

海面埋立地における焼却灰粒子の沈降現象と汚濁成分溶出特性について

九州大学 学生会員○古賀 大 三 郎 正会員 島岡 隆行
 // 正会員 崎田 省吾 学生会員 横尾 武臣

1. はじめに

海面埋立地に投入された焼却灰は、沈降における分級により、いち早く先に砂礫が沈降堆積し、その上に浮泥分が堆積する(以後、各々を砂礫層、浮泥層と称す)。さらに、浮泥層は、砂礫層から海水への TOC、T-N 成分の溶出を妨げる要因¹⁾と考えられている。これらのことから、沈降に伴う浮泥の発生量など焼却灰の沈降特性を知ることは、埋立地の堆積成層状況および堆積層からの汚濁成分の予測をする上で重要となる。本研究では、沈降距離が浮泥の生成および汚濁成分の溶出特性に与える影響を調べるため、円筒形カラムを用いた沈降実験を行った。

2. 実験方法

沈降距離が焼却灰の沈降特性および汚濁成分の挙動に与える影響を調べるために3つの実験を行った。試料には、A 清掃工場から排出された焼却灰を用いた。

焼却灰粒子の沈降に伴う微細粒子の剥離(実験1): 焼却灰粒子は不燃分や溶融物と灰分等の微細粒子から構成されている。そのため、沈降過程において微細粒子が剥れ、浮泥となると考えられる。そこで、沈降に伴い発生する浮泥分の重量を測定するために、高さの異なる透明塩ビ管(内径4cm、高さ1m、2m、4m)に蒸留水を満たし、2mmふるいに残留する焼却灰粒子単体を200個程度投入した。投入終了後、海水および堆積試料をふるい(2mmと75μm)に通し、残留物を乾燥し重量を測定した。75μmふるいを通過した懸濁液については、孔径1μmのMF(メンブレンフィルタ)にて過し、ろ過残渣の乾燥重量を測定した。

焼却灰粒子単体の沈降速度(実験2): 焼却灰粒子単体の水中における沈降速度を調べるために、蒸留水を満たした高さ2mの透明塩ビ管に焼却灰粒子単体を投入し、沈降状況を観察するとともに、沈降速度を測定した。焼却灰粒子については、予め蒸留水中に浸漬させ、真空ポンプにて減圧することにより焼却灰内部を蒸留水で飽和させた。また、顕微鏡投影により得られた焼却灰粒子像の二軸平均径を平均粒径とした。

焼却灰粒子群の沈降に伴う浮泥の発生と TOC 成分の溶出(実験3): 焼却灰を多粒子にて沈降させた場合の浮泥の発生量を調べるために、天然海水を満たした内径30cm、水深1m、2mの円筒形アクリル管に焼却灰(14.1kg)を投入した。海水には、津屋崎海岸から採取した海水を孔径1μmのMFでろ過したものを用いた。焼却灰投入から24時間経過後に堆積した浮泥および砂礫(図1)を採取し、重量を測定した。このとき、海水および堆積層間隙水を採水し、pH、TOC濃度を測定した。

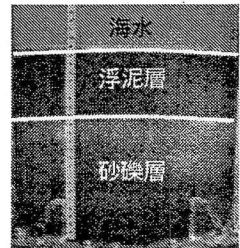


図1 堆積状況

3. 実験結果

3-1 実験1

焼却灰粒子単体の沈降状況を観察すると、沈降に伴う微細粒子の剥離は、ほとんどが投入直後に起きていた。図2に、投入完了後に透明塩ビ管内に存在する粒子の乾燥重量比を示す。投入した焼却灰の96%は2mm以上であり、微細粒子(75μm通過分)の発生量は1.5%程度であった。なお、水深別の各粒子存在率を比較すると、微細粒子の剥離量は沈降距離に影響を受けないことが分かった。

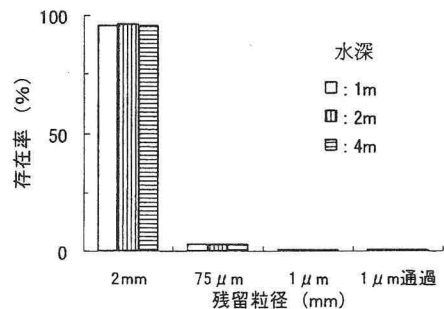


図2 沈降に伴う粒子の剥離

3-2 実験2

焼却灰粒子単体の沈降速度(○)とその線形近似(破線)を

図3に示す。図中には、実験式であるAllen式をもとに算出した球形粒子の沈降速度(実線)も併記する。なお、球形粒子の比重は焼却灰と同様に2.55とした。焼却灰の平均沈降速度は、Allen式で求めた沈降速度と大きく異なり、小さかった。また、焼却灰粒子は、球形でなく表面も起伏に富んでいるため、一様に沈降せず、回転したり、左右に揺れながら沈降する。このため、図に示されるように、同じ平均粒径においても沈降速度に4~10倍程度の差が生じると考えられる。

3-3 実験3

沈降に伴い発生した浮泥量を表1に示す。沈降に伴い発生する浮泥の質量は投入焼却灰質量に対し、水深1mの場合が4%程度で、2mの場合が10%程度であった。浮泥を構成している粒子質量の50%が75 μ m以下であった(図4)ことから、焼却灰を投入することによる微細粒子の発生率は、水深1mが2%、水深2mが5%程度となる。これより、沈降距離が1mの場合、焼却灰に表面に付着した微細粒子が剥離されなかったものと考えられる。一方、水深が2mの場合には、沈降過程における焼却灰粒子の衝突や粒子沈降に伴い発生した海水の流れにより、微細粒子の剥離量が増えたものと考えられる。表2に焼却灰投入から24時間経過後のTOC濃度を水深別に示す。結果より、水深を深くすることで、砂礫層間隙水のTOC濃度は小さくなった。沈降距離が長くなることにより、焼却灰から海水へのTOC成分が溶出したためと考えられる。また、海水のTOC濃度は、水深が深くなるにともない、小さくなった。これは、液固比が大きくなるためであるが、例えば、海水量が2倍となっても、TOC濃度は1/2倍程度とはならず、それよりも多くなっていた。これは、沈降に伴い粒子が衝突し剥離する微細粒子が増えたために、焼却灰と海水の接触面積が増し、溶出が促進されたと考えられる。

4. まとめ

焼却灰粒子の沈降特性を明らかにするために、焼却灰粒子単体および粒子群を用いた、投入実験を行った結果、次のことが分かった。

(1)焼却灰粒子の沈降速度は、Allen式で求めた沈降速度の1/2程度である。また、同粒径であっても、4~10倍程度の速度差が生じていた。焼却灰粒子は一様に沈降せず、回転したり、左右に揺れながら沈降するためと考えられた。(2)沈降に伴う焼却灰粒子単体からの微細粒子の剥離は、ほとんどが投入直後に起き、沈降距離の影響を受けなかった。しかし、粒子群で海水中に投入した場合は、粒子どうしが衝突するため、沈降距離が長くなるにともない微細粒子の発生量が増加した。(3)砂礫層内のTOC濃度は、水深が深いほど小さくなった。沈降過程が長くなることにより、洗い出しが促進されたためと考えられる。

参考文献：1)高森、古賀、島岡、崎田：海面埋立処分場における焼却灰堆積層からの汚濁成分溶出特性に関する研究、平成14年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集VII, PP.B554-B545, 2003

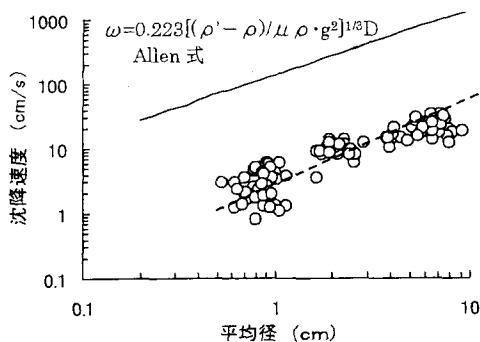


図3 焼却灰の沈降速度

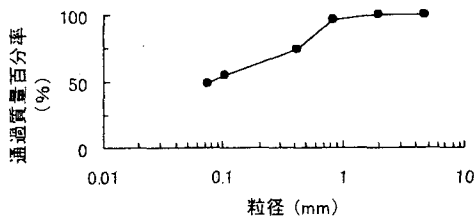


図4 投入焼却灰の粒度分布
表1 浮泥の発生量

水深	m	1	2
容量	cm ³	2470	5300
重量	g	425	956
生成率	%	4.12	9.97
単位体積重量	g/cm ³	0.17	0.18

表2 海水および堆積層間隙水中のTOC濃度

水深		m	1	2
海水	pH	—	10.1	10.2
	濃度	mg/L	23.5	19.6
浮泥	pH	—	11.3	11.5
	濃度	mg/L	66.3	66.9
砂礫層	pH	—	12.4	12.4
	濃度	mg/L	411.8	315.4