

5 種類のふん尿槽換気装置のモデル研究

Model Study of Five Types of Manure Pit Ventilation Systems

by S. H. Pohl, M. A. Hellickson

Trans. A. S. A. E. 542~549 (1978)

本研究では5種類のふん尿槽換気装置の縮尺モデルを用い実験を行い、シュミレーションによって実際の状況を解析した。

実験装置

実験用モデル装置は既設の原型豚舎に対し $\frac{1}{12}$ の縮尺とする。換気装置の取り付け位置は図-1に示す。装置1(図-2)スラットフロア下部のふん尿槽内にみぞを切つてあるパイプダクトを取りつける。装置2(図-3)スラットフロア下部のふん尿槽の中央にダクトを取りつける。装置3(図-4)ふん尿槽の外壁に取りつける。装置4(図-5)畜舎の外壁にふん尿槽排気用として取りつける。装置5(図-6)外気を畜舎内に入れるため吸気用として屋根裏に取りつける。

結果と考察

この実験で求めるものは、空気速度・空気拡散つまり空気の移動に関する項目であり、これに加えて空気の移動量を知るために時間も求める。このことから実験結果を以下4項目に分ける。

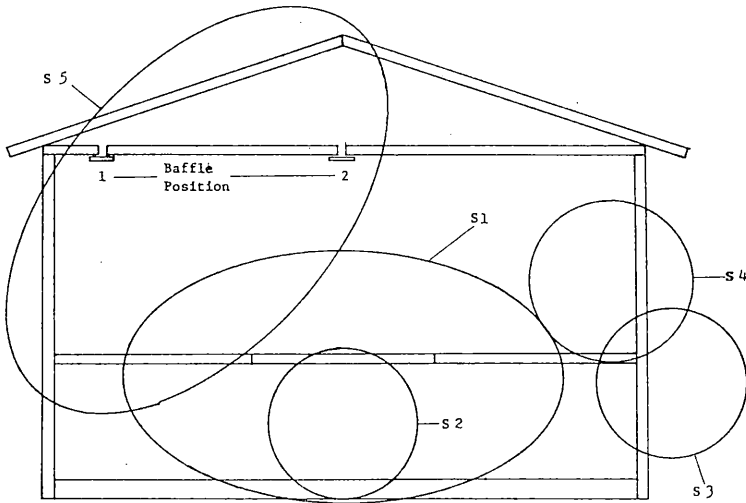
a) 空気流動パターン 装置1この場合の空気流動パターンを図-7に示す。畜舎内：空気はまず入気口から天井に沿って水平に移動し、その後側壁に沿って下降し反対側の壁から来た空気とぶつかるまでスラットフロア上をはってゆく。一部は中央付近で再び天井へ向って上昇してゆく。ふん尿槽内：サイドバッフルの場合、入気口から近い方の換気パイプへほとんどの空気が直接流れてゆく。またもう一方の流れも天井・壁に沿ってパイプへ向っている。しかし中央付近で換気パイプへ入らなかった空気が水平に流れさらに上昇することが認められた。

装置2 畜舎内：サイドバッフルの場合、入気口から中心へ向けての垂直方向の動きが生じた。セントバッフルの場合、モデルの左右それぞれにおいて天井・壁に沿っての水平下降の動きが生じた。同時に中央付近での上昇気流もかすかに生じていた。ふん尿槽内：直接排気口へ向って流れてゆく。ただしスラットフロア下側では乱れが生じ、サイドバッフルがある側の壁では壁に沿って空気が流れるという例外がある。

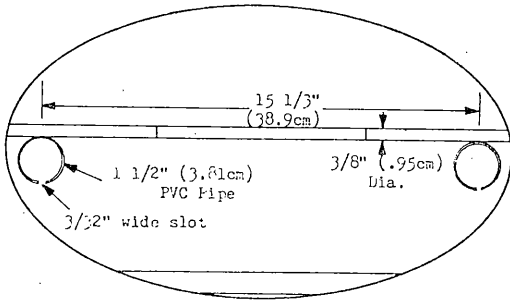
装置3・4 畜舎内：中央付近で下降の動きが生じる。ふん尿槽内：排気口と逆の壁付近で空気が上昇することを除けば、空気はスラットフロア直下を排気口へ向って流れる。

装置5 畜舎内：天井・壁に沿って水平下降の動きが生じ、さらにスラットフロアを通過しふん尿槽へ向って流れる。ただし、モデルの左側では天井から直接排気口へ向う垂直の動きがかすかに見られた。ふん尿槽内：壁に取りつけてある排気口へ直接向う。

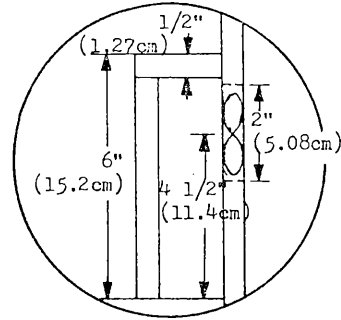
b) 空気速度 各装置での測定速度の平均を表1に示す。



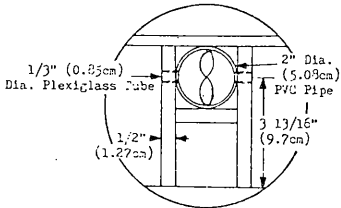
☒ 1 Location of detail sections of the manure pit ventilation system.



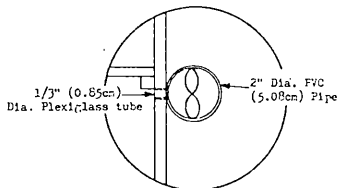
☒ 2 No. S1, slotted pipe under-slat ventilator.



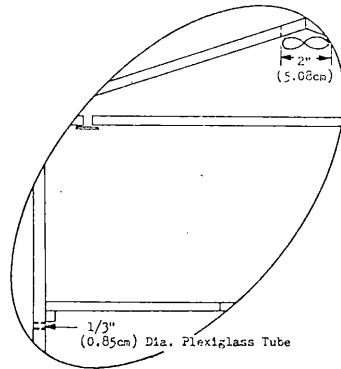
☒ 5 No. S4, hooded manure pit exhaust system.



☒ 3 No. S2, centered duct pit ventilator.



☒ 4 No. S3, outside wall pit ventilator.



☒ 6 No. S5, pressurized pit ventilator system.

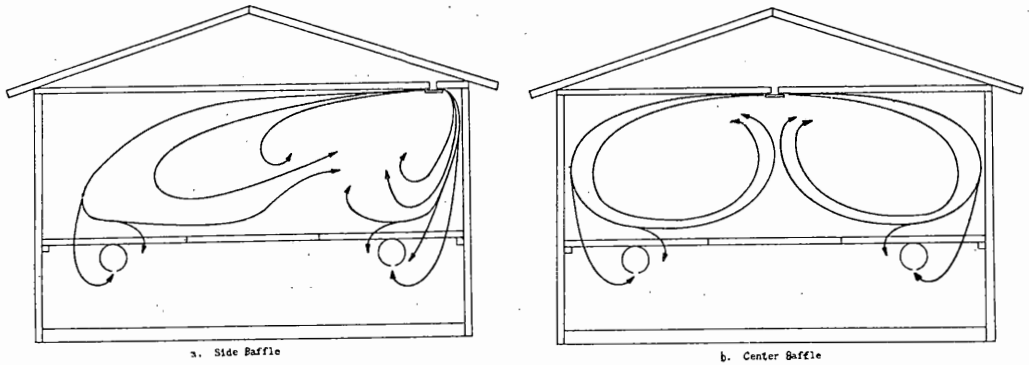


図7 Air flow patterns comparing side and center baffles for slotted pipe under-slat ventilator.

表1 ふん尿槽と畜舎での各換気装置の平均速度

装置	ふん尿槽の左右の平均 m/min	畜舎の左右の平均 m/min	ふん尿槽の前後の平均 m/min	畜舎の前後の平均 m/min
装置 1	3 2.6	5 0.8	2 0.1	3 8.3
装置 2	2 2.7	4 5.1	1 3.7	3 0.8
装置 3	2 3.6	4 4.4	1 5.1	3 1.4
装置 4	2 9.8	4 8.5	1 3.5	3 2.7
装置 5	3.6	3 9.5	2.8	3 2.9

ふん尿槽内での空気速度は装置5で $3.6 m/min$ と他の装置に比べ極端に低い。これは装置5では換気扇が屋根裏につき、他ではふん尿槽内についているためである。しかし、豚のいる畜舎内スラット・フロア上ではそれがそれぞれの換気装置の空気速度にはそれほど大きな差はない。また空気速度は壁から離れれば離れるほど低くなる。モデルの前後の両端では左右の壁ぞいよりも速度が低いということがすべての装置で見うけられた。これは天井バッフルが左右の壁に平行にならんでおり、そこから空気が入ってくるためと思われる。モデルの左右の速度測定値から見ると、換気装置と天井バッフルの位置によって空気速度が大きく異っている。最低ではサイドバッフルで装置5の $2.9.2 m/min$ 、最高では同じくサイドバッフルで装置4の $5.6.1 m/min$ という範囲である。センタバッフルではどの装置においても左右の速度差はほとんど見られず、 $4.0.9 m/min$ から $5.0.0 m/min$ の間であった。サイドバッフルの場合換気装置の位置によって空気速度に大きな差が生じてくる。したがって換気装置の設計をする際、予定した望みどおりの換気特性を得たいならば、バッフルの位置による影響を深く考慮する必要がある。

畜舎およびふん尿槽内での空気速度に対する考察をまとめると、バッフ位置の与える影響は左右の壁ぞいのスラットフロア上に最も大きく現われるということである。

表2 バッフ位置と測定位置が空気速度に与える影響

	ふん尿槽内 m/min	畜舎内 m/min
サイドバッフの場合の右側	2 3.1	5 8.3
センタバッフの場合の右側	1 6.4	4 8.5
サイドバッフの場合の左側	2 7.1	3 1.1
センタバッフの場合の左側	2 3.4	4 4.8
右側の平均	1 9.7	5 3.4
左側の平均	2 5.2	3 7.9

	ふん尿槽内 m/min	畜舎内 m/min
サイドバッフの場合の前側	1 4.4	3 2.2
センタバッフの場合の前側	1 4.4	3 6.2
サイドバッフの場合の後側	1 2.6	3 1.2
センタバッフの場合の後側	1 0.9	3 3.2
前側の平均	1 4.4	3 4.2
後側の平均	1 1.7	3 2.2

c) 排気持間 排気時間は実験モデル内の空気を入れかえるのに必要な時期であり、空気流量比によって左右される。

表3 各換気装置の排気時間

	装置 1	装置 2	装置 3	装置 4	装置 5
排気時間(s)	1 5.8	1 3.3	1 2.6	1 4.3	1 1.5

表3によれば装置5の排気時間が最も短いことがわかる。

d) 総合換気特性 畜舎内・ふん尿槽内の空気速度が低くかつ排気時間が短いのは装置5である。またこの装置では空気流動パターンが良く、ふん尿槽の臭気が家畜の周囲にまで流れてゆく可能性が最も低い。最も性能が悪いのは装置1である。これは排気時間が長く空気の乱流を起ししやすい。

まとめ

1. ふん尿槽換気装置の設計はふん尿槽内の空気速度に大きな影響を及ぼし、装置5では他の4種類の装置に比べて低い速度を安定して生じさせることができる。

2. 天井入気バップルの位置が空気速度に与える影響が大きく、換気装置本来の特性を得ようとするならば装置の位置とともにバップルの位置も考慮する必要がある。
3. 畜舎内・ふん尿槽内各点での空気速度は装置1・2・5で比較的均一である。しかし装置3・4では差が大きい。
4. 畜舎・ふん尿槽内での空気流動パターンが適当なのは装置2・5であり、装置1・4は不適当である。
5. 換気装置の設計が排気時間に与える影響が大きい。
6. 空気速度・流動パターン・排気時間のデータを総合して結論をのべれば、センタバップルで装置5が最も良い換気特性が得られ続いて装置2が良い。装置1では最も悪い換気特性となる。

(北大農学部 川村 周三)