

# 下水道汚泥溶融スラグの焼結挙動

深澤 正芳 竹内 繁樹 山崎達夫

Sintering Behavior of Fused Sewage Slag

by

Masayoshi FUKAZAWA, Shigeki TAKEUCHI and Tatsuo YAMAZAKI

下水道汚泥溶融スラグをアルミナ製ポットミルで乾式粉碎して微粉スラグを調製し、有機バインダーを添加して押出成形した。1000℃以下の焼成試験を行ったところ、800℃以上の焼成温度で、鉄分による黒斑のない、表面が滑らかで素焼素地に似た性状の焼成体を得られた。微粉スラグは1000℃以下では焼結による緻密化は進まないが、ウィットロックイト等の結晶が低温でも成長するために焼成体は比較的高強度になった。微粉スラグの900℃以下の焼成体では、吸水により白華が生じた。微粉スラグでハニカムを成形する場合には有機バインダーの量を増やすために焼結しにくくなり、焼成温度は上がった。ハニカム焼成体の曲げ強さは陶磁器質タイルの規格を満たした。

## 1. まえがき

下水道汚泥溶融スラグは焼成が難しく、単味で焼成する場合の最適温度は1100～1150℃<sup>1)</sup>と考えられていた。ところが竹内ら<sup>2)</sup>は、下水道汚泥溶融スラグを粉碎処理して粒度を細かくすることにより、1050℃でも強度の高い焼成体を得た。そこで、この微粉スラグでは従来よりも低温で焼成可能ではないかと考え、1000℃以下での焼結挙動を調べた。

## 2. 実験方法

### 2.1 試料調製

下水道汚泥溶融スラグ<sup>1)</sup> 2 kgに対し、アルミナボールφ 2、2.5、3 cmの混合物4.6 kgをアルミナ製ポットミルに入れ、毎分58回転で72時間乾式粉碎処理した。得られた微粉スラグの粒度は、45μm全通<sup>2)</sup>であった。

この微粉スラグに有機バインダーとしてメトローズ2%を添加し、20×20mmの金型で角柱押出成形体を作製した。成形水分は外割で20.7%、成形体の乾燥収縮率は1.9%、曲げ強さは15.4MPaであった。

### 2.2 焼成試験

成形体を700、800、900及び1000℃で焼成した。焼成条件は、昇温速度100℃/hで、所定の焼成温度で1時間保持後、室温まで放冷した。焼成体について焼成収縮率、スパン90mmとした3点曲げ法による曲げ強さ、3時間煮沸による吸水率を測定した。

### 2.3 スラグハニカムの作製

微粉スラグに有機バインダーとしてメトローズ4%を添加し、隔壁の厚さ0.5mm、30×30mm、144室のハニカム<sup>3)</sup>を押出成形した。成形水分は外割で17.0%、成形時の土圧は約4 MPaであった。このハニカム成形体を900、1000℃で焼成し、焼成物性を調べた。昇温速度、保持時間は角柱押出成形体の場合と同じとした。得られた焼成体で、スパン90mmとした3点曲げ法による曲げ強さ及び押出成形方向に対して垂直に加圧した場合の圧縮強さを測定した。

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 焼成物性

微粉スラグ焼成体の焼成収縮率、曲げ強さ及び吸水率を表1に示す。

800～1000℃焼成体は表面が滑らかで素焼素地に似た性状を持ち、粗粒スラグを焼成した場合に生じる鉄分による黒斑は見られなかった。また焼成温度による呈色の変化はほとんど見られなかった。焼成収縮率、吸水率に

表1 微粉スラグの焼成物性

焼成温度 (℃)	800	900	1000
焼成収縮率 (%)	1.7	2.1	2.4
曲げ強さ (MPa)	10.7	18.3	21.9
吸水率 (%)	15.1	14.9	15.0

についても大きな変化はなかった。この焼成温度では焼成収縮率は約2%と小さく、吸水率が15%と高いことから、焼結による緻密化はあまり進んでいない。しかし、曲げ強さは800℃でも比較的強く、焼成温度が上がるとともに強度も上がった。微粉化により低温で焼結しやすくなり、従来の粗粒の場合では焼結が始まらないような低温でも焼成体を得ることができた。ただし、900℃以下の焼成体では3時間煮沸による吸水試験後に白華を生じたことから、タイル、れんが等への応用を考えた場合には何らかの白華防止策が必要である。なお、焼成温度700℃以下では焼結が起らず、焼成体は爪で容易に削れるほど弱かった。

微粉スラグ及び各焼成温度における焼成体のX線回折データを図に示す。微粉スラグはガラス相が主で、少量のウィットロックイト(β-リン酸三カルシウム)のピークが見られた。焼成温度700℃でヘマタイトが出現した。900℃以上になると、ウィットロックイト、ヘマタイト等の成長が目立った。結晶は他にもリン酸ナトリウムマグネシウム、灰長石等が含まれていると考えられる。これらの成長により、微粉スラグは低温の焼成で比較的高強度になったものと考えられる。

表2 スラグハニカム低温焼成体の強度

焼成温度(℃)	900	1000
幅1cm当たりの曲げ破壊荷重(N/cm)	154	173
圧縮強さ(MPa)	3.84	5.26

### 3.2 スラグハニカムの焼成物性

作製したスラグハニカム低温焼成体を写真に示す。また、その強度を表2に示す。

ハニカムは、900℃の焼成温度でモース硬度2.5の焼成体を得られた。角柱試験体と比較して焼結が始まる温度が高くなったのは、ハニカム成形では添加する有機バインダー量が多く、スラグ粒子間の隙間が広がったため、焼結が進みにくくなったと考えられる。焼成体の曲げ破壊荷重は、JIS A 5209で定められた、陶磁器質タイルの幅1cm当たりの曲げ破壊荷重の項目で床タイルの規格を上回った。

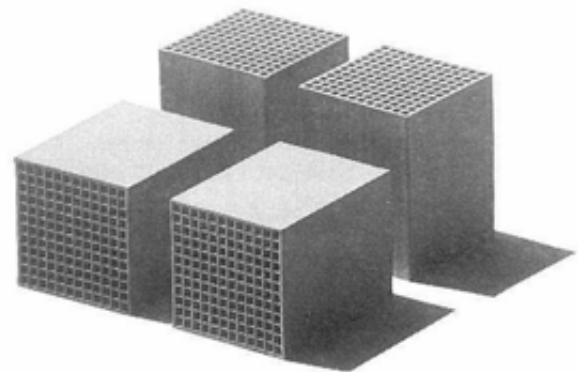


写真 スラグハニカム低温焼成体  
(左: 900℃, 右: 1000℃)

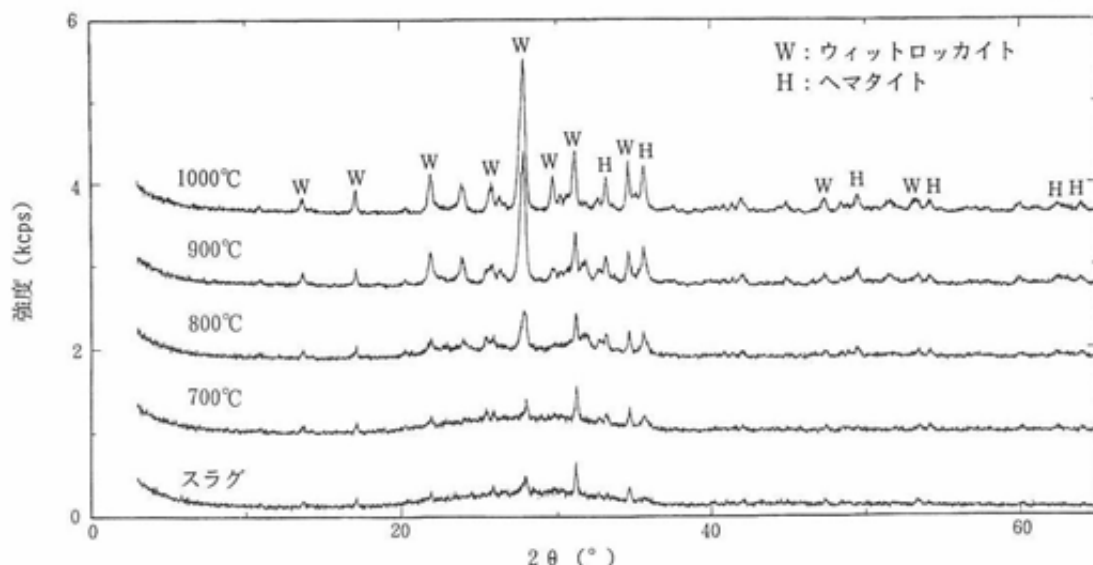


図 微粉スラグ及び焼成体のX線回折データ

## 4. ま と め

## 文 献

- (1) 下水道汚泥溶融スラグを微粉化することにより、表面が滑らかで素焼素地に似た性状の、低温焼成体が得られた。粗粒スラグを焼成した場合に生じる鉄分による黒斑は見られなかった。
  - (2) 微粉スラグではウィットロックイト等の結晶が成長するため、低温焼成でも比較的高強度になったと考えられる。
  - (3) 微粉スラグをハニカムにした場合でも低温焼成は可能で、焼成体の曲げ強さは陶磁器質タイルの規格を満たした。
- 1) 深澤正芳, 山崎達夫, 久野 徹, 愛知県常滑窯業技術センター報告, 24, 19-24 (1997).
  - 2) 竹内繁樹, 深澤正芳, 山崎達夫, 愛知県常滑窯業技術センター報告, 25, 14-18 (1998).