

福島県農業総合センター畜産研究所

乳牛施設整備 工事報告

○長谷川 基樹¹・増子 貴之¹

¹福島県県北建設事務所 建築住宅課 (〒960-8670 福島県福島市杉妻2-16 福島県庁北庁舎6階)

本事業は福島県酪農の復興・創生と持続可能な発展に資することを目的とし、機械化による省力とICTを活用した効率化を図る乳牛施設を整備したものである。本施設を整備するにあたり、より良い施設とするために、発注者と受注者が一体となって課題解決に取り組んだ。課題解決と試行錯誤を通してモノづくりの楽しさを再確認することができた。

キーワード 工事報告, 乳牛施設, 先進事例, モノづくり

1. 事業の背景と目的

(1) 事業の背景

a) 東日本大震災・原子力災害による弱体化した生産基盤の回復

震災から復興に向けて大規模な酪農場の整備が図られてきたものの、被災地域の十分な復興には至っておらず、引き続き営農再開の支援が必要とされている。

b) 担い手の高齢化による後継者不足

福島県内では、平成25年から平成30年の5年間で428件（全体比約15%）の畜産農家が離農しており、後継者不足は深刻な状況となっている。

c) 経営規模拡大と収益性の向上

畜産農家の収益性を上げるためには、規模拡大や外部支援組織の活用が必要であり、また、労働効率の向上にはICT等の導入が重要な状況となっている。

(2) 事業の目的

本事業では、機械化による省力化とICTを活用した効率化を行う乳牛舎としての先進モデルを整備することで、福島県の酪農の復興・創生と持続可能な発展に資することを目的とする。

2. 施設概要

本施設は福島県福島市西部に位置する福島県農業総合センター畜産研究所内に建設された乳牛用の研究施設で、試験牛舎、堆肥舎、堆肥乾燥舎・畜産用排水設備、敷料保管庫の4棟の建築物(図1)からなり、以下の特徴を持つ。

・飼育の自動化

自動給餌システムや自動搾乳機を導入することで給餌

から牛乳処理を自動化し、飼育の省力化を図る。

・ICTを活用したデータ管理

すべての牛をICチップで管理し、与えた餌の配合量と搾乳された牛乳の品質や量を即時にデータ化し、分析する。また、搾乳間隔を管理することもできる。

・堆肥化作業の自動化

牛舎内の側溝内に設置されたベルトコンベア一式の自動糞尿搬出装置により自動で糞尿を牛舎外に搬出する。堆肥舎では、天井に設置されたクレーンで糞尿を自動で攪拌、堆肥化する。

(1) 試験牛舎

構造は鉄骨造、延床面積は1,820.71㎡。乳牛40頭を飼育する建物であり、牛が過ごす牛床、搾乳ロボットのデータ分析等を行う管理室、搾乳した牛乳を処理、保管する牛乳処理室、各種検査、薬品の保管をする検査室、薬品庫等で構成される。自動搾乳機、自動給餌システム及び自動糞尿搬出装置が導入されている。

(2) 堆肥舎

構造は鉄骨造、延床面積は246.66㎡。試験牛舎から搬入された糞尿を自動で堆肥化する自動堆肥化システムが導入されている。天井に設置されたクレーン式堆肥自動切り返し装置で攪拌された糞尿が、土間内に埋め込まれた配管を通して送り込まれた空気によって発酵し、堆肥化される。

(3) 堆肥乾燥舎・畜産用排水設備

構造は鉄骨造、延床面積は220.00㎡。堆肥舎で発酵された堆肥を運び込み、乾燥及び保管する建物。牛乳を含む排水を処理するための畜産用排水設備を併設している。牛乳を含む排水は酸性度が高く、通常の浄化槽では処理できないため、専用の設備で処理する必要がある。

(4) 敷料保管庫

構造は鉄骨造、延床面積は230.00m²。牛床に敷くためのワラ等の敷料を保管するための建物で、農機具保管庫が併設されている。

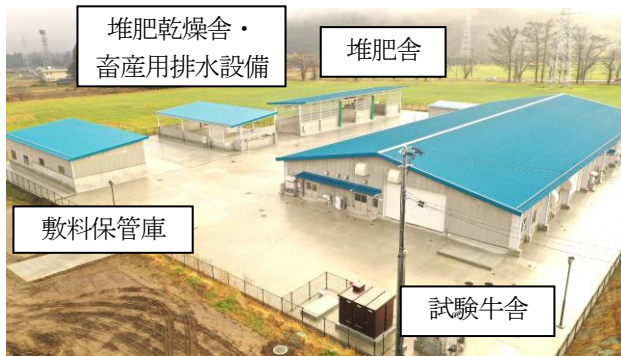


図1 乳牛施設

4. 平面計画

図2に試験牛舎の平面計画を示す。図中左側が北。

(1) 牛床エリア

図中黄色及びグレーで着色した箇所（図中右上）がそれぞれ牛床及び牛用通路となっており、牛が過ごすエリアである。自動搾乳機は、牛床の北側（図中左）に配置されており、牛用通路を介して牛が行き来できるようになっている。自動搾乳機で搾乳された後は、高級な餌が与えられるため、牛が自ら搾乳機に向かうようになっている。なお、牛が餌目的で頻繁に搾乳機に向かわないように、牛につけられたICチップで搾乳間隔が管理されており、前回の搾乳から時間が経っていない牛は自動搾乳機の前に設置されたゲートが開かない仕組みになっている。

(2) 管理エリア

図中紫色で示されたエリア（図中左上）が管理エリアになっており、搾乳ロボットを管理等をする管理室、牛乳処理室、機械室からなる。

(3) 試験エリア

図中水色で示されたエリア（図中下中央）が試験エリアで、搾乳された牛乳の品質、量と与えた餌の配合の関連性等を試験するエリアとなっている。検査室、薬品庫、更衣室等からなる。

(4) 自動給餌装置

ピンクの矢印が自動給餌装置の動線となっており、図中左下で配合された飼料が給餌通路上部に設置されたレーンを使って運ばれ、牛床エリアの前に餌を自動で餌を投入する。

(5) 自動糞尿搬出装置

図中茶色の矢印が自動糞尿搬出装置となっており、牛

床から側溝に投入された糞尿をベルトコンベアー式の装置で建物南東部に排出する。

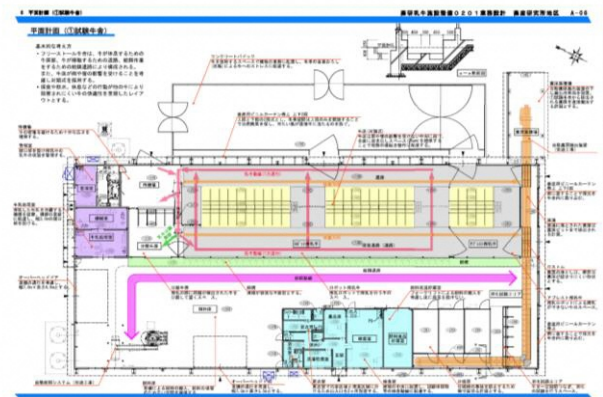


図2 試験牛舎の平面計画

5. 工事の課題と解決策

工事を進めるにあたり、人が利用する施設については監理者、施工者ともノウハウがあったが、今回の施設は牛が利用する施設で、監理者、施工者ともにノウハウがなかった。更に、設計図には畜産系の専門用語が多く用いられており、図面の内容の理解にも苦慮した。

また、自動搾乳機や自動給餌装置などの設備は本工事とは別途の備品工事となっており、工事間での取り合いを確認し調整する必要があった。しかし、本工事着手時には備品工事はまだ発注されておらず、備品の詳細な仕様が決定されていなかった。

また、畜産研究所内には既存の牛舎や鶏舎があり、家畜が飼育されているため、外部から病原菌の持ち込むことは許されず、厳戒な防疫対策をとる必要があった。

(1) 牛の生態と専門用語

牛にとって安全でストレスのない環境を構築するには牛の生態や行動を理解する必要があり、専門的資料²⁾を参考に、工事受注者を交えた勉強会を開催したほか、自動搾乳機や自動堆肥化システムを導入している民間の牛舎を見学し、牛の生態や牛舎独特の設備に対する理解を深めた。以下にいくつか牛舎独特の設備の例を示す。

a) スタンションと飼槽

牛床エリアと給餌通路は柵で区切られており、その柵は牛が首を出せるように可動式になっているが、その柵をスタンションと呼ぶ（図3）。可動する部分は固定することができ、牛が首を出しているときに固定することで牛をその場に拘束する役割もある。また、給餌通路の餌を載せる部分を飼槽と呼び、牛の唾液で腐食するコンクリートでは仕上げられず、耐食性のある材料を使用する必要がある。本工事では御影石を使用した。

b) 自動餌寄せロボット

飼槽には自動給餌装置によって天井から餌が自動投入されるが、スタンションから首を出した牛が餌を食べる

際に鼻の頭で餌を飼槽の外に押し出してしまふ。その場合は通常、人力で餌を飼槽に押し戻すが、自動餌寄せロボット（図4）によって自動化することができる。自動餌寄せロボットは、給餌通路を往復しながら押し出された餌を飼槽側に押し戻す仕組みで、経路は給餌通路にあらかじめ埋め込まれたセンサーによって誘導される。そのため、土間を施工する際には、備品工事と調整しながら施工する必要があった。

c) 巻き上げカーテン

牛は寒さには強いが暑さに弱いため、特に夏場は風通しをよくしてやる必要がある。しかし、雨天時は雨水の浸入を防ぐ必要があるため、牛舎の外壁は巻き上げカーテン（図5）で仕切られ、季節や天候に応じて開閉できるようになっている。雨天時にも通風を確保できるように畜産用の換気扇が設置されているが、本施設に導入された換気扇は、外気温と室温の差に応じて風量を自動で調節できるものとなっている。



図3 スタンションから飼槽に首を出して餌を食べる牛



図4 自動餌寄せロボット



図5 牛舎内の換気のための巻き上げカーテン

(2) 備品工事との取り合い

備品との取り合いが生じる箇所は本体工事のみ先行して備品工事との齟齬が生じた場合、手戻りが発生する可能性があった。そのため、自動搾乳機等の専門備品業者が決定次第工程会議に参加するように働きかけ、備品工事との調整を迅速に行いながら工事を進めた。しかし、備品工事との取り合い部分は、専門備品業者が決定するまで施工できず、工程を変更するなどの柔軟な対応が求められた。例えば、通常土間コンクリートの施工は比較的早い段階で行うが、自動糞尿搬出設備との取り合いがあったため、専門備品業者が決定するまで、他の箇所を先行して工事を進めた。内外装材や仕上げについても、畜産専門の材料等も多く、サンプルやモックアップを作成し、施設管理者及び備品業者に確認を行いながら工事を進めた。これにより、本体工事と、備品工事間での齟齬を無くし、手戻りが無く工事を進めることができた。

(3) 防疫対策

施設内に外部から病原菌等を持ち込まないために、監理者及び施工者は、防護服を着用するか、施設内専用の作業着及び作業靴を着用して現場内に入場する必要があった。工事現場には、下請け業者も含めた多くの作業員が出入りすることから、施設内専用の作業着に着替えたことを分かりやすく管理するため、元請業者が施設内専用作業着であることを示すバッジを作成し各作業員に配布するなどの工夫をとることで、適切に防疫対策をとることができた（図6）。

頻繁に出入りする現場代理人や作業員であれば施設内専用の作業着を準備する機会が多いが、入場頻度の少ない社内検査員や作業員は防護服を着用する機会が多く、夏場の熱中症対策は一層の注意が必要であった。そのため、作業員全員に熱中症指数計を携帯させるなどの対策を取りながら施工を進めた。

また、現場内への車両の入場の際は、タイヤを消毒する必要があり、外部からの動線上に消石灰を撒いて入場する車両はすべて消石灰の上を通過してから入場する対策を講じた。



図6 施設内専用作業着で作業する作業員

6. 工事における工夫点

本工事を進めるにあたり、前述した課題に対する取り組みの他に、よりよい牛舎とするための工夫を示す。

(1) 牛床ダイヤ目地モックアップ作成

牛床エリアの通路部分は、牛が足を滑らせないように目地を切る設計になっていたが、目地の向き及び大きさはモックアップを作成して検討した。目地の方向は進行方向に対して垂直または斜めの方が滑りにくいため、どの方向に進む場合も安全なようにダイヤ状の目地となるようにした。目地の大きさは、小さいほうが滑りにくいが、コンクリート打設後に型枠を押し付けて目地を切るため、目地が小さすぎると目地の角が欠けやすい欠点があったため、目地の大きさごとにモックアップを作成し（図7）、出来栄えや1日の施工量を考慮し、100 mm四方のダイヤ目地に決定した。

(2) 防鼠対策

畜産研究所内の施設では、ネズミによる電線の咬害が発生しており、本工事では、対策として電線管は全て金属製にしたり、ケーブルラックを蓋付きにしたりすることで電線類を保護したほか、機器接続部分でケーブルが露出する箇所については、ネズミの忌避剤を含むスパイラルチューブで保護するなどの対策をとった（図8）。

(3) 牛による破損対策

牛が通る場所の出隅部分は、牛がぶつかって破損することを防ぐため、板金カバーで保護したほか、コンクリートの控え壁は、牛がぶつかって怪我をするのを防ぐため、面取りを行った。また、水栓は牛がぶつからない高さに設置した（図9）。



図7 ダイヤ目地のモックアップ作成



図8 忌避剤を含むスパイラルチューブで保護されたケーブル



図9 牛による破損対策

7. 結論

本工事では、普段とは特徴の大きく異なる施設を整備することになったが、結果として楽しみながら工事監理をすることができた。

その要因として、監理者、施工者がともに熱意を持ち、協力し合って共通の課題に取り組むことで、現場に活気があふれたためではないかを感じる。

また、さまざまな試行錯誤や課題解決を通してモノづくりの楽しさを再確認することができた。

謝辞：今回の現場に高い熱意と積極性を持って取り組んで頂いた建築工事受注者の亀谷建設株式会社様、電気設備工事受注者の広栄電設株式会社様並びに機械設備工事受注者の株式会社高橋設備工業所様に深謝いたします。

施設見学に快く応じて頂いた蛭田牧場様、株式会社フエリスラテ様並びにミネロファーム様に深謝致します。

最後に、福島県北建設事務所の同僚及び上司の方々には、工事監理にあたり多大な助言、協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

1) 根室生産農業協同組合連合会：乳牛の行動から考える牛舎施