

Ⅲ. 具体的な設計上の留意点

牛舎を設計する際には、前述のような建設コスト、作業性、カウ・コンフォートの概念等に十分留意する必要がある。ここでは、こうした視点から、様々なスタイルの牛舎に共通する主要な事項について解説する。

1. 牛舎の方向

農家の事例を見ると、限られた施設用地を活用せざるを得ないことから、牛舎の方向が土地条件に左右されていることが多い。また、最近では牛舎が大型化し、懸垂式換気扇による強制換気が採り入れられるようになったことから、あまり牛舎の方向に拘らなくなっているようである。しかし、適正な牛舎内環境を考えると、基本的な考え方は次のとおりであるので、念頭においておく必要がある。

まず、換気性の視点からみると、温暖期の牛舎周囲の風ができるだけ舎内を通り抜けやすくすることが必要である。このため、牛舎周辺の風向きの頻度を考慮して牛舎の方向を決定する必要がある。おそらく、周囲に風向きを攪乱させる要因がなければ、夏期は南寄りの風の頻度が最も多いのではないだろうか。したがって、夏期はできるだけ多くの換気量を確保するため、南寄りの風が牛舎を通過しやすいように牛舎を配置すると有効である。

一方、冬期は多少の換気量は必要であるものの、冷たい北風は牛へのストレスが大きいことから、直接畜舎に吹き込まないようにすることが得策である。

次に採光性の視点から見ると、一般に牛舎内は日当たりが良好であれば乾燥状態を助長するので採光性に優れることが望ましい。したがって、牛舎の南面を採光のための開放面とすることが望ましい。ただし、夏期の日中の直射日光は、逆に牛にストレスを与えるので避ける必要があり、朝の太陽光を利用することが望ましい。

こうしたことから、図2のとおり、一般に片屋根式牛舎にあっては、飼槽通路の向きを南西－北東から西南西－東北東の間で設定するとともに、南東から南南東の方角を開放面とし、北西から北北西の方角を背面とすることが望ましい。

また、中央飼槽通路式牛舎にあっては、片屋根式牛舎ほど向きに拘らないが、片屋根式牛舎に準じて中央飼槽通路の向きを設定することが望ましい。

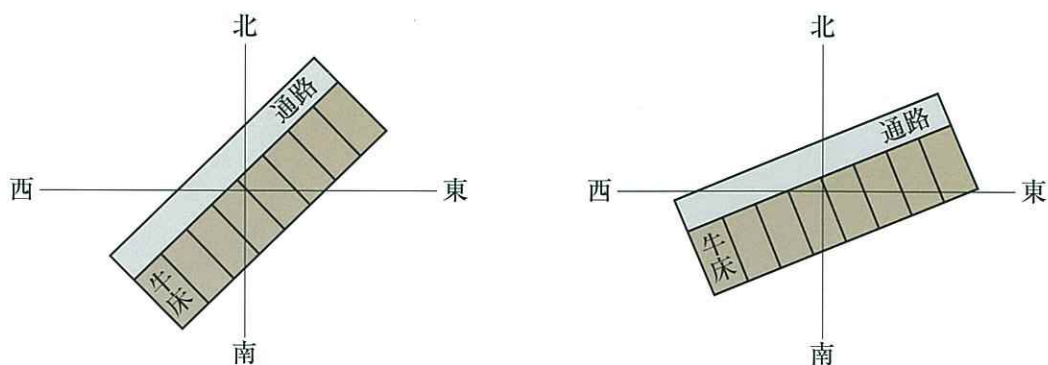


図2 牛舎の方向

Ⅲ. 具体的な設計上の留意点

2. 屋根

(1) 屋根材の材質

屋根には、雨や雪を凌ぐシェルター機能と同時に、太陽熱の遮断機能が求められる。

寒冷地で子牛を飼養する場合は除かれるが、一般に、牛は熱代謝量が大きいため、日中の太陽熱が大きなストレスの要因になりやすい。そこで、屋根材には、熱反射性能又は断熱性能に優れるものが求められる。

また、牛は水分代謝量が大きいため、冬期は屋根裏に結露が生じ、牛舎内環境を悪化させる恐れがある。そこで、屋根裏には断熱性能に優れる資材が求められている。

こうしたことから、最近の牛舎の屋根材には、表面に太陽熱の反射機能に優れ、裏面に結露防止のための断熱機能に優れているウレタン裏貼加工を施したガルバニウム鋼板が最も適当であるとされている。

この資材は、コストや耐用性からも優れたものと認められており、最近の牛舎はほとんどこの資材を採用している。

一部に、太陽光による乾燥効果を求め、屋根材に透過性が高い透明樹脂資材を採用しているケースが見られる。しかし、温暖期の日中の太陽光を牛舎内に直接採り入れることは、牛にとっては換えてストレスに繋がることもある。したがって、乾燥効果は懸垂式換気扇に委ねることとし、日中の太陽光の乾燥効果にはあまり拘らない方が無難であるように思われる。ただし、寒冷地の子牛牛舎や冬期間のみ使用する越冬シェルターの牛舎にあっては、透明樹脂資材は温暖効果を期待して採用することも有効である。なお、多少手間を要するが、透明樹脂資材を用いた屋根に熱反射シートや寒冷紗を併用して太陽光をコントロールすることもある。



写真2 ウレタン裏貼加工を施したガルバニウム鋼板

(2) 屋根の勾配

屋根の傾斜角度は、屋根上の雨や雪をできるだけ早く排出することを考えれば急勾配にすることが望ましいが、勾配を大きくすると部材が増えて建設コストが嵩むこととなる。このため、屋根勾配は、雪や雨の排出機能と建設コストとの関係を見極めながら設定する必要がある。

ただし、積雪地域では屋根の傾斜角度の決定には、積雪荷重が大きく影響する。屋根の傾斜角度を大きくすると、その分だけ建築資材を多く要するので割高になると思われがちであるが、逆にその分だけ積雪荷重が小さくなるため、構造的強度を要さない細い骨材で済ませることが可能となり、むしろ低コストになることもある。したがって、各地域毎に設定されている積雪基準から、どのような屋根の傾斜角度と骨材の組合せが最も低コストであるか検討する必要がある。

(3) 屋根の形状

主な屋根の形状は、図3のとおりである。

①切り妻

最も基本的な形式であり、単純で施工しやすくコスト面からも経済的である。ただし、棟部の開口部がないため自然換気が難しく、換気扇等により強制的に換気するシステムが不可欠である。

②片流れ

一方方向に屋根を傾斜させた形式である。中央飼槽通路型牛舎のように牛舎幅が大きい牛舎に採用すると、屋根の最頂部がかなり高くなり建設コストが嵩むこととなる。したがって、どちらかと言えば牛舎幅が小さい片側飼槽通路型の牛舎に相応しい形式である。

なお、この形式であれば、南側開放面からの採光性に優れ、牛舎内の環境の差が小さいという利点がある。

③オープンリッジ

切り妻型の屋根の棟部にスリット型の開口部を設け、牛舎内の上昇気流により換気を行うものである。自然換気性に富むが、棟部のスリットから雨や雪が吹き込みやすい欠点がある。

④モニター

オープンリッジ型の屋根のスリットの上に小さい切り妻型屋根を載せ、その側面に開口部を設ける形式である。オープンリッジと同様に自然換気性には富むが、雨や雪が降り込みやすい欠点がある。このため、最近では開口部に巻き上げ敷きカーテンを取り付ける事例が増えている。なお、コスト面からは割高になるという欠点がある。

⑤セミモニター

切り妻型屋根の棟部に南側を向けて開口部を設ける形式である。開口部を南側に向ける理由は、温暖期に南からの風を取り込んで換気性を高める目的と、寒冷期にできるだけ太陽光を牛舎に採り入れたいという目的からである。建設費もモニター型に較べると安価であり、最近の中央飼槽通路型大規模牛舎では比較的多く採用されている。

Ⅲ. 具体的な設計上の留意点

なお、以前の牛舎は自然換気が主流であったことから、設計に当たっては屋根の形式の選択は大変重要な事項であったが、最近では、懸垂式換気扇による強制換気が主流であることから、あまり関心を持たれなくなっている傾向にある。

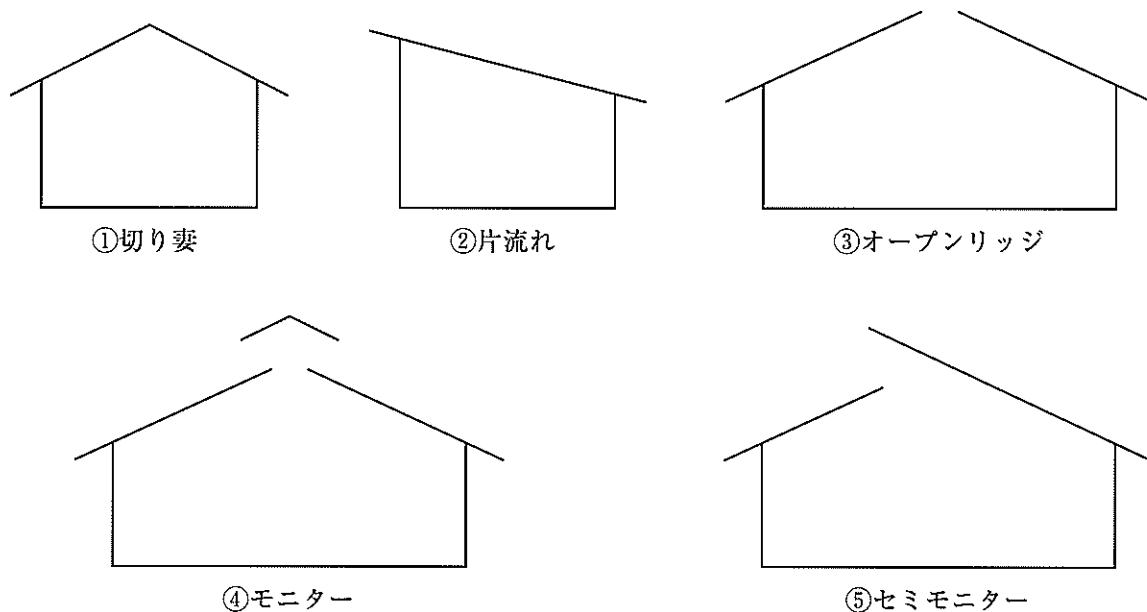


図3 屋根の形状

(4) 屋根の雨水処理

屋根上の雨を処理するため、屋根の軒先に雨樋を付ける例が見られるが、これはあまり得策ではない。屋根に落ちた雨水を集めると、集めた雨水を処理するため、水路や浸透枳などの処理施設を設けなければならないし、処理施設の管理に苦勞することとなる。また、雨樋に木の葉等のゴミが詰まることもあり、雨樋そのものの管理も大変である。

したがって、屋根に落ちた雨水は、図4のように軒先の真下の位置に砂利を敷き詰め、分散・地下浸透させるのが最も適切である。

畜産現場では、「雨水は、散らして地下浸透処理。汚水は、集めて浄化処理。しかも、雨水と汚水は絶対に混ぜない。」が基本である。

3. 軒高

牛舎の軒高は、牛舎内での大型機械の作業性に加え、換気性とも大きな関係がある。特に換気性を考慮すると、4 m以上確保する必要がある。軒高が高いほど換気性は高いことが知られており、最近では軒高が7 mもある牛舎も見られるようになっている。

軒高が高いと、雨や雪の降り込みが問題になるのではないかと考えがちだが、実際にはそれほど大きな問題にはならないようである。雨や雪が大量に降り込み牛舎環境が著しく劣悪になるような暴風雨や暴風雪は1年のうち数日間に過ぎないにもかかわらず、こうしたことに気を取られて軒高を低くしてしまい、年間を通じて換気性が劣悪な牛舎環境にになってしまうのはナンセンスである。

実際にこれまで多くの農家から軒高に関する意見を聞き取った際に、「もっと高くすれば良かった。」というコメントを聞いたことはあるが、「軒高を高くして失敗だった。」というコメントは聞いたことがない。

ただし、屋根の軒先は、できるだけ雨の降り込みを避けるため、1.2m程度は確保する必要がある。また、雨の降り込みが極端に多い場合には、巻き上げ式カーテンを併用することを考えてもよい。

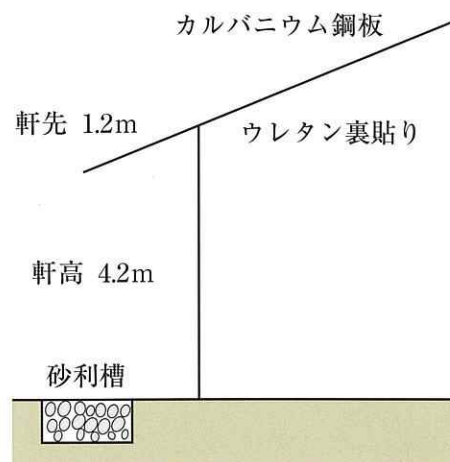


図4 屋根と軒高の基本的パターン

Ⅲ. 具体的な設計上の留意点

4. 飼槽通路

飼槽通路の幅は、作業機械によって決定される。手作業や小さな作業機を使う程度の牛舎であればさほどの幅は必要としない。しかし、大型牛舎の場合、給餌作業はおそらく大型作業機であるフィードミキサーを使用することになる。この場合、牽引式・自走式を問わず、作業機械の大きさに見合った相当の幅が必要となる。中央飼槽通路型牛舎の場合、標準的な飼槽通路幅は従来5 mとされていた（ここでいう飼槽通路幅は、飼槽部分を含むものである。）。けっして、これで不足しているわけではないが、最近の事例をみると、通路の幅を6 mにすることが推奨されだしている。この理由を農家に問うと、「飼槽通路には結構色々な機材や物品を一時的に置くことが多い。給餌作業時に、これらと接触しないように作業機を安心して運転しようとする」と、6 mは必要である。」という回答であった。コスト面から見るとも、とても許せないような気もするが、実際に最近の牛舎の給餌通路幅が6 mになっているところを見ると、それなりのメリットはあるのかもしれない。



写真3 給餌作業中のフィードミキサー

5. 飼槽

飼槽の表面に凸凹があると、そこに飼料や水分が残りやすくなり、病原菌の増殖を引き起こすこととなる。特に夏期は残った飼料が腐敗し、不快臭を伴うため、嗜好性を低下させ、採食量を減少させてしまうこともある。このため、飼槽はその表面を滑らかにして掃除しやすくし、清潔に保てる条件を整える必要がある。

また、飼槽の底面（飼料を置く面）の高さは、牛の前足を置く床面から10～20cmが良いとされている。これは、牛の形態から最も彩食しやすい高さであるといわれており、これ以上高くても、低くても不都合が生じるので注意する必要がある。

飼槽の主なタイプは、図5のように掃き込み型、高飼型、平面型がある。一般に、掃き込み型は繋ぎ飼い牛舎、高飼型は肥育牛舎、平面型はフリーストール牛舎、フリーバーン牛舎等に見られる。

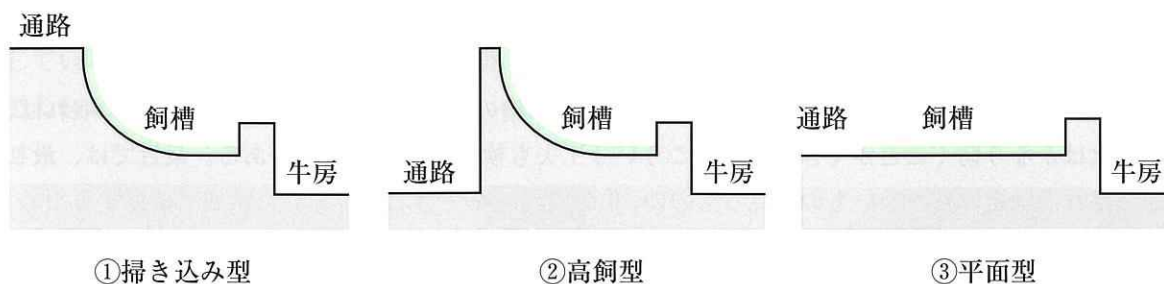


図5 飼槽の形状

また、飼料給餌作業を行うと牛は一斉に新鮮な餌を求めて飼槽に集まるが、この時、全ての牛が採食できるだけの十分な飼槽の全長が確保されていないと、社会的序列が低い牛は社会的序列が高い牛の採食が終わるまで待たねばならない。暫くして社会的序列が高い牛が立ち退いた後により早く採食できても、既に食べ散らかした後であるため食べづらく、十分な乾物摂取量を得られないこともある。したがって、飼槽の全長には、一斉に全ての牛が採食できるだけの長さが必要である。センターの場合、頻繁に保体する必要があるため飼槽に連動スタンションを採用することが多い。この場合、成牛1頭当たり約75cmの幅を要するので、飼槽の全長は75cmの頭数倍が必要となる。

Ⅲ. 具体的な設計上の留意点

6. 水槽

水槽の設計の重要性は、結構見落とされがちである。既に、多くの農家では水槽の単位時間当たり給水量が牛の飲水量を制限し、生産性の低下を招いていることがあるといわれている。

実際の牛の飲水量は飼料とは異なり目視によって把握することが困難なので、飲水量が不十分であっても見過ごされることが多い。

飲水量が不十分であると、それだけ乾物摂取量も落ちてしまう。

搾乳牛の場合は、飲水量の不足が直接乳量の減少になっていることもある。肥育牛では尿石症を誘発する原因となることもある。

飲水行動は飼料給与後30分程度経過した後に集中する。この時、必要量を供給できるように、複数の牛が集中して飲水することを想定し、相当量の単位時間当たり給水量を確保するための給水施設を整備することが必要となる。

全ての牛が一斉に飲水できるほどの水槽を設備することは不経済であるのでできないが、社会的序列により代わる代わるでありながらも全ての牛が十分飲めるように、水槽を10～20頭に1基は設置する必要がある。

また、水槽の周りには水が零れることが多いが、水槽の縁から水面までの深さを十分に取れば、零れ水はかなり防ぐことができるので、こういう工夫も検討してみる価値がある。最近では、最初から零れ水は避けられないものと見るものの、牛舎内環境をできるだけ乾いた状態で確保するため、水槽を牛舎外の首が届く位置に設置することが多い。



写真4 水槽の位置

7. 巻き上げ式カーテン

以前は壁に囲まれた閉鎖型牛舎が多く見られたが、最近の大型牛舎は換気に関する認識が改められたことから、大部分が開放型牛舎である。このため、防風のための壁は使用されず、巻き上げ式カーテンが採用されている。

以前の巻き上げ式カーテンは、風に煽られると破けたり、巻き取りが不均一になったりして、あまり評判が良くなかったが、最近では、ネットの併用、ゴムバンドによる押さえつけ等の改良が加えられ、現在の牛舎には無くてはならない資材となっている。

ただし、1枚のカーテンで覆う面積が大きいほど、耐用性に問題があるので、牛舎に設置する場合には、縦に2段又は3段に区分して、設置することが望ましい。

なお、上下2段でカーテンを設置する場合、上段を巻き下げ式、下段を巻き上げ式にすることがある。これは、図6のとおり、冬期間の自然換気に相応しい開放面の配置を考慮したものである(冬期はある程度の換気量を確保しつつも、牛に冷たい風を直接当てるのは問題である。したがって、下段の巻き上げカーテンは完全に閉じ、上段の巻き下げカーテンは、上部だけを開放して使用している。)。しかし、懸垂式換気扇を利用した牛舎であれば、ここまで配慮する必要はないように思われる。



写真5 巻き上げ式カーテン

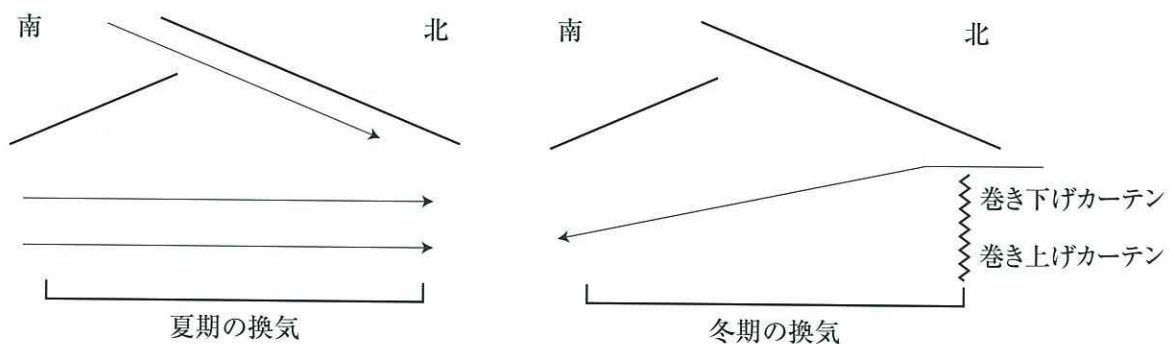


図6 巻き上げ・巻き下げ式カーテンの利用

Ⅲ. 具体的な設計上の留意点

8. スタンション

一般の農家とは異なり、センターの牛は業務の都合上保体する機会が多いため、セルフロック連動スタンションが必要不可欠となっている。

スタンションの位置は、少しでも口先が遠くまで届くように、写真6のとおり飼槽仕切腰壁の上で飼槽側端のところに設置することが望ましい。また、口先が遠くまで届くように斜め15度に傾けて取り付けることが推奨されている。ただし、この場合、飼料給餌作業車が牛房側に近づけないので、作業がしづらいことがある。

スタンションの回転ポイントの高さは牛の前足の位置から約90cmの高さにすることがよいとされている。ポイントの位置がこれより高いとスタンションに頭部が入りづらくなり、これより低いとロックがかかりづらくなる。

なお、長時間保体したまま放置することは望ましくないが、作業の都合によって避けられないこともある。この場合、一部の牛は、立ち続けることができず、その場で座り込んでしまい、さらに起立不能になることもある。このようなことを想定して、起立不能になった牛の頭部をスタンションから外しやすいように、写真8のように上下離脱可能なタイプを選択しておくといよい。



写真6 スタンションの設置位置



写真7 15度傾けて設置したスタンション



写真8 スタンションの種類

9. 懸垂型換気扇

換気の主目的は、臭気及び埃で汚れた空気並びに湿気を舍外に出すとともに、舍外の新鮮な空気を舍内に入れ、舍内の空気を正常に保つとともに、舍内を乾燥させることにより、牛にとって快適な環境を保つことである。

以前の牛舎は自然換気が主流であり、モニターやオープンリッジで十分な換気量が確保できるものと考えられてきた。しかし、遺伝的能力が高い最近の牛は、熱代謝も水分代謝も大きくなっており、自然換気だけでは快適性を確保することが困難となっている。また、最近では、畜産環境問題の高まりを背景として、家畜ふん尿を適正に処理することが求められており、こうした処理作業を効率的に行うためには、あらかじめ牛舎段階でできるだけ水分を蒸散させておくことが有効である。こうしたことから、現在では、懸垂型換気扇を取り付け、強制的に換気することが必要となっている。

以前は、風が床面に垂直にぶつかるように懸垂型換気扇を取り付ける例が多かった。こうすると、確かに牛に風を送ることはできるが、牛舎のなかほどでは、牛に当たる風は牛舎の中で循環している空気であって、牛舎外の新鮮で温度が低い空気ではないことがある。つまり、単に牛舎のなかの空気を攪拌しているに過ぎず、舍外の空気と舍内の空気の交換が十分に行われていないことがある。これでは、牛舎内の相対湿度が高く、粉塵や細菌等で汚染された空気を供給することになり、かえって好ましくない環境を供給することになりかねない。

そこで、最近では、懸垂型換気扇を同一方向に向けて風が床面に斜め45度の角度でぶつかるように設置し、床面を風が走り抜けるようにすることが推奨されている。こうすることにより順次空気を一定方向に送っているため、確実に舍外の空気を取り込み、舍内の空気を舍外へ送り出すことができる。

最近のフリーストール牛舎やフリーバーン牛舎では、換気扇を斜め45度で設置しているが、肥育牛舎では現在でも垂直に設置されている場合が多い。肥育牛は乳用牛ほどの代謝がないので、垂直方向であってもさほど問題ではないと考えられているからであろうか。

なお、懸垂型換気扇の回転数はその時々条件による必要換気量によって異なる。また、換気扇の設置台数は、メーカーによると直径約1.0mの標準機種であれば25㎡（5 m×5 m）に1台必要とされている。しかし、実際の農家の事例を見ると、これほど多く設置しなくても十分効果が得られているようである。

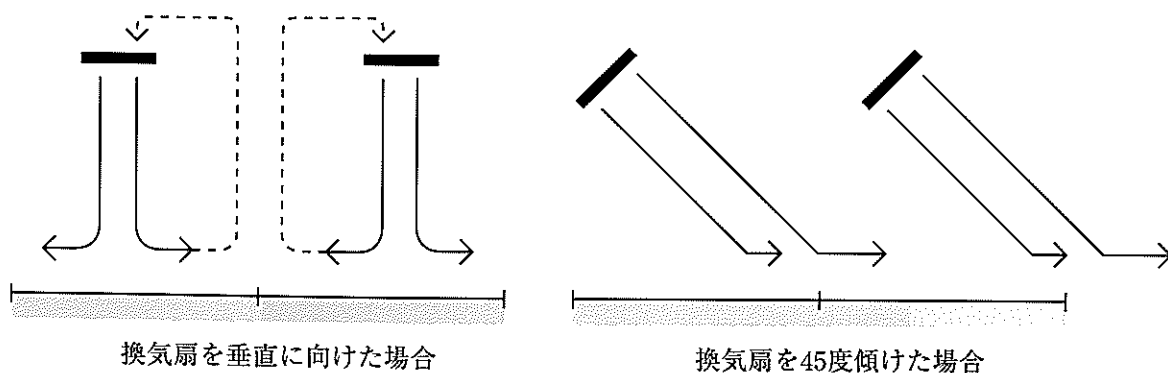


図7 懸垂型換気扇の設置角度と風の流れ

10. コンクリート床面仕上げ

コンクリート床面は、場所によって異なる仕上げが必要である。

牛が歩く箇所のコンクリート床面には、滑り止め効果が求められる。従来こうした目的からホウキ目仕上げが一般的に用いられてきた。しかし、作業機による更褥作業を行う場合、ホウキ目仕上げは摩耗して徐々に滑り止め効果が小さくなってしまふこと、除ふんしづらいこと等から、最近では作業機による更褥作業動線と平行に10cm間隔で深さ・幅が1 cm程度の溝目を設ける例が増えている。こうした溝目仕上げであれば、作業機による更褥作業が行いやすく、特に頻繁に除ふんを行うフリーストール牛舎の牛房の通路には都合がよいようである。

ダイヤモンドカットは、滑り止め効果が高いものとして認められているが、溝に詰まった糞を取り除きにくいという欠点がある。洗浄消毒を要する牛舎では、作業が困難であるとともに、溝に詰まった有機物が消毒薬の効果を低下させるのであまり勧められない。

飼槽通路は、衛生条件を確保するため、清掃しやすいように金ゴテ仕上げが一般的である。



写真9 コンクリート床面仕上げ

Ⅲ. 具体的な設計上の留意点

11. 電灯

夜間に作業を要する場合には、作業に支障がない程度の照明を確保するため、電灯を設置する必要がある。

これまでは一般に、牛舎内の夜間照明として、蛍光灯が多く採用されてきた。しかし、蛍光灯の光には虫を誘引する性格があるため、牛舎内環境面で問題があった。

こうしたことから、最近では、昆虫には感受できない波長を有するオレンジ色の光を発するナトリウム投光器が採用されはじめている。

蛍光灯に較べると、薄暗く感じられるが、牛舎内作業には問題ない程度の照度を確保することができるようである。

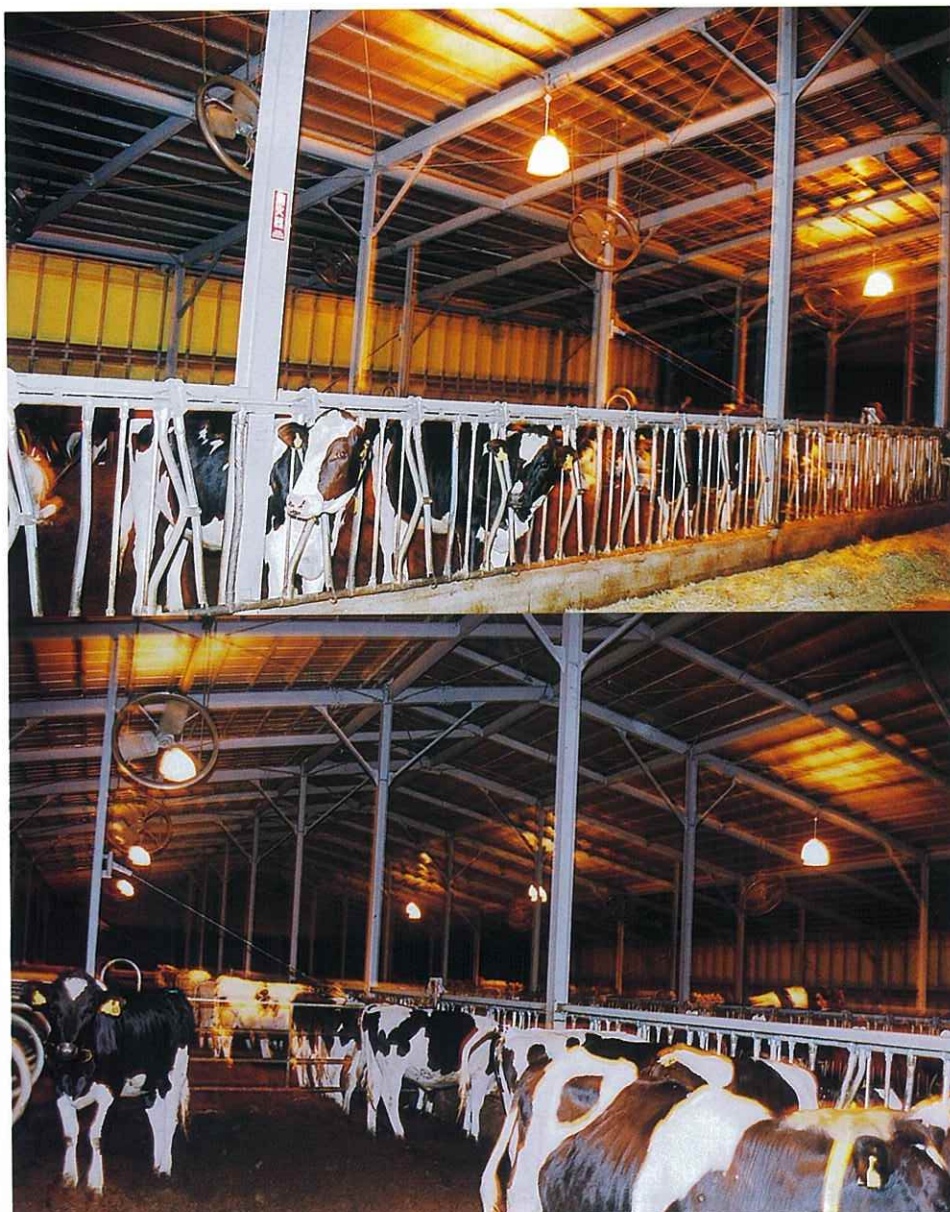


写真10 ナトリウム投光器