

京都大学 工(田) 岩井 重久

日立造船(田) 春山 鴻

京都大学 工(田) 高月 紘

○京都大学 工(学) 浦辺 真郎

1. 研究の目的 前報¹⁾では主に高含水の脱水汚泥の加温雰囲気下における乾燥面・着火面の移動速度を求めた。今回は、低含水の混合汚泥・嫌気性消化汚泥・脱水汚泥を用いて、その含水率と試料の粒径を変化させることによって、加温雰囲気下における各汚泥層内の温度挙動を知り、乾燥面・着火面の移動速度を求めることである。

2. 実験方法 図-1に示す様な実験装置を用いて、各汚泥層内の温度の経時変化を測定した。加温には、100V、2KWの円筒型の電熱を利用し、その温度をほぼ一定(図-1の①の温度が900~1,000℃)となるよう調節した。今回の実験は、装置の間隙を通る自然通気のみによって燃焼させた。実験試料は京都市島羽下水処理場から採取した混合汚泥・消化汚泥・脱水汚泥を用いて湯浴上(90~95℃)で乾燥させ、乳鉢で粉砕したものを、ふるいにかけ、径1~2mm、1mm以下の二種に分類した。なお、試料汚泥の性状は表-1に示す通りである。

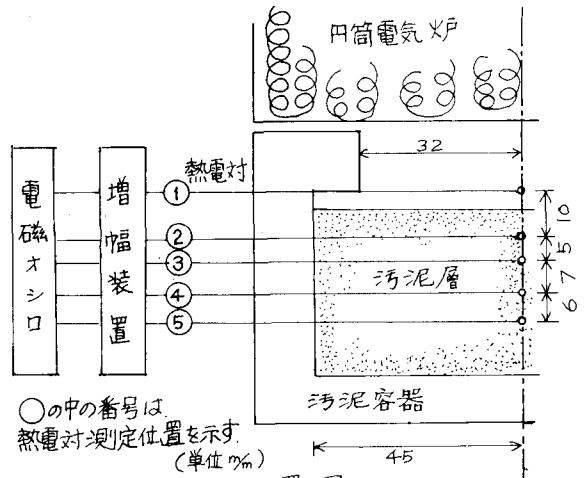


図-1 実験装置図

3. 実験結果および考察 汚泥層上部と汚泥層内の時間的溫度変化の代表的な一例を図-2に示した。この例からもわかるように、汚泥層が下がるにつれて、温度の上昇速度の遅れが見られる。これは、乾燥面(100℃の面)移動速度や着火面(450℃と略)移動速度が時間の経過、すなわち汚泥の下層になるにつれて減少することであり、この原因として次の二つが挙げられる。第一は、自然通気のため、汚泥層下部では空気不足と灰層の通気抵抗により、燃焼が充分

表-1 各汚泥の性状(乾燥固形分に対して)

項目	混合汚泥	消化汚泥	脱水汚泥
可燃分(%)	61.4	48.7	48.1
灰分(%)	38.6	51.3	51.9
可燃熱(低熱値)(Kcal/g)	6694	5988	4198
低位熱値(Kcal/g)	4100	2916	2019

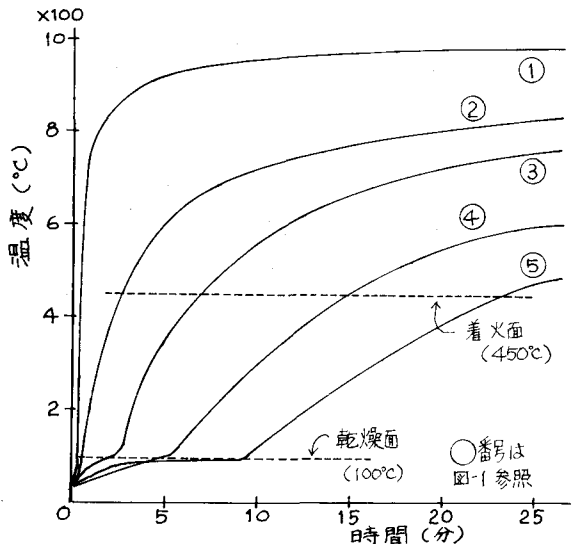


図-2 汚泥層上部と層内の時間的溫度変化の一例(混合汚泥 粒径 1~2mm 含水率 3.4%)

行なわれず、発熱の減少が考えられる。また、汚泥粒子の収縮（各汚泥とも、含水率30数%の場合の収縮率は、30~40%、含水率数%の場合のそれは、20数%であった）が起こり、熱伝導に關与する各粒子の接触面積が減少していくことであろう。

乾燥面移動速度と汚泥含水率の關係を図-3に、乾燥面移動速度と時間の關係を図-4に示した。乾燥面移動速度は、ほとんど粒径に關係しなかったが、着火面移動速度は、各汚泥ともに、含水率30%以上の場合（脱水汚泥は着火せず）、粒径1~2mmで、1.08~1.14 mm/min. 粒径1mm以下では、0.63~0.84 mm/min. となり、含水率数%の場合、粒径1~2mmで、1.10~1.49 mm/min. 粒径1mm以下では、0.43~0.58 mm/min. となったことは興味深い。

汚泥層内の温度が100℃に達した乾燥面では、水は水蒸気相であると考え、この面の移動速度について論じる。汚泥の最下面を $x=0$ という座標にとり、乾燥面以下では水分の蒸発は起っていないと考えると、乾燥面から流入する熱量は、汚泥の水分と固形分の温度上昇のみに使用され、乾燥面以下での熱伝導方程式は (1) $\partial\theta_1/\partial t = \alpha \cdot \partial^2\theta_1/\partial x^2$ と表わされる。乾燥面 $x=l$ においてすべての水分が蒸発され则认为れ

ば、乾燥面の上方から流入する熱量は $-\lambda_2(\partial\theta_2/\partial x)_{x=l+0}$ 、また、乾燥面から下方へ伝わる熱量は $-\lambda_1(\partial\theta_1/\partial x)_{x=l-0}$ とでき (2) $-\lambda_2(\partial\theta_2/\partial x)_{x=l+0} - \{-\lambda_1(\partial\theta_1/\partial x)_{x=l-0}\} = -W \cdot L \cdot (\partial x/\partial t)_{x=l}$ が成立しなければならない。なお 図-1に示す④点から6mm先端を平行面上に離れた熱電対で④との温度変化のちがいを測定した結果、④より数秒の遅れがあったが、これは横方向への熱移動は無視できると考えられる。ここで(1)式の解は、(3) $\theta_1 = A + \{2B \int_0^{x/2\sqrt{\alpha t}} e^{-\xi^2} d\xi\} / \pi$ とおけるから、(ただし、 $t=0$ のとき $x=l=0$ 、 $t=-\infty$ のとき $x=l \rightarrow \infty$) $x=0$ において $\theta=0$ (ある基準温度) とすると(3)より $A=0$ となる。また、 $x=l$ における温度は、 t に關係なく一定(100℃)であるから、 $x/2\sqrt{\alpha t} = k$ (一定) となり、(4) $dx/dt = k\sqrt{\alpha/t}$ が、乾燥面の移動速度であり、実験的には、図-4で与えられ、これを解析すると $dx/dt = 10^{2.39} \cdot t^{-1/2}$ となり、これから(4)式の $k=-t$ とした $dx/dt = k\sqrt{\alpha/t}$ とほぼ一致する。

また $\lambda_2(\partial\theta_2/\partial x)_{x=l+0}$ を一定と仮定すると、すなわち、水分に關係のない一定値で乾燥面に熱が流入すると考えると、(2)式から $dx/dt = \{\lambda_2(\partial\theta_2/\partial x)_{x=l+0} - \lambda_1(\partial\theta_1/\partial x)_{x=l-0}\} / W \cdot L$ となる。これは、実験的には、図-3で与えられ、図-3を数式で表現すると、 $dx/dt = 10^{2.28} \cdot t^{-1.75}$ となった。ここに、 α : 温度伝導度、 θ_1, θ_2 : 温度、 λ_1, λ_2 : 熱伝導係数、 W : 含水率、 L : 蒸発潜熱

なお、前回の実験では、乾燥面と着火面の移動速度は、ほぼ同程度であったが、今回の実験では、後者がかなり遅く、これは、空気の流通が不充分であったと考えられ、今後 装置の改良を行なって実験する予定である。

り土木学会第26回学術講演集 II-209.

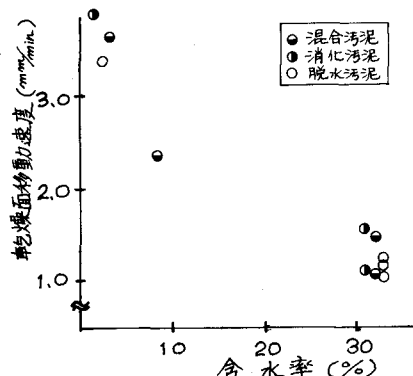


図-3 乾燥面移動速度と含水率の關係圖

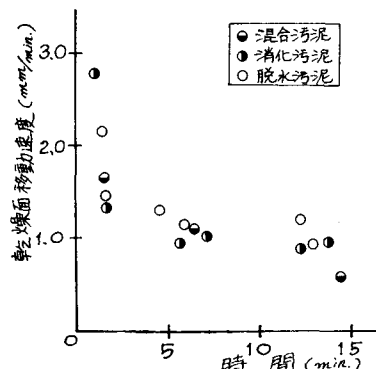


図-4 乾燥面移動速度と時間の關係圖