

# 分 献 抄 録

## 換 気 設 計 に お け る 周 波 数 ア ナ ロ グ

Periodic analog for ventilation design

K. A. Jordan and A. J. Barwick

Trans. of ASAE 8:223~229, 1965

農業工学以外の分野では、既にアナログ技術が利用されてきたが、最近、鶏舎の照明や土管内の流れなどにアナログ技術が利用されている。本論文は畜舎換気の設計にアナログ技術を応用し、定常状態のみならず周波数応答をも得ようとするものである。尤も本論文では、完全な解を得るのが目的ではなく、アナログ技術が研究上の有力な武器であり、教育的にも重要であることを示したいのである。

今、熱と電気の問題をとり上げると、Fourier Biot の熱伝導方程式及び Ohm の法則から、熱伝達と電波伝播の数学的表示はそれぞれ次の二式で与えられる。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{1}{RC} \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \dots\dots\dots (2)$$

ここに T : 温度 °F

a : 熱拡散係数 ft<sup>2</sup>/hr

V : 電圧 ボルト

R : 電気抵抗 オーム

C : 電気容量 ファラッド

熱系と電気系のアナロジーが比較のおくれたのは、(1)(2)式の a と  $\frac{1}{RC}$  の間のスケールファクターを見逃がしていたためであるが、タイムスケーリングを用いることによりこの問題も簡単になり、3つのパラメーターを用いて対応する単位を第1表のように表わすことができた。

第 1 表

電 気 的 量	パ ラ ー メ ー タ ー	熱 的 量
V [ ボルト ]	= θ [ ボルト / °F ]	T [ °F ]
i [ アンペア ]	= θ mn [ アンペア・hr / Btu ]	q [ Btu / hr ]
Ce [ ファラッド ]	= m [ ファラッド・°F / Btu ]	Ct [ Btu / °F ]
Re [ オーム ]	= 1 / mn [ Btu・オーム / hr・°F ]	Rt [ hr・°F / Btu ]
te [ 秒 ]	= 1 / n [ 秒 / hr ]	tt [ hr ]

換気系の解析を行なう場合に、精度を高くしようと思えば回路要素は複雑になるが、ここでは簡単のために(1)5回路アナログを用いた。(2)室内の表面輻射を無視した。(3)外気温の変化を正弦的とした。(4)床及び地

面は蓄熱だけとした。(5)内部の熱発生は一定とした。

第1図に示す5回路、即ち、屋根・壁・窓・床・換気の単純化および(2)~(5)の単純化の妥当性は、他の研究者によって確かめられている。第1図において、各回路における熱抵抗 $R$ や熱容量 $C$ の値は熱の移動プロセスと蓄積プロセスの式から得られる。次に各材料、例えば屋根の構成材料をそれぞれT型回路網として等価電気回路網を作り、その回路定数は、第1表のパラメーターを熱的量に掛け合せて決められる。

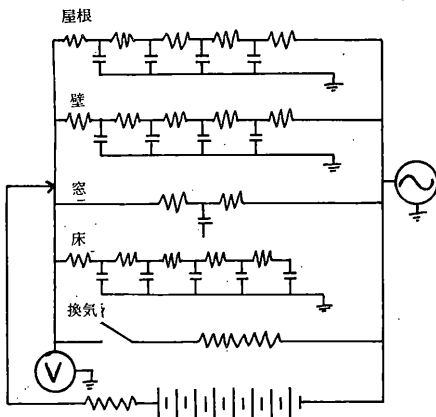
このようにして、畜舎の換気系を電気回路で表わし、この擬似回路に正弦波の温度変化に相当する電圧を加え、回路出力を観察又は記録することにより、換気の効果を知ることができるのである。擬似回路に加える電圧発生装置がパラメーター $n$ を決定するのであるが、最も簡単な方法は普通の60%の交流電源を用いることである。しかし、広い範囲のスケール変換を必要とする場合は、別の信号発振器が用いられる。信号の振幅が温度-電圧パラメーター $\theta$ を決める。出力電圧応答を調べるには電子管式記録計・ペンオシログラフ又はブラウン管オシロスコープが用いられる。オシロスコープを用いる場合、外気温と室内温度の位相差 $\phi$ は両温度を表わす電圧を水平及び垂直軸に加えリサージュ図形から求められる。畜舎の換気は、サーモスタットで制御されるので、その場合は、御1図のスイッチの代わりにリレーを用いればよい。

さて、第2図は、鶏舎の換気系にアナログを応用して、周波数応答をオシログラフに記録した例である。第2図から、換気を行なった場合と行なわない場合の室内平均温度 $T_i$ と温度変化 $D$ の様子が分り、更に外気温の変化に対する室内温度のおくれ $\phi$ の状態が分る。即ち、換気の効果を推定できるのである。

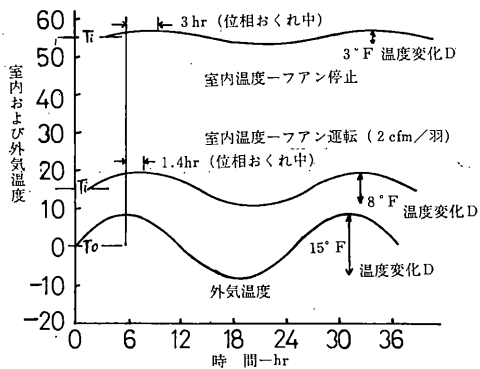
ここに述べた入力電圧は正弦波であるが、複雑な変化をする入力も正弦波の重畳と考えれば一般化して考えられ、応用は広くなる。

実際の換気系の解析に必要な人間の能力は天候条件と建物の熱的性質を想定するだけであるが、この想定誤差の方がアナログにおける近似の誤差より大きい。従って、今後、アナログ技術の導入によって農業工学の発展を計ることが望まれる。

(北大農学部 池内 義 則)



第1図 畜舎の等価回路



第2図 代表的記録例

条件

1. 外気温度の変化範囲 15°F
2. 1000羽飼育のフレーム構造鶏舎  
AU=606 BTU/Hr-°F  
2cfm/羽
3. 発生顕熱 40BTU/hr