

富士山工場F3棟の紹介

今井 一男
Kazuo Imai

増沢 昇
Noboru Masuzawa

久本 福敏
Fukutoshi Hisamoto

荒井 則雄
Norio Arai

1. まえがき

このたび、当社のクーリングシステム事業部およびパワーシステム事業部の集結による効率化と本年4月より始めました「第二次中期計画の達成」を目的として、上田市富士山の上田事業所富士山工場内に「富士山工場F3棟」を建設しました。

この建設プロジェクトを進めるにあたり、第一段階として、全事業部より長期展望に立った運用構想を受け、十分な討議と検討を重ねた結果、クーリングシステム事業部およびパワーシステム事業部が運用していくことに決定しました。

次に第二段階として、この決定に基づき、クーリングシステム事業部およびパワーシステム事業部の部門長を含めた「富士山工場F3棟準備委員会」を設置し、各部門の意見を踏まえ、長期的展望に立った議論に基づいて、「富士山工場F3棟建設基本構想」をまとめました。

そして、建物の設計とコンストラクションマネジメント（建設活動の一元管理・調整）を（株）エヌ・ティ・ティ ファシリティーズに依頼し、基本構想の具現化を進めました。

ここでは、この基本構想に基づく「富士山工場F3棟」（以下「F3棟」という。）の具体的な施設とその特徴を紹介し、F3棟建設の意義をみなさまにご理解いただきたいと思います。

2. 建物概要

2.1 上田事業所富士山工場

上田事業所富士山工場（以下「富士山工場」という。）は、上田市南部の緑豊かな自然環境に恵まれた東塩田林間工業団地に位置し、総敷地面積約90,000m²の敷地内に1990年5月にF1棟、1996年8月にF2棟が竣工し、クーリングシステム事業部およびパワーシステム事業部の生産拠点となっています。

2.2 設計要件

今回、F3棟建設にあたり、「第二次中期計画の達成」を基本とし、クーリングシステム事業部およびパワーシステム事業部の生産スペースを算出しました。さらに先に述べました、長期的展望に立った工場の運用構想および将来を見据えた土地の有効利用を含め検討し、以下の設計要件を決定しました。

設計要件

①建物3階建てとし、工場有効面積（工場部分）は18,000m²を確保する。

②工場有効面積は凹凸のない長方形を基本とする。

③福利厚生施設（食堂）の充実を図る。

④品質、コストおよび工期を考え、システム建築^{注(1)}を採用する。

この設計要件に基づき、F3棟基本計画書を作成し、具体的な計画にはいりませんでした。

注(1) システム建築とは、建物を構成する部材(基礎・鉄骨・屋根・壁・建具など)について、それぞれの形状・寸法・接合方法などをあらかじめ標準化すると同時に、営業、設計、生産および施工といった各プロセスをシステム化することによって、品質の安定、経済性、工期の短縮を可能にした建築様式。

2.3 配置計画

F3棟配置計画における課題は次のとおりでした。

- ①将来を見据えた土地の利用
- ②既存棟とのアクセス
- ③F3棟周囲に幅6m以上の道路の確保
- ④既設の193台分を含め600台以上の駐車場の確保

建物の配置計画を決定するまでには、西側法面の対策、駐車場の確保の検討など難航しましたが、既存のF1棟と並ぶ配置(図1)とし、F1棟とは2本の渡り廊下でつなぐこととしました。

2.4 建物概要

建物は東西に約120m、南北に約75m(食堂部分、一部機械室除く)の長方形とし、さらに天候に影響されることなく部材の搬入、製品の搬出ができるようF3棟東側、南側、北側、北東側にそれぞれ11m×30m、10m×5m、40m×25m、10m×15mの下屋を設けています。

(1) 平面計画

工場スペースは100m×60mを確保し、作業室の周囲に、階段・風除室・人荷用エレベータ・空調機械室・リフレッシュルーム・トイレなどを均等に配置し、ダブルスキンの状態にすることにより断熱性を向上させるとともに、社員の利便性の向上と設備の合理性を確保しました。

作業室の柱スパンは、1階および3階においては10m×10m、4階では10m×20mとしています。

各階の構成は各階平面図(図2)を参照ください。

(2) 立面計画

F1棟とのスカイライン、材料、色彩などの調和を図るとともに、清潔ですっきりした印象としました。

外壁は10m×1mのパネルで基本的に統一し、開口部も部品化されたものを使用しています。

(3) 断面計画

1階は電源装置の生産ライン、3階および4階は冷却用ファンの生産ラインとして、それぞれの生産設備および作業内容を考慮し、階高を6.6m、4.8mおよび4.4mとしました。なお、2階は更衣室となっています。

建物概要

建物名称	山洋電気富士山工場F3棟
都市計画事項	無指定地域、防火地域指定なし
敷地面積	89,981.17m ²
建築面積	10,470.76m ²
延床面積	26,886.31m ²
1F	9,190.75m ²
2F	350.00m ² 注(2)
3F	9,276.07m ²
M3F	406.50m ²
4F	7,662.99m ²

主な柱のスパン

1、3F	10m×10m
4F	10m×20m
最高の高さ	18.75m
構造・規模	鉄骨造 地上4階建
基礎	直接基礎
主たる外装	外壁:両面カラー鋼板サンドイッチパネル 建具:アルミ製、木、アルミ複合カーテンウォール
主たる内装 (作業室)	床:エポキシ系帯電防止塗床 天井:GWマット貼

注(2)工場スペースとしては3階建てであるが、建築法上、更衣室を2階とする。

3. 設備紹介

3.1 設備計画

F3棟の建設にあたり、設備の選択は、次のポイントをコンセプトとして進めました。

- ①環境に配慮したクリーンなシステム
- ②安全・効率・作業環境・メンテナンスなどの基本的機能の充実
- ③省エネルギー化

3.2 試験用電源装置(500kVA×3台並列)

当社の製品である本装置は、出力周波数(45~65Hz)を可変できる大容量静止型電源装置です。(図3)

本装置をCVCF室におき、パワーシステム事業部で製造している製品(中、大容量の無停電電源装置)の試験用電源として電力を供給します。

本装置の検討事項は以下のとおりです。

(1)排気ガス・騒音対策

従来、試験用電源としてエンジンジェネレータを使用していました。しかし、エンジンジェネレータは排気ガス・騒音の発生という問題を抱えていました。

今回、大容量静止型電源装置を採用することでこの問題は解消されました。また、一般にインバータを運転すると商用入力側へ高調波電流を流出させるという高調波電力公害がありますが、これは当社の高力率コンバータ技術により、インバータの入力電流を正弦波化し無公害としています。

(2)インバータ出力の入力側への回生による使用電力の節減

現状の試験用電源としてのインバータは、負荷装置の容量に見合った電力を消費しますが、1999年度中に開発予定の電力回生回路を付加することにより、約9割の電力節減が可能となり、省エネルギー化が図られます。

(3)評価試験機としての位置づけ

本装置を多種多様な条件で使用することは装置の評価試験(商用試験)となり、その結果を反映することによりエンドユーザのニーズを取り入れた製品開発が可能となります。

3.3 エアコンプレッサシステム

工場の製造ラインに不可欠な圧縮空気供給装置であるエアコンプレッサについて、省エネルギー、環境、管理運用を含めたトータルなシステムとしての導入を推進しました。

このシステムとしての導入にあたっての検討事項は次のとおりです。

- ①省エネルギー化
- ②ドレイン排出の機械ろ過処理による環境負荷の軽減
- ③中央監視装置の状態監視システムによる異常時対応機能の強化

④増設の容易さと既存棟コンプレッサとの相互支援

このシステムの外観を図4、台数制御盤を図5、設備構成表を表1に示します。

本システムの省エネルギー化については、今後当社のモデルシステムとするため、コンプレッサの台数制御とコンプレッサ本体のI式制御を組み合わせたシステムを採用しています。

これにより、一般に省エネルギー対応として採り入れられているインバータ制御を越える効果が図られています。

制御方式別の所要電力量の比較を図6に示します。

3.4 照明設備

表2に主要な照明設備の仕様を示します。

照明設備導入の検討事項は以下のとおりです。

(1)省エネルギー化

3、4階の蛍光灯はHfインバータ内蔵のHf蛍光灯を採用して、従来器具に比べて、

- ①同じ明るさで約33%の台数削減
- ②消費電力の約23%節減を図りました。

また、点滅区画を20m×10mを1区画2点滅(図7)とし、照度をそれほど必要としない部分を減灯することにより消費電力の節減を図ります。

これによる節減消費電力は、年間17,000kWを予定しています。

(2)安全性・メンテナンスの向上

1階は階高が高いため、工場スペースおよび風除室に水銀灯を採用しています。

水銀灯は点灯まで時間がかかるため、誤ってスイッチを切ったとき、また瞬時停電時の復電後所定の照度に達するまでの補償として、50lx程度の照度がとれる光補償装置付を全体の3割に採用しました。

また、すべてオートリフタ付き水銀灯とし、点検・交換での高所作業を不要としました。

3.5 空調設備

熱源方式は、富士山工場全体の電力需要を勘案し中央熱源方式とし、熱源は冷暖房用にA重油焚吸収冷温水器を採用しています。設置台数は、部分負荷時の容量制御を効率よく行え、故障や点検時に全停止とならないように2台としています。

また、24時間稼働の中間期対応として、昼間は冷房、夜間は暖房のシステムが出来るよう各階作業スペースに冷房専用天吊り空調機を設置しています。

さらに、各階の階高が高いため吸い込みダクトを床面まで下げ、かつ1階は天井にサーキュレーションファンを設けて、暖房効率の向上を図っています。

生産用局所排気設備は外気処理空調機と連動して工場内のエアバランスを調整しています。

3.6 立体自動倉庫

床面積の有効利用と部材の移動を安全かつ効率よく処理するため、1階に立体自動倉庫の採用をしました。(図8)

導入目的として、

(1)部材の保管を立体化することで床面積を少なくし、スペースの有効利用を図る。

(2)部材の移動を機械化し、作業の安全性向上と作業効率を向上させる。

(3)外部保管委託を社内にとりこみ、保管費用の削減とムダな移動距離・時間をなくす。

をねらったものです。

この設備の導入により、次の効果が図られます。

- ・保管床面積現行1,472m²を370m²に低減
- ・入出庫作業の人員を2名削減
- ・外部保管費用4,320千円／月(1998／6実績)の削減

3.7 その他

設備計画の中で設備導入のコンセプトを示していますが、今までの設備紹介以外にもこのコンセプトにそって進められた例を紹介します。

(1)セキュリティシステムによる照明および空調管理

この建物はブロックごとのセキュリティセットにより、そのブロック内の照明の消灯および空調の停止をするシステムとしています。このシステムにより消し忘れによる照明・空調の無駄を省いています。

(2)トイレ

消し忘れの多いトイレの照明対策として自動点滅方式としました。また、体の不自由な方が安心して使えるよう[手すりつきのトイレ](#)を用意しました。

(3)食堂のいす

今回採用した食堂のいすの張地は、有害物質を含まない環境にやさしい繊維です。この張地は炭素(C)と水素(H)からなり、

①燃焼してもアンモニアNH₃・シアンガスHCNなどの有害窒素化合物が発生しない。

②再加工が容易でリサイクルに最も適している。

③ほとんどの汚れが落とせ、乾燥が早く、布地がいたまない。

の特徴があります。

(4)システム建築による断熱効果

今回の建物は、硬質発砲ウレタンをカラー鋼板で挟んだサンドイッチタイプの外壁パネルを使用しています。この外壁は断熱効果が高く、一般的に使用されるALC外壁に比べ1割強の空調消費エネルギーの削減が図れます。

4. 各スペースの紹介

4.1 工場スペース

1階は中・大容量電源の組立および検査、3階は「DCサンエース」の羽根組立、「サンエースMC」の羽根組立および「サンエースMC」の組立・検査、4階は「DCサンエース」の組立・検査をおこなうこととしました。

各階の仕様はこれを基本として決定しました。

(1)1階

1階工場部分の検討事項は以下のとおりです。

①クレーン

・製品の質量および大きさよりクレーン定格荷重2.8t、揚程はフロアから4m、クレーン有効高さは、メンテナンス・スペースを含みフロアから5,130mmとしました。
・中容量ライン用として東西に移動距離100mを2機、大容量ライン用として南北に移動距離20mを3機設置することにしました。

・クレーン走行による上階への騒音・振動の影響がでないよう、低騒音オーバーヘッド形を採用することにしました。

・機械的ストッパは溶接ないしボルト止めとなっています。ストッパにクレーンが当たることによる、ストッパ落下という最悪のケースを考慮し落下防止ワイヤ付きとしました。

②照明・ダクト・ケーブルラック・エア配管

照明・ダクト・ラックの高さは、クレーン走行の妨げとならないよう、クレーン有効高さ天井の間としました。ただし、冷房専用空調機ダクトおよび検査用電源ケーブルラックは、この間に収まらないため、クレーン走行に影響しない位置に設定しました。

③二次側電源

二次側分電盤は、ラインレイアウト時の妨げとなる出っ張りをなくすため、柱幅と同じ500mmの縦長としました。

④検査配線用トレンチ

検査装置より製品に高圧を含む配線がされます。この配線がフロア上を通ることとは危険なため、検査フロアにはトレンチを設け、配線はここに納めるようにしました。

[工場内部の写真](#)

(2)3階

3階工場部分の検討事項は以下のとおりです。

①照明・ダクト・ケーブルラック・エア配管

天井高さ4,625mm、製造品目および生産・検査用設備より検討した結果、照明以下各システムをフロアから3,000mm以上とし、すべてこの間に納めています。この高さを確保することにより圧迫感を与えないゆとりある空間としています。

②二次側電源

生産・検査用設備の電源は、ファクトラインが主体となります。このため二次側電源用分電盤は工場部分の外周の壁際に設置し、生産ラインの妨げとならないようにしています。

また、レイアウト変更にもフレキシブルに対応できるよう、ファクトライン取付用スタッドを約2,000本天井に埋め込んでいます。

(3)4階

4階工場部分の検討事項は以下のとおりです。

①照明・ダクト・ケーブルラック・エア配管

断熱効果をあげるため、4階は3,500mmで天井を張っています。このため照明は天井直付とし、空調ダクト、エア配管は天井裏としました。局排ダクトは天井裏に入れることができないため天井下とし、フロアからの高さを2,900mmとしました。また、ケーブルラックはフロアからの高さを3,000mmとしましたが、局排ダクトと交差する部分は2,750mmとなっています。

一部高さが3,000mm以下となっていますが、3階同様圧迫感を与えないゆとりある空間としています。

②二次側電源

3階と同等にしています。

4.2 [食堂とテラス](#)

3階に建物本体から突き出して社員食堂があります。またこの食堂の前面には塩田平が望める木製デッキのテラスを設けています。

工場での作業は、その特性上無機質なものに囲まれた環境で進められることが多いため、福利厚生施設としての食堂における建築設計のポイントは、「社員の憩いの場として、有機的でゆとりと落ち着きのある豊かな空間」としました。当社テクノロジーセンターでは屋上庭園に面した食堂でその実現を目指したわけですが、今回も特徴ある豊かな空間を考えました。

工場本体から突き出した食堂は、開放的な高い天井と大きな開口部を持っています。開口部は、木・アルミ複合断熱カーテンウォールを採用し、一般的なアルミの構造部材でなく集材材(レッドオーク)を使用しています。これにより断熱性の向上と金属にはない温かみのあるインテリアとするとともに、食堂のいすは、汚れが落とし易く、全体が単調にならないようカラフルな「布製張地」としました。なお、テーブルは、席を自由に選択できるように正方形タイプを3割採用しました。

また、木製デッキによるテラスや、光庭に面した中3階の食堂を設け、アメニティの向上を図りました。中3階のいすは「木製」とし、中央部の階段と天井扇はデザイン的に単調になりがちな空間に変化を与えています。

当社の食堂運営は二交代の利用が主体ですが、従来のF1棟食堂では、席数、座席間隔で社員の不満を抱えていました。

そこで今回、福利厚生施設である食堂として、ゆとりあるスペースの実現をめざ

しました。

座席数の設定は下記のとおりです。

全体利用対象人員 : 600人

利用率想定(出張・休暇他): 90%

利用形態 : 二交代

座席余裕率 : 15%

必要座席数 = $(600 \times 0.9 \div 2) \div (1 - 0.15) = 317.6$

上記計算値より、3階に320席、中3階36席の356席とし、一席あたりの食事有効面積を、自由な座席レイアウトが行える余裕のある値(設計時指数) 1.5m^2 / 席以上を確保し、会話と眺望を楽しめる、ゆとりある空間としています。

4.3 [リフレッシュルーム](#)

今回、各階のコーナにリフレッシュスペースを設けました。昼休み、休憩時間には仕事の疲れをいやし、リフレッシュする場として貴重なスペースとなっています。

4.4 喫煙室

各階リフレッシュルームの一面に空調・換気設備の整った喫煙室を設けました。時代の流れからこの喫煙室以外すべて禁煙ゾーンとなっており、喫煙者には欠かせないコーナーとなっています。

5. むすび

「山洋電気富士山工場F3棟」の建設プロジェクトは、1997年2月に始まり竣工までに一年半の期間を要しました。来るべき21世紀を見据えて、「工場とはどうあるべきか」という基本理念をまとめることに多くの時間を要しました。このプロジェクトの方針は建物という物をつくるのではなく、建物を建てる目的を明確にし目的にかなった施設・設備を創ることでした。

企業理念、すなわち「私たち山洋電気は、全ての人々の幸せをめざし、人々とともに夢を実現します。」を具現化する拠点として、また「第二次中期計画の達成」を実現する拠点として建設されましたことを「山洋電気富士山工場F3棟」の施設紹介を通して、みなさまにご理解いただければ幸いです。

最後にF3棟の基本構想の立案から竣工まで、社内外の多くの方々のご支援とご協力をいただきましたことを、この誌面をかりて厚くお礼申し上げます。

今井 一男

1969年入社

環境管理部

生産技術、企画を経て環境管理に従事。

増沢 昇

1968年入社

パワーシステム事業部 品質管理部

静止形電源装置の検査、品質管理に従事。

久本 福敏

1961年入社

環境管理部

回転形電源装置の品質管理を経て環境管理に従事。

荒井 則雄
1983年入社
生産技術部
P板技術、部品技術を経て生産技術に従事。

表1 設備構成表

機器名称	台数	仕様	記事
スクリーコンプレッサ	6	6.1m ³ /min 7kgf/cm ² 37kW	
エアタンク	1	3,000L	
エアドライヤ	3	29.6m ³ /min 7kgf/cm ² 9.9kW	
ラインフィルタ	1	73.2m ³ /min	
マイクロミストフィルタ	1	73.2m ³ /min	
エア流量計	1	Max. 2,500Nm ³ /h 10m ³ /pulse	
ドレンマスタ	2	Max. 34L/h 油分濃度150mg/Lのとき、廃液濃度5mg/L以下	ヘキサン抽出物質分析値
ステップローラII	1	Max. 8台可能	台数制御盤(図5)

表2 照明設備仕様

階	照度(Ix)	照明器具	本数	1本当たりの消費電力(W)	全点灯時消費電力(kW)
1	900	水銀灯	360	415	149.4
3	500	蛍光灯	896	98	87.8
4	500	蛍光灯	910	98	89.2
				合計	326.4

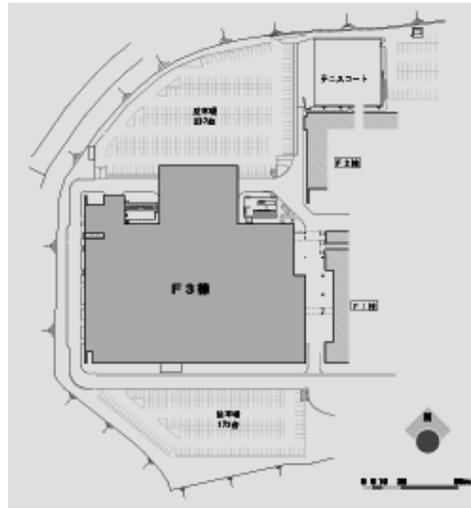


图1 富士山工場 配置図



図3 試験用電源装置



図4 エアコンプレッサシステムの外観



图5 台数制御盤

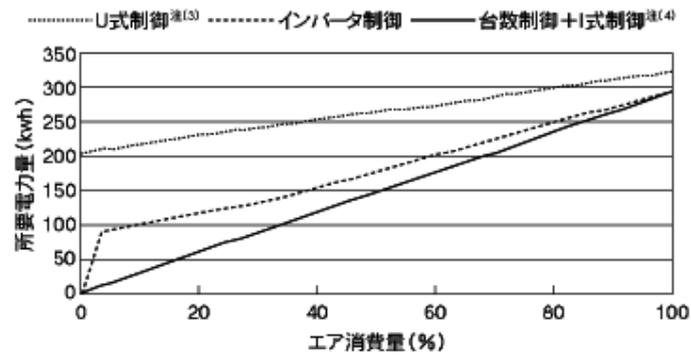


図6 制御方式別の所要電力量

注(3) U式制御: 吸込絞り弁開閉制御方式

注(4) I式制御: 吸込絞り弁開閉制御+減圧運転方式

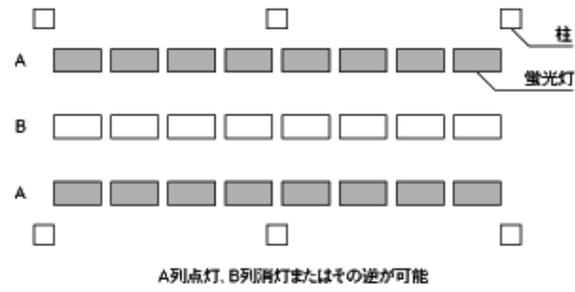


図7 一区画内の照明器具配置および点滅区画



图8 立体自动仓库



手すり付きのトイレ



工場内部の写真



食堂とテラス



リフレッシュルーム