

## 製糖工場殿向けビートパルプ蒸気乾燥設備の オーナーズエンジニアから施工一貫の取組みご紹介

### Vertical Startup of Beet Pulp Steam Drying Equipment for Sugar Manufacturing Plant by Means of an Integrated System from Owner's Engineering to Construction



松田 俊幸

営業部  
室蘭営業グループ

Toshiyuki Matsuda

日本の砂糖生産量の約80%を占めるビートを原料とした砂糖は、その殆どが北海道内8カ所の製糖工場で作られている。各工場の稼働期間は、農産物を取り扱う性格上、秋の収穫時期から翌年春までの約半年間であり、24時間体制のフル操業を行っている。

通常、工場の整備並びに工事は操業に支障をきたさぬよう操業休止中の夏季に集中して行うが製造設備の大規模な改修・新設工事に際しては、操業期間の特殊性を考慮したエンジニアリングスケジュールの企画立案を行い、スムーズな操業開始に繋げなければならない。

この様なお客様の立場、ニーズ等を理解し、オーナーズエンジニアから施工・立上げ迄の一貫した取組みを行い、標記のビートパルプ蒸気乾燥設備一式を垂直立上げで納入した。

※オーナーズエンジニア=客先のニーズや条件を十分理解し、客先目線に立った最適な設備企画・計画の具現化をお手伝いする業務

Sugar manufactured using beet as the material accounts for about 80% of the total production of sugar in Japan. Most of these sugars are manufactured at eight sugar manufacturing plants in Hokkaido. The operation period of each plant is about a half year from the beet harvesting period in autumn to the next spring because of dealing with agricultural products in Japan, and these plants also operate around the clock.

In general, the maintenance and construction of sugar manufacturing plants is undertaken intensively in the summer season when operation is suspended so that maintenance and construction work doesn't cause any hindrance to plant operation. However, on the occasion of large-scale remodeling and new installation of sugar manufacturing plants, it is necessary to work out a plan with an engineering schedule that takes into account the special conditions imposed by the operation period, and the smooth start-up of plant operation should also be secured.

Nippon Steel Texeng. surely understood such operating conditions and needs and promoted the project by means of an integrated system from owner's engineering\* to construction and start-up, which has led to the successful delivery of a set of the above-mentioned beet pulp steam drying equipment that allows for vertical start-up (maximum production from the start).

\*Owner's engineering: Engineering operation that understands the needs and conditions peculiar to each customer and is helpful in the realization of an optimized equipment plan that adheres to the user's standpoint.

## 1. はじめに

当設備は、ビートから糖分を抽出し終えた残渣（ビートパルプ）を構内自家発電設備よりの抽気蒸気を活用し熱風乾燥させた後、ペレット化して家畜飼料とするものである。従来の乾燥設備は、横置きドラム型の乾燥炉で、重油炊きにより熱風乾燥を行っていた。これを今回の蒸気乾燥機に切替える事により、重油レスでの環境負荷低減と、パルプより発生する蒸発蒸気の再利用により大幅な省エネを実現している。また、今回の1次蒸気乾燥設備の後工程で、廃糖蜜を添加し2次蒸気乾燥機で再乾燥させる工程が新たに加わり、飼料としての旨味向上による付加価値が高められている。



図1: ホクレン中斜里製糖工場のビートパルプ蒸気乾燥設備全景

## 2. 設備の概要

- (1) 発注者 ホクレン農業協同組合連合会殿
- (2) 工事期間 2015年10月15日～2017年9月29日
- (3) 乾燥方式 蒸気熱交換装置による水分蒸発乾燥方式
  - ①1次蒸気乾燥機 (PulpSteamDryer⇒略称PSD)  
蒸発能力:約30t/hr (第一種压力容器)

②2次蒸気乾燥機 (Steam Tube Dryer⇒略称STD)

蒸発能力:約5t/hr (第二種压力容器)

- (4) 受注範囲
    - ①設備全体のレイアウト
    - ②PSD本体の耐圧設計製作据付、官庁対応
    - ③STD他メーカー納入機器の現地据付
    - ④配管、操作ステージ他付帯設備の設計施工
    - ⑤電気・計装・制御ソフト一式の設計施工
  - (5) 取扱物量 装置・架台他 約950Ton、配管 約38,000DB
  - (6) 電動機容量 PSD 850kw、STD 90kw、その他80台約700kw
- ※1.建築工事は当社施工範囲外  
 ※2.PSDはデンマークEner Dry社の基本技術導入による  
 ※3.製糖製造プロセスの概要を添付図2に示す。

## 3. 工事の企画検討

### ▶3.1 工事期間の制約条件

- ①工場の製糖期間は、ビートの収穫量によって変動するものの概ね10月中旬から翌年4月末頃までであり、操業に支障の出る工事は夏季の約半年間で行う。
- ②製糖工場の多くは昭和30年代に稼働を始め、今日に至るまで増設、改造を繰り返しており、設備の輻輳化が進み関連する設備の図面が揃わないケースが多い。
- ③工事の完成に先立つ試運転調整作業に於いて、実負荷試運転に供する原材料が収穫時期まで確保出来なく、且つ降雪前の短期間で大量に受け入れる事より、操業開始は垂直立上げと同時に安定操業の継続が求められる。

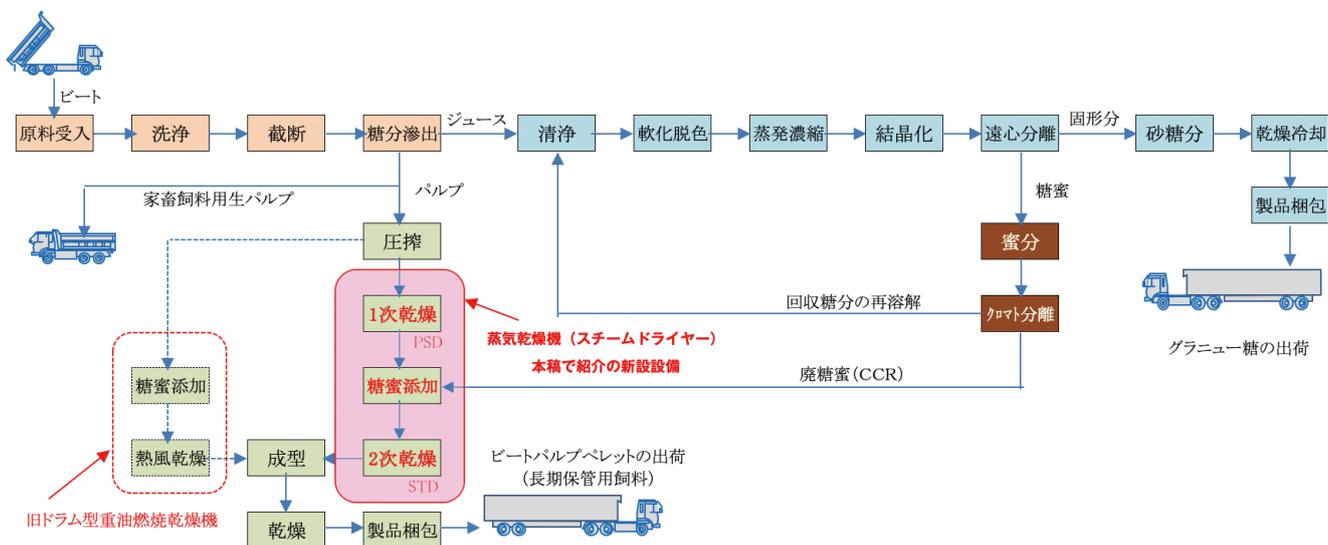


図2: 砂糖製造プロセスの概要

### ▶3.2 既設設備との取合い調査

何世代にも渡り増設・改造を経ている既設設備と取り合う箇所は参考図書が不足しており、安易な現場合せは工程遅延やコスト増大につながる。

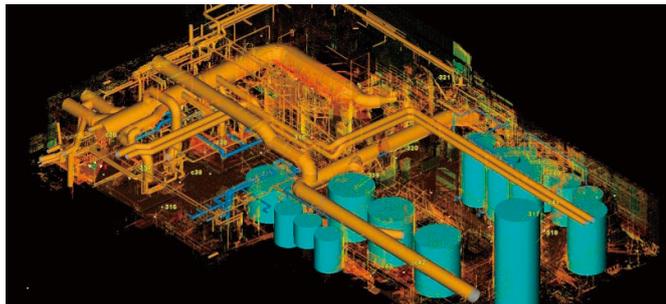


図3：工場本館既設設備の3Dスキャン、3D-CAD変換図

近年、当社に於いてこのような現状を抱えるユーザーのニーズに対応し、既設設備を3Dスキャナ装置にて測定、図面化し改造設計、設備保全に活用すべく提供している。



図4：3Dスキャン装置本体

中斜里製糖工場様に於いても、2013年代より工場本館老朽化対策の調査工事を皮切りに3Dスキャン画像の撮影を継続している。これらの蓄積された3Dデータと併せ、不足の既設設備の3Dスキャンを追加して計画設計に活用し、搬送機器・配管設備等を高密度で且つ既設機器との干渉を避けた配置を実現した。

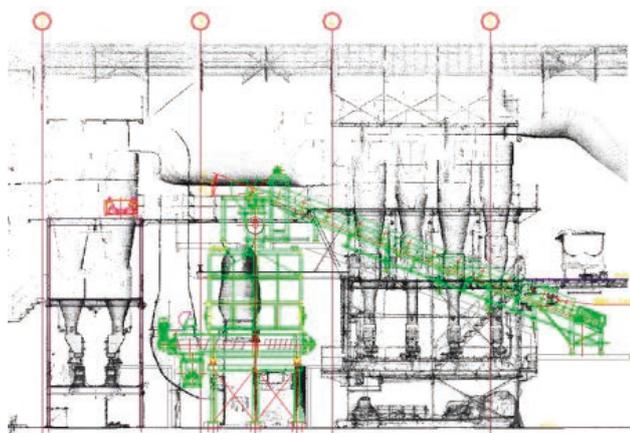


図5：3Dスキャン画像への計画機器重合

### ▶3.3 工程計画の策定

中斜里製糖工場が受け入れる原料ビートは、約6,000T/D余りであり搬入するトラックは1日で250台前後にのぼる。

製糖期間中の工事エリアは、これらの受入トラック及び製品出荷トラックの邪魔にならない範囲となるが、現実的には製糖期間中の工事を避け、前年度の事前工事にて既設設備取合個所の整理と基礎並びに建築工事の一部施工を計画した。建築工事の実行範囲は、次年度本工事の当社機械装置据付作業を優先させつつ、建築側工程の確保と機械とのラップ作業による災害を起さぬよう、機電建複合の社内経験を生かし建築施工会社と綿密なエリア調整を行った。



図6：工程

### ▶3.4 オーナーポジションでの設備計画

当社受注範囲の設計計画の他に、建築設備・メーカー供給機器・各機器のメンテナンスステージ他、同一エリアに設置すべき各社の設備が混在している。これらを一括し、当社にて計画並びに共通部分の標準化を図る事により、各社の計画業務の簡素化と、稼働後の保守メンテに必要な動線が確保出来た事により、密度の高い空間で有りながら非常に使いやすい機器配置との評価を得た。

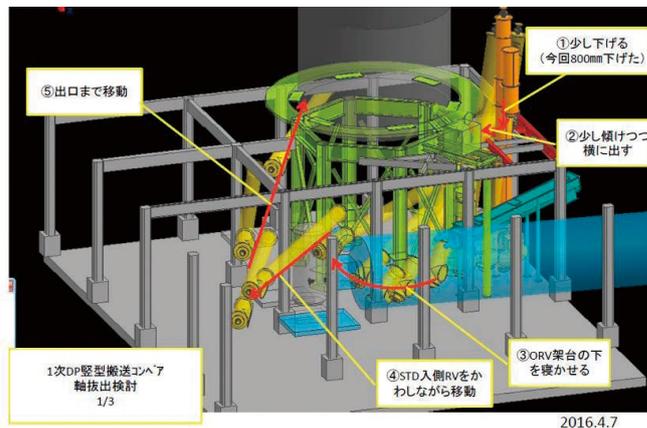


図7：機器配置計画とメンテナンス時の動線確保検討例

図7は設置機器の将来における大規模メンテナンスを考慮した場外搬出ルートを検討による機器メーカーへの形状や取付ブラケットの指示、及び建築柱・梁干渉チェックに基づく構造修正項目のインプット等、事前調整の一例である。



図8：詳細設計時の機器と配管干渉及び操作性の検討例

図8は機器・建築構造確定に続く配管ルート及びバルブメンテナンスステージ等の干渉確認の状況である。

何れも3D-CADを用い、オペレーター目線で見ることが可能となり、効率的で且つ、後戻りを最小限に留めた手法を取り入れている。

### ▶3.5 装置の安全性向上とメンテナンス性の追求

設備の中核である1次蒸気乾燥機は最大径7.6m、地上高さ20mの大型第一種圧力容器である。法令に基づく構造計算の他FEM解析を用い、地震時の局部応力発生状態も確認し安全性を向上させている。又、高温高圧の蒸気を供給する配管ラインも同じくFEM解析により信頼性を高めている。

設計の総合検証に於いては、当社範囲外の機器・建物各メーカーにCAD図の提供を求め、当社にて統合3D-CAD図を作成し設備全体の確認を実施、作業スペース、メンテナンススペース等の総合確認を行い客先の使い勝手を追求している。

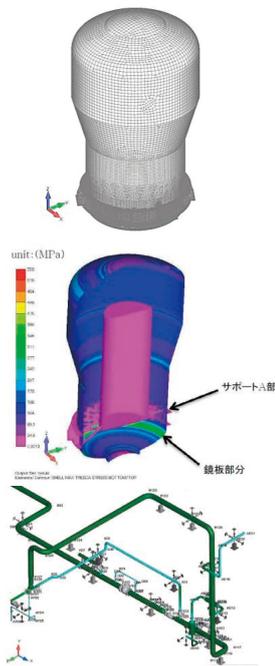


図9:有限要素法 (FEM) 解析

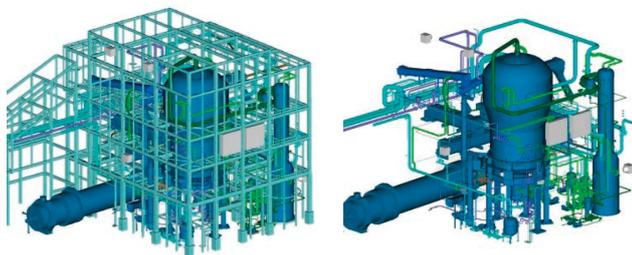


図10:統合3DCAD図の作成 (建物・機械装置・電気設備の重合)

客先の最終承認作業に於いては、統合3D-CADを3Dウォーキングソフトに変換し、バーチャルウォークにて完成状態の設備確認を実施、正確で短期間のチェックを実現した。



図11:バーチャルウォーキングソフトを使用して設備の仕上がり状況及びメンテナンススペースをシミュレーション

## 4. 現地工事

現地工事に於いては、約半年間の短期間に各業種の工事が輻輳し、高度な現場管理が求められる状況であった。

特に、建築建方作業と大型装置の据え付け作業に於いては、上下作業の禁止と周辺作業の立ち入り制限が安全確保に重要な事項であり、これらを円滑に進める為に、客先及び建築メーカーと共に平面・立面エリアの区分け、時間帯の綿密な調整を行い、スムーズな現場運営を行った。



図12: PSD据付作業終了までの建物上部構造建方休止

図13: 引込工法によるSTD据付作業終了までの建物壁開放処置

電気室・制御盤室は、設計計画時の段階で機器据付時に作業が干渉しない様、予め設置エリアを分離し、建築及び電気工事が並行して行える様配慮した。

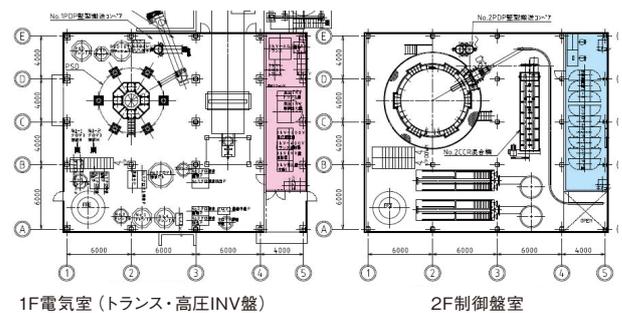


図14: 電気室、制御盤室の配置検討

## 5. 操業

狭いエリアと短工期の中、当初計画スケジュール通りに工事が進行し、各機器の単独試運転を経て実負荷試運転兼用の操業立上げを迎えた。操業をコントロールする制御ソフトも当社製で、実原料を流しながらリアルタイムにチューニングを行い、効率的に垂直立上げを実現した。

客先からは、設置機器のボリュームに対し、建屋面積が狭いことから操作、通行、メンテナンス性が心配されていたが、コンパクトに関連諸機器をまとめ上げ、非常に使い勝手の良い設計であるとの評価を受けた。

又、パルプスチームドライヤーのエンジニアリングメーカーであるデンマークEner Dry社からも世界に30基程ある同様システムの中で、No.1の出来栄であると共に操業性能の良さに大きな評価を頂いた。



図15: 制御画面とITVモニター



図16: PSDの運転状態確認

## 6. おわりに

大型工事に於いては、様々な機器や施工業種が輻輳する。これら一連のエンジニアリング調整業務はエンドユーザーのみで完遂する事は非常に難しい。当社は、機電建ワンストップで提案、施工する総合エンジニアリング会社として、客先目線に立ったオーナーズエンジから施工までの一貫した取り組みにより、顧客ニーズに対応して参ります。



図16：パルプ蒸気乾燥設備の完成

お問い合わせ先

機械事業本部 営業部 室蘭営業グループ

TEL 0143-47-2544