

廃棄物管理

環境科学系 3年前期(選択)科目

宮脇健太郎

第3回 焼却(1)三成分、発熱量

焼却（燃焼による処理・資源化）

- 焼却処理（燃焼処理） 主要な中間処理技術
- 腐敗性有機物、病原性細菌、有害有機化学物質 → 無害化・無機化
- 燃焼によって熱 → 熱回収・発電
- 最近、焼却残渣（灰）の資源化
- ダイオキシン類は注意



ごみの三成分(水分、可燃分、灰分)

- **水分** (moisture content) W:100±5°Cで蒸発する部分
 - 水分(%) = 蒸発した水分量/湿ごみ量 × 100
- **可燃分** (combustible content) B:800°C,2時間で燃えてなくなる部分
 - 可燃分(%) = 燃えてなくなる固形物量/湿ごみ量 × 100
- **灰分** (ash content) A:完全に燃焼させた後に残る部分
 - 灰分(%) = 燃え残った質量/湿ごみ量 × 100

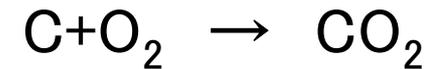
燃焼 (combustion)

定義

- 光と熱を伴う化学反応
- 自発的に反応が継続する現象

形態

- 気体燃料の燃焼
- 液体燃料の燃焼
- 固体燃料の燃焼



発熱量 calorific value

- 1kgの廃棄物、1m³Nの気体が完全燃焼したときに発生する熱量[kcal/kg]、[kJ/kg] (1cal=4.19J)
- 高位発熱量(総発熱量) H_H
燃焼によって生成した水分 → 水
- 低位発熱量(真発熱量) H_L
燃焼によって生成した水分 → 水蒸気
- $H_L = H_H - 25(9h + W)$
- H_L : 低位発熱量、 H_H : 高位発熱量、25: 水の蒸発潜熱(2500J/g)、9: $2H + O = H_2O$ で、H 1g → H_2O 9g、h: 水素含有量[%]、W: 含水率[%]

例) H_L 石炭23000~33000kJ/kg、重油43000kJ/kg、木炭30000kJ/kg

都市ごみ可燃成分の発熱量と元素組成

- 廃棄物の発熱量と組成表 別紙参照
- 炭水化物 セルロース $C_6(H_2O)_5$
- C:44.4%、H:6.2%、O:49.4%
- 紙類、厨芥、草木は類似
- 石油製品 ポリエチレンなど 高い発熱量

元素組成の推定

- ごみの分析 試料が不均質 → 推定
- 基本的推定法
 - 物理組成(表6.1-2参照)の各元素成分を累積加算
 - 乾燥ごみ1kg中の元素量を算出
 - 水分W%の時 $(1 - W/100)$ を乗じ 湿りごみ1kg中の値に換算

元素組成の推定例

- ごみの物理組成

- 紙: Pa%、プラスチック類: P%、厨芥類: Ga%、繊維類: Ce%、木竹類: Ba%、その他: Rr%、不燃物Ir%、乾きごみ小計: 100%

- 炭素量c%

$$c=0.4210Pa+0.7211P+0.4512Ga+0.5179Ce+0.4911Ba+0.4005Rr$$

- 同様に水素量h%、窒素量n%、硫黄量s%、塩素量cl%が表より算出される

- 可燃分量V%

$$V=0.8961Pa+0.9410P+0.8729Ga+0.9726Ce+0.9801Ba+0.7696Rr$$

- 酸素量O%

$$o=V-(c+h+n+s+cl)$$

発熱量の推定

- 発熱量 → 燃焼性の良否、燃焼設備・ボイラ設備・排ガス処理設備などの設計に必要となる
- ボンブ熱量計による実測 or 推定法
- 推定法
 - 三成分値による推定(可燃分、水分、灰分)
 - 物理組成による推定(プラスチックと他の可燃分)
 - 元素組成による推定
 - 炉熱清算による推定(実炉での運転データより)

ボンブ熱量計による測定

- 乾燥破碎試料 含水率 W [%]、大型不燃物 A [%]
- 約1gの試料を分取・精秤、ボンブ熱量計で測定
- 高位発熱量 H_h' (実測値)を計測

- 試料の高位発熱量

$$H_H = H_h' \left\{ \frac{100-W}{100} \right\} \left\{ \frac{100-A}{100} \right\}$$

- 試料の水素含有量

$$h = h' \left\{ \frac{100-W}{100} \right\} \left\{ \frac{100-A}{100} \right\}$$

ポンプ熱量計(カロリメーター)

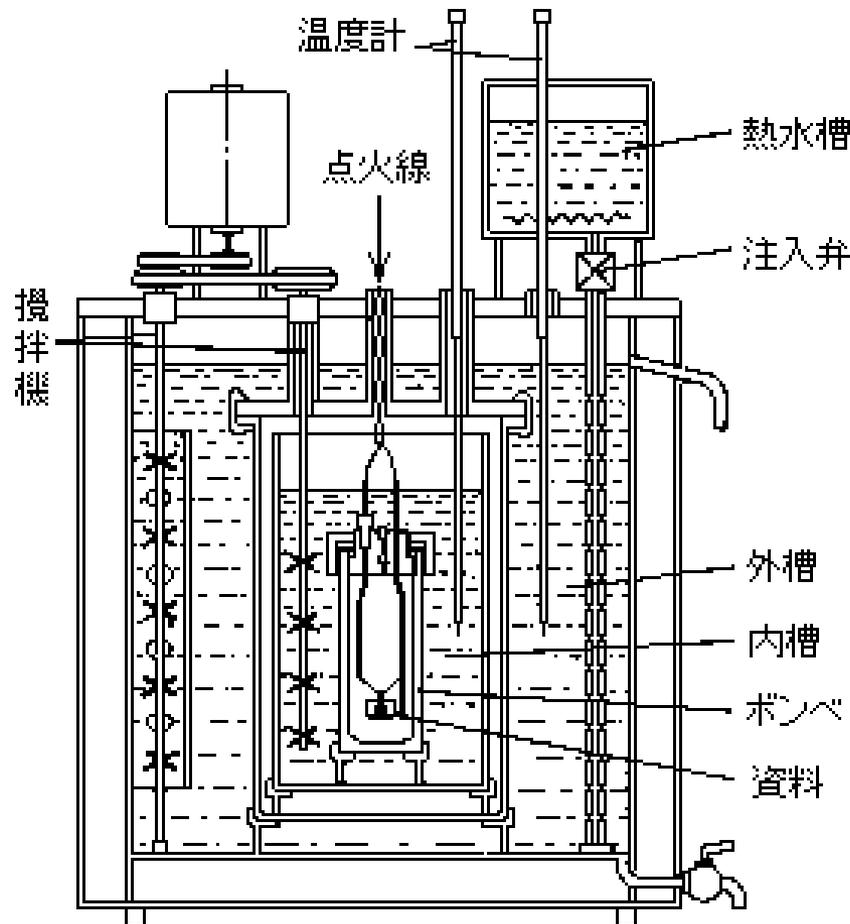


図1 燃研式B型熱量計

三成分値、物理組成による推定

三成分値による推定

- $H_L = \alpha B - 25W$
- B:ごみ中の可燃分[%]、W:ごみ中の水分[%]、
α:可燃分の平均低位発熱量[kJ/kg] /100
(190~230)

物理組成による推定

- $H_L = \beta(B' - P) + \gamma P - 25W$
- B':ごみ中の可燃物割合[%]、P:ごみ中のプラスチック類割合[%]、β:180~190、γ:310~340

元素組成による推定

- 元素組成(炭素 c 、水素 h 、硫黄 s 、酸素 o [%])から高位発熱量(H_h [kJ/kg])を推定
- Dulongの式(可燃分中の酸素は H_2O と仮定, 最近のごみ質には適している)

$$H_h = 339.4c + 1435.1(h - o/8) + 94.3s$$

- Steuerの式(酸素1/2は CO として、残り H_2O と仮定)

$$H_h = 339.4(c - (3/8)o) + 238.8(3/8)o + 1435.1(h - o/16) + 94.3s$$

演習

1) 時間内:LMS提出 2) 完成版:LMS提出

1) 水分 W が55.0%の可燃ごみを乾燥した後、大型不燃物を除去した。その大型不燃物除去割合 A は5.0%であった。その後、破砕してボンブ熱量計で計測した高位発熱量 Hh' は18900kJ/kgであった。また乾燥破砕試料について、測定した水素含有量 h' は6.5%であった。元の可燃ごみの低位発熱量 H_L を計算しなさい。(ボンブ熱量計)

演習

1) 時間内:LMS提出 2) 完成版:LMS提出

2) 可燃ごみを乾燥して(含水率45%)、物理組成が次のように測定されたとき、湿りごみ1kg中の可燃分量 V [%]および各元素組成[%]を推定せよ。

紙類48.18%、プラスチック類19.09%、厨芥類11.82%、繊維類3.64%。木竹類4.54%、その他0.91%、大型不燃物11.82% (元素組成の推定)

演習

1) 時間内:LMS提出 2) 完成版:LMS提出

3) 2)の可燃ごみに関してDulongの式を用いて低位発熱量 H_L を推定しなさい。(発熱量の推定)