

総合エンジニアリング力を発揮した 環境・省エネ型工場の建設

New Eco-friendly/Energy-saving Plant Constructed Capitalizing on Comprehensive Engineering Capability



中原 誠

八幡建設センター
建築2グループ

Makoto Nakahara

「岡野バルブ製造株式会社行橋工場 生産機能集約工事」に於いて、計画設計段階から顧客のニーズに寄り添い、総合エンジニアリング力を発揮して、作業効率を追求した工場レイアウトや作業環境をより快適なものにする機能を装備した事案として下記内容を紹介する。

- ①新工場増築に於ける工場立地法への遵法化策の中で、顧客の要求事項への対応と同時に環境・省エネに配慮した「自動出力制御機能付の自家消費型太陽光発電システム」導入への取組紹介。
- ②工場室内環境改善への取組の中で、従来の工場用エアコン床置ダクト方式でなく、あらゆる可能性を考慮し最適な環境制御を追求した超大型（大風量低速度）シーリングファン「ビッグアスファン」導入への取組紹介。

Nippon Steel Texeng. undertook the work to intensify the production functions for the Yukuhashi Plant of Okano Valve Mfg. Co., Ltd. Closely tracing user needs from the stage of planning and design and capitalizing on the comprehensive engineering capabilities accumulated by the company, the project was promoted centering on the proposal of not only a plant layout that pursues maximum operating efficiency but also the introduction of functions that make the plant operating environment more comfortable. Two following specific measures were proposed by Nippon Steel Texeng.:

- As a measure to observe the Factory Location Act relating to new plant extension work, it was proposed to introduce a “privately-used solar power generation system with automatic output control function” that not only met the needs of the user but also took into account environment conservation and energy saving.
- Among the measures being taken to improve the indoor environment inside the plant building, it was proposed to introduce large-capacity (large wind flow/low velocity) sealing fans “Big Ass Fans” that differ from the conventional plant air-conditioner floor duct type and takes into account every application and pursues an optimal environment control.

1. はじめに

岡野バルブ製造株式会社殿は、1926年の創業以来、「技術の岡野」として確固たる地位を築いてきたバルブ業界のパイオニアであり、製造拠点を北九州市の門司工場（本社）及び、行橋市の行橋工場に置き、事業を展開している。

本件は、事業環境の変化に対応すべく、生産機能の改善及び能力の向上を目指して、行橋工場敷地内に新工場を増設し最新鋭設備導入を図ると共に、並行して門司工場の生産機能を行橋工場に移転・集約するものである。

工場及び付帯設備の入札は、設計・施工一括請負形式で行われ、応札各社の基本案の企画・提案による競札方式にて業者選定が進められた。

当社は、設計プレゼンテーションに於いてBIM技法によるビジュアル映像を用いた提案にて臨んだ結果、その内容を高く評価して頂く結果となった。

本稿では、計画設計段階から顧客のニーズに寄り添い、総合エンジニアリング力を発揮して、作業効率を追求した工場レイアウトや操業環境をより快適なものにする機能を装備した事案として、その内容を紹介する。

2. プロジェクトの概要

工事概要

- 発注者 岡野バルブ製造株式会社 殿
設計施工 日鉄テックスエンジニア株式会社 建設事業部
八幡建設センター
一級建築士事務所
- 契約工期 平成28年8月4日～平成30年5月31日
(約1年10ヶ月)
- 工事内訳 (1) 加工生産工場 (図1)
(鉄骨造平屋・2F、延床面積5,627.94㎡、
建築面積5,170.64㎡)
(2) 鋳鋼工場処理棟 (図2)
(鉄骨造平屋、延床面積819.0㎡、
建築面積819.0㎡)



図1: 加工生産工場



図2: 鋳鋼工場処理棟

3. 新工場増築に於ける工場立地法への対応

▶3.1 計画時の課題

増築規模は、お客様要求事項である5,989㎡（建築面積）の計画であるが、この場合工場立地法にて定められた「敷地面積当たりに必要な緑地と環境施設の面積」を満足できないという

課題が発生した。解決策を検討するにあたり、既設工場や製品ヤードの模様替えでは必要面積の確保が困難であったため、新設工場屋根上を活用した屋上緑化にて工場立地法に対応する計画とした。その際、メンテナンス作業の頻度や経費削減を考慮し、乾燥に強い多年草・多肉植物を利用した緑化システムを提案したが、緑化エリアの維持管理作業そのものを避けたいとの観点から、計画段階より代替プランの提案要望があった。

▶3.2 課題解決に向けた代替案

屋上緑化案は、緑化エリア設置案から環境施設として算入できる太陽光発電設備の導入に変更する事とし、その際、自家消費型太陽光発電システム設置により見込まれるメリット及び費用対効果の検討結果をお客様に提示し、充分にご理解いただく事で採用が決定した。

<自家消費型太陽光システム採用時のメリット>

- (1) 再生可能エネルギー導入により、自然環境保全に貢献し工場内消費電力量の削減ができる。
- (2) 再生可能エネルギー電気・熱自立的普及促進を地域にアピールする事で「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金」に申請することができる。

▶3.2.1 自家消費型太陽光発電システムを採用した場合の課題と対応

自家消費型太陽光発電システムは、稼働時に発電電力が消費電力を上回った場合にパワーコンディショナが逆潮流を検知して、非常停止したり逆潮流を避けるために極端に出力を抑えるものとなっている。よって、此の動作に気づかないと発電が停止したままの状態となり運転効率の低下を招く。また、この非常動作を避けるために従来方法にて回避を図ると、予め発電出力を抑えた運転となり発電能力を最大限に活用出来なくなる。よって、システム (図3) を有効且つ効率的に運用するためには、適切な出力制御が必要となる。そこで今回、従来の太陽光発電システムに無い新技術として、電力設備からの連系停止の指令を受ける前に“システム単独で交流側の出力制御を自動的に制御”できるシステムを採用した。

これにより、運転中の逆潮流発生による出力低下や電力停止等の現象を防止し、安全且つ安定した電力供給を可能にした。

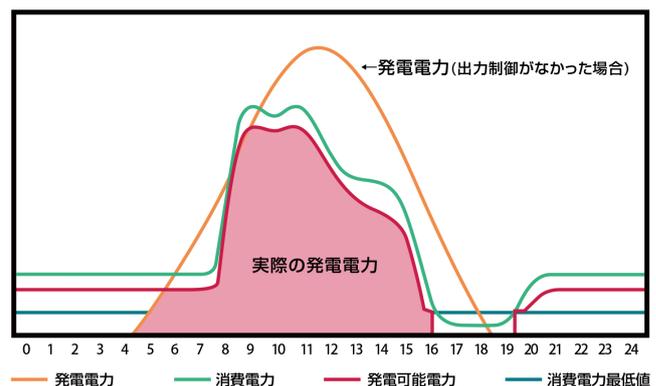


図3: 出力制御された発電電力イメージ

▶3.3 工場立地法の対応結果と今後の展開

「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金」の採択を受け、工場立地法への遵法化策として、最終的に屋上緑化+駐車場緑化+場内緑化+太陽光発電設備を併用する計画とした。大幅に屋上緑化を減らし付加価値のある自家消費型太陽光設備を採用した事でお客様要求事項を満たすと共に、再生可能エネルギー設備の地域への普及に貢献する事ができた。また、今後、当社実績としてトランスファーできる新技術として、工場の自家消費型太陽光発電システムを加える事ができた。



図4：加工生産工場全景



図5：鋳鋼工場処理棟全景

4. 工場室内環境改善への取組

▶4.1 工場室内環境改善の課題

バルブ製造工場は、熱気を伴う過酷な室内環境のため、お客様より計画当初から工場内の暑さ対策について改善要望があった。近年、設備投資は、生産効率向上を主目的としながら、同時に職場環境改善にも重点を置いたものに変わりつつある。しかし、内部発熱が多い大空間では、温湿度の調整が難しいなど工場ならではの問題が多数ある。この他にも、快適・省エネ・省コスト・省スペース・フレキシビリティ（作業ラインの変更、生産ラインの増設への対応）の実現が、工場室内環境の課題となっている。

▶4.2 工場の特性にあった空調システムの検討

工場空調システムは、工場規模・形状、建屋断熱仕様・空調エリア、温度・湿度条件を考慮し、設備仕様を決定することが重要となってくる。

一般的に、工場は面積が広く天井高の高い大空間であることから、全体空調を避けスポットエアコンによる局所空調とする傾向がある。本案では、工場内の暑さに対する環境改善要望を受け、建屋全体空調を基本方針としてその効率化と快適性の向上に取り組んだ。具体的には、建屋屋根・壁からの熱負荷を低減させるために断熱仕様とし、空調は床置き直吹き空調機と天井付けの超大型（大風量低速）シーリングファンを組み合わせたシステムとした。

これは、工場全体空調の為に広範囲に冷気を届けるダクトを工場全域に施すのではなく、低風速大風量のシーリングファンを組合せたシステムの提案を実施することにより夏季・冬季それぞれに適した気流を作り、効率的でかつ快適な空間を実現した。

<シーリングファンとの組み合わせシステムによる効果>

(1) 夏季における空調効率向上効果

今回採用した大風量大型シーリングファンは、広域（最大2,500㎡、半径30m）に気流を発生させる性能を有しており、床置き空調機より吹出した冷気を室内全域に広げることで全体空調の効果を得ると共に、気流を身体に受け汗が乾燥する事で、体温調整効果がより向上する。通常、

0.5m/s~1.5m/sの気流で、1~3℃の体感温度低下が期待でき、熱中症予防と空調効率の向上に繋がる。（図6）

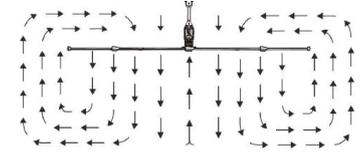


図6：空気循環イメージ

また体感温度を下げる事で、空調機の設定温度が上がり、省エネ効果も得られる。（設定温度を1℃上昇で空調エネルギーが10%程度低減出来る）

(2) 冬季における空調効率向上効果

冬季は、空調機の暖房運転により室内温度を上昇させるが、空調機より吹き出された暖気は比重が小さい為、工場の様に天井が高い場合、室の上部に暖気が上昇し、実際に作業を行っているフロアレベル付近では暖房効果が得られにくい事が課題であった。従来は対策としてジェットヒーターやヒートポンプエアコンなどの暖気を直接作業エリアに吹く方法を取っていたが、効率が悪く快適性が乏しい欠点があった。

本件では、天井付けの大型シーリングファンを周波数制御により回転速度を自在に変更する事で、微風速運転を可能とした。この構成により、冬季は超低速運転とし、風速による体感温度の低下を抑制する事で暖房運転時の空調効率を向上させた。

▶4.3 超大型シーリングファン導入効果と今後の展開

超大型シーリングファン（図7・8）導入により、日本の暑さ・寒さや湿気・乾燥などの季節変化に応じてしっかりと作業環境を制御できる工場となり、快適性向上や熱中症対策、節電・省エネのほかにも、結露・カビの抑制、スペースの有効活用など、お客様に納得頂ける効果を提供する事ができた。

当社は、工場・倉庫等の大空間建屋の実績を多く有するが、今回の超大型シーリングファンの導入効果を工場稼働時の季節変化毎に測定・分析し、今後の案件に於いても提案型の技術とできるよう蓄積していきたい。



図7：超大型シーリングファン設置状況



超大型シーリングファン「ビッグアスファン」拡大写真

5. 改善過程に於ける建設部門・電計部門との連携（知恵だし）効果

改善過程に於いて、建設部門と電計部門が保有する最先端の知見を融合し、お客様に充分満足頂ける改善提案を随所で提供することができた。

部門間の連携効果を最大限に発揮し、お客様と一緒に「人と環境に優しい最先端の次世代工場」の建設にこだわった事が、本プロジェクト成功に繋がった要因である。

6. おわりに

総合エンジニアリング力を発揮し、お客様の御希望にしっかり応えられた事は、当社の財産であり今後のモデルライン案件にもなったと考える。

最後に、本案件についてプロジェクト始動から竣工まで長期にわたり、お時間を頂き暖かくご指導頂きました岡野バルブ製造株式会社関係者様、並びに多数の当社関係者の皆様方に深く感謝申し上げます。

お問い合わせ先

建設事業部 技術部

TEL 03-6860-6615