

排熱利用システムにおける運用方法に関する研究

環境計画研究室 2014年2月14日 東正路 陽介

1. 背景・目的

未利用エネルギー

1次エネルギーのうち、熱として放出される分がほとんど利用されことなく廃棄されている。

未利用エネルギーの有効利用が重要。

排熱輸送システム

- 蓄熱・放熱するのに時間がかかりすぎる。
- 1日に輸送できる熱量には限界がある。

容量の多い装置でなければ採算がとれない。

目的

蓄熱装置の蓄熱時間、放熱時間を変化させる。

利用効率・有益性を基に排熱エネルギーの効率の良い運用方法を検討。

2. 研究方法

熱利用効率を定式化

収益性を定式化

1日における稼働量から運用方法の最適案

熱需要器の温度

放熱時間の決定方法

- i) 温度一定
- ii) 温度上昇

- i) 放熱率一定
- ii) 蓄熱時間により定める

放熱率一定の場合

蓄熱時間に対する比率により定める場合

温度一定

$$E(t_1) = \frac{Q_{in} \times \frac{X}{100}}{t_1 + t_2 + t_3}$$

$$E(t_1) = \frac{Q_{in} \times e^{-\frac{k_2}{\alpha} t_2}}{t_1 + t_2 + t_3}$$

温度上昇

$$E(t_1) = \frac{\frac{Q_{in}}{2} \times \frac{X}{100}}{t_1 + t_2 + t_3}$$

$$E(t_1) = \frac{\frac{Q_{in}}{2} \times e^{-\frac{2k_1}{\alpha} t_2}}{t_1 + t_2 + t_3}$$

1バッチにおける経費

$$\text{燃料費} = 80 \text{ (円/L)} \times 4.67 \text{ (L/h)} \times t_3 \text{ (h)}$$

$$\text{人件費} = 11000 \text{ (円/日)} \times \frac{t_1 + t_2 + t_3}{24} \text{ (日)}$$

ポンプ駆動費

$$\text{温度一定} \quad 5.5 \text{ kW} \times t_1 + (2.2 + 1.5 \text{ kW}) \times t_2$$

$$\text{温度上昇} \quad (5.5 \text{ kW} \times t_1) \times 2 + (2.2 + 1.5 \text{ kW}) \times t_2$$

3. 結果

放熱率を変化させた場合

時間比を変化させた場合

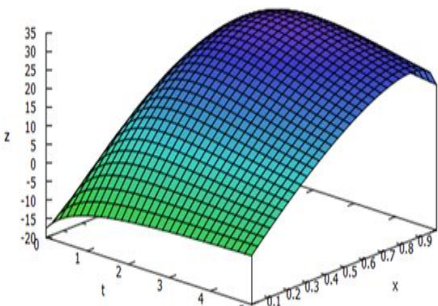


図1 蓄熱時間・放熱率・利用効率を表した関数

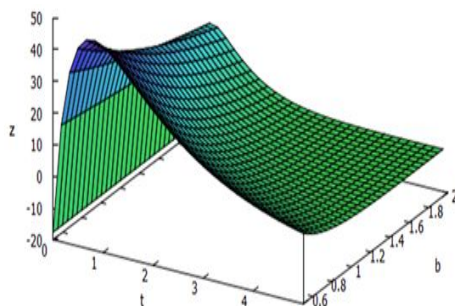


図2 蓄熱時間・放熱比・利用効率を表した関数

表1 1日における稼働量

| 熱需要 | 温度一定 |
|------------|-----------------|
| 放熱率一定 | 79% |
| 熱利用効率 | 133.1 kWh/日 |
| 収益 | 1016円/日 |
| 1バッチの時間 | 346分 |
| 蓄熱時間により定める | $t_2 = t_1 / 2$ |
| 熱利用効率 | 512.8 kWh/日 |
| 収益 | 6268円/日 |
| 1バッチの時間 | 130分 |

4. まとめ

- 需要器の温度一定の場合と温度上昇の場合を比較すると、温度一定の場合の方が効率・収益とも高いという結果になった。
- 1日における稼働量から最適値を算出すると、需要器の温度一定、蓄熱時間47分、放熱時間23分、移動時間60分の運転で46.2(kWh)で最も効率が良く、収益は565.7(円)となった。
- 1日当たりのエネルギー効率は512.8(kWh)、収益は6268(円)となった。