

G 2 - 13 ファジィ推論を用いた庫内の温度、湿度制御

江端 智一 石原 好之 戸高 敏之
(同志社大学)

栗原 正三郎
(福島工業株式会社)

1. はじめに 密閉された庫内の温度、湿度制御を行う際、どちらを変化させても互いに影響しあい、しかもその特性が非線形であるため、安定に制御するのが困難である。我々は、ファジィ推論を用いて、パンの発酵を行うホイロ運転時の湿度、温度の制御を行い、シミュレーションより良好な結果を得られたので報告する。

2. 改良の必要な点 従来の温度、湿度制御方式では、下記の事項が問題となっていた。なお湿度とは、相対湿度を指すものとする。

①冷凍機は性能上、ON状態及びOFF状態は一定時間以上維持する必要がある、設定温度、湿度近傍で振動する場合がある。

②冷凍機をON状態にすると、空気中の水分が冷却器に結露すると共に、急激に庫内湿度が低下する。その後、冷凍機をOFF状態にすると結露した水分が再蒸発し、加湿器をON状態にしなくても庫内湿度が上昇し設定湿度を越える場合がある。

③温度、湿度は相互に影響しあうが、温度変化に伴う湿度の変化が大きく、両者を同時に制御することは、省電力を考慮すると困難である。

3. ファジィ制御方式 Table 1~3に示すルール表を用いて、簡易ファジィ推論で制御を行う。Table 1は、(1)設定温度からの差、(2)単位時間あたりの温度変化、(3)冷凍機停止可能までの時間をパラメータとしたときのヒーターの制御ルールを示す。Table 2には上記の(1),(2)をパラメータとした冷凍機のON/OFF制御ルールを示す。冷凍機はON状態で一定時間停止できず、除湿が急激に行われ、しかも加熱と比較して温度低下が強く、温度、湿度が設定値から大きく外れる要因となるため、できるだけOFF状態になるように設定した。また、このため庫内温度が設定温度より大きく下回ることを見越して、ヒーターを前もって始動させるように設定した。

Table 3では(1)設定湿度からの差、(2)単位時間あたりの湿度変化をパラメータとした加湿器のON/OFF制御ルールを示す。庫内湿度は、再蒸発量の影響を大きく受けるため、低湿度時の値だけの判断で加湿器をON状態にすると、設定値をオーバーすることがある。そこで加湿器をOFF状態にしたままでも、庫内湿度が大きく上昇しているときは、OFF状態ではしばらく様子を見て、上昇の度合いが小さくなった時に、徐々に加湿を行い目標湿度に近づくようにルールを定めた。

4. シミュレーション条件及び結果 制御対象は、次のような仕様である。外気との温度差1[°C]当たりの熱通過量3.71[kcal/h°C]、庫内熱負荷量13.5[kcal/°C]、有効内容積813[l]とする。ヒーターは最大出力700[W]で8段階の切り替えとした。加湿器、冷凍機は共にON/OFFで制御を行い、加湿器は1[l/h]の霧状の水を放出し、そのとき0.357[°C/min]の温度降下が生じる。また、冷凍機は-1.6[°C/min]の庫内の温度を低下させる能力を有する。又、ON状態を3分、OFF状態を2分維持する必要があるものとした。Fig.1及び2にシミュレーション結果を示す。外気温度30[°C]、庫内初期温度42[°C]、庫内初期湿度60[%]とし、設定温度40[°C]、設定湿度80[%]とした。また0.25[min]毎に推論し、制御を行った。従来の制御法と比較して、温度、湿度の振動が少なくなり、無駄なく設定値に到達することができるようになった。

5. まとめ 安定で振動の少ない温度、湿度が要求されるホイロ運転をファジィ推論を用いて制御を行い、良好な結果が得られた。ファジィ推論では、熟練オペレーターの経験を用いてルールを作成できるので、非線形な振る舞いをしたり、条件の厳しい制御対象でも安定な制御を行わせることが可能となる。今後このファジィ推論を用いて実際に制御を行う予定である。

Table 1 ヒーター用ルール表

温度差	NB 小さい	NS やや小さい	ZO 普通	PS やや大きい	PB 大きい
温度変化					
NB 負に大きい	PBPMPSPZOPBPMPSPZOPBPMPSPZOPBPMPSPZOP				
NS 負			PM 加熱	PS 強力加熱	PB 強力加熱
ZO なし					PM 加熱
PS 正					ZO 加熱なし
PB 正に大きい					

Table 2 冷凍機用ルール表

温度差	NB 小さい	NS やや小さい	ZO 普通	PS やや大きい	PB 大きい
温度変化					
NB 負に大きい					
NS 負					
ZO なし			OFF		ON
PS 正					
PB 正に大きい					

Table 3 加湿器用ルール表

温度差	NB 小さい	NS やや小さい	ZO 普通	PS やや大きい	PB 大きい
温度変化					
NB 負に大きい					
NS 負	ON				
ZO なし					
PS 正			OFF		
PB 正に大きい					

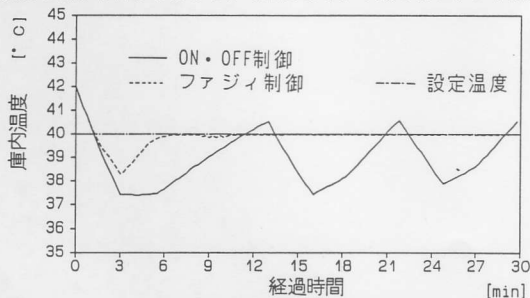


Fig.1 庫内温度変化結果

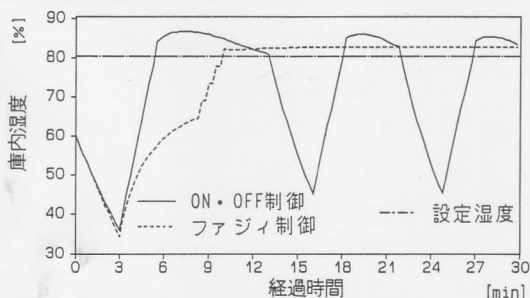


Fig.2 庫内湿度変化結果