.0mmのゴムチューブを用いて懸濁液を25mL採水した。ECを測定した後、孔径1μmのメンブレンフィルタによりろ過し、SS濃度を測定した。加えて、pH8、10ではろ液のTOC濃度を測定した。pH8、10それぞれの添加量は13.6mL、12.0mLであった。さらに、生成されるフロックの大きさを調べるため、経時的に懸濁液を採取して光学顕微鏡でフロックを観察し、フロックの3軸の長さを測定した。

3. 実験結果

攪拌時間ごとの海水のpHとSS濃度との関係を図-1に示す。焼却灰の微細粒子は凝集することにより早く沈降する。つまり、海水のSS濃度は、凝集性が高くフロックを生成しやすいため早く低下する。緩速攪拌開始0分のSS濃度は約1000mg/Lであった。すべてのpHにおいて緩速攪拌開始1分経過後にはフロックの生成が確認された。各時間におけるSS濃度は、pH8のときが最も高くpHが大きくなるにつれ、低下していった。しかし、pH10.2から再び高くなる傾向であった。pH8において、SS濃度は緩速攪拌開始10分後には200mg/Lであり、60分後には113mg/Lまで低下した。一方、pH10.2では10分後において24.0mg/Lまで低下しており、60分後には8.6mg/Lであった。一般的に粒子表面には電気二重層が存在し、2粒子間での斥力と粒子間引力が同時に働いている。2粒子間で電氣的に中性かそれに近い状態になり斥力に対して、粒子間引力が相対的に大きくなることにより凝集が起こる²⁾。焼却灰の場合、pH10.2において2粒子間で電氣的に中性になったと考えられる。なお溶媒のECは、pHの値に関係なく約48.0mS/cmであり、溶媒中の電解質の量は等しかった。

次に海水に溶けている汚濁成分が凝集性に影響を与えているかを調べる

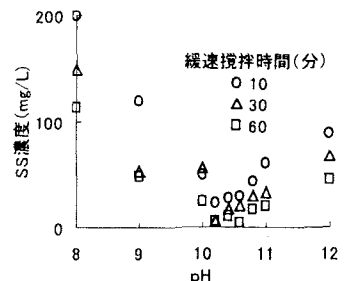


図-1 海水のpHとSS濃度の関係

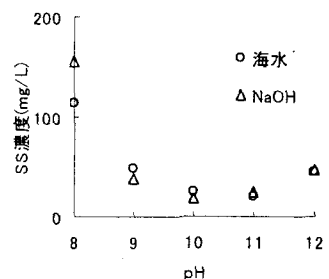


図-2 緩速攪拌60分のSS濃度

ため、天然海水にNaOH水溶液を添加し、pHを11.8に調整したものを溶媒とし、同様の実験を行った。緩速攪拌60分の結果と溶媒に海水を使った場合との比較を図-2に示す。グラフより同様の傾向を示しており、焼却灰の凝集性に海水に溶けている汚濁成分の影響は小さいといえる。

溶媒のpH8、10において生成されるフロックを経時的に内径4.0mmの塩化ビニールパイプを用いて採取し、光学顕微鏡により観察した。フロックの3軸の長さを測定し、その算術平均をフロック径とした。図-3にpH10におけるフロックの顕微鏡画像を攪拌時間別に示す。時間の経過につれてフロック径が小さくなり、フロック径の大きいものは沈降したことが確認された。図-4に各攪拌時間における観察可能なフロックの存在率をフロック径別で分画した結果を示す。pH8、10ともに緩速攪拌1分経過後では0.3mm以上のフロックが存在したが時間の経過とともに0.3mm以下のフロックのみとなった。緩速攪拌1分経過後においてpH8では0.1~0.19mmのフロックが約50%存在していたのに対して、pH10では90%以上が0.3mm以上に成長していた。凝集性の高いpH10において大きいフロックが生成された。

pH10では緩速攪拌2分経過後において90%以上のフロックが0.2mm以下になっていた。pH10では、フロックの著しい生成、成長は緩速攪拌1分以内に起こったと考えられる。pH8ではpH10に比べ、フロックが大きく成長できなかった。しかし、緩速攪拌3分経過後においてpH10の場合より大きいフロックが存在しており、フロックがゆっくり成長したと考えられる。

海水のpH8、10におけるTOC濃度の経時変化を図-5に示す。攪拌前の海水のTOC濃度は98.1mg/Lであった。急速攪拌することによりpH8、10ともにTOC濃度は162.9mg/L、170.3mg/Lとなった。急速攪拌でのTOCの溶出はpH8において32.4mg、pH10が36.1mgであり、pH10では焼却灰からの溶出量が大きかった。pH8、10における緩速攪拌5分でのTOC濃度は149.5mg/L、151.8mg/Lであり、緩速攪拌5分間でpH8、10それぞれ6.7mg、9.2mg減少している。緩速攪拌0、5分のSS濃度より沈降したSS成分1mg当たりのTOCの吸着量を計算すると、pH8、10それぞれ0.012mg、0.026mgであり、SS成分1mg当たりpH10においてpH8の2倍のTOCを吸着していた。緩速攪拌5分以後に関しては、TOC濃度は微増していた。フロックは生成時において汚濁成分を取り込み、フロックの生成の大部分は緩速攪拌開始後5分以内に終了したと考えられる。

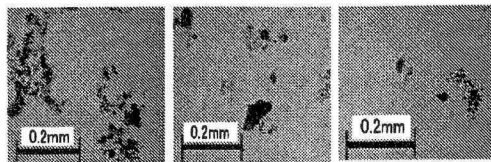
4. まとめ

溶媒のpHが焼却灰の凝集性に与える影響を調べるために海水と焼却灰の攪拌実験を行い、以下の結果が得られた。

- 1) 焼却灰の凝集性はpHの影響を受け、pH10.2で粒径の大きいフロックが生成され、凝集性が最も高くなった。
- 2) フロックは生成時に汚濁成分を取り込んだ。凝集性の高いpH10においてフロックの著しい生成、成長は緩速攪拌開始後1分以内に終了していた。

【参考文献】

- 1) 島岡隆行、古賀大三郎、崎田省吾、小久保裕：海面埋立処分における焼却残渣の凝集性と埋立廃棄物の安定化、第5回環境地盤工学シンポジウム、pp.1-4, 2003
- 2) 日本粉体工業技術協会編：凝集工学—基礎と応用—、1982



緩速攪拌 1分 緩速攪拌 3分 緩速攪拌 5分

図-3 pH10におけるフロックの顕微鏡画像(×20)

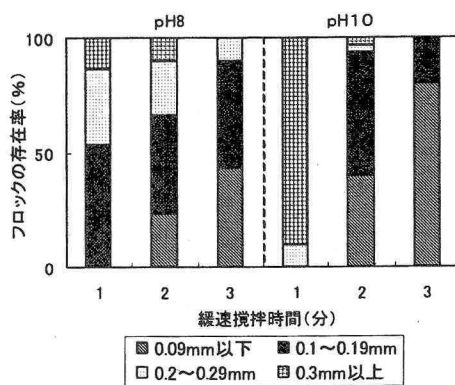


図-4 各攪拌時間におけるフロックの存在率

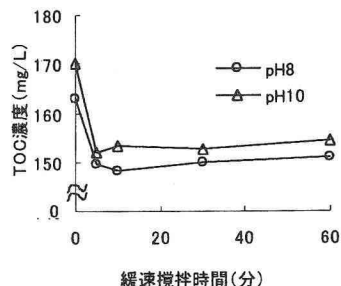


図-5 TOC濃度の経時変化